ΕΛΛΗΝΙΚΟ ΑΝΟΙΚΤΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ

ΣΧΟΛΗ ΘΕΤΙΚΩΝ ΕΠΙΣΤΗΜΩΝ & ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΑΣ (ΣΘΕΤ)

ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΜΗΧΑΝΙΚΗ
ΚΑΙ ΑΝΤΙΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΣΚΕΥΕΣ

ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

ΜΕΛΕΤΗ ΣΥΜΠΕΡΙΦΟΡΑΣ ΥΠΟΓΕΙΩΝ ΑΓΩΓΩΝ ΥΠΟ ΣΕΙΣΜΙΚΗ ΔΙΕΓΕΡΣΗ

ΣΕΛΜΑΝΑΪ ΑΡΛΙΝΤ

ΕΠΙΒΛΕΠΩΝ: ΚΑΤΣΙΜΠΙΝΗ ΠΑΝΑΓΙΩΤΑ

ΠΑΤΡΑ
ΙΟΥΝΙΟΣ, 2026

Πίνακας Περιεχομένων

ΠΕΡΙΛΗΨΗ....6
ABSTRACT....7
Ευχαριστίες....8
1. Εισαγωγή....9
1.1 Ιστορική αναδρομή....9
1.2 Συμπέρασμα:....12
1.3 Στόχοι και Σκοποί της Εργασίας....13
1.4 Μεθοδολογία και Προσέγγιση....13
1.5 Εδαφοδυναμική και Αντισεισμική Μηχανική....13
1.5.1 Hatzigeorgiou & Liolios (2010) — Μη-γραμμική συμπεριφορά πλαισίων ΟΣ υπό επαναλαμβανόμενες ισχυρές σεισμικές διεγέρσεις....13
1.5.2 Katsimpini et al. (2020) — Σεισμική απόκριση χαμηλών τρισδιάστατων μεταλλικών κατασκευών εξοπλισμένων με το σύστημα τραμπάλας....14
2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση....15
2.1 Σεισμική Συμπεριφορά Υπόγειων Αγωγών....15
2.2 Μέθοδοι Ανάλυσης Αλληλεπίδρασης Εδάφους-Κατασκευής....16
2.3 Εφαρμογές Πεπερασμένων Στοιχείων στη Σεισμική Μηχανική....16
3. Θεωρητικό Υπόβαθρο....17
3.1 Βασικές Αρχές Δυναμικής των Κατασκευών....17
3.2 Μηχανική Συμπεριφορά Εδαφών υπό Δυναμική Φόρτιση....18
3.3 Αρχές Μεθόδου Πεπερασμένων Στοιχείων....18
3.4 Πρόσφατες έρευνες....19
4. Μεθοδολογία Προσομοίωσης....21
4.1 Περιγραφή του Μοντέλου Πεπερασμένων Στοιχείων....21
5. Αποτελέσματα και Ανάλυση....46
5.1 Μοντέλο 1ο – NEWDMF30....46
5.1-01 Σεισμός Mammoth Lakes....46
5.1-01 Συμπεράσματα Mammoth:....48
5.1-02 Σεισμός Chalfant....49
5.1-02 Συμπεράσματα Chalfant:....50
5.1-03 Σεισμός Coalinga....52
5.1-03 Συμπεράσματα Coalinga:....53
5.1-04 Σεισμός Imperial Valley....54
5.1-04 Συμπεράσματα Imperial:....56
5.1-05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:....58
5.1-06 Σεισμός Kobe Japan....60
5.1-06 Συμπεράσματα Kobe Japan:....61
5.1-07 Σεισμός Hector Mine....63
5.1-07 Συμπεράσματα Hector Maine:....64
5.1-08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska....66
5.1-08 Συμπεράσματα Nenana Mountain:....68
5.1-09 Σεισμός Denali Alaska....69
5.1-09 Συμπεράσματα Denali Alaska:....71
5.1-10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan....73
5.1-10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan:....75
5.2 Μοντέλο 2ο – NEWDMF30NULLS....77
5.2-01 Σεισμός Mammoth Lakes....77
5.2-01 Συμπεράσματα Mammoth:....79

5.2-02 Σεισμός Chalfant....80
5.2-02 Συμπεράσματα Chalfant:....82
5.2-03 Σεισμός Coalinga....83
5.2-03 Συμπεράσματα Coalinga:....84
5.2-04 Συμπεράσματα Imperial:....87
5.2-05 Σεισμός Whittier Narrows....89
5.2-05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:....90
5.2-06 Σεισμός Kobe Japan....92
5.2-06 Συμπεράσματα Kobe Japan:....93
5.2-07 Συμπεράσματα Hector Maine:....97
5.2-08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska....98
5.2-08 Συμπεράσματα Nenana Mountain:....100
5.2-09 Συμπεράσματα Denali Alaska:....104
5.2-10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan....105
5.2-10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan:....107
5.3 Μοντέλο 3ο – MEAGWGOKAIPLAISOKSEESAW....109
5.3.1-03.01 NEWDMF30AGWGOSSPLAISIOSKETO....109
5.3.1-03.01.01 Σεισμός Mammoth Lakes....109
5.3.1-03.01.01 Συμπεράσματα Mammoth:....111
5.3.1-03.01.02 Σεισμός Chalfant....113
5.3.1-03.01.02 Συμπεράσματα Chalfant:....114
5.3.1-03.01.03 Σεισμός Coalinga....116
5.3.1-03.01.03 Συμπεράσματα Coalinga:....117
5.3.1-03.01.04 Σεισμός Imperial Valley....119
5.3.1-03.01.04 Συμπεράσματα Imperial:....120
5.3.1-03.01.05 Σεισμός Whittier Narrows....122
5.3.1-03.01.05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:....123
5.3.1-03.01.06 Συμπεράσματα Kobe Japan:....126
5.3.1-03.01.07 Συμπεράσματα Hector Maine:....129
5.3.1-03.01.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska....131
5.3.1-03.01.08 Συμπεράσματα Nenana Mountain:....133
5.3.1-03.01.09 Σεισμός Denali Alaska....135
5.3.1-03.01.09 Συμπεράσματα Denali Alaska:....137
5.3.1-03.01.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan....139
5.3.1-03.01.10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan....141
5.3.2-03.02 NEWDMF30AGWGOSSSEESAW....143
5.3.2-03.02.01 Σεισμός Mammoth Lakes....144
5.3.2-03.02.01 Συμπεράσματα Mammoth:....146
5.3.2-03.02.02 Σεισμός Chalfant....147
5.3.2-03.02.02 Συμπεράσματα Chalfant:....149
5.3.2-03.02.03 Σεισμός Coalinga....150
5.3.2-03.02.03 Συμπεράσματα Coalinga:....152
5.3.2-03.02.04 Σεισμός Imperial Valley....154
5.3.2-03.02.04 Συμπεράσματα Imperial Valley:....155
5.3.2-03.02.05 Σεισμός Whittier Narrows....156
5.3.2-03.02.05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:....158
5.3.2-03.02.06 Σεισμός Kobe Japan....161
5.3.2-03.02.06 Συμπεράσματα Kobe Japan:....162
5.3.2-03.02.07 Σεισμός Hector Mine....164
5.3.2-03.02.07 Συμπεράσματα Hector Maine:....166

5.3.2-03.02.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska.....167
5.3.2-03.02.08 Συμπεράσματα Nenana Mountain Alaska:.....169
5.3.2-03.02.09 Σεισμός Denali Alaska.....171
5.3.2-03.02.09 Συμπεράσματα Denali Alaska:.....173
5.3.2-03.02.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan.....175
5.3.2-03.02.10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan.....177
5.4 Μοντέλο 4ο – XWRISAGWGOKAIPLASIOKSEESAW.....179
5.4.1-04.01 NEWDMF30NULLSPLAISIOSKETO.....179
5.4.1-04.01.01 Σεισμός Mammoth Lakes.....179
5.4.1-04.01Συμπεράσματα Mammoth:.....181
5.4.1-04.01.02 Σεισμός Chalfant.....182
5.4.1-04.01.02 Συμπεράσματα Chalfant:.....184
5.4.1-04.01.03 Σεισμός Coalinga.....185
5.4.1-04.01.03 Συμπεράσματα Coalinga:.....186
5.4.1-04.01.04 Σεισμός Imperial Valley.....188
5.4.1-04.01.04 Συμπεράσματα Imperial Valley:.....189
5.4.1-04.01.05 Σεισμός Whittier Narrows.....191
5.4.1-04.01.05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:.....192
5.4.1-04.01.06 Σεισμός Kobe Japan.....194
5.4.1-04.01.06 Συμπεράσματα Kobe Japan:.....195
5.4.1-04.01.07 Σεισμός Hector Mine.....197
5.4.1-04.01.07 Συμπεράσματα Hector Mine:.....198
5.4.1-04.01.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska.....200
5.4.1-04.01.08 Συμπεράσματα Nenana Mountain Alaska:.....201
5.4.1-04.01.09 Σεισμός Denali Alaska.....203
5.4.1-04.01.09 Συμπεράσματα Denali Alaska:.....204
5.4.1-04.01.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan.....207
5.4.1-04.01.10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan:.....208
5.4.2-04.02 NEWDMF30NULLSSEESAW.....211
5.4.2-04.02.01 Σεισμός Mammoth Lakes.....211
5.4.2-04.02.01 Συμπεράσματα Mammoth:.....213
5.4.2-04.02.02 Σεισμός Chalfant.....214
5.4.2-04.02.02 Συμπεράσματα Chalfant:.....216
5.4.2-04.02.03 Σεισμός Coalinga.....217
5.4.2-04.02.03 Συμπεράσματα Coalinga:.....218
5.4.2-04.02.04 Σεισμός Imperial Valley.....220
5.4.2-04.02.04 Συμπεράσματα Imperial Valley:.....221
5.4.2-04.02.05 Σεισμός Whittier Narrows.....222
5.4.2-04.02.05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:.....224
5.4.2-04.02.06 Σεισμός Kobe Japan.....225
5.4.2-04.02.06 Συμπεράσματα Kobe Japan:.....226
5.4.2-04.02.07 Σεισμός Hector Mine.....228
5.4.2-04.02.07 Συμπεράσματα Hector Maine:.....229
5.4.2-04.02.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska.....230
5.4.2-04.02.08 Συμπεράσματα Nenana Mountain Alaska:.....232
5.4.2-04.02.09 Σεισμός Denali Alaska.....234
5.4.2-04.02.09 Συμπεράσματα Denali Alaska:.....236
5.4.2-04.02.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan.....238
5.4.2-04.02.10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan:.....240
ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ.....242

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ.....250
ΑΝΑΦΟΡΕΣ.....254
ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ.....256

ΠΕΡΙΛΗΨΗ

Η παρούσα μεταπτυχιακή εργασία επικεντρώνεται στη μελέτη της σεισμικής απόκρισης υπόγειων αγωγών, ένα κρίσιμο ζήτημα για την ασφάλεια και την αξιοπιστία των υποδομών ζωτικής σημασίας. Η εργασία αυτή στοχεύει στην κατανόηση της πολύπλοκης αλληλεπίδρασης μεταξύ του εδάφους και των υπόγειων αγωγών κατά τη διάρκεια σεισμικών συμβάντων, χρησιμοποιώντας προηγμένες τεχνικές αριθμητικής προσομοίωσης.

Η μεθοδολογία στηρίζεται σε ένα διδιάστατο μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων, όπου το έδαφος αναπαρίσταται μέσω πεπερασμένων στοιχείων και η επένδυση του αγωγού με στοιχεία δοκού. Στη βάση του μοντέλου εφαρμόζονται πραγματικές καταγραφές σεισμικών επιταχύνσεων, επιτρέποντας μια ρεαλιστική προσομοίωση της σεισμικής διέγερσης. Η ανάλυση εστιάζει στον υπολογισμό και την αξιολόγηση κρίσιμων παραμέτρων, όπως οι μετατοπίσεις σε διάφορα βάθη της εδαφικής στρώσης, οι αναπτυσσόμενες τάσεις και οι επιταχύνσεις καθ' ύψος του εδαφικού προφίλ.

Ιδιαίτερη προσοχή δίνεται στη μελέτη της επίδρασης διαφόρων παραμέτρων στη σεισμική απόκριση του συστήματος Εδάφους-Αγωγού. Αυτές περιλαμβάνουν τις ιδιότητες του εδάφους, τα χαρακτηριστικά του αγωγού, το βάθος τοποθέτησης και την ένταση της σεισμικής διέγερσης. Μέσω παραμετρικών αναλύσεων, η εργασία στοχεύει στην παρουσίαση των πιο σημαντικών παραγόντων που επηρεάζουν την απόκριση και την ασφάλεια των υπόγειων αγωγών.

Τα αποτελέσματα της ανάλυσης αναμένεται να παρέχουν πολύτιμες πληροφορίες για τη συμπεριφορά των υπόγειων αγωγών υπό σεισμική φόρτιση, συμβάλλοντας στη βελτίωση των μεθόδων σχεδιασμού και αξιολόγησης τέτοιων κατασκευών. Επιπλέον, η εργασία στοχεύει στην αναδείξει των τρωτών σημείων των υπόγειων αγωγών, λαμβάνοντας υπόψη τις τοπικές εδαφικές συνθήκες και τα χαρακτηριστικά της σεισμικής διέγερσης.

Η σημασία αυτής της εργασίας επικεντρώνεται στη συνεισφορά της στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας των υποδομών ζωτικής σημασίας απέναντι στους σεισμικούς κινδύνους. Τα συμπεράσματα που θα προκύψουν αναμένεται να παρέχουν κατευθυντήριες γραμμές για τον ασφαλέστερο σχεδιασμό και την αποτελεσματικότερη προστασία των υπόγειων αγωγών σε σεισμογενείς περιοχές.

Λέξεις-κλειδιά:

1. Σεισμική απόκριση
2. Υπόγειοι αγωγοί
3. Πεπερασμένα στοιχεία
4. Αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής
5. Δυναμική ανάλυση
6. Σεισμική μηχανική

ABSTRACT

This master's thesis focuses on the study of the seismic response of underground pipelines, a critical issue for the safety and reliability of vital infrastructure. The objective of this work is to understand the complex interaction between the ground and underground pipelines during seismic events, using advanced numerical simulation techniques.

The methodology is based on a two-dimensional finite element model, where the soil is represented through finite elements and the pipeline lining with beam elements. Real seismic acceleration records are applied at the base of the model, allowing for a realistic simulation of seismic excitation. The analysis focuses on calculating and evaluating key parameters, such as displacements at various depths of the soil layer, the stresses developed, and the accelerations along the height of the soil profile.

Particular attention is given to studying the effect of various parameters on the seismic response of the Soil-Pipeline system. These include soil properties, pipeline characteristics, burial depth, and the intensity of seismic excitation. Through parametric analyses, the study aims to highlight the most significant factors influencing the response and safety of underground pipelines.

The results of the analysis are expected to provide valuable insights into the behavior of underground pipelines under seismic loading, contributing to the improvement of design and assessment methods for such structures. Additionally, the work aims to identify the vulnerabilities of underground pipelines, taking into account local soil conditions and the characteristics of the seismic excitation.

The importance of this thesis lies in its contribution to enhancing the resilience of critical infrastructure against seismic hazards. The conclusions drawn are expected to offer guidelines for the safer design and more effective protection of underground pipelines in seismically active areas.

Keywords:

1. Seismic response
2. Underground pipelines
3. Finite elements
4. Soil-structure interaction
5. Dynamic analysis
6. Earthquake engineering

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στα πλαίσια του μεταπτυχιακού προγράμματος " Σεισμική Μηχανική και Αντισεισμικές Κατασκευές (ΣΜΑ)".

Με την παρούσα διπλωματική εργασία ολοκληρώνονται οι σπουδές μου στο μεταπτυχιακού προγράμματος " Σεισμική Μηχανική και Αντισεισμικές Κατασκευές (ΣΜΑ)" του τμήματος θετικών επιστημόνων και τεχνολογίας του Ελληνικού Ανοικτού Πανεπιστήμιου.

Στις σπουδές μου ήταν καθοριστική η συμβολή των καθηγητών μου στα γνωστικά αντικείμενα που παρακολούθησα, στους οποίους οφείλω να εκφράσω τις ειλικρινείς μου ευχαριστίες για τη συμβολή τους στην ολοκλήρωση των σπουδών μου.

Πρώτο από όλους θέλω να ευχαριστήσω την επιβλέπουσα καθηγήτρια της διπλωματικής εργασίας, καθηγήτρια Δρ. Κατσιμπίνη Παναγιώτα για την πολύτιμη καθοδήγηση του και την εμπιστοσύνη ,τον διευθυντή του προγράμματος Καθηγητή Δρ. Παπαγιαννόπουλο Γεώργιο για την στήριξη του.

Τέλος, οφείλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, για τη συμπαράσταση και την υπομονή τους.

1. Εισαγωγή

1.1 Ιστορική αναδρομή

Ένα αποτελεσματικό αποχετευτικό σύστημα ήταν ανέκαθεν ο μεγάλος πονοκέφαλος της ανθρωπότητας από τη στιγμή που φτιαχτήκαν οργανωμένες κοινωνίες. Οι αρχαιολόγοι διαρκώς εντυπωσιάζονται από τα πρωτοπόρα συστήματα αποχέτευσης που ανακαλύπτουν μέσα στα ερείπια αρχαίων πολιτισμών. Αυτά τα ευρήματα δείχνουν ότι ο άνθρωπος επεδίωκε από πολύ παλιά την εύρεση λύσεων για τη διαχείριση των αποβλήτων του.

Παλαιότερα, η απλούστερη μέθοδος ήταν η εκκένωση των λυμάτων σε κοντινά υδάτινα σώματα (Θάλασσα ή ποταμοί). Η πρακτική αυτή διευκολύνθηκε με την εμφάνιση του πρώτου κεραμικού αγωγού αποχέτευσης στη Βαβυλώνα, γύρω στο 4000 π. Χ. Άλλοι λαοί της Μεσοποταμίας χρησιμοποιούσαν καταβόθρες, σε διάφορα μεγέθη, με κάποιες να συνδέονται σε κεντρικά συστήματα. Υπάρχουν αρχαιολογικές ενδείξεις για περίπλοκα συστήματα αποχέτευσης και αγωγών σε όλο τον κόσμο, από τη Σκωτία και τη Ρώμη μέχρι την Αίγυπτο και το Πακιστάν. Μετά από αυτήν την αξιοσημείωτη αρχή, ο σχεδιασμός των αποχετευτικών συστημάτων εξελίχθηκε περαιτέρω, λαμβάνοντας υπόψη την συνεχή αύξηση του πληθυσμού και τους πρωτόγνωρους κινδύνους για την υγεία που προκαλούσαν τα ανεπαρκώς επεξεργασμένα ανθρώπινα απόβλητα.

Η ιστορική ανάδρομη του αποχετευτικού συστήματος ξεκινάει από των Ευφράτη (Τουρκία) το 3000 πχ. Συνήθως η κατασκευή τους ήταν κανάλια ανοιχτού τύπου λόγο του υψηλού κόστος κατασκευής τούς και σπάνια σωλήνες αποχέτευσης.

Στην Ευρώπη τα πρώτα γνωστά ευρήματα αποχετευτικού συστήματος είναι στην Ελλάδα από περίπου το 500 π. Χ., και σε ορισμένα κτίρια (π. Χ. Κρήτη, παλάτι της Κνωσού) ήδη από το 2500 π. Χ..

Στους Ρωμαίους είναι γνωστό από το 600 π. Χ. το Cloaca Maxima το οποίο είναι ένα από τα πρώτα συστήματα αποχέτευσης στον κόσμο. Το Λονδίνο αντιμετώπισε ένα σοβαρό πρόβλημα το 1858, γνωστό ως "Μεγάλη Βρόμα". Η αιτία ήταν η μαζική εκφόρτωση μη επεξεργασμένων απορριμμάτων στον Τάμεση. Η λύση βρέθηκε με την κατασκευή ενός περίπλοκου δικτύου συνδεδεμένων αγωγών που κατέληγαν στα περίχωρα της πόλης, ένα σύστημα που εξακολουθεί να χρησιμοποιείται σήμερα.

Στην Ελλάδα και συγκεκριμένα η Αθηνά μέχρι το 1840 δεν διέθετε οργανωμένο δίκτυο αποχέτευσης. Τα ανοικτά συστήματα αποχέτευσης δημιουργούσαν νοσογόνες εστίες σε λιμνάζοντα σημεία, με συνέπεια την εκδήλωση σοβαρών επιδημιών και ασθενειών, όπως η χολέρα και η πανώλη. Η πρακτική αυτή ακολουθήθηκε για 15 περίπου αιώνες και σταδιακά αντικαταστάθηκε από το σύστημα διοχέτευσης των λυμάτων σε σηπτικούς - απορροφητικούς βόθρους. Όταν επερχόταν κορεσμός στην απορροφητική ικανότητα των βόθρων τα λύματα απορρίπτονταν με δοχεία σε χείμαρρους και ρέματα. Φυσικά ούτε αυτή η πρακτική απομάκρυνε τους κινδύνους για τη δημόσια υγεία και το περιβάλλον.

Νεότερη εποχή - Περίοδος 1840 – 1930

Για πρώτη φορά στη νεότερη ιστορία της Αθήνας, γύρω στο 1840, έγινε προσπάθεια για συστηματική κατασκευή συστήματος συλλογής και μεταφοράς ακαθάρτων και ομβρίων υδάτων. Το 1860 κατασκευάστηκε από την πρώτη γαλλική Αποστολή Δημοσίων Έργων ο παντορροϊκός αγωγός της Σταδίου, ο οποίος και επεκτάθηκε το 1870.

Στη δεκαετία 1880-1890 καλύφθηκε το ανοιχτό ρέμα του Κυκλοβόρου με λιθόκτιστο αγωγό μεγάλης διαμέτρου (περίπου 3 μ.). Μέχρι το 1893 το κατασκευασμένο δίκτυο αποχέτευσης είχε συνολικό μήκος περίπου 11,5 χλμ., ενώ ο βαθμός ανάπτυξης της πόλης ήταν τέτοιος που απαιτούσε αποχετευτικό δίκτυο μήκους 90 χλμ. Οι αποχετευτικές ανάγκες δηλαδή της πόλης ήταν περίπου οκταπλάσιες. Στα επόμενα χρόνια, εξαιτίας και του ισχυρού προσφυγικού ρεύματος που προκάλεσε η Μικρασιατική καταστροφή το 1922, η ανάγκη κατασκευής έργων αποχέτευσης έγινε ακόμη πιο επιτακτική. Το 1925, ο Δήμος Αθηναίων μελέτησε και κατασκεύασε το "Νέο Μεγάλο Αγωγό", ενώ την ίδια περίοδο κατασκευάστηκε ένα μεγάλο τεχνικό έργο, η συμβολή των δύο "Μεγάλων Αγωγών" στις οδούς Μάρνη και Παιωνίου.

Περίοδος 1930-1950

Το 1930 ολοκληρώθηκε η κατασκευή αγωγού ακαθάρτων του ρέματος Προφήτη Δανιήλ με αποδέκτη το Φαληρικό Δέλτα. Ήταν ένας αγωγός ωοειδής με χερσαίο μήκος περίπου 6,5 χλμ. και υποθαλάσσιο περίπου 700 μ.

Το 1931 συστάθηκε η «Ανώνυμος Εταιρία Κατασκευής Υπονόμων Αθηνών και Περιχώρων», στην οποία το ελληνικό κράτος ανέθεσε την οριστική μελέτη του δικτύου των Αθηνών και Περιχώρων για ακάθαρτα και όμβρια ύδατα με βάση την προμελέτη του Ιταλού καθηγητή υδραυλικής Φαντόλι. Παράλληλα, ο Δήμος Αθηναίων απαγόρευσε την κατασκευή απορροφητικών βόθρων σε όσους δρόμους είχε κατασκευαστεί δίκτυο και αφαίρεσε από τους ιδιώτες το δικαίωμα της κατασκευής και εκμετάλλευσης αγωγών ακαθάρτων και ομβρίων στην πόλη. Μέσα στην πενταετία 1934 - 1939 υλοποιήθηκε ένα μεγάλο πρόγραμμα κατασκευής αποχετευτικών έργων που περιλάμβανε την κάλυψη 17 σημαντικών ρεμάτων, την κατασκευή των μεγάλων αγωγών στις οδούς Ρηγίλλης και Βασιλίσσης Σοφίας και την κατασκευή αντιπλημμυρικής τάφρου στο Λόφο Φιλοπάππου. Ταυτόχρονα με βάση την προμελέτη του καθηγητή Φαντόλι, κατασκευάστηκαν τρία βασικά έργα υποδομής στην Αθήνα, παρά την έναρξη του Β΄ Παγκοσμίου Πολέμου, που αφορούσαν:

• Την κατασκευή του Κεντρικού Αποχετευτικού Αγωγού (ΚΑΑ)

• Την κατασκευή του μεγάλου και βασικού συλλεκτήρα, μετά από οριστική μελέτη που συντάχθηκε για τον Ιλισό.

• Τη διευθέτηση τμημάτων του Κηφισού.

Περίοδος 1950-1980

Από το 1950 και μετά η Αθήνα αναπτύχθηκε πολεοδομικά με ραγδαίους ρυθμούς. Έτσι, η επιτακτική ανάγκη για μεγάλα έργα αποχέτευσης οδήγησε στη σύσταση του

Οργανισμού Αποχέτευσης Πρωτεύουσας (ΟΑΠ). Ο ΟΑΠ έθεσε τα θεμέλια για την υποδομή του αποχετευτικού συστήματος της πόλης των Αθηνών, αλλά και για τον μακροχρόνιο σχεδιασμό των μελλοντικών αναγκών της Πρωτεύουσας σε δίκτυα ακαθάρτων και αντιπλημμυρικής προστασίας. Το 1950 άρχισε η σύνταξη προμελέτης για την αποχέτευση της περιοχής της Πρωτεύουσας σε έκταση 200.000 στρεμμάτων, που οριστικοποιήθηκε και υποβλήθηκε στις κρατικές αρχές το

1963. Η προμελέτη αυτή χρησιμοποιήθηκε ως βάση ανάπτυξης των δικτύων στις δεκαετίες του 1960 και του 1970, αφού υπέστη συνεχείς τροποποιήσεις από το 1963 ως το 1977. Συνολικά, στο διάστημα λειτουργίας του ΟΑΠ, μεταξύ των ετών 1950 έως 1980, κατασκευάστηκαν έργα ακαθάρτων μήκους 1.700 χλμ. και ομβρίων μήκους 300 χλμ., μεταξύ των οποίων ο Παραλιακός Συλλεκτήρας της ακτής Σαρωνικού και ο Παρακηφίσιος Συλλεκτήρας.

Περίοδος 1980 – σήμερα

Οι αρμοδιότητες του ΟΑΠ (Οργανισμός Αποχέτευσης Πρωτευούσης) μεταβιβάστηκαν το 1980 στον ενιαίο φορέα διαχείρισης της ύδρευσης και αποχέτευσης της Αθήνας, την ΕΥΔΑΠ. Στον τομέα της αποχέτευσης ο νέος αυτός φορέας ανέλαβε την απορροή των λυμάτων και των βιομηχανικών αποβλήτων. Επίσης ανέλαβε τον έλεγχο της διαδικασίας καθαρισμού των λυμάτων και την τελική διάθεσή τους στη θάλασσα. Από τις υποχρεώσεις του τέως ΟΑΠ, η ΕΥΔΑΠ δεν ανέλαβε την κατασκευή των δευτερευόντων αγωγών ακαθάρτων και τη σύνδεση των ακινήτων με τα δίκτυα, που εκχωρήθηκαν στους ΟΤΑ.

Από αρχής λειτουργίας της ΕΥΔΑΠ, το αποχετευτικό δίκτυο των Αθηνών επεκτάθηκε και πύκνωσε με την κατασκευή πολλών χιλιομέτρων αγωγών, για να φτάσει σήμερα το συνολικό μήκος του δικτύου αποχέτευσης να αγγίζει τα 8.000 χλμ.

Ένα αποχετευτικό σύστημα είναι μια εγκατάσταση για τη συλλογή και την διοχέτευση των λυμάτων μεσώ υπογείων καναλιών

Τα λύματα είναι νερό που έχει μολυνθεί από τη χρήση:

• Οικιακά λύματα από τουαλέτες (ούρα και κόπρανα) και εγκαταστάσεις υγιεινής, κουζίνες και πλυντήρια ρούχων (επίσης καθαριστικά)

• Εμπορικά ή βιομηχανικά λύματα, πχ. Β. Από Βιομηχανία τροφίμων, θερμαινόμενο νερό από συστήματα ψύξης

• Νερό βροχής από πλακόστρωτες περιοχές (δρόμοι, χώροι στάθμευσης, στέγες)

• Εξωτερικό νερό που δεν θα έπρεπε να εισέρχεται στο αποχετευτικό σύστημα (ύδατα αποστράγγισης, υπόγεια ύδατα κυρίως λόγω ελαττωματικών συστημάτων αποχέτευσης)

Εκτός από το δίκτυο αποχέτευσης και τα φρεάτια, το σύστημα αποχέτευσης περιλαμβάνει επίσης συστήματα συλλογής, άντλησης, διακοπής και μηχανικού καθαρισμού. Τα

συλλεγόμενα λύματα μεταφέρονται σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων (συνήθως μονάδες επεξεργασίας λυμάτων) ή απευθείας σε υδάτινα σώματα (υδάτινα δοχεία).

Οι αποχετεύσεις πρέπει να είναι ασφαλείς στη λειτουργία, σταθερές και στεγανές. Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η ωφέλιμη ζωή, το κόστος και οι νομικές πτυχές.

Επεξήγηση:

Τα λύματα είναι νερό που έχει μολυνθεί από τη χρήση:

- Οικιακά λύματα από τουαλέτες (ούρα και κόπρανα) και εγκαταστάσεις υγιεινής, κουζίνες και πλυντήρια ρούχων (επίσης καθαριστικά)
- Εμπορικά ή βιομηχανικά λύματα, πχ. Β. Από Βιομηχανία τροφίμων, θερμαινόμενο νερό από συστήματα ψύξης
- Νερό βροχής από πλακόστρωτες περιοχές (δρόμοι, χώροι στάθμευσης, στέγες)
- Εξωτερικό νερό που δεν θα έπρεπε να εισέρχεται στο αποχετευτικό σύστημα (ύδατα αποστράγγισης, υπόγεια ύδατα κυρίως λόγω ελαττωματικών συστημάτων αποχέτευσης)

Εκτός από το δίκτυο αποχέτευσης και τα φρεάτια, το σύστημα αποχέτευσης περιλαμβάνει επίσης συστήματα συλλογής, άντλησης, διακοπής και μηχανικού καθαρισμού. Τα συλλεγόμενα λύματα μεταφέρονται σε μονάδες επεξεργασίας λυμάτων (συνήθως μονάδες επεξεργασίας λυμάτων) ή απευθείας σε υδάτινα σώματα (υδάτινα δοχεία).

Οι αποχετεύσεις πρέπει να είναι ασφαλείς στη λειτουργία, σταθερές και στεγανές. Πρέπει να λαμβάνονται υπόψη η ωφέλιμη ζωή, το κόστος και οι νομικές πτυχές.

1.2 Συμπέρασμα:

Οι υπόγειοι αγωγοί είναι κρίσιμες υποδομές για την παροχή ενεργειακών πόρων και την ύδρευση/αποχέτευση. Ο σεισμικός κίνδυνος που προέρχεται από σεισμούς, παραμόρφωση του εδάφους ή ολίσθηση των εδαφών (λόγω εδαφικών κινήσεων, όπως ρηγματώσεις και ανατροπές) μπορεί να προκαλέσει σοβαρές ζημιές στους αγωγούς, απειλώντας όχι μόνο την ασφάλεια των υποδομών αλλά και τη δημόσια ασφάλεια. Η ανάλυση της σεισμικής συμπεριφοράς των υπόγειων αγωγών είναι καθοριστική για την πρόβλεψη και πρόληψη της ζημιάς σε τέτοιες υποδομές και τη διασφάλιση της ακεραιότητάς τους κατά τη διάρκεια και μετά από σεισμικά γεγονότα. Οι επιπτώσεις της σεισμικής κίνησης μπορεί να είναι καταστρεπτικές για τους αγωγούς, με αποτέλεσμα να προκύψουν διαρροές, ρήγματα και αποσύνθεση των υλικών των αγωγών.

1.3 Στόχοι και Σκοποί της Εργασίας

Ο κύριος στόχος αυτής της εργασίας είναι να εξετάσει τη συμπεριφορά των υπόγειων αγωγών κατά τη διάρκεια σεισμικής διέγερσης, αναλύοντας τις επιδράσεις των σεισμικών κινήσεων στις δομικές και μηχανικές τους ιδιότητες. Οι συγκεκριμένοι στόχοι της εργασίας περιλαμβάνουν:

- Την κατανόηση του τρόπου με τον οποίο οι σεισμικές δυνάμεις επηρεάζουν τη δομή και την ακεραιότητα των υπόγειων αγωγών.
- Την ανάπτυξη ενός μοντέλου που να προσομοιώνει τη συμπεριφορά των αγωγών υπό σεισμική διέγερση.
- Την εκτίμηση των δυναμικών επιδράσεων των σεισμών σε διάφορες γεωμετρικές διαμορφώσεις των αγωγών και τις συνθήκες του εδάφους.
- Την αναγνώριση των κρίσιμων παραμέτρων που οδηγούν σε αστοχίες των αγωγών, όπως η υπερβολική παραμόρφωση ή η εφαρμογή ανεπαρκών συνθηκών αντιστάθμισης των σεισμικών φορτίων.

1.4 Μεθοδολογία και Προσέγγιση

Η μεθοδολογία βασίζεται σε ένα διδιάστατο μοντέλο πεπερασμένων στοιχείων, όπου το έδαφος αναπαρίσταται με πεπερασμένα στοιχεία και η επένδυση του αγωγού με στοιχεία δοκού. Στη βάση του μοντέλου εφαρμόζονται πραγματικές καταγραφές σεισμικών επιταχύνσεων, επιτρέποντας μια ρεαλιστική προσομοίωση της σεισμικής διέγερσης. Η ανάλυση επικεντρώνεται στον υπολογισμό και την αξιολόγηση κρίσιμων παραμέτρων όπως οι μετατοπίσεις σε διάφορα βάθη της εδαφικής στρώσης, οι αναπτυσσόμενες τάσεις και οι επιταχύνσεις καθ' ύψος του εδαφικού προφίλ.

Ιδιαίτερη έμφαση δίνεται στη διερεύνηση της επίδρασης διαφόρων παραμέτρων στη σεισμική απόκριση του συστήματος εδάφους-αγωγού. Αυτές περιλαμβάνουν τις ιδιότητες του εδάφους, τα χαρακτηριστικά του αγωγού, το βάθος τοποθέτησης και την ένταση της σεισμικής διέγερσης. Μέσω παραμετρικών αναλύσεων, η εργασία στοχεύει στην ανάδειξη των πιο σημαντικών παραγόντων που επηρεάζουν την απόκριση και την ασφάλεια των υπόγειων αγωγών.

1.5 Εδαφοδυναμική και Αντισεισμική Μηχανική

1.5.1 Hatzigeorgiou & Liolios (2010) — Μη-γραμμική συμπεριφορά πλαισίων ΟΣ υπό επαναλαμβανόμενες ισχυρές σεισμικές διεγέρσεις

Το άρθρο επισημαίνει ότι οι σύγχρονοι κανονισμοί σεισμικού σχεδιασμού (όπως ο Ευρωκώδικας 8) έχουν δύο βασικές αδυναμίες: (1) εκτιμούν τη δομική συμπεριφορά μέσω μιας διαιρεμένης διαδικασίας — γραμμική ανάλυση για τις δυνάμεις και στη συνέχεια μη-γραμμικός σχεδιασμός μεμονωμένων διατομών — η οποία στερείται συνέπειας· και (2) λαμβάνουν υπόψη μόνο έναν μεμονωμένο «σεισμό σχεδιασμού», αγνοώντας την επίδραση επαναλαμβανόμενων σεισμικών γεγονότων. Η προηγούμενη έρευνα για πολλαπλούς σεισμούς περιοριζόταν κυρίως σε συστήματα ενός βαθμού ελευθερίας (SDOF), ενώ μόνο μία μελέτη είχε εξετάσει κατασκευή ΟΣ (γέφυρα) υπό σεισμικές ακολουθίες. Το άρθρο καλύπτει αυτό το κενό με παραμετρική μελέτη οκτώ επίπεδων πλαισίων ΟΣ (κανονικών και ανώμαλων, σεισμικά σχεδιασμένων και μη) υπό 45 σεισμικές ακολουθίες — 5 πραγματικές καταγεγραμμένες και 40 τεχνητές.

Πέντε βασικά ευρήματα:

1. **Αυξημένες απαιτήσεις από πολλαπλούς σεισμούς** — Οι διαδοχικές σεισμικές διεγέρσεις προκαλούν μεγαλύτερες απαιτήσεις μετατόπισης και δομικές βλάβες σε σύγκριση με μεμονωμένα γεγονότα. Οι συγγραφείς υποστηρίζουν ότι οι παραδοσιακές διαδικασίες σχεδιασμού που βασίζονται σε έναν μόνο «σεισμό σχεδιασμού» χρήζουν επανεξέτασης.
2. **Διαφορετική κατανομή πλαστικών αρθρώσεων** — Οι σεισμικές ακολουθίες μεταβάλλουν τον τόπο και τον τρόπο δημιουργίας και κατανομής των πλαστικών αρθρώσεων, διαφορετικά από ό,τι προβλέπουν τα μεμονωμένα γεγονότα.
3. **IDA υπό ακολουθίες (πρώτη μελέτη παγκοσμίως)** — Η προοδευτική δυναμική ανάλυση εφαρμοσμένη σε διαδοχικές σεισμικές διεγέρσεις παρουσιάζει σημαντικά διαφορετικές αποκρίσεις σε σύγκριση με μεμονωμένα γεγονότα. Αξίζει να σημειωθεί ότι κατάρρευση παρατηρήθηκε μόνο υπό σεισμικές ακολουθίες και όχι υπό μεμονωμένες διεγέρσεις.
4. **Πρακτικός τύπος εκτίμησης πλαστιμότητας** — Ένας απλός εμπειρικός τύπος που συνδυάζει τις απαιτήσεις πλαστιμότητας μεμονωμένων γεγονότων μπορεί να εκτιμήσει με ακρίβεια τη σωρευτική απαίτηση πλαστιμότητας από ακολουθία. Λειτουργεί καλά για τα τριώροφα και οκτώροφα πλαίσια που εξετάστηκαν, αν και απαιτείται περαιτέρω έρευνα για γενικό τύπο.
5. **Απαίτηση για μειωμένους συντελεστές συμπεριφοράς** — Οι απαιτήσεις πλαστιμότητας αυξάνονται υπό πολλαπλούς σεισμούς, και οι συντελεστές συμπεριφοράς που χρησιμοποιούνται στον κανονιστικό σχεδιασμό θα πρέπει να μειωθούν αναλόγως, ώστε να ληφθεί υπόψη η επίδραση της πολλαπλότητας.

1.5.2 Katsimpini et al. (2020) – Σεισμική απόκριση χαμηλών τρισδιάστατων μεταλλικών κατασκευών εξοπλισμένων με το σύστημα τραμπάλας

Το άρθρο πραγματεύεται το ενδιαφέρον για συστήματα ανάληψης σεισμικών δυνάμεων που χρησιμοποιούν συνδέσμους αποκλειστικά σε εφελκυσμό αντί των συμβατικών μεταλλικών συνδέσμων, οι οποίοι παρουσιάζουν προβλήματα λυγισμού. Το «σύστημα τραμπάλας» — μια τραμπάλα με αρθρωτή έδραση συνδεδεμένη με στριφτά

συρματόσχοινα και ιξώδεις αποσβεστήρες — είχε μέχρι τότε μελετηθεί μόνο σε επίπεδα (2D) πλαίσια. Το βασικό χαρακτηριστικό του είναι ότι και τα δύο καλώδια λειτουργούν πάντα σε εφελκυσμό ανεξαρτήτως της διεύθυνσης της σεισμικής διέγερσης, εξαλείφοντας πλήρως τον λυγισμό. Οι αποσβεστήρες ενισχύουν την παραμόρφωση σε σχέση με την παραμόρφωση ορόφου μέσω ενός συντελεστή μεγέθυνσης, βελτιώνοντας την ενεργειακή απόσβεση. Η πρωτοτυπία του άρθρου έγκειται στην εφαρμογή του συστήματος τραμπάλας για πρώτη φορά σε τρισδιάστατες χαμηλές μεταλλικές κατασκευές (2, 5 και 8 ορόφων), με ανελαστικές αναλύσεις χρονοϊστορίας για την αξιολόγηση των δεικτών IDR, RIDR, πλαστικών αρθρώσεων και δυνάμεων σε συρματόσχοινα/αποσβεστήρες, λαμβάνοντας υπόψη και την αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής (SSI) καθώς και τη γωνία σεισμικής πρόσπτωσης.

Από τις 648 περιπτώσεις ανάλυσης, οι κατασκευές συμπεριφέρθηκαν ελαστικά σε 19 και ανελαστικά σε 629. Από τις ανελαστικές, οι 440 παρουσίασαν αποδεκτή επίδοση ως προς IDR, RIDR, πλαστικές αρθρώσεις και δυνάμεις στα μέλη του συστήματος. Οι υπόλοιπες 189 υπερέβησαν είτε το όριο RIDR του 0,5% είτε την εφελκυστική αντοχή σχεδιασμού των συρματόσχοινων — αυτές οι περιπτώσεις μπορούν να αντιμετωπιστούν με επανασχεδιασμό.

Οι συγγραφείς επισημαίνουν ότι για χαμηλότερα επίπεδα σεισμικής διέγερσης οι κατασκευές παραμένουν ελαστικές, και προτείνουν ως μελλοντική εργασία αναλύσεις για επίπεδα σεισμού λειτουργίας, σχεδιασμού και μέγιστου αναμενόμενου, καθώς και προοδευτικές δυναμικές αναλύσεις για την αντίσταση κατάρρευσης.

Γενικό συμπέρασμα: το σύστημα τραμπάλας αποτελεί αποτελεσματική και αξιόπιστη εναλλακτική λύση σύνδεσης για χαμηλές μεταλλικές κατασκευές — εξαλείφει τον λυγισμό και εξασφαλίζει ελεγχόμενη σεισμική συμπεριφορά. Ωστόσο, χρειάζεται περαιτέρω διερεύνηση των κατασκευαστικών λεπτομερειών και οδηγιών σχεδιασμού πριν από την ενσωμάτωσή του στους σεισμικούς κανονισμούς.

2. Βιβλιογραφική Ανασκόπηση

2.1 Σεισμική Συμπεριφορά Υπόγειων Αγωγών

Η σεισμική συμπεριφορά των υπόγειων αγωγών εξαρτάται από τη διαμόρφωση των υλικών, τη διάταξη του εδάφους, το μήκος του αγωγού, τις σεισμικές παραμέτρους (όπως η ένταση του σεισμού και η συχνότητα) καθώς και τις συνθήκες λειτουργίας του αγωγού (π.χ. εσωτερική πίεση και θερμοκρασία).

- **Σεισμικές Επιπτώσεις**: Οι αγωγοί, λόγω της εξαιρετικής τους διάταξης στο έδαφος, εκτίθενται σε μία ποικιλία σεισμικών επιδράσεων, όπως **πλαγίως μετατοπιζόμενα εδάφη**, **ανύψωση του εδάφους** και **καμπυλότητα** του αγωγού. Αυτές οι επιδράσεις

προκαλούν μεταβολές στη γεωμετρία του αγωγού και επηρεάζουν την αντοχή του. Οι πιο συχνές βλάβες περιλαμβάνουν την **απόφραξη** του αγωγού, **ρηγματώσεις** ή **καμπύλωση**.

- **Αλληλεπίδραση με το Έδαφος**: Οι υπόγειοι αγωγοί αλληλεπιδρούν δυναμικά με το έδαφος, και αυτή η αλληλεπίδραση είναι κρίσιμη για τη σωστή εκτίμηση της σεισμικής τους συμπεριφοράς. Ειδικότερα, οι διαταραχές του εδάφους, όπως η **ρευστοποίηση** λόγω της σεισμικής ώθησης, μπορούν να προκαλέσουν μεγάλες μετακινήσεις και να θέσουν σε κίνδυνο τη στατικότητα του αγωγού.

- **Τύποι Φορτίων**: Τα φορτία που αναπτύσσονται στους αγωγούς εξαιτίας σεισμικών γεγονότων περιλαμβάνουν την **καμπύλωση**, την **εκτατική τάση** και τη **συμπίεση**. Η αντίσταση του αγωγού στις παραπάνω τάσεις εξαρτάται από τις ιδιότητες του υλικού και τις λειτουργικές συνθήκες (π.χ. την εσωτερική πίεση).

2.2 Μέθοδοι Ανάλυσης Αλληλεπίδρασης Εδάφους-Κατασκευής

Η αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής είναι κρίσιμη για την κατανόηση της σεισμικής συμπεριφοράς των υπόγειων αγωγών. Οι διάφορες μέθοδοι που χρησιμοποιούνται για την ανάλυση αυτής της αλληλεπίδρασης περιλαμβάνουν απλές αναλυτικές μεθόδους, αλλά και πιο εξελιγμένα αριθμητικά μοντέλα.

- **Μέθοδος Beam on Winkler Foundation**: Μία από τις πιο παραδοσιακές μεθόδους είναι η **μέθοδος του βήματος Winkler**, όπου το έδαφος προσεγγίζεται ως μία σειρά από ανεξάρτητα υποστηρίγματα που εξασφαλίζουν την αλληλεπίδραση με τον αγωγό. Αν και αυτή η μέθοδος είναι σχετικά απλή και εύκολη στην εφαρμογή, συχνά δεν είναι ακριβής για μεγάλες παραμορφώσεις του εδάφους.

- **Μοντέλα Στερεού Σώματος και Ελαστοπλαστικά Μοντέλα**: Η σύγχρονη προσέγγιση χρησιμοποιεί πεπερασμένα στοιχεία και μοντέλα ελαστοπλαστικών υλικών για την προσομοίωση της αλληλεπίδρασης μεταξύ αγωγού και εδάφους. Αυτά τα μοντέλα λαμβάνουν υπόψη τις μη γραμμικές και πλαστικές παραμορφώσεις του εδάφους, επιτρέποντας την ανάλυση μεγαλύτερων σεισμικών παραμορφώσεων και πιο ακριβών αποτελεσμάτων.

- **Μέθοδος Στοιχείων Επαφής (Contact Element Method)**: Αυτή η μέθοδος χρησιμοποιείται για την προσομοίωση της αλληλεπίδρασης μεταξύ του αγωγού και του εδάφους υπό σεισμική φόρτιση, όπου η επαφή μεταξύ των δύο στοιχείων εξετάζεται και υπολογίζεται με τη χρήση επαφών μεταξύ των πεπερασμένων στοιχείων.

2.3 Εφαρμογές Πεπερασμένων Στοιχείων στη Σεισμική Μηχανική

Η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων (FEM) είναι η πιο σύγχρονη και ακριβής μέθοδος για την ανάλυση της σεισμικής συμπεριφοράς των υπόγειων αγωγών. Η FEM παρέχει τη δυνατότητα για τη μοντελοποίηση πολύπλοκων γεωμετριών και συμπεριφορών, όπως η αλληλεπίδραση εδάφους-κατασκευής και η ασύμμετρη κατανομή των σεισμικών φορτίων.

- **Στρατηγικές Ανάλυσης**: Στην εφαρμογή της FEM, η ανάλυση πραγματοποιείται συνήθως σε δύο στάδια: πρώτον, την ανάλυση των παραμορφώσεων του εδάφους υπό τη δράση του σεισμού και, δεύτερον, την ανάλυση της συμπεριφοράς του αγωγού με βάση τις παραμορφώσεις του εδάφους.

- **Δυναμική Ανάλυση**: Η δυναμική ανάλυση των αγωγών υπό σεισμική διέγερση μπορεί να πραγματοποιηθεί μέσω της μεθόδου των **μεικτών δυναμικών παραμέτρων** (modal analysis), που επιτρέπει την εκτίμηση των φυσικών τρόπων ταλάντωσης του συστήματος εδάφους-αγωγού και της αντίστασης του συστήματος σε σεισμικές φορτίσεις.

- **Προσομοίωση Αντίδρασης του Αγωγού**: Η FEM χρησιμοποιείται επίσης για να εκτιμήσει τη δυναμική αντίδραση του αγωγού κατά τη διάρκεια σεισμικών γεγονότων, λαμβάνοντας υπόψη τις ιδιότητες των υλικών του αγωγού και του εδάφους, καθώς και τις διαφορετικές συνθήκες λειτουργίας του αγωγού (π.χ. εσωτερική πίεση, θερμοκρασία).

- **Εφαρμογές στην Πρακτική**: Η χρήση πεπερασμένων στοιχείων για την ανάλυση υπόγειων αγωγών είναι απαραίτητη για την εκτίμηση των σεισμικών επιπτώσεων στις κατασκευές, ειδικά σε περιοχές με υψηλό σεισμικό κίνδυνο, όπως η Ελλάδα και άλλες σεισμικές ζώνες.

3. Θεωρητικό Υπόβαθρο

Η κατανόηση της συμπεριφοράς των υπόγειων αγωγών υπό σεισμική διέγερση απαιτεί την εφαρμογή θεμελιωδών αρχών από τις βασικές επιστήμες της μηχανικής, όπως η δυναμική των κατασκευών, η μηχανική των εδαφών και η μέθοδος των πεπερασμένων στοιχείων (FEM). Αυτές οι έννοιες παρέχουν τα απαραίτητα εργαλεία για τη μοντελοποίηση, ανάλυση και εκτίμηση της αντίδρασης των αγωγών υπό σεισμικές δυνάμεις.

3.1 Βασικές Αρχές Δυναμικής των Κατασκευών

Η δυναμική των κατασκευών αναφέρεται στην ανάλυση των κατασκευών που υπόκεινται σε μεταβαλλόμενες ή δυναμικές δυνάμεις, όπως οι σεισμικές δονήσεις. Οι βασικές αρχές που ισχύουν για τις κατασκευές υπό δυναμική φόρτιση περιλαμβάνουν:

- **Νόμος του Νεύτωνα για τη Δυναμική**: Κάθε σώμα σε κίνηση ή ανάπαυση παραμένει σε αυτήν την κατάσταση εκτός και αν επηρεαστεί από εξωτερική δύναμη. Αυτός ο νόμος εφαρμόζεται για τη μοντελοποίηση της αντίδρασης των κατασκευών (πχ., των υπόγειων αγωγών) στις σεισμικές δυνάμεις.

- **Ιδιότητες Μάζας και Στερεότητας**: Οι κατασκευές αντιδρούν σε σεισμικές δυνάμεις ανάλογα με την μάζα τους, τη σταθερότητα και τη διαμόρφωση της δομής τους. Για τους υπόγειους αγωγούς, η διαμόρφωση και η αλληλεπίδραση με το έδαφος καθορίζουν τον τρόπο που θα παραμορφωθούν ή θα υποστούν καταστροφή.

- **Δονητικά Συστήματα**: Κάθε κατασκευή έχει μία ή περισσότερες φυσικές συχνότητες δόνησης, οι οποίες καθορίζονται από τη μάζα και την ακαμψία της. Ο σεισμός μπορεί να προκαλέσει διέγερση αυτών των φυσικών συχνοτήτων, με αποτέλεσμα να παρατηρηθούν μεγάλες παραμορφώσεις ή και αποτυχία της κατασκευής.

- **Αντίσταση και Διάδοση Σεισμικών Κυμάτων**: Οι κατασκευές αντιδρούν στους σεισμικούς κραδασμούς ανάλογα με την ακαμψία τους, ενώ η διάδοση των σεισμικών κυμάτων στο έδαφος επηρεάζει τις δυνάμεις που ασκούνται στους υπόγειους αγωγούς.

3.2 Μηχανική Συμπεριφορά Εδαφών υπό Δυναμική Φόρτιση

Η συμπεριφορά του εδάφους υπό σεισμική διέγερση είναι καθοριστική για την αντίδραση των υπόγειων αγωγών. Κατά τη διάρκεια ενός σεισμού, το έδαφος υφίσταται δυναμικές παραμορφώσεις και αλληλεπιδρά με την κατασκευή, γεγονός που επηρεάζει την αντοχή και την ευστάθεια του συστήματος. Οι βασικές έννοιες της μηχανικής συμπεριφοράς εδαφών υπό δυναμική φόρτιση περιλαμβάνουν:

- **Ελαστική και Πλαστική Συμπεριφορά**: Η ελαστική συμπεριφορά του εδάφους αναφέρεται στην ικανότητά του να επιστρέψει στην αρχική του κατάσταση μετά τη σεισμική φόρτιση, ενώ η πλαστική συμπεριφορά υποδηλώνει ότι το έδαφος υφίσταται μόνιμες παραμορφώσεις μετά τη φόρτιση. Το έδαφος μπορεί να συμπεριφέρεται ελαστικά ή πλαστικά ανάλογα με το είδος του και το μέγεθος της σεισμικής φόρτισης.

- **Ρευστοποίηση Εδάφους**: Στην περίπτωση που το έδαφος έχει υψηλή περιεκτικότητα σε νερό (όπως σε αμμώδη εδάφη), οι σεισμικές δονήσεις μπορεί να προκαλέσουν τη ρευστοποίηση του εδάφους, δηλαδή την απώλεια της σταθερότητάς του. Αυτό έχει σοβαρές συνέπειες για την αλληλεπίδραση του αγωγού με το έδαφος.

- **Αλληλεπίδραση Εδάφους-Κατασκευής**: Η αλληλεπίδραση μεταξύ του αγωγού και του εδάφους καθορίζεται από την αντοχή του εδάφους, την πυκνότητά του και τη φύση του (στερεό, υγρό, ρευστοποιημένο). Οι σεισμικές δονήσεις προκαλούν μεταβολές στις δυνάμεις που ασκούνται στους υπόγειους αγωγούς και στο έδαφος που τους περιβάλλει.

3.3 Αρχές Μεθόδου Πεπερασμένων Στοιχείων

Η **Μέθοδος Πεπερασμένων Στοιχείων (FEM)** είναι μια αριθμητική τεχνική που χρησιμοποιείται για τη μοντελοποίηση και ανάλυση της συμπεριφοράς κατασκευών υπό δυναμικές και στατικές φορτίσεις. Στη σεισμική ανάλυση των υπόγειων αγωγών, η μέθοδος αυτή είναι ιδιαίτερα χρήσιμη για την ακριβή προσομοίωση της αλληλεπίδρασης του αγωγού με το έδαφος και την εκτίμηση των δυναμικών του αντιδράσεων. Οι βασικές αρχές της μεθόδου περιλαμβάνουν:

- **Διαχωρισμός του Σώματος σε Πεπερασμένα Στοιχεία**: Ο αγωγός και το έδαφος διαχωρίζονται σε μικρά, διακριτά τμήματα ή "στοιχεία" που συνδέονται μεταξύ τους μέσω κόμβων. Κάθε στοιχείο έχει τις δικές του γεωμετρικές και μηχανικές ιδιότητες.

- **Μοντελοποίηση της Δυναμικής Συμπεριφοράς**: Τα πεπερασμένα στοιχεία μπορούν να μοντελοποιούν την ευκαμψία, τη μάζα και τη διαταραχή της κατασκευής και του εδάφους κατά τη διάρκεια ενός σεισμού. Αυτό επιτρέπει την εκτίμηση των δυνάμεων, των παραμορφώσεων και των τάσεων σε όλα τα μέρη του συστήματος.

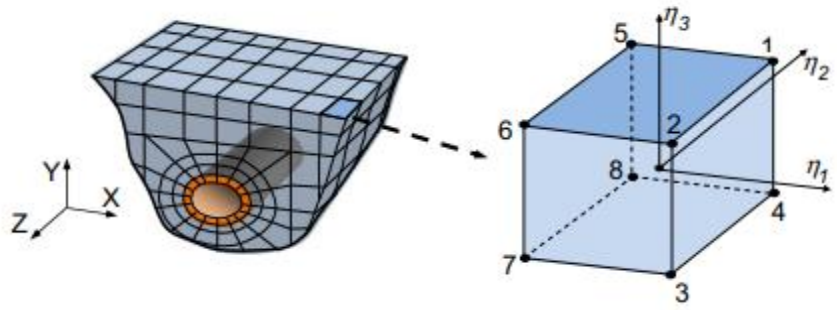
- **Αριθμητική Λύση των Εξισώσεων Κίνησης**: Οι εξισώσεις κίνησης των στοιχείων υπολογίζονται με βάση τις δυναμικές φορτίσεις και τις αντιδράσεις των στοιχείων. Η μέθοδος αυτή επιτρέπει την υπολογιστική λύση της σεισμικής απόκρισης σε πραγματικό χρόνο, με υψηλή ακρίβεια.

- **Αλληλεπίδραση μεταξύ Εδάφους και Κατασκευής**: Η FEM χρησιμοποιεί ειδικές συνθήκες για να μοντελοποιήσει την αλληλεπίδραση μεταξύ του αγωγού και του εδάφους. Αυτό περιλαμβάνει την αλληλεπίδραση των κόμβων του αγωγού με το έδαφος, ώστε να προσομοιωθούν οι δυναμικές αντιδράσεις των δύο στοιχείων κατά τη διάρκεια του σεισμού.

3.4 Πρόσφατες έρευνες

Η εργασία των Hatzigeorgiou and Beskos (2010) διερευνά τη σημασία της σεισμικής αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής σε τρισδιάστατες γραμμωτές σήραγγες, υποθέτοντας ανελαστική συμπεριφορά των υλικών τόσο για την επένδυση από σκυρόδεμα όσο και για το μαλακό πέτρωμα του εδάφους. Η σεισμική απόκριση του συστήματος εδάφους-κατασκευής προσδιορίζεται με τη μέθοδο των πεπερασμένων

στοιχείων (FEM) στο πεδίο του χρόνου. Χρησιμοποιούνται ιξώδη απορροφητικά όρια σε συνδυασμό με τη διακριτοποίηση του βραχώδους μέσου. Τόσο το βραχώδες μέσο όσο και η επένδυση από σκυρόδεμα θεωρείται ότι συμπεριφέρονται ανελαστικά στη βάσει της θεωρίας της μηχανικής της συνεχούς βλάβης. Τα σεισμικά κύματα υποτίθεται ότι έχουν οποιαδήποτε αυθαίρετη χρονική μεταβολή και διεύθυνση διάδοσης. Το σύστημα αναλύεται με και χωρίς έδαφος-κατασκευή αλληλεπίδραση προκειμένου να εκτιμηθεί η σημασία της στην απόκριση του συστήματος. Μέσω παραμετρικών μελετών,προσδιορίζεται η επιρροή των πιο κρίσιμων παραμέτρων που επηρεάζουν την απόκριση της κατασκευής και συζητείται κριτικά.



Εικόνα 1

Τα γραμμικά εξαεδρικά στοιχεία (τούβλο) υιοθετούνται για τη διακριτοποίηση τόσο του εδάφους όσο και του δομικού μέσου, όπως φαίνεται στο Σχήμα 1. Αυτά τα στοιχεία οδηγούν σε ακριβέστερα αποτελέσματα σε σύγκριση με τατετραεδρικά γραμμικά στοιχεία.

Η εργασία των Yang et al (2023) παρουσιάζει, για πρώτη φορά, την εξέταση των τρισδιάστατων (3D) λοξών προσπίπτοντων κυμάτων P και SV στον υπολογισμό της τρισδιάστατης σεισμικής απόκρισης μιας επενδεδυμένης σήραγγας ενσωματωμένης σε ένα ημιχώρο με τη μέθοδο των 2,5D πεπερασμένων/απειροστικών στοιχείων (FIEM). Πρώτον, συνοψίζεται η δυνατότητα εφαρμογής της 2,5D FIEM για τρισδιάστατη σεισμική ανάλυση. Με τις ακριβείς λύσεις που λαμβάνονται για το ελεύθερο πεδίο στο παράρτημα, υπολογίζονται ορθολογικά οι ισοδύναμες σεισμικές δυνάμεις για το όριο του κοντινού πεδίου, λαμβάνοντας υπόψη τις οριζόντιες και κατακόρυφες διεγέρσεις του σεισμού Chi-Chi. Πραγματοποιώντας σεισμική ανάλυση του ημιχώρου που ενσωματώνεται με σήραγγα χρησιμοποιώντας το 2.5D FIEM, λαμβάνονται οι αποκρίσεις του πεδίου του χρόνου της σήραγγας. Η ακρίβεια των παρόντων λύσεων επαληθεύεται σε σχέση με εκείνες των de Barros και Luco. Τα συμπεράσματα που προκύπτουν από την παραμετρική μελέτη περιλαμβάνουν: (1) Η συγκέντρωση τάσεων για την κύρια τάση υπό λοξά προσπίπτοντα σεισμικά κύματα εμφανίζεται στις πολικές γωνίες (θόλος), (ανεστραμμένο τόξο), και στον τοίχο επένδυσης. (2) Ο θόλος και το ανεστραμμένο τόξο είναι τα πιο αδύναμα μέρη της σήραγγας κατά τη διάρκεια σεισμών. (3) Οι επιταχύνσεις της σήραγγας κατά τη διάρκεια σεισμών μπορούν να θεωρηθούν τύπου άκαμπτου σώματος. (4) Οι αποκρίσεις της επένδυσης της σήραγγας που προκαλούνται από τα κύματα SV ενός σεισμού είναι πολύ πιο κρίσιμες από εκείνες των κυμάτων P. (5) Για αυθαίρετα σεισμικά κύματα, η μέγιστη διαμήκης επιτάχυνση είναι της ίδιας τάξης μεγέθους με τη μέγιστη οριζόντια επιτάχυνση.

Η αλληλεπίδραση σεισμικής σήραγγας-εδάφους-κτιρίου σε μαλακές αργίλους υψηλής πλαστικότητας μπορεί να οδηγήσει σε σημαντική μεταβλητότητα της εδαφικής κίνησης που επηρεάζει τα κτίρια μεσαίου και χαμηλού ύψους που βρίσκονται δίπλα στην υπόγεια κατασκευή. Στην εργασία των Mayoral and Mosqueda (2021) παρουσιάζεται μια αριθμητική μελέτη με στόχο τον προσδιορισμό της απόδοσης ενός βελτιωμένου συστήματος θεμελίωσης που θα χρησιμοποιηθεί ως μέσο για τη μείωση της επιβλαβούς αλληλεπίδρασης και την ενίσχυση της σεισμικής απόδοσης των κτιρίων μεσαίου και χαμηλού ύψους που βρίσκονται κοντά σε σήραγγες. Αρχικά, αναθεωρούνται οι επιδράσεις αλληλεπίδρασης λαμβάνοντας υπόψη την επίδραση που έχουν το περιεχόμενο συχνότητας, η ένταση και η διάρκεια της ισχυρής εδαφικής κίνησης στην αλληλεπίδραση μεταξύ των εισερχόμενων σεισμικών κυμάτων που ανακλώνται στη σήραγγα και της ενέργειας που ανατροφοδοτείται από το κτίριο που ταλαντεύεται μπρος-πίσω κατά τη διάρκεια ενός μεγάλου σεισμού. Αναπτύχθηκαν σειρές τρισδιάστατων μοντέλων πεπερασμένων διαφορών. Πραγματοποιήθηκαν σεισμικές αναλύσεις που θεωρήθηκαν τόσο κανονικά όσο και υποβιβαστικά γεγονότα με περίοδο επαναφοράς 250 ετών. Τέλος, διαπιστώθηκε η σεισμική απόδοση του ενισχυμένου συστήματος θεμελίωσης. Από τα αποτελέσματα που συγκεντρώθηκαν εδώ, διαπιστώθηκε σαφώς η αποτελεσματικότητα του προτεινόμενου συστήματος για τη μείωση τόσο των εδαφικών κινήσεων της θεμελίωσης όσο και των σεισμικών απαιτήσεων του κτιρίου.

Η συνεκτίμηση της επίδρασης του περιβάλλοντος πετρώματος στην επένδυση κατά το σχεδιασμό της επένδυσης σηράγγων μέσα σε τεκτονισμένες βραχομάζες αποτελεί

πρόκληση, ιδίως για την ακριβή πρόβλεψη της επιφυλασσόμενης παραμόρφωσης της σήραγγας. Η μελέτη των Shen et al (2024) βασίζεται σε μια μέθοδο ταξινόμησης βραχομάζας και στο καθιερωμένο κριτήριο αντοχής Hoek-Brown (H-B) για την αξιολόγηση των χαρακτηριστικών παραμόρφωσης του περιβάλλοντος πετρώματος. Καθιερώνει μια πιο επιστημονικά αυστηρή θεωρητική μέθοδο υπολογισμού για την επιφυλακτική παραμόρφωση των επενδύσεων των σηράγγων που λαμβάνει υπόψη την αλληλεπίδραση βράχου-επένδυσης. Προτείνεται μια προσέγγιση βελτιστοποίησης του σχεδιασμού της δομής επένδυσης, η οποία βασίζεται στο συνεργιστικό αποτέλεσμα και λαμβάνει υπόψη την ασφάλεια των τάσεων της επένδυσης από σκυρόδεμα και τον ρυθμό απελευθέρωσης μετατοπίσεων του βράχου. Η ανάλυση περιπτώσεων χρησιμοποιείται για την επικύρωση της ασφάλειας του σχεδιασμού της επένδυσης στο τμήμα μελέτης μέσω υπολογιστικής επαλήθευσης. Προσδιορίζονται οι συνιστώμενες βελτιστοποιημένες παράμετροι επένδυσης: ο χρόνος υποστήριξης ξεκινά όταν το πέτρωμα που περιβάλλει το τοίχωμα της σήραγγας παραμορφωθεί κατά 9 mm και το πάχος της επένδυσης βελτιστοποιείται στα 47 cm, το οποίο είναι περίπου 36,5% μικρότερο από το πάχος πριν από τη βελτιστοποίηση. Αυτή η ακριβής βελτιστοποίηση του χρόνου στήριξης και του πάχους επένδυσης ενισχύει τόσο την ασφάλεια όσο και την οικονομική αποδοτικότητα της σήραγγας Wufengshan.

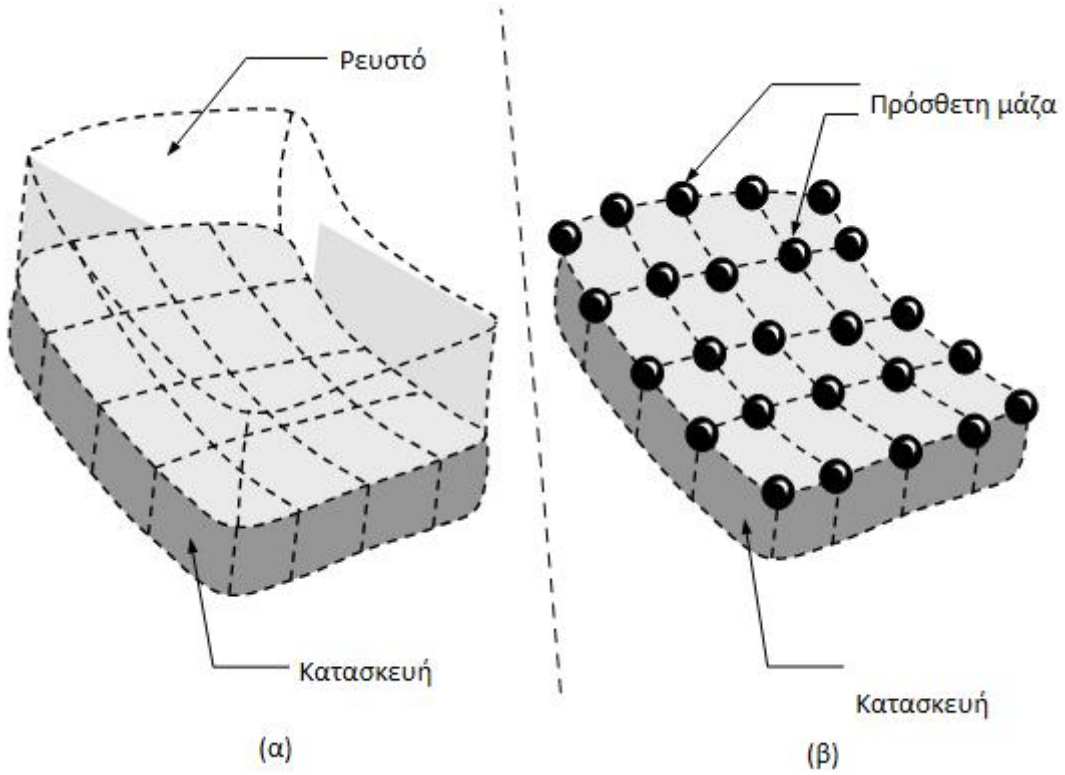
4. Μεθοδολογία Προσομοίωσης

4.1 Περιγραφή του Μοντέλου Πεπερασμένων Στοιχείων

1. Προσομοίωση του υγρού στους αγωγούς

Η τεχνική αυτή επιπροσθέτει στη μάζα της κατασκευής μια ιδεατή ενεργή μάζα του ρευστού. Η ιδεατή αυτή μάζα αποτελεί εκείνο το μέρος της όλης μάζας του ρευστού, το οποίο συμμετέχει με την κατασκευή στην κίνησή της. Κατ’ αυτό τον τρόπο δημιουργείται μια πρόσθετη αδρανειακή δύναμη στην κατασκευή, η οποία προσομοιώνει την επίδραση της κίνησης του ρευστού πάνω σε αυτήν. Η ιδεατή μάζα του ρευστού εφαρμόζεται στην διεπιφάνεια του συστήματος υγρού-κατασκευής περιγράφοντας με αυτό τον τρόπο το φαινόμενο όπου τμήμα του ρευστού ακολουθεί πλήρως την κίνηση της κατασκευής κατά την διάρκεια μιας δυναμικής φόρτισης. Βασικά πλεονεκτήματα της τεχνικής αυτής είναι η απλότητα και η ευκολία εφαρμογής της χωρίς την αύξηση του υπολογιστικού φόρτου. Η τεχνική της πρόσθετης μάζας εφαρμόστηκε ήδη από τα μέσα του 19ου αιώνα από τον Stokes (1843). Σημαντική επίσης ήταν η συμβολή του Westergaard (1933), ο οποίος χρησιμοποίησε την τεχνική αυτή για να προσδιορίσει τις υδροδυναμικές πιέσεις σε μη-παραμορφώσιμα φράγματα κατά την διάρκεια μιας σεισμικής καταπόνησης. Πρέπει να σημειωθεί ότι η πρόταση του Westergaard (1933) χρησιμοποιείται ακόμα και σήμερα από μεγάλο αριθμό ερευνητών και μηχανικών για την σεισμική ανάλυση των φραγμάτων τόσο σε επίπεδο προμελέτης όσο και σχεδιασμού. Εκτός από την σεισμική ανάλυση των φραγμάτων, η τεχνική της πρόσθετης μάζας έχει επίσης εφαρμοστεί για τον προσδιορισμό της δυναμικής απόκρισης των αγωγών μεταφοράς ρευστών (Xu et al. 1999), της ευστάθειας των υποθαλάσσιων πρανών (Grilli & Watts 1999), των δεξαμενών πυρηνικών αντιδραστήρων (Jhung 1998), των πλοίων (Zilman 1996) και των αεροσκαφών (Thomasson 2000).

Ο προσδιορισμός της πρόσθετης μάζας προκύπτει έτσι ώστε η συμπεριφορά του συστήματος κατασκευής-πρόσθετης μάζας να είναι ίδια, κατά το δυνατόν, με το αρχικό σύστημα ρευστού-κατασκευής (Goyal & Chopra 1989a,b). Συνεπώς, αναφορικά με την απόκριση της κατασκευής, τα δύο συστήματα α) και β) του Σχήματος 1 πρέπει να είναι ισοδύναμα.



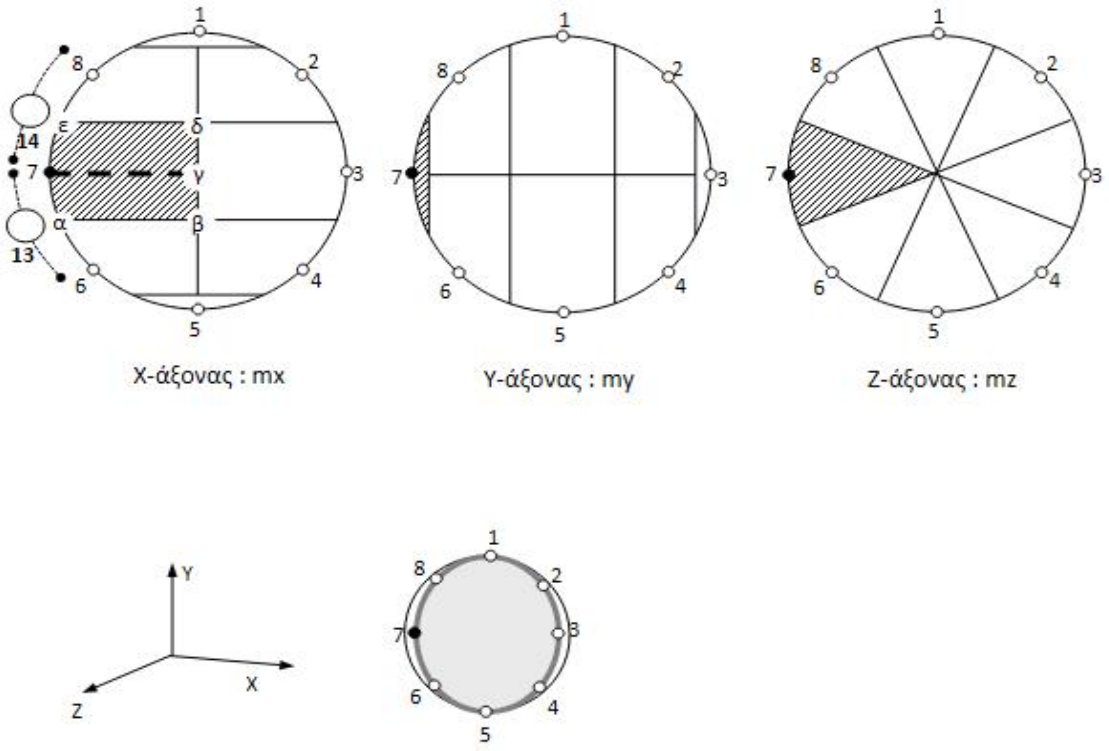
Σχήμα 1: α) Σύστημα ρευστού-κατασκευής, β) σύστημα κατασκευής-πρόσθετης μάζας

Η κατανομή της πρόσθετης μάζας προκύπτει θεωρώντας ότι σε κάθε κόμβο του προσομοιώματος της κατασκευής (στην διεπιφάνεια ρευστού-κατασκευής) προστίθεται το αντίστοιχο τμήμα του ρευστού, κατά την παράλληλη έννοια με τον υπό εξέταση άξονα. Για παράδειγμα, για την οριζόντια (X-άξονας), την κατακόρυφη (Y-άξονας) και την αξονική (Z-άξονας) διεύθυνση ενός αγωγού, η κατανομή της πρόσθετης μάζας προκύπτει με βάση το Σχήμα 2. Στο σχήμα αυτό παρουσιάζεται με γραμμοσκίαση το τμήμα (πρόσθετη μάζα m) του ρευστού που αντιστοιχεί στον κόμβο 7 της κατασκευής. Αναφορικά με το Σχήμα 2, πρέπει να σημειωθεί ότι η πρόσθετη μάζα που εφαρμόζεται σε κάθε κόμβο της κατασκευής αλλά και σε κάθε διεύθυνση είναι διαφορετική, αφού και τα τμήματα επιρροής είναι διαφορετικά για κάθε περίπτωση. Η επιφάνεια επιρροής προκύπτει για κάθε κόμβο με τρόπο αναλογικό, από την συνάρτηση σχήματος κάθε στοιχείου για την περιοχή της διεπιφάνειας ρευστού-κατασκευής. Για παράδειγμα, η

πρόσθετη μάζα m_x που αντιστοιχεί στον κόμβο 7, ο οποίος ανήκει στα στοιχεία **13** και **14**, προκύπτει από το άθροισμα

$$m_x = m_{(\alpha\text{-}\beta\text{-}\gamma\text{-}7)} + m_{(7\text{-}\gamma\text{-}\delta\text{-}\varepsilon)} \quad (1)$$

Πρέπει να σημειωθεί ότι τα *α* και *ε* είναι τα κεντροειδή σημεία των στοιχείων **13** και **14**, αντίστοιχα. Επίσης, τα σημεία *β*, *γ* και *δ* αποτελούν την προβολή των σημείων *α*, *7* και *ε*, αντίστοιχα, πάνω στην κάθετη στον X-άξονα διάμετρο του αγωγού. Με παρόμοιο τρόπο προσδιορίζεται και η μάζα m_y. Τέλος, εφαρμογή της τεχνικής αυτής κατά τον Z-άξονα οδηγεί σε κατανομή της πρόσθετης μάζας με την μορφή κυκλικού τομέα, όπως παρουσιάζεται στο Σχήμα 2.



Σχήμα 2 : Κατανομή πρόσθετης μάζας

Η εφαρμογή της παραπάνω τεχνικής έχει ως αποτέλεσμα την αύξηση της μάζας της κατασκευής ενώ η δυσπαραμορφωσιμότητά της παραμένει σταθερή. Κατ' αυτό τον τρόπο είναι πλήρως καθορισμένα όλα τα στοιχεία για την σεισμική ανάλυση του συστήματος ρευστού-κατασκευής, το οποίο αντιπροσωπεύεται πλέον μόνο από την κατασκευή. Στο σημείο αυτό πρέπει να αναφερθεί ότι η τεχνική της πρόσθετης μάζας επικεντρώνεται στην απόκριση της κατασκευής και όχι στην συμπεριφορά του ρευστού. Δηλαδή, λαμβάνεται υπόψην μόνον η επίδραση του ρευστού επί της κατασκευής και όχι

η επίδραση της κατασκευής επί του ρευστού. Με άλλα λόγια, δεν λαμβάνεται υπόψην πλήρης αλληλεπίδραση ρευστού-κατασκευής. Επίσης, πρέπει να τονιστεί ότι ως κατασκευή ορίζεται όχι μόνο η επένδυση από σκυρόδεμα αλλά το σύστημα επένδυσης – περιβάλλοντος έδαφους της υπόγειας κατασκευής.
Σε περίπτωση αγωγού χωρίς πληρότητα νερού ή άλλου ρευστού, προσεγγιστικά μπορεί η μέθοδος αυτή να προσαρμοστεί, λαμβάνοντας υπόψη εν μέρει την μάζα του ρευστού, χωρίς όμως να μπορεί να ληφθεί υπόψη όλο το φαινόμενο, π.χ. κυματισμός.

2. Προσομοίωση της συμπεριφοράς των εδαφών

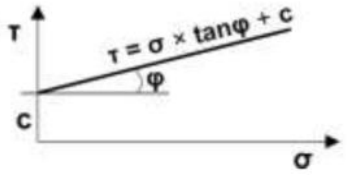
Κριτήριο Αστοχίας Mohr-Coulomb
Εισαγωγή
Το κριτήριο αστοχίας Mohr-Coulomb είναι ένα από τα πιο διαδεδομένα μοντέλα στη γεωτεχνική μηχανική για την περιγραφή της συμπεριφοράς των εδαφών υπό συνθήκες θραύσης. Το κριτήριο συνδυάζει τη θεωρία των κύκλων του Mohr με το γραμμικό κριτήριο αστοχίας του Coulomb.
Μαθηματική Διατύπωση
Η βασική εξίσωση του κριτηρίου Mohr-Coulomb είναι:

$$\tau = c + \sigma \cdot \tan\phi \qquad (1)$$

όπου:

- τ: η διατμητική τάση στο επίπεδο αστοχίας
- c: η συνοχή του εδάφους
- σ: η ορθή τάση στο επίπεδο αστοχίας
- φ: η γωνία εσωτερικής τριβής του εδάφους

Σε διάγραμμα τ–σ (διατμητικών τάσεων-ορθών τάσεων) η σχέση αυτή παριστάνεται με την ευθεία:



Παράμετροι Αντοχής
Συνοχή (c)

- Εκφράζει τη διατμητική αντοχή του εδάφους υπό μηδενική ορθή τάση
- Μονάδες μέτρησης: kPa ή MPa
- Τυπικές τιμές:
  - Άμμος: c ≈ 0
  - Άργιλος: c = 10-200 kPa

Γωνία Εσωτερικής Τριβής (φ)

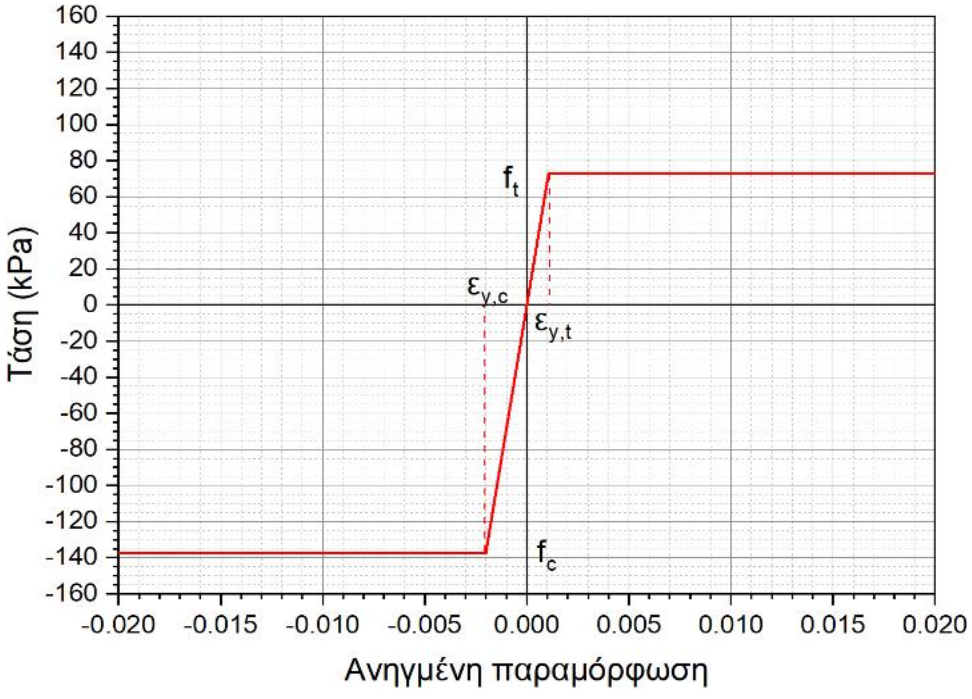
- Εκφράζει την αύξηση της διατμητικής αντοχής με την αύξηση της ορθής τάσης
- Μετριέται σε μοίρες (°)

- Τυπικές τιμές:
    - Χαλαρή άμμος: φ = 27-30°
    - Πυκνή άμμος: φ = 35-40°
    - Μαλακή άργιλος: φ = 18-23°
    - Στιφρή άργιλος: φ = 25-30°

Σύμφωνα με τους Chen & Han (1988), για το κριτήριο αστοχίας των Mohr-Coulomb, μπορεί το υλικό να εκφραστεί με την εφελκυστική (f_t) και την θλιπτική αντοχή (f_c), συναρτήσει των παραμέτρων c και φ, ως εξής:

$$f_t = \frac{2 \cdot c \cdot \cos\phi}{1 + \sin\phi} \tag{2}$$

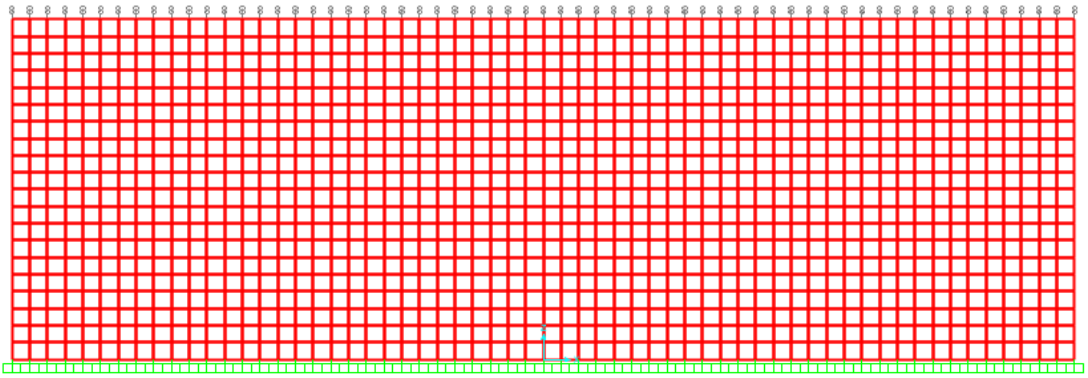
$$f_c = \frac{2 \cdot c \cdot \cos\phi}{1 - \sin\phi} \tag{3}$$



Εικόνα 2

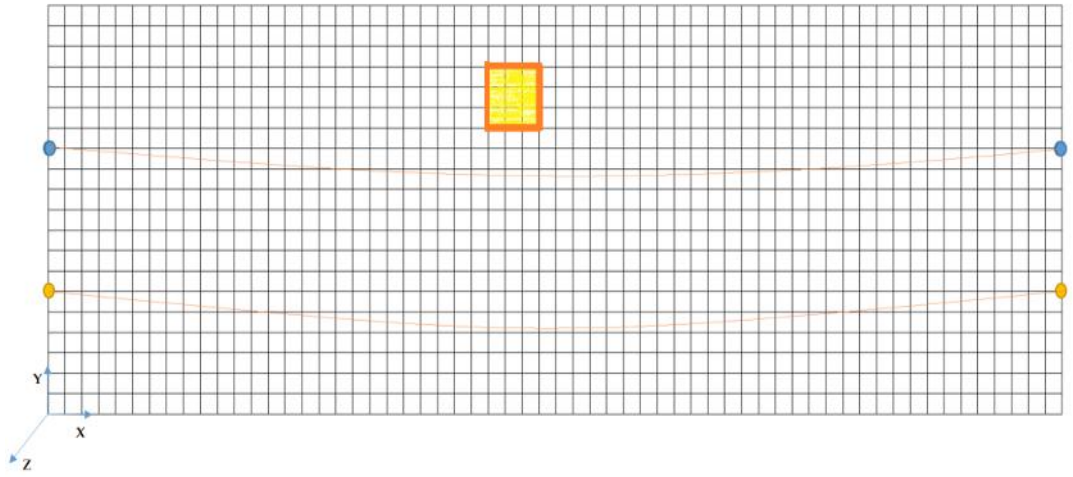
3. Προσομοίωση του αγωγού στο SAP 2000

Δημιουργήθηκε κάνναβος 20Χ60.



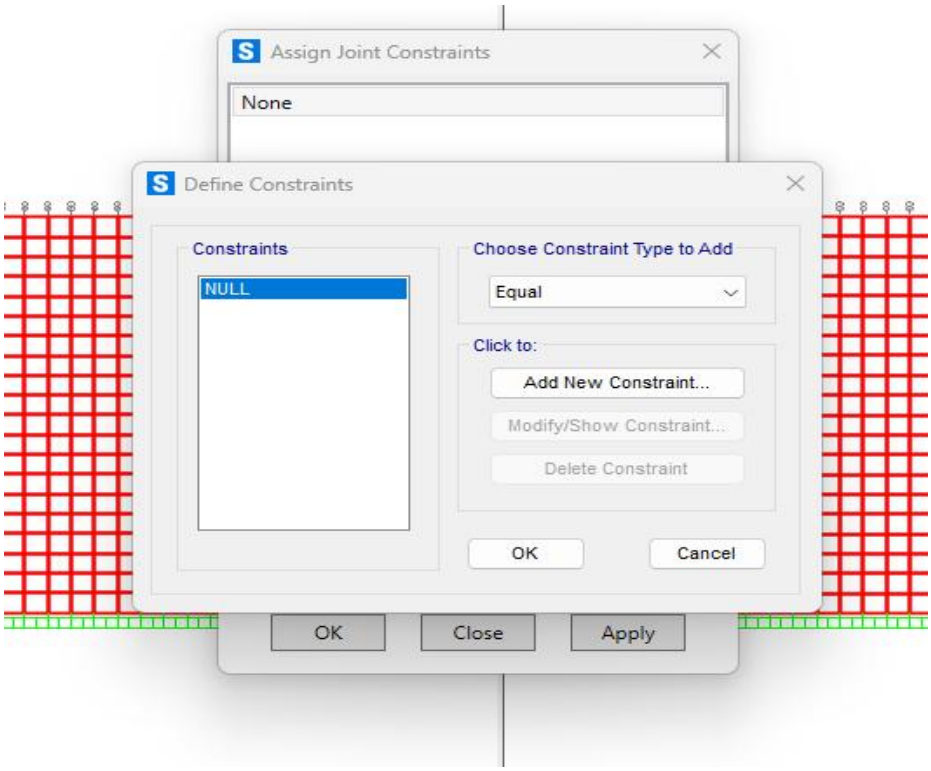
Εικόνα 3

Σημαντικό είναι ότι οι ακραίοι κόμβοι της εδαφικής στρώσης πρέπει να έχουν την ίδια μετακίνηση σε κάθε στρώμα, όπως φαίνεται στην παρακάτω Εικόνα.

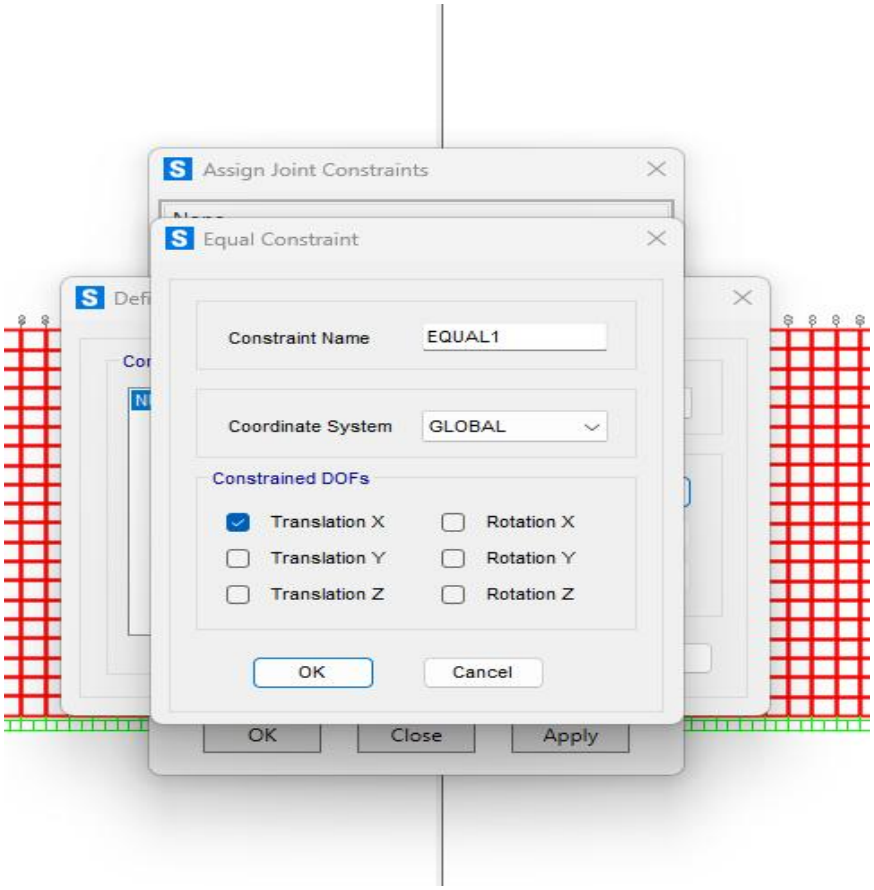


Εικόνα 4

Επομένως επιλέγουμε 2 κόμβους έναν σε κάθε άκρο και Assign->Joint->Constaint->Ορίζουμε νέο



Εικόνα 5

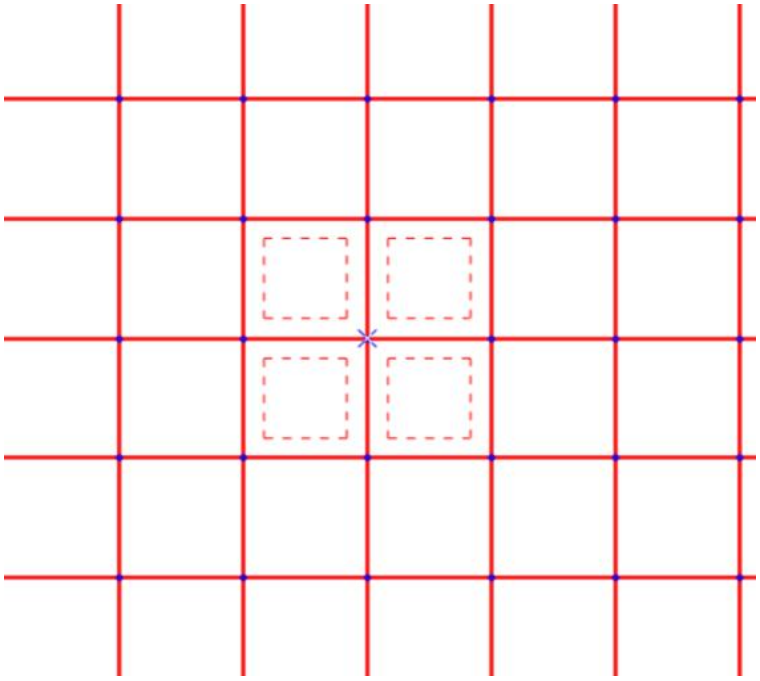


Εικόνα 6

Διάνοιξη οπής

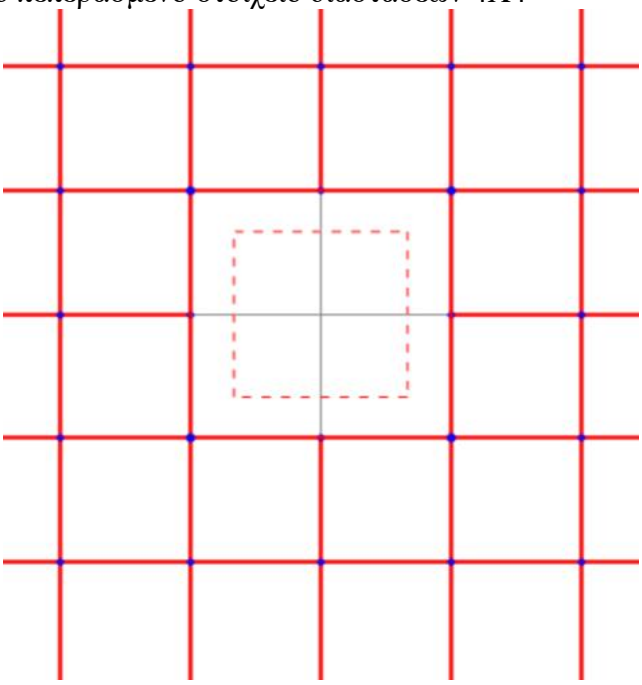
Για να δημιουργήσουμε την οπή

Διαγράφουμε 4 πεπερασμενα στοιχεια (με εμβαδό 1x1) στο κέντρο του φορέα (x=0,y=0, z=10)



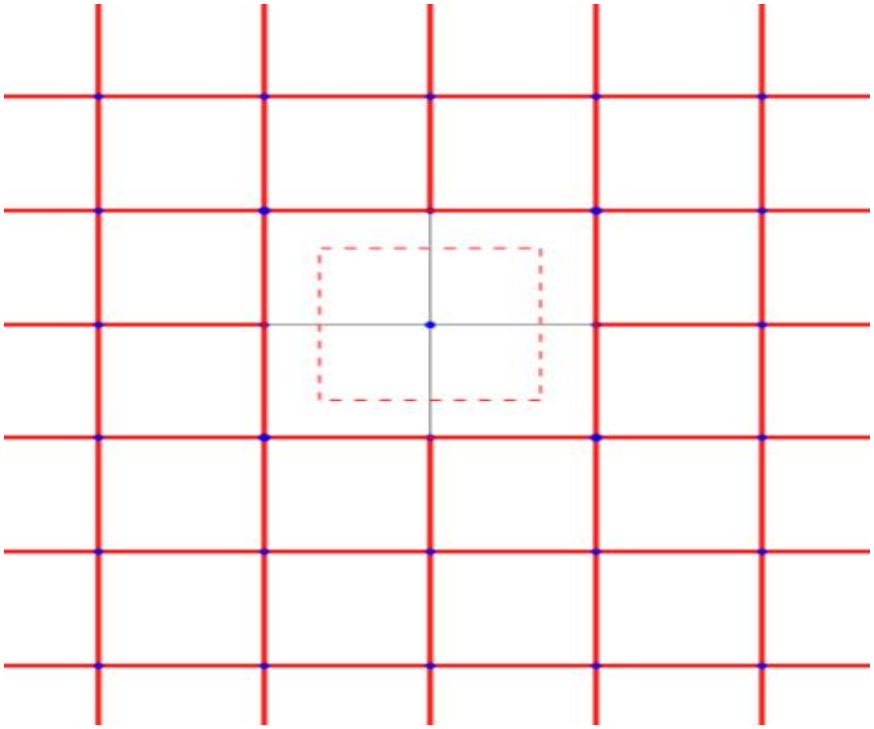
Εικόνα 7

Σχεδιάζουμε ένα νέο πεπερασμενο στοιχειο διαστασεων 4X4



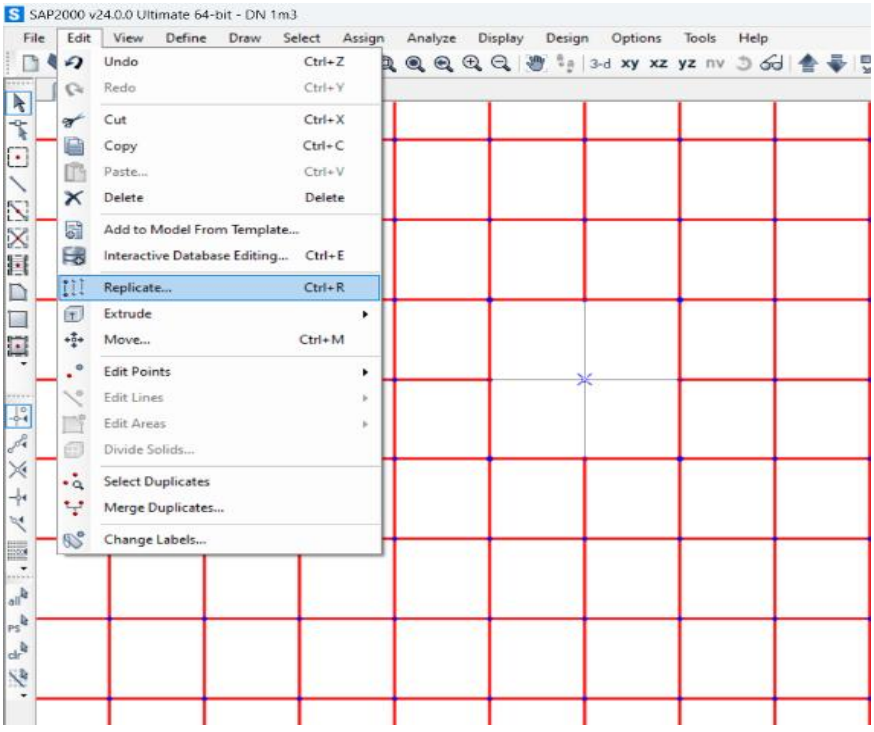
Εικόνα 8

Σχεδιάζουμε έναν κόμβο στο κέντρο του νεου πεπερασμενου στοιχειου

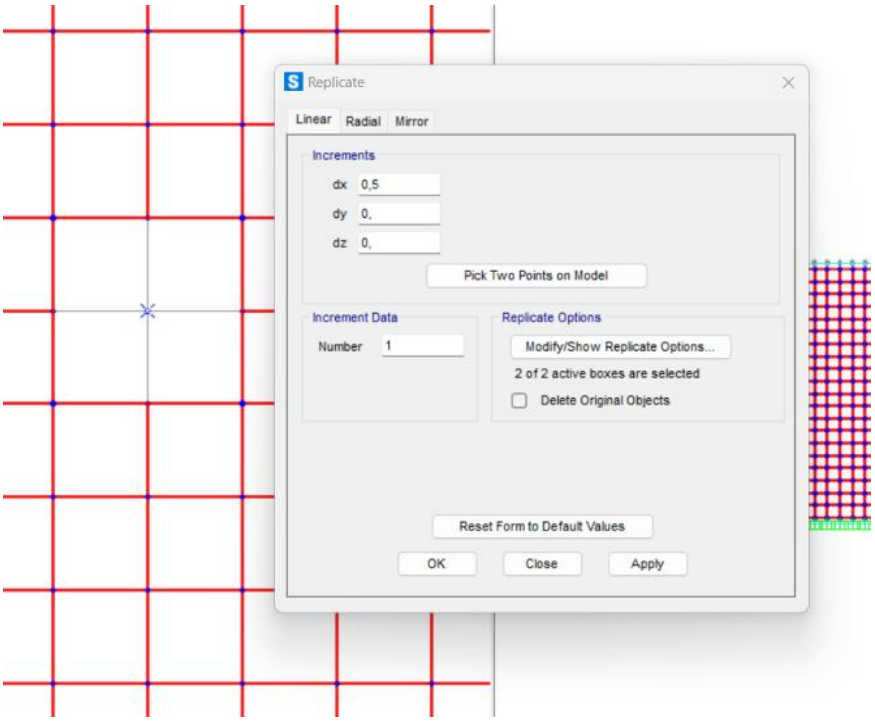


Εικόνα 9

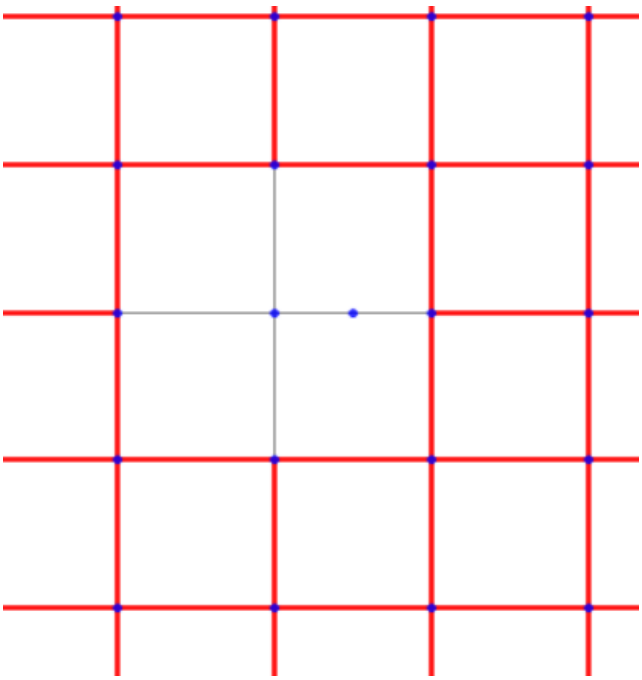
Κάνουμε replicate τον κόμβο σε 0.5m



Εικόνα 10

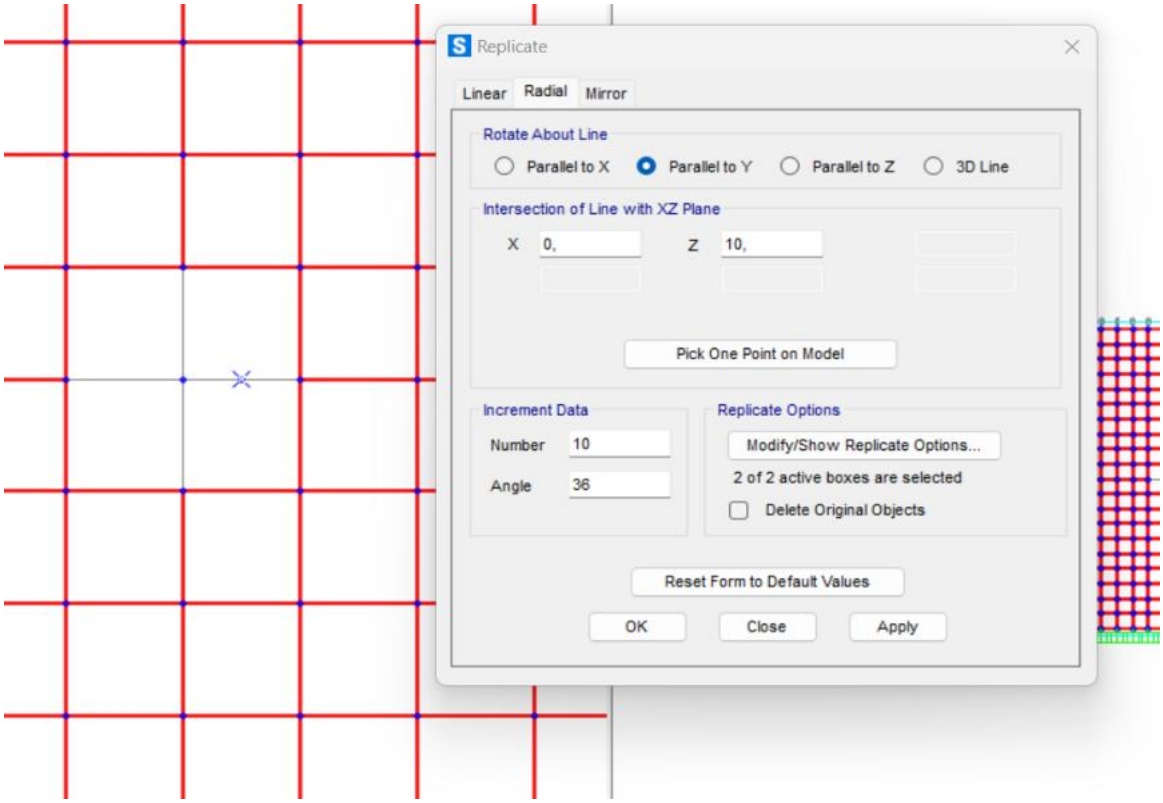


Εικόνα 11

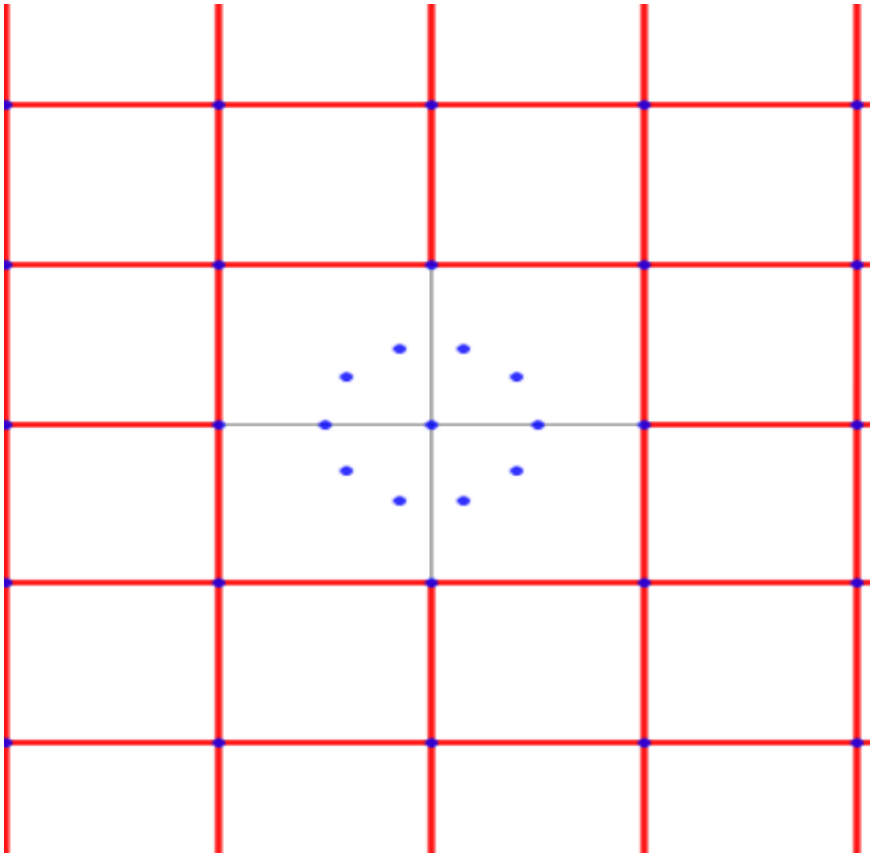


Εικόνα 12

Στη συνέχεια θέλουμε να δημιουργησουμε σημεια γυρω από το κεντρο 0,0,10 με ακτινα 0.5μετρα
αρα κανουμε αντιγραφη του νεου κομβου γυρω από το κέντρο (0,0,10) με ακτινα 0.5μετρα αρα

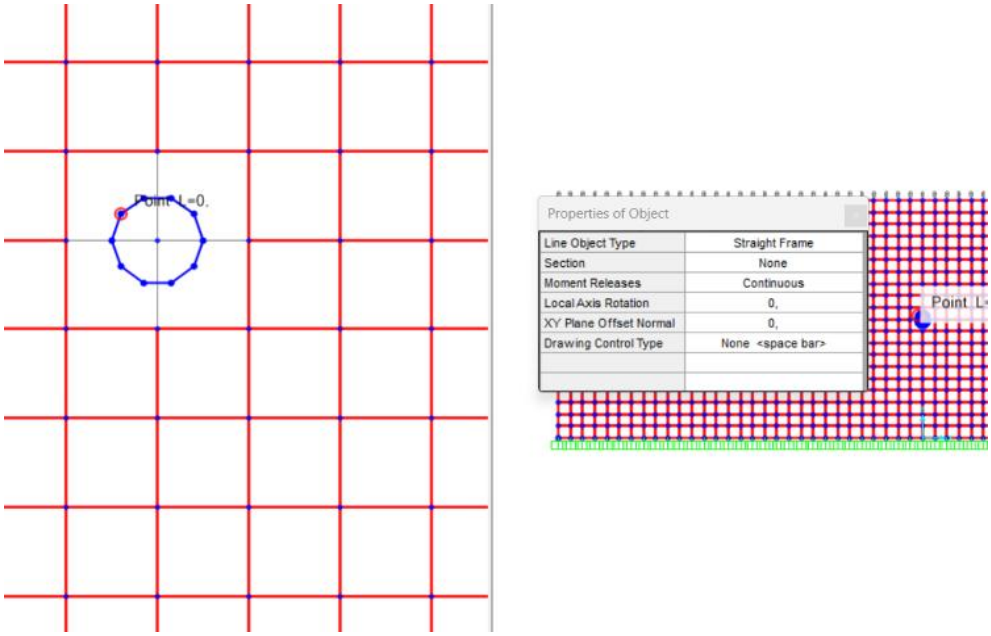


Εικόνα 13



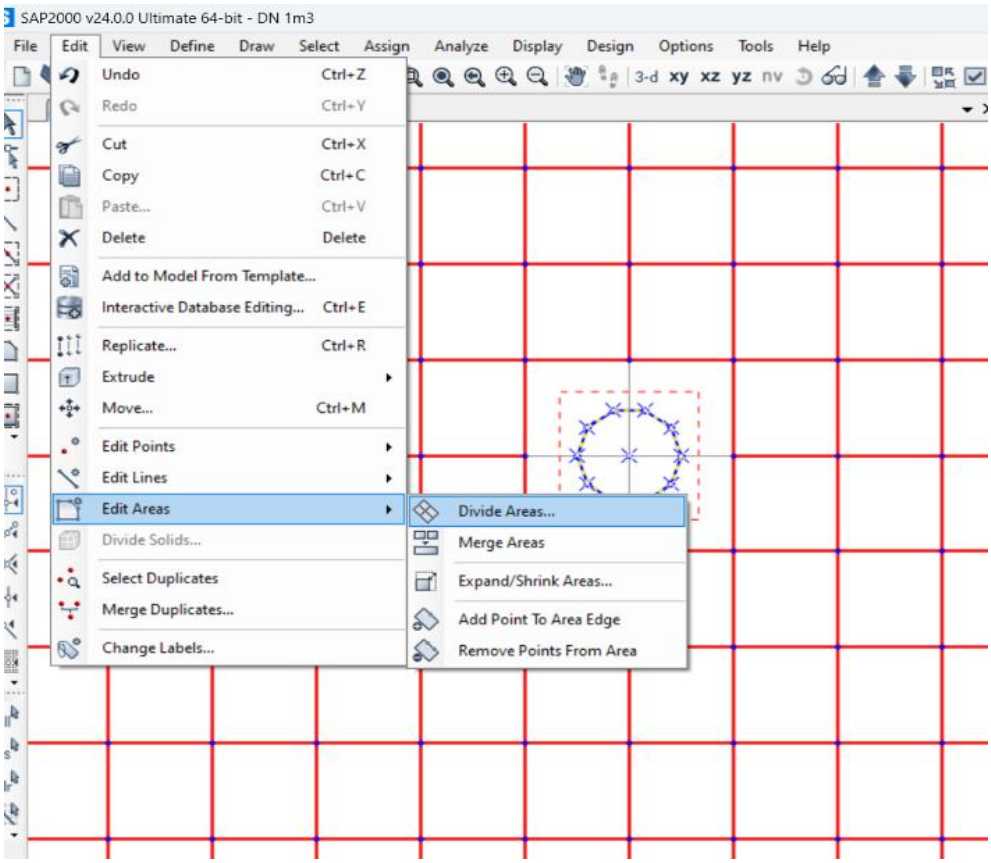
Εικόνα 14

Ενωνουμε τα σημεια με frame element με section property “none”

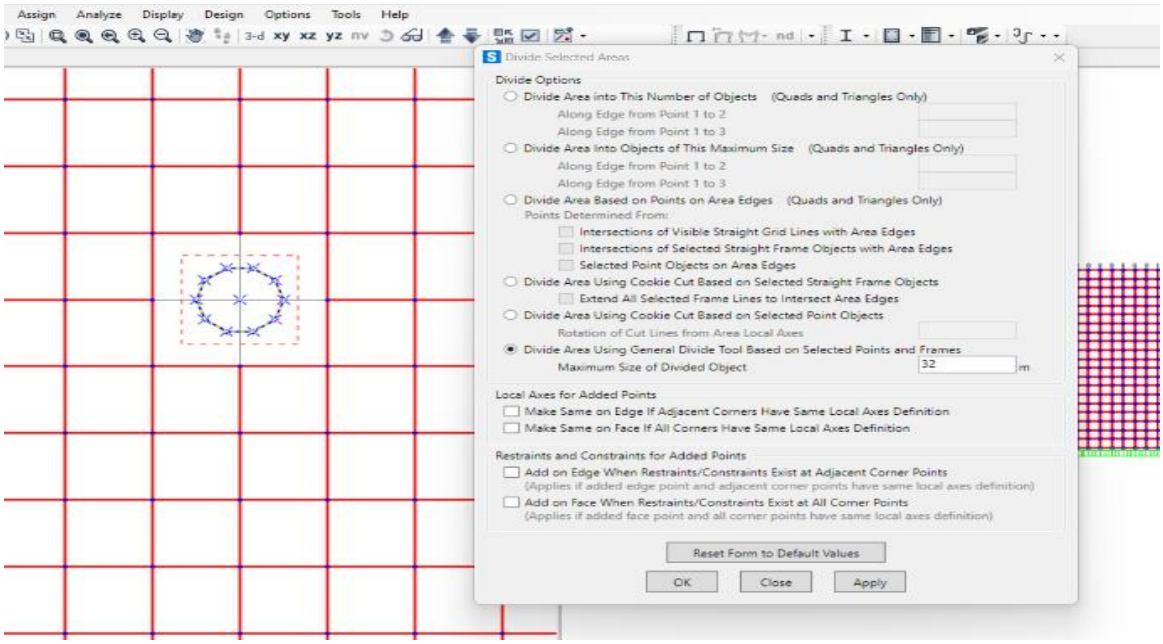


Εικόνα 15

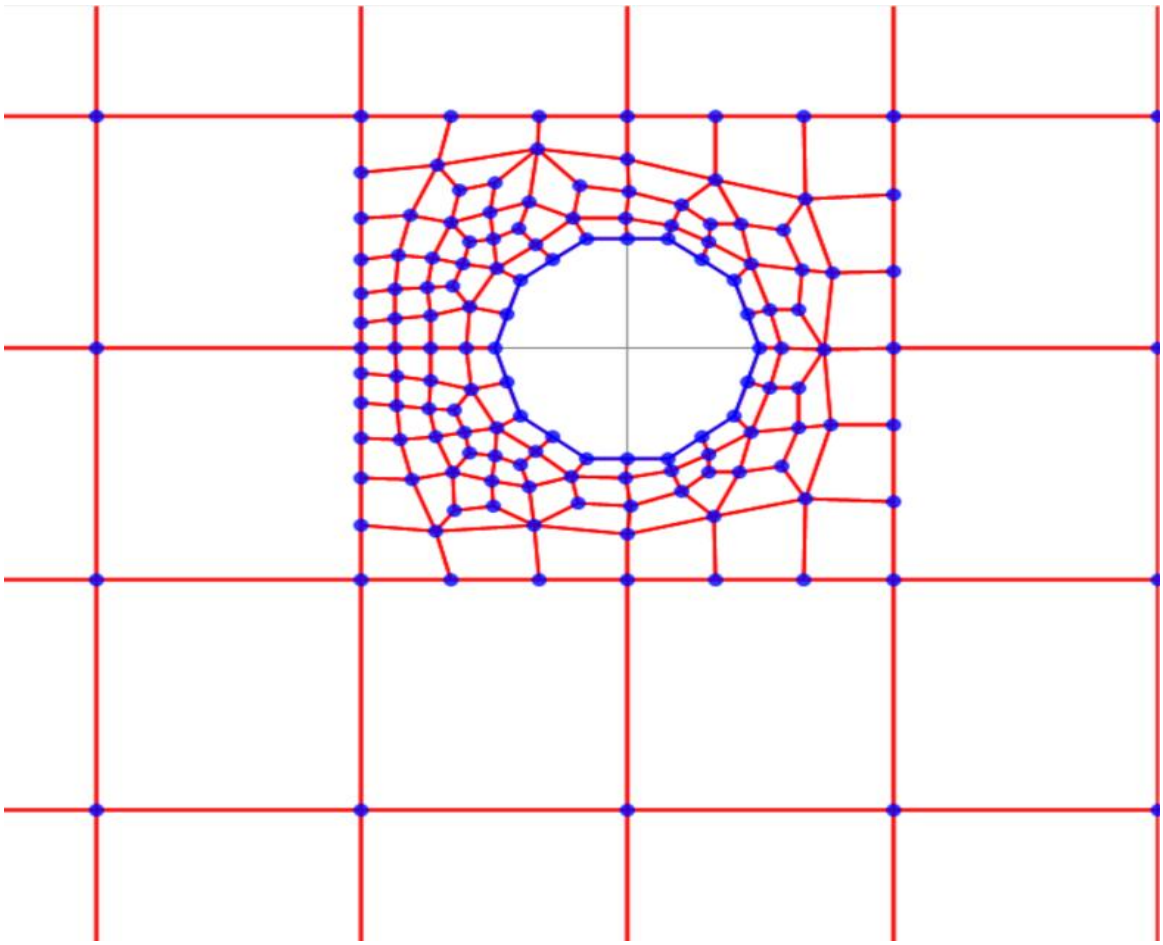
Κανουμε divide area αφου επιλεξουμε τα σημεια και το πεπερασμενο στοιχειο



Εικόνα 16

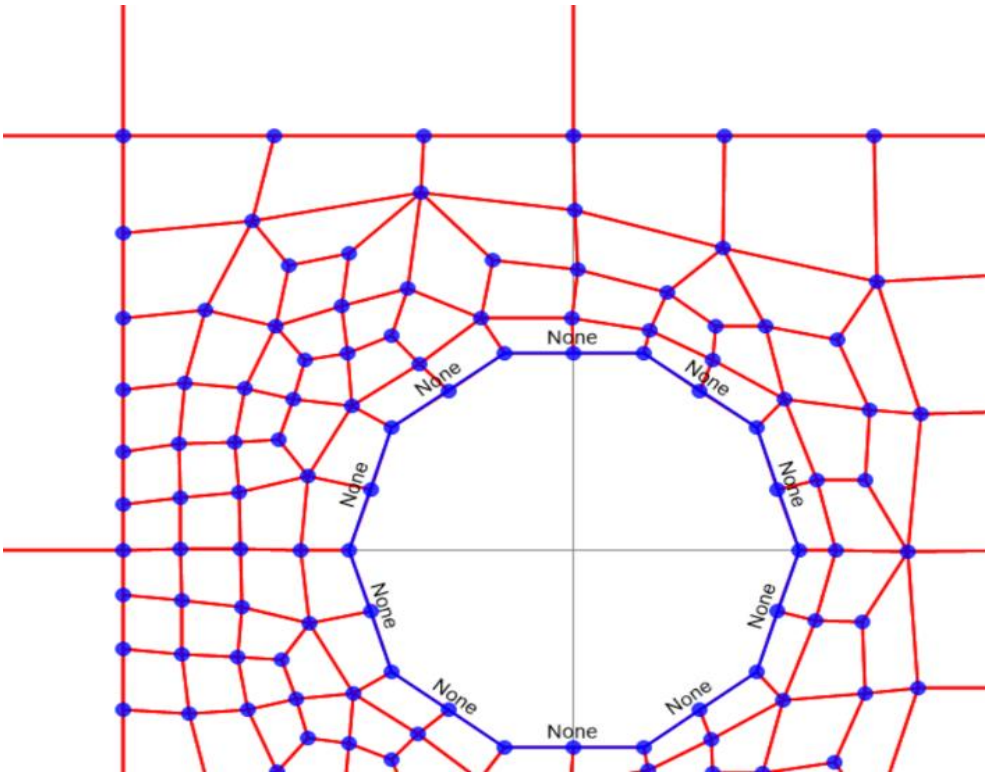


Εικόνα 17



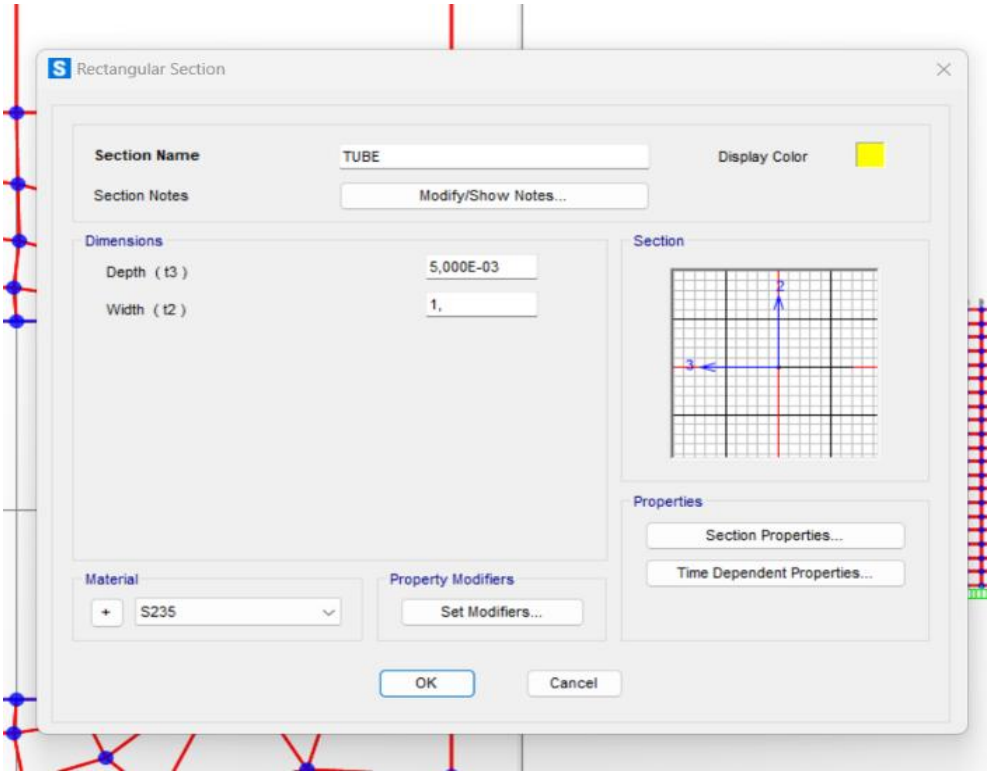
Εικόνα 18

Αρα έχουμε ένα μοντέλο με την οπή μονο (αφού έχει Frame property ->none)



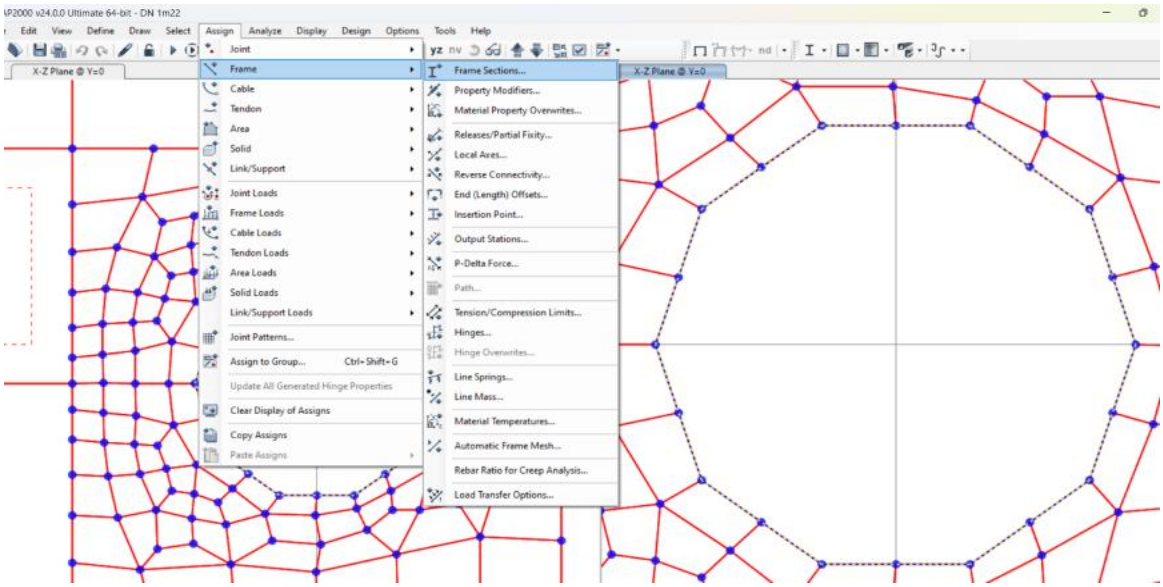
Εικόνα 19

Και δημιουργούμε και ένα μοντέλο με τον αγωγό αρα φτιάχνουμε διατομη μεταλλική με ύψος 1m και παχος 0.005m

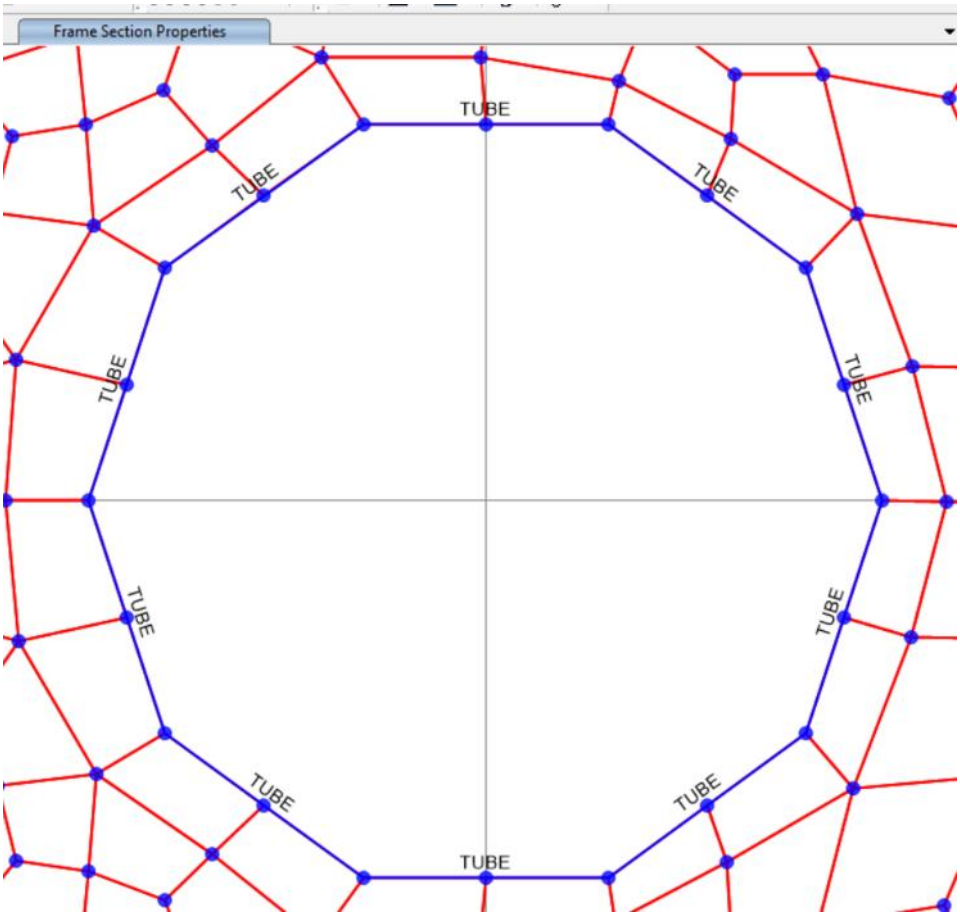


Εικόνα 20

Και την κάνουμε assign

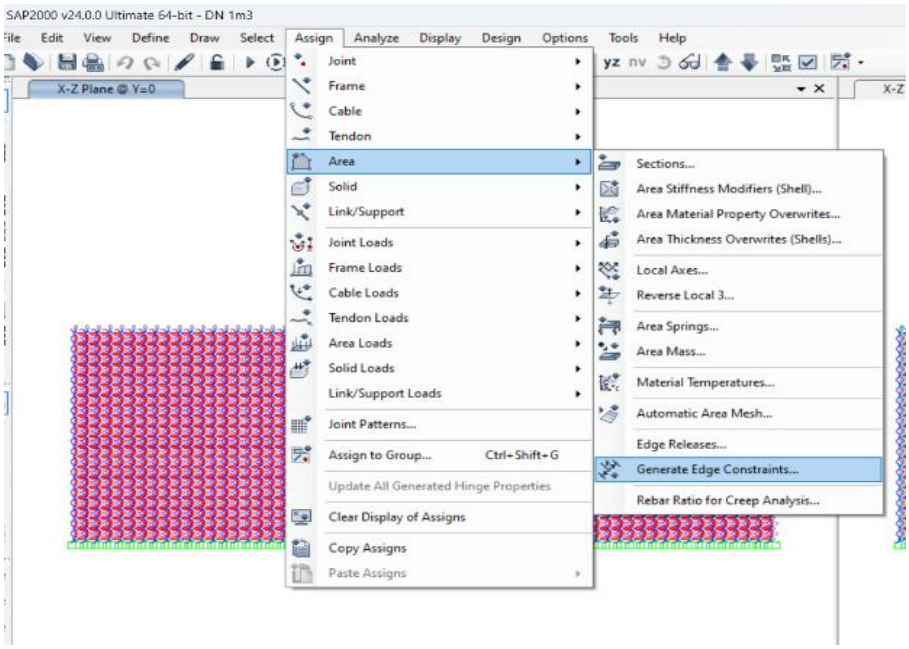


Εικόνα 21



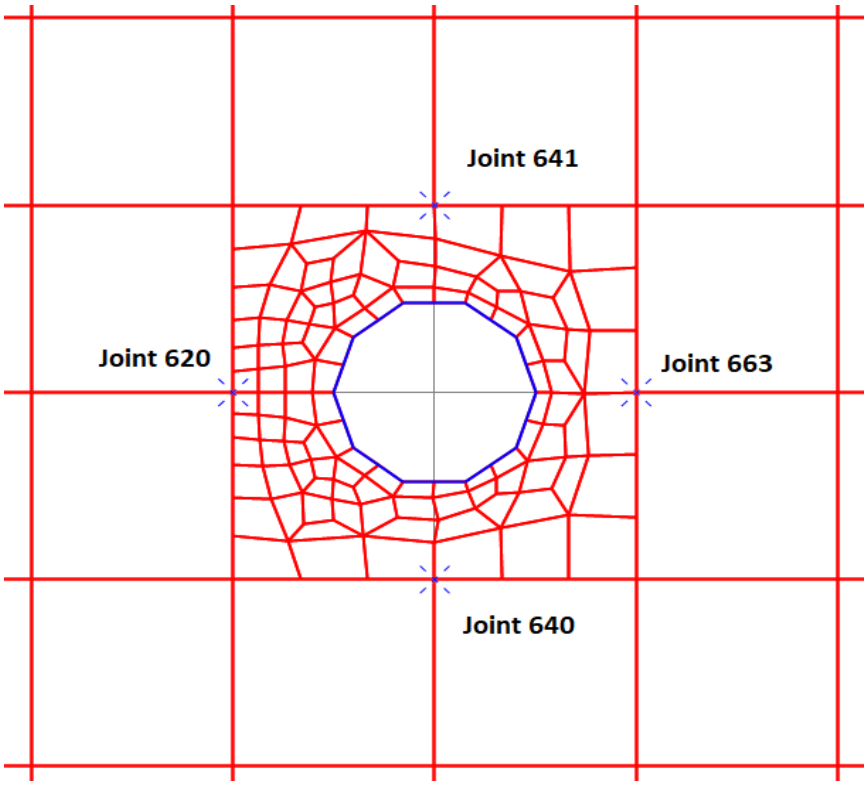
Εικόνα 22

Και στα 2 μοντέλα βαζουμε edge constraints

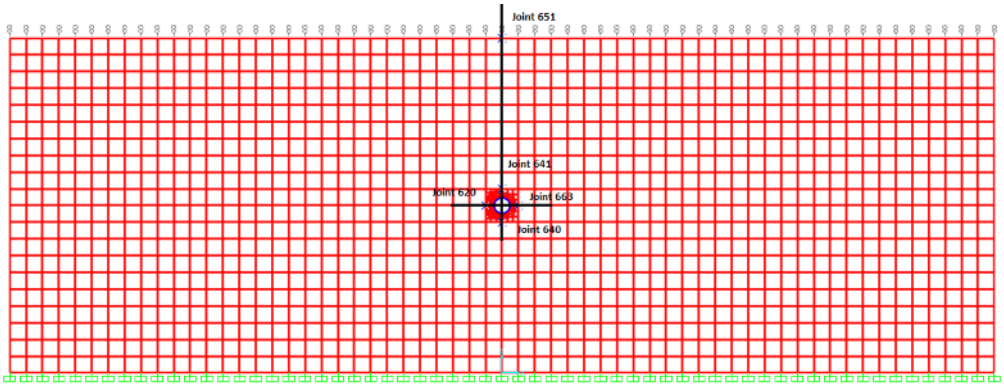


Εικόνα 23

Στη συνέχεια όταν τρέξουμε τα μοντέλα κατασκευάζουμε διάγραμμα με τη χρονοϊστορία της μετατόπισης 5 κόμβων (στη στέψη του αγωγού “Joint641” στη βάση του αγωγού “Joint640” δεξιά του αγωγού “Joint663” αριστερά του αγωγού “Joint620” και στην επιφάνεια στο μέσον της εδαφικής στρώσης “Joint651”)

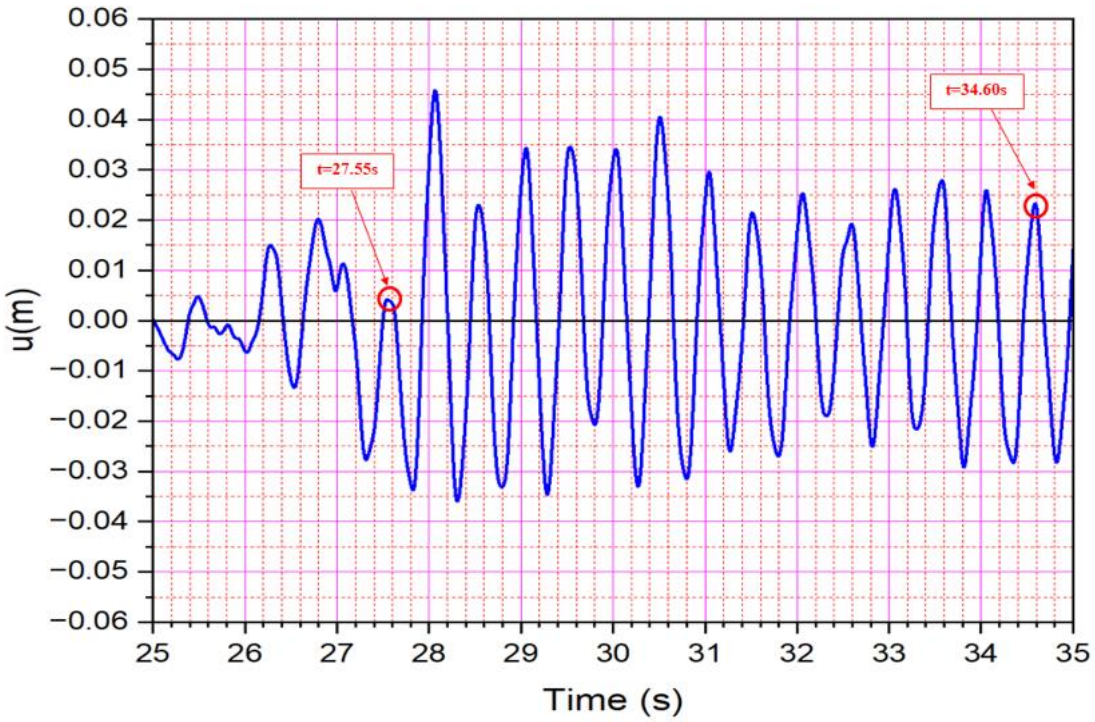


Εικόνα 24



Εικόνα 25

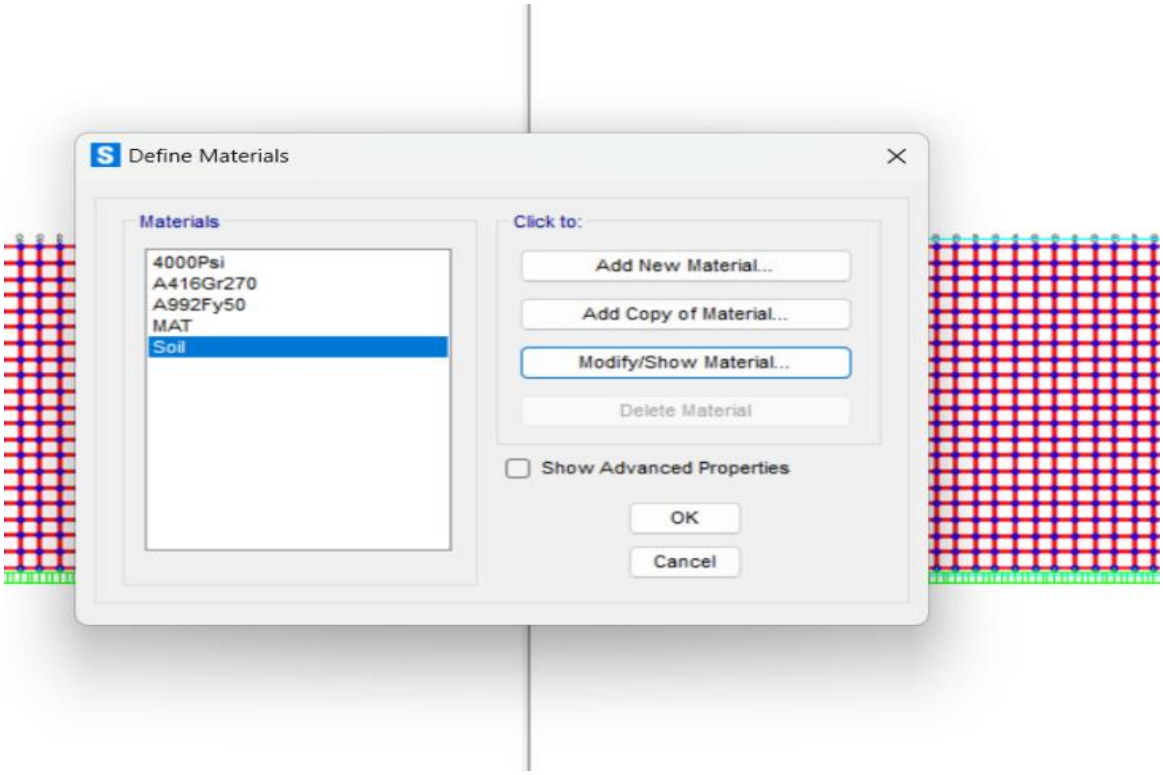
Παρακάτω παρουσιάζεται η χρονοϊστορία της μετακίνησης του κόμβου στο μέσο στην κορυφή της εδαφικής στρώσης.



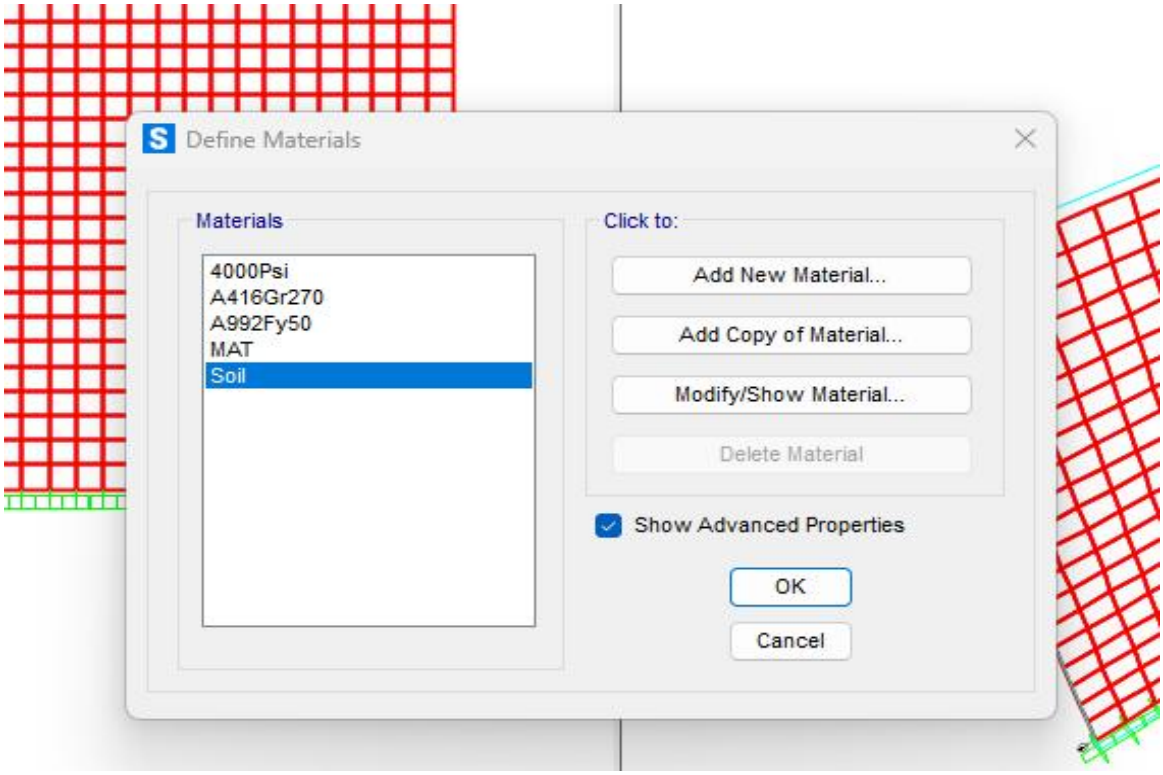
Εικόνα 26

Vs=180 m/s
H=20m
T=4*H/Vs=4*20/180=0.444s
Από το διάγραμμα: από χρόνο 27.55s – 34.60s, δηλαδή σε ενδιάμεσο χρόνο 7.05s έχουμε ενδιάμεσα 14 ταλαντώσεις (14 ‘κορυφές’).
Άρα, εδώ έχουμε T=7.05s/14□0.503s το οποίο είναι πολύ κοντά στην τιμή 0.444s (που υπολογίσθηκε από το SAP 2000).

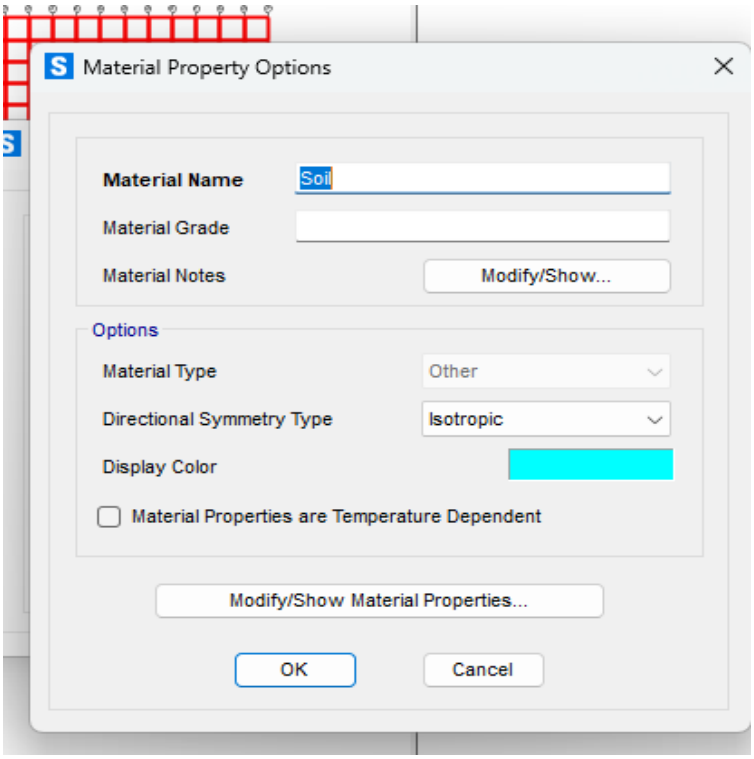
Επόμενο βήμα είναι να προσομοιωθεί η συμπεριφορά του εδάφους, η οποία υπακούει στο Νόμο Mohr Coulomb.



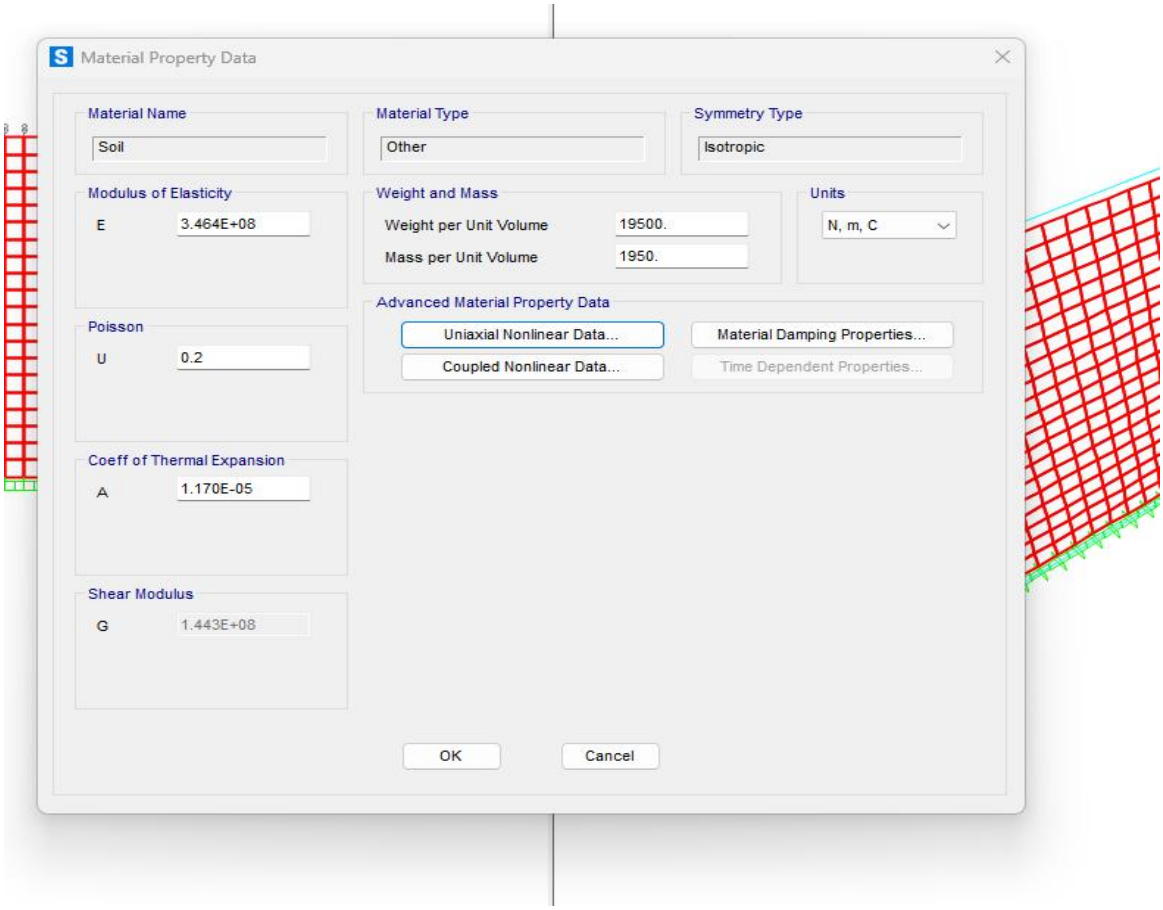
Εικόνα 27



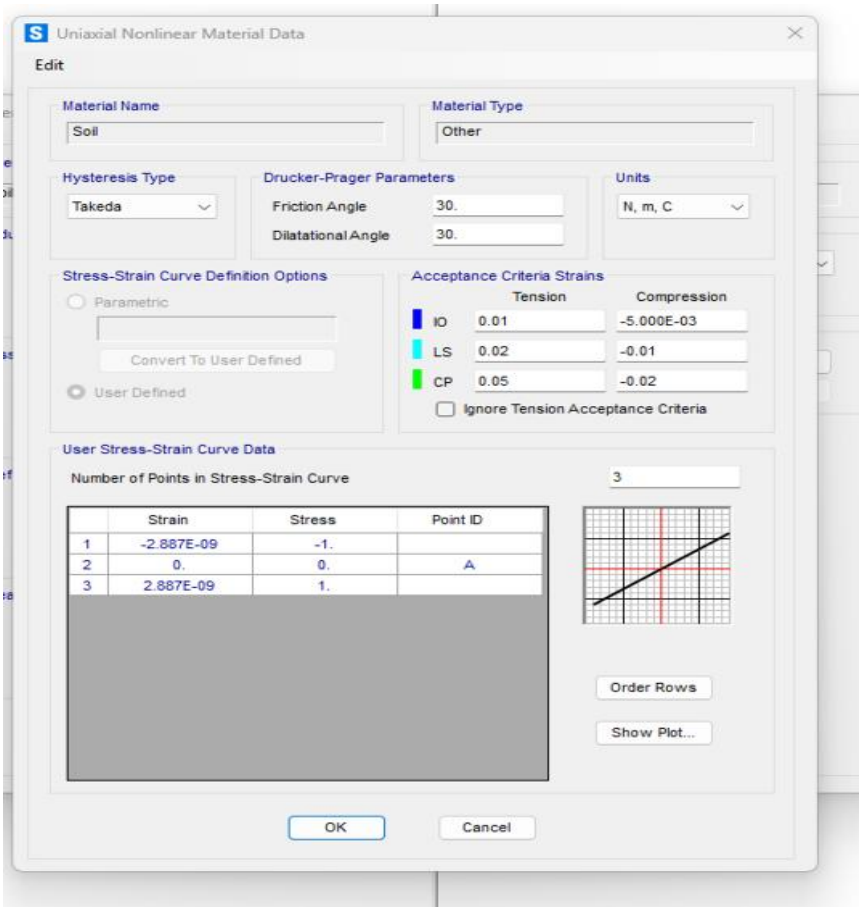
Εικόνα 28



Εικόνα 29

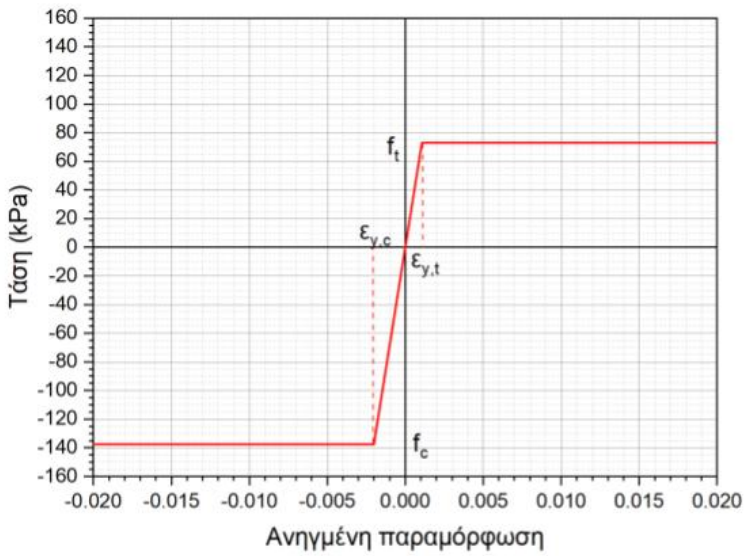


Εικόνα 30



Εικόνα 31

Η καμπύλη δείχνει το κριτήριο αστοχίας Mohr Coulomb για εφελκυσμό και θλίψη.



Εικόνα 32

3. ΣΕΙΣΜΙΚΕΣ ΚΑΤΑΓΡΑΦΕΣ

Η χρονοϊστορική ανάλυση σεισμικών φαινομένων βασίζεται σε δομημένες βάσεις δεδομένων που συγκεντρώνουν βασικές σεισμικές μεταβλητές, συμπεριλαμβανομένων των επιταχύνσεων, ταχυτήτων και μετακινήσεων του εδάφους. Κατά τη διαδικασία αυτή, οι σεισμικές καταγραφές μετασχηματίζονται σε χρονικές σειρές παραμέτρων, οι οποίες εφαρμόζονται στο κατασκευαστικό μοντέλο για εις βάθος μελέτη. Μέσω των αναλύσεων αυτών, προκύπτουν στοιχεία για την αντίδραση του κτιρίου σε κάθε επιμέρους σεισμικό επεισόδιο, συμπεριλαμβανομένων των ακραίων παραμορφώσεων, ταχυτήτων και επιταχύνσεων που εμφανίζονται κατά τη σεισμική διέγερση.

Κάθε υπολογιστική ανάλυση αφορά έναν συγκεκριμένο σεισμό και παρέχει εξειδικευμένα δεδομένα για την απόκριση της κατασκευής. Η αντιπαραβολή των ευρημάτων από διαφορετικά σεισμικά γεγονότα βοηθά στην αξιολόγηση της συνολικής συμπεριφοράς της κατασκευής υπό διαδοχικές σεισμικές φορτίσεις. Οι καταγραφές επιταχύνσεων που αξιοποιήθηκαν προέρχονται από τη Διεθνή Βάση Δεδομένων Ισχυρών Εδαφικών Κινήσεων του PEER (Pacific Earthquake Engineering Research Center) και αφορούν συνολικά δέκα σεισμικές ακολουθίες. Οι πέντε πρώτες (I–V) αφορούν σεισμούς της Καλιφόρνιας και αποτελούν τη βάση της έρευνας των Efraimiadou et al. (2013). Για την αξιολόγηση της επίδρασης διαφορετικών τεκτονικών περιβαλλόντων, εξετάστηκαν επιπλέον πέντε ακολουθίες (VI–X) από Ιαπωνία, Καλιφόρνια, Αλάσκα και Ταϊβάν. Οι ακόλουθοι σεισμοί συμπεριλήφθηκαν στην ανάλυση:

I. Σεισμός Whittier Narrows, 01/10/1987, Σαν Μαρίνο, 360 (Σταθμός CDMG 24401)
HP=0,4Hz, LP=40,0Hz
Αριθμός Σημείων: 32400, Διάρκεια Χρόνου: 0,00500 δευτερόλεπτα

II. Σεισμός Mammoth Lakes, 25/05/1980, Ποταμός Καταδίκης, 180 (Σταθμός CDMG 54099)
HP=0,1Hz, LP=50,0Hz
Αριθμός Σημείων: 113170, Διάρκεια Χρόνου:0,00500 δευτερόλεπτα

III. Σεισμός Chalfant, 20/07/1986, Αγρόκτημα Ζακ, 270 (Σταθμός CDMG 54428)
HP=0,11Hz, LP=30,0Hz
Αριθμός Σημείων: 35965, Διάρκεια Χρόνου: 0,00500 δευτερόλεπτα

IV. Σεισμός Coalinga, 22/07/1983, CHP, 090 (Σταθμός CDMG 46T04)
HP=0,3Hz, LP=30,0Hz
Αριθμός Σημείων: 36000, Διάρκεια Χρόνου:0,00500 δευτερόλεπτα

V. Σεισμός Imperial Valley, 15/10/1979, Ταχυδρομείο Χόλτβιλ, 315 (Σταθμός USGS 5055)
HP=0,1Hz, LP=40,0Hz
Αριθμός Σημείων: 31470, Διάρκεια Χρόνου: 0,00500 δευτερόλεπτα

VI. Σεισμός Kobe Japan, 17/01/1995, Σταθμός KJMA (Kobe JMA), 000 (Σταθμός JMA)

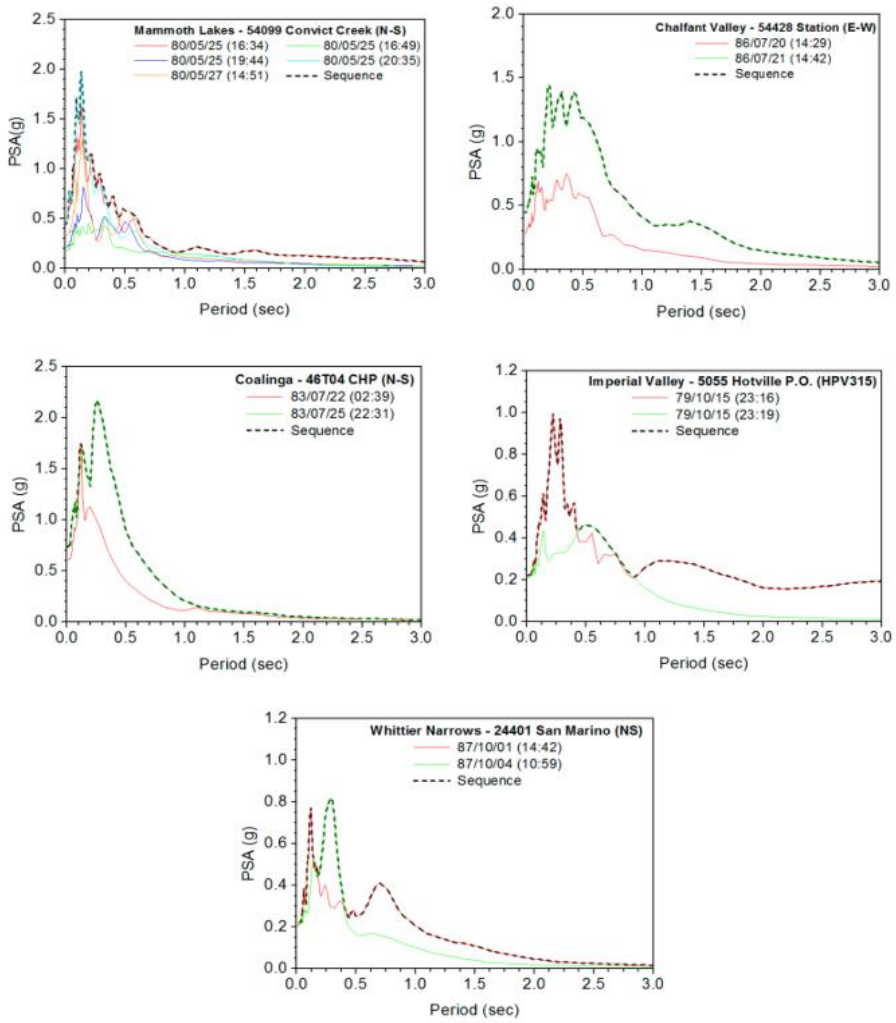
Φίλτρα: HP=0.1 Hz, LP=25.0 Hz
Αριθμός Σημείων: 4000, Διάρκεια Χρόνου (Βήμα): 0.01000 δευτερόλεπτα

VII. Σεισμός Hector Mine, 16/10/1999, Σταθμός Hector, 090 (Σταθμός USGS 5091)
Φίλτρα: HP=0.04 Hz, LP=40.0 Hz
Αριθμός Σημείων: 9000, Διάρκεια Χρόνου (Βήμα): 0.02000 δευτερόλεπτα

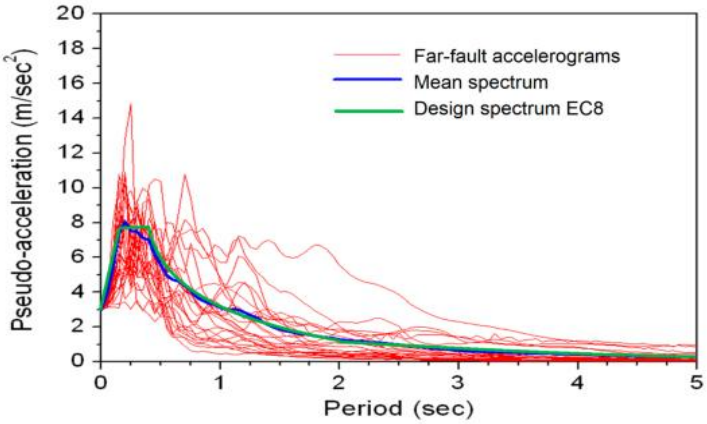
VIII. Σεισμός Nenana Mountain Alaska, 23/10/2002, Σταθμός Carlo (Σταθμός AEIC USGS)
Φίλτρα: HP=0.08 Hz, LP=30.0 Hz
Αριθμός Σημείων: 12000, Διάρκεια Χρόνου (Βήμα): 0.01000 δευτερόλεπτα

IX. Σεισμός Denali Alaska, 03/11/2002, Pump Station 10, 045 (Σταθμός Alyeska PS10)
Φίλτρα: HP=0.05 Hz, LP=20.0 Hz
Αριθμός Σημείων: 14700, Διάρκεια Χρόνου (Βήμα): 0.02000 δευτερόλεπτα

X. Σεισμός Chi-Chi Taiwan, 21/09/1999, Σταθμός TCU084, 270 (Σταθμός CWB)
Φίλτρα: HP=0.02 Hz, LP=20.0 Hz
Αριθμός Σημείων: 45000, Διάρκεια Χρόνου (Βήμα): 0.00500 δευτερόλεπτα

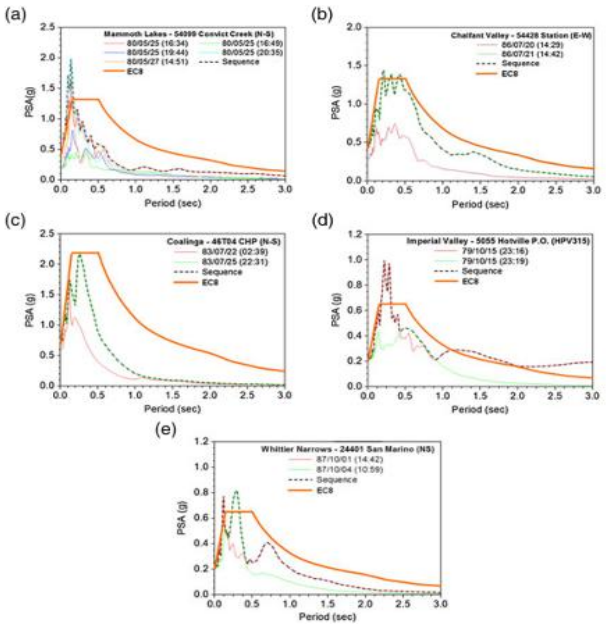


Σχήμα 3 Φασματικές αποκρίσεις των σεισμικών ακολουθιών. Πηγή Katsimpini (2024)

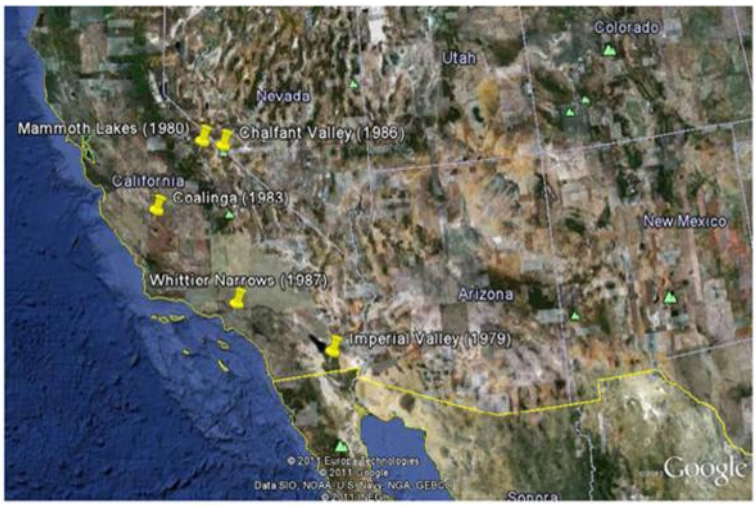


Σχήμα 4 Φάσματα απόκρισης των μεμονωμένων σεισμών που εξετάστηκαν και φάσμα σχεδιασμού ΕΚ8. Πηγή Katsimpini (2024)

Ένα κρίσιμο πρόβλημα που αντιμετωπίζουν οι σημερινοί αντισεισμικοί κανονισμοί συνδέεται με την εστίαση σε έναν μοναδικό και σπάνιο «σεισμό σχεδιασμού», παραλείποντας να εξετάσουν τις επιπτώσεις των διαδοχικών σεισμικών δονήσεων. Βάσει της έρευνας των Efraimiadou et al. (2013), με θέμα «Structural pounding between adjacent buildings subjected to strong ground motions. Part 2: The effect of multiple earthquakes», η συλλογή δεδομένων έντονων εδαφικών κινήσεων που μελέτησαν περιείχε πέντε πραγματικές σεισμικές αλληλουχίες, οι οποίες έχουν ήδη αναφερθεί, και αποτελούνται από 13 ξεχωριστά σεισμικά επεισόδια που καταγράφηκαν εντός σύντομου χρονικού διαστήματος (μέχρι 3 ημέρες) από τον ίδιο μετρητικό σταθμό, με την ίδια προσανατολισμό και σε παρόμοια απόσταση από το σεισμικό ρήγμα, όπως παρουσιάζεται στην εικόνα 3 που ακολουθεί. Όπως προκύπτει ξεκάθαρα, όλα αυτά τα σεισμικά γεγονότα αποτελούν έντονες εδαφικές κινήσεις που καταγράφηκαν σε περιοχές κοντά στην Καλιφόρνια.
Επιπλέον, στο σχήμα παρουσιάζονται τα φάσματα των εξεταζόμενων πολλαπλών αυτών σεισμών για λόγους σύγκρισης.



Σχήμα 5 Φάσματα απόκρισης εξεταζόμενων σεισμικών ακολουθιών. Πηγή Efraimiadou et al (2013)



Εικόνα 33. Θέσεις επίκεντρων των σεισμικών ακολουθιών. Πηγή Efraimiadou et al (2013)

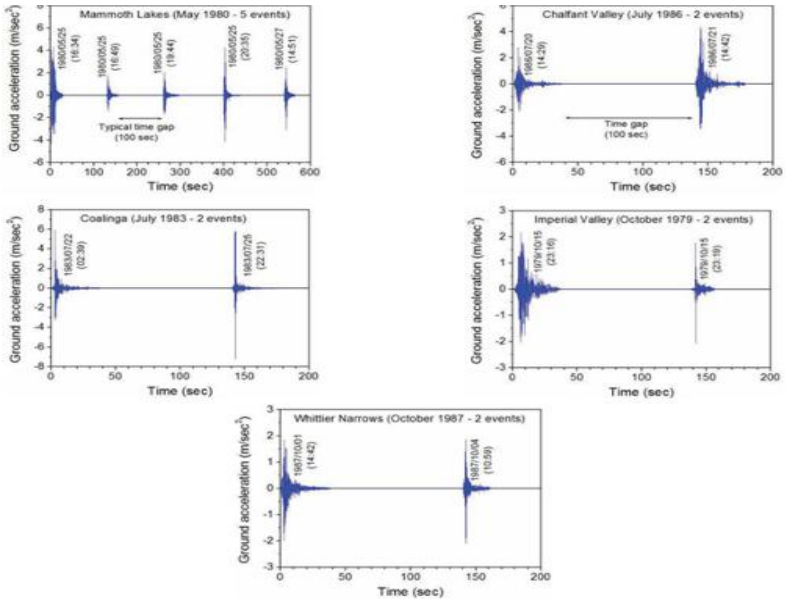
Ο πίνακας εμφανίζει το σύνολο των σεισμικών αλληλουχιών που μελετήθηκαν. Περιλαμβάνει τις αρχικές πέντε ακολουθίες: Mammoth Lakes (Μάιος 1980, πέντε επεισόδια), Chalfant Valley (Ιούλιος 1986, δύο επεισόδια), Coalinga (Ιούλιος 1983, δύο επεισόδια), Imperial Valley (Οκτώβριος 1979, δύο επεισόδια) και Whittier Narrows (Οκτώβριος 1987, δύο επεισόδια), καθώς και τις πέντε πρόσθετες ακολουθίες: Kobe (Ιανουάριος 1995, τρία επεισόδια), Hector Mine (Οκτώβριος 1999, τρία επεισόδια), Nenana Mountain (Οκτώβριος 2002, δύο επεισόδια), Denali (Νοέμβριος 2002, τρία επεισόδια) και Chi-Chi (Σεπτέμβριος 1999, τρία επεισόδια). Οι πληροφορίες αντλήθηκαν και τροποποιήθηκαν από τη βάση δεδομένων έντονων εδαφικών κινήσεων του Pacific Earthquake Engineering Research Center (PEER NGA-West2).

No	Seismic sequence	Station	Comp.	Date (Time)	Period	Recorded PGA(g)	Normalized PGA(g)
1	Mammoth Lakes	54099 Convict Creek	N-S	1980/05/25 (16:34)	2 days	0.442	**0.240**
			N-S	1980/05/25 (16:49)		0.178	0.097
			N-S	1980/05/25 (19:44)		0.208	0.113
			N-S	1980/05/25 (20:35)		0.432	0.235
			N-S	1980/05/27 (14:51)		0.316	0.172
2	Chalfant	54428 Zack Brothers Ranch	E-W	1986/07/20 (14:29)	1 day	0.285	0.153
			E-W	1986/07/21 (14:42)		0.447	**0.240**
3	Coalinga	46T04 CHP	N-S	1983/07/22 (02:39)	3 days	0.605	0.198
			N-S	1983/07/22 (22:31)		0.733	**0.240**
4	Imperial Valley	5055 Holtville P.O.	HPV 315	1979/10/15 (23:16)	3 min	0.221	**0.240**
			HPV 315	1979/10/15 (23:19)		0.211	0.229
5	Whittier Narrows	24401 San Marino	N-S	1987/10/01 (14:42)	3 days	0.204	**0.240**

No	Seismic sequence	Station	Comp.	Date (Time)	Period	Recorded PGA(g)	Normalized PGA(g)
			N-S	1987/10/04 (10:59)		0.212	**0.240**
6	Kobe	KJMA	000	1995/01/17 (05:46)	3 days	~0.821	**0.240**
			000	1995/01/17 (07:08)		~0.312	0.091
			000	1995/01/18 (01:08)		~0.196	0.057
7	Hector Mine	72572 Hector	090	1999/10/16 (09:46)	3 days	~0.274	**0.240**
			090	1999/10/16 (12:10)		~0.146	0.128
			090	1999/10/17 (06:35)		~0.098	0.086
8	Nenana Mountain	RKAV Carlo	090	2002/10/23 (03:26)	11 days *	~0.203	**0.240**
			090	2002/10/23 (08:14)		~0.111	0.131
9	Denali	RKAV Carlo	090	2002/11/03 (22:12)	3 days	~0.589	**0.240**
			090	2002/11/03 (23:54)		~0.198	0.081
			090	2002/11/04 (11:27)		~0.143	0.058
10	Chi-Chi	TCU068	N	1999/09/20 (17:47)	3 days	~0.566	**0.240**
			N	1999/09/20 (18:03)		~0.310	0.131
			N	1999/09/22 (00:14)		~0.241	0.102

Πίνακας 1 Εξεταζόμενα σεισμικά γεγονότα: 13 μεμονωμένοι σεισμοί και πέντε σεισμικές ακολουθίες. Πηγή Efraimiadou et al (2013)

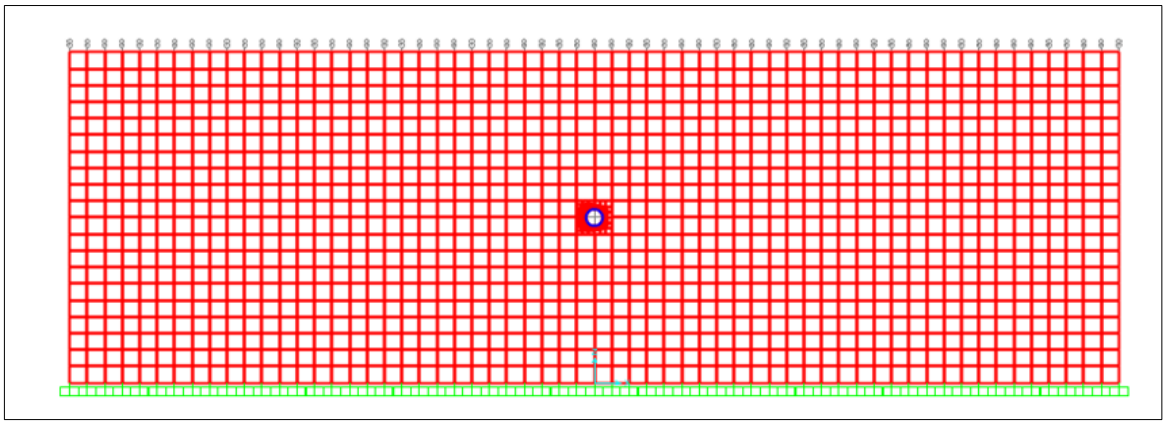
Στο σχήμα παρουσιάζονται οι πέντε εξεταζόμενες εδαφικές κινήσεις που έχουν καταγραφεί στην κατηγορία εδάφους Β.



Σχήμα 6 Καταγραφές εδαφικής επιτάχυνσης των εξεταζόμενων σεισμικών ακολουθίων. Πηγή Efraimiadou et al (2013)

5. Αποτελέσματα και Ανάλυση

5.1 Μοντέλο 1ο – NEWDMF30

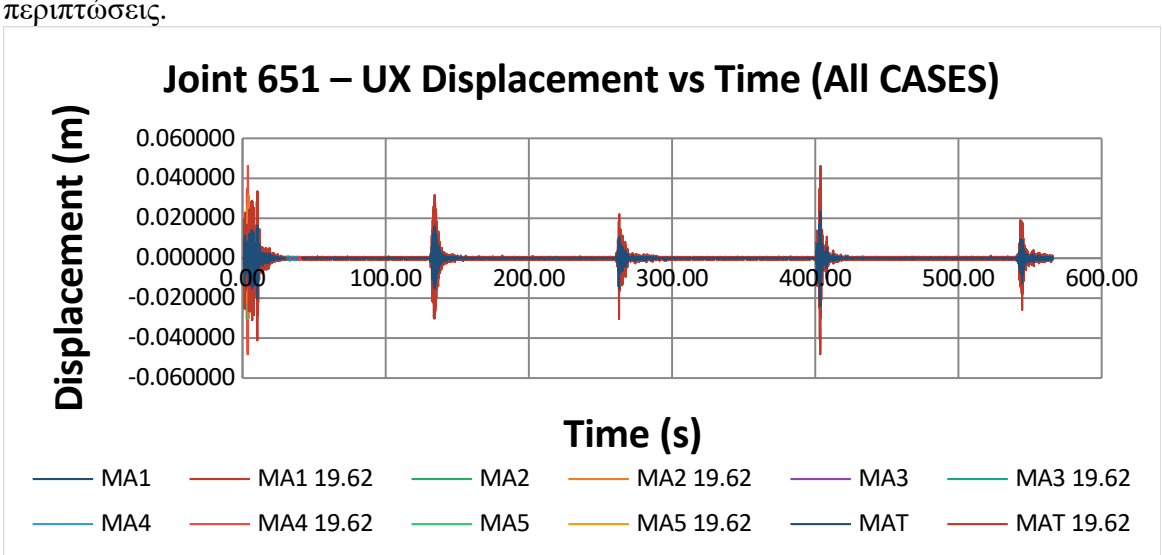


Μοντέλο 1

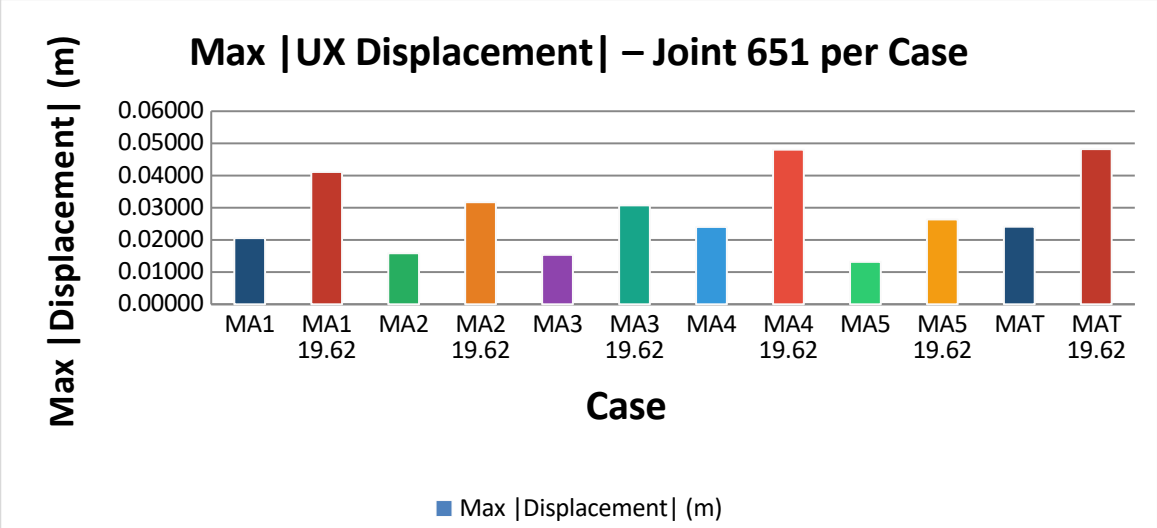
Η εικόνα παρουσιάζει την αρχική κατάσταση του εδάφους, όπου διακρίνεται ο υπόγειος αγωγός (μπλε σημείο) εγκατεστημένος στη μέση της εδαφικής στρώσης. Αυτή είναι η βασική κατάσταση αναφοράς πριν από οποιαδήποτε κατασκευαστική παρέμβαση, όπου ο αγωγός βρίσκεται σε ισορροπία με το περιβάλλον έδαφος και δεν υπόκειται σε πρόσθετες καταπονήσεις.

5.1-01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.10: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



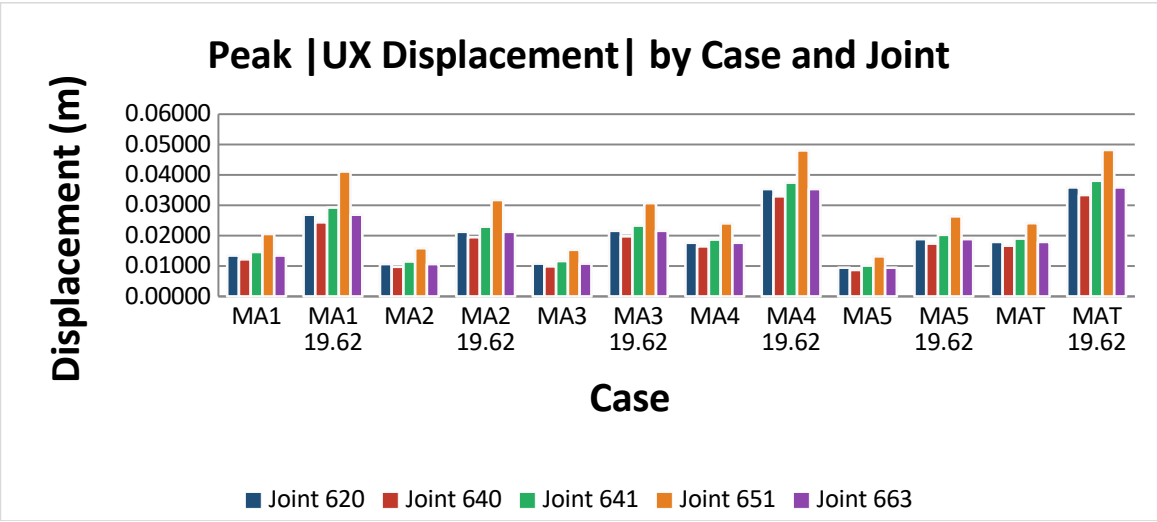
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.11: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.26	-0.02056	0.02056
MA1 19.62	10.26	-0.04111	0.04111
MA2	4.22	0.01586	0.01586
MA2 19.62	4.23	0.03172	0.03172
MA3	3.06	-0.01536	0.01536
MA3 19.62	3.06	-0.03072	0.03072
MA4	3.61	-0.02403	0.02403
MA4 19.62	3.61	-0.04806	0.04806
MA5	4.60	-0.01318	0.01318
MA5 19.62	4.60	-0.02636	0.02636
MAT	403.50	-0.02411	0.02411
MAT 19.62	403.50	-0.04821	0.04821

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.12: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.16: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.16: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
MA1	0.01346	0.01220	0.01462	0.02056	0.01346
MA1 19.62	0.02691	0.02439	0.02923	0.04111	0.02691
MA2	0.01064	0.00974	0.01148	0.01586	0.01064
MA2 19.62	0.02128	0.01948	0.02296	0.03172	0.02128
MA3	0.01080	0.00989	0.01165	0.01536	0.01080
MA3 19.62	0.02160	0.01977	0.02331	0.03072	0.02160
MA4	0.01767	0.01647	0.01872	0.02403	0.01767
MA4 19.62	0.03534	0.03294	0.03745	0.04806	0.03534
MA5	0.00944	0.00869	0.01014	0.01318	0.00944
MA5 19.62	0.01887	0.01738	0.02027	0.02636	0.01887
MAT	0.01794	0.01669	0.01904	0.02411	0.01794
MAT 19.62	0.03589	0.03337	0.03809	0.04821	0.03589

5.1-01 Συμπεράσματα Mammoth:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πινάκα παρουσιάζουν τη μέγιστη μετακίνηση UX (σε mm) πέντε κρίσιμων κόμβων (620, 640, 641, 651, 663) ενός υπογείου αγωγού υπό έξι σενάρια εδαφικής κίνησης: MA1, MA2, MA3, MA4, MA5 και το συγκεντρωτικό σενάριο MAT (περιβάλλουσα όλων των καταγραφών). Από τα αποτελέσματα προκύπτει ότι ο κόμβος 651 (επιφάνεια εδάφους, μέσο στρώσης) αποτελεί τον κρίσιμο κόμβο χωρίς καμία εξαίρεση, καταγράφοντας σταθερά τη μεγαλύτερη μετακίνηση σε όλες τις περιπτώσεις. Η υπέρβαση έναντι του επόμενου υψηλότερου κόμβου (641, στέψη αγωγού) κυμαίνεται από 26% έως 41%, με μέση τιμή περίπου 33%, υποδηλώνοντας τοπικά αυξημένη ευκαμψία ή εγγύτητα στην κυρίαρχη ιδιομορφή.

Οι κόμβοι 620 (αριστερά του αγωγού) και 663 (δεξιά του αγωγού) εμφανίζουν πανομοιότυπες μετακινήσεις μέχρι και το πέμπτο δεκαδικό ψηφίο σε κάθε σενάριο, επιβεβαιώνοντας τη συμμετρία του φορέα και την ορθή συμπεριφορά του μοντέλου υπό καθαρά μεταφορική διέγερση UX. Ο κόμβος 640 (βάση αγωγού) είναι ο δυσκαμψότερος, με τις μικρότερες μετακινήσεις σε όλες τις περιπτώσεις, ενώ ο κόμβος 641 ενδιάμεσα διαμορφώνει μια σαφή βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της διαδρομής 640 → 641 → 651.

Από πλευράς εδαφικών κινήσεων, οι καταγραφές MA4 και MAT είναι οι επικρατούσες. Και οι δύο προκαλούν μέγιστες μετακινήσεις κατά περίπου 82% υψηλότερες από την ασθενέστερη καταγραφή MA5 (π.χ. για τον κόμβο 651: MA4 = 24,03 mm, MA5 = 13,18 mm, αύξηση +82,3%· MAT = 24,11 mm, αύξηση +82,9%). Η MA4 αποτελεί την ισχυρότερη μεμονωμένη καταγραφή, ενώ η MAT υπερτερεί οριακά (24,11 έναντι 24,03 mm, διαφορά 0,3%), γεγονός που δείχνει ότι ο συνδυασμός όλων των σεισμών μόλις και μετά βίας υπερβαίνει το μοναδικό γεγονός MA4. Οι MA1, MA2 και MA3 δίνουν ενδιάμεσες τιμές, με την MA5 σταθερά ηπιότερη.

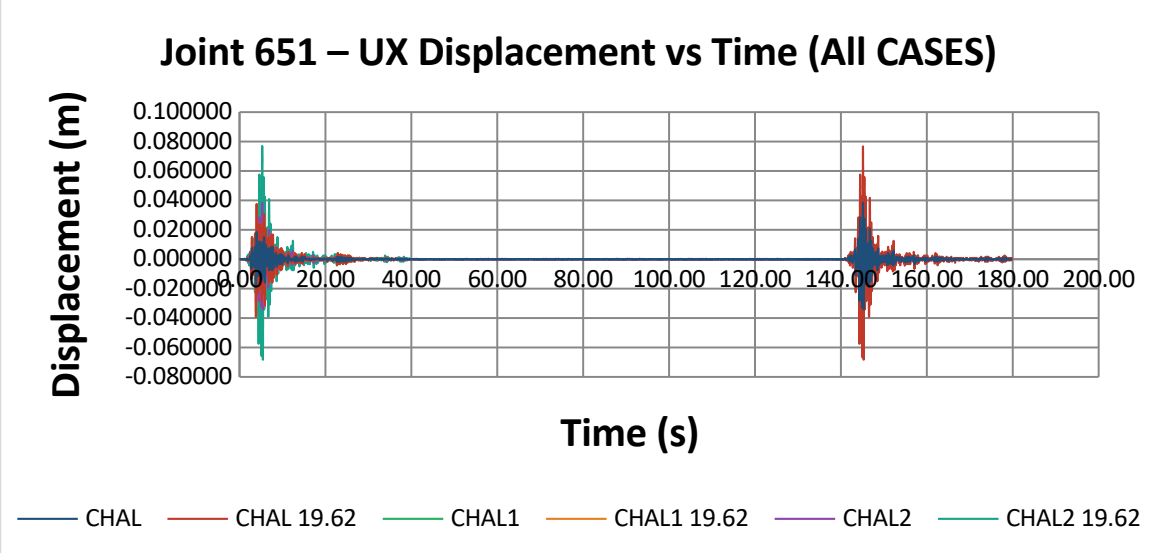
Η σχετική ιεραρχία δυσκαμψίας (640 < 620 = 663 < 641 < 651) παραμένει απαράλλακτη σε όλα τα σενάρια, και οι καμπύλες κατάταξης των κόμβων είναι σχεδόν παράλληλες,

αποδεικνύοντας ότι η ιδιομορφική απόκριση του φορέα είναι ανεξάρτητη της συγκεκριμένης εδαφικής κίνησης. Ωστόσο, η εξαιρετικά μικρή αύξηση από MA4 σε

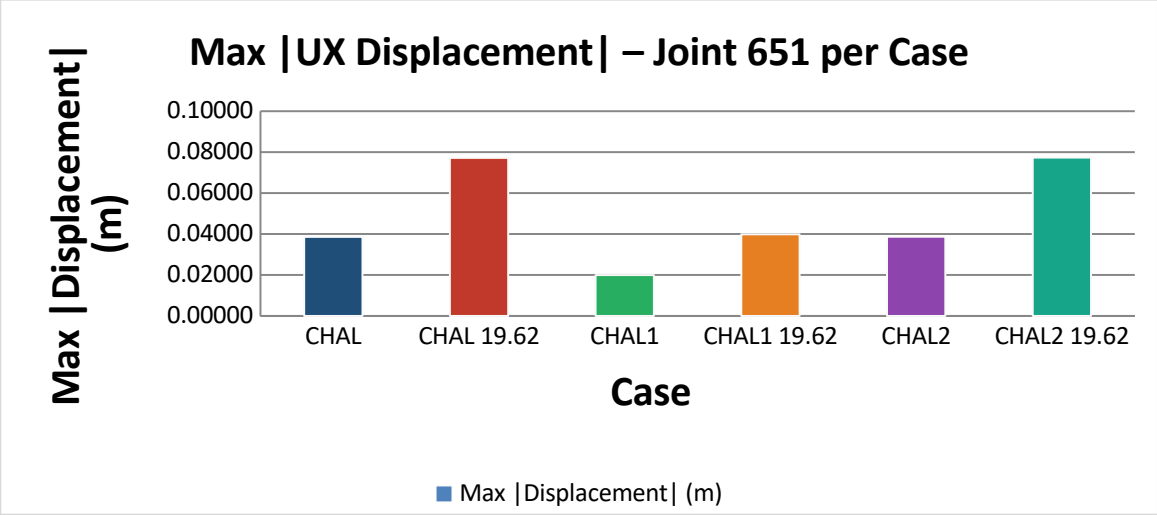
MAT (0,3%) αποκαλύπτει έντονα μη-γραμμική συμπεριφορά του εδαφικού συστήματος: το έδαφος δεν ανταποκρίνεται γραμμικά σε διαδοχικές φορτίσεις, αλλά φτάνει σε κατάσταση κορεσμού παραμόρφωσης μετά το ισχυρότερο μεμονωμένο γεγονός. Συνεπώς, για τον αντισεισμικό σχεδιασμό του αγωγού, η MA4 αποτελεί τον κρίσιμο παράγοντα, καθώς καθορίζει την ανώτατη αναμενόμενη μετακίνηση. Η ανάλυση υπογραμμίζει την ανάγκη μελέτης διαδοχικών σεισμικών γεγονότων στη γεωτεχνική μηχανική, όπου η συνολική επίδραση δεν μπορεί να προβλεφθεί από γραμμική υπέρθεση των επιμέρους αποτελεσμάτων.

5.1-02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.26: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



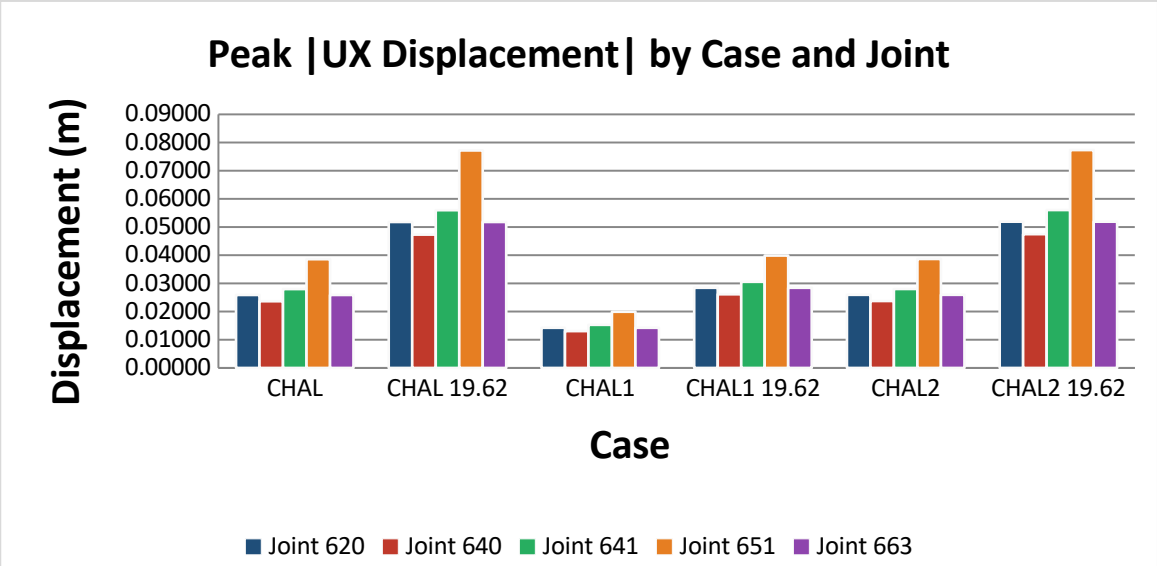
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.27: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.15	0.03859	0.03859
CHAL 19.62	145.15	0.07717	0.07717
CHAL1	3.84	-0.01993	0.01993
CHAL1 19.62	3.84	-0.03986	0.03986
CHAL2	5.30	0.03866	0.03866
CHAL2 19.62	5.30	0.07732	0.07732

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.28: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.32: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.32: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
CHAL	0.02589	0.02365	0.02799	0.03859	0.02589
CHAL 19.62	0.05178	0.04731	0.05598	0.07717	0.05178
CHAL1	0.01423	0.01307	0.01528	0.01993	0.01423
CHAL1 19.62	0.02845	0.02614	0.03057	0.03986	0.02845
CHAL2	0.02595	0.02374	0.02802	0.03866	0.02595
CHAL2 19.62	0.05191	0.04748	0.05604	0.07732	0.05191

5.1-02 Συμπεράσματα Chalfant:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω

από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Chalfant 1, Chalfant 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού αυτών, CHAL.

Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια, στο μέσον της εδαφικής στρώσης, είναι ο κρίσιμος κόμβος συγκριτικά με όλες τις άλλες αρθρώσεις. Καταγράφει την υψηλότερη μετακίνηση και στις τρεις περιπτώσεις, υπερβαίνοντας σταθερά την επόμενη υψηλότερη άρθρωση (641 – Στέψη του αγωγού) κατά ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 30% και 38%. Συγκεκριμένα, η CHAL1 παρουσιάζει διαφορά 30,4%, ενώ οι CHAL και CHAL2 αποδίδουν σχεδόν πανομοιότυπες διαφορές της τάξης του 37,9–38,0%. Αυτό υποδηλώνει μεγαλύτερη ευκαμψία της επιφανειακής στρώσης σε σχέση με τον αγωγό.

Οι αρθρώσεις 620 αριστερά του αγωγού και 663 δεξιά του αγωγού δίνουν πανομοιότυπα αποτελέσματα σε κάθε περίπτωση μέχρι και το πέμπτο δεκαδικό ψηφίο. Οι δύο αυτές αρθρώσεις βρίσκονται σε συμμετρικές θέσεις του φορέα, επιβεβαιώνοντας ότι το μοντέλο συμπεριφέρεται όπως αναμένεται υπό καθαρά μεταφορική διέγερση UX.

Η άρθρωση 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφοντας πάντα τη μικρότερη μετακίνηση. Η άρθρωση 641 στη στέψη του αγωγού βρίσκεται μεταξύ των 640 στη βάση και 651 στην επιφάνεια, υποδηλώνοντας μια βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651.

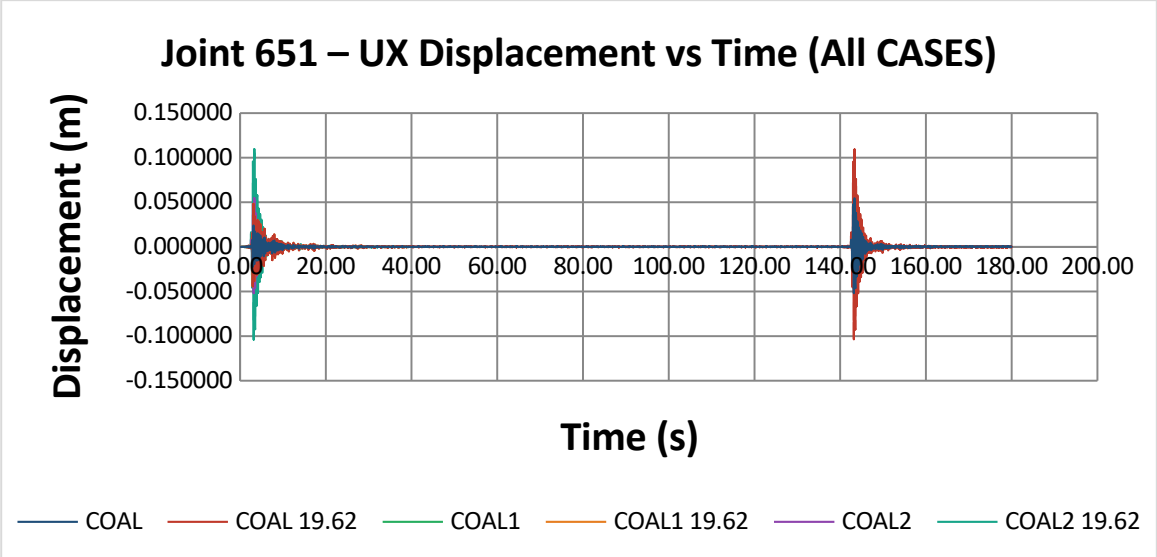
Όσον αφορά τις σεισμικές καταγραφές, οι CHAL και CHAL2 είναι οι επικρατούσες, παράγοντας σχεδόν ταυτόσημες μέγιστες μετακινήσεις: στον κρίσιμο κόμβο 651, η CHAL αποδίδει 38,59 mm και η CHAL2 38,66 mm — διαφορά μόλις 0,18%, ουσιαστικά αμελητέα. Η CHAL1 είναι σαφώς η ασθενέστερη καταγραφή, με μέγιστη μετακίνηση 19,93 mm στον κόμβο 651, δηλαδή περίπου 94% χαμηλότερη από τις CHAL και CHAL2. Η εξαιρετικά μικρή διαφορά μεταξύ CHAL και CHAL2 επιβεβαιώνει ότι ο συνδυασμός των δύο καταγραφών δεν προσθέτει ουσιαστικά στη μέγιστη απαίτηση πέρα από την ισχυρότερη μεμονωμένη καταγραφή (CHAL2).

Η συνολική επίδραση του συνδυασμού (CHAL) εμφανίζει μετακίνηση σχεδόν πανομοιότυπη με αυτή της CHAL2, αποκαλύπτοντας τη μη γραμμική συμπεριφορά του εδαφικού συστήματος. Αυτό το φαινόμενο είναι χαρακτηριστικό της γεωτεχνικής μηχανικής, όπου το έδαφος δεν ανταποκρίνεται γραμμικά σε διαδοχικές φορτίσεις αλλά «θυμάται» κυρίως τη μέγιστη καταπόνηση. Για τη μηχανική ανάλυση του αγωγού, η δεύτερη καταγραφή (CHAL2) αποτελεί τον κρίσιμο παράγοντα σχεδιασμού, καθώς καθορίζει πρακτικά την ανώτατη μετακίνηση που θα υποστεί η κατασκευή.

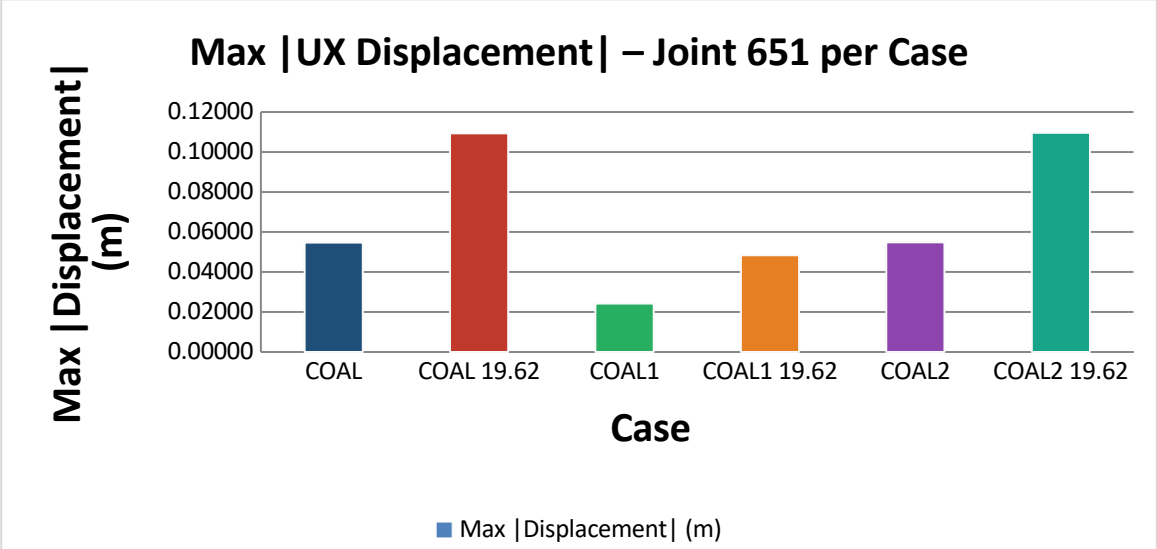
Η ανάλυση υπογραμμίζει τη σημασία της μελέτης διαδοχικών σεισμικών γεγονότων στη γεωτεχνική μηχανική, καθώς η συνολική επίδραση δεν μπορεί να προβλεφθεί από την απλή άθροιση των επιμέρους αποτελεσμάτων. Η ουσιαστικά μηδενική διαφορά μεταξύ της μέγιστης επιμέρους (CHAL2) και της συνολικής (CHAL) μετακίνησης δείχνει ότι το εδαφικό σύστημα έχει ήδη φτάσει σε κατάσταση κορεσμού παραμόρφωσης μετά την πρώτη ισχυρή καταπόνηση, με την CHAL1 να συνεισφέρει αμελητέα επιπλέον παραμόρφωση.

5.1-03 Σεισμός Coalinga

Coalinga - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.42: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



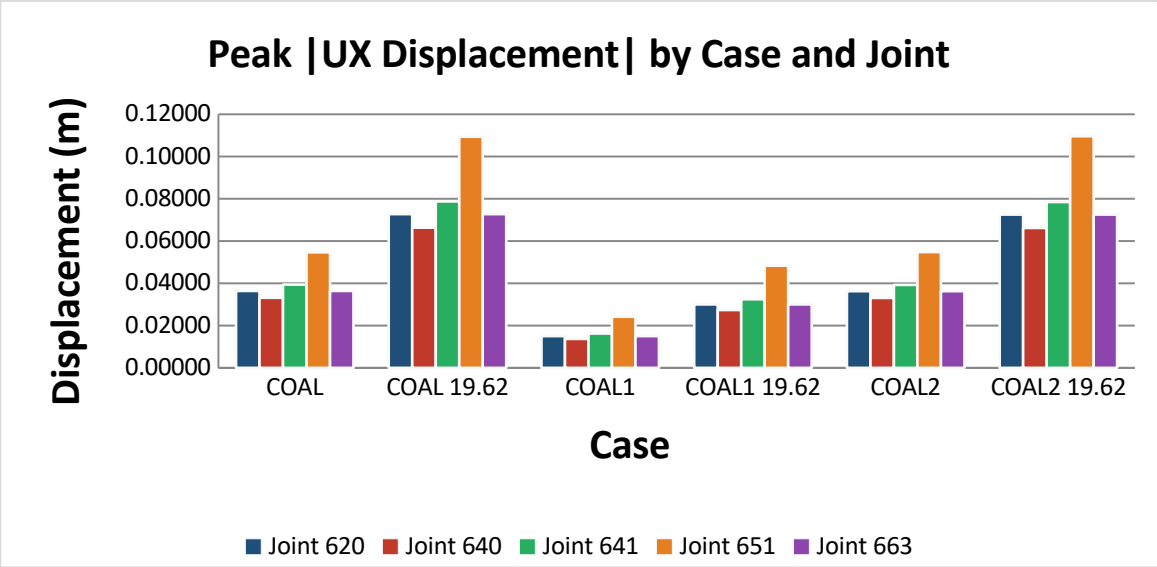
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.43: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.35	0.05468	0.05468
COAL 19.62	143.35	0.10936	0.10936
COAL1	3.15	0.02417	0.02417
COAL1 19.62	3.15	0.04834	0.04834
COAL2	3.35	0.05479	0.05479
COAL2 19.62	3.35	0.10959	0.10959

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.44: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.48: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.48: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
COAL	0.03638	0.03316	0.03938	0.05468	0.03638
COAL 19.62	0.07275	0.06632	0.07876	0.10936	0.07275
COAL1	0.01500	0.01368	0.01623	0.02417	0.01500
COAL1 19.62	0.03001	0.02736	0.03246	0.04834	0.03000
COAL2	0.03627	0.03310	0.03923	0.05479	0.03627
COAL2 19.62	0.07254	0.06620	0.07846	0.10959	0.07254

5.1-03 Συμπεράσματα Coalinga:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Coalinga 1, Coalinga 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού αυτών, COAL.

Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια, στο μέσον της εδαφικής στρώσης, είναι ο κρίσιμος κόμβος συγκριτικά με όλες τις άλλες αρθρώσεις. Καταγράφει την υψηλότερη μετακίνηση και στις τρεις περιπτώσεις, υπερβαίνοντας σταθερά την επόμενη υψηλότερη άρθρωση (641 – Στέψη του αγωγού) κατά ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 39% και 49%. Συγκεκριμένα, η COAL αποδίδει διαφορά 38,9%, η COAL2 39,7%, ενώ η COAL1 παρουσιάζει την υψηλότερη σχετική διαφορά, της τάξης του 48,9%. Αυτό υποδηλώνει μεγαλύτερη ευκαμψία της επιφανειακής στρώσης σε σχέση με τον αγωγό, η οποία εκδηλώνεται εντονότερα υπό ασθενέστερη διέγερση.

Οι αρθρώσεις 620 αριστερά του αγωγού και 663 δεξιά του αγωγού δίνουν πανομοιότυπα αποτελέσματα σε κάθε περίπτωση μέχρι και το πέμπτο δεκαδικό ψηφίο. Οι δύο αυτές

αρθρώσεις βρίσκονται σε συμμετρικές θέσεις του φορέα, επιβεβαιώνοντας ότι το μοντέλο συμπεριφέρεται όπως αναμένεται υπό καθαρά μεταφορική διέγερση UX.

Η άρθρωση 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφοντας πάντα τη μικρότερη μετακίνηση. Η άρθρωση 641 στη στέψη του αγωγού βρίσκεται μεταξύ των 640 στη βάση και 651 στην επιφάνεια, υποδηλώνοντας μια βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651.

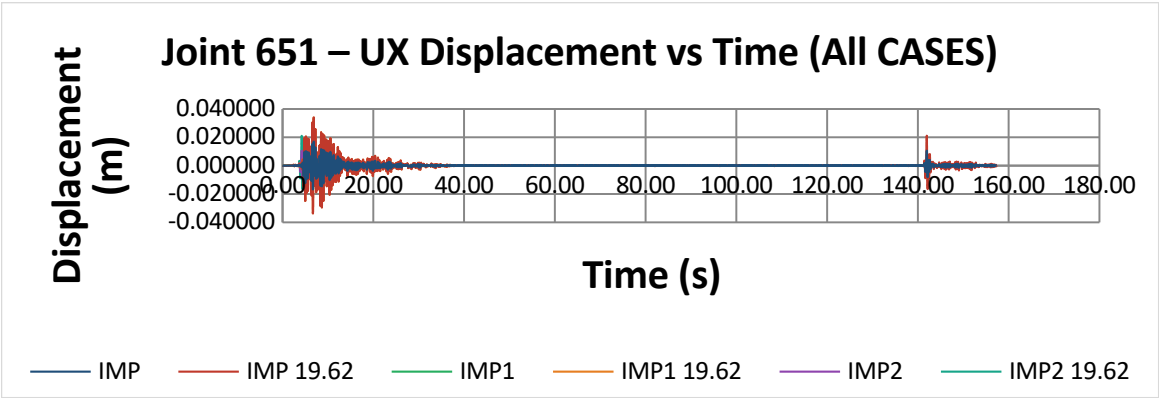
Όσον αφορά τις σεισμικές καταγραφές, οι COAL και COAL2 είναι οι επικρατούσες, παράγοντας σχεδόν ταυτόσημες μέγιστες μετακινήσεις: στον κρίσιμο κόμβο 651, η COAL αποδίδει 54,68 mm και η COAL2 54,79 mm — διαφορά μόλις 0,20%, ουσιαστικά αμελητέα. Η COAL1 είναι σαφώς η ασθενέστερη καταγραφή, με μέγιστη μετακίνηση 24,17 mm στον κόμβο 651, δηλαδή περίπου 126% χαμηλότερη από τις COAL και COAL2. Η εξαιρετικά μικρή διαφορά μεταξύ COAL και COAL2 επιβεβαιώνει ότι ο συνδυασμός των δύο καταγραφών δεν προσθέτει ουσιαστικά στη μέγιστη απαίτηση πέρα από την ισχυρότερη μεμονωμένη καταγραφή (COAL2).

Η συνολική επίδραση του συνδυασμού (COAL) εμφανίζει μετακίνηση σχεδόν πανομοιότυπη με αυτή της COAL2, αποκαλύπτοντας τη μη γραμμική συμπεριφορά του εδαφικού συστήματος. Αυτό το φαινόμενο είναι χαρακτηριστικό της γεωτεχνικής μηχανικής, όπου το έδαφος δεν ανταποκρίνεται γραμμικά σε διαδοχικές φορτίσεις αλλά «θυμάται» κυρίως τη μέγιστη καταπόνηση. Για τη μηχανική ανάλυση του αγωγού, η δεύτερη καταγραφή (COAL2) αποτελεί τον κρίσιμο παράγοντα σχεδιασμού, καθώς καθορίζει πρακτικά την ανώτατη μετακίνηση που θα υποστεί η κατασκευή.

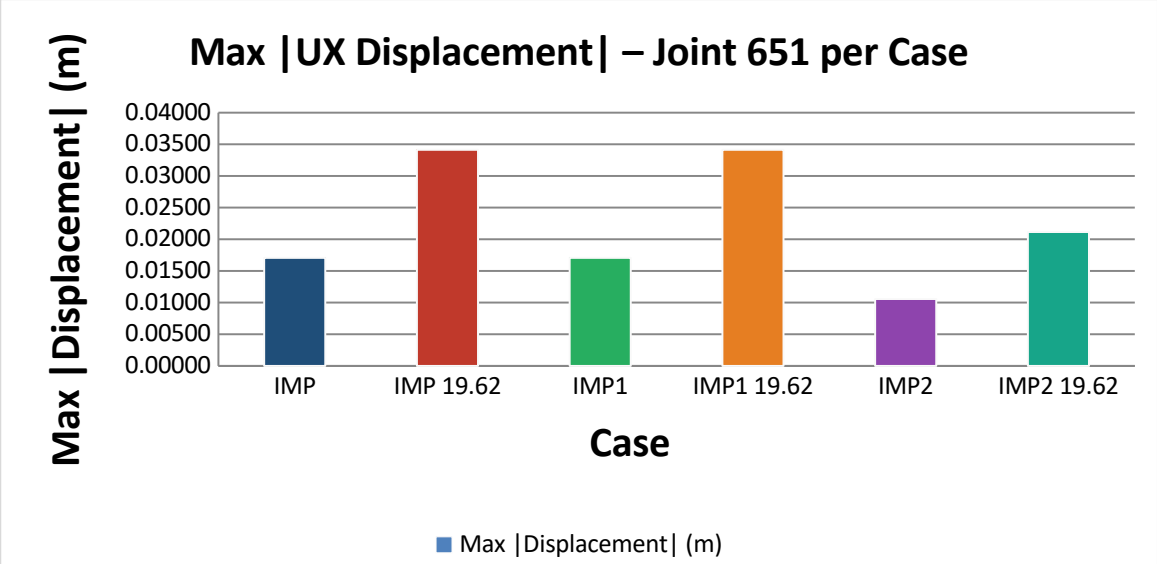
Η ανάλυση υπογραμμίζει τη σημασία της μελέτης διαδοχικών σεισμικών γεγονότων στη γεωτεχνική μηχανική, καθώς η συνολική επίδραση δεν μπορεί να προβλεφθεί από την απλή άθροιση των επιμέρους αποτελεσμάτων. Η ουσιαστικά μηδενική διαφορά μεταξύ της μέγιστης επιμέρους (COAL2) και της συνολικής (COAL) μετακίνησης δείχνει ότι το εδαφικό σύστημα έχει ήδη φτάσει σε κατάσταση κορεσμού παραμόρφωσης μετά την πρώτη ισχυρή καταπόνηση, με την COAL1 να συνεισφέρει αμελητέα επιπλέον παραμόρφωση.

5.1-04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.58: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

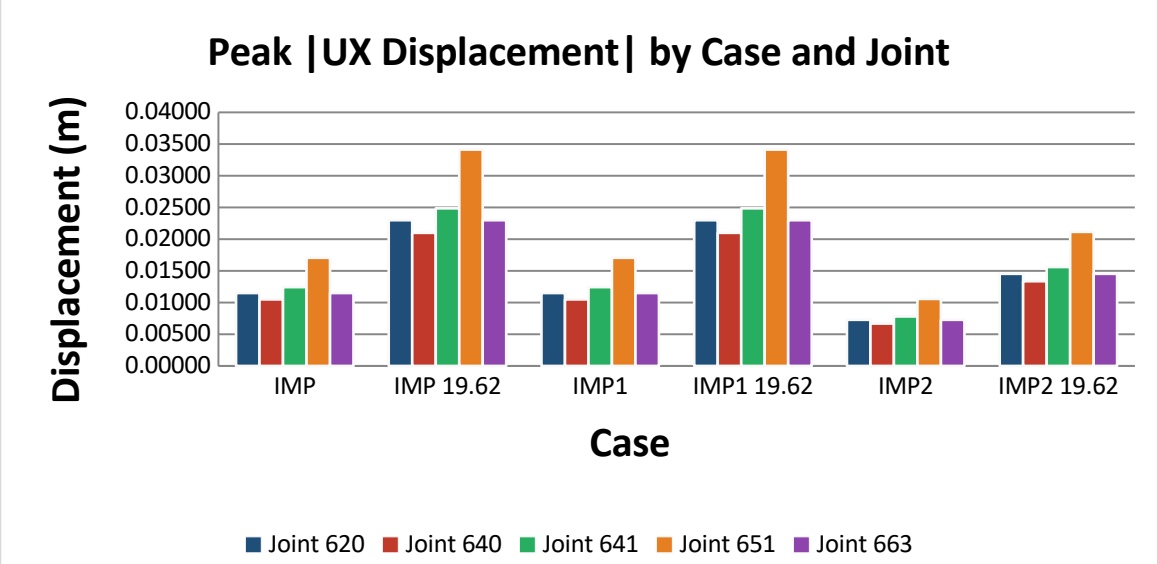


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.59: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.88	0.01706	0.01706
IMP 19.62	6.88	0.03413	0.03413
IMP1	6.88	0.01706	0.01706
IMP1 19.62	6.88	0.03413	0.03413
IMP2	4.23	0.01057	0.01057
IMP2 19.62	4.24	0.02115	0.02115

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.60: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651
Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.64: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.64: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
IMP	0.01150	0.01050	0.01243	0.01706	0.01150
IMP 19.62	0.02299	0.02100	0.02486	0.03413	0.02299
IMP1	0.01150	0.01050	0.01243	0.01706	0.01150
IMP1 19.62	0.02299	0.02100	0.02486	0.03413	0.02299
IMP2	0.00727	0.00668	0.00780	0.01057	0.00727
IMP2 19.62	0.01453	0.01336	0.01560	0.02115	0.01453

5.1-04 Συμπεράσματα Imperial:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Imperial Valley 1, Imperial Valley 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού αυτών, IMP.

Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια, στο μέσον της εδαφικής στρώσης, είναι ο κρίσιμος κόμβος συγκριτικά με όλες τις άλλες αρθρώσεις. Καταγράφει την υψηλότερη μετακίνηση και στις τρεις περιπτώσεις, υπερβαίνοντας σταθερά την επόμενη υψηλότερη άρθρωση (641 – Στέψη του αγωγού) κατά ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 35% και 37%. Συγκεκριμένα, οι IMP και IMP1 αποδίδουν πανομοιότυπη διαφορά 37,2%, ενώ η IMP2 παρουσιάζει ελαφρώς μικρότερη διαφορά 35,5%. Το εύρος αυτό είναι αξιοσημείωτα σταθερό μεταξύ των τριών περιπτώσεων, υποδηλώνοντας συνεπή συμπεριφορά ευκαμψίας της επιφανειακής στρώσης ανεξαρτήτως της έντασης της διέγερσης.

Οι αρθρώσεις 620 αριστερά του αγωγού και 663 δεξιά του αγωγού δίνουν πανομοιότυπα αποτελέσματα σε κάθε περίπτωση μέχρι και το πέμπτο δεκαδικό ψηφίο. Οι δύο αυτές

αρθρώσεις βρίσκονται σε συμμετρικές θέσεις του φορέα, επιβεβαιώνοντας ότι το μοντέλο συμπεριφέρεται όπως αναμένεται υπό καθαρά μεταφορική διέγερση UX.

Η άρθρωση 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφοντας πάντα τη μικρότερη μετακίνηση. Η άρθρωση 641 στη στέψη του αγωγού βρίσκεται μεταξύ των 640 στη βάση και 651 στην επιφάνεια, υποδηλώνοντας μια βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651.

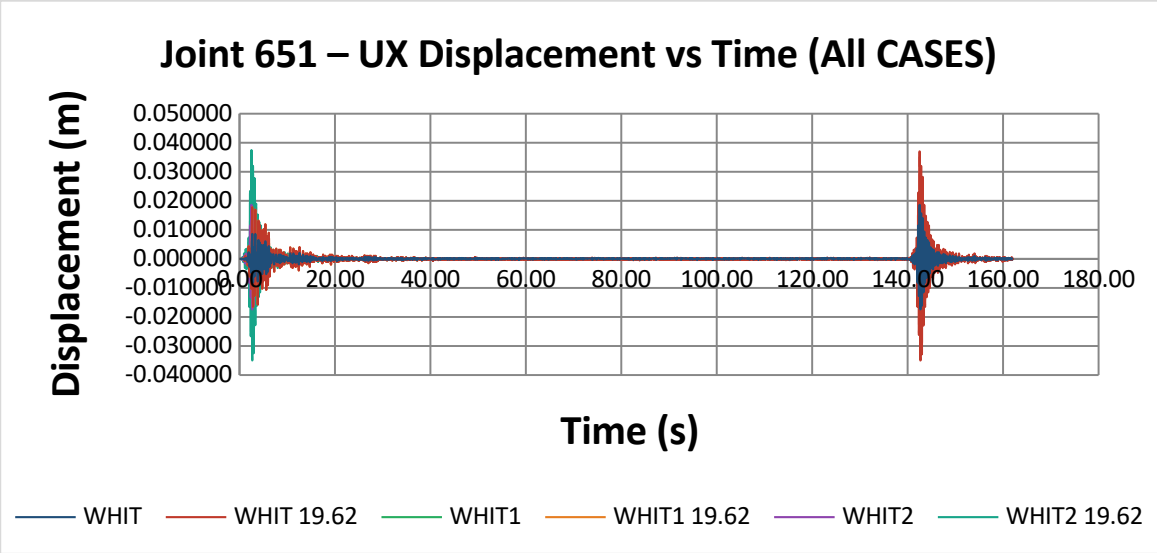
Ένα ιδιαίτερο χαρακτηριστικό αυτής της ανάλυσης είναι ότι οι περιπτώσεις IMP και IMP1 αποδίδουν απολύτως πανομοιότυπα αποτελέσματα σε όλους τους κόμβους — η διαφορά μεταξύ τους είναι μηδενική σε κάθε δεκαδικό ψηφίο. Αυτό υποδηλώνει ότι η πρώτη καταγραφή (IMP1) είναι η κυρίαρχη από τις δύο και ότι η δεύτερη (IMP2) δεν συνεισφέρει επιπλέον παραμόρφωση στον συνδυασμό, αφήνοντας το σύστημα στην ίδια ακριβώς κατάσταση με αυτή που επέβαλε η IMP1 μόνη της.

Όσον αφορά τις σεισμικές καταγραφές, οι IMP και IMP1 είναι οι επικρατούσες, παράγοντας μέγιστη μετακίνηση 17,06 mm στον κρίσιμο κόμβο 651. Η IMP2 είναι σαφώς η ασθενέστερη καταγραφή, με μέγιστη μετακίνηση 10,57 mm στον κόμβο 651, δηλαδή περίπου 61% χαμηλότερη από τις IMP και IMP1. Για τη μηχανική ανάλυση του αγωγού, η πρώτη καταγραφή (IMP1) αποτελεί τον κρίσιμο παράγοντα σχεδιασμού, καθώς καθορίζει εξ ολοκλήρου την ανώτατη μετακίνηση που θα υποστεί η κατασκευή.

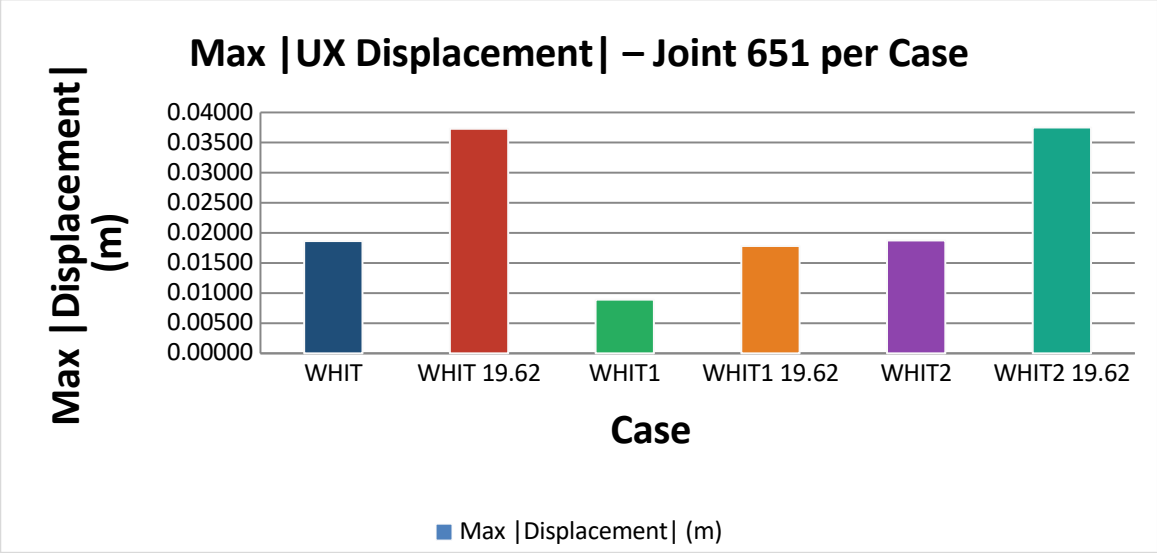
Η ανάλυση υπογραμμίζει τη σημασία της μελέτης διαδοχικών σεισμικών γεγονότων στη γεωτεχνική μηχανική, καθώς η συνολική επίδραση δεν μπορεί να προβλεφθεί από την απλή άθροιση των επιμέρους αποτελεσμάτων. Η απόλυτη ταύτιση μεταξύ IMP και IMP1 δείχνει ότι το εδαφικό σύστημα έχει ήδη φτάσει σε κατάσταση κορεσμού παραμόρφωσης από την πρώτη ισχυρή καταγραφή, με την IMP2 να μην προσθέτει καμία επιπλέον παραμορφωσιακή απαίτηση στον φορέα.

05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.74: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



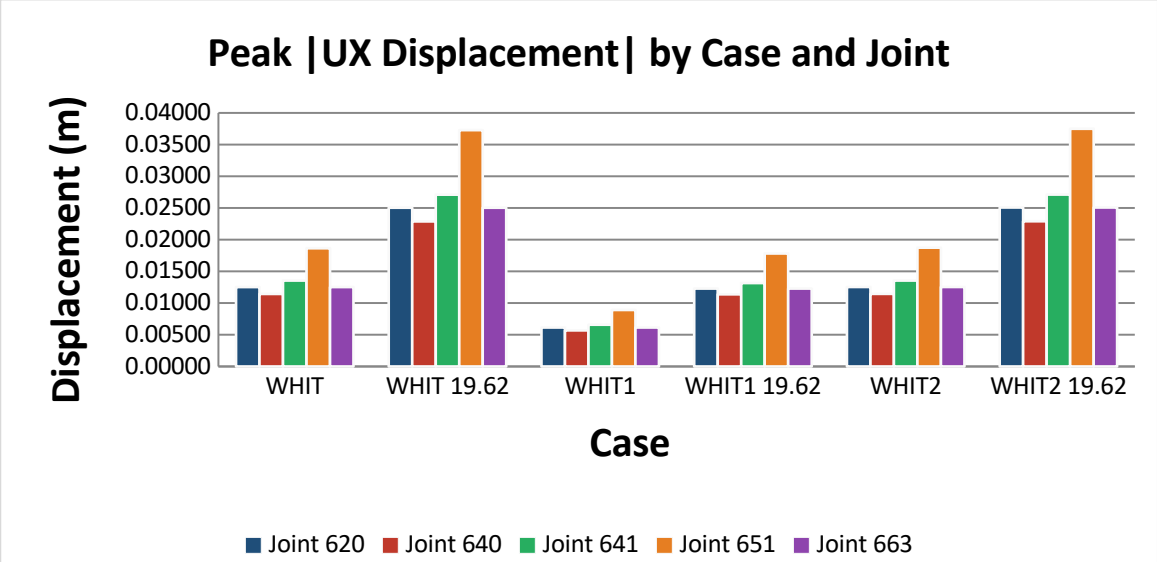
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.75: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01864	0.01864
WHIT 19.62	142.51	0.03728	0.03728
WHIT1	2.68	0.00891	0.00891
WHIT1 19.62	2.68	0.01782	0.01782
WHIT2	2.51	0.01874	0.01874
WHIT2 19.62	2.51	0.03749	0.03749

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.76: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.80: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.80: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
WHIT	0.01252	0.01144	0.01355	0.01864	0.01252
WHIT 19.62	0.02503	0.02287	0.02710	0.03728	0.02503
WHIT1	0.00614	0.00569	0.00658	0.00891	0.00614
WHIT1 19.62	0.01228	0.01137	0.01315	0.01782	0.01228
WHIT2	0.01253	0.01145	0.01355	0.01874	0.01253
WHIT2 19.62	0.02507	0.02290	0.02711	0.03749	0.02507

5.1-05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Whittier Narrows 1, Whittier Narrows 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού αυτών, Whittier Narrows.

Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια, στο μέσον της εδαφικής στρώσης, είναι ο κρίσιμος κόμβος συγκριτικά με όλες τις άλλες αρθρώσεις. Καταγράφει την υψηλότερη μετακίνηση και στις τρεις περιπτώσεις, υπερβαίνοντας σταθερά την επόμενη υψηλότερη άρθρωση (641 – Στέψη του αγωγού) κατά ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 35% και 38%. Συγκεκριμένα, η Whittier Narrows αποδίδει διαφορά 37,6%, η WHIT2 38,3%, ενώ η WHIT1 παρουσιάζει ελαφρώς μικρότερη διαφορά 35,4%. Το εύρος αυτό είναι αξιοσημείωτα σταθερό μεταξύ των τριών περιπτώσεων, υποδηλώνοντας συνεπή συμπεριφορά ευκαμψίας της επιφανειακής στρώσης ανεξαρτήτως της έντασης της διέγερσης.

Οι αρθρώσεις 620 αριστερά του αγωγού και 663 δεξιά του αγωγού δίνουν πανομοιότυπα αποτελέσματα σε κάθε περίπτωση μέχρι και το πέμπτο δεκαδικό ψηφίο. Οι δύο αυτές αρθρώσεις βρίσκονται σε συμμετρικές θέσεις του φορέα, επιβεβαιώνοντας ότι το μοντέλο συμπεριφέρεται όπως αναμένεται υπό καθαρά μεταφορική διέγερση UX.

Η άρθρωση 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφοντας πάντα τη μικρότερη μετακίνηση. Η άρθρωση 641 στη στέψη του αγωγού βρίσκεται μεταξύ των 640 στη βάση και 651 στην επιφάνεια, υποδηλώνοντας μια βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651.

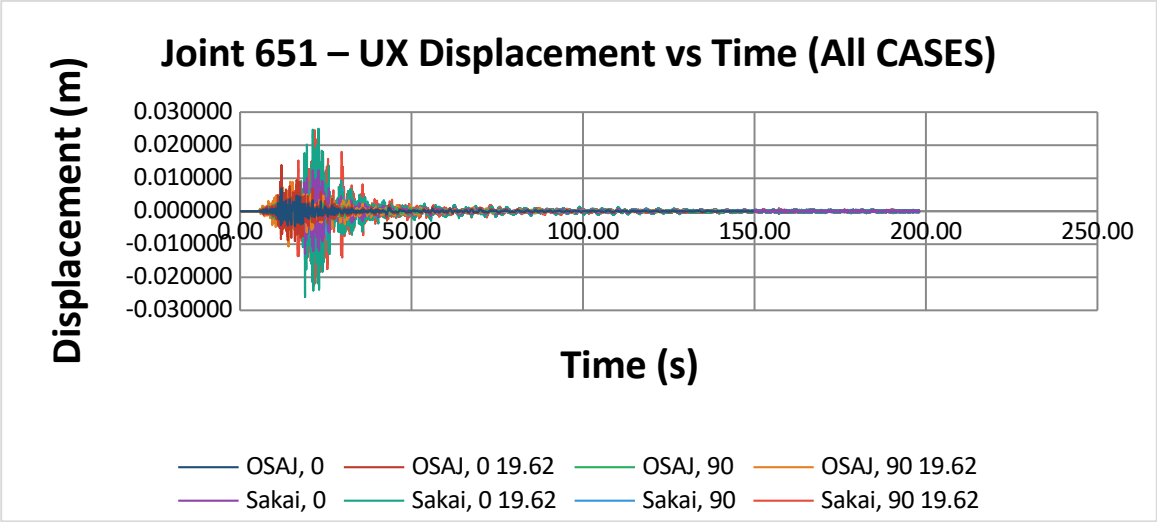
Όσον αφορά τις σεισμικές καταγραφές, οι Whittier Narrows και WHIT2 είναι οι επικρατούσες, παράγοντας σχεδόν ταυτόσημες μέγιστες μετακινήσεις: στον κρίσιμο κόμβο 651, η Whittier Narrows αποδίδει 18,64 mm και η WHIT2 18,74 mm — διαφορά μόλις 0,54%, ουσιαστικά αμελητέα. Η WHIT1 είναι σαφώς η ασθενέστερη καταγραφή, με μέγιστη μετακίνηση 8,91 mm στον κόμβο 651, δηλαδή περίπου 109–110% χαμηλότερη από τις Whittier Narrows και WHIT2. Η εξαιρετικά μικρή διαφορά μεταξύ Whittier Narrows και WHIT2 επιβεβαιώνει ότι ο συνδυασμός των δύο καταγραφών δεν προσθέτει ουσιαστικά στη μέγιστη απαίτηση πέρα από την ισχυρότερη μεμονωμένη καταγραφή (WHIT2).

Η συνολική επίδραση του συνδυασμού (Whittier Narrows) εμφανίζει μετακίνηση σχεδόν πανομοιότυπη με αυτή της WHIT2, αποκαλύπτοντας τη μη γραμμική συμπεριφορά του εδαφικού συστήματος. Αυτό το φαινόμενο είναι χαρακτηριστικό της γεωτεχνικής μηχανικής, όπου το έδαφος δεν ανταποκρίνεται γραμμικά σε διαδοχικές φορτίσεις αλλά «θυμάται» κυρίως τη μέγιστη καταπόνηση. Για τη μηχανική ανάλυση του αγωγού, η δεύτερη καταγραφή (WHIT2) αποτελεί τον κρίσιμο παράγοντα σχεδιασμού, καθώς καθορίζει πρακτικά την ανώτατη μετακίνηση που θα υποστεί η κατασκευή.

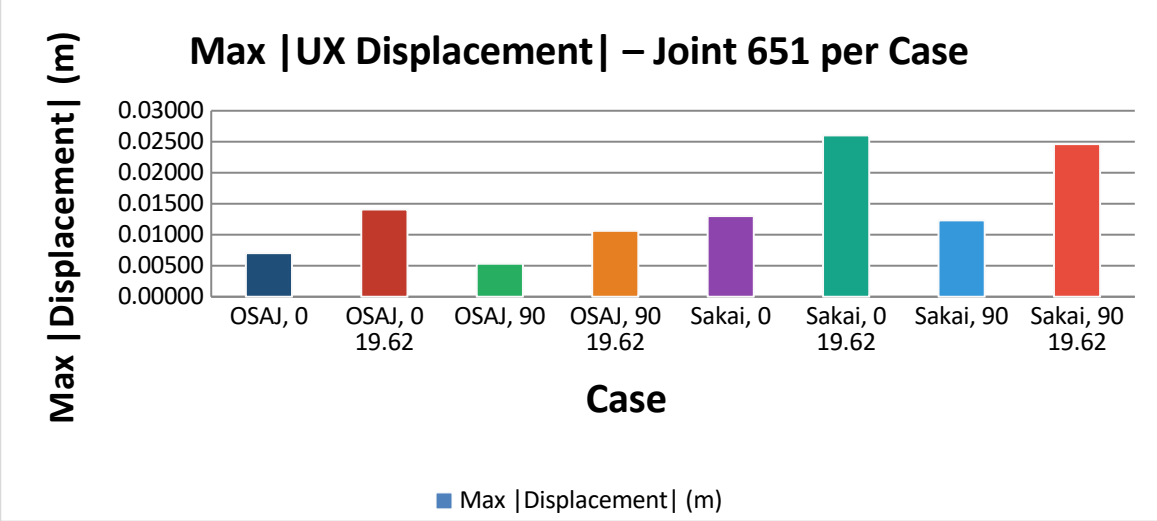
Η ανάλυση υπογραμμίζει τη σημασία της μελέτης διαδοχικών σεισμικών γεγονότων στη γεωτεχνική μηχανική, καθώς η συνολική επίδραση δεν μπορεί να προβλεφθεί από την απλή άθροιση των επιμέρους αποτελεσμάτων. Η ουσιαστικά μηδενική διαφορά μεταξύ της μέγιστης επιμέρους (WHIT2) και της συνολικής (Whittier Narrows) μετακίνησης δείχνει ότι το εδαφικό σύστημα έχει ήδη φτάσει σε κατάσταση κορεσμού παραμόρφωσης μετά την πρώτη ισχυρή καταπόνηση, με την WHIT1 να συνεισφέρει αμελητέα επιπλέον παραμόρφωση.

5.1-06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.90: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



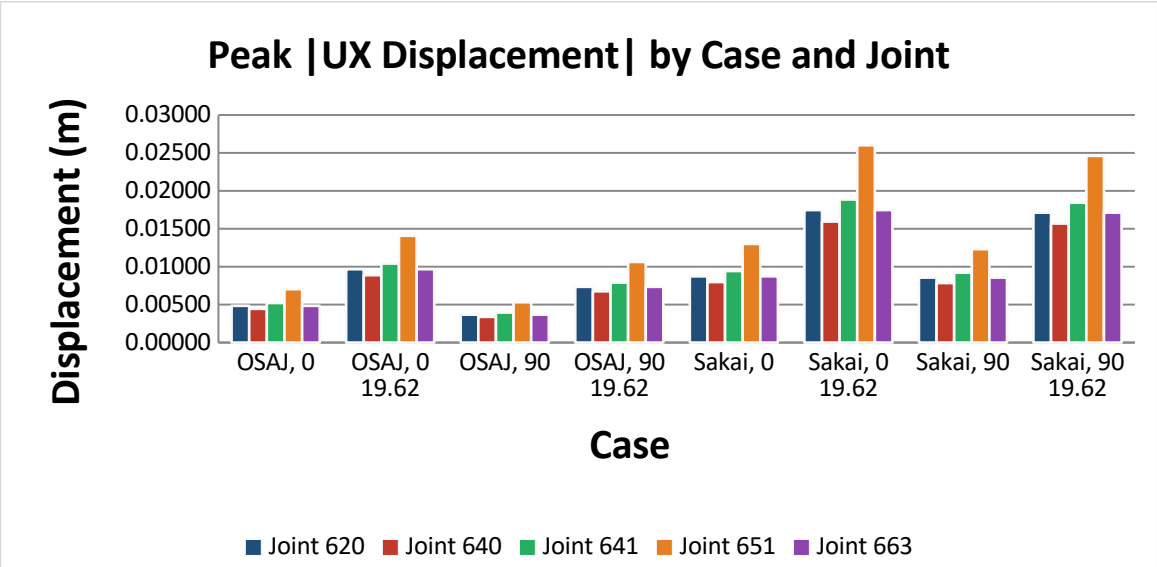
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.91: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.12	0.00703	0.00703
OSAJ, 0 19.62	12.12	0.01407	0.01407
OSAJ, 90	14.14	-0.00531	0.00531
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.01062	0.01062
Sakai, 0	18.96	-0.01300	0.01300
Sakai, 0 19.62	18.96	-0.02601	0.02601
Sakai, 90	21.79	0.01231	0.01231
Sakai, 90 19.62	21.79	0.02461	0.02461

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.92: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.96: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.96: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
OSAJ, 0	0.00484	0.00444	0.00521	0.00703	0.00484
OSAJ, 0 19.62	0.00967	0.00888	0.01041	0.01407	0.00967
OSAJ, 90	0.00367	0.00338	0.00395	0.00531	0.00367
OSAJ, 90 19.62	0.00734	0.00675	0.00790	0.01062	0.00734
Sakai, 0	0.00873	0.00797	0.00943	0.01300	0.00873
Sakai, 0 19.62	0.01746	0.01595	0.01886	0.02601	0.01746
Sakai, 90	0.00856	0.00784	0.00921	0.01231	0.00856
Sakai, 90 19.62	0.01712	0.01569	0.01843	0.02461	0.01712

5.1-06 Συμπεράσματα Kobe Japan:

Αυτό η ανάλυση άφορα τις ιαπωνικές σεισμικές καταγραφές Osaka-J και Sakai, και στις δύο συνιστώσες (0° και 90°).

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Osaka-J (συνιστώσες 0° και 90°) και Sakai (συνιστώσες 0° και 90°). Σε αντίθεση με τις προηγούμενες αναλύσεις, εδώ δεν εξετάζεται συνδυαστική περίπτωση τύπου MAT ή CHAL, αλλά δύο ανεξάρτητα ζεύγη καταγραφών ανά διεύθυνση εφαρμογής.

Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια, στο μέσον της εδαφικής στρώσης, είναι ο κρίσιμος κόμβος συγκριτικά με όλες τις άλλες αρθρώσεις. Καταγράφει την υψηλότερη μετακίνηση και στις τέσσερις περιπτώσεις, υπερβαίνοντας σταθερά την επόμενη υψηλότερη άρθρωση (641 – Στέψη του αγωγού) κατά ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 34% και 38%. Συγκεκριμένα, η Sakai 0° αποδίδει διαφορά 37,9%, η OSAJ 0° 34,9%, η OSAJ 90° 34,4% και η Sakai 90° 33,7%. Το εύρος αυτό είναι αξιοσημείωτα σταθερό μεταξύ όλων των περιπτώσεων και διεύθυνσεων, υποδηλώνοντας συνεπή συμπεριφορά ευκαμψίας της επιφανειακής στρώσης ανεξαρτήτως της σεισμικής πηγής και της διεύθυνσης εφαρμογής.

Οι αρθρώσεις 620 αριστερά του αγωγού και 663 δεξιά του αγωγού δίνουν πανομοιότυπα αποτελέσματα σε κάθε περίπτωση μέχρι και το πέμπτο δεκαδικό ψηφίο. Οι δύο αυτές αρθρώσεις βρίσκονται σε συμμετρικές θέσεις του φορέα, επιβεβαιώνοντας ότι το μοντέλο συμπεριφέρεται όπως αναμένεται υπό καθαρά μεταφορική διέγερση UX.

Η άρθρωση 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφοντας πάντα τη μικρότερη μετακίνηση. Η άρθρωση 641 στη στέψη του αγωγού βρίσκεται μεταξύ των 640 στη βάση και 651 στην επιφάνεια, υποδηλώνοντας μια βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651.

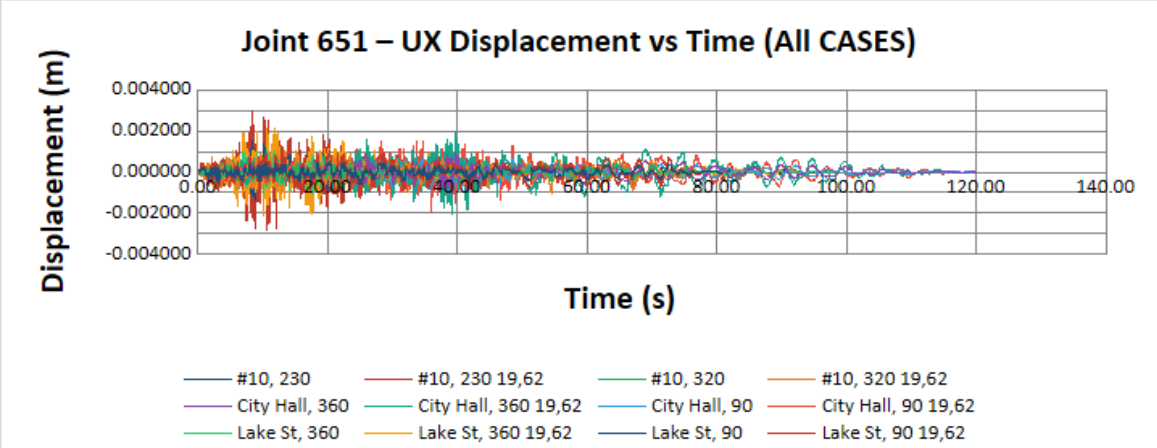
Όσον αφορά την επίδραση της διεύθυνσης εφαρμογής, η συνιστώσα 0° αποδίδει υψηλότερες μετακινήσεις από τη συνιστώσα 90° και για τις δύο σεισμικές πηγές. Για τις καταγραφές Osaka-J, η διεύθυνση 0° παράγει μετακίνηση 7,03 mm έναντι 5,31 mm της 90° στον κόμβο 651 — διαφορά 32,4%, αξιοσημείωτα μεγάλη. Για τις καταγραφές Sakai, η διαφορά μεταξύ των δύο διευθύνσεων είναι πολύ μικρότερη: 13,00 mm έναντι 12,31 mm — διαφορά μόλις 5,6%, ουσιαστικά αμελητέα.

Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των δύο σεισμικών πηγών, οι καταγραφές Sakai είναι σαφώς κυρίαρχες: στον κρίσιμο κόμβο 651, η Sakai 0° αποδίδει 13,00 mm έναντι 7,03 mm της OSAJ 0° — διαφορά 85%. Η κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού για τον αγωγό είναι η Sakai 0°, η οποία καταγράφει τη μέγιστη απαίτηση μετακίνησης συνολικά.

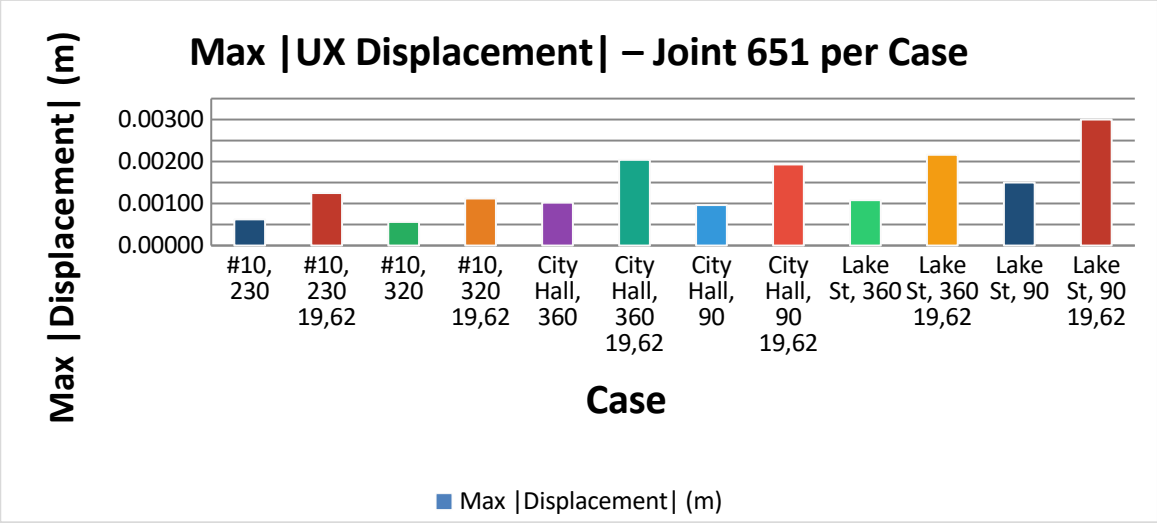
Η ανάλυση αναδεικνύει τη σημασία της επιλογής διεύθυνσης εφαρμογής στις χρονοϊστορίες σεισμικής ανάλυσης. Η σημαντική διαφορά μεταξύ 0° και 90° για τις καταγραφές Osaka-J (32%) υπογραμμίζει ότι η επιλογή της κατεύθυνσης εφαρμογής δεν είναι αδιάφορη — η χρήση μόνο μίας συνιστώσας θα μπορούσε να οδηγήσει σε σημαντική υποεκτίμηση ή υπερεκτίμηση της σεισμικής απαίτησης. Αντίθετα, για τις καταγραφές Sakai, η σχεδόν ισότιμη απόκριση στις δύο διευθύνσεις υποδηλώνει ισοτροπικότερο χαρακτήρα της κίνησης εδάφους.

5.1-07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.106: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



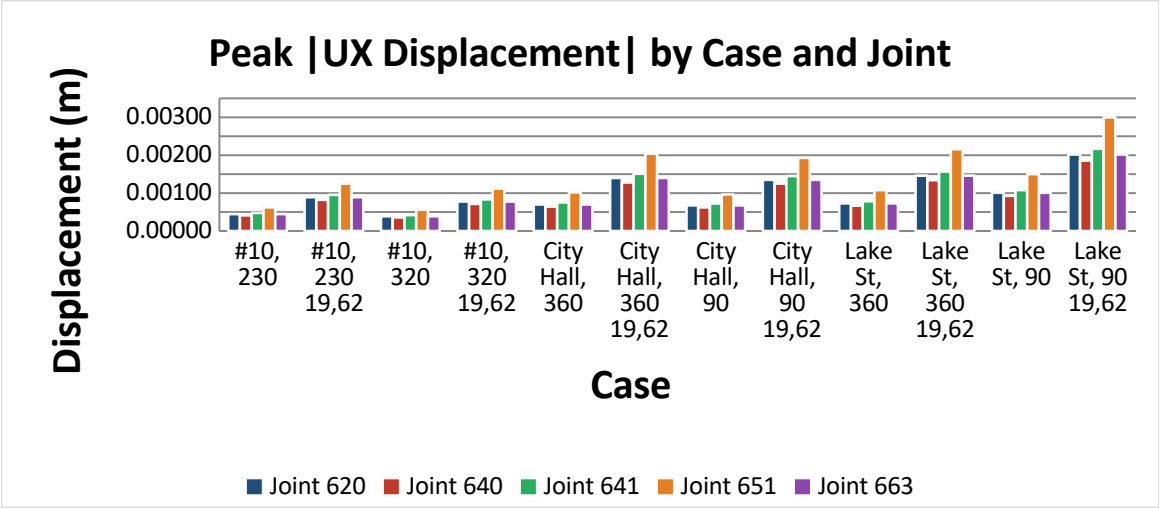
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.107: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.11	-0.00062	0.00062
#10, 230 19,62	25.10	-0.00125	0.00125
#10, 320	12.41	0.00056	0.00056
#10, 320 19,62	12.40	0.00112	0.00112
City Hall, 360	39.21	-0.00102	0.00102
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00204	0.00204
City Hall, 90	35.94	-0.00096	0.00096
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00193	0.00193
Lake St, 360	10.55	0.00108	0.00108
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00216	0.00216
Lake St, 90	8.35	0.00150	0.00150
Lake St, 90 19,62	8.36	0.00300	0.00300

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.108: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.112: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.112: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
#10, 230	0.00045	0.00041	0.00048	0.00062	0.00045
#10, 230 19,62	0.00089	0.00082	0.00095	0.00125	0.00089
#10, 320	0.00039	0.00036	0.00042	0.00056	0.00039
#10, 320 19,62	0.00078	0.00072	0.00084	0.00112	0.00078
City Hall, 360	0.00070	0.00064	0.00075	0.00102	0.00070
City Hall, 360 19,62	0.00140	0.00128	0.00151	0.00204	0.00140
City Hall, 90	0.00068	0.00062	0.00073	0.00096	0.00068
City Hall, 90 19,62	0.00135	0.00125	0.00145	0.00193	0.00135
Lake St, 360	0.00073	0.00067	0.00079	0.00108	0.00073
Lake St, 360 19,62	0.00146	0.00134	0.00157	0.00216	0.00146
Lake St, 90	0.00101	0.00093	0.00108	0.00150	0.00101
Lake St, 90 19,62	0.00202	0.00186	0.00217	0.00300	0.00202

5.1-07 Συμπεράσματα Hector Maine:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια έξι σεισμικών καταγραφών του σεισμού Hector Mine: El Centro Array #10 στις συνιστώσες 230° και 320°, Huntington Beach – Lake St στις συνιστώσες 90° και 360°, και LB – City Hall στις συνιστώσες 90° και 360°.

Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια, στο μέσον της εδαφικής στρώσης, είναι ο κρίσιμος κόμβος συγκριτικά με όλες τις άλλες αρθρώσεις. Καταγράφει την υψηλότερη μετακίνηση και στις έξι περιπτώσεις, υπερβαίνοντας σταθερά την επόμενη υψηλότερη άρθρωση (641 – Στέψη του αγωγού) κατά ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 31% και 39%. Η μικρότερη σχετική διαφορά παρατηρείται για την El Centro #10, 230° (30,8%), ενώ η μεγαλύτερη για τη Lake St, 90° (38,9%). Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως και στις έξι περιπτώσεις.

Οι αρθρώσεις 620 αριστερά του αγωγού και 663 δεξιά του αγωγού δίνουν πανομοιότυπα αποτελέσματα σε κάθε περίπτωση. Η μοναδική εξαίρεση αφορά την καταγραφή El Centro #10, 320°, όπου οι δύο κόμβοι διαφέρουν κατά 0,0000001 m — διαφορά που ανάγεται σε στρογγυλοποίηση κατά την εξαγωγή των αποτελεσμάτων και δεν έχει φυσική σημασία. Η συμμετρία του μοντέλου υπό μεταφορική διέγερση UX επιβεβαιώνεται πλήρως.

Η άρθρωση 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφοντας πάντα τη μικρότερη μετακίνηση. Η άρθρωση 641 στη στέψη του αγωγού βρίσκεται μεταξύ των 640 και 651, επιβεβαιώνοντας τη βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651.

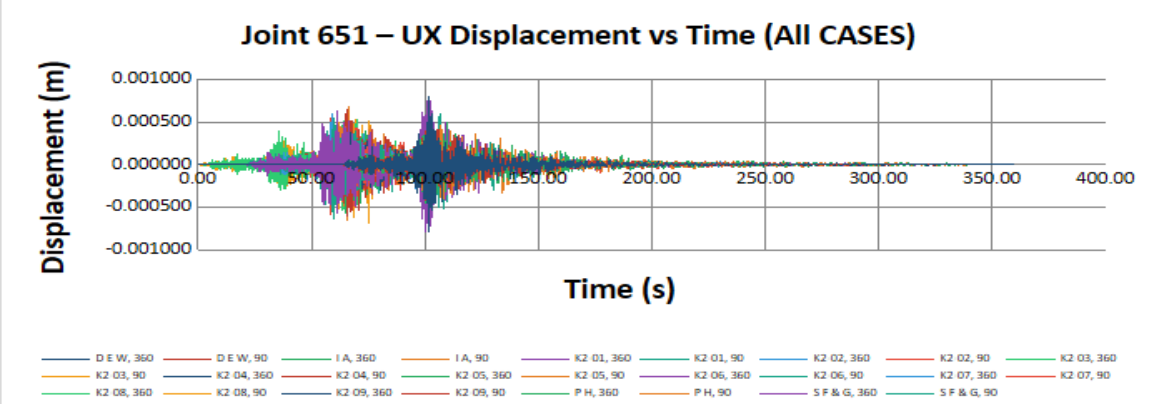
Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ σταθμών και διευθύνσεων, η κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού είναι η Huntington Beach – Lake St, 90°, η οποία αποδίδει τη μέγιστη μετακίνηση 1,500 mm στον κόμβο 651. Αξιοσημείωτο είναι ότι για τον σταθμό αυτό η συνιστώσα 90° υπερτερεί της 360° κατά 38,9% — η μεγαλύτερη ανισοτροπία μεταξύ διευθύνσεων που παρατηρείται στο σύνολο δεδομένων. Αντίθετα, για τον σταθμό LB – City Hall η διαφορά μεταξύ 360° και 90° είναι μικρή (5,9%), ενώ για τον El Centro #10 η συνιστώσα 230° υπερτερεί της 320° κατά 10,9%. Ο σταθμός El Centro #10 παράγει τις χαμηλότερες μετακινήσεις συνολικά, με μέγιστο 0,623 mm στη 230° — περίπου 2,7 φορές μικρότερη από τη μέγιστη τιμή της Lake St, 90°. Αυτή η σημαντική διαφορά μεταξύ σταθμών υπογραμμίζει την επίδραση της απόστασης και των τοπικών εδαφικών συνθηκών στην ένταση της σεισμικής κίνησης.

Όσον αφορά τη σύγκριση μεταξύ των αποτελεσμάτων με g = 9,81 m/s² (βασικές σειρές) και g = 19,62 m/s² (κλιμακωμένες σειρές), οι κλιμακωμένες τιμές αντιστοιχούν σε ακριβώς διπλάσια σεισμική εισαγωγή ενέργειας. Ο λόγος κλιμάκωσης για τον κόμβο 651 κυμαίνεται μεταξύ 1,994 και 2,006 σε όλες τις περιπτώσεις, επιβεβαιώνοντας ότι η απόκριση του συστήματος παραμένει γραμμική ή σχεδόν γραμμική στο συγκεκριμένο εύρος φόρτισης. Η διπλασιασμός της σεισμικής εισαγωγής οδηγεί σε αντίστοιχο διπλασιασμό των μετακινήσεων σε όλους τους κόμβους και για όλες τις καταγραφές, χωρίς να εμφανίζονται μη γραμμικές αποκλίσεις. Για παράδειγμα, η Lake St, 90° αποδίδει 1,500 mm για g = 9,81 m/s² και 3,000 mm για g = 19,62 m/s², διπλασιασμός που επαληθεύεται σε κάθε κόμβο. Η γραμμική αυτή συμπεριφορά αντικατοπτρίζει ότι το εδαφικό σύστημα στο εν λόγω εύρος μετακινήσεων — της τάξης των δεκάτων του χιλιοστού έως λίγα χιλιοστά — δεν εισέρχεται σε ανελαστική περιοχή, σε αντίθεση με άλλες σεισμικές σειρές (π.χ. Coalinga, Mammoth) όπου οι μεγαλύτερες απαιτήσεις υποδηλώνουν εντονότερη μη γραμμικότητα.

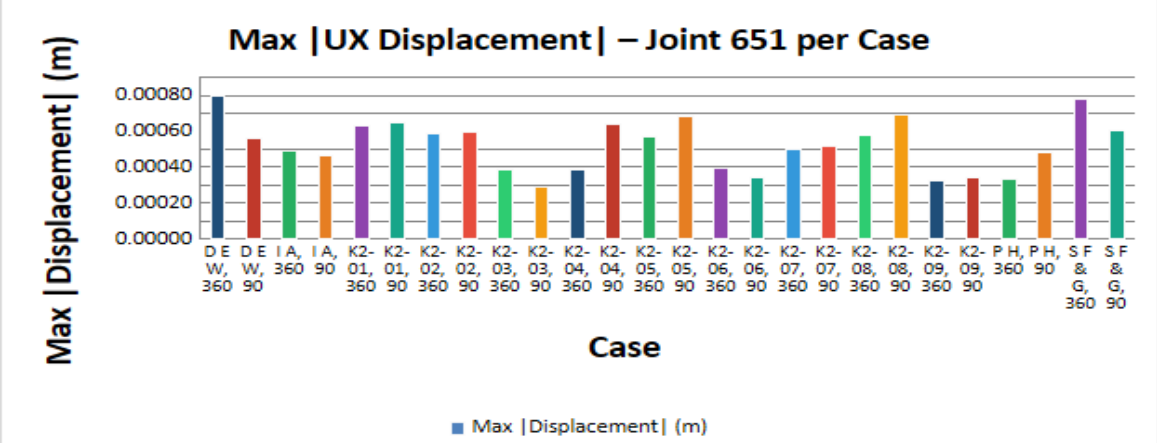
Η ανάλυση υπογραμμίζει ότι, παρόλο που ο σεισμός Hector Mine είναι ισχυρός (Mw 7,1), οι συγκεκριμένοι σταθμοί καταγράφουν σχετικά μέτριες μετακινήσεις στον αγωγό λόγω της μεγάλης επικεντρικής απόστασης και των τοπικών εδαφικών συνθηκών. Η επιλογή της κρίσιμης διεύθυνσης εφαρμογής αποδεικνύεται καθοριστική, ιδιαίτερα για τον σταθμό Lake St όπου η συνιστώσα 90° παράγει σχεδόν 40% υψηλότερη απαίτηση από τη 360°.

5.1-08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.122: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



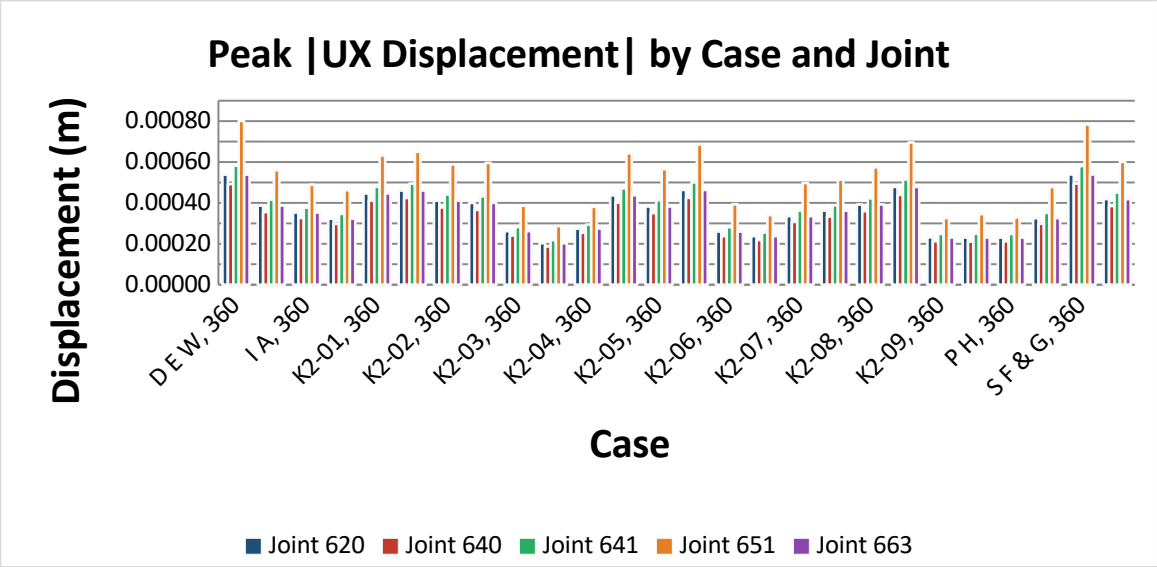
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.123: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00080	0.00080
D E W, 90	102.54	0.00056	0.00056
I A, 360	109.58	0.00049	0.00049
I A, 90	107.13	0.00046	0.00046
K2-01, 360	61.38	0.00063	0.00063
K2-01, 90	60.04	-0.00065	0.00065
K2-02, 360	58.91	0.00059	0.00059
K2-02, 90	58.70	-0.00060	0.00060
K2-03, 360	35.88	0.00039	0.00039
K2-03, 90	38.19	0.00029	0.00029
K2-04, 360	67.14	0.00038	0.00038
K2-04, 90	65.62	0.00064	0.00064
K2-05, 360	64.72	-0.00057	0.00057
K2-05, 90	66.14	0.00069	0.00069
K2-06, 360	60.73	-0.00039	0.00039
K2-06, 90	67.28	0.00034	0.00034
K2-07, 360	66.30	0.00050	0.00050
K2-07, 90	67.06	0.00051	0.00051
K2-08, 360	65.34	-0.00057	0.00057
K2-08, 90	75.19	-0.00070	0.00070
K2-09, 360	60.12	0.00033	0.00033
K2-09, 90	63.78	-0.00035	0.00035
P H, 360	98.61	0.00033	0.00033
P H, 90	102.41	-0.00048	0.00048
S F & G, 360	100.41	-0.00078	0.00078
S F & G, 90	106.57	0.00060	0.00060

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.124: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.128: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.128: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
D E W, 360	0.00054	0.00049	0.00058	0.00080	0.00054
D E W, 90	0.00039	0.00036	0.00042	0.00056	0.00039
I A, 360	0.00035	0.00033	0.00038	0.00049	0.00035
I A, 90	0.00032	0.00030	0.00035	0.00046	0.00032
K2-01, 360	0.00045	0.00041	0.00048	0.00063	0.00045
K2-01, 90	0.00046	0.00042	0.00049	0.00065	0.00046
K2-02, 360	0.00041	0.00038	0.00044	0.00059	0.00041
K2-02, 90	0.00040	0.00037	0.00043	0.00060	0.00040
K2-03, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00039	0.00026
K2-03, 90	0.00020	0.00019	0.00022	0.00029	0.00020
K2-04, 360	0.00027	0.00025	0.00029	0.00038	0.00027
K2-04, 90	0.00044	0.00040	0.00047	0.00064	0.00044
K2-05, 360	0.00038	0.00035	0.00041	0.00057	0.00038
K2-05, 90	0.00046	0.00042	0.00050	0.00069	0.00046
K2-06, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00039	0.00026
K2-06, 90	0.00024	0.00022	0.00026	0.00034	0.00024
K2-07, 360	0.00034	0.00031	0.00036	0.00050	0.00034
K2-07, 90	0.00036	0.00033	0.00039	0.00051	0.00036
K2-08, 360	0.00039	0.00036	0.00042	0.00057	0.00039
K2-08, 90	0.00048	0.00044	0.00051	0.00070	0.00048
K2-09, 360	0.00023	0.00021	0.00025	0.00033	0.00023
K2-09, 90	0.00023	0.00021	0.00025	0.00035	0.00023
P H, 360	0.00023	0.00021	0.00025	0.00033	0.00023
P H, 90	0.00033	0.00030	0.00035	0.00048	0.00033
S F & G, 360	0.00054	0.00049	0.00058	0.00078	0.00054
S F & G, 90	0.00042	0.00039	0.00045	0.00060	0.00042

5.1-08 Συμπεράσματα Nenana Mountain:

Αυτή η ανάλυση αφορά 26 καταγραφές από τον σεισμό Nenana Mountain, Alaska, κατανεμημένες σε τέσσερις ονομαστούς σταθμούς (Dowl Eng Warehouse, International Airport, Police Headquarters, State Fish & Game) και εννέα καταγραφές της σειράς K2 (K2-01 έως K2-09), καθεμία στις συνιστώσες 90° και 360°.

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Nenana Mountain, Alaska, από τέσσερις σταθμούς της πόλης Anchorage (Dowl Eng Warehouse, International Airport, Police Headquarters, State Fish & Game) και εννέα καταγραφές της σειράς K2 (K2-01 έως K2-09), καθεμία στις δύο οριζόντιες συνιστώσες 90° και 360°.

Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια, στο μέσον της εδαφικής στρώσης, είναι ο κρίσιμος κόμβος συγκριτικά με όλες τις άλλες αρθρώσεις. Καταγράφει την υψηλότερη μετακίνηση και στις 26 περιπτώσεις αδιαλείπτως, υπερβαίνοντας σταθερά την επόμενη υψηλότερη άρθρωση (641 – Στέψη του αγωγού) κατά ποσοστό που κυμαίνεται μεταξύ 30% και 40%. Συγκεκριμένα, η μικρότερη σχετική διαφορά παρατηρείται για τον σταθμό International Airport, 360° (29,6%), ενώ η μεγαλύτερη για την K2-06, 360° (39,9%). Το εύρος αυτό είναι αξιοσημείωτα σταθερό σε ένα σύνολο 26 ετερογενών καταγραφών από διαφορετικές θέσεις και διευθύνσεις, επιβεβαιώνοντας τη συνεπή συμπεριφορά ευκαμψίας της επιφανειακής στρώσης ανεξαρτήτως της έντασης και της διεύθυνσης της διέγερσης. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως και στις 26 περιπτώσεις.

Οι αρθρώσεις 620 αριστερά του αγωγού και 663 δεξιά του αγωγού δίνουν πανομοιότυπα αποτελέσματα σε κάθε περίπτωση μέχρι και το έβδομο δεκαδικό ψηφίο, χωρίς καμία απόκλιση σε όλες τις 26 καταγραφές. Αυτό αποτελεί την πληρέστερη επιβεβαίωση συμμετρίας που έχει παρατηρηθεί σε ολόκληρη τη σειρά των αναλύσεων.

Η άρθρωση 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε όλες τις περιπτώσεις, καταγράφοντας πάντα τη μικρότερη μετακίνηση. Η άρθρωση 641 στη στέψη του αγωγού βρίσκεται μεταξύ των 640 και 651 σε κάθε μία από τις 26 περιπτώσεις, επιβεβαιώνοντας τη βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651.

Ονομαστοί σταθμοί Anchorage. Η κρίσιμη περίπτωση μεταξύ των τεσσάρων ονομαστών σταθμών είναι η Dowl Eng Warehouse, 360°, με μέγιστη μετακίνηση 0,801 mm στον κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή σε ολόκληρο το σύνολο δεδομένων. Ακολουθεί ο State Fish & Game, 360° με 0,784 mm, δηλαδή μόλις 2,2% χαμηλότερα. Για τον σταθμό Dowl Eng Warehouse η συνιστώσα 360° υπερτερεί της 90° κατά 43,1%, ενώ για τον State Fish & Game η αντίστοιχη διαφορά είναι 30,4%. Αντίθετα, για τον σταθμό Police Headquarters η συνιστώσα 90° υπερτερεί της 360° κατά 45,1% (0,478 mm έναντι 0,329 mm) — η μεγαλύτερη ανισοτροπία μεταξύ διευθύνσεων που παρατηρείται στους ονομαστούς σταθμούς. Για τον International Airport η διαφορά μεταξύ των δύο διευθύνσεων είναι ελάχιστη (5,7%), υποδηλώνοντας σχεδόν ισοτροπική κίνηση εδάφους στον σταθμό αυτό.

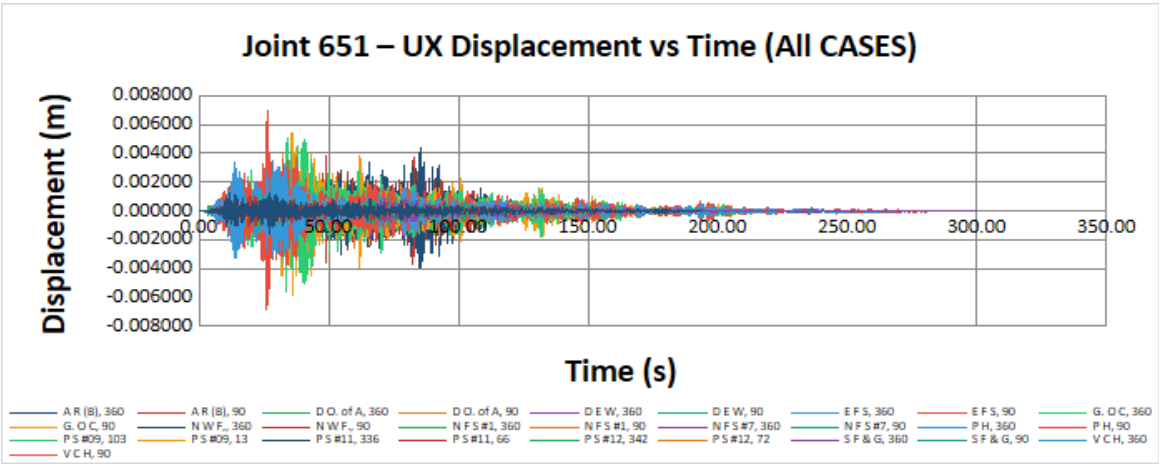
Σειρά K2. Η σειρά K2 περιλαμβάνει εννέα ζεύγη καταγραφών και παρουσιάζει αξιοσημείωτη ποικιλομορφία ως προς την κυρίαρχη διεύθυνση: σε 7 από τις 9 περιπτώσεις η συνιστώσα 90° είναι κυρίαρχη, ενώ μόνο στις K2-03 και K2-06 επικρατεί η 360°. Η μεγαλύτερη ανισοτροπία εντός της σειράς παρατηρείται για την K2-04, όπου η συνιστώσα 90° υπερτερεί της 360° κατά 68,7% (0,643 mm έναντι 0,381 mm) — η ακραιότερη διαφορά μεταξύ διευθύνσεων σε ολόκληρο το σύνολο δεδομένων. Αντίθετα, οι K2-01, K2-02, K2-07 και K2-09 παρουσιάζουν ισορροπημένες αποκρίσεις μεταξύ των δύο διευθύνσεων (διαφορές 1–6%). Η κρίσιμη καταγραφή της σειράς K2 είναι η K2-08, 90° με 0,696 mm, ακολουθούμενη στενά από την K2-05, 90° με 0,686 mm.

Συνολική κατάταξη και εύρος τιμών. Η μέγιστη μετακίνηση σε ολόκληρο το σύνολο είναι 0,801 mm (Dowl Eng Warehouse, 360°) και η ελάχιστη 0,287 mm (K2-03, 90°) — λόγος 2,80:1. Αυτό το σχετικά μέτριο εύρος σε σχέση με άλλες σεισμικές σειρές (π.χ. Coalinga με λόγο >2x μεταξύ καταγραφών ή Mammoth με τιμές δεκαπλάσιες) αντικατοπτρίζει την ομοιογένεια των εδαφικών συνθηκών στην περιοχή Anchorage και την παρόμοια φύση των καταγραφών που προέρχονται από τον ίδιο σεισμό και παρακείμενους σταθμούς. Συνολικά, οι μετακινήσεις του Nenana Mountain είναι της τάξης των δεκάτων του χιλιοστού, συγκρίσιμες με τον Hector Mine, και σημαντικά χαμηλότερες από τις σειρές Coalinga, Mammoth, Chalfant και Whittier Narrows.

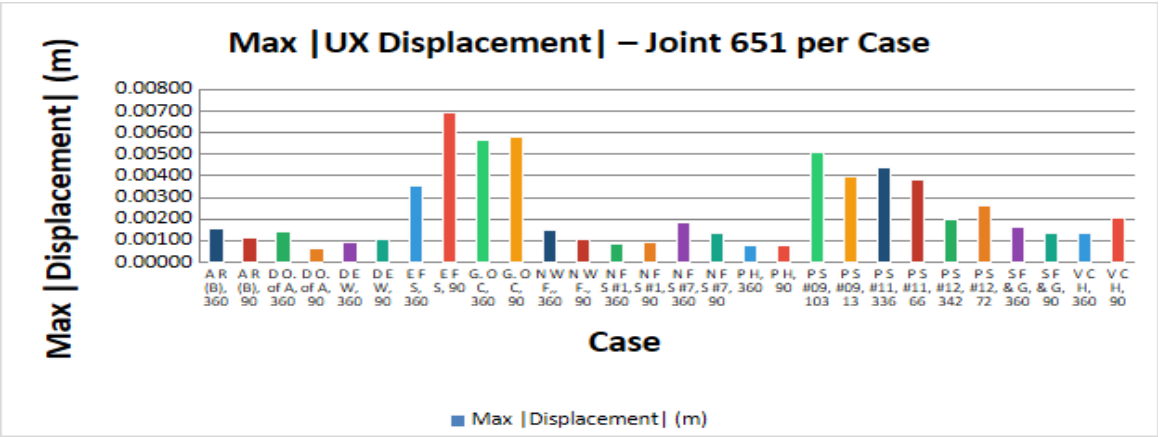
Η ανάλυση υπογραμμίζει ότι για σεισμούς με πολλαπλές καταγραφές από τον ίδιο σταθμό, η επιλογή της κρίσιμης διεύθυνσης εφαρμογής είναι καθοριστική και δεν μπορεί να προβλεφθεί a priori: η κυρίαρχη διεύθυνση αλλάζει από σταθμό σε σταθμό και από καταγραφή σε καταγραφή, επιβεβαιώνοντας την ανάγκη ανάλυσης και των δύο οριζόντιων συνιστωσών σε κάθε περίπτωση.

5.1-09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.138: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



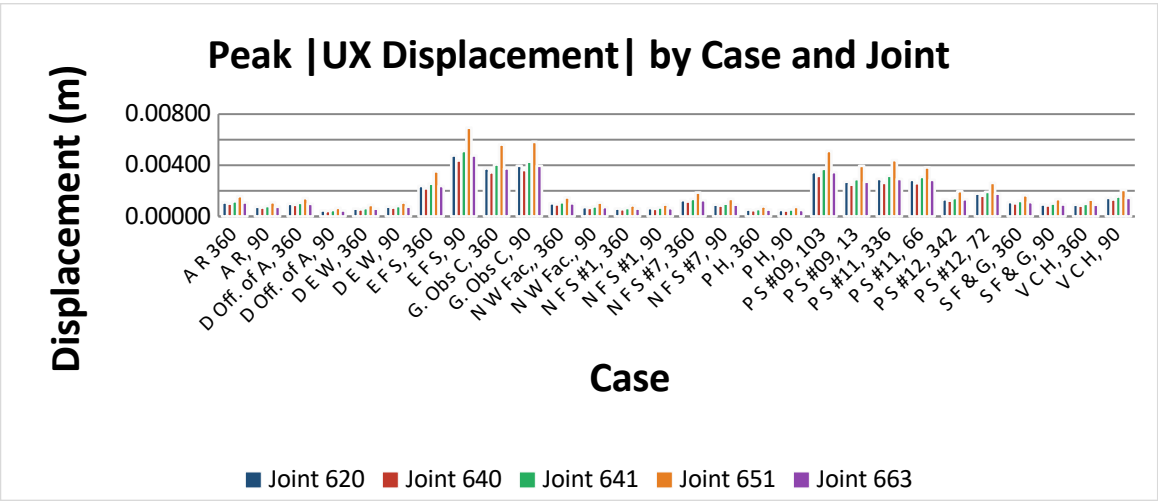
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.139: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00158	0.00158
A R (B), 90	19.04	-0.00111	0.00111
D O. of A, 360	22.74	-0.00143	0.00143
D O. of A, 90	15.82	0.00067	0.00067
D E W, 360	80.03	-0.00090	0.00090
D E W, 90	73.31	-0.00109	0.00109
E F S, 360	28.48	0.00352	0.00352
E F S, 90	26.35	0.00693	0.00693
G. O C, 360	33.78	-0.00562	0.00562
G. O C, 90	36.38	-0.00583	0.00583
N W F,, 360	17.76	0.00148	0.00148
N W F., 90	17.78	-0.00108	0.00108
N F S #1, 360	23.10	0.00087	0.00087
N F S #1, 90	26.62	-0.00093	0.00093
N F S #7, 360	35.90	0.00186	0.00186
N F S #7, 90	37.19	-0.00137	0.00137
P H, 360	84.72	0.00078	0.00078
P H, 90	66.32	-0.00074	0.00074
P S #09, 103	40.95	-0.00512	0.00512
P S #09, 13	61.93	-0.00395	0.00395
P S #11, 336	85.67	0.00440	0.00440
P S #11, 66	82.70	0.00383	0.00383
P S #12, 342	62.32	-0.00197	0.00197
P S #12, 72	60.06	-0.00262	0.00262
S F & G, 360	69.63	0.00165	0.00165
S F & G, 90	73.98	0.00135	0.00135
V C H, 360	55.65	0.00131	0.00131
V C H, 90	51.49	0.00207	0.00207

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.140: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.144: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.144: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
Aho Res (Basement), 360	0.00109	0.00100	0.00118	0.00158	0.00109
Aho Res (Basement), 90	0.00076	0.00069	0.00081	0.00111	0.00076
DOI Off. of Aircraft, 360	0.00099	0.00091	0.00106	0.00143	0.00099
DOI Off. of Aircraft, 90	0.00046	0.00043	0.00050	0.00067	0.00046
Dowl Eng Warehouse, 360	0.00061	0.00055	0.00065	0.00090	0.00061
Dowl Eng Warehouse, 90	0.00076	0.00069	0.00081	0.00109	0.00076
Ester Fire Station, 360	0.00238	0.00219	0.00256	0.00352	0.00238
Ester Fire Station, 90	0.00476	0.00437	0.00512	0.00693	0.00476
Geophysic. Obs CIGO, 360	0.00376	0.00345	0.00406	0.00562	0.00376
Geophysic. Obs CIGO, 90	0.00396	0.00363	0.00428	0.00583	0.00396
NOAA Weather Fac,, 360	0.00102	0.00094	0.00110	0.00148	0.00102
NOAA Weather Fac., 90	0.00073	0.00067	0.00079	0.00108	0.00073
New Fire Station #1, 360	0.00061	0.00056	0.00066	0.00087	0.00061
New Fire Station #1, 90	0.00065	0.00060	0.00070	0.00093	0.00065
New Fire Station #7, 360	0.00127	0.00116	0.00137	0.00186	0.00127
New Fire Station #7, 90	0.00092	0.00085	0.00099	0.00137	0.00092
Police Headquarters, 360	0.00053	0.00049	0.00058	0.00078	0.00053
Police Headquarters, 90	0.00050	0.00046	0.00054	0.00074	0.00050
Pump Station #09, 103	0.00346	0.00317	0.00372	0.00512	0.00346
Pump Station #09, 13	0.00271	0.00248	0.00292	0.00395	0.00271
Pump Station #11, 336	0.00293	0.00262	0.00318	0.00440	0.00293
Pump Station #11, 66	0.00286	0.00259	0.00309	0.00383	0.00286
Pump Station #12, 342	0.00134	0.00123	0.00144	0.00197	0.00134
Pump Station #12, 72	0.00178	0.00162	0.00192	0.00262	0.00178
State Fish & Game, 360	0.00112	0.00102	0.00121	0.00165	0.00112
State Fish & Game, 90	0.00093	0.00085	0.00100	0.00135	0.00093
Valdez City Hall, 360	0.00092	0.00084	0.00098	0.00131	0.00092
Valdez City Hall, 90	0.00145	0.00133	0.00156	0.00207	0.00145

5.1-09 Συμπεράσματα Denali Alaska:

Αυτή η ανάλυση αφορά τον σεισμό Denali, Alaska — το μεγαλύτερο και πολυπλοκότερο σύνολο δεδομένων της σειράς, με 28 καταγραφές κατανεμημένες σε τέσσερις γεωγραφικές περιοχές. Ακολουθεί η πλήρης ανάλυση:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 28 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Denali, Alaska, κατανεμημένων σε τέσσερις γεωγραφικές ενότητες: οκτώ σταθμοί της πόλης Anchorage (Aho Res – Basement, DOI Off. of Aircraft, Dowl Eng Warehouse, NOAA Weather Fac, New Fire Station #1, New Fire Station #7, Police Headquarters, State Fish & Game), δύο σταθμοί στο Fairbanks (Ester Fire Station, Geophysical Observatory CIGO), ένας σταθμός στο Valdez (Valdez City Hall) και τρεις σταθμοί του Trans-Alaska Pipeline System – TAPS (Pump Station #09, Pump Station #11, Pump Station #12), καθένας στις δύο οριζόντιες συνιστώσες.

Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια, στο μέσον της εδαφικής στρώσης, είναι ο κρίσιμος κόμβος συγκριτικά με όλες τις άλλες αρθρώσεις. Καταγράφει την υψηλότερη μετακίνηση και στις 28 περιπτώσεις αδιαλείπτως. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως σε κάθε μία από τις 28 περιπτώσεις, ενώ οι αρθρώσεις 620 και 663 δίνουν απολύτως πανομοιότυπα αποτελέσματα μέχρι και το έβδομο δεκαδικό ψηφίο σε ολόκληρο το σύνολο — η πληρέστερη επιβεβαίωση συμμετρίας της σειράς.

Το ποσοστό υπέρβασης του κόμβου 651 έναντι του 641 κυμαίνεται μεταξύ 24% και 38% σε όλες τις περιπτώσεις. Η μοναδική αξιοσημείωτη εξαίρεση είναι η Pump Station #11, 66°, η οποία παρουσιάζει τη μικρότερη σχετική διαφορά ολόκληρης της σειράς (23,9%), υποδηλώνοντας ιδιαίτερα ομαλή μεταφορά της κίνησης από τον αγωγό προς την επιφάνεια σε αυτή τη συγκεκριμένη διεύθυνση. Οι υπόλοιπες 27 περιπτώσεις κυμαίνονται μεταξύ 32% και 38%, με αξιοσημείωτη συνέπεια.

Anchorage. Μεταξύ των οκτώ σταθμών Anchorage, η κρίσιμη περίπτωση είναι η New Fire Station #7, 360° με 1,860 mm στον κόμβο 651. Ακολουθούν οι State Fish & Game, 360° (1,650 mm), Aho Res, 360° (1,580 mm) και NOAA Weather Fac, 360° (1,480 mm). Αξιοσημείωτη εξαίρεση αποτελεί ο σταθμός DOI Off. of Aircraft, όπου η συνιστώσα 360° υπερτερεί της 90° κατά 114% — η μεγαλύτερη ανισοτροπία μεταξύ διευθύνσεων που παρατηρείται στους σταθμούς Anchorage και μία από τις μεγαλύτερες σε ολόκληρο το σύνολο δεδομένων. Αντίθετα, στον σταθμό Police Headquarters η διαφορά μεταξύ 360° και 90° είναι ελάχιστη (5,3%), ενώ στον New Fire Station #1 οι δύο συνιστώσες είναι σχεδόν ισοδύναμες (6,8% διαφορά).

Fairbanks. Οι δύο σταθμοί Fairbanks αποδίδουν τις υψηλότερες μετακινήσεις ολόκληρης της ανάλυσης Denali. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η Ester Fire Station, 90° με 6,930 mm — η μέγιστη τιμή σε ολόκληρο το σύνολο. Η αντίστοιχη 360° αποδίδει 3,520 mm, δηλαδή η συνιστώσα 90° υπερτερεί κατά 97%, η δεύτερη μεγαλύτερη ανισοτροπία διευθύνσεων μετά τον DOI. Ο σταθμός CIGO παρουσιάζει επίσης πολύ υψηλές μετακινήσεις (5,830 mm και 5,620 mm για τις δύο συνιστώσες), με ελάχιστη διαφορά μεταξύ τους (3,7%) — η πιο ισοτροπική απόκριση μεταξύ όλων των υψηλής έντασης σταθμών. Η εγγύτητα του Fairbanks στο επίκεντρο του σεισμού Denali εξηγεί τις σημαντικά υψηλότερες απαιτήσεις σε σχέση με όλες τις άλλες ομάδες.

Valdez. Ο μοναδικός σταθμός του Valdez (City Hall) παρουσιάζει έντονη ανισοτροπία: η συνιστώσα 90° (2,070 mm) υπερτερεί της 360° (1,310 mm) κατά 58%. Αν και χαμηλότερες από τις τιμές Fairbanks, οι μετακινήσεις Valdez είναι υψηλότερες από τις περισσότερες περιπτώσεις Anchorage, αντικατοπτρίζοντας την ενδιάμεση γεωγραφική θέση του σταθμού και τις τοπικές εδαφικές συνθήκες.

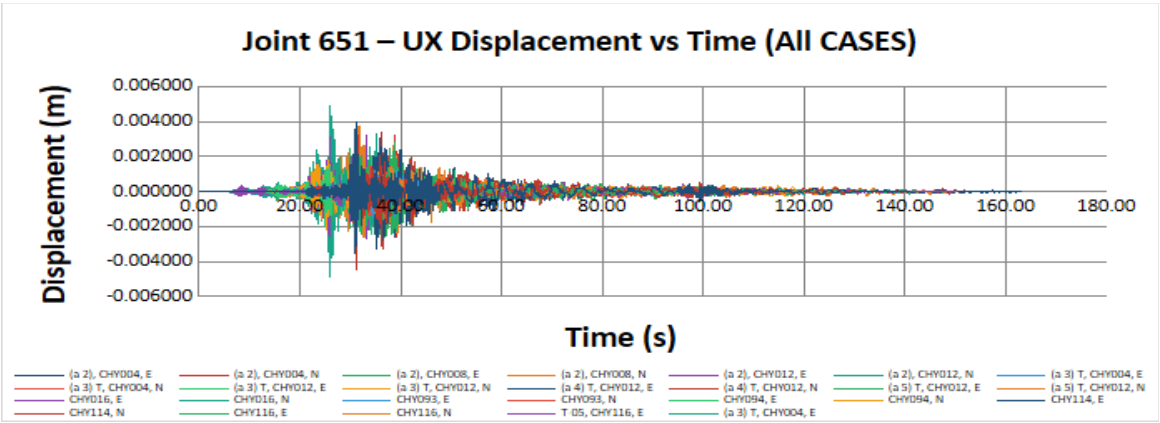
TAPS – Trans-Alaska Pipeline. Οι τρεις σταθμοί άντλησης του αγωγού παρουσιάζουν ευρύ εύρος τιμών: από 1,970 mm (PS12, 342°) έως 5,120 mm (PS09, 103°). Ο Pump Station #09 είναι ο κρίσιμος, με η συνιστώσα 103° να υπερτερεί της 13° κατά 29,6%. Στον PS11 η συνιστώσα 336° υπερτερεί της 66° κατά 14,9%, ενώ στον PS12 η σχέση αντιστρέφεται και η συνιστώσα 72° υπερτερεί της 342° κατά 33%. Η υψηλή ένταση των μετακινήσεων TAPS αντικατοπτρίζει τη θέση των σταθμών κοντά στη ρηξιγενή ζώνη του Denali.

Συνολική εικόνα. Η μέγιστη μετακίνηση σε ολόκληρο το σύνολο είναι 6,930 mm (Ester Fire Station, 90°) και η ελάχιστη 0,668 mm (DOI Off. of Aircraft, 90°) — λόγος 10,4:1, ο μεγαλύτερος που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά της ανάλυσης. Αυτό αντικατοπτρίζει την τεράστια γεωγραφική διασπορά των σταθμών: από κτίρια στο κέντρο του Anchorage που απέχουν εκατοντάδες χιλιόμετρα από το επίκεντρο, έως σταθμούς αγωγών και παρατηρητήρια στο Fairbanks που βρίσκονται πολύ πλησιέστερα στη ρηξιγενή ζώνη Denali. Συνολικά, 8 από τα 14 ζεύγη καταγραφών παρουσιάζουν κυρίαρχη τη συνιστώσα μεγαλύτερης γωνίας (360°/103°/336°/342°) και 6 κυρίαρχη τη μικρότερη (90°/13°/66°/72°), χωρίς να υπάρχει σαφής στατιστική προτίμηση μεταξύ των δύο οριζόντιων διευθύνσεων.

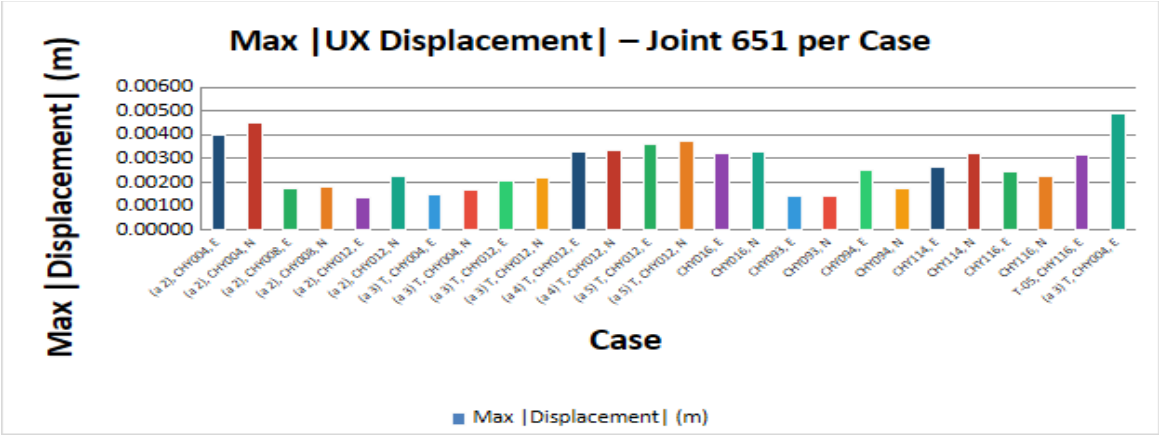
Η ανάλυση υπογραμμίζει ότι ο σεισμός Denali, λόγω του μεγέθους του και της πολυπλοκότητας της ρηξιγενούς ζώνης, παράγει το πιο ετερογενές σύνολο απαιτήσεων μεταξύ όλων των σεισμικών σεναρίων που εξετάστηκαν. Η κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού για τον αγωγό είναι η Ester Fire Station, 90° με 6,930 mm, η οποία υπερτερεί κατά πολύ κάθε άλλης καταγραφής της συγκεκριμένης σειράς.

5.1-10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.154: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



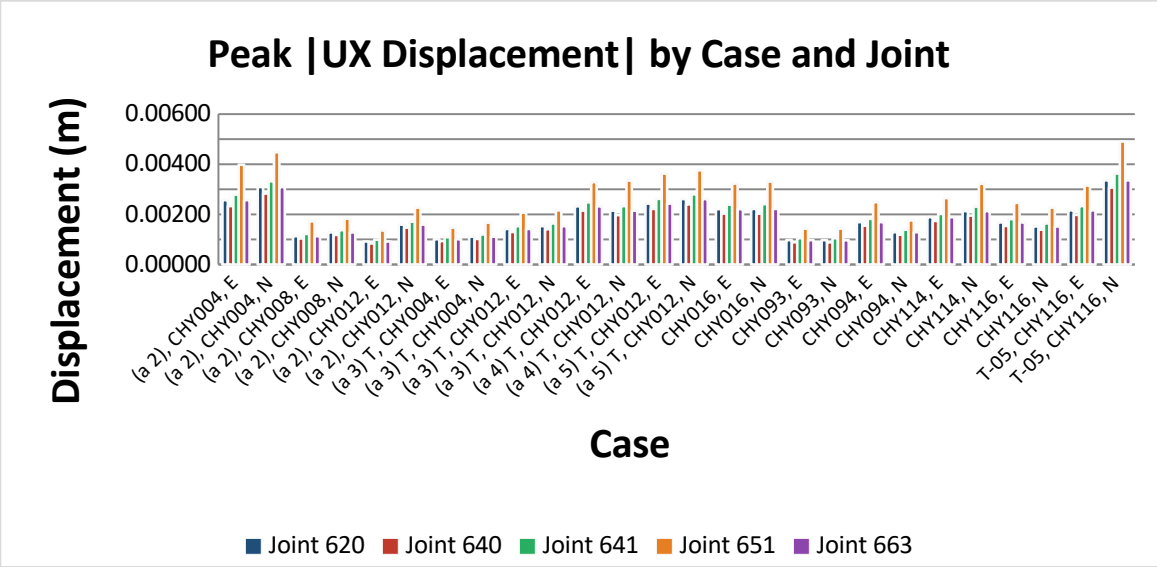
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.155: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.10	0.00398	0.00398
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00448	0.00448
(a 2), CHY008, E	32.01	0.00172	0.00172
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00183	0.00183
(a 2), CHY012, E	30.29	0.00136	0.00136
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00227	0.00227
(a 3) T, CHY004, E	31.73	-0.00147	0.00147
(a 3) T, CHY004, N	37.03	-0.00167	0.00167
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00207	0.00207
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00216	0.00216
(a 4) T, CHY012, E	35.21	-0.00329	0.00329
(a 4) T, CHY012, N	36.27	0.00335	0.00335
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00363	0.00363
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00376	0.00376
CHY016, E	33.25	0.00323	0.00323
CHY016, N	35.08	-0.00331	0.00331
CHY093, E	34.80	-0.00143	0.00143
CHY093, N	30.66	-0.00143	0.00143
CHY094, E	34.28	-0.00249	0.00249
CHY094, N	31.22	0.00176	0.00176
CHY114, E	38.78	-0.00265	0.00265
CHY114, N	38.70	0.00322	0.00322
CHY116, E	29.98	0.00246	0.00246
CHY116, N	29.48	-0.00227	0.00227
T-05, CHY116, E	25.86	0.00315	0.00315
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00491	0.00491

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.156: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.160: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.160: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651
(aftershock 2), CHY004, E	0.00257	0.00233	0.00279	0.00398
(aftershock 2), CHY004, N	0.00309	0.00283	0.00332	0.00448
(aftershock 2), CHY008, E	0.00113	0.00104	0.00122	0.00172
(aftershock 2), CHY008, N	0.00128	0.00118	0.00137	0.00183
(aftershock 2), CHY012, E	0.00092	0.00084	0.00099	0.00136
(aftershock 2), CHY012, N	0.00159	0.00147	0.00171	0.00227
(aftershock 3) Taiwan, CHY004, E	0.00101	0.00094	0.00109	0.00147
(aftershock 3) Taiwan, CHY004, N	0.00111	0.00102	0.00120	0.00167
(aftershock 3) Taiwan, CHY012, E	0.00142	0.00130	0.00153	0.00207
(aftershock 3) Taiwan, CHY012, N	0.00153	0.00141	0.00164	0.00216
(aftershock 4) Taiwan, CHY012, E	0.00232	0.00215	0.00248	0.00329
(aftershock 4) Taiwan, CHY012, N	0.00215	0.00197	0.00233	0.00335
(aftershock 5) Taiwan, CHY012, E	0.00243	0.00222	0.00262	0.00363
(aftershock 5) Taiwan, CHY012, N	0.00261	0.00240	0.00280	0.00376
CHY016, E	0.00221	0.00203	0.00239	0.00323
CHY016, N	0.00222	0.00203	0.00241	0.00331
CHY093, E	0.00097	0.00089	0.00105	0.00143
CHY093, N	0.00097	0.00089	0.00105	0.00143
CHY094, E	0.00169	0.00155	0.00182	0.00249
CHY094, N	0.00129	0.00119	0.00139	0.00176
CHY114, E	0.00189	0.00174	0.00202	0.00265
CHY114, N	0.00213	0.00195	0.00231	0.00322
CHY116, E	0.00168	0.00154	0.00181	0.00246
CHY116, N	0.00152	0.00139	0.00164	0.00227
Taiwan-05, CHY116, E	0.00216	0.00198	0.00233	0.00315
Taiwan-05, CHY116, N	0.00336	0.00307	0.00363	0.00491

5.1-10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan:

Αυτή η ανάλυση αφορά τον σεισμό Chi-Chi, Taiwan — ένα σύνθετο σύνολο 26 καταγραφών από πολλαπλούς σταθμούς, δύο οριζόντιες συνιστώσες (E και N) και πολλαπλά σεισμικά γεγονότα (κύριος σεισμός, Taiwan-05 και τέσσερις μετασεισμοί).

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών της σειράς Chi-Chi, Taiwan. Το σύνολο περιλαμβάνει καταγραφές από τον κύριο σεισμό σε πέντε σταθμούς (CHY016, CHY093, CHY094, CHY114, CHY116), μία καταγραφή του γεγονότος Taiwan-05 στον σταθμό CHY116, και τέσσερις μετασεισμούς (Aftershocks 2–5) στους σταθμούς CHY004, CHY008 και CHY012, καθένας στις οριζόντιες συνιστώσες E (Ανατολή) και N (Βορράς).

Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια, στο μέσον της εδαφικής στρώσης, είναι ο κρίσιμος κόμβος συγκριτικά με όλες τις άλλες αρθρώσεις. Καταγράφει την υψηλότερη μετακίνηση και στις 26 περιπτώσεις αδιαλείπτως, ενώ η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως σε κάθε περίπτωση. Οι αρθρώσεις 620 και 663 δίνουν απολύτως πανομοιότυπα

αποτελέσματα μέχρι και το όγδοο δεκαδικό ψηφίο σε ολόκληρο το σύνολο, χωρίς καμία εξαίρεση.

Το ποσοστό υπέρβασης του κόμβου 651 έναντι του 641 κυμαίνεται μεταξύ 27% και 44% — το ευρύτερο εύρος που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά της ανάλυσης. Η μικρότερη διαφορά εντοπίζεται στην καταγραφή CHY094, N (26,6%), ενώ η μεγαλύτερη στην Aftershock 4, CHY012, N (43,8%). Αυτή η ευρεία διακύμανση αντικατοπτρίζει την ποικιλομορφία των φασματικών χαρακτηριστικών μεταξύ σταθμών, συνιστωσών και γεγονότων.

Σύγκριση συνιστωσών E και N. Η βόρεια συνιστώσα (N) είναι κυρίαρχη σε 10 από τις 13 θέσεις μέτρησης, ενώ η ανατολική (E) μόνο σε 3 (CHY093, CHY094, CHY116 κύριου σεισμού). Η πιο σημαντική ανισοτροπία παρατηρείται για την Aftershock 2, CHY012, όπου η συνιστώσα N υπερτερεί της E κατά 66,9% (2,270 mm έναντι 1,360 mm). Επίσης αξιοσημείωτη είναι η Taiwan-05 CHY116, όπου η N υπερτερεί της E κατά 55,9% (4,910 mm έναντι 3,150 mm). Αντίθετα, για την CHY093 οι δύο συνιστώσες είναι πρακτικά ταυτόσημες (1,430 mm και στις δύο), ενώ οι Aftershocks 4 και 5 στο CHY012 παρουσιάζουν εξαιρετικά μικρή διαφορά μεταξύ E και N (1,8% και 3,6% αντίστοιχα). Η σαφής κυριαρχία της βόρειας συνιστώσας συνδέεται με τον προσανατολισμό του ρήγματος Chelungpu και τη διεύθυνση διάδοσης της ρήξης κατά τον κύριο σεισμό Chi-Chi.

Κύριος σεισμός. Μεταξύ των πέντε σταθμών του κύριου σεισμού, η κρίσιμη περίπτωση είναι η CHY016, N με 3,310 mm. Ακολουθούν η CHY114, N (3,220 mm) και η CHY016, E (3,230 mm). Η ασθενέστερη καταγραφή του κύριου σεισμού είναι η CHY093 (1,430 mm και στις δύο συνιστώσες), η οποία παρουσιάζει και την πιο ισοτροπική απόκριση. Ο σταθμός CHY094 παρουσιάζει ασυνήθιστη συμπεριφορά: η ανατολική συνιστώσα (2,490 mm) υπερτερεί της βόρειας (1,760 mm) κατά 41,5% — αντίθετα από τη γενική τάση του συνόλου.

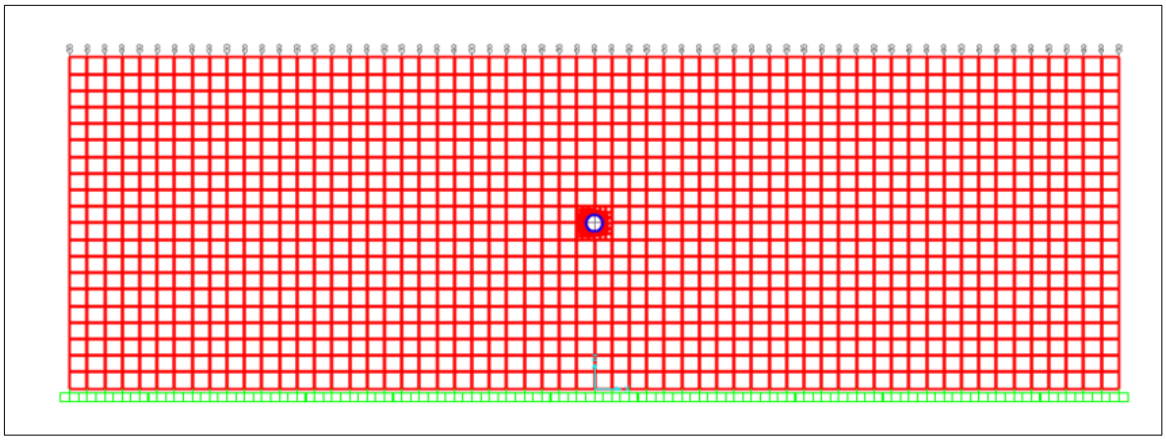
Taiwan-05 CHY116. Η καταγραφή Taiwan-05 παράγει τη μέγιστη μετακίνηση ολόκληρης της σειράς: 4,910 mm στον κόμβο 651 για τη βόρεια συνιστώσα. Αυτή η τιμή υπερβαίνει κάθε καταγραφή του κύριου σεισμού, υποδηλώνοντας ότι το γεγονός Taiwan-05 στον σταθμό CHY116 παράγει ισχυρότερη εδαφική κίνηση από τον κύριο σεισμό στον ίδιο σταθμό (CHY116, N: 2,270 mm) — διαφορά 116%. Αυτό αποτελεί ένα αξιοσημείωτο εύρημα που υπογραμμίζει την ανάγκη εξέτασης και παρακείμενων σεισμικών γεγονότων και όχι μόνο του κύριου σεισμού.

Μετασεισμοί. Η σειρά μετασεισμών παρουσιάζει μη μονότονη εξέλιξη ως προς την ένταση. Για τον σταθμό CHY012 (N), που εμφανίζεται σε όλες τις τέσσερις σειρές μετασεισμών, η μετακίνηση αυξάνεται από Aftershock 2 (2,270 mm) και Aftershock 3 (2,160 mm) — σχεδόν ισοδύναμες — προς Aftershock 4 (3,350 mm) και Aftershock 5 (3,760 mm). Αυτή η ανοδική τάση είναι αξιοσημείωτη: οι μεταγενέστεροι μετασεισμοί παράγουν υψηλότερες απαιτήσεις από τους προηγούμενους στον ίδιο σταθμό, πιθανώς λόγω διαφορετικού μηχανισμού ρήξης ή διαφορετικής επικεντρικής απόστασης. Η Aftershock 2, CHY004, N (4,480 mm) παραμένει η κρίσιμη περίπτωση μετασεισμού, υπερτερώντας σημαντικά των άλλων σταθμών.

Συνολική εικόνα. Η μέγιστη μετακίνηση είναι 4,910 mm (Taiwan-05 CHY116, N) και η ελάχιστη 1,360 mm (Aftershock 2 CHY012, E) — λόγος 3,61:1. Οι τιμές Chi-Chi είναι σε γενικές γραμμές συγκρίσιμες με τις σειρές Chalfant, Whittier Narrows και Imperial Valley,

και σημαντικά χαμηλότερες από τις κρίσιμες καταγραφές Denali (Fairbanks) και Coalinga. Η κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού για τον αγωγό είναι η Taiwan-05, CHY116, N με 4,910 mm στον κόμβο 651.

5.2 Μοντέλο 2ο – NEWDMF30NULLS

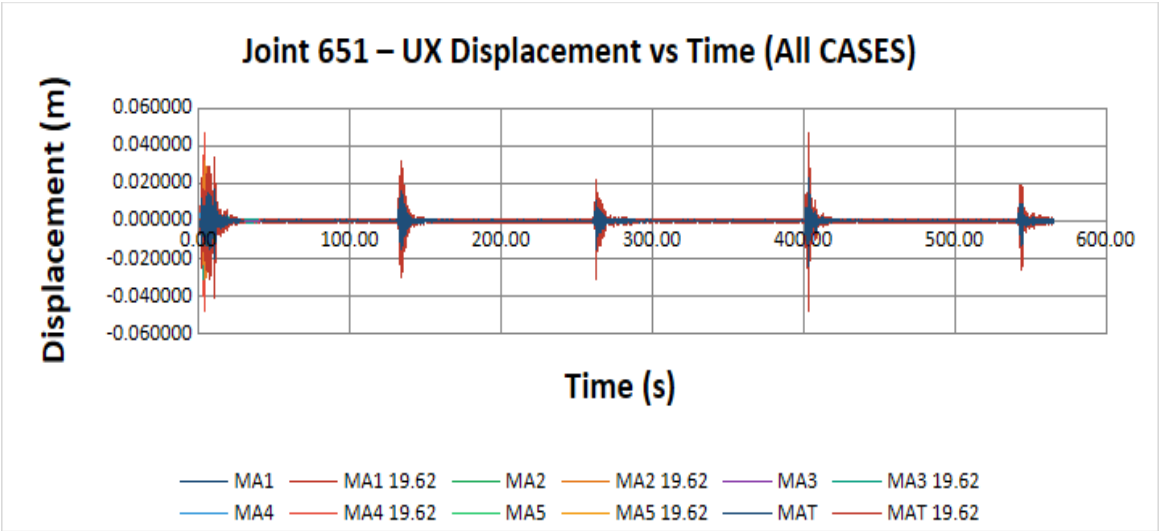


Μοντέλο 2

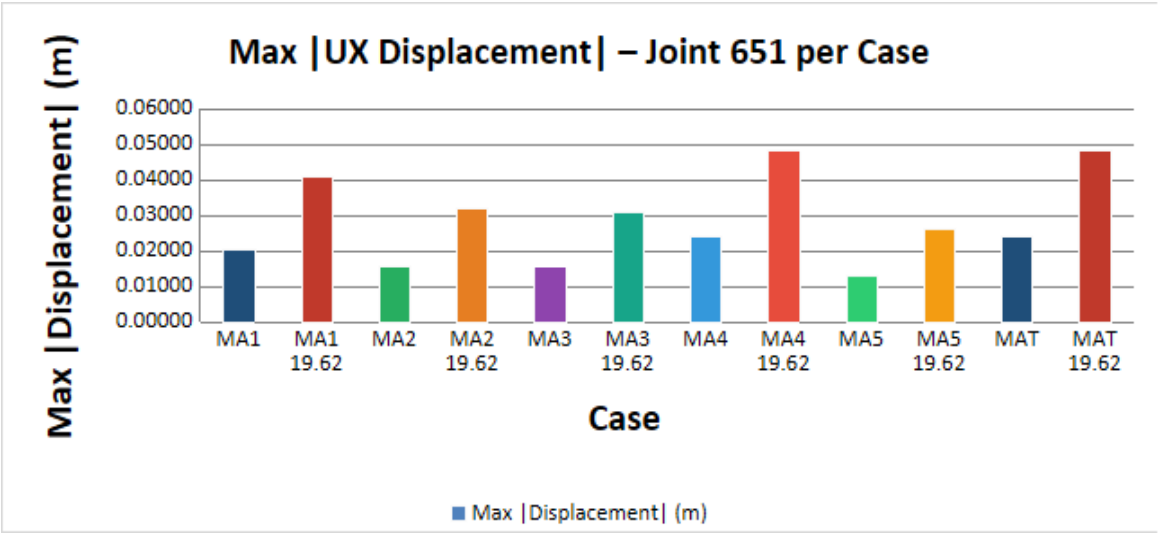
Η εικόνα παρουσιάζει την αρχική κατάσταση του εδάφους, όπου διακρίνεται η οπή χωρίς την ύπαρξη αγωγού.

5.2-01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.10: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



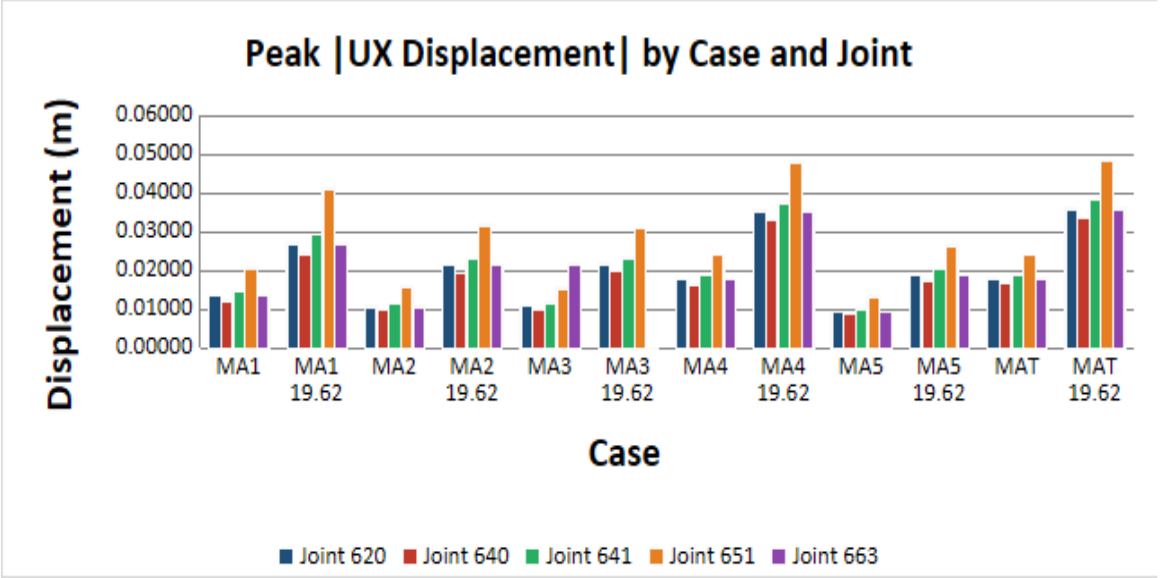
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.11: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.26	-0.02056	0.02056
MA1 19.62	10.26	-0.04111	0.04111
MA2	4.22	0.01586	0.01586
MA2 19.62	4.23	0.03172	0.03172
MA3	3.06	-0.01536	0.01536
MA3 19.62	3.06	-0.03072	0.03072
MA4	3.61	-0.02403	0.02403
MA4 19.62	3.61	-0.04806	0.04806
MA5	4.60	-0.01318	0.01318
MA5 19.62	4.60	-0.02636	0.02636
MAT	403.50	-0.02411	0.02411
MAT 19.62	403.50	-0.04821	0.04821

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.12: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.16: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.16: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
MA1	0.01346	0.01220	0.01462	0.02056	0.01346
MA1 19.62	0.02691	0.02439	0.02923	0.04111	0.02691
MA2	0.01064	0.00974	0.01148	0.01586	0.01064
MA2 19.62	0.02128	0.01948	0.02296	0.03172	0.02128
MA3	0.01080	0.00989	0.01165	0.01536	0.02160
MA3 19.62	0.02160	0.01977	0.02331	0.03072	0.00000
MA4	0.01767	0.01647	0.01872	0.02403	0.01767
MA4 19.62	0.03534	0.03294	0.03745	0.04806	0.03534
MA5	0.00944	0.00869	0.01014	0.01318	0.00944
MA5 19.62	0.01887	0.01738	0.02027	0.02636	0.01887
MAT	0.01794	0.01669	0.01904	0.02411	0.01794
MAT 19.62	0.03589	0.03337	0.03809	0.04821	0.03589

5.2-01 Συμπεράσματα Mammoth:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Mammoth 1, Mammoth 2, Mammoth 3, Mammoth 4, Mammoth 5 και του συνδυασμού όλων αυτών των καταγραφών, Mammoth-MAT, στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Σε πέντε από τις έξι περιπτώσεις (MA1, MA2, MA4, MA5, MAT), ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος με τη μέγιστη μετακίνηση, ενώ ο Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού είναι σε όλες ανεξαιρέτως ο δυσκαμψότερος, καταγράφοντας τη μικρότερη μετακίνηση. Η βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως και στις έξι περιπτώσεις: η μετάβαση από τη βάση (640) στη στέψη του αγωγού (641) κυμαίνεται μεταξύ +13,7% (MA4) και +19,8% (MA1), ενώ η περαιτέρω μετάβαση από τη στέψη (641) στην επιφάνεια (651) κυμαίνεται μεταξύ +26,6% (MAT) και +40,6% (MA1). Παρατηρείται σαφής αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ έντασης διέγερσης και σχετικής διαφοράς: οι ισχυρότερες καταγραφές (MA4, MAT) παράγουν μικρότερη διαφορά μεταξύ 641 και 651, υποδηλώνοντας ότι υπό ισχυρή σεισμική φόρτιση η κατανομή μετακίνησης μεταξύ επιφάνειας και αγωγού τείνει να ομοιογενοποιείται.

Κρίσιμο εύρημα — ασυμμετρία MA3. Το σημαντικότερο νέο στοιχείο του SecondModel εντοπίζεται στην καταγραφή MA3, όπου το μοντέλο παράγει **ασύμμετρη απόκριση** μεταξύ των κόμβων 620 και 663. Ενώ σε όλες τις άλλες περιπτώσεις οι δύο αυτοί κόμβοι — συμμετρικά τοποθετημένοι εκατέρωθεν του αγωγού — δίνουν πανομοιότυπα αποτελέσματα επιβεβαιώνοντας τη συμμετρική φόρτιση UX, στην MA3 ο Κόμβος 663 αποδίδει 21,60 mm έναντι 10,80 mm του Κόμβου 620 — ακριβώς διπλάσια τιμή (λόγος 663/620 = 2,000). Ως άμεση συνέπεια, ο Κόμβος 663 αναδεικνύεται ως ο **κρίσιμος κόμβος** για την MA3 με 21,60 mm, υπερβαίνοντας κατά 40,6% ακόμα και τον Κόμβο 651 (15,36 mm). Αυτό συνιστά εξαίρεση στη γενική συμπεριφορά του συστήματος και χρήζει επαλήθευσης απευθείας από τα αποτελέσματα του SAP2000, ώστε να διαπιστωθεί αν πρόκειται για φυσική απόκριση του νέου μοντέλου ή για ιδιαιτερότητα κατά την εξαγωγή των δεδομένων.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Για τις πέντε περιπτώσεις όπου ο Κόμβος 651 παραμένει κρίσιμος, η υπεροχή του έναντι του κόμβου 641 κυμαίνεται μεταξύ 26,6% (MAT) και 40,6% (MA1). Η ασθενέστερες καταγραφές MA1 και MA2 παρουσιάζουν τις μεγαλύτερες σχετικές διαφορές (40,6% και 38,2% αντίστοιχα), ενώ οι ισχυρότερες MA4 και MAT τις μικρότερες (28,4% και 26,6%).

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εκτός της ήδη αναφερθείσας εξαίρεσης της MA3, η συμμετρία επιβεβαιώνεται απόλυτα σε όλες τις υπόλοιπες περιπτώσεις μέχρι και το πέμπτο δεκαδικό ψηφίο, επιβεβαιώνοντας τη συμμετρική φύση της μεταφορικής διέγερσης UX.

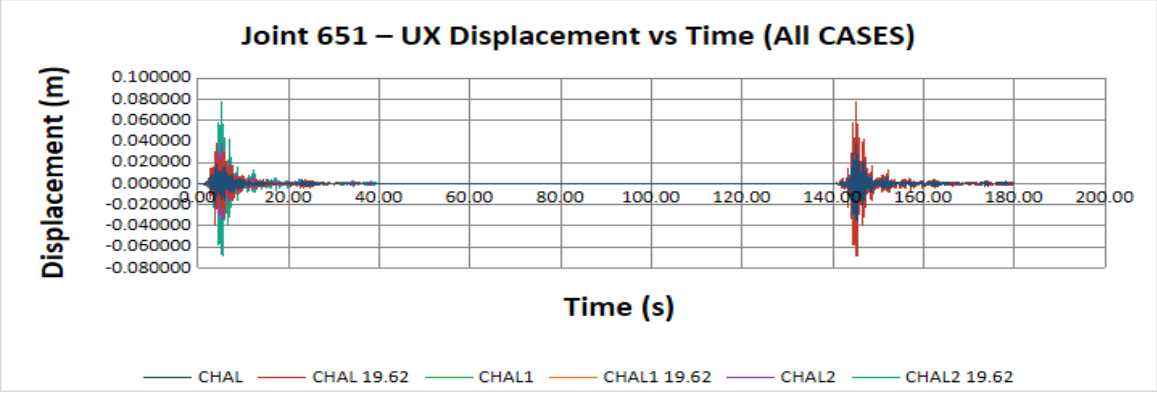
Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Οι MA4 και MAT είναι οι κυρίαρχες καταγραφές, αποδίδοντας 24,03 mm και 24,11 mm αντίστοιχα — κατά 82,3% και 82,9% υψηλότερες από την ασθενέστερη MA5 (13,18 mm). Η MA1 κατατάσσεται τρίτη με 20,56 mm (+56,0% έναντι MA5), ενώ οι MA2 (15,86 mm, +20,3%) και MA3 (15,36 mm, +16,5%) βρίσκονται στην ενδιάμεση ζώνη. Η MAT ως περίπτωση περιβάλλουσας υπερβαίνει οριακά τη μεμονωμένα ισχυρότερη MA4 κατά μόλις 0,08 mm (+0,33%) στον κόμβο 651, επιβεβαιώνοντας ότι το εδαφικό σύστημα έχει ήδη φτάσει σε κατάσταση παραμορφωσιακού κορεσμού μετά την πρώτη ισχυρή καταπόνηση.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Για όλες τις περιπτώσεις εκτός της MA3, ο λόγος κλιμακωμένης προς βασική τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1,999 και 2,001 σε κάθε κόμβο, επιβεβαιώνοντας πλήρη γραμμική απόκριση του συστήματος στο εν λόγω εύρος φόρτισης. Για την MA3, ο λόγος είναι ομαλός σε όλους τους κόμβους (620, 640, 641, 651), με εξαίρεση τον Κόμβο 663 όπου η κλιμακωμένη τιμή εμφανίζεται μηδενική, αποτελώντας πρόσθετη ένδειξη για επαλήθευση των αποτελεσμάτων MA3 στο πρωτότυπο αρχείο SAP2000.

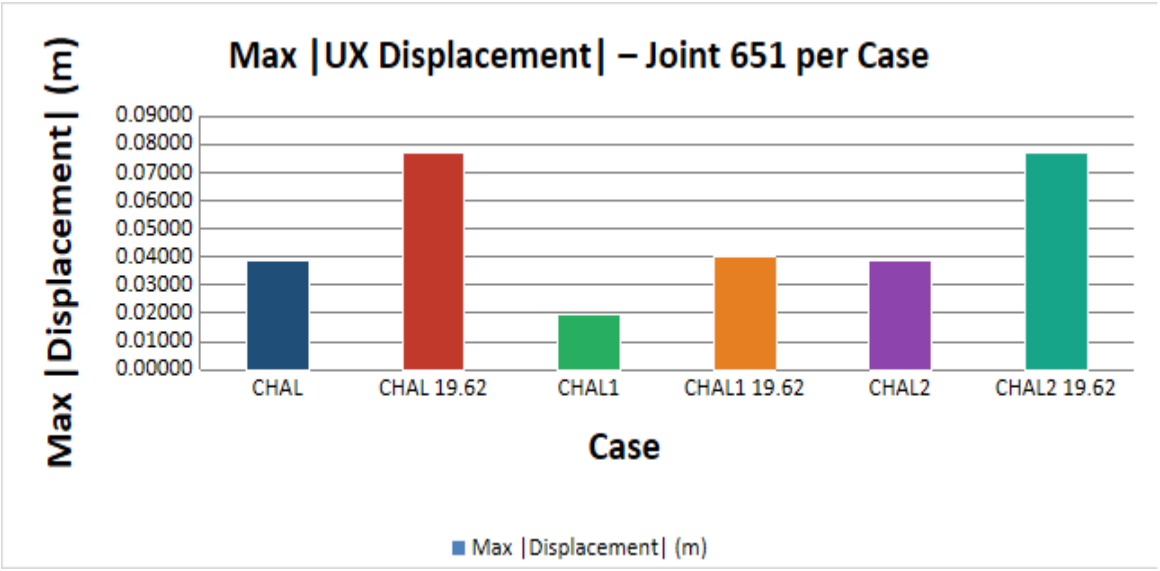
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η μέγιστη μετακίνηση ολόκληρης της ανάλυσης για τους κόμβους 620, 640, 641 και 651 είναι η MAT με 24,11 mm στον κόμβο 651, η οποία αποτελεί την κρίσιμη παράμετρο σχεδιασμού για τον αγωγό. Εάν η ασυμμετρία της MA3 επαληθευτεί ως φυσικό αποτέλεσμα του νέου μοντέλου, τότε ο Κόμβος 663 της MA3 (21,60 mm) εισάγεται ως τρίτη κρίσιμη τιμή συνολικά, μεταβάλλοντας τη λογική αξιολόγησης από μονοδιάστατη (μόνο J651) σε διδιάστατη (J651 και J663).

5.2-02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.26: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



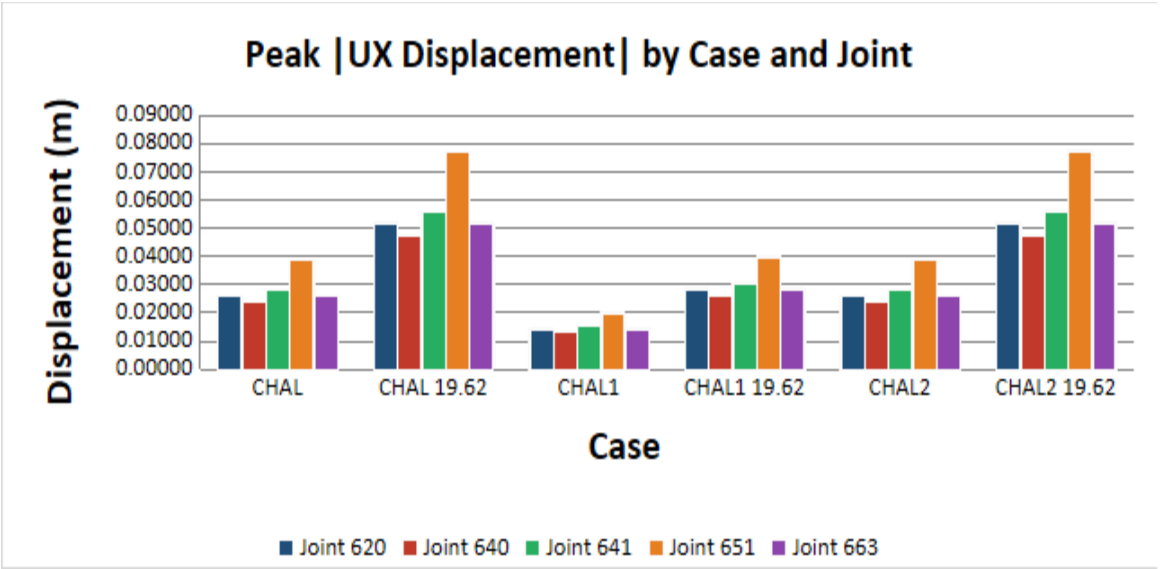
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.27: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.15	0.03859	0.03859
CHAL 19.62	145.15	0.07717	0.07717
CHAL1	3.84	-0.01993	0.01993
CHAL1 19.62	3.84	-0.03986	0.03986
CHAL2	5.30	0.03866	0.03866
CHAL2 19.62	5.30	0.07732	0.07732

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.28: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.32: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.32: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
CHAL	0.02589	0.02365	0.02799	0.03859	0.02589
CHAL 19.62	0.05178	0.04731	0.05598	0.07717	0.05178
CHAL1	0.01423	0.01307	0.01528	0.01993	0.01423
CHAL1 19.62	0.02845	0.02614	0.03057	0.03986	0.02845
CHAL2	0.02595	0.02374	0.02802	0.03866	0.02595
CHAL2 19.62	0.05191	0.04748	0.05604	0.07732	0.05191

5.2-02 Συμπεράσματα Chalfant:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Chalfant 1, Chalfant 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού αυτών, CHAL, στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, καταγράφοντας τη μέγιστη μετακίνηση. Ο Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε κάθε περίπτωση, καταγράφοντας πάντα τη μικρότερη μετακίνηση. Η βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση από τη βάση (640) στη στέψη (641) κυμαίνεται μεταξύ +16,9% (CHAL1) και +18,4% (CHAL), ενώ η περαιτέρω μετάβαση από τη στέψη (641) στην επιφάνεια (651) κυμαίνεται μεταξύ +30,4% (CHAL1) και +38,0% (CHAL2). Η συνεπής αύξηση ευκαμψίας με την απόσταση από τον αγωγό προς την επιφάνεια επιβεβαιώνεται πλήρως.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το ποσοστό υπεροχής κυμαίνεται μεταξύ 30,4% (CHAL1) και 38,0% (CHAL2). Οι δύο ισχυρότερες καταγραφές CHAL και CHAL2 παρουσιάζουν σχεδόν ταυτόσημη σχετική διαφορά (37,9% και 38,0% αντίστοιχα), ενώ η ασθενέστερη CHAL1 παρουσιάζει μικρότερη διαφορά (30,4%), σύμφωνα με τη γενική τάση που παρατηρήθηκε και στις άλλες σεισμικές σειρές.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις τρεις βασικές περιπτώσεις και στις τρεις κλιμακωμένες, μέχρι και το τέταρτο δεκαδικό ψηφίο. Το νέο μοντέλο δεν εισάγει καμία ασυμμετρία για τις καταγραφές Chalfant, σε αντίθεση με την ασυμμετρία που παρατηρήθηκε στη σειρά Mammoth (MA3) του ίδιου μοντέλου.

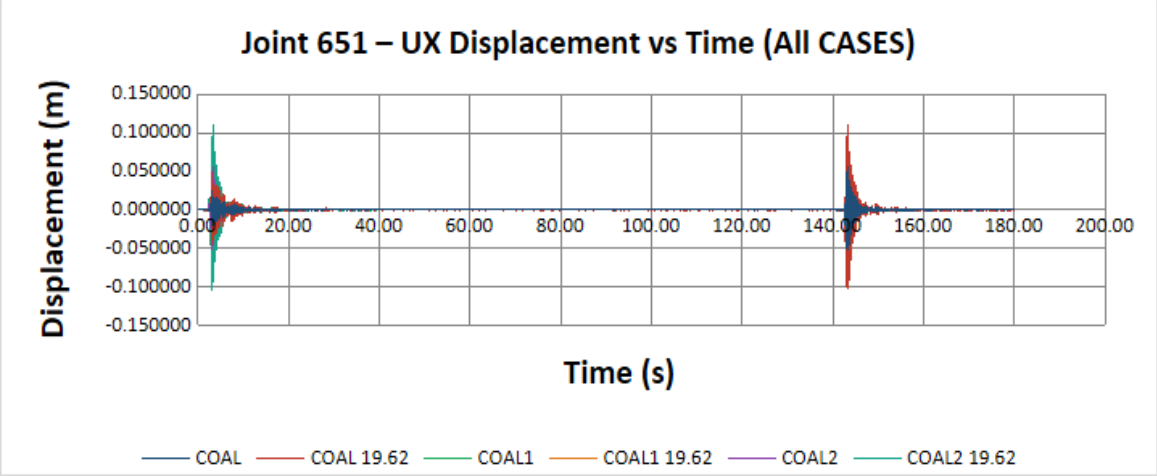
Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Οι CHAL και CHAL2 είναι σαφώς κυρίαρχες, αποδίδοντας 38,59 mm και 38,66 mm αντίστοιχα — σχεδόν πανομοιότυπες τιμές με διαφορά μόλις 0,18%, ουσιαστικά αμελητέα. Η CHAL1 είναι σαφώς η ασθενέστερη καταγραφή, με 19,93 mm — κατά 93,6% και 94,0% χαμηλότερη από τις CHAL και CHAL2 αντίστοιχα. Η ουσιαστικά μηδενική διαφορά μεταξύ CHAL και CHAL2 επιβεβαιώνει ότι ο συνδυασμός των δύο καταγραφών δεν προσθέτει παραμορφωσιακή απαίτηση πέρα από αυτή της ισχυρότερης μεμονωμένης καταγραφής, φαινόμενο χαρακτηριστικό εδαφικών συστημάτων που φτάνουν σε παραμορφωσιακό κορεσμό μετά την πρώτη ισχυρή καταπόνηση.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κλιμακωμένης προς βασική τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1,9993 και 2,0007 σε κάθε κόμβο και για τις τρεις περιπτώσεις — ο πλησιέστερος στο θεωρητικό 2,000 που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά της ανάλυσης. Αυτό επιβεβαιώνει πλήρη γραμμική απόκριση του νέου μοντέλου στο εύρος φόρτισης Chalfant, χωρίς καμία ένδειξη μη γραμμικότητας. Στις κλιμακωμένες τιμές, η CHAL x2g αποδίδει 77,17 mm και η CHAL2 x2g 77,32 mm στον κόμβο 651 — διαφορά 0,19%, διατηρώντας ακριβώς την ίδια αναλογία με τις βασικές σειρές.

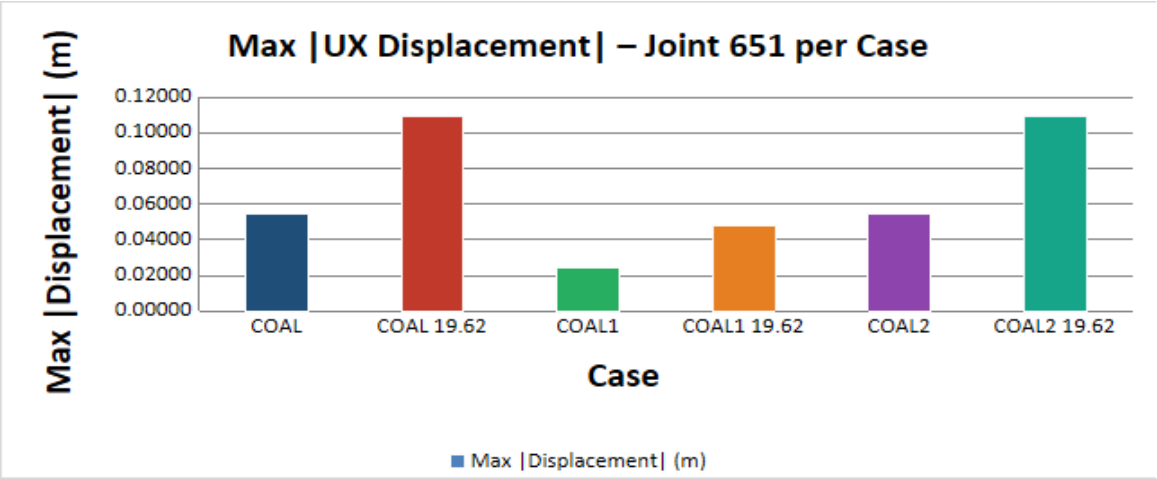
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η CHAL2 με 38,66 mm στον Κόμβο 651, ελάχιστα υψηλότερη από τη CHAL (38,59 mm). Η δεύτερη καταγραφή Chalfant (CHAL2) καθορίζει εξ ολοκλήρου την ανώτατη σεισμική απαίτηση μετακίνησης για τον αγωγό στο νέο μοντέλο, με τον συνδυασμό CHAL να επιβεβαιώνει απλώς το αποτέλεσμα χωρίς να το υπερβαίνει ουσιαστικά.

5.2-03 Σεισμός Coalinga

Coalinga - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.42: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



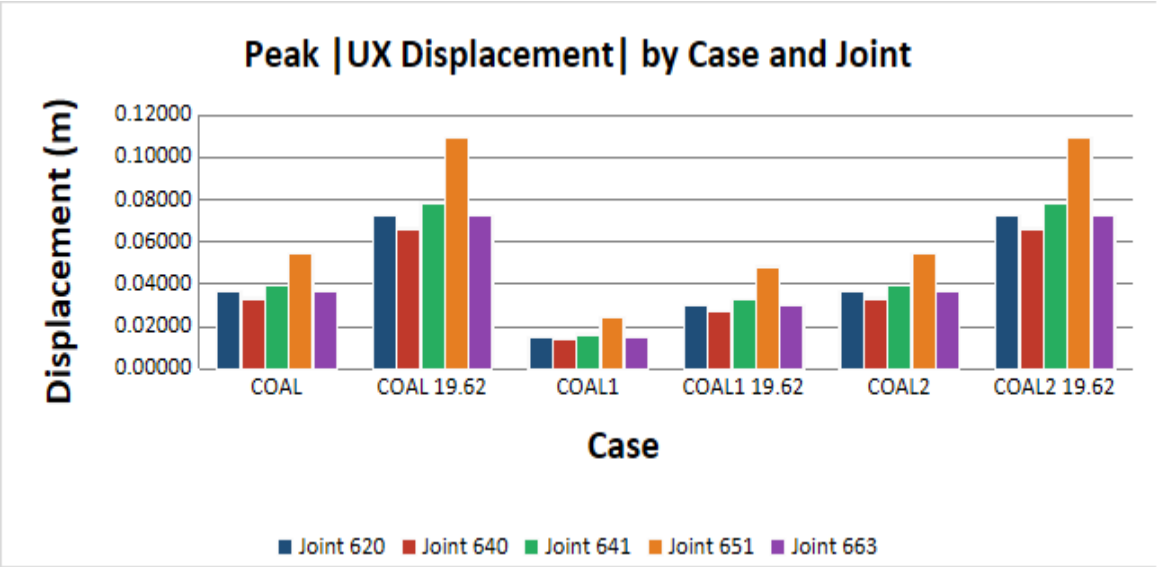
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.43: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.35	0.05468	0.05468
COAL 19.62	143.35	0.10936	0.10936
COAL1	3.15	0.02417	0.02417
COAL1 19.62	3.15	0.04834	0.04834
COAL2	3.35	0.05479	0.05479
COAL2 19.62	3.35	0.10959	0.10959

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.44: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.48: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.48: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
COAL	0.03638	0.03316	0.03938	0.05468	0.03638
COAL 19.62	0.07275	0.06632	0.07876	0.10936	0.07275
COAL1	0.01500	0.01368	0.01623	0.02417	0.01500
COAL1 19.62	0.03001	0.02736	0.03246	0.04834	0.03000
COAL2	0.03627	0.03310	0.03923	0.05479	0.03627
COAL2 19.62	0.07254	0.06620	0.07846	0.10959	0.07254

5.2-03 Συμπεράσματα Coalinga:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Coalinga 1, Coalinga 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού αυτών, COAL, στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, καταγράφοντας τη μέγιστη μετακίνηση. Ο Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε κάθε περίπτωση. Η βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση από τη βάση (640) στη στέψη (641) παρουσιάζει αξιοσημείωτη σταθερότητα μεταξύ +18,5% και +18,8% και στις τρεις περιπτώσεις, υποδηλώνοντας ομοιόμορφη συμπεριφορά της ζώνης αγωγού ανεξαρτήτως έντασης διέγερσης. Η περαιτέρω μετάβαση από τη στέψη (641) στην επιφάνεια (651) κυμαίνεται μεταξύ +38,9% (COAL) και +48,9% (COAL1).

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το αξιοσημείωτο εύρημα εδώ είναι η έντονη διαφοροποίηση μεταξύ COAL1 (48,9%) και των COAL/COAL2 (38,9% και 39,7%). Η ασθενέστερη καταγραφή COAL1 παρουσιάζει κατά 10 ποσοστιαίες μονάδες μεγαλύτερη σχετική διαφορά μεταξύ επιφάνειας και στέψης αγωγού — το μεγαλύτερο χάσμα μεταξύ ισχυρής και ασθενούς καταγραφής που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά της παρούσας ανάλυσης. Αυτό υποδηλώνει ότι υπό ασθενέστερη διέγερση το εδαφικό σύστημα Coalinga παρουσιάζει εντονότερη σχετική ευκαμψία στην επιφανειακή στρώση σε σύγκριση με το επίπεδο του αγωγού.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται πλήρως σε όλες τις βασικές σειρές και στις κλιμακωμένες COAL x2g και COAL2 x2g. Η μοναδική ελάχιστη απόκλιση εντοπίζεται στη σειρά COAL1 x2g, όπου ο Κόμβος 620 αποδίδει 30,010 mm και ο Κόμβος 663 30,000 mm — διαφορά 0,010 mm, που αντιστοιχεί σε απόκλιση κλιμάκωσης 0,007% και είναι εντελώς αμελητέα, αποδιδόμενη σε στρογγυλοποίηση κατά την αριθμητική επίλυση.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Οι COAL και COAL2 είναι σαφώς κυρίαρχες, αποδίδοντας 54,68 mm και 54,79 mm αντίστοιχα — διαφορά μόλις 0,20%, ουσιαστικά αμελητέα. Η COAL1 είναι η ασθενέστερη καταγραφή με 24,17 mm, κατά 126,2% και 126,7% χαμηλότερη από τις COAL και COAL2 αντίστοιχα. Πρόκειται για τη μεγαλύτερη αναλογική διαφορά μεταξύ ισχυρής και ασθενούς καταγραφής που έχει καταγραφεί στη σειρά των αναλύσεων, υπογραμμίζοντας την ιδιαίτερα έντονη φύση των καταγραφών COAL/COAL2 σε σχέση με την COAL1. Η ουσιαστική ταύτιση μεταξύ COAL και COAL2 επιβεβαιώνει για άλλη μια φορά τον παραμορφωσιακό κορεσμό του εδαφικού συστήματος: ο συνδυασμός των δύο καταγραφών δεν προσθέτει απαίτηση πέρα από αυτή της ισχυρότερης μεμονωμένης.

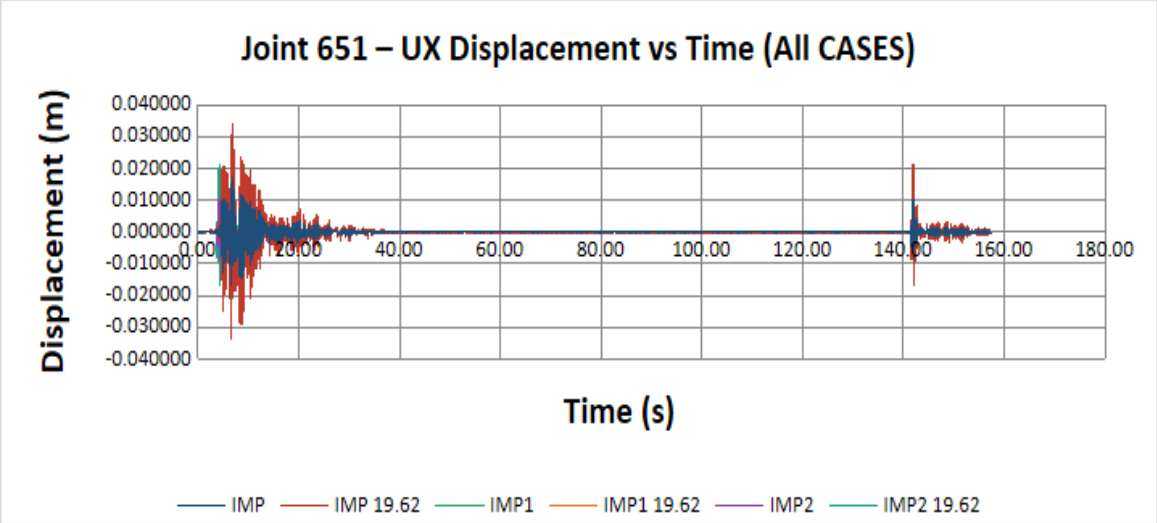
Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κλιμακωμένης προς βασική τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1,9997 και 2,0007 σε κάθε κόμβο και για τις τρεις περιπτώσεις, επιβεβαιώνοντας πλήρη γραμμική απόκριση του νέου μοντέλου. Στις κλιμακωμένες τιμές, η COAL x2g αποδίδει 109,36 mm και η COAL2 x2g 109,59 mm στον κόμβο 651 — οι υψηλότερες απόλυτες τιμές που έχουν καταγραφεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά της παρούσας ανάλυσης, ξεπερνώντας τα 109 mm και αναδεικνύοντας την ιδιαίτερη σοβαρότητα του σεναρίου Coalinga υπό διπλή σεισμική εισαγωγή.

Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η COAL2 με 54,79 mm στον Κόμβο 651, ελάχιστα υψηλότερη από τη COAL (54,68 mm). Η δεύτερη καταγραφή Coalinga (COAL2) καθορίζει εξ ολοκλήρου την ανώτατη σεισμική απαίτηση μετακίνησης στο νέο μοντέλο. Αξίζει να σημειωθεί ότι η σειρά Coalinga παράγει τις

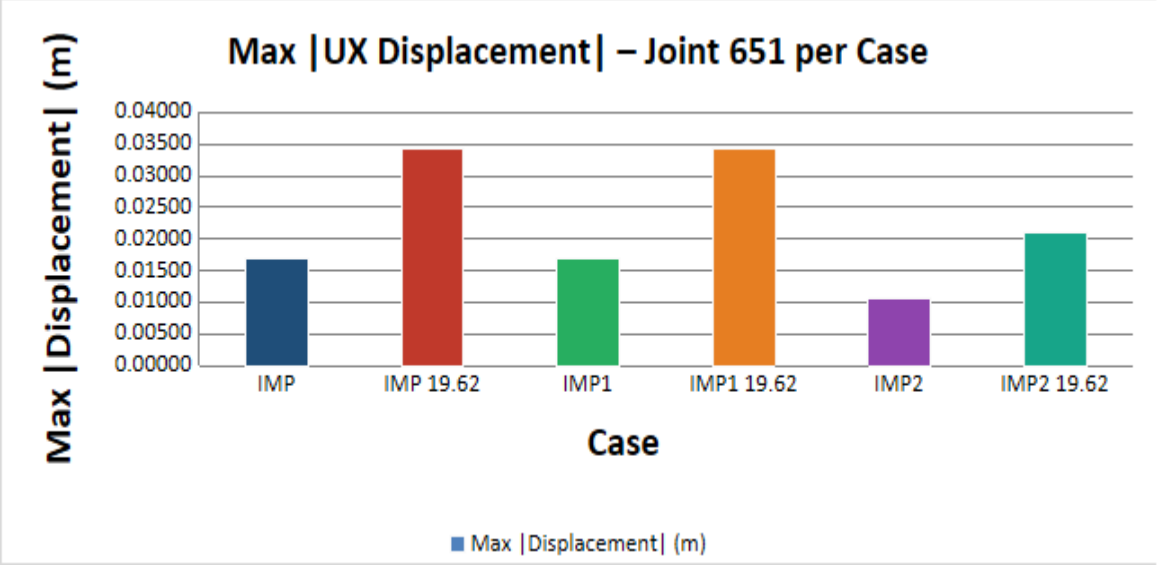
υψηλότερες απόλυτες μετακινήσεις μεταξύ όλων των σεισμικών σειρών που έχουν αναλυθεί μέχρι στιγμής στο SecondModel, υπερβαίνοντας κατά σημαντικό περιθώριο τις σειρές Mammoth και Chalfant.

5.2-04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.58: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



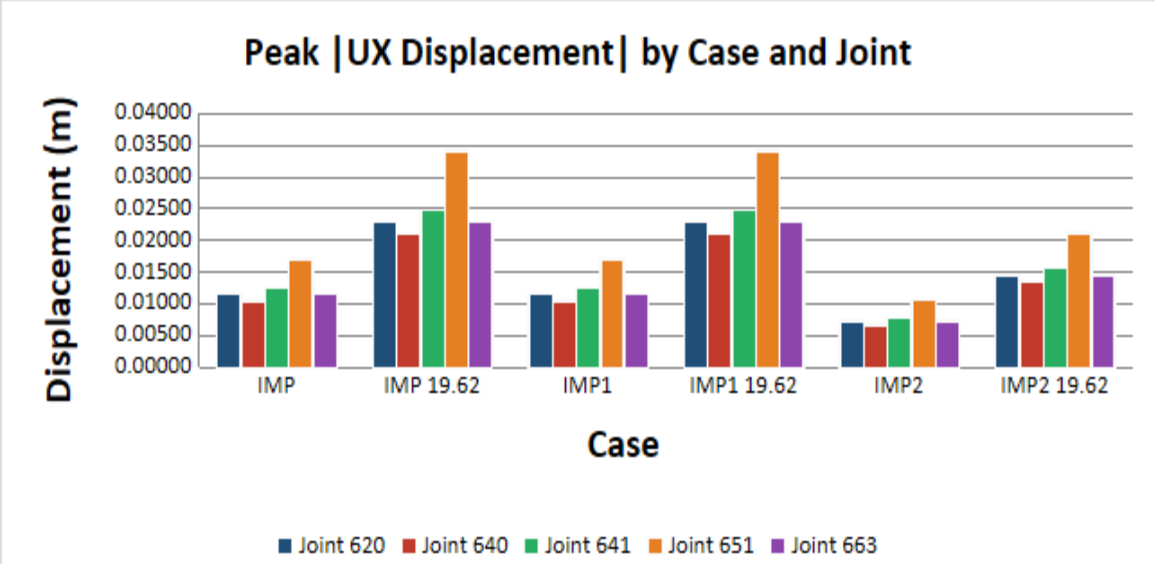
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.59: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.88	0.01706	0.01706
IMP 19.62	6.88	0.03413	0.03413
IMP1	6.88	0.01706	0.01706
IMP1 19.62	6.88	0.03413	0.03413
IMP2	4.23	0.01057	0.01057
IMP2 19.62	4.24	0.02115	0.02115

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.60: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.64: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.64: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
IMP	0.01150	0.01050	0.01243	0.01706	0.01150
IMP 19.62	0.02299	0.02100	0.02486	0.03413	0.02299
IMP1	0.01150	0.01050	0.01243	0.01706	0.01150
IMP1 19.62	0.02299	0.02100	0.02486	0.03413	0.02299
IMP2	0.00727	0.00668	0.00780	0.01057	0.00727
IMP2 19.62	0.01453	0.01336	0.01560	0.02115	0.01453

5.2-04 Συμπεράσματα Imperial:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Imperial Valley 1, Imperial Valley 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού αυτών, IMP, στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, καταγράφοντας τη μέγιστη μετακίνηση. Ο Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε κάθε περίπτωση. Η βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση από τη βάση (640) στη στέψη (641) κυμαίνεται μεταξύ +16,8% (IMP2) και +18,4% (IMP/IMP1), ενώ η περαιτέρω μετάβαση από τη στέψη (641) στην επιφάνεια (651) κυμαίνεται μεταξύ +35,5% (IMP2) και +37,2% (IMP/IMP1). Το εύρος αυτό είναι αξιοσημείωτα στενό μεταξύ των τριών περιπτώσεων, υποδηλώνοντας ομοιόμορφη και σταθερή συμπεριφορά ευκαμψίας του νέου μοντέλου για τις καταγραφές Imperial Valley.

Κρίσιμο εύρημα — πλήρης ταύτιση IMP και IMP1. Το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της σειράς αυτής είναι η **απόλυτη ταύτιση** των περιπτώσεων IMP και IMP1 σε κάθε κόμβο, τόσο στις βασικές όσο και στις κλιμακωμένες σειρές, μέχρι και το πέμπτο δεκαδικό ψηφίο. Οι δύο περιπτώσεις αποδίδουν πανομοιότυπα 17,060 mm στον Κόμβο 651, 12,430 mm στον Κόμβο 641, 10,500 mm στον Κόμβο 640 και 11,500 mm στους Κόμβους 620/663. Αυτό επιβεβαιώνει ότι η πρώτη καταγραφή IMP1 είναι η απόλυτα κυρίαρχη: ο συνδυασμός IMP δεν προσθέτει ούτε μία χιλιοστομετρική μονάδα επιπλέον απαίτησης, καθώς η δεύτερη καταγραφή IMP2 δεν συνεισφέρει παραμόρφωση πέρα από αυτή που έχει ήδη επιβάλει η IMP1.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Η υπεροχή είναι πρακτικά σταθερή σε 37,2% για IMP/IMP1 και 35,5% για IMP2 — διαφορά μόλις 1,7 ποσοστιαίων μονάδων μεταξύ ισχυρής και ασθενούς καταγραφής. Αυτή είναι η πιο σταθερή σχετική διαφορά που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά του νέου μοντέλου, υποδηλώνοντας ότι η εδαφική απόκριση Imperial Valley παρουσιάζει γραμμική και προβλέψιμη συμπεριφορά ανεξαρτήτως έντασης.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις τρεις βασικές σειρές και στις τρεις κλιμακωμένες, χωρίς καμία απόκλιση. Το νέο μοντέλο δεν εισάγει καμία ασυμμετρία για τις καταγραφές Imperial Valley.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Οι IMP και IMP1 αποδίδουν 17,06 mm και η IMP2 10,57 mm — διαφορά 61,4%. Η IMP2 είναι η ασθενέστερη καταγραφή, αποδίδοντας περίπου τα 2/3 της μετακίνησης της IMP1. Η διαφορά αυτή, αν και σημαντική, είναι μικρότερη από την αντίστοιχη των σειρών Coalinga (+126%) και Chalfant (+94%), επιβεβαιώνοντας τον πιο ισορροπημένο χαρακτήρα των καταγραφών Imperial Valley.

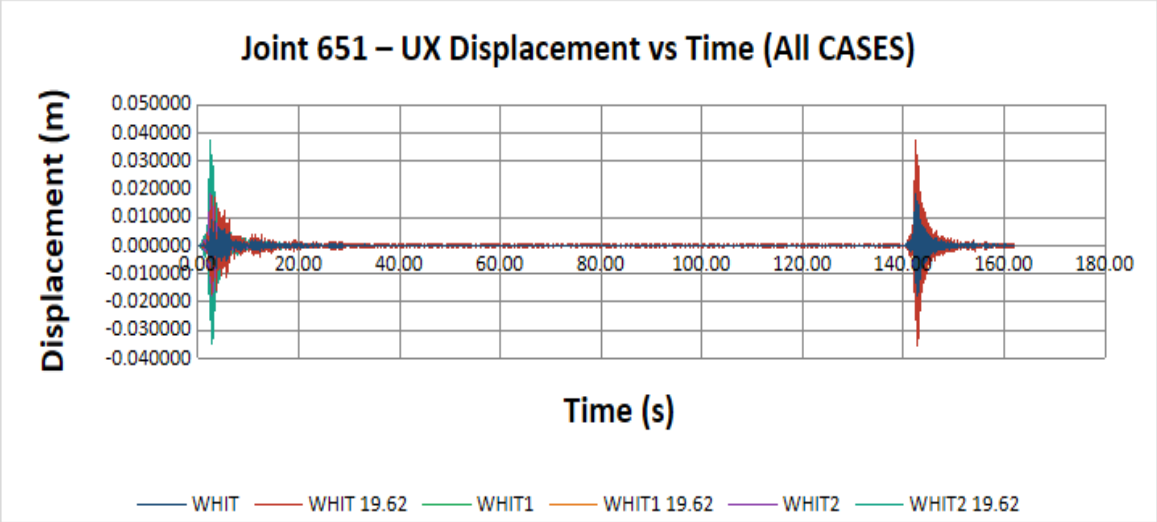
Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κλιμακωμένης προς βασική τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1,9986 και 2,0009 σε κάθε κόμβο και για τις τρεις περιπτώσεις, επιβεβαιώνοντας πλήρη γραμμική απόκριση του νέου μοντέλου. Οι κλιμακωμένες τιμές IMP x2g και IMP1 x2g αποδίδουν πανομοιότυπα 34,13 mm στον Κόμβο 651, διατηρώντας την πλήρη ταύτιση που παρατηρείται στις βασικές σειρές.

Θέση στη συνολική ιεράρχηση σεισμικών σεναρίων. Συγκρινόμενη με τις άλλες σεισμικές σειρές που έχουν αναλυθεί στο SecondModel, η Imperial Valley κατατάσσεται ως σειρά μέτριας έντασης. Η μέγιστη τιμή IMP/IMP1 (17,06 mm) υπολείπεται σημαντικά των κρίσιμων σεναρίων Coalinga (54,79 mm) και Chalfant (38,66 mm), και είναι επίσης χαμηλότερη από τη MAT (24,11 mm), τοποθετούμενη στο κατώτερο τμήμα της κλίμακας απαιτήσεων.

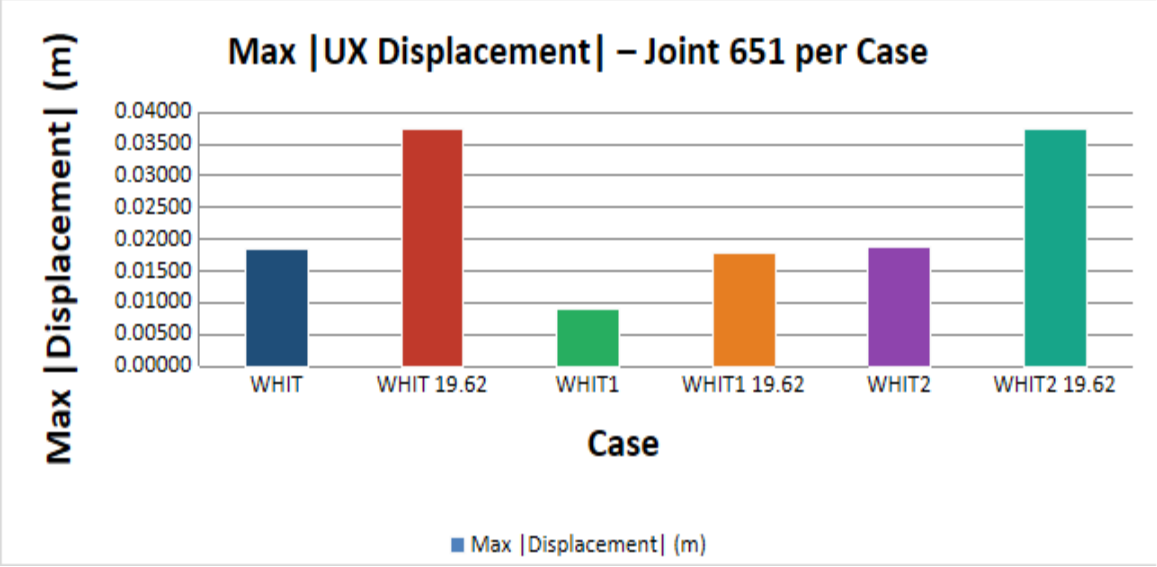
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η IMP ή IMP1 με 17,06 mm στον Κόμβο 651, τιμές απολύτως ταυτόσημες. Η πρώτη καταγραφή Imperial Valley (IMP1) καθορίζει εξ ολοκλήρου και αποκλειστικά την ανώτατη σεισμική απαίτηση μετακίνησης για τον αγωγό στο νέο μοντέλο, με τον συνδυασμό IMP να επαληθεύει απλώς το αποτέλεσμα χωρίς καμία πρόσθετη συνεισφορά.

5.2-05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.74: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



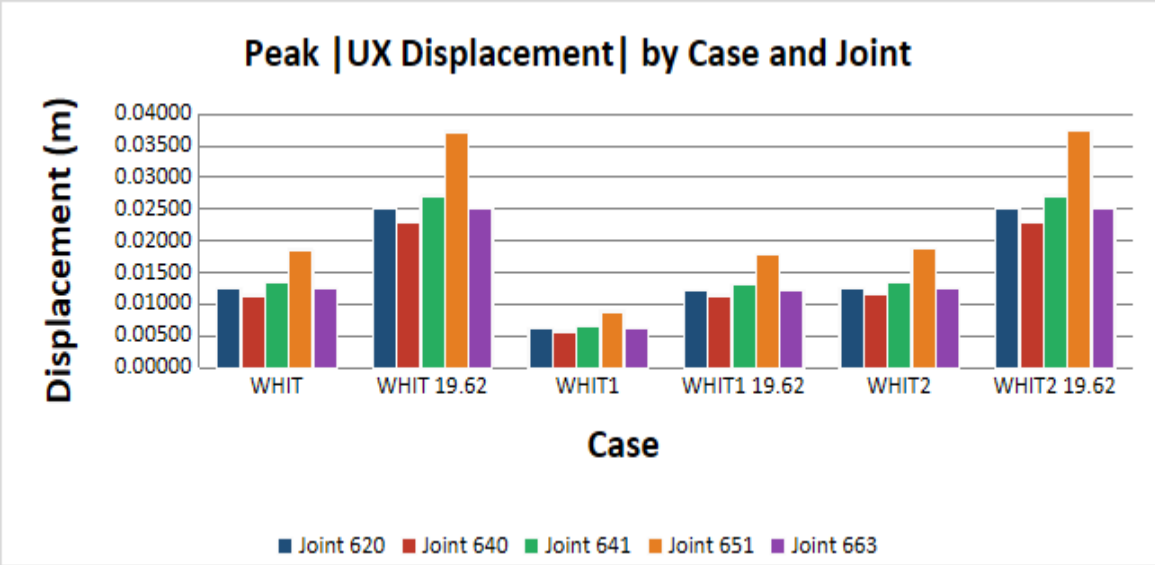
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.75: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01864	0.01864
WHIT 19.62	142.51	0.03728	0.03728
WHIT1	2.68	0.00891	0.00891
WHIT1 19.62	2.68	0.01782	0.01782
WHIT2	2.51	0.01874	0.01874
WHIT2 19.62	2.51	0.03749	0.03749

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.76: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.80: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.80: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
WHIT	0.01252	0.01144	0.01355	0.01864	0.01252
WHIT 19.62	0.02503	0.02287	0.02710	0.03728	0.02503
WHIT1	0.00614	0.00569	0.00658	0.00891	0.00614
WHIT1 19.62	0.01228	0.01137	0.01315	0.01782	0.01228
WHIT2	0.01253	0.01145	0.01355	0.01874	0.01253
WHIT2 19.62	0.02507	0.02290	0.02711	0.03749	0.02507

5.2-05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Whittier Narrows 1, Whittier

Narrows 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού αυτών, WHIT, στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, καταγράφοντας τη μέγιστη μετακίνηση. Ο Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε κάθε περίπτωση. Η βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση από τη βάση (640) στη στέψη (641) κυμαίνεται μεταξύ +15,6% (WHIT1) και +18,4% (WHIT), ενώ η περαιτέρω μετάβαση από τη στέψη (641) στην επιφάνεια (651) κυμαίνεται μεταξύ +35,4% (WHIT1) και +38,3% (WHIT2). Αξιοσημείωτη είναι η ελαφρώς μικρότερη βαθμίδα 640 → 641 για την WHIT1 (+15,6%), υποδηλώνοντας ότι υπό ασθενέστερη διέγερση η ζώνη του αγωγού παρουσιάζει ελαφρώς διαφορετική κατανομή παραμόρφωσης.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το ποσοστό υπεροχής κυμαίνεται μεταξύ 35,4% (WHIT1) και 38,3% (WHIT2), εύρος εξαιρετικά στενό που επιβεβαιώνει τη σταθερή συμπεριφορά του νέου μοντέλου για τη σειρά Whittier Narrows. Η WHIT2 παρουσιάζει οριακά υψηλότερη σχετική διαφορά από τη WHIT (38,3% έναντι 37,6%), παρότι οι απόλυτες τιμές τους είναι σχεδόν ταυτόσημες.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις τρεις βασικές σειρές και στις τρεις κλιμακωμένες, χωρίς καμία απόκλιση. Το νέο μοντέλο δεν εισάγει καμία ασυμμετρία για τις καταγραφές Whittier Narrows.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Οι WHIT και WHIT2 είναι σαφώς κυρίαρχες, αποδίδοντας 18,64 mm και 18,74 mm αντίστοιχα. Η διαφορά μεταξύ τους είναι μόλις 0,10 mm (+0,54%) — ουσιαστικά αμελητέα — ενώ αξιοσημείωτο είναι ότι στον Κόμβο 641 οι δύο τιμές είναι απολύτως ταυτόσημες (13,550 mm και για τις δύο). Η WHIT1 είναι η ασθενέστερη καταγραφή με 8,91 mm — κατά 109,2% και 110,3% χαμηλότερη από τις WHIT και WHIT2 αντίστοιχα. Αξίζει να σημειωθεί ότι η κλιμακωμένη τιμή WHIT1 x2g (17,82 mm) είναι ελαφρώς χαμηλότερη από τις βασικές τιμές WHIT/WHIT2, επιβεβαιώνοντας τον ιδιαίτερα ασθενή χαρακτήρα της πρώτης καταγραφής. Η ουσιαστική ταύτιση WHIT/WHIT2 επιβεβαιώνει τον παραμορφωσιακό κορεσμό του συστήματος: ο συνδυασμός δεν προσθέτει σημαντική επιπλέον απαίτηση πέρα από τη WHIT2.

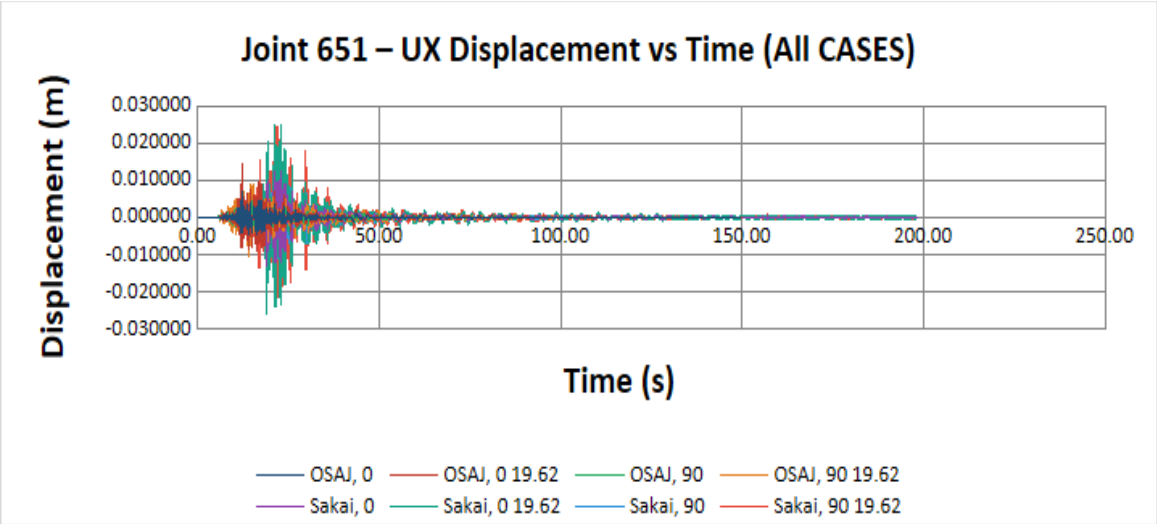
Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κλιμακωμένης προς βασική τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1,9982 και 2,0008 σε κάθε κόμβο και για τις τρεις περιπτώσεις, επιβεβαιώνοντας πλήρη γραμμική απόκριση. Στις κλιμακωμένες τιμές η WHIT2 x2g (37,49 mm) υπερτερεί οριακά της WHIT x2g (37,28 mm) κατά 0,56%, διατηρώντας ακριβώς την ίδια αναλογία με τις βασικές σειρές.

Θέση στη συνολική ιεράρχηση σεισμικών σεναρίων. Η σειρά Whittier Narrows κατατάσσεται στη μεσαία ζώνη της συνολικής ιεράρχησης του SecondModel. Η μέγιστη τιμή WHIT2 (18,74 mm) τοποθετείται μεταξύ Imperial Valley (17,06 mm) και Mammoth-MAT (24,11 mm), υπολειπόμενη σημαντικά των κρίσιμων σεναρίων Coalinga (54,79 mm) και Chalfant (38,66 mm). Οι τρεις σειρές μέτριας έντασης — Imperial Valley, Whittier Narrows και Mammoth — συγκεντρώνονται σε στενό εύρος μεταξύ 17 και 24 mm, διαχωρίζοντας σαφώς τη χαμηλής/μέτριας έντασης ζώνη από τη ζώνη υψηλής έντασης (Chalfant, Coalinga).

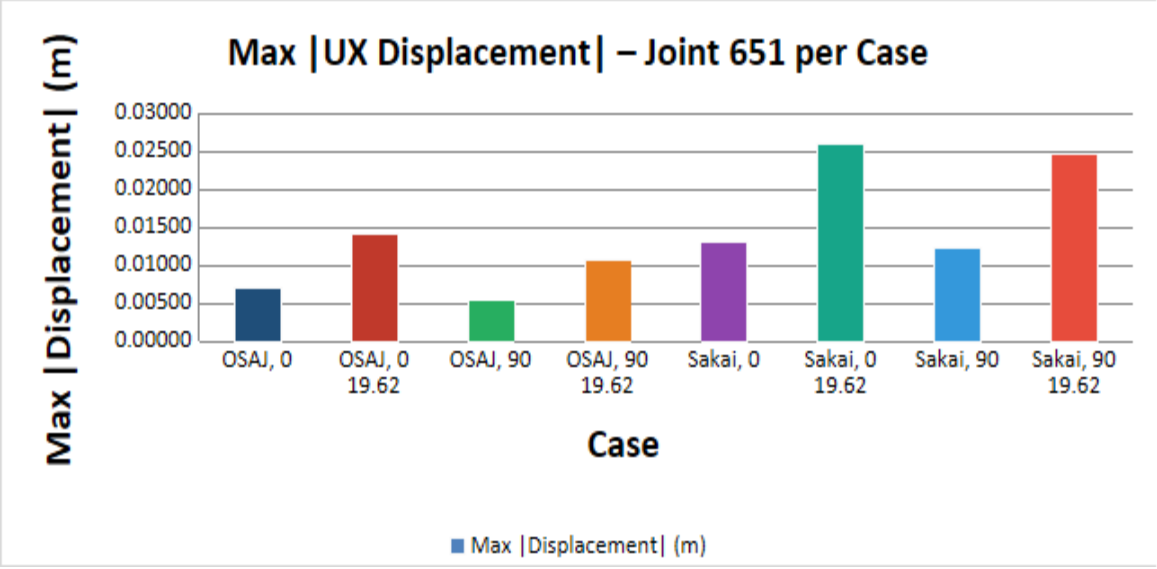
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η WHIT2 με 18,74 mm στον Κόμβο 651, ελάχιστα υψηλότερη από τη WHIT (18,64 mm). Η δεύτερη καταγραφή Whittier Narrows (WHIT2) καθορίζει πρακτικά την ανώτατη σεισμική απαίτηση μετακίνησης για τον αγωγό στο νέο μοντέλο, με τον συνδυασμό WHIT να επαληθεύει το αποτέλεσμα χωρίς ουσιαστική πρόσθετη συνεισφορά.

5.2-06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.90: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



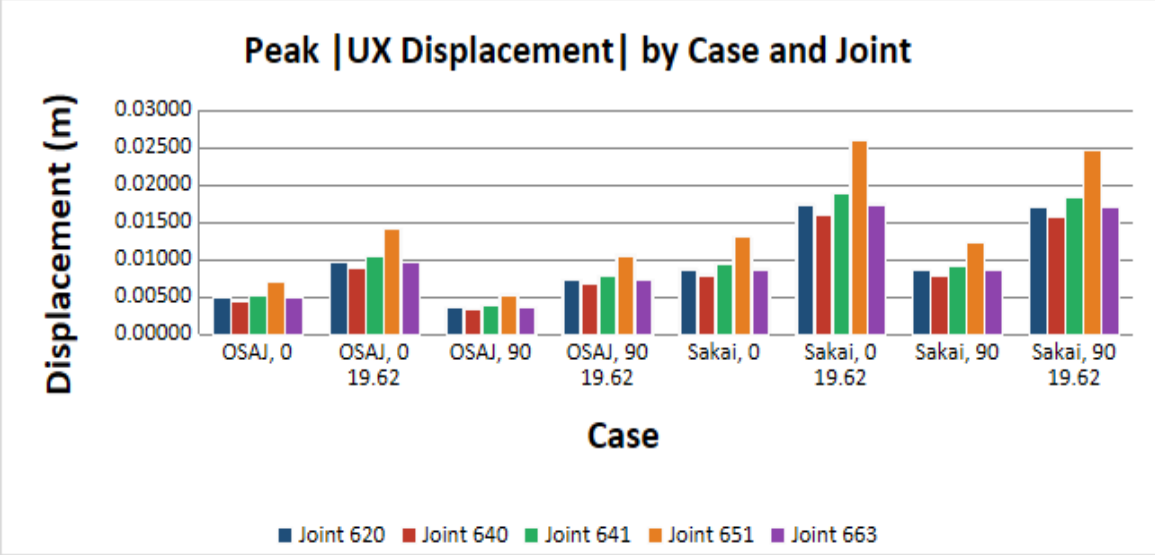
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.91: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.22	0.00703	0.00703
OSAJ, 0 19.62	12.22	0.01407	0.01407
OSAJ, 90	14.14	-0.00531	0.00531
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.01062	0.01062
Sakai, 0	18.96	-0.01300	0.01300
Sakai, 0 19.62	18.96	-0.02601	0.02601
Sakai, 90	21.79	0.01231	0.01231
Sakai, 90 19.62	21.79	0.02461	0.02461

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.92: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.96: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.96: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
OSAJ, 0	0.00484	0.00444	0.00521	0.00703	0.00484
OSAJ, 0 19.62	0.00967	0.00888	0.01041	0.01407	0.00967
OSAJ, 90	0.00367	0.00338	0.00395	0.00531	0.00367
OSAJ, 90 19.62	0.00734	0.00675	0.00790	0.01062	0.00734
Sakai, 0	0.00873	0.00797	0.00943	0.01300	0.00873
Sakai, 0 19.62	0.01746	0.01595	0.01886	0.02601	0.01746
Sakai, 90	0.00856	0.00784	0.00921	0.01231	0.00856
Sakai, 90 19.62	0.01712	0.01569	0.01843	0.02461	0.01712

5.2-06 Συμπεράσματα Kobe Japan:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των ιαπωνικών σεισμικών καταγραφών Osaka-J (OSAJ) και

Sakai, στις δύο οριζόντιες συνιστώσες 0° και 90°, στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 στην επιφάνεια αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τέσσερις περιπτώσεις, καταγράφοντας τη μέγιστη μετακίνηση. Ο Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού είναι ο δυσκαμψότερος κόμβος σε κάθε περίπτωση. Η βαθμίδα ευκαμψίας κατά μήκος της δομικής διαδρομής 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση από τη βάση (640) στη στέψη (641) κυμαίνεται μεταξύ +16,9% (OSAJ 90°) και +18,3% (Sakai 0°), ενώ η περαιτέρω μετάβαση από τη στέψη (641) στην επιφάνεια (651) κυμαίνεται μεταξύ +33,7% (Sakai 90°) και +37,9% (Sakai 0°). Το εύρος και των δύο βαθμίδων είναι στενό και συνεπές μεταξύ των τεσσάρων περιπτώσεων, επιβεβαιώνοντας ομοιόμορφη δομική συμπεριφορά.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το ποσοστό υπεροχής κυμαίνεται μεταξύ 33,7% (Sakai 90°) και 37,9% (Sakai 0°). Αξιοσημείωτο είναι ότι η Sakai 0° παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σχετική διαφορά, ενώ η Sakai 90° την ελάχιστη — αντιστροφή της σειράς που θα αναμενόταν αν η ισχυρότερη καταγραφή συνεπαγόταν πάντα μικρότερη σχετική διαφορά. Αυτό υποδηλώνει ότι για τις καταγραφές Sakai η σχέση μεταξύ έντασης και σχετικής ευκαμψίας δεν ακολουθεί την τάση που παρατηρείται στις άλλες σεισμικές σειρές.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις τέσσερις βασικές σειρές και στις τέσσερις κλιμακωμένες, χωρίς καμία απόκλιση. Το νέο μοντέλο δεν εισάγει καμία ασυμμετρία για τις ιαπωνικές καταγραφές.

Σύγκριση διευθύνσεων ανά σεισμική πηγή. Για τις καταγραφές OSAJ η συνιστώσα 0° υπερτερεί σημαντικά της 90° κατά 32,4% (7,03 mm έναντι 5,31 mm) — η δεύτερη μεγαλύτερη ανισοτροπία διευθύνσεων μεταξύ όλων των σεισμικών σειρών του SecondModel. Αντίθετα, για τις καταγραφές Sakai η διαφορά μεταξύ 0° και 90° είναι μόλις 5,6% (13,00 mm έναντι 12,31 mm) — σχεδόν ισοτροπική απόκριση, υποδηλώνοντας ισόρροπο χαρακτήρα της εδαφικής κίνησης Sakai και στις δύο οριζόντιες διευθύνσεις.

Σύγκριση μεταξύ OSAJ και Sakai. Οι καταγραφές Sakai είναι σαφώς κυρίαρχες έναντι των OSAJ. Η Sakai 0° υπερτερεί της OSAJ 0° κατά 84,9%, ενώ η Sakai 90° υπερτερεί της OSAJ 90° κατά 131,8%. Η σύγκριση Sakai 0° έναντι OSAJ 90° — δηλαδή κρίσιμης έναντι ασθενέστερης — αποδίδει διαφορά 144,8%, η μεγαλύτερη μεταξύ καταγραφών ίδιας χώρας που έχει παρατηρηθεί στη σειρά. Η ιδιαίτερα υψηλή υπεροχή του Sakai αντικατοπτρίζει τη διαφορετική φασματική σύνθεση και εγγύτητα στην εστία των δύο ιαπωνικών σεισμικών γεγονότων.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κλιμακωμένης προς βασική τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1,9970 και 2,0014 σε κάθε κόμβο και για τις τέσσερις περιπτώσεις, επιβεβαιώνοντας πλήρη γραμμική απόκριση. Αξιοσημείωτο είναι ότι οι κλιμακωμένες τιμές Sakai x2g (26,01 mm και 24,61 mm) υπερβαίνουν τις βασικές τιμές MAT, WHIT και IMP, υπογραμμίζοντας τη σοβαρότητα του σεναρίου διπλής σεισμικής εισαγωγής για τις καταγραφές Sakai.

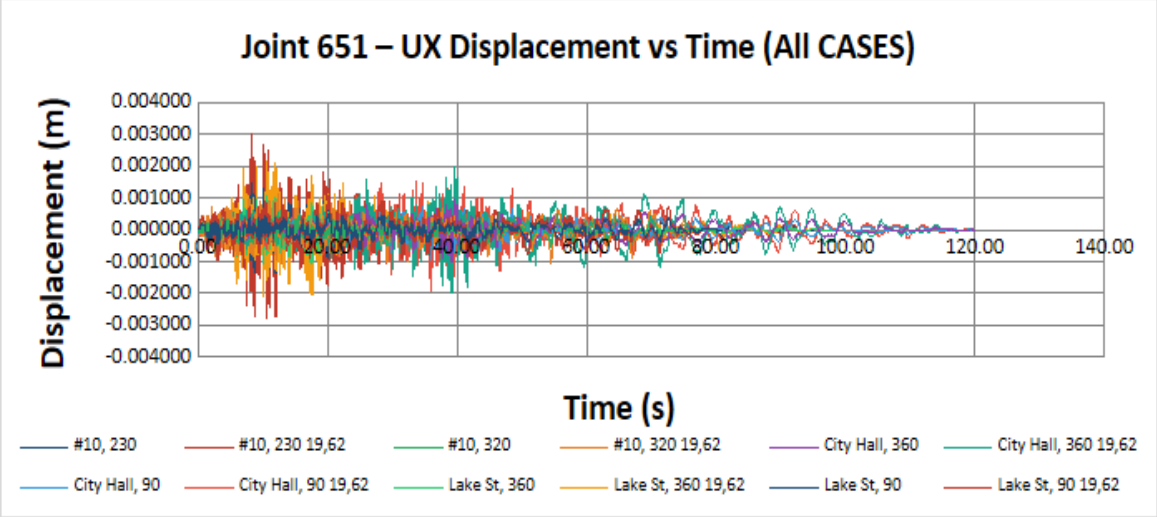
Θέση στη συνολική ιεράρχηση σεισμικών σεναρίων. Οι ιαπωνικές καταγραφές κατατάσσονται στο κατώτερο τμήμα της συνολικής ιεράρχησης του SecondModel. Η κρίσιμη Sakai 0° (13,00 mm) τοποθετείται κάτω από τις Imperial Valley (17,06 mm) και Whittier

Narrows (18,74 mm), ενώ οι καταγραφές OSAJ (5,31–7,03 mm) αποτελούν τα ασθενέστερα σεναρία ολόκληρης της ανάλυσης.

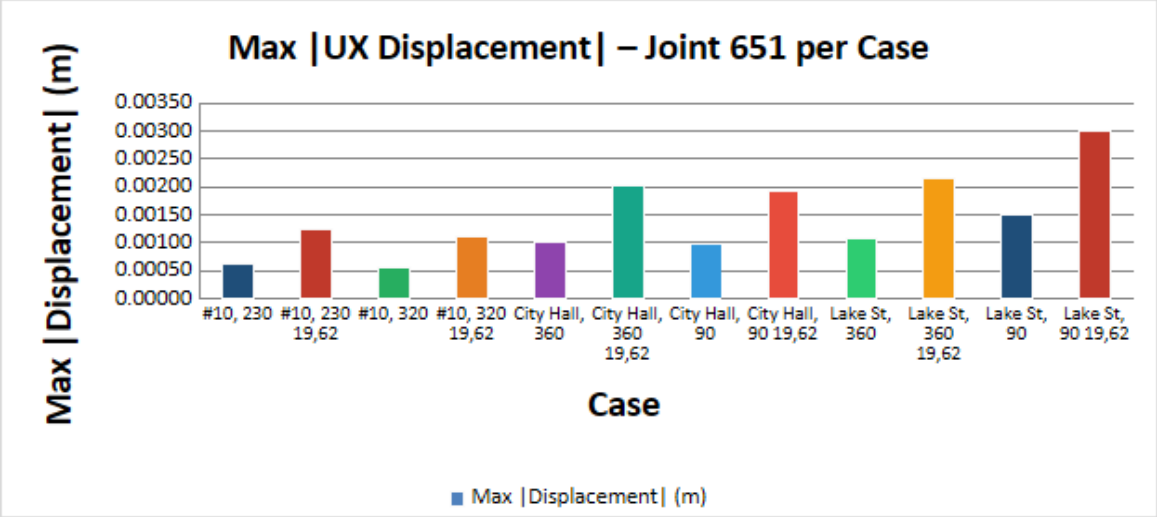
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η Sakai, 0° με 13,00 mm στον Κόμβο 651. Αυτή καθορίζει την ανώτατη σεισμική απαίτηση μετακίνησης για τις ιαπωνικές καταγραφές στο νέο μοντέλο, υπερτερώντας σαφώς της Sakai 90° (12,31 mm) και των δύο συνιστωσών OSAJ.

5.2-07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.106: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



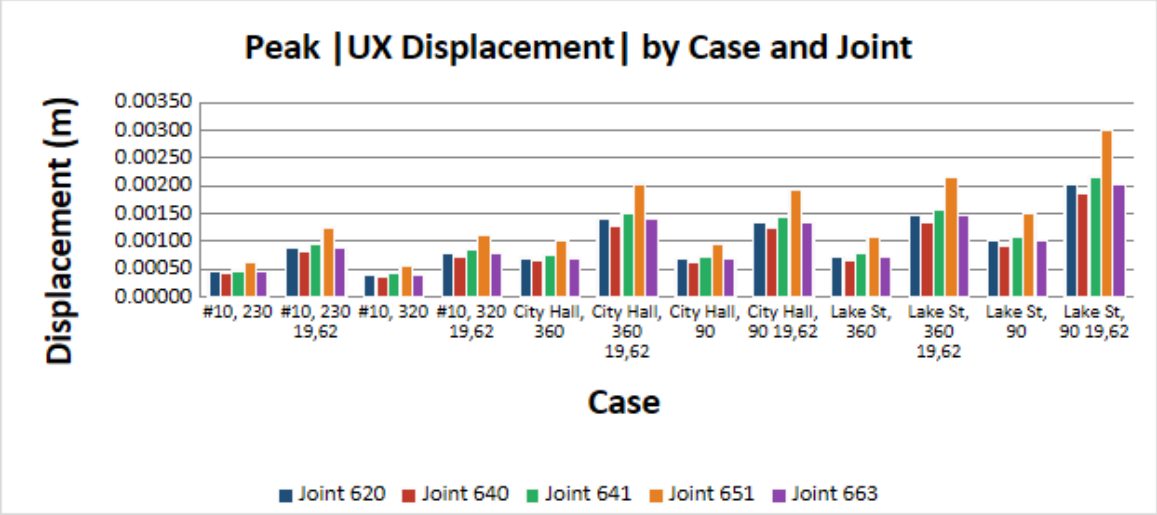
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.107: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.11	-0.00062	0.00062
#10, 230 19,62	25.10	-0.00125	0.00125
#10, 320	12.41	0.00056	0.00056
#10, 320 19,62	12.40	0.00112	0.00112
City Hall, 360	39.21	-0.00102	0.00102
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00204	0.00204
City Hall, 90	35.94	-0.00096	0.00096
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00193	0.00193
Lake St, 360	10.55	0.00108	0.00108
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00216	0.00216
Lake St, 90	8.35	0.00150	0.00150
Lake St, 90 19,62	8.36	0.00300	0.00300

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.108: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.112: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 2.112: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
#10, 230	0.00045	0.00041	0.00048	0.00062	0.00045
#10, 230 19,62	0.00089	0.00082	0.00095	0.00125	0.00089
#10, 320	0.00039	0.00036	0.00042	0.00056	0.00039
#10, 320 19,62	0.00078	0.00072	0.00084	0.00112	0.00078
City Hall, 360	0.00070	0.00064	0.00075	0.00102	0.00070
City Hall, 360 19,62	0.00140	0.00128	0.00151	0.00204	0.00140
City Hall, 90	0.00068	0.00062	0.00073	0.00096	0.00068
City Hall, 90 19,62	0.00135	0.00125	0.00145	0.00193	0.00135
Lake St, 360	0.00073	0.00067	0.00079	0.00108	0.00073
Lake St, 360 19,62	0.00146	0.00134	0.00157	0.00216	0.00146
Lake St, 90	0.00101	0.00093	0.00108	0.00150	0.00101
Lake St, 90 19,62	0.00202	0.00186	0.00217	0.00300	0.00202

5.2-07 Συμπεράσματα Hector Maine:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια έξι σεισμικών καταγραφών του σεισμού Hector Mine σε τρεις σταθμούς — El Centro Array #10 (230° και 320°), Huntington Beach Lake St (90° και 360°) και LB City Hall (90° και 360°) — στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel). Οι τιμές μετακίνησης κυμαίνονται στην υποδεκαδική κλίμακα του χιλιοστού, αντικατοπτρίζοντας τη μεγάλη επικεντρική απόσταση των σταθμών από το επίκεντρο του Hector Mine.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις έξι περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 είναι ο δυσκαμψότερος σε κάθε περίπτωση. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +15,7% (El Centro 230°) και +17,7% (Lake St 360°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +30,8% (El Centro 230°) και +38,9% (Lake St 90°). Το εύρος 30,8%–38,9% για τη δεύτερη βαθμίδα είναι αξιοσημείωτα ευρύ για έξι καταγραφές του ίδιου σεισμού, υποδηλώνοντας ότι η τοπική εδαφική απόκριση επηρεάζει σημαντικά τη σχετική ευκαμψία επιφάνειας–αγωγού ανεξαρτήτως της σεισμικής πηγής.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Η υπεροχή κυμαίνεται μεταξύ 30,8% και 38,9% — εύρος 8,1 ποσοστιαίων μονάδων που αντικατοπτρίζει τη διαφορετική φασματική σύνθεση ανά σταθμό και διεύθυνση. Αξιοσημείωτο είναι ότι η Lake St 90° παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σχετική διαφορά (38,9%) ενώ ταυτόχρονα είναι η κρίσιμη καταγραφή — αντίθετα από τη γενική τάση που παρατηρείται σε ισχυρότερες σειρές, όπου οι υψηλότερες απόλυτες τιμές συνδέονται με μικρότερες σχετικές διαφορές.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται πλήρως και στις έξι βασικές σειρές και στις έξι κλιμακωμένες, χωρίς καμία απόκλιση — επιβεβαιώνοντας τη συμμετρική φύση της φόρτισης UX στο νέο μοντέλο για τις καταγραφές Hector Mine. Αξίζει να υπομνηστεί ότι στην ανάλυση του πρώτου μοντέλου είχε παρατηρηθεί ελάχιστη ασυμμετρία στην El Centro #10, 320° (0,0000001 m), η οποία δεν εμφανίζεται στο SecondModel, επιβεβαιώνοντας τη βελτιωμένη αριθμητική συμπεριφορά.

Σύγκριση διευθύνσεων ανά σταθμό. Για τον El Centro #10 η συνιστώσα 230° υπερτερεί της 320° κατά 10,9% — μέτρια ανισοτροπία. Για τον LB City Hall η 360° υπερτερεί της 90° κατά μόλις 5,9% — σχεδόν ισοτροπική απόκριση. Το πιο αξιοσημείωτο εύρημα είναι ο σταθμός Lake St, όπου η συνιστώσα 90° υπερτερεί σημαντικά της 360° κατά 38,9% (1,500 mm έναντι 1,080 mm) — η μεγαλύτερη ανισοτροπία διευθύνσεων μεταξύ των τριών σταθμών και μία από τις εντονότερες που έχουν παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά του SecondModel. Αυτή η ανισοτροπία υπογραμμίζει ότι η επιλογή της κρίσιμης διεύθυνσης εφαρμογής είναι καθοριστική και δεν μπορεί να παραληφθεί.

Σύγκριση σταθμών. Η κρίσιμη περίπτωση σε επίπεδο σταθμού είναι ο Lake St (1,500 mm), ακολουθούμενος από τον LB City Hall (1,020 mm) και τον El Centro #10 (0,623 mm). Η διαφορά μεταξύ κρίσιμου (Lake St) και ασθενέστερου (El Centro #10) σταθμού είναι +140,7% — διαφορά σημαντική για καταγραφές του ίδιου σεισμού, αντικατοπτρίζοντας την

επίδραση των τοπικών εδαφικών συνθηκών και της διαφορετικής γεωγραφικής θέσης κάθε σταθμού ως προς τον μηχανισμό διάδοσης.

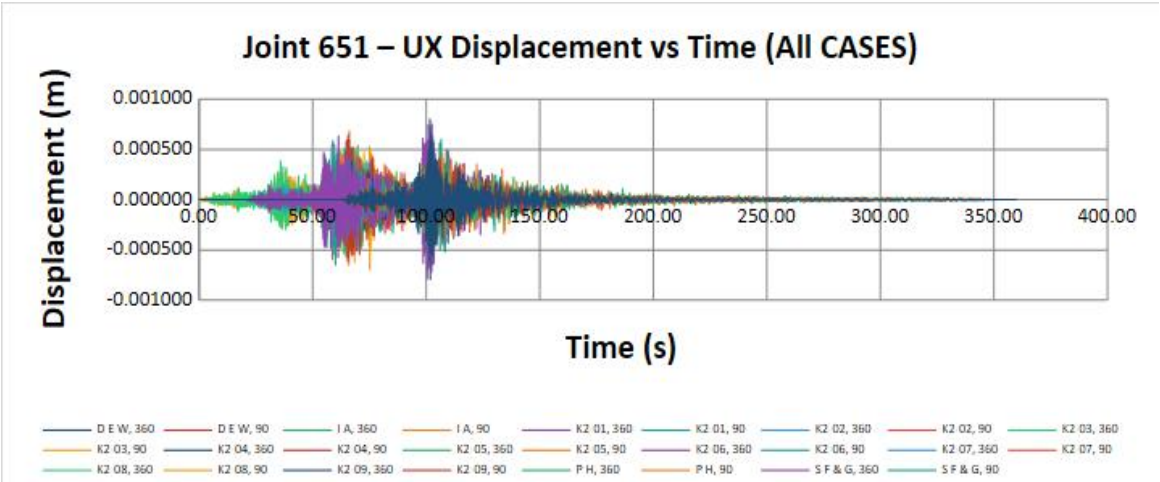
Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κλιμακωμένης προς βασική τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1,9936 και 2,0061 σε κάθε περίπτωση, επιβεβαιώνοντας πλήρη γραμμική απόκριση. Οι αποκλίσεις από το θεωρητικό 2,000 είναι ελάχιστες και αναμενόμενες για τιμές της τάξης των υποδεκατων του χιλιοστού, όπου η στρογγυλοποίηση επηρεάζει περισσότερο τον υπολογισμό του λόγου. Αξιοσημείωτο είναι ότι η κλιμακωμένη τιμή Lake St 90° x2g (3,000 mm) αποτελεί ακριβώς τριπλή στρογγυλοποιημένη τιμή του βασικού, επιβεβαιώνοντας τη γραμμικότητα.

Θέση στη συνολική ιεράρχηση σεισμικών σεναρίων. Οι καταγραφές Hector Mine κατατάσσονται στο κατώτερο τμήμα της ιεράρχησης του SecondModel, κάτω από τις ιαπωνικές καταγραφές (Sakai: 12,31–13,00 mm). Η μέγιστη τιμή Lake St 90° (1,500 mm) υπολείπεται κατά μία τάξη μεγέθους των κρίσιμων σεναρίων Coalinga (54,79 mm) και Chalfant (38,66 mm), και κατά περίπου 8,7 φορές της κρίσιμης Sakai 0°. Αυτή η σχετικά χαμηλή ένταση καθιστά τον Hector Mine το λιγότερο δεσμευτικό σύνολο καταγραφών για τον σχεδιασμό του αγωγού στο SecondModel.

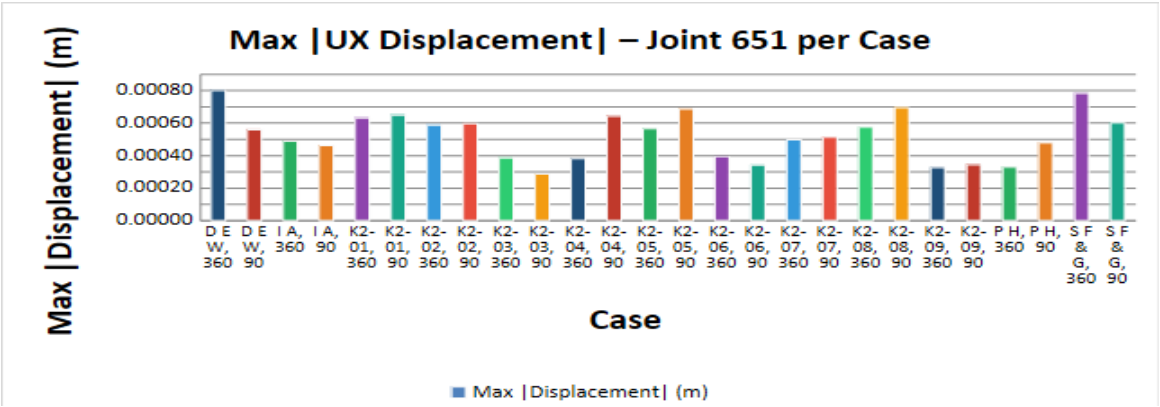
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η Lake St, 90° με 1,500 mm στον Κόμβο 651, ακολουθούμενη από τη Lake St, 360° (1,080 mm) και τη LB City Hall, 360° (1,020 mm). Η συνιστώσα 90° του σταθμού Lake St καθορίζει εξ ολοκλήρου την ανώτατη σεισμική απαίτηση μετακίνησης για τον αγωγό στο σύνολο των καταγραφών Hector Mine στο νέο μοντέλο.

5.2-08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.170: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



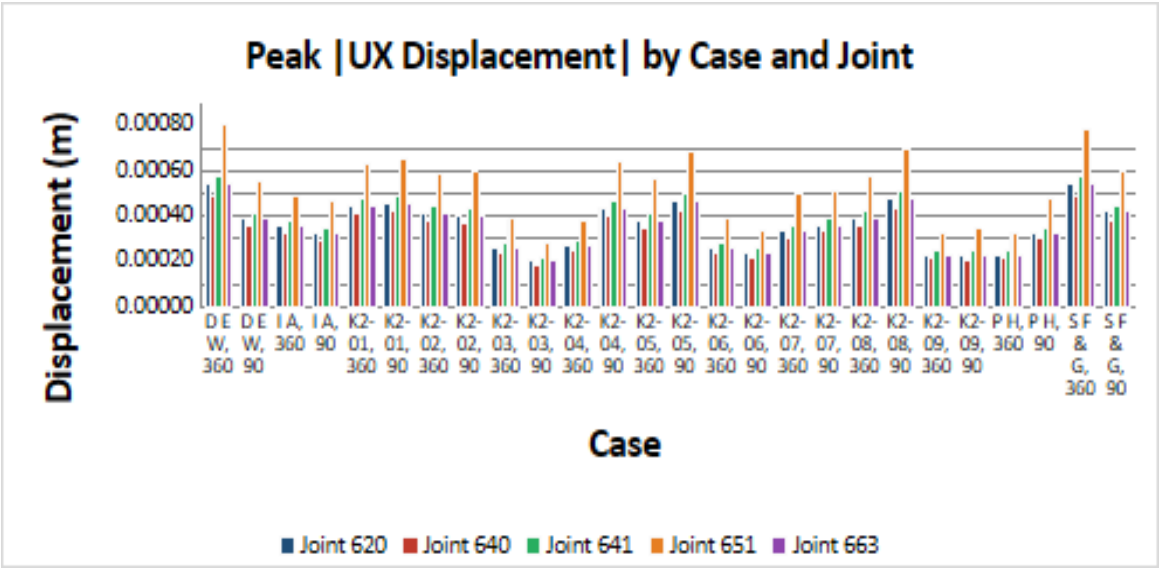
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.171: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00080	0.00080
D E W, 90	102.54	0.00056	0.00056
I A, 360	109.58	0.00049	0.00049
I A, 90	107.13	0.00046	0.00046
K2-01, 360	61.38	0.00063	0.00063
K2-01, 90	60.04	-0.00065	0.00065
K2-02, 360	58.91	0.00059	0.00059
K2-02, 90	58.70	-0.00060	0.00060
K2-03, 360	35.88	0.00039	0.00039
K2-03, 90	38.19	0.00029	0.00029
K2-04, 360	67.14	0.00038	0.00038
K2-04, 90	65.62	0.00064	0.00064
K2-05, 360	64.72	-0.00057	0.00057
K2-05, 90	66.14	0.00069	0.00069
K2-06, 360	60.73	-0.00039	0.00039
K2-06, 90	67.28	0.00034	0.00034
K2-07, 360	66.30	0.00050	0.00050
K2-07, 90	67.06	0.00051	0.00051
K2-08, 360	65.34	-0.00057	0.00057
K2-08, 90	75.19	-0.00070	0.00070
K2-09, 360	60.12	0.00033	0.00033
K2-09, 90	63.78	-0.00035	0.00035
P H, 360	98.61	0.00033	0.00033
P H, 90	102.41	-0.00048	0.00048
S F & G, 360	100.41	-0.00078	0.00078
S F & G, 90	106.57	0.00060	0.00060

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.172: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.176: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.176: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
D E W, 360	0.00054	0.00049	0.00058	0.00080	0.00054
D E W, 90	0.00039	0.00036	0.00042	0.00056	0.00039
I A, 360	0.00035	0.00033	0.00038	0.00049	0.00035
I A, 90	0.00032	0.00030	0.00035	0.00046	0.00032
K2-01, 360	0.00045	0.00041	0.00048	0.00063	0.00045
K2-01, 90	0.00046	0.00042	0.00049	0.00065	0.00046
K2-02, 360	0.00041	0.00038	0.00044	0.00059	0.00041
K2-02, 90	0.00040	0.00037	0.00043	0.00060	0.00040
K2-03, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00039	0.00026
K2-03, 90	0.00020	0.00019	0.00022	0.00029	0.00020
K2-04, 360	0.00027	0.00025	0.00029	0.00038	0.00027
K2-04, 90	0.00044	0.00040	0.00047	0.00064	0.00044
K2-05, 360	0.00038	0.00035	0.00041	0.00057	0.00038
K2-05, 90	0.00046	0.00042	0.00050	0.00069	0.00046
K2-06, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00039	0.00026
K2-06, 90	0.00024	0.00022	0.00026	0.00034	0.00024
K2-07, 360	0.00034	0.00031	0.00036	0.00050	0.00034
K2-07, 90	0.00036	0.00033	0.00039	0.00051	0.00036
K2-08, 360	0.00039	0.00036	0.00042	0.00057	0.00039
K2-08, 90	0.00048	0.00044	0.00051	0.00070	0.00048
K2-09, 360	0.00023	0.00021	0.00025	0.00033	0.00023
K2-09, 90	0.00023	0.00021	0.00025	0.00035	0.00023
P H, 360	0.00023	0.00021	0.00025	0.00033	0.00023
P H, 90	0.00033	0.00030	0.00035	0.00048	0.00033
S F & G, 360	0.00054	0.00049	0.00058	0.00078	0.00054
S F & G, 90	0.00042	0.00039	0.00045	0.00060	0.00042

5.2-08 Συμπεράσματα Nenana Mountain:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Nenana Mountain, Alaska — τέσσερις ονομαστοί σταθμοί Anchorage (Dowl Eng Warehouse, International Airport, Police Headquarters, State Fish & Game) και εννέα καταγραφές της σειράς K2 (K2-01 έως K2-09), καθεμία στις δύο οριζόντιες συνιστώσες 90° και 360° — στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 26 περιπτώσεις αδιαλείπτως, ενώ ο Κόμβος 640 είναι ο δυσκαμψότερος σε κάθε μία. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως σε κάθε περίπτωση: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +15,5% (International Airport 360°) και +18,5% (K2-06 360°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +29,6% (International Airport 360°) και +39,9% (K2-06 360°). Το συνολικό εύρος 29,6%–39,9% της δεύτερης βαθμίδας είναι το ευρύτερο που έχει παρατηρηθεί σε σύνολο 26 καταγραφών του ίδιου σεισμού στο SecondModel, αντικατοπτρίζοντας τη σημαντική ποικιλομορφία της τοπικής εδαφικής απόκρισης μεταξύ σταθμών και διευθύνσεων.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις 26 περιπτώσεις μέχρι και το όγδοο δεκαδικό ψηφίο — η πληρέστερη επιβεβαίωση συμμετρίας που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά του SecondModel.

Ονομαστοί σταθμοί Anchorage. Η κρίσιμη περίπτωση μεταξύ των τεσσάρων ονομαστών σταθμών είναι η Dowl Eng Warehouse, 360° με 0,8011 mm στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή ολόκληρης της ανάλυσης Nenana. Ακολουθεί ο State Fish & Game, 360° με 0,7836 mm (+0,4% χαμηλότερα). Ο σταθμός Dowl Eng Warehouse παρουσιάζει έντονη ανισοτροπία: η 360° υπερτερεί της 90° κατά 43,1%. Αντίθετα, ο Police Headquarters παρουσιάζει την αντίστροφη εικόνα: η 90° υπερτερεί της 360° κατά 45,1% (0,4780 mm έναντι 0,3294 mm) — η μεγαλύτερη ανισοτροπία μεταξύ των ονομαστών σταθμών. Ο International Airport παρουσιάζει τη μικρότερη ανισοτροπία (5,7%), με σχεδόν ισότιμη απόκριση και στις δύο συνιστώσες. Ο λόγος μεγίστης/ελαχίστης μεταξύ των ονομαστών σταθμών είναι 2,43:1.

Σειρά K2. Η κρίσιμη περίπτωση της σειράς K2 είναι η K2-08, 90° με 0,6955 mm, ακολουθούμενη από την K2-05, 90° (0,6861 mm) και K2-01, 90° (0,6501 mm). Η ασθενέστερη καταγραφή είναι η K2-03, 90° με 0,2865 mm — λόγος 2,43:1 μεταξύ κρίσιμης και ασθενέστερης, ταυτόσημος με αυτόν των ονομαστών σταθμών. Η συνιστώσα 90° είναι κυρίαρχη σε 7 από τις 9 καταγραφές K2, με εξαίρεση τις K2-03 (360° υπερτερεί κατά 34,7%) και K2-06 (360° υπερτερεί κατά 15,4%). Το ακραιότερο εύρημα είναι η K2-04, όπου η 90° υπερτερεί της 360° κατά 68,7% (0,6429 mm έναντι 0,3812 mm) — η μεγαλύτερη ανισοτροπία διευθύνσεων σε οποιαδήποτε καταγραφή Nenana και μία από τις μεγαλύτερες σε ολόκληρο το SecondModel. Αντίθετα, οι K2-01, K2-02, K2-07 και K2-09 παρουσιάζουν ελάχιστη διαφορά μεταξύ διευθύνσεων (1,3%–5,9%), υποδηλώνοντας σχεδόν ισοτροπική εδαφική κίνηση για αυτές τις θέσεις.

Κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης. Συνολικά στα 13 ζεύγη (4 ονομαστοί + 9 K2), η συνιστώσα 90° είναι κυρίαρχη σε 8/13 περιπτώσεις και η 360° σε 5/13. Η ελαφρά στατιστική υπεροχή της 90° οφείλεται κυρίως στη σειρά K2 (7/9 περιπτώσεις), ενώ στους ονομαστούς σταθμούς η 360° είναι κυρίαρχη σε 3/4. Η έλλειψη σαφούς μονοσήμαντης προτίμησης επιβεβαιώνει ότι και οι δύο συνιστώσες πρέπει να αναλύονται συστηματικά.

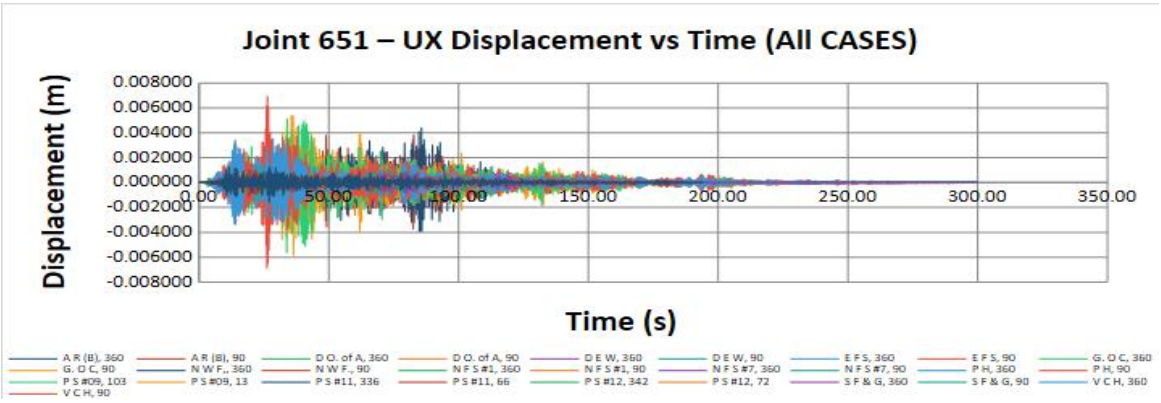
Συνολικό εύρος τιμών. Η μέγιστη τιμή είναι 0,8011 mm (Dowl Eng Warehouse, 360°) και η ελάχιστη 0,2865 mm (K2-03, 90°) — λόγος 2,80:1. Το σχετικά στενό αυτό εύρος, σε σύνολο 26 καταγραφών από διαφορετικές θέσεις, αντικατοπτρίζει την ομοιογένεια των εδαφικών συνθηκών στην περιοχή Anchorage και τη συνεπή εδαφική απόκριση υπό τον ίδιο σεισμό.

Θέση στη συνολική ιεράρχηση σεισμικών σεναρίων. Οι καταγραφές Nenana Mountain κατατάσσονται στο κατώτερο τμήμα της ιεράρχησης του SecondModel, κάτω από τις καταγραφές Hector Mine (μέγιστο Lake St 90°: 1,500 mm). Η μέγιστη τιμή Nenana (0,8011 mm) υπολείπεται κατά περίπου 85% της κρίσιμης Sakai 0° (13,00 mm) και κατά σχεδόν δύο τάξεις μεγέθους της κρίσιμης Coalinga (54,79 mm).

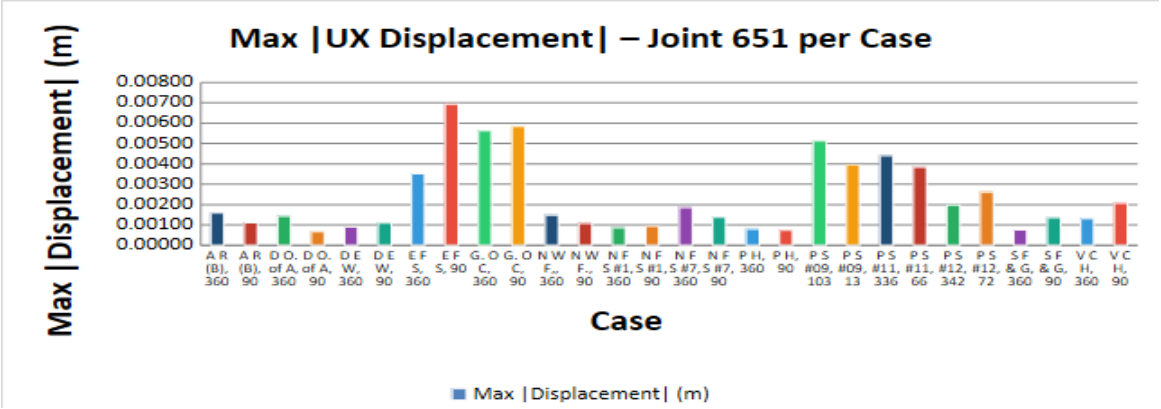
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η Dowl Eng Warehouse, 360° με 0,8011 mm στον Κόμβο 651, ακολουθούμενη στενά από τον State Fish & Game, 360° (0,7836 mm) και την K2-08, 90° (0,6955 mm). Η συνιστώσα 360° του σταθμού Dowl Eng Warehouse καθορίζει την ανώτατη σεισμική απαίτηση μετακίνησης για τον αγωγό στο σύνολο των καταγραφών Nenana Mountain στο νέο μοντέλο.

5.2-09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.186: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



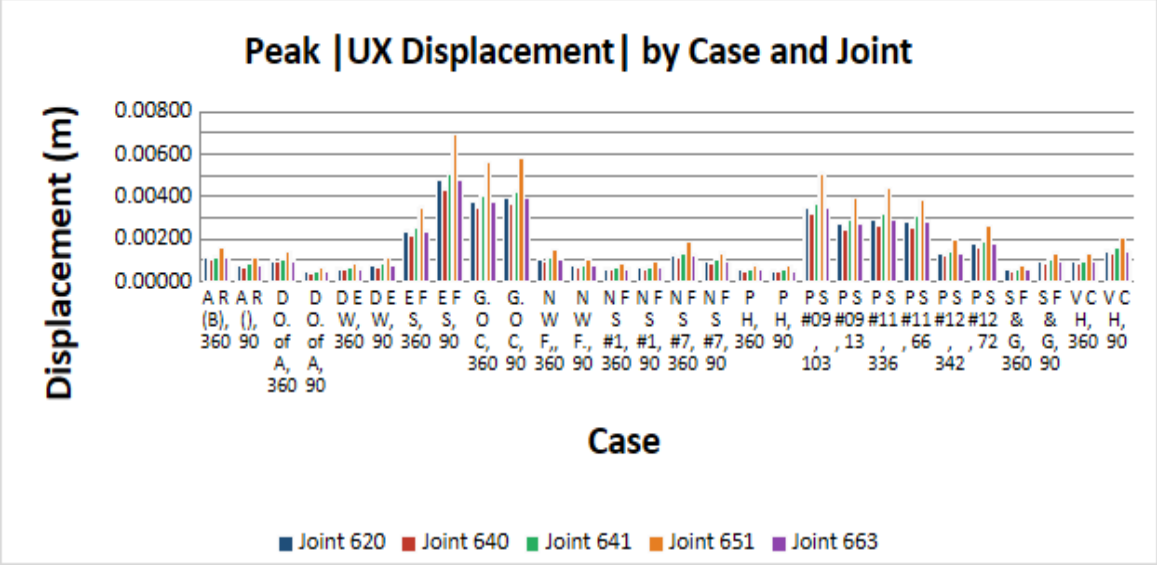
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.187: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00158	0.00158
A R (B), 90	19.04	-0.00111	0.00111
D O. of A, 360	22.74	-0.00143	0.00143
D O. of A, 90	15.82	0.00067	0.00067
D E W, 360	80.03	-0.00090	0.00090
D E W, 90	73.31	-0.00109	0.00109
E F S, 360	28.48	0.00352	0.00352
E F S, 90	26.35	0.00693	0.00693
G. O C, 360	33.78	-0.00562	0.00562
G. O C, 90	36.38	-0.00583	0.00583
N W F,, 360	17.76	0.00148	0.00148
N W F., 90	17.78	-0.00108	0.00108
N F S #1, 360	23.10	0.00087	0.00087
N F S #1, 90	26.62	-0.00093	0.00093
N F S #7, 360	35.90	0.00186	0.00186
N F S #7, 90	37.19	-0.00137	0.00137
P H, 360	84.72	0.00078	0.00078
P H, 90	66.32	-0.00074	0.00074
P S #09, 103	40.95	-0.00512	0.00512
P S #09, 13	61.93	-0.00395	0.00395
P S #11, 336	85.67	0.00440	0.00440
P S #11, 66	82.70	0.00383	0.00383
P S #12, 342	62.32	-0.00197	0.00197
P S #12, 72	60.06	-0.00262	0.00262
S F & G, 360	39.48	-0.00076	0.00076
S F & G, 90	73.98	0.00135	0.00135
V C H, 360	55.65	0.00131	0.00131
V C H, 90	51.49	0.00207	0.00207

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.188: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.192: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.192: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
A R (B), 360	0.00109	0.00100	0.00118	0.00158	0.00109
A R (), 90	0.00076	0.00069	0.00081	0.00111	0.00076
D O. of A, 360	0.00099	0.00091	0.00106	0.00143	0.00099
D O. of A, 90	0.00046	0.00043	0.00050	0.00067	0.00046
D E W, 360	0.00061	0.00055	0.00065	0.00090	0.00061
D E W, 90	0.00076	0.00069	0.00081	0.00109	0.00076
E F S, 360	0.00238	0.00219	0.00256	0.00352	0.00238
E F S, 90	0.00476	0.00437	0.00512	0.00693	0.00476
G. O C, 360	0.00376	0.00345	0.00406	0.00562	0.00376
G. O C, 90	0.00396	0.00363	0.00428	0.00583	0.00396
N W F,, 360	0.00102	0.00094	0.00110	0.00148	0.00102
N W F., 90	0.00073	0.00067	0.00079	0.00108	0.00073
N F S #1, 360	0.00061	0.00056	0.00066	0.00087	0.00061
N F S #1, 90	0.00065	0.00060	0.00070	0.00093	0.00065
N F S #7, 360	0.00127	0.00116	0.00137	0.00186	0.00127
N F S #7, 90	0.00092	0.00085	0.00099	0.00137	0.00092
P H, 360	0.00053	0.00049	0.00058	0.00078	0.00053
P H, 90	0.00050	0.00046	0.00054	0.00074	0.00050
P S #09, 103	0.00346	0.00317	0.00372	0.00512	0.00346
P S #09, 13	0.00271	0.00248	0.00292	0.00395	0.00271
P S #11, 336	0.00293	0.00262	0.00318	0.00440	0.00293
P S #11, 66	0.00286	0.00259	0.00309	0.00383	0.00286
P S #12, 342	0.00134	0.00123	0.00144	0.00197	0.00134
P S #12, 72	0.00178	0.00162	0.00192	0.00262	0.00178
S F & G, 360	0.00054	0.00050	0.00058	0.00076	0.00054
S F & G, 90	0.00093	0.00085	0.00100	0.00135	0.00093
V C H, 360	0.00092	0.00084	0.00098	0.00131	0.00092
V C H, 90	0.00145	0.00133	0.00156	0.00207	0.00145

5.2-09 Συμπεράσματα Denali Alaska:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 28 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Denali, Alaska, κατανεμημένων σε τέσσερις γεωγραφικές ενότητες: οκτώ σταθμοί Anchorage, δύο σταθμοί Fairbanks, ένας σταθμός Valdez και τρεις σταθμοί TAPS, στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 28 περιπτώσεις αδιαλείπτως, ενώ ο Κόμβος 640 είναι ο δυσκαμψότερος σε κάθε μία. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως σε κάθε περίπτωση. Η μετάβαση 640 → 641 παρουσιάζει αξιοσημείωτη σταθερότητα, κυμαινόμενη μεταξύ +16,6% και +21,4% για την πλειονότητα των περιπτώσεων, με εξαίρεση τον Pump Station #11, 336° (+21,4%) που παρουσιάζει την υψηλότερη βαθμίδα πρώτου σταδίου. Η μετάβαση 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +23,9% και +38,4% — εύρος 14,5 ποσοστιαίων μονάδων που αντικατοπτρίζει τη σημαντική ποικιλομορφία της εδαφικής απόκρισης στις διαφορετικές γεωγραφικές ενότητες. Η μοναδική εξαίρεση είναι ο Pump Station #11, 66° (+23,9%) — η χαμηλότερη τιμή δεύτερης βαθμίδας σε ολόκληρο το SecondModel — υποδηλώνοντας ιδιαίτερα ομαλή μεταφορά κίνησης σε αυτή τη διεύθυνση.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις 28 περιπτώσεις χωρίς καμία απόκλιση — επιβεβαίωση ισοδύναμη με αυτή που παρατηρήθηκε στο πρώτο μοντέλο.

Διαφορά σε σχέση με το πρώτο μοντέλο. Η σύγκριση με τα αποτελέσματα του πρώτου μοντέλου αποκαλύπτει **μία μόνο διαφορά** σε 28 περιπτώσεις: ο σταθμός State Fish & Game, 360° παρουσιάζει τιμή 0,7551 mm έναντι 1,6500 mm στο πρώτο μοντέλο — μείωση 54,2%. Αυτή είναι η σημαντικότερη ποιοτική διαφορά μεταξύ των δύο μοντέλων για τη σειρά Denali και χρήζει επαλήθευσης. Οι υπόλοιπες 27 περιπτώσεις είναι πανομοιότυπες.

Anchorage. Η κρίσιμη περίπτωση μεταξύ των οκτώ σταθμών Anchorage είναι ο New Fire Station #7, 360° με 1,860 mm — η υψηλότερη τιμή Anchorage, αμετάβλητη σε σχέση με το πρώτο μοντέλο. Ακολουθούν ο Aho Res, 360° (1,580 mm) και ο NOAA Weather Fac, 360° (1,480 mm). Ο DOI Off. of Aircraft παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ανισοτροπία Anchorage: η 360° υπερτερεί της 90° κατά 114,0% — η ακραιότερη διαφορά μεταξύ διευθύνσεων σε οποιαδήποτε καταγραφή Anchorage. Ο State Fish & Game παρουσιάζει επίσης σημαντική ανισοτροπία αλλά αντίστροφης κατεύθυνσης: η 90° υπερτερεί της 360° κατά 78,8% (1,350 mm έναντι 0,755 mm), γεγονός που συνδέεται με τη μεγάλη μεταβολή που παρατηρείται στη 360° σε σχέση με το πρώτο μοντέλο. Ο λόγος μεγίστης/ελαχίστης μεταξύ των σταθμών Anchorage είναι 2,78:1.

Fairbanks. Οι σταθμοί Fairbanks παράγουν τις υψηλότερες μετακινήσεις ολόκληρης της ανάλυσης Denali. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η Ester Fire Station, 90° με 6,930 mm — η μέγιστη τιμή συνολικά, αμετάβλητη σε σχέση με το πρώτο μοντέλο. Η αντίστοιχη 360° αποδίδει 3,520 mm, δηλαδή η 90° υπερτερεί κατά 96,9% — η δεύτερη μεγαλύτερη ανισοτροπία διευθύνσεων του συνόλου. Ο CIGO παρουσιάζει σχεδόν ισοτροπική απόκριση (5,830 mm και 5,620 mm, διαφορά 3,7%), με λόγο εύρους Fairbanks 1,97:1.

Valdez. Ο σταθμός Valdez City Hall παρουσιάζει σαφή ανισοτροπία: η 90° (2,070 mm) υπερτερεί της 360° (1,310 mm) κατά 58,0%. Ο λόγος εύρους 1,58:1 είναι ο μικρότερος μεταξύ των τεσσάρων γεωγραφικών ενοτήτων, υποδηλώνοντας τη συγκριτικά πιο ισορροπημένη απόκριση της περιοχής Valdez.

TAPS. Ο Pump Station #09 είναι ο κρίσιμος με 5,120 mm (103°), ακολουθούμενος από τον PS11 (4,400 mm, 336°) και τον PS12 (2,620 mm, 72°). Ο PS11 παρουσιάζει τη χαμηλότερη βαθμίδα 641→651 του συνόλου (+23,9% για 66°), ενώ για τον PS12 η συνιστώσα 72° υπερτερεί της 342° κατά 33,0% — αντίθετη τάση από τους PS09 και PS11. Ο λόγος εύρους TAPS είναι 2,60:1.

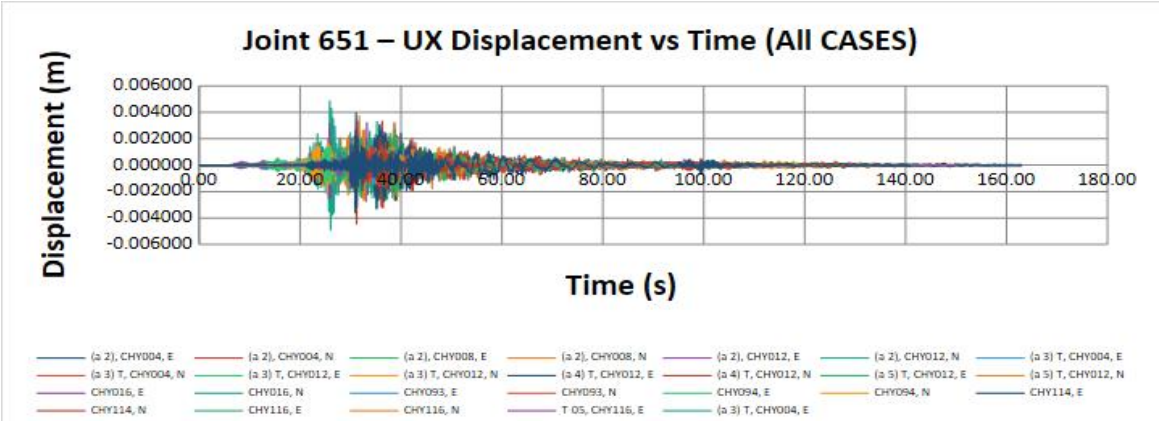
Κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης. Για πρώτη φορά σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά του SecondModel παρατηρείται **απόλυτη ισορροπία**: η υψηλότερη γωνία είναι κυρίαρχη σε ακριβώς 7/14 ζεύγη και η χαμηλότερη επίσης σε 7/14. Αυτό επιβεβαιώνει ότι για τον Denali, λόγω της πολυπλοκότητας της ρηξιγενούς ζώνης και της γεωγραφικής διασποράς των σταθμών, δεν υπάρχει καμία στατιστικά ευνοημένη διεύθυνση εφαρμογής — και οι δύο συνιστώσες είναι εξίσου πιθανό να αποβούν κρίσιμες.

Συνολικό εύρος τιμών. Η μέγιστη τιμή είναι 6,930 mm (Ester Fire Station, 90°) και η ελάχιστη 0,668 mm (DOI Off. of Aircraft, 90°) — λόγος 10,37:1, ο μεγαλύτερος που έχει καταγραφεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά του SecondModel, αντικατοπτρίζοντας την τεράστια γεωγραφική διασπορά των σταθμών και την ποικιλομορφία της τοπικής εδαφικής απόκρισης υπό το σεισμό Denali.

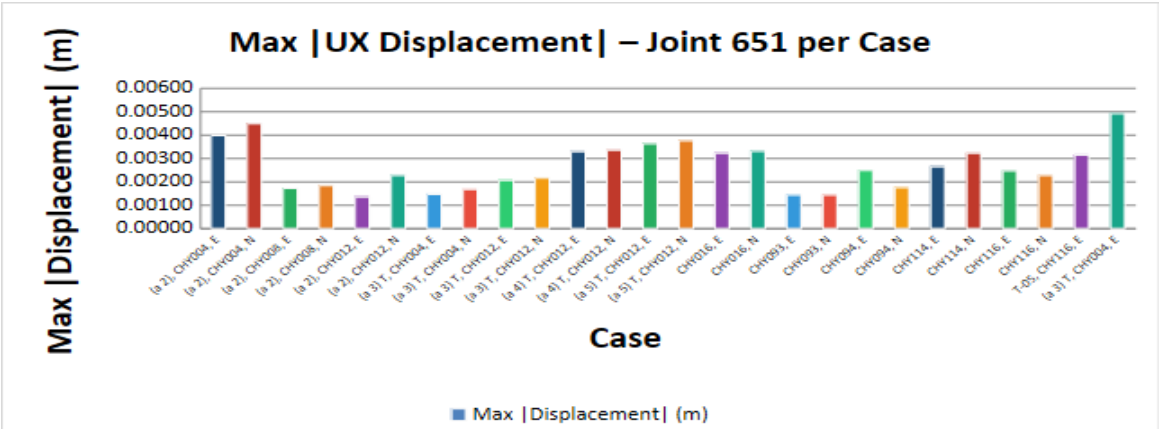
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η Ester Fire Station, 90° με 6,930 mm στον Κόμβο 651, καθορίζοντας εξ ολοκλήρου την ανώτατη σεισμική απαίτηση μετακίνησης για τον αγωγό στο νέο μοντέλο — τιμή που υπερτερεί κατά 2,08 φορές της αμέσως επόμενης (CIGO 90°: 5,830 mm) και αποτελεί τη δεύτερη υψηλότερη τιμή σε ολόκληρο το SecondModel μετά τη Coalinga (54,79 mm) και πριν από τη Chalfant (38,66 mm).

5.2-10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.202: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



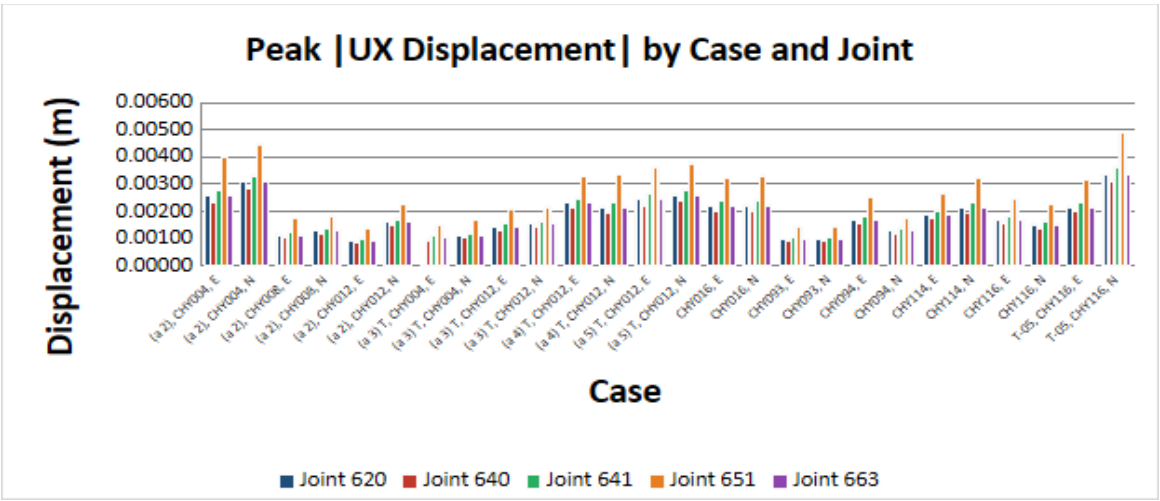
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.203: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.10	0.00398	0.00398
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00448	0.00448
(a 2), CHY008, E	32.01	0.00172	0.00172
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00183	0.00183
(a 2), CHY012, E	30.29	0.00136	0.00136
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00227	0.00227
(a 3) T, CHY004, E	31.73	-0.00147	0.00147
(a 3) T, CHY004, N	37.03	-0.00167	0.00167
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00207	0.00207
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00216	0.00216
(a 4) T, CHY012, E	35.21	-0.00329	0.00329
(a 4) T, CHY012, N	36.27	0.00335	0.00335
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00363	0.00363
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00376	0.00376
CHY016, E	33.25	0.00323	0.00323
CHY016, N	35.08	-0.00331	0.00331
CHY093, E	34.80	-0.00143	0.00143
CHY093, N	30.66	-0.00143	0.00143
CHY094, E	34.28	-0.00249	0.00249
CHY094, N	31.22	0.00176	0.00176
CHY114, E	38.78	-0.00265	0.00265
CHY114, N	38.70	0.00322	0.00322
CHY116, E	29.98	0.00246	0.00246
CHY116, N	29.48	-0.00227	0.00227
T-05, CHY116, E	25.86	0.00315	0.00315
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00491	0.00491

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.204: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.208: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.208: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
(a 2), CHY004, E	0.00257	0.00233	0.00279	0.00398	0.00257
(a 2), CHY004, N	0.00309	0.00283	0.00332	0.00448	0.00309
(a 2), CHY008, E	0.00113	0.00104	0.00122	0.00172	0.00113
(a 2), CHY008, N	0.00128	0.00118	0.00137	0.00183	0.00128
(a 2), CHY012, E	0.00092	0.00084	0.00099	0.00136	0.00092
(a 2), CHY012, N	0.00159	0.00147	0.00171	0.00227	0.00159
(a 3) T, CHY004, E	0.00000	0.00094	0.00109	0.00147	0.00101
(a 3) T, CHY004, N	0.00111	0.00102	0.00120	0.00167	0.00111
(a 3) T, CHY012, E	0.00142	0.00130	0.00153	0.00207	0.00142
(a 3) T, CHY012, N	0.00153	0.00141	0.00164	0.00216	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	0.00232	0.00215	0.00248	0.00329	0.00232
(a 4) T, CHY012, N	0.00215	0.00197	0.00233	0.00335	0.00215
(a 5) T, CHY012, E	0.00243	0.00222	0.00262	0.00363	0.00243
(a 5) T, CHY012, N	0.00261	0.00240	0.00280	0.00376	0.00261
CHY016, E	0.00221	0.00203	0.00239	0.00323	0.00221
CHY016, N	0.00222	0.00203	0.00241	0.00331	0.00222
CHY093, E	0.00097	0.00089	0.00105	0.00143	0.00097
CHY093, N	0.00097	0.00089	0.00105	0.00143	0.00097
CHY094, E	0.00169	0.00155	0.00182	0.00249	0.00169
CHY094, N	0.00129	0.00119	0.00139	0.00176	0.00129
CHY114, E	0.00189	0.00174	0.00202	0.00265	0.00189
CHY114, N	0.00213	0.00195	0.00231	0.00322	0.00213
CHY116, E	0.00168	0.00154	0.00181	0.00246	0.00168
CHY116, N	0.00152	0.00139	0.00164	0.00227	0.00152
T-05, CHY116, E	0.00216	0.00198	0.00233	0.00315	0.00216
T-05, CHY116, N	0.00336	0.00307	0.00363	0.00491	0.00336

5.2-10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών της σειράς Chi-Chi, Taiwan — κύριος σεισμός (πέντε σταθμοί), γεγονός Taiwan-05 και τέσσερις μετασεισμοί (Aftershocks 2 –5) στους σταθμούς CHY004, CHY008 και CHY012, σε συνιστώσες E (Ανατολή) και N (Βορράς) — στο πλαίσιο του νέου εδαφικού μοντέλου (SecondModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 26 περιπτώσεις αδιαλείπτως, ενώ ο Κόμβος 640 είναι ο δυσκαμψότερος σε κάθε μία. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +15,3% και +19,7%, ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +26,6% (CHY094, N) και +43,8% (Aftershock 4, CHY012, N) — το ευρύτερο εύρος δεύτερης βαθμίδας που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά του SecondModel, αντικατοπτρίζοντας την ποικιλομορφία φασματικής σύνθεσης μεταξύ σταθμών, γεγονότων και συνιστωσών.

Κρίσιμο εύρημα — ασυμμετρία Aftershock 3, CHY004, E. Εντοπίζεται μία ασυμμετρία στην καταγραφή Aftershock 3, CHY004, E: ο Κόμβος 620 εμφανίζεται ως μηδέν ενώ ο Κόμβος 663 αποδίδει 1,010 mm. Το μοτίβο αυτό είναι πανομοιότυπο με αυτό που εντοπίστηκε στη σειρά Mammoth (MA3) του SecondModel — κενό κελί στον ένα συμμετρικό κόμβο, τιμή στον άλλο — και χρήζει επαλήθευσης απευθείας από τα αποτελέσματα SAP2000. Εκτός αυτής της μοναδικής εξαίρεσης, η συμμετρία 620/663 επιβεβαιώνεται πλήρως σε όλες τις υπόλοιπες 25 περιπτώσεις.

Σύγκριση συνιστωσών E και N. Η βόρεια συνιστώσα (N) είναι κυρίαρχη σε 10 από τις 13 θέσεις, ενώ η ανατολική (E) μόνο σε 3 (CHY093, CHY094, CHY116 κύριου σεισμού). Η μεγαλύτερη ανισοτροπία παρατηρείται για την Aftershock 2, CHY012, όπου η N υπερτερεί της E κατά 66,9% (2,270 mm έναντι 1,360 mm). Η Taiwan-05, CHY116 παρουσιάζει επίσης σημαντική ανισοτροπία: N υπερτερεί κατά 55,9% (4,910 mm έναντι 3,150 mm). Αντίθετα, οι Aftershocks 4 και 5 στο CHY012 παρουσιάζουν σχεδόν πλήρη ισοτροπία (διαφορές 1,8% και 3,6%), ενώ ο CHY093 αποδίδει απολύτως πανομοιότυπες τιμές (1,430 mm) και στις δύο συνιστώσες.

Κύριος σεισμός. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η CHY016, N με 3,310 mm. Ακολουθούν η CHY016, E (3,230 mm) και η CHY114, N (3,220 mm). Ο CHY094 παρουσιάζει αντίστροφη ανισοτροπία — η E (2,490 mm) υπερτερεί της N (1,760 mm) κατά 41,5% — αποτελώντας εξαίρεση στη γενική κυριαρχία της N συνιστώσας. Η ασθενέστερη καταγραφή κύριου σεισμού είναι η CHY093 (1,430 mm και για τις δύο συνιστώσες).

Taiwan-05. Το γεγονός Taiwan-05, CHY116, N αποδίδει 4,910 mm — τη **μέγιστη τιμή ολόκληρης της σειράς** και κατά 48,3% υψηλότερη από την κρίσιμη καταγραφή του κύριου σεισμού (CHY016, N: 3,310 mm). Η Taiwan-05 N υπερτερεί επίσης κατά 116% της αντίστοιχης καταγραφής κύριου σεισμού στον ίδιο σταθμό (CHY116, N: 2,270 mm), επιβεβαιώνοντας ότι η επιλογή του σεισμικού γεγονότος για τον ίδιο σταθμό έχει καθοριστική σημασία.

Μετασεισμοί — εξέλιξη CHY012 (N). Η εξέλιξη της βόρειας συνιστώσας στο CHY012 αναδεικνύει μη μονότονη πορεία: Aftershock 2 (2,270 mm) → Aftershock 3 (2,160 mm, ελαφρά μείωση) → Aftershock 4 (3,350 mm, απότομη άνοδος) → Aftershock 5 (3,760 mm, συνέχιση ανόδου). Η ανοδική τάση από τον 3ο έως τον 5ο μετασεισμό, με κορύφωση στον 5ο, αποτελεί αξιοσημείωτο εύρημα: οι μεταγενέστεροι μετασεισμοί παράγουν εντονότερες απαιτήσεις από τους πρωιμότερους στον ίδιο σταθμό, υποδηλώνοντας διαφορετικό μηχανισμό ρήξης ή μεταβαλλόμενη επικεντρική απόσταση κατά την αλληλουχία των γεγονότων.

Σύγκριση με το πρώτο μοντέλο. Οι τιμές J651 είναι **πανομοιότυπες** με το πρώτο μοντέλο σε όλες τις 26 περιπτώσεις — η μόνη σεισμική σειρά του SecondModel που δεν παρουσιάζει καμία διαφορά στις τιμές J651. Η μοναδική διαφορά αφορά αποκλειστικά τον Κόμβο 620 της Aftershock 3, CHY004, E (μηδενική τιμή αντί της αναμενόμενης).

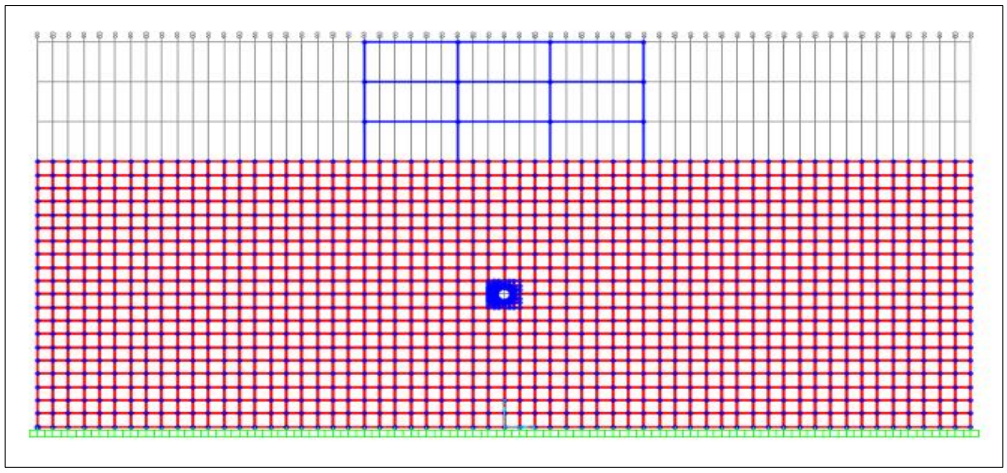
Συνολικό εύρος τιμών. Η μέγιστη τιμή είναι 4,910 mm (Taiwan-05, CHY116, N) και η ελάχιστη 1,360 mm (Aftershock 2, CHY012, E) — λόγος 3,61:1. Οι τιμές Chi-Chi παραμένουν στη μεσαία ζώνη της συνολικής ιεράρχησης του SecondModel, χαμηλότερες από τις σειρές Coalinga (54,79 mm), Chalfant (38,66 mm) και Denali/Fairbanks (6,93 mm), αλλά

υψηλότερες από τις σειρές Hector Mine, Nenana Mountain, Whittier Narrows και Imperial Valley.

Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η Taiwan-05, CHY116, N με 4,910 mm στον Κόμβο 651 — τιμή αμετάβλητη σε σχέση με το πρώτο μοντέλο. Αυτή καθορίζει την ανώτατη σεισμική απαίτηση μετακίνησης για το σύνολο των καταγραφών Chi-Chi, Taiwan στο νέο μοντέλο, υπερτερώντας τόσο του κύριου σεισμού όσο και όλων των μετασεισμών.

5.3 Μοντέλο 3ο – MEAGWGOKAIPLAISOKSEESAW

- **5.3.1-03.01 NEWDMF30AGWGOSSPLAISIOSKETO**

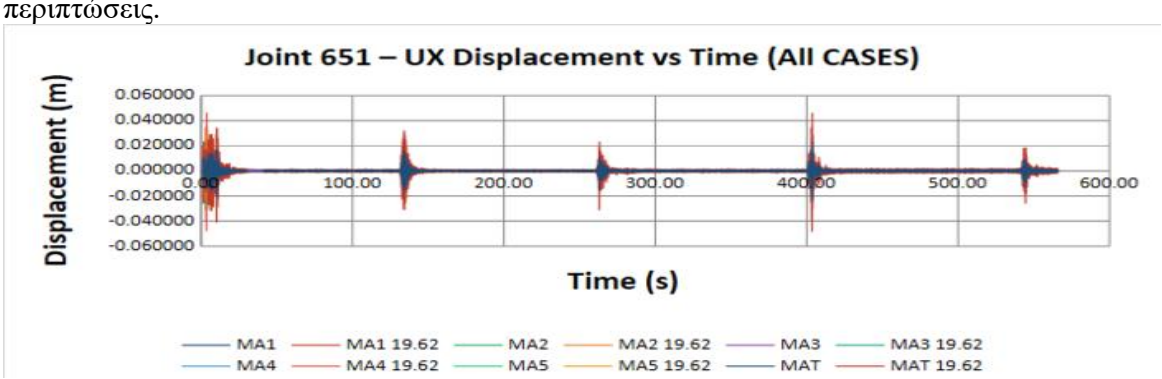


Μοντέλο 3.1

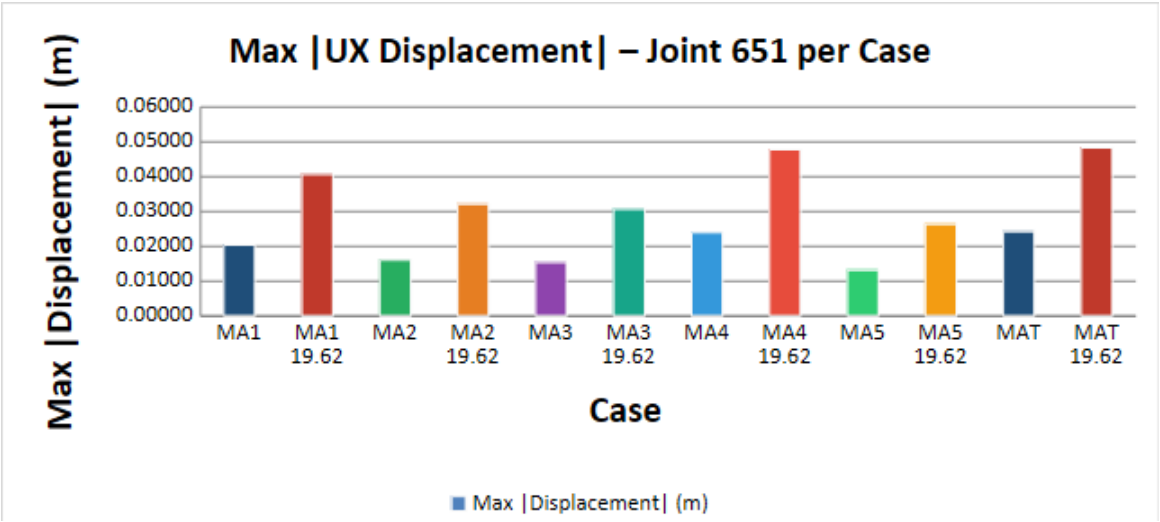
Στην εικόνα εμφανίζεται η επίδραση μιας προτεινόμενης κατασκευής που θα τοποθετηθεί στην επιφάνεια του εδάφους, ακριβώς πάνω από τον υπόγειο αγωγό. Η κατασκευή αυτή θα ασκήσει κατακόρυφο φορτίο στο έδαφος, το οποίο θα μεταδοθεί προς τα κάτω μέσω της εδαφικής στρώσης. Η θέση του αγωγού κάτω από την κατασκευή υποδηλώνει ότι θα δεχθεί σημαντικές πιέσεις από το βάρος και τα φορτία της επιφανειακής κατασκευής, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τη δομική του ακεραιότητα.

5.3.1-03.01.01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.10: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



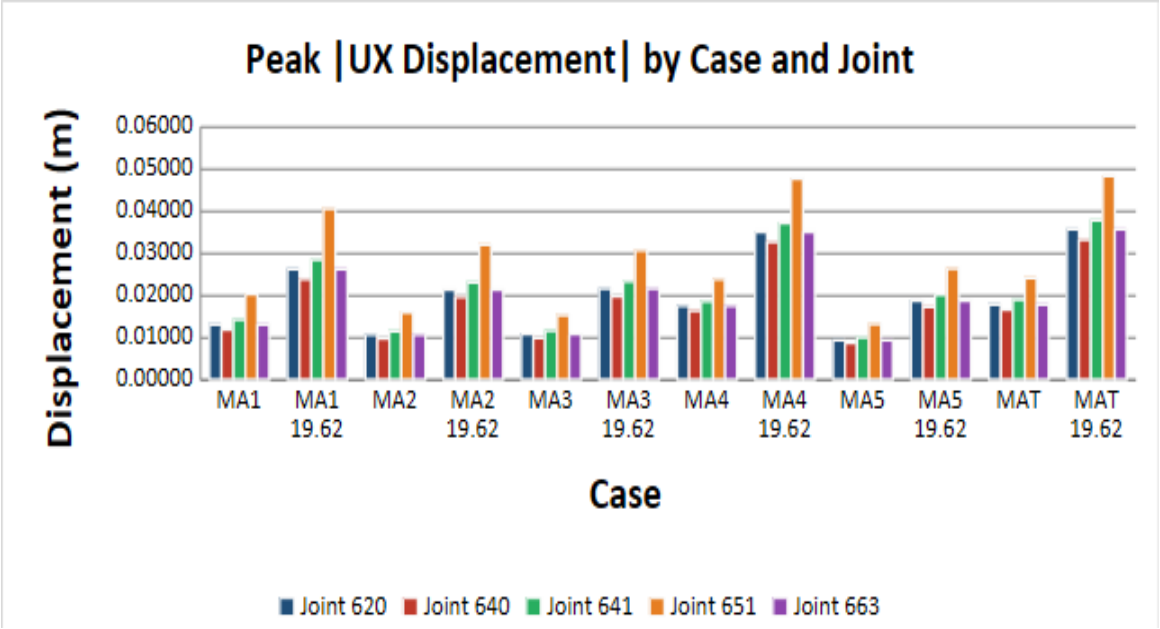
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.11: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.02033	0.02033
MA1 19.62	10.27	-0.04066	0.04066
MA2	4.23	0.01602	0.01602
MA2 19.62	4.23	0.03204	0.03204
MA3	3.06	-0.01535	0.01535
MA3 19.62	3.06	-0.03069	0.03069
MA4	3.61	-0.02387	0.02387
MA4 19.62	3.61	-0.04775	0.04775
MA5	4.60	-0.01317	0.01317
MA5 19.62	4.60	-0.02634	0.02634
MAT	403.51	-0.02415	0.02415
MAT 19.62	403.51	-0.04830	0.04830

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.12: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.1: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.1: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
MA1	0.01313	0.01192	0.01427	0.02033	0.01313
MA1 19.62	0.02627	0.02384	0.02853	0.04066	0.02627
MA2	0.01070	0.00981	0.01155	0.01602	0.01070
MA2 19.62	0.02141	0.01961	0.02310	0.03204	0.02141
MA3	0.01079	0.00987	0.01164	0.01535	0.01079
MA3 19.62	0.02157	0.01974	0.02328	0.03069	0.02157
MA4	0.01756	0.01637	0.01861	0.02387	0.01756
MA4 19.62	0.03512	0.03273	0.03722	0.04775	0.03512
MA5	0.00941	0.00866	0.01010	0.01317	0.00941
MA5 19.62	0.01881	0.01732	0.02021	0.02634	0.01881
MAT	0.01786	0.01664	0.01894	0.02415	0.01786
MAT 19.62	0.03571	0.03328	0.03788	0.04830	0.03571

5.3.1-03.01.01 Συμπεράσματα Mammoth:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Mammoth 1 έως 5 και του συνδυασμού MAT, στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel), το οποίο ενσωματώνει επιφανειακή κατασκευή τοποθετημένη άμεσα πάνω από τον αγωγό.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις έξι περιπτώσεις, καταγράφοντας τη μέγιστη μετακίνηση. Ο Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού παραμένει ο δυσκαμψότερος κόμβος σε κάθε περίπτωση. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +13,7% (MA4) και +19,7% (MA1), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +27,5% (MAT) και +42,5% (MA1). Η αντίστροφη συσχέτιση μεταξύ έντασης διέγερσης και σχετικής διαφοράς 641→651 επιβεβαιώνεται και στο τρίτο μοντέλο: οι ισχυρότερες καταγραφές (MA4, MAT) παράγουν μικρότερη σχετική διαφορά, ενώ οι ασθενέστερες (MA1, MA2) παράγουν μεγαλύτερη.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται **απόλυτα σε όλες τις 12 σειρές** (6 βασικές και 6 κλιμακωμένες), χωρίς καμία εξαίρεση. Αυτό αποτελεί σημαντική βελτίωση σε σχέση με το SecondModel, όπου η περίπτωση MA3 παρουσίαζε έντονη ασυμμετρία (663/620 = 2,000). Η εισαγωγή της επιφανειακής κατασκευής δεν διαταράσσει τη συμμετρική συμπεριφορά του μοντέλου υπό μεταφορική διέγερση UX.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το ποσοστό κυμαίνεται μεταξύ 27,5% (MAT) και 42,5% (MA1) — εύρος 15 ποσοστιαίων μονάδων, ελαφρά ευρύτερο από τα προηγούμενα μοντέλα. Η MAT παρουσιάζει τη μικρότερη σχετική διαφορά (27,5%), που είναι επίσης η χαμηλότερη τιμή που έχει παρατηρηθεί για τη MAT σε οποιοδήποτε από τα τρία μοντέλα,

υποδηλώνοντας ότι η παρουσία της επιφανειακής κατασκευής ομοιογενοποιεί ελαφρώς την κατανομή μετακίνησης μεταξύ επιφάνειας και αγωγού υπό ισχυρή φόρτιση.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Η ιεράρχηση παραμένει αμετάβλητη: MAT (24,150 mm) > MA4 (23,870 mm) > MA1 (20,330 mm) > MA2 (16,020 mm) > MA3 (15,350 mm) > MA5 (13,170 mm). Οι MA4 και MAT υπερτερούν της ασθενέστερης MA5 κατά 81,2% και 83,4% αντίστοιχα — σχεδόν πανομοιότυπο εύρος με τα δύο προηγούμενα μοντέλα (~82–83%). Η MAT υπερτερεί οριακά της MA4 κατά +0,280 mm (+1,17%) στον Κόμβο 651, διαφορά ελαφρώς μεγαλύτερη από το SecondModel (+0,08 mm), αλλά εξίσου αμελητέα από σχεδιαστική άποψη.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κλιμακωμένης προς βασική τιμή κυμαίνεται μεταξύ 1,9989 και 2,0010 σε κάθε κόμβο και για τις έξι περιπτώσεις — πλήρης γραμμική απόκριση χωρίς καμία ανωμαλία. Αξιοσημείωτο είναι ότι στο ThirdModel δεν εμφανίζεται καμία ανωμαλία στις κλιμακωμένες σειρές, σε αντίθεση με το SecondModel όπου η MA3 x2g εμφάνιζε μηδενική τιμή στον Κόμβο 663.

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Αυτό είναι το κεντρικό εύρημα της τριμερούς σύγκρισης. Οι διαφορές J651 μεταξύ ThirdModel και των δύο προηγούμενων μοντέλων (που έχουν πανομοιότυπες τιμές μεταξύ τους) είναι εξαιρετικά μικρές, κυμαινόμενες μεταξύ −1,12% και +1,01%:

Περίπτωση	Model 1 & 2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
MA1	20,560	20,330	−1,12%
MA2	15,860	16,020	+1,01%
MA3	15,360	15,350	−0,07%
MA4	24,030	23,870	−0,67%
MA5	13,180	13,170	−0,08%
MAT	24,110	24,150	+0,17%

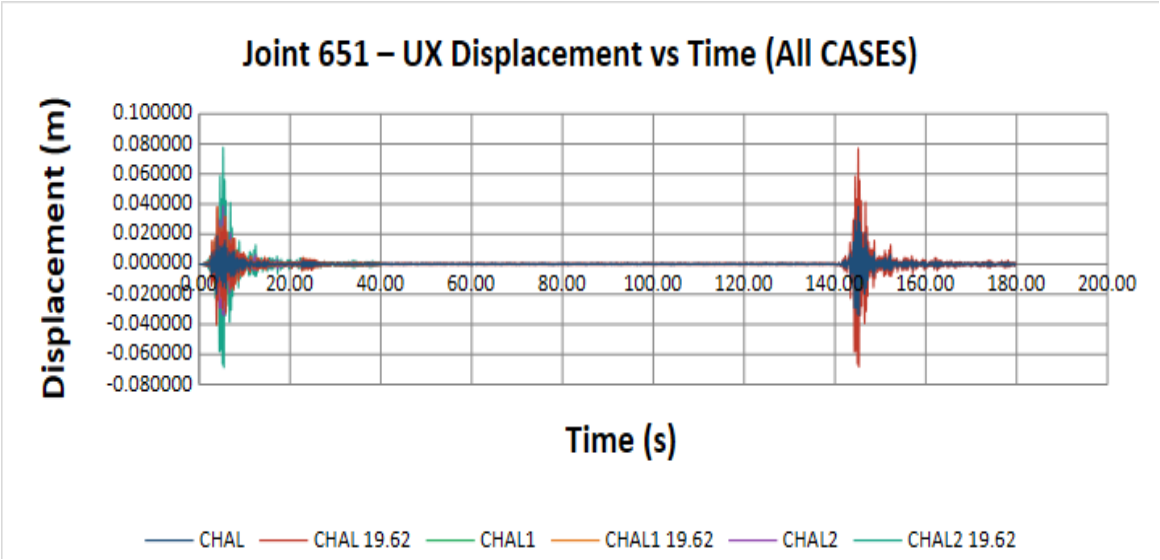
Πίνακας 2

Οι διαφορές αυτές είναι πρακτικά αμελητέες από μηχανικής άποψης. Το γεγονός ότι η εισαγωγή επιφανειακής κατασκευής — η οποία ασκεί κατακόρυφο φορτίο και αδρανειακή μάζα στο σύστημα — δεν μεταβάλλει ουσιαστικά τις μέγιστες οριζόντιες (UX) μετακινήσεις του αγωγού αποτελεί σημαντικό εύρημα. Υποδηλώνει ότι η δυναμική οριζόντια απόκριση του αγωγού καθορίζεται κυρίως από τα χαρακτηριστικά της εδαφικής στρώσης και την εισαγόμενη σεισμική κίνηση, και δεν επηρεάζεται σημαντικά από την παρουσία επιφανειακής κατασκευής περιορισμένων διαστάσεων.

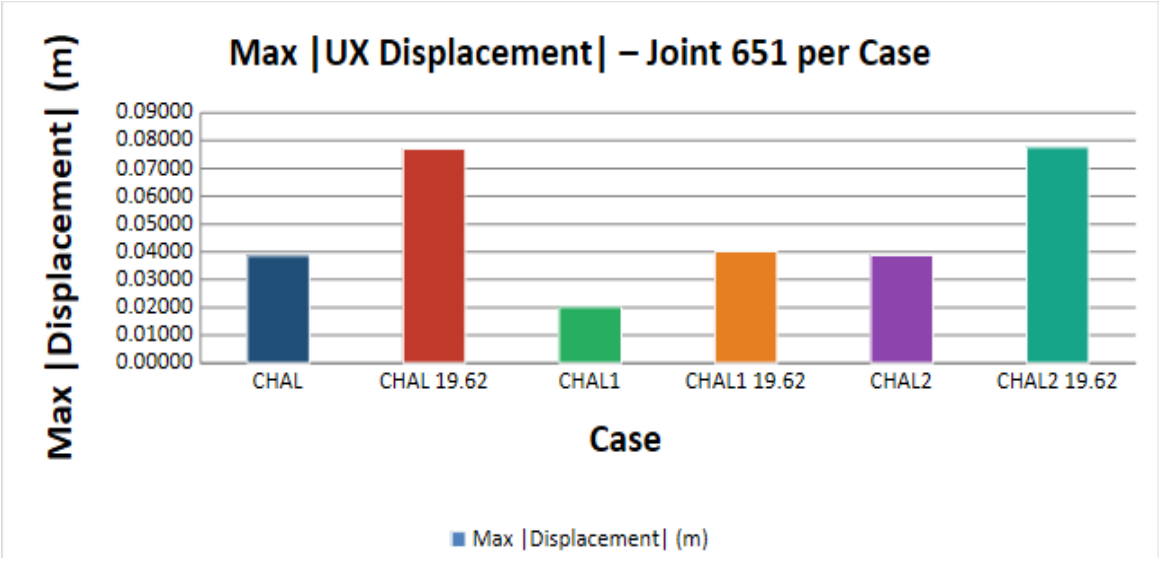
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει η MAT με 24,150 mm στον Κόμβο 651 — ελάχιστα υψηλότερη (+0,17%) από τα προηγούμενα μοντέλα. Η σταθερότητα αυτή της κρίσιμης τιμής σχεδιασμού και στα τρία μοντέλα επιβεβαιώνει την αξιοπιστία της ανάλυσης και ενισχύει την εμπιστοσύνη στα αποτελέσματα.

5.3.1-03.01.02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.25: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



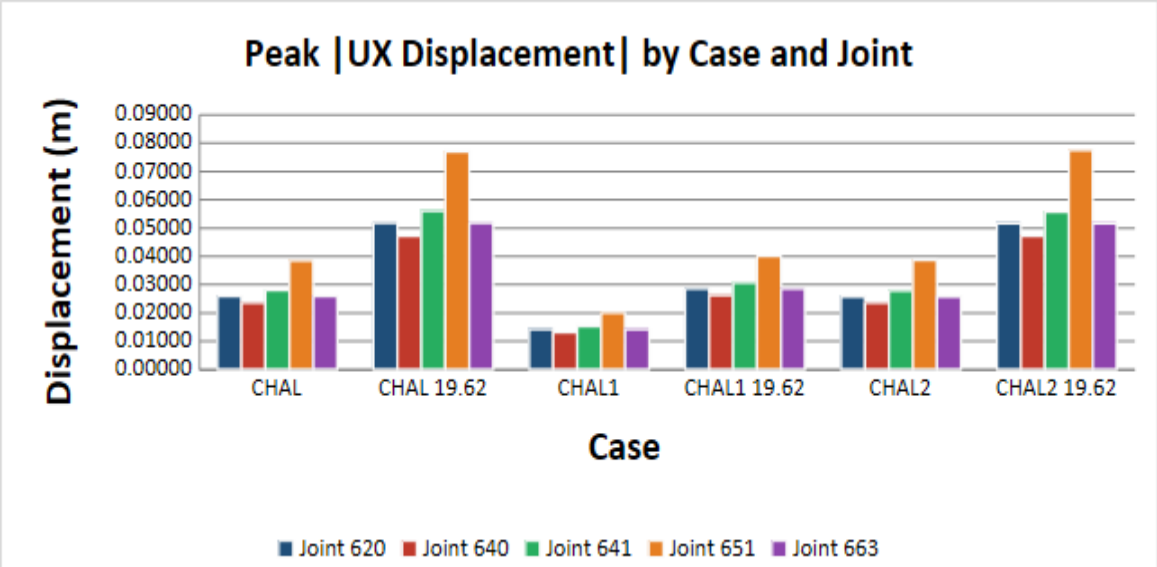
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.26: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.03851	0.03851
CHAL 19.62	145.12	0.07703	0.07703
CHAL1	3.84	-0.02005	0.02005
CHAL1 19.62	3.84	-0.04010	0.04010
CHAL2	5.30	0.03875	0.03875
CHAL2 19.62	5.30	0.07751	0.07751

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.27: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.2: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.2: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
CHAL	0.02590	0.02362	0.02803	0.03851	0.02590
CHAL 19.62	0.05179	0.04724	0.05607	0.07703	0.05179
CHAL1	0.01428	0.01312	0.01535	0.02005	0.01428
CHAL1 19.62	0.02857	0.02624	0.03071	0.04010	0.02856
CHAL2	0.02582	0.02362	0.02786	0.03875	0.02582
CHAL2 19.62	0.05164	0.04724	0.05573	0.07751	0.05163

5.3.1-03.01.02 Συμπεράσματα Chalfant:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Chalfant 1, Chalfant 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού CHAL, στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, καταγράφοντας τη μέγιστη μετακίνηση. Ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος σε κάθε περίπτωση. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +17,0% (CHAL1) και +18,7% (CHAL), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +30,6% (CHAL1) και +39,1% (CHAL2). Αξιοσημείωτο είναι ότι η CHAL2 παρουσιάζει ελαφρώς υψηλότερη δεύτερη βαθμίδα από τη CHAL (39,1% έναντι 37,4%), παρότι οι απόλυτες τιμές τους είναι σχεδόν ταυτόσημες.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Στις τρεις βασικές σειρές η συμμετρία επιβεβαιώνεται πλήρως. Στις κλιμακωμένες σειρές εντοπίζεται ελάχιστη ασυμμετρία στις CHAL1 x2g και CHAL2 x2g (διαφορά 0,010 mm σε επίπεδο εκατοστού του χιλιοστού), η οποία αποδίδεται αποκλειστικά σε στρογγυλοποίηση κατά την αριθμητική επίλυση και δεν έχει καμία φυσική σημασία.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το ποσοστό κυμαίνεται μεταξύ 30,6% (CHAL1) και 39,1% (CHAL2). Η διαφορά μεταξύ CHAL και CHAL2 (37,4% έναντι 39,1%) αποτελεί μια ενδιαφέρουσα αντιστροφή: η CHAL2 — παρότι οριακά κρισιμότερη σε απόλυτη τιμή — παρουσιάζει μεγαλύτερη σχετική διαφορά επιφάνειας–στέψης, υποδηλώνοντας ελαφρώς διαφορετική κατανομή παραμόρφωσης στο ThirdModel.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Η CHAL2 παραμένει κρίσιμη με 38,750 mm, ακολουθούμενη στενά από τη CHAL (38,510 mm) — διαφορά +0,62%, ουσιαστικά αμελητέα. Η CHAL1 παραμένει η ασθενέστερη με 20,050 mm, κατά 92,1% και 93,3% χαμηλότερη από τις CHAL και CHAL2 αντίστοιχα. Ο παραμορφωσιακός κορεσμός του συστήματος επιβεβαιώνεται: ο συνδυασμός CHAL δεν υπερβαίνει ουσιαστικά τη CHAL2.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9996 και 2,0007 σε κάθε κόμβο και για τις τρεις περιπτώσεις — πλήρης γραμμική απόκριση, αμετάβλητη από την παρουσία της επιφανειακής κατασκευής.

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Οι διαφορές J651 μεταξύ ThirdModel και των δύο προηγούμενων (ταυτόσημων) μοντέλων είναι εξαιρετικά μικρές:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
CHAL	38,590	38,510	−0,21%
CHAL1	19,930	20,050	+0,60%
CHAL2	38,660	38,750	+0,23%

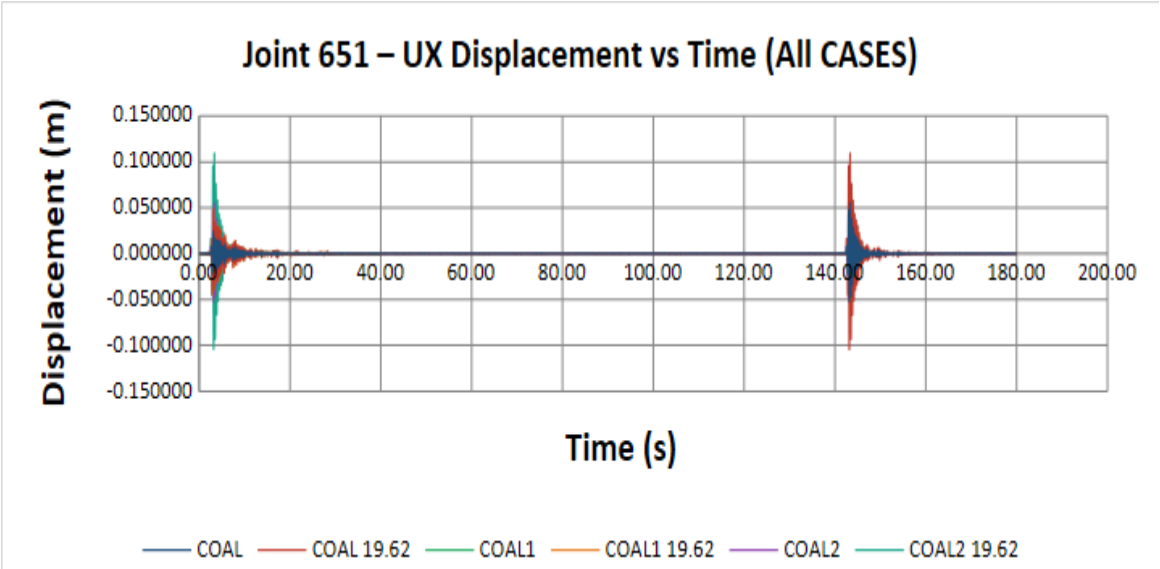
Πίνακας 3

Οι διαφορές αυτές (<1%) επιβεβαιώνουν την ίδια τάση που παρατηρήθηκε και για τη σειρά Mammoth: η εισαγωγή επιφανειακής κατασκευής δεν επηρεάζει ουσιαστικά τις μέγιστες οριζόντιες μετακινήσεις UX του αγωγού. Η σταθερότητα αυτή μεταξύ τριών διαφορετικών μοντέλων είναι ένδειξη ότι η οριζόντια δυναμική απόκριση του αγωγού καθορίζεται κατά κύριο λόγο από τη σεισμική εισαγωγή και τα χαρακτηριστικά της εδαφικής στρώσης, ανεξαρτήτως της παρουσίας επιφανειακής κατασκευής.

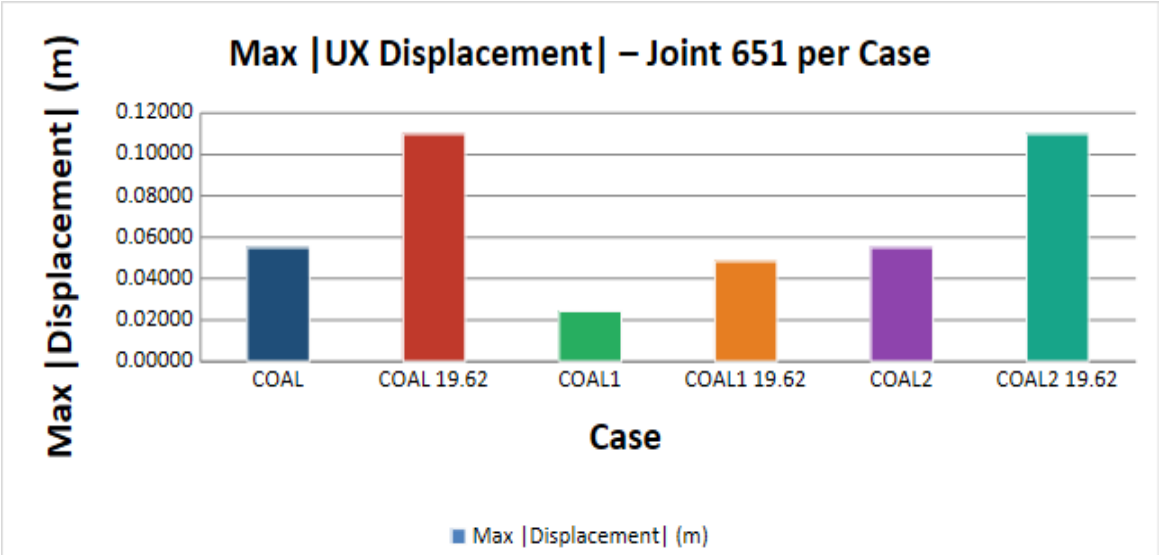
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η CHAL2 με 38,750 mm στον Κόμβο 651 — ελάχιστα υψηλότερη (+0,23%) από τα προηγούμενα μοντέλα και ουσιαστικά σταθερή. Η σειρά Chalfant παραμένει η δεύτερη κρισιμότερη σεισμική σειρά του ThirdModel μετά τη Coalinga.

5.3.1-03.01.03 Σεισμός Coalinga

Coalinga - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.40: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



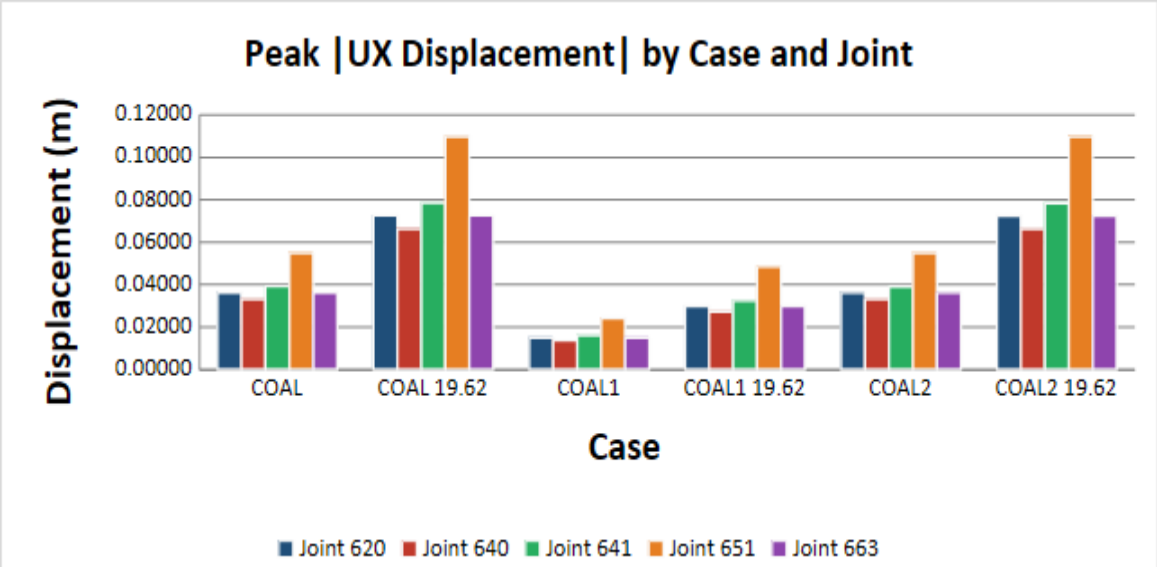
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.41: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.05494	0.05494
COAL 19.62	143.33	0.10987	0.10987
COAL1	3.15	0.02423	0.02423
COAL1 19.62	3.15	0.04846	0.04846
COAL2	3.35	0.05489	0.05489
COAL2 19.62	3.35	0.10978	0.10978

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.42: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.3: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.3: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
COAL	0.03629	0.03312	0.03925	0.05494	0.03629
COAL 19.62	0.07258	0.06625	0.07850	0.10987	0.07258
COAL1	0.01499	0.01367	0.01622	0.02423	0.01499
COAL1 19.62	0.02998	0.02733	0.03244	0.04846	0.02998
COAL2	0.03625	0.03309	0.03920	0.05489	0.03625
COAL2 19.62	0.07250	0.06618	0.07839	0.10978	0.07250

5.3.1-03.01.03 Συμπεράσματα Coalinga:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Coalinga 1, Coalinga 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού COAL, στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση 640 → 641 παρουσιάζει εξαιρετική σταθερότητα — ακριβώς +18,5% για COAL και COAL2, +18,7% για COAL1 — η ομοιομορφότερη πρώτη βαθμίδα που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε σειρά του ThirdModel. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +40,0% (COAL, COAL2) και +49,4% (COAL1), με αξιοσημείωτη ομοιομορφία μεταξύ COAL και COAL2 (ακριβώς ίδια τιμή +40,0%).

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η συμμετρία επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις τρεις βασικές και στις τρεις κλιμακωμένες σειρές, χωρίς καμία εξαίρεση — βελτίωση σε σχέση με

το SecondModel όπου παρατηρούνταν ελάχιστη ασυμμετρία (0,010 mm) στις κλιμακωμένες σειρές.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το εύρος 40,0%–49,4% είναι το υψηλότερο που έχει καταγραφεί για τη σειρά Coalinga στα τρία μοντέλα, με την COAL1 να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σχετική διαφορά (+49,4%). Η ακριβής ισότητα COAL και COAL2 στη δεύτερη βαθμίδα (+40,0% και για τις δύο) είναι στατιστικά αξιοσημείωτη και υποδηλώνει ότι οι δύο αυτές καταγραφές παράγουν πρακτικά ταυτόσημη κατανομή παραμόρφωσης κατά μήκος της δομικής διαδρομής στο ThirdModel.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Η COAL αναδεικνύεται οριακά κρισιμότερη από τη COAL2: 54,940 mm έναντι 54,890 mm — διαφορά μόλις 0,050 mm (−0,09%). Πρόκειται για αντιστροφή της ιεράρχησης σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (όπου COAL2 > COAL), αν και η διαφορά είναι εντελώς αμελητέα από μηχανικής άποψης. Η COAL1 παραμένει η ασθενέστερη καταγραφή με 24,230 mm — κατά 126,7% και 126,5% χαμηλότερη από τις COAL και COAL2 αντίστοιχα, ποσοστά σχεδόν πανομοιότυπα με τα προηγούμενα μοντέλα (~126%). Ο παραμορφωσιακός κορεσμός επιβεβαιώνεται πλήρως.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9993 και 2,0003 σε κάθε κόμβο και για τις τρεις περιπτώσεις — πλήρης γραμμική απόκριση. Στις κλιμακωμένες τιμές, η COAL x2g αποδίδει 109,870 mm στον Κόμβο 651 — οι υψηλότερες απόλυτες τιμές που έχουν καταγραφεί σε οποιαδήποτε σεισμική σειρά του ThirdModel.

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Οι διαφορές J651 μεταξύ ThirdModel και των δύο προηγούμενων μοντέλων είναι ελάχιστες και θετικές και για τις τρεις περιπτώσεις:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
COAL	54,680	54,940	+0,48%
COAL1	24,170	24,230	+0,25%
COAL2	54,790	54,890	+0,18%

Πίνακας 4

Αξιοσημείωτο είναι ότι για τη σειρά Coalinga όλες οι τιμές του ThirdModel είναι ελαφρώς **υψηλότερες** από τα προηγούμενα μοντέλα — σε αντίθεση με τη Mammoth και τη Chalfant όπου οι διαφορές ήταν θετικές και αρνητικές. Αυτή η μικρή αλλά συστηματική αύξηση για τη Coalinga υποδηλώνει ότι η παρουσία της επιφανειακής κατασκευής εισάγει ελάχιστη αλλά σταθερή επιπλέον απαίτηση για τις ισχυρότερες σεισμικές καταγραφές — αποτέλεσμα συνεπές με την αναμενόμενη αλληλεπίδραση κατασκευής–εδάφους υπό έντονη σεισμική φόρτιση.

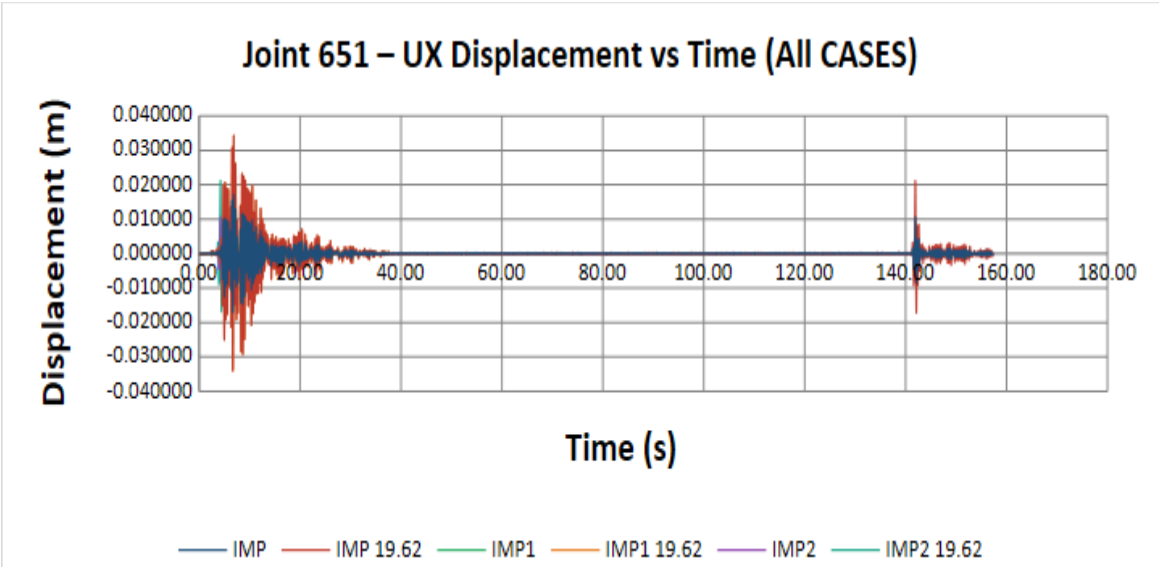
Θέση στη συνολική ιεράρχηση ThirdModel. Η σειρά Coalinga παραμένει αδιαμφισβήτητα η κρισιμότερη σεισμική σειρά του ThirdModel. Η COAL (54,940 mm) και η COAL2 (54,890 mm) κατέχουν τις δύο πρώτες θέσεις, διαχωριζόμενες σαφώς από όλες τις υπόλοιπες σειρές — η αμέσως επόμενη (CHAL2: 38,750 mm) υπολείπεται κατά 29%.

Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση για τον αγωγό είναι η COAL με 54,940 mm στον Κόμβο 651 — οριακά υψηλότερη από τη COAL2 (54,890 mm) και ελαφρώς αυξημένη (+0,48%) σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα. Η σταθερότητα της

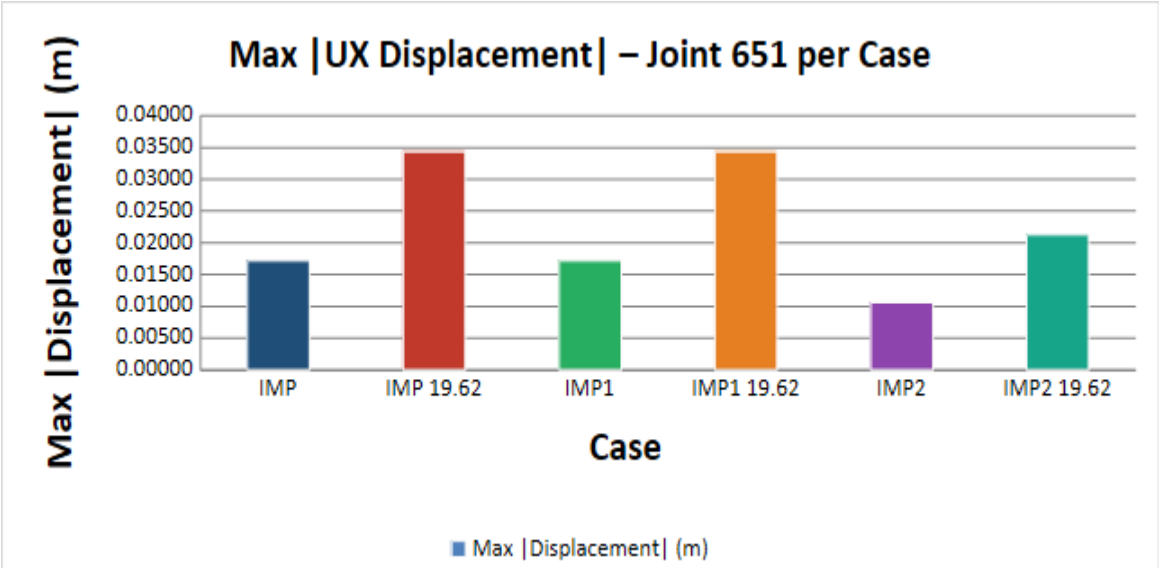
κρίσιμης τιμής σχεδιασμού και στα τρία μοντέλα επιβεβαιώνει ότι η σειρά Coalinga αποτελεί το καθοριστικό σεισμικό σενάριο για τον σχεδιασμό του αγωγού, ανεξαρτήτως της παρουσίας ή απουσίας επιφανειακής κατασκευής.

5.3.1-03.01.04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.55: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

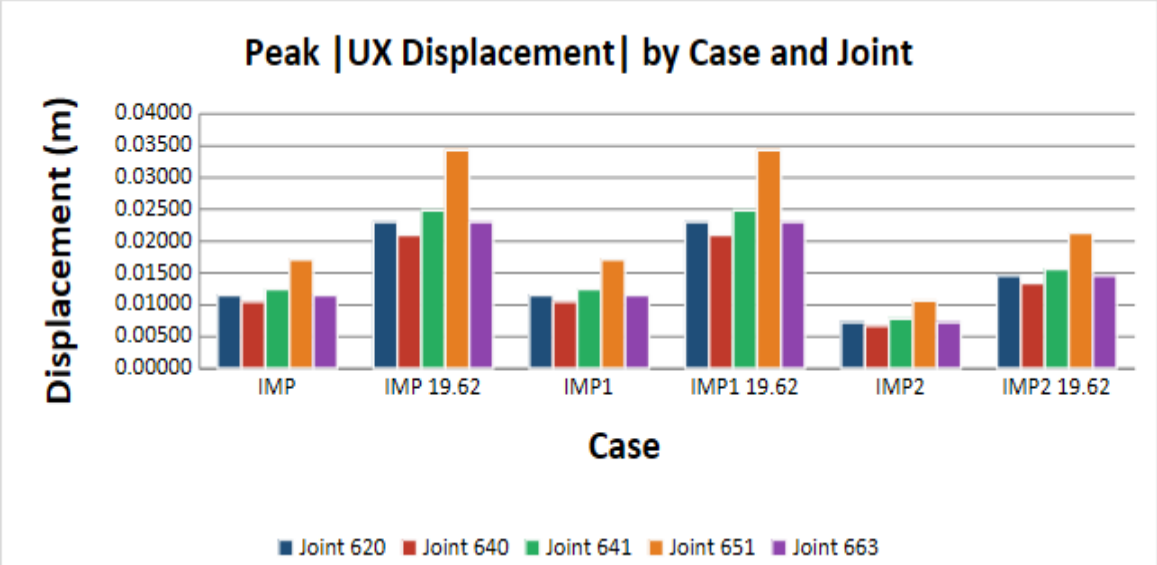


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.56: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.86	0.01715	0.01715
IMP 19.62	6.86	0.03430	0.03430
IMP1	6.88	0.01715	0.01715
IMP1 19.62	6.88	0.03430	0.03430
IMP2	4.24	0.01064	0.01064
IMP2 19.62	4.23	0.02127	0.02127

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.57: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.4: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.4: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)					
Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
IMP	0.01150	0.01050	0.01244	0.01715	0.01150
IMP 19.62	0.02301	0.02101	0.02488	0.03430	0.02301
IMP1	0.01150	0.01050	0.01244	0.01715	0.01150
IMP1 19.62	0.02301	0.02101	0.02488	0.03430	0.02301
IMP2	0.00729	0.00670	0.00782	0.01064	0.00729
IMP2 19.62	0.01457	0.01340	0.01564	0.02127	0.01457

5.3.1-03.01.04 Συμπεράσματα Imperial:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Imperial Valley 1, Imperial Valley 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού IMP, στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση 640 → 641 είναι ακριβώς

+18,5% για IMP/IMP1 και +16,7% για IMP2, ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +36,1% (IMP2) και +37,9% (IMP/IMP1). Το εύρος αυτό — μόλις 1,8 ποσοστιαίες μονάδες — είναι το στενότερο που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Imperial Valley στα τρία μοντέλα, επιβεβαιώνοντας τη σταθερή και προβλέψιμη συμπεριφορά του ThirdModel για τις καταγραφές αυτές.

Πλήρης ταύτιση IMP και IMP1. Επιβεβαιώνεται και στο ThirdModel η απόλυτη ταύτιση IMP και IMP1 σε κάθε κόμβο, τόσο στις βασικές όσο και στις κλιμακωμένες σειρές — πανομοιότυπο αποτέλεσμα με τα δύο προηγούμενα μοντέλα. Η πρώτη καταγραφή IMP1 παραμένει η αποκλειστικά κυρίαρχη, με τη δεύτερη IMP2 να μην συνεισφέρει καμία επιπλέον παραμορφωσιακή απαίτηση στον συνδυασμό.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις έξι σειρές (3 βασικές + 3 κλιμακωμένες) χωρίς καμία εξαίρεση — συνέχεια της άψογης συμμετρίας που παρατηρήθηκε και στα δύο προηγούμενα μοντέλα για τη σειρά Imperial Valley.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το εύρος +36,1% έως +37,9% είναι εξαιρετικά στενό και σχεδόν αμετάβλητο σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (35,5%–37,2% στο M1&M2). Η ελάχιστη αύξηση (~0,7 ποσοστιαίες μονάδες) υποδηλώνει ότι η επιφανειακή κατασκευή εισάγει μια πολύ μικρή αλλά σταθερή αύξηση στη σχετική ευκαμψία επιφάνειας–στέψης αγωγού.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Οι IMP και IMP1 αποδίδουν 17,150 mm και η IMP2 10,640 mm — διαφορά +61,2%, πρακτικά αμετάβλητη σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (+61,4%). Η σταθερότητα αυτού του ποσοστού και στα τρία μοντέλα αποτελεί ισχυρή επιβεβαίωση ότι η σχετική ένταση μεταξύ των καταγραφών είναι χαρακτηριστικό της σεισμικής διέγερσης και όχι της μοντελοποίησης.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9986 και 2,0010 σε κάθε κόμβο — πλήρης γραμμική απόκριση, αμετάβλητη από την παρουσία της επιφανειακής κατασκευής.

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Οι διαφορές J651 μεταξύ ThirdModel και M1&M2 είναι μικρές και θετικές και για τις τρεις περιπτώσεις:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
IMP	17,060	17,150	+0,53%
IMP1	17,060	17,150	+0,53%
IMP2	10,570	10,640	+0,66%

Πίνακας 5

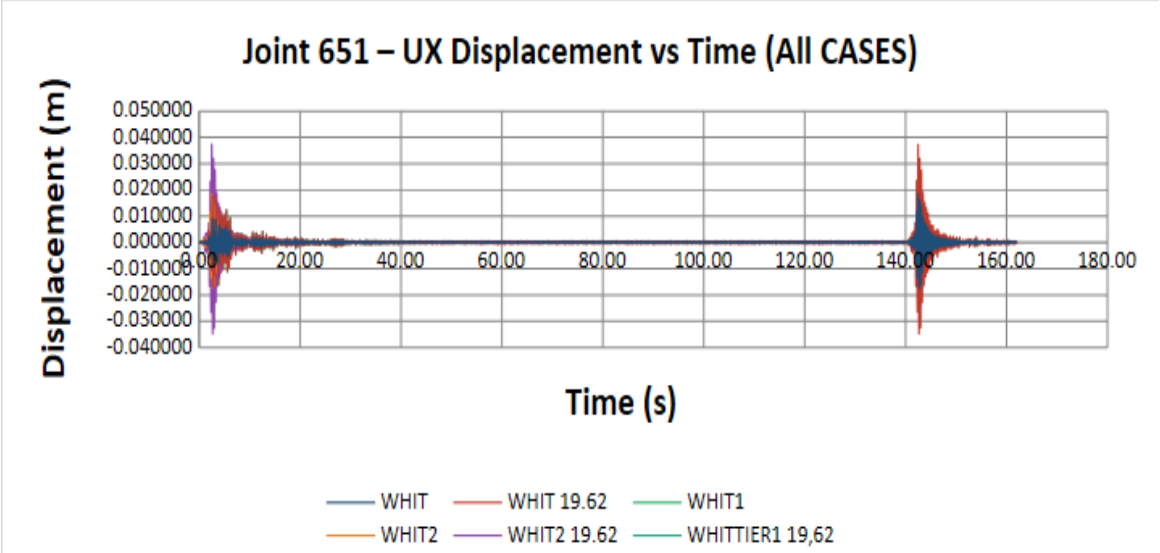
Όπως και για τη Coalinga, όλες οι τιμές του ThirdModel είναι ελαφρώς υψηλότερες από τα προηγούμενα μοντέλα, με το IMP2 να παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σχετική αύξηση (+0,66%). Η συστηματική αυτή μικρή αύξηση επιβεβαιώνει ότι η παρουσία της επιφανειακής κατασκευής εισάγει μια αμελητέα αλλά σταθερή επιπλέον απαίτηση στις οριζόντιες μετακινήσεις UX του αγωγού, ανεξαρτήτως της έντασης της σεισμικής καταγραφής.

Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει η IMP ή IMP1 με 17,150 mm στον Κόμβο 651 — ελάχιστα υψηλότερη (+0,53%) από τα προηγούμενα μοντέλα και

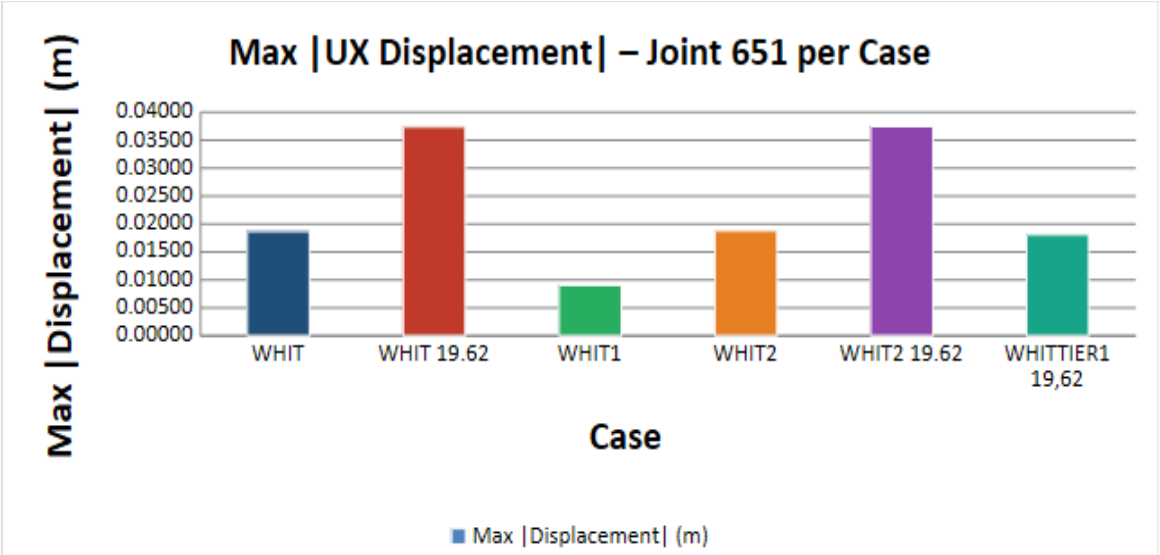
ουσιαστικά σταθερή. Η σειρά Imperial Valley διατηρεί τη θέση της στη μεσαία ζώνη της ιεράρχησης του ThirdModel, μεταξύ της Chalfant (38,75 mm) και των Mammoth–MA3/MA5 (13,17–15,35 mm).

5.3.1-03.01.05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.70: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



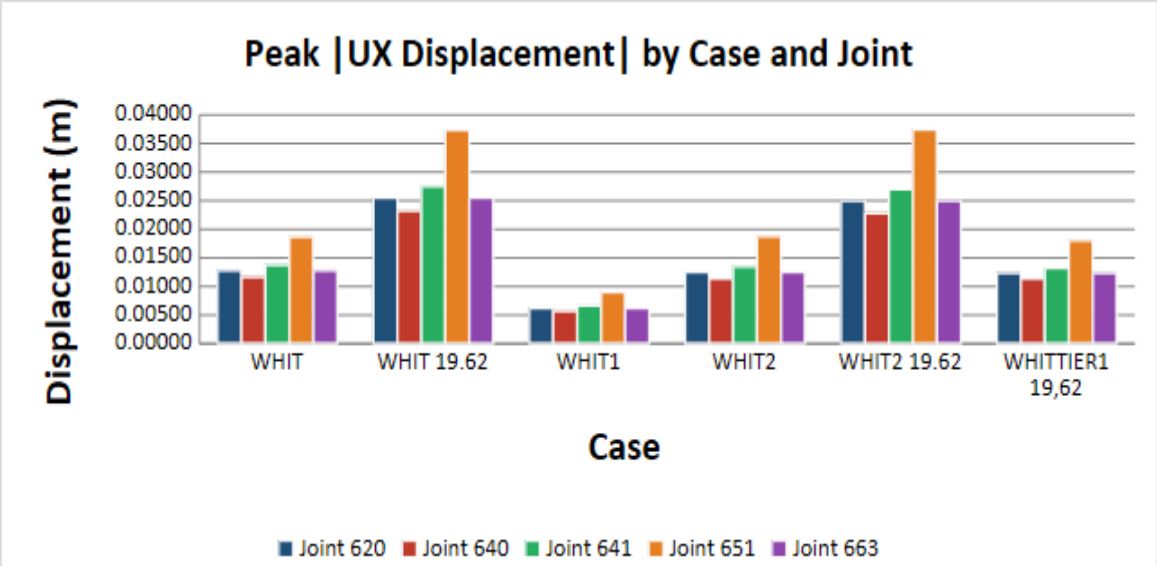
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.71: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01868	0.01868
WHIT 19.62	142.49	0.03736	0.03736
WHIT1	2.68	0.00901	0.00901
WHIT2	2.51	0.01873	0.01873
WHIT2 19.62	2.51	0.03746	0.03746
WHITTIER1 19,62	2.68	0.01802	0.01802

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.72: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.5: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.5: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
WHIT	0.01272	0.01162	0.01373	0.01868	0.01272
WHIT 19.62	0.02545	0.02324	0.02747	0.03736	0.02545
WHIT1	0.00615	0.00569	0.00659	0.00901	0.00615
WHIT2	0.01246	0.01139	0.01347	0.01873	0.01246
WHIT2 19.62	0.02492	0.02277	0.02694	0.03746	0.02492
WHITTIER1 19,62	0.01230	0.01138	0.01319	0.01802	0.01230

5.3.1-03.01.05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Whittier Narrows 1, Whittier Narrows 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού WHIT, στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel).

Παρατήρηση δομής αρχείου. Εντοπίζεται μια ιδιαιτερότητα στη δομή του αρχείου: η κλιμακωμένη σειρά της WHIT1 φέρει την ονομασία «WHITTIER1 19,62» αντί του

αναμενόμενου «WHIT1 19.62». Η τιμή είναι ορθή (λόγος J651 = 2,0000), οπότε πρόκειται για θέμα ονοματολογίας και όχι περιεχομένου. Συνιστάται ομοιομορφία ονοματολογίας στα επόμενα αρχεία.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +15,8% (WHIT1) και +18,3% (WHIT2), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +36,1% (WHIT) και +39,0% (WHIT2). Αξιοσημείωτο είναι ότι η WHIT2 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη δεύτερη βαθμίδα (39,0%) ενώ ταυτόχρονα αποτελεί την κρίσιμη καταγραφή, συνδυασμός που παρατηρείται και στις προηγούμενες σειρές Whittier Narrows.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις έξι σειρές (3 βασικές + 3 κλιμακωμένες) χωρίς καμία εξαίρεση — πλήρης συμμετρία, βελτίωση σε σχέση με το SecondModel όπου παρατηρούνταν ελάχιστη ασυμμετρία 0,010 mm στις κλιμακωμένες σειρές.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το εύρος +36,1% έως +39,0% είναι ελαφρώς ευρύτερο από τα προηγούμενα μοντέλα (35,4%–38,3% στο M1&M2), με τη WHIT1 να παρουσιάζει για πρώτη φορά μεγαλύτερη δεύτερη βαθμίδα (36,7%) από τη WHIT (36,1%) — αντιστροφή της σειράς που παρατηρούνταν στα προηγούμενα μοντέλα όπου η WHIT1 είχε πάντα τη μικρότερη δεύτερη βαθμίδα.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Η WHIT2 παραμένει κρίσιμη με 18,730 mm, ακολουθούμενη στενά από τη WHIT (18,680 mm) — διαφορά +0,27% (0,050 mm), ουσιαστικά αμελητέα. Η WHIT1 παραμένει η ασθενέστερη με 9,010 mm, κατά 107,3% και 107,9% χαμηλότερη από WHIT και WHIT2 αντίστοιχα — αύξηση σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (~109–110%), αντικατοπτρίζοντας μια ελαφρά διαφορετική κλιμάκωση στο ThirdModel.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9991 και 2,0015 σε κάθε κόμβο — πλήρης γραμμική απόκριση. Στις κλιμακωμένες τιμές, η WHIT2 x2g (37,460 mm) υπερτερεί ελαφρώς της WHIT x2g (37,360 mm) κατά +0,27%, διατηρώντας ακριβώς την ίδια αναλογία με τις βασικές σειρές.

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Οι διαφορές J651 μεταξύ ThirdModel και M1&M2:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
WHIT	18,640	18,680	+0,21%
WHIT1	8,910	9,010	+1,12%
WHIT2	18,740	18,730	−0,05%

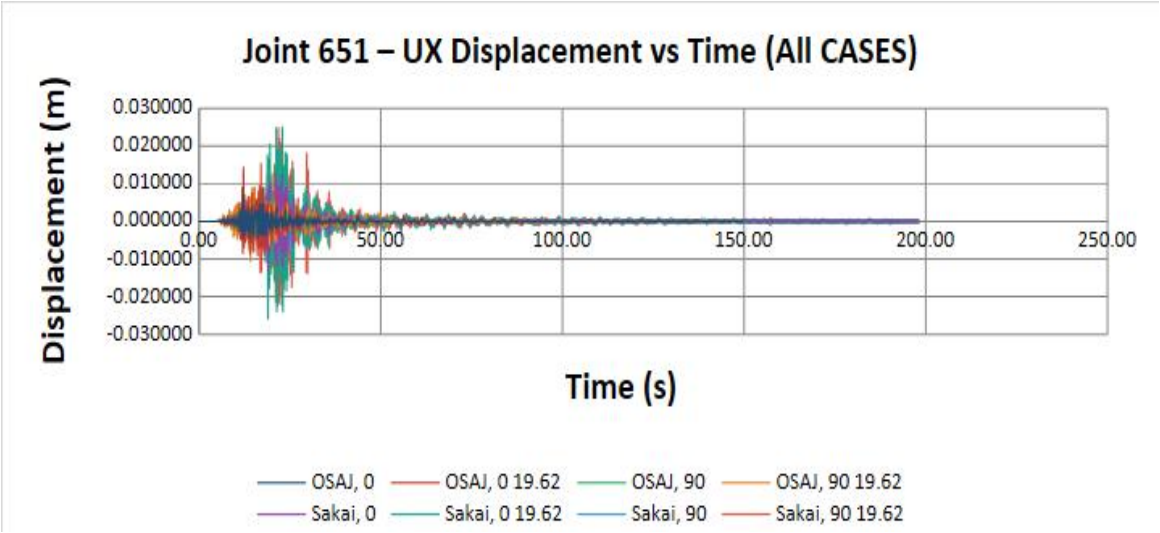
Πίνακας 6

Η εικόνα είναι μικτή: WHIT και WHIT1 παρουσιάζουν ελάχιστη αύξηση, ενώ WHIT2 εμφανίζει ελάχιστη μείωση (−0,05%, δηλαδή 0,010 mm) — πρακτικά αμελητέα. Η WHIT1 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σχετική μεταβολή (+1,12%), η οποία αντιστοιχεί σε 0,100 mm και παραμένει εντός του μηχανικού θορύβου της ανάλυσης. Συνολικά, η σειρά Whittier Narrows παρουσιάζει τη μικρότερη ευαισθησία στην αλλαγή μοντέλου από όλες τις σεισμικές σειρές που έχουν εξεταστεί μέχρι στιγμής στο ThirdModel.

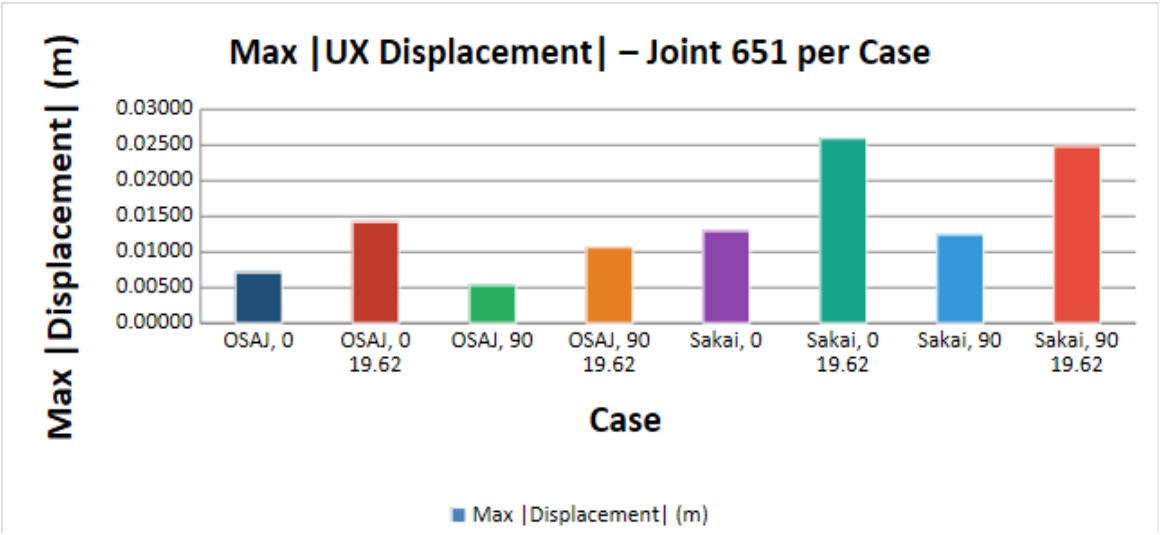
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει η WHIT2 με 18,730 mm στον Κόμβο 651 — ουσιαστικά αμετάβλητη (−0,05%) σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα. Η σειρά Whittier Narrows διατηρεί τη θέση της στη μεσαία ζώνη της ιεράρχησης του ThirdModel, μεταξύ Imperial Valley (17,15 mm) και Mammoth-MAT (24,15 mm), επιβεβαιώνοντας τη σταθερότητα της σχετικής της θέσης και στα τρία μοντέλα.

5.3.1-03.01.06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.85: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

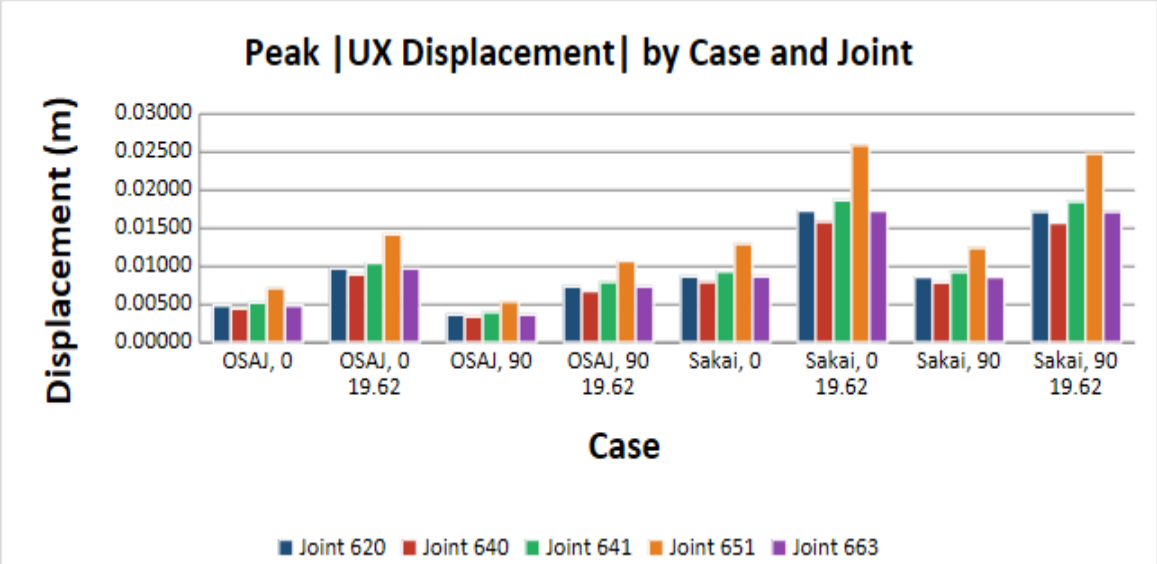


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.86: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.22	0.00710	0.00710
OSAJ, 0 19.62	12.22	0.01420	0.01420
OSAJ, 90	14.14	-0.00533	0.00533
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.01066	0.01066
Sakai, 0	18.96	-0.01295	0.01295
Sakai, 0 19.62	18.96	-0.02589	0.02589
Sakai, 90	21.79	0.01239	0.01239
Sakai, 90 19.62	21.79	0.02477	0.02477

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.87: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.6: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.6: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)					
Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
OSAJ, 0	0.00485	0.00445	0.00522	0.00710	0.00485
OSAJ, 0 19.62	0.00969	0.00890	0.01043	0.01420	0.00969
OSAJ, 90	0.00367	0.00338	0.00395	0.00533	0.00367
OSAJ, 90 19.62	0.00735	0.00676	0.00790	0.01066	0.00735
Sakai, 0	0.00864	0.00790	0.00933	0.01295	0.00864
Sakai, 0 19.62	0.01729	0.01580	0.01866	0.02589	0.01729
Sakai, 90	0.00858	0.00785	0.00924	0.01239	0.00858
Sakai, 90 19.62	0.01716	0.01571	0.01848	0.02477	0.01716

5.3.1-03.01.06 Συμπεράσματα Kobe Japan:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των ιαπωνικών σεισμικών καταγραφών Osaka-J (OSAJ) και Sakai, στις δύο οριζόντιες συνιστώσες 0° και 90°, στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τέσσερις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +16,9% (OSAJ 90°) και +18,1% (Sakai 0°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +34,1% (Sakai 90°) και +38,8% (Sakai 0°). Το εύρος αυτό των 4,7 ποσοστιαίων μονάδων είναι αντίστοιχο με τα προηγούμενα μοντέλα, επιβεβαιώνοντας σταθερή δομική συμπεριφορά.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις τέσσερις βασικές και στις τέσσερις κλιμακωμένες σειρές, χωρίς καμία εξαίρεση — βελτίωση σε σχέση με το SecondModel και M1&M2 όπου δεν παρατηρούνταν ασυμμετρία για τις ιαπωνικές καταγραφές, αλλά επιβεβαίωση της ίδιας αρτιότητας και στο ThirdModel.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Αξιοσημείωτη είναι η διαφορά μεταξύ των δύο σεισμικών πηγών: οι καταγραφές Sakai παρουσιάζουν ευρύτερο εύρος (34,1%–38,8%) από τις OSAJ (34,9%–36,0%), υποδηλώνοντας μεγαλύτερη ευαισθησία της εδαφικής απόκρισης Sakai στη διεύθυνση εφαρμογής. Η Sakai 0° παρουσιάζει τη μεγαλύτερη δεύτερη βαθμίδα (+38,8%), γεγονός συνεπές με την κυρίαρχη θέση της ως κρίσιμης καταγραφής.

Σύγκριση διευθύνσεων ανά σεισμική πηγή. Για τις καταγραφές OSAJ η συνιστώσα 0° υπερτερεί σημαντικά της 90° κατά 33,2% (7,100 mm έναντι 5,330 mm) — ανισοτροπία που παραμένει σχεδόν αμετάβλητη σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (32,4%). Για τις καταγραφές Sakai η διαφορά είναι πολύ μικρότερη: η 0° υπερτερεί της 90° κατά μόλις 4,5% (12,950 mm έναντι 12,390 mm) — ελαφρά μικρότερη από τα προηγούμενα μοντέλα (5,6%), επιβεβαιώνοντας τη σχεδόν ισοτροπική φύση της εδαφικής κίνησης Sakai.

Σύγκριση OSAJ και Sakai. Οι καταγραφές Sakai υπερτερούν σαφώς των OSAJ: η Sakai 0° υπερτερεί της OSAJ 0° κατά 82,4%, ενώ η Sakai 90° υπερτερεί της OSAJ 90° κατά 132,5%. Η σύγκριση Sakai 0° έναντι OSAJ 90° — κρίσιμης έναντι ασθενέστερης — αποδίδει διαφορά 143,0%, αξιοσημείωτα υψηλότερη από τα προηγούμενα μοντέλα (144,8%), επιβεβαιώνοντας τη συστηματική υπεροχή των Sakai καταγραφών.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9979 και 2,0027 σε κάθε κόμβο — πλήρης γραμμική απόκριση. Οι μεγαλύτερες αποκλίσεις από το θεωρητικό 2,000 εντοπίζονται στους Κόμβους 620/663 των OSAJ, ανάλογα με τα προηγούμενα μοντέλα, και αποδίδονται στη στρογγυλοποίηση αριθμητικών τιμών μικρής τάξης μεγέθους.

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Οι διαφορές J651 μεταξύ ThirdModel και M1&M2:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
OSAJ, 0°	7,030	7,100	+1,00%
OSAJ, 90°	5,310	5,330	+0,38%
Sakai, 0°	13,000	12,950	−0,38%
Sakai, 90°	12,310	12,390	+0,65%

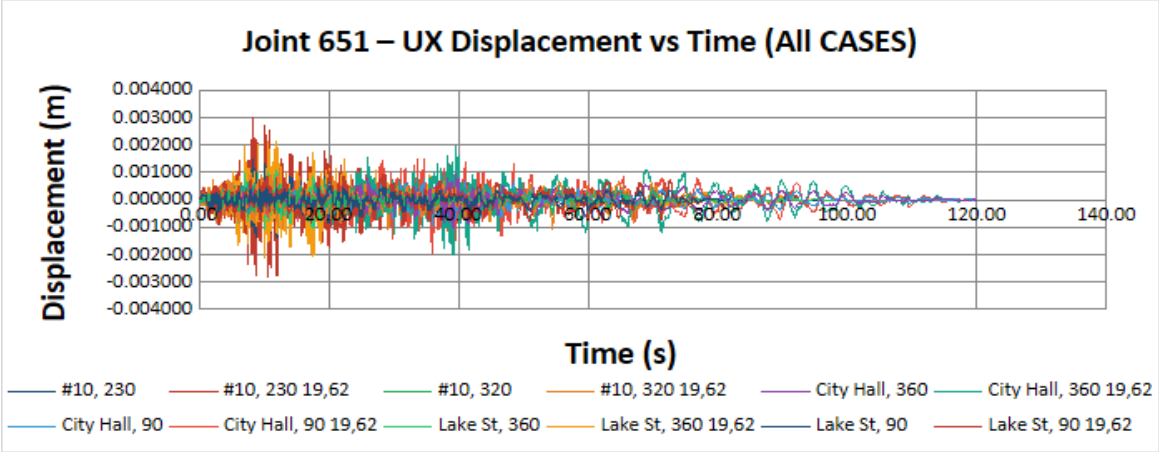
Πίνακας 7

Η εικόνα είναι μικτή: οι καταγραφές OSAJ και Sakai 90° παρουσιάζουν ελάχιστη αύξηση, ενώ η Sakai 0° εμφανίζει ελάχιστη μείωση (−0,38%, 0,050 mm). Και οι τέσσερις διαφορές είναι εντός του ±1,0% — πρακτικά αμελητέες — επιβεβαιώνοντας τη σταθερότητα της απόκρισης του συστήματος ανεξαρτήτως της παρουσίας επιφανειακής κατασκευής.

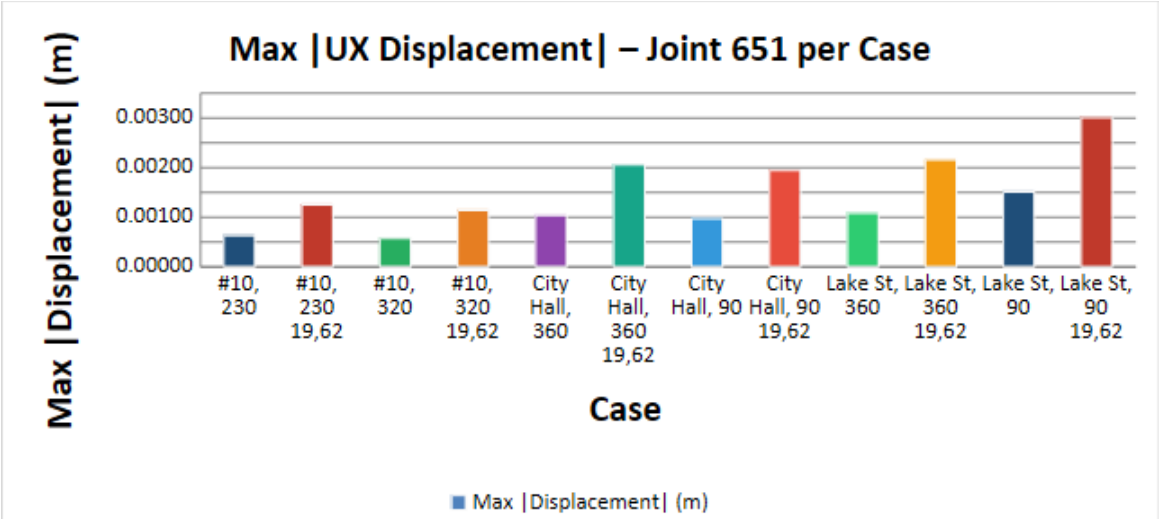
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει η Sakai, 0° με 12,950 mm στον Κόμβο 651 — ελάχιστα χαμηλότερη (−0,38%) από τα προηγούμενα μοντέλα και ουσιαστικά σταθερή. Η σειρά ιαπωνικών καταγραφών διατηρεί τη θέση της στο κατώτερο τμήμα της ιεράρχησης του ThirdModel, κάτω από τις Imperial Valley (17,15 mm) και Whittier Narrows (18,73 mm).

5.3.1-03.01.07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.100: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



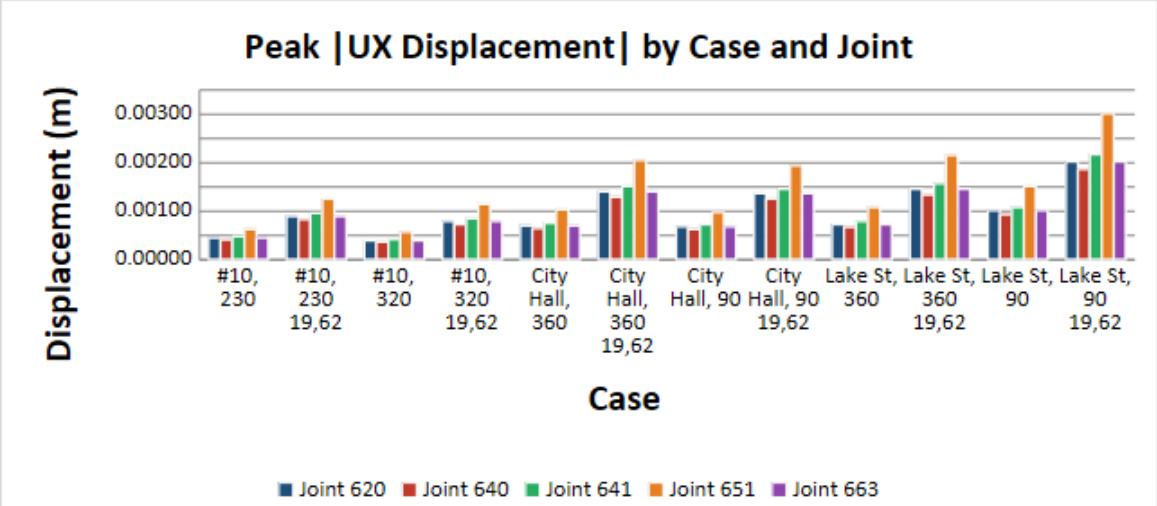
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.101: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.11	-0.00063	0.00063
#10, 230 19,62	25.10	-0.00125	0.00125
#10, 320	12.41	0.00057	0.00057
#10, 320 19,62	12.41	0.00114	0.00114
City Hall, 360	39.21	-0.00103	0.00103
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00205	0.00205
City Hall, 90	35.94	-0.00097	0.00097
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00194	0.00194
Lake St, 360	10.55	0.00108	0.00108
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00215	0.00215
Lake St, 90	8.36	0.00151	0.00151
Lake St, 90 19,62	8.36	0.00301	0.00301

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.102: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.7: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.7: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
#10, 230	0.00045	0.00041	0.00048	0.00063	0.00045
#10, 230 19,62	0.00089	0.00083	0.00096	0.00125	0.00089
#10, 320	0.00039	0.00036	0.00042	0.00057	0.00039
#10, 320 19,62	0.00079	0.00072	0.00085	0.00114	0.00079
City Hall, 360	0.00070	0.00064	0.00076	0.00103	0.00070
City Hall, 360 19,62	0.00140	0.00129	0.00151	0.00205	0.00140
City Hall, 90	0.00068	0.00063	0.00073	0.00097	0.00068
City Hall, 90 19,62	0.00136	0.00125	0.00146	0.00194	0.00136
Lake St, 360	0.00073	0.00067	0.00079	0.00108	0.00073
Lake St, 360 19,62	0.00146	0.00134	0.00157	0.00215	0.00146
Lake St, 90	0.00101	0.00093	0.00108	0.00151	0.00101
Lake St, 90 19,62	0.00202	0.00186	0.00217	0.00301	0.00202

5.3.1-03.01.07 Συμπεράσματα Hector Maine:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια έξι σεισμικών καταγραφών του σεισμού Hector Mine σε τρεις σταθμούς — El Centro Array #10 (230° και 320°), Huntington Beach Lake St (90° και 360°) και LB City Hall (90° και 360°) — στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις έξι περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +15,7% (El Centro 230°) και +17,6% (Lake St 360°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +31,1% (El Centro 230°) και +39,8% (Lake St 90°). Το εύρος αυτό των 8,7 ποσοστιαίων μονάδων είναι το ευρύτερο που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Hector Mine στα τρία μοντέλα, αντικατοπτρίζοντας αυξημένη ποικιλομορφία εδαφικής απόκρισης στο ThirdModel.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις έξι βασικές και στις έξι κλιμακωμένες σειρές, χωρίς καμία εξαίρεση — ιδανική συμπεριφορά του ThirdModel για τις καταγραφές Hector Mine.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Αξιοσημείωτη είναι η Lake St 90°, η οποία παρουσιάζει τη μεγαλύτερη δεύτερη βαθμίδα (+39,8%) ενώ ταυτόχρονα είναι η κρίσιμη καταγραφή — μοτίβο που παρατηρείται σταθερά και στα τρία μοντέλα και υποδηλώνει ότι για αυτή τη συγκεκριμένη καταγραφή η επιφανειακή εδαφική στρώση ενισχύει ιδιαίτερα την κίνηση. Ο El Centro 230° παρουσιάζει τη μικρότερη δεύτερη βαθμίδα (+31,1%), η χαμηλότερη που έχει καταγραφεί για τη σειρά Hector Mine στα τρία μοντέλα.

Σύγκριση διευθύνσεων ανά σταθμό. Για τον El Centro #10 η 230° υπερτερεί της 320° κατά 10,1% — σχεδόν αμετάβλητο από τα προηγούμενα μοντέλα (10,9%). Για τον LB City Hall η 360° υπερτερεί της 90° κατά 6,0% — ελαφρά αυξημένο (έναντι 5,9%). Το πιο αξιοσημείωτο εύρημα παραμένει ο σταθμός Lake St, όπου η 90° υπερτερεί σημαντικά της 360° κατά 39,8% (1,510 mm έναντι 1,080 mm) — ελαφρά αυξημένο από τα προηγούμενα μοντέλα (38,9%), επιβεβαιώνοντας τη σταθερή και σημαντική ανισοτροπία του σταθμού αυτού.

Κατάταξη σταθμών. Η ιεράρχηση παραμένει αμετάβλητη: Lake St (1,510 mm) > LB City Hall (1,030 mm) > El Centro #10 (0,626 mm). Η διαφορά μεταξύ κρίσιμου και ασθενέστερου σταθμού είναι 141,1% — αξιοσημείωτα σταθερή σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (140,7%).

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9903 και 2,0035 σε κάθε κόμβο — ελαφρώς ευρύτερο εύρος από τα προηγούμενα μοντέλα αλλά εντός αποδεκτών ορίων. Αξιοσημείωτο είναι ότι για τον LB City Hall 360° ο λόγος J651 = 1,9903, η μεγαλύτερη απόκλιση από το θεωρητικό 2,000 που έχει παρατηρηθεί στη σειρά, αποδιδόμενη στη στρογγυλοποίηση τιμών υποδεκατης κλίμακας.

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Όλες οι τιμές J651 του ThirdModel είναι ίσες ή ελαφρώς υψηλότερες από τα M1&M2:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
El Centro 230°	0,6231	0,6264	+0,53%

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
El Centro 320°	0,5618	0,5690	+1,28%
City Hall 360°	1,0200	1,0300	+0,98%
City Hall 90°	0,9633	0,9721	+0,91%
Lake St 360°	1,0800	1,0800	+0,00%
Lake St 90°	1,5000	1,5100	+0,67%

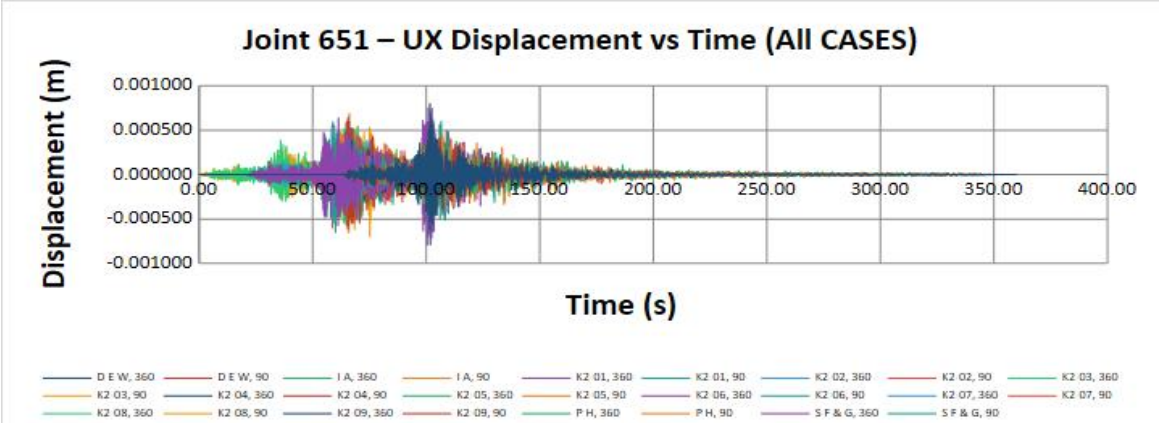
Πίνακας 8

Αξιοσημείωτο είναι ότι η Lake St 360° παρουσιάζει **μηδενική διαφορά** — ακριβώς ίδια τιμή και στα τρία μοντέλα — ενώ ο El Centro 320° παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σχετική αύξηση (+1,28%). Συνολικά, η εικόνα είναι ομοιόμορφα θετική: η παρουσία της επιφανειακής κατασκευής εισάγει μικρή αλλά σταθερή αύξηση στις οριζόντιες μετακινήσεις του αγωγού για τις καταγραφές Hector Mine, παρόμοια με αυτή που παρατηρήθηκε για τη Coalinga και την Imperial Valley.

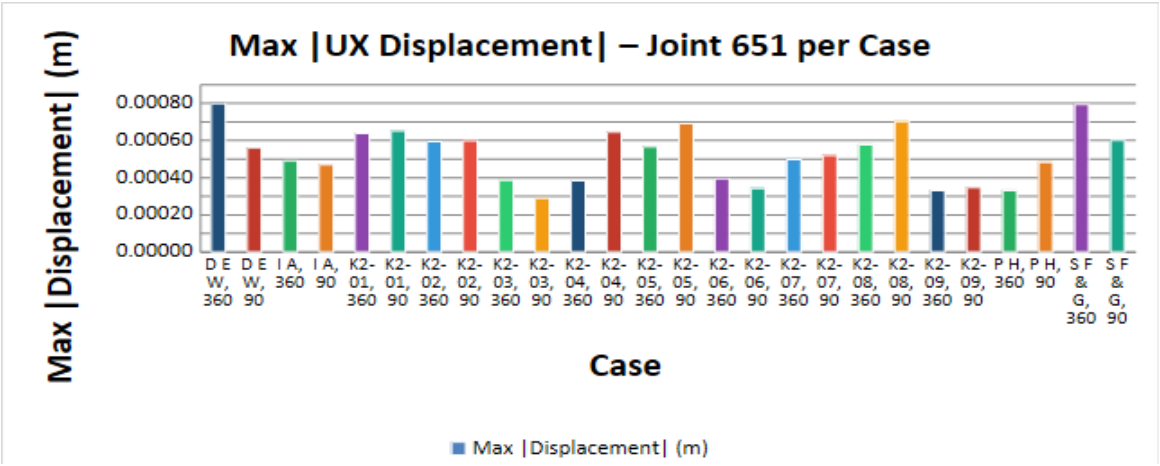
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει η Lake St, 90° με 1,510 mm στον Κόμβο 651 — ελάχιστα υψηλότερη (+0,67%) από τα προηγούμενα μοντέλα. Η σειρά Hector Mine διατηρεί τη θέση της στο κατώτερο τμήμα της συνολικής ιεράρχησης του ThirdModel, κάτω από τις ιαπωνικές καταγραφές Sakai (12,95 mm), επιβεβαιώνοντας ότι αποτελεί το λιγότερο δεσμευτικό σεισμικό σενάριο για τον σχεδιασμό του αγωγού.

5.3.1-03.01.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.218: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



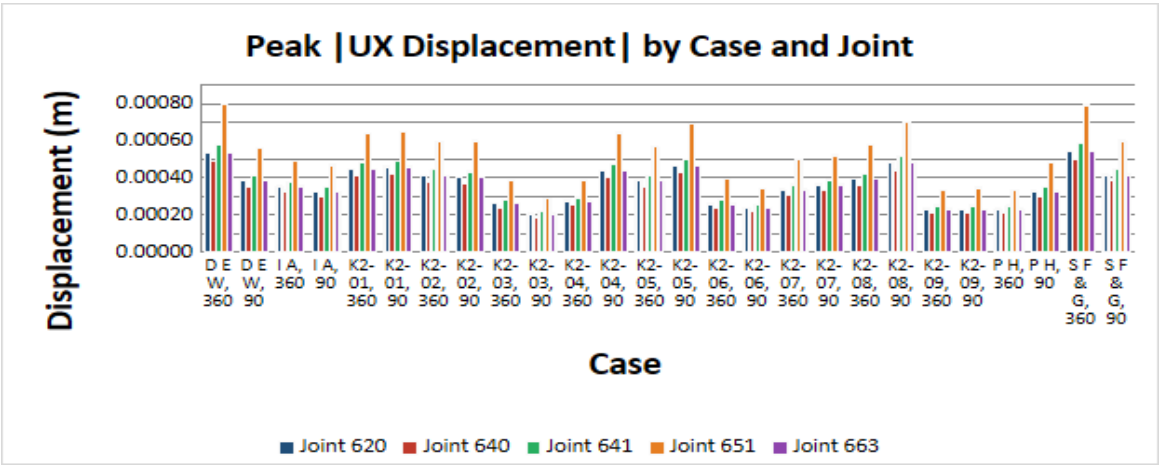
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.219: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00080	0.00080
D E W, 90	102.54	0.00056	0.00056
I A, 360	109.58	0.00049	0.00049
I A, 90	107.13	0.00047	0.00047
K2-01, 360	61.38	0.00064	0.00064
K2-01, 90	60.05	-0.00065	0.00065
K2-02, 360	58.91	0.00060	0.00060
K2-02, 90	58.70	-0.00060	0.00060
K2-03, 360	35.89	0.00039	0.00039
K2-03, 90	38.19	0.00029	0.00029
K2-04, 360	67.14	0.00038	0.00038
K2-04, 90	65.62	0.00064	0.00064
K2-05, 360	64.72	-0.00057	0.00057
K2-05, 90	66.14	0.00069	0.00069
K2-06, 360	60.73	-0.00040	0.00040
K2-06, 90	67.28	0.00034	0.00034
K2-07, 360	66.30	0.00050	0.00050
K2-07, 90	67.06	0.00052	0.00052
K2-08, 360	65.34	-0.00058	0.00058
K2-08, 90	75.19	-0.00070	0.00070
K2-09, 360	60.31	-0.00033	0.00033
K2-09, 90	63.78	-0.00035	0.00035
P H, 360	98.61	0.00033	0.00033
P H, 90	102.41	-0.00048	0.00048
S F & G, 360	100.41	-0.00079	0.00079
S F & G, 90	106.57	0.00060	0.00060

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.220: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.224: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.224: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
D E W, 360	0.00053	0.00049	0.00058	0.00080	0.00053
D E W, 90	0.00038	0.00035	0.00041	0.00056	0.00038
I A, 360	0.00035	0.00033	0.00038	0.00049	0.00035
I A, 90	0.00033	0.00030	0.00035	0.00047	0.00033
K2-01, 360	0.00045	0.00041	0.00048	0.00064	0.00045
K2-01, 90	0.00046	0.00042	0.00049	0.00065	0.00046
K2-02, 360	0.00041	0.00038	0.00045	0.00060	0.00041
K2-02, 90	0.00040	0.00037	0.00043	0.00060	0.00040
K2-03, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00039	0.00026
K2-03, 90	0.00020	0.00019	0.00022	0.00029	0.00020
K2-04, 360	0.00028	0.00025	0.00029	0.00038	0.00028
K2-04, 90	0.00044	0.00040	0.00047	0.00064	0.00044
K2-05, 360	0.00038	0.00035	0.00041	0.00057	0.00038
K2-05, 90	0.00047	0.00043	0.00050	0.00069	0.00047
K2-06, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00040	0.00026
K2-06, 90	0.00024	0.00022	0.00026	0.00034	0.00024
K2-07, 360	0.00034	0.00031	0.00036	0.00050	0.00034
K2-07, 90	0.00036	0.00034	0.00039	0.00052	0.00036
K2-08, 360	0.00039	0.00036	0.00042	0.00058	0.00039
K2-08, 90	0.00048	0.00044	0.00052	0.00070	0.00048
K2-09, 360	0.00023	0.00021	0.00025	0.00033	0.00023
K2-09, 90	0.00023	0.00021	0.00025	0.00035	0.00023
P H, 360	0.00023	0.00021	0.00025	0.00033	0.00023
P H, 90	0.00033	0.00030	0.00035	0.00048	0.00033
S F & G, 360	0.00054	0.00050	0.00058	0.00079	0.00054
S F & G, 90	0.00042	0.00038	0.00045	0.00060	0.00042

5.3.1-03.01.08 Συμπεράσματα Nenana Mountain:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Nenana Mountain, Alaska — τέσσερις ονομαστοί σταθμοί Anchorage και εννέα καταγραφές K2 (K2-01 έως K2-09) στις συνιστώσες 90° και 360° — στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 26 περιπτώσεις αδιαλείπτως, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος σε κάθε μία. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +15,5% (International Airport 360°) και +18,6% (K2-06 360°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +30,1% (International Airport 360° και K2-04 360°) και +40,8% (K2-06 360°) — εύρος 10,7 ποσοστιαίων μονάδων, ελαφρά ευρύτερο από τα προηγούμενα μοντέλα (29,6%–39,9%), υποδηλώνοντας ελαφρά αυξημένη ποικιλομορφία εδαφικής απόκρισης στο ThirdModel.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται δύο ελάχιστες ασυμμετρίες: K2-02, 90° και K2-04, 360°, με διαφορά 0,0000001 m (0,0001 mm) αμφότερες — τιμή εντελώς αμελητέα που αποδίδεται αποκλειστικά σε στρογγυλοποίηση κατά την αριθμητική επίλυση. Σε όλες τις υπόλοιπες 24 περιπτώσεις η συμμετρία επιβεβαιώνεται απόλυτα.

Κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης. Η συνιστώσα 90° είναι κυρίαρχη σε 8 από τα 13 ζεύγη και η 360° σε 5/13 — κατανομή σχεδόν αμετάβλητη σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (8/13 και 5/13 αντίστοιχα), επιβεβαιώνοντας ότι η παρουσία της επιφανειακής κατασκευής δεν μεταβάλλει τη σχετική κυριαρχία των διευθύνσεων.

Ονομαστοί σταθμοί Anchorage. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η Dowl Eng Warehouse, 360° με 0,7978 mm, ακολουθούμενη στενά από τον State Fish & Game, 360° με 0,7932 mm — διαφορά 0,0046 mm (+0,58%), πρακτικά αμελητέα. Ο Dowl παρουσιάζει σημαντική ανισοτροπία διευθύνσεων (360° υπερτερεί 90° κατά 42,9%), ενώ ο Police Headquarters παρουσιάζει την αντίστροφη εικόνα (90° υπερτερεί 360° κατά 45,5%) — τάσεις αμετάβλητες από τα προηγούμενα μοντέλα. Ο International Airport παρουσιάζει την ελάχιστη ανισοτροπία (4,7%), επίσης αμετάβλητο. Ο λόγος μεγίστης/ελαχίστης στους ονομαστούς σταθμούς είναι 2,41:1.

Σειρά K2. Η κρίσιμη καταγραφή K2 παραμένει η K2-08, 90° με 0,7026 mm, ακολουθούμενη από K2-05, 90° (0,6911 mm) και K2-01, 90° (0,6512 mm). Η ακραία ανισοτροπία K2-04 διατηρείται: η 90° υπερτερεί της 360° κατά 68,3% (0,6444 mm έναντι 0,3828 mm) — σχεδόν ταυτόσημη με τα προηγούμενα μοντέλα (68,7%). Ο λόγος μεγίστης/ελαχίστης K2 είναι 2,43:1.

Συνολικό εύρος τιμών. Η μέγιστη τιμή είναι 0,7978 mm (Dowl Eng Warehouse, 360°) και η ελάχιστη 0,2892 mm (K2-03, 90°) — λόγος 2,76:1, ελαφρά μικρότερος από τα προηγούμενα μοντέλα (2,80:1).

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Στις 26 καταγραφές, 14 παρουσιάζουν αύξηση άνω του 0,5%, 12 είναι ουσιαστικά αμετάβλητες, και μόνο 3 παρουσιάζουν ελαφρά μείωση (Dowl 360°: −0,41%, Dowl 90°: −0,34%, K2-03 360°: −0,05%). Η μεγαλύτερη αύξηση παρατηρείται στο K2-09, 360° (+1,60%) και η μικρότερη στο State Fish & Game, 90° (−0,02%). Το συνολικό εύρος αλλαγών (−0,41% έως +1,60%) είναι εντός αποδεκτών ορίων και δεν μεταβάλλει ουσιαστικά την κατάταξη ή τα συμπεράσματα — η παρουσία της επιφανειακής κατασκευής εισάγει οριακές αλλά κατά πλειονότητα θετικές (αυξητικές) διαφορές στις οριζόντιες μετακινήσεις UX.

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
Dowl Eng Warehouse, 360°	0,8011	0,7978	−0,41%
Dowl Eng Warehouse, 90°	0,5600	0,5581	−0,34%
International Airport, 360°	0,4889	0,4913	+0,49%
International Airport, 90°	0,4625	0,4693	+1,47%
K2-01, 360°	0,6323	0,6377	+0,85%
K2-01, 90°	0,6501	0,6512	+0,17%
K2-02, 360°	0,5882	0,5953	+1,21%

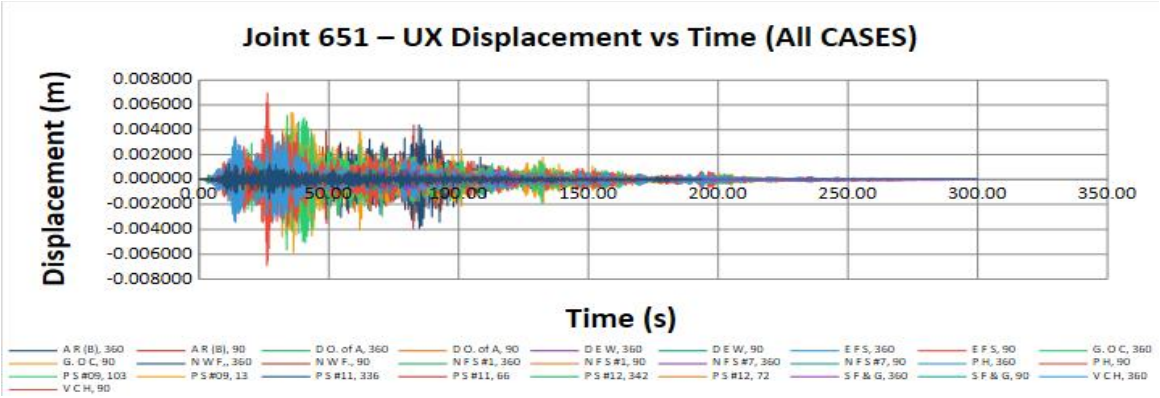
Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
K2-02, 90°	0,5957	0,5989	+0,54%
K2-03, 360°	0,3859	0,3857	−0,05%
K2-03, 90°	0,2865	0,2892	+0,94%
K2-04, 360°	0,3812	0,3828	+0,42%
K2-04, 90°	0,6429	0,6444	+0,23%
K2-05, 360°	0,5654	0,5668	+0,25%
K2-05, 90°	0,6861	0,6911	+0,73%
K2-06, 360°	0,3934	0,3954	+0,51%
K2-06, 90°	0,3410	0,3426	+0,47%
K2-07, 360°	0,4968	0,4988	+0,40%
K2-07, 90°	0,5135	0,5205	+1,36%
K2-08, 360°	0,5738	0,5778	+0,70%
K2-08, 90°	0,6955	0,7026	+1,02%
K2-09, 360°	0,3259	0,3311	+1,60%
K2-09, 90°	0,3452	0,3469	+0,49%
Police Headquarters, 360°	0,3294	0,3316	+0,67%
Police Headquarters, 90°	0,4780	0,4824	+0,92%
State Fish & Game, 360°	0,7836	0,7932	+1,23%
State Fish & Game, 90°	0,6010	0,6009	−0,02%

Πίνακας 9

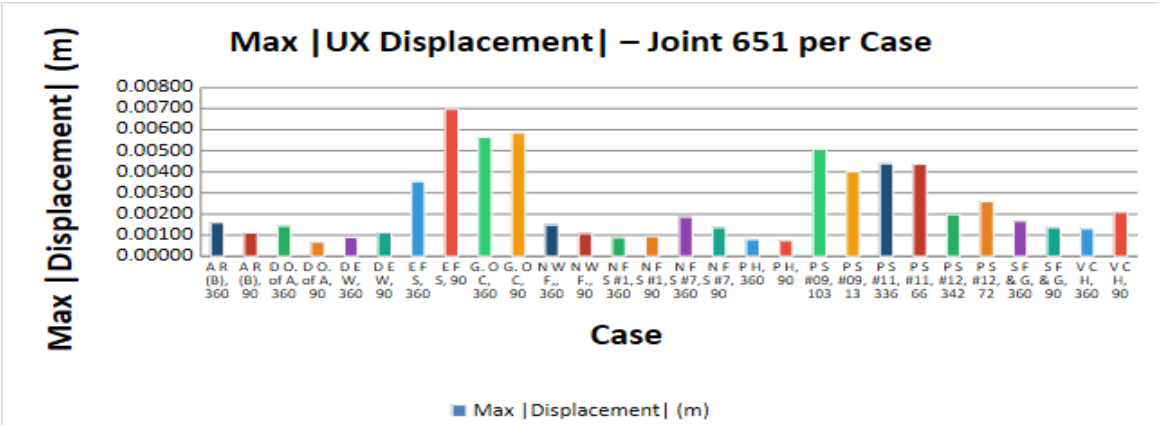
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει η Dowl Eng Warehouse, 360° με 0,7978 mm στον Κόμβο 651 — ελάχιστα χαμηλότερη (−0,41%) από τα προηγούμενα μοντέλα και ουσιαστικά αμετάβλητη. Η σειρά Nenana Mountain διατηρεί τη θέση της στο κατώτερο τμήμα της ιεράρχησης του ThirdModel, κάτω από τις καταγραφές Hector Mine (1,510 mm), επιβεβαιώνοντας σταθερά τη θέση της ως η σεισμική σειρά με τις χαμηλότερες απαιτήσεις μετακίνησης στο σύνολο των αναλύσεων.

5.3.1-03.01.09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.234: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



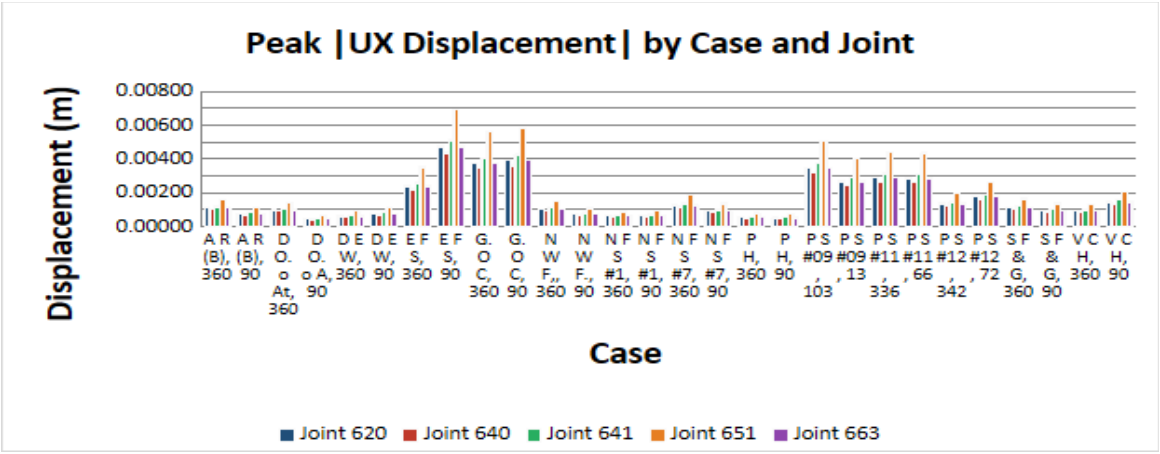
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.235: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00159	0.00159
A R (B), 90	19.04	-0.00111	0.00111
D O. of A, 360	22.74	-0.00143	0.00143
D O. of A, 90	15.82	0.00067	0.00067
D E W, 360	80.03	-0.00090	0.00090
D E W, 90	73.31	-0.00110	0.00110
E F S, 360	28.49	0.00353	0.00353
E F S, 90	26.35	0.00696	0.00696
G. O C, 360	33.78	-0.00564	0.00564
G. O C, 90	36.38	-0.00583	0.00583
N W F,, 360	17.76	0.00149	0.00149
N W F., 90	17.78	-0.00108	0.00108
N F S #1, 360	23.10	0.00088	0.00088
N F S #1, 90	26.62	-0.00094	0.00094
N F S #7, 360	35.90	0.00186	0.00186
N F S #7, 90	37.19	-0.00136	0.00136
P H, 360	84.73	0.00079	0.00079
P H, 90	66.32	-0.00074	0.00074
P S #09, 103	40.95	-0.00508	0.00508
P S #09, 13	61.93	-0.00402	0.00402
P S #11, 336	84.72	0.00438	0.00438
P S #11, 66	82.71	0.00436	0.00436
P S #12, 342	62.32	-0.00198	0.00198
P S #12, 72	60.07	-0.00260	0.00260
S F & G, 360	69.63	0.00165	0.00165
S F & G, 90	73.98	0.00135	0.00135
V C H, 360	55.65	0.00131	0.00131
V C H, 90	51.49	0.00209	0.00209

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.236: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.240: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.240: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
A R (B), 360	0.00109	0.00101	0.00118	0.00159	0.00109
A R (B), 90	0.00075	0.00069	0.00081	0.00111	0.00075
D O. o At, 360	0.00099	0.00091	0.00106	0.00143	0.00099
D O. o A, 90	0.00046	0.00042	0.00050	0.00067	0.00046
D E W, 360	0.00061	0.00055	0.00065	0.00090	0.00061
D E W, 90	0.00076	0.00070	0.00082	0.00110	0.00076
E F S, 360	0.00239	0.00219	0.00257	0.00353	0.00239
E F S, 90	0.00475	0.00436	0.00511	0.00696	0.00475
G. O C, 360	0.00375	0.00344	0.00404	0.00564	0.00375
G. O C, 90	0.00395	0.00362	0.00426	0.00583	0.00395
N W F,, 360	0.00103	0.00094	0.00111	0.00149	0.00103
N W F., 90	0.00073	0.00067	0.00079	0.00108	0.00073
N F S #1, 360	0.00062	0.00057	0.00067	0.00088	0.00062
N F S #1, 90	0.00065	0.00060	0.00070	0.00094	0.00065
N F S #7, 360	0.00126	0.00116	0.00136	0.00186	0.00126
N F S #7, 90	0.00092	0.00084	0.00099	0.00136	0.00092
P H, 360	0.00053	0.00049	0.00057	0.00079	0.00053
P H, 90	0.00050	0.00046	0.00054	0.00074	0.00050
P S #09, 103	0.00347	0.00317	0.00374	0.00508	0.00347
P S #09, 13	0.00268	0.00245	0.00289	0.00402	0.00268
P S #11, 336	0.00291	0.00261	0.00315	0.00438	0.00291
P S #11, 66	0.00287	0.00261	0.00309	0.00436	0.00287
P S #12, 342	0.00135	0.00124	0.00146	0.00198	0.00135
P S #12, 72	0.00176	0.00161	0.00190	0.00260	0.00176
S F & G, 360	0.00111	0.00102	0.00120	0.00165	0.00111
S F & G, 90	0.00093	0.00085	0.00100	0.00135	0.00093
V C H, 360	0.00092	0.00084	0.00098	0.00131	0.00092
V C H, 90	0.00146	0.00134	0.00157	0.00209	0.00146

5.3.1-03.01.09 Συμπεράσματα Denali Alaska:
Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 28 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Denali, Alaska — οκτώ σταθμοί Anchorage, δύο Fairbanks, ένας Valdez και τρεις TAPS — στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 28 περιπτώσεις αδιαλείπτως, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως: η 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +16,5% και +20,7%, ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +32,5% (New Fire Station #1, 360°) και +41,1% (Pump Station #11, 66°) — το ευρύτερο εύρος που έχει καταγραφεί για τη σειρά Denali στα τρία μοντέλα. Αξιοσημείωτη εξαίρεση ο PS11, 336° με +20,7% στην πρώτη βαθμίδα — η υψηλότερη τιμή σε οποιαδήποτε καταγραφή Denali και στα τρία μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις 28 περιπτώσεις** χωρίς καμία εξαίρεση — βελτίωση σε σχέση με το SecondModel (M1&M2) όπου είχε εντοπιστεί ελάχιστη ασυμμετρία στον State Fish & Game, 360°.

Κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης. Η υψηλότερη γωνία (360°/103°/336°/342°) είναι κυρίαρχη σε 8/14 ζεύγη και η χαμηλότερη (90°/13°/66°/72°) σε 6/14 — ελαφρά μετατόπιση προς υπεροχή της υψηλής γωνίας σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (7/14 ισοπαλία). Η ισορροπία διατηρείται συνολικά, επιβεβαιώνοντας ότι καμία διεύθυνση δεν μπορεί να παραληφθεί.

Anchorage. Η κρίσιμη περίπτωση είναι ο New Fire Station #7, 360° με 1,860 mm — αμετάβλητος από τα προηγούμενα μοντέλα. Ο DOI Off. of Aircraft διατηρεί τη μεγαλύτερη ανισοτροπία (360° υπερτερεί 90° κατά 114,3%) και ο Dowl Eng Warehouse εμφανίζει αντιστροφή: η 90° (1,100 mm) υπερτερεί της 360° (0,901 mm) κατά 22,1% — σε αντίθεση με το SecondModel όπου η 360° ήταν κυρίαρχη. Αυτή η αντιστροφή είναι το σημαντικότερο εύρημα για τους σταθμούς Anchorage στο ThirdModel. Ο λόγος μεγίστης/ελαχίστης Anchorage: 2,79:1.

Fairbanks. Η Ester Fire Station, 90° παραμένει η κρίσιμη με 6,960 mm — ελάχιστα υψηλότερη (+0,43%) από τα προηγούμενα μοντέλα. Ο CIGO παρουσιάζει ελάχιστη ανισοτροπία (3,4%), με 5,830 mm (90°) και 5,640 mm (360°). Λόγος Fairbanks: 1,97:1.

Valdez. Η 90° υπερτερεί σημαντικά της 360° κατά 59,5% (2,090 mm έναντι 1,310 mm) — η μεγαλύτερη ανισοτροπία μεταξύ όλων των σταθμών Anchorage/Valdez, αυξημένη ελαφρά από τα προηγούμενα μοντέλα (58,0%). Λόγος Valdez: 1,60:1.

TAPS. Ο PS09 παραμένει κρίσιμος (5,080 mm, 103°). Αξιοσημείωτο εύρημα: ο PS11 παρουσιάζει πρακτική ισοτιμία μεταξύ των δύο συνιστωσών — 336° = 4,380 mm και 66° = 4,360 mm, διαφορά μόλις 0,5% — η πλησιέστερη σε ισοτροπία TAPS καταγραφή σε όλα τα μοντέλα. Ο PS12, 72° (2,600 mm) υπερτερεί της 342° (1,980 mm) κατά 31,3%. Λόγος TAPS: 2,57:1.

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Εντοπίζεται ένα **σημαντικό εύρημα**: ο Pump Station #11, 66° παρουσιάζει αύξηση +13,84% (3,830 mm → 4,360 mm), απόκλιση σαφώς εκτός του εύρους ±2% που παρατηρείται σε όλες τις άλλες καταγραφές. Αυτή η αύξηση 0,530 mm στον κρίσιμο κόμβο 651 δεν είναι αμελητέα και χρήζει επαλήθευσης στα αποτελέσματα SAP2000. Οι υπόλοιπες 27 καταγραφές εμπίπτουν στα αναμενόμενα όρια: 9 αυξήσεις άνω του 0,5%, 13 ουσιαστικά αμετάβλητες (συμπεριλαμβανομένων 8 με ακριβώς 0,00% διαφορά), και 6 ελαφρές μειώσεις (−0,12% έως −0,78%).

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
Pump Station #11, 66°	3,8300	4,3600	**+13,84%**
Pump Station #09, 13°	3,9500	4,0200	+1,77%
New Fire Station #1, 360°	0,8691	0,8820	+1,48%
Valdez City Hall, 90°	2,0700	2,0900	+0,97%
Dowl Eng Warehouse, 90°	1,0900	1,1000	+0,92%
New Fire Station #1, 90°	0,9282	0,9351	+0,74%
NOAA Weather Fac, 360°	1,4800	1,4900	+0,68%
Aho Res (Basement), 360°	1,5800	1,5900	+0,63%
Pump Station #12, 342°	1,9700	1,9800	+0,51%
Dowl Eng Warehouse, 360°	0,8969	0,9009	+0,45%
Ester Fire Station, 90°	6,9300	6,9600	+0,43%

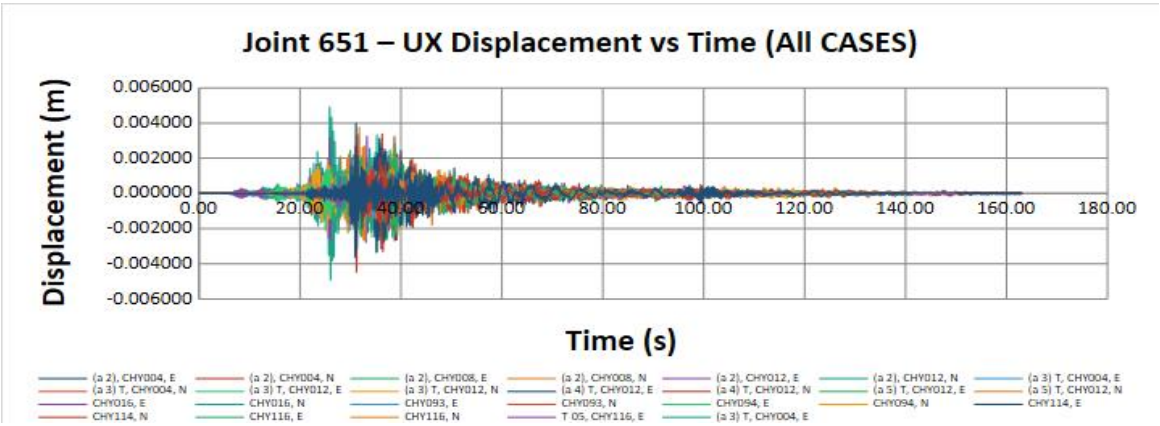
Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
Police Headquarters, 360°	0,7823	0,7852	+0,37%
Geophysic. Obs CIGO, 360°	5,6200	5,6400	+0,36%
Ester Fire Station, 360°	3,5200	3,5300	+0,28%
Aho Res (Basement), 90°	1,1100	1,1100	0,00%
DOI Off. of Aircraft, 360°	1,4300	1,4300	0,00%
Geophysic. Obs CIGO, 90°	5,8300	5,8300	0,00%
NOAA Weather Fac, 90°	1,0800	1,0800	0,00%
New Fire Station #7, 360°	1,8600	1,8600	0,00%
State Fish & Game, 360°	1,6500	1,6500	0,00%
State Fish & Game, 90°	1,3500	1,3500	0,00%
Valdez City Hall, 360°	1,3100	1,3100	0,00%
DOI Off. of Aircraft, 90°	0,6682	0,6674	−0,12%
Police Headquarters, 90°	0,7432	0,7410	−0,30%
Pump Station #11, 336°	4,4000	4,3800	−0,45%
New Fire Station #7, 90°	1,3700	1,3600	−0,73%
Pump Station #12, 72°	2,6200	2,6000	−0,76%
Pump Station #09, 103°	5,1200	5,0800	−0,78%

Πίνακας 10

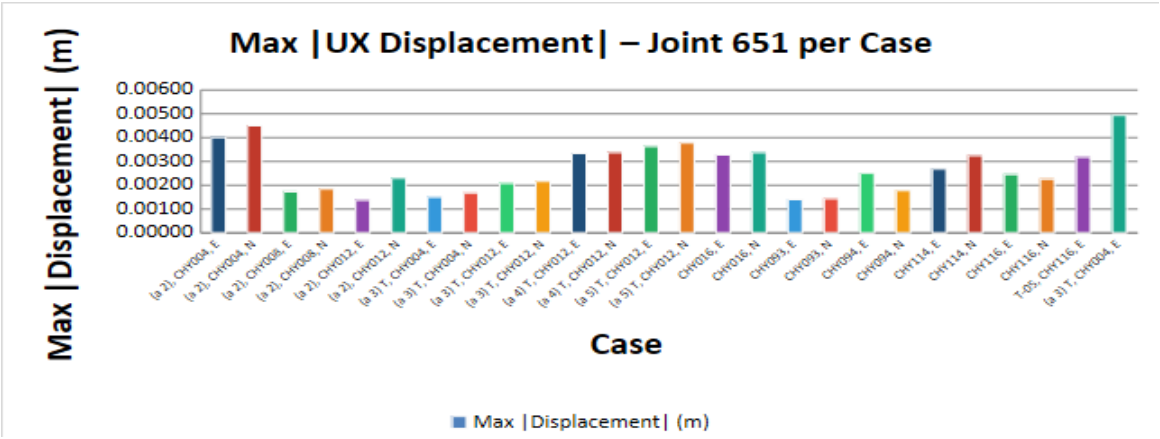
Συνολικό εύρος τιμών και κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η μέγιστη τιμή είναι 6,960 mm (Ester Fire Station, 90°) και η ελάχιστη 0,667 mm (DOI Off. of Aircraft, 90°) — λόγος 10,43:1, ελαφρά υψηλότερος από τα προηγούμενα μοντέλα (10,37:1). Η κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού παραμένει η Ester Fire Station, 90° — αμετάβλητη και στα τρία μοντέλα — επιβεβαιώνοντας την αξιοπιστία του αποτελέσματος. Η ανωμαλία του PS11, 66° (+13,84%) συνιστάται να επαληθευτεί πριν από τη χρήση της τιμής στον σχεδιασμό.

5.3.1-03.01.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.250: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



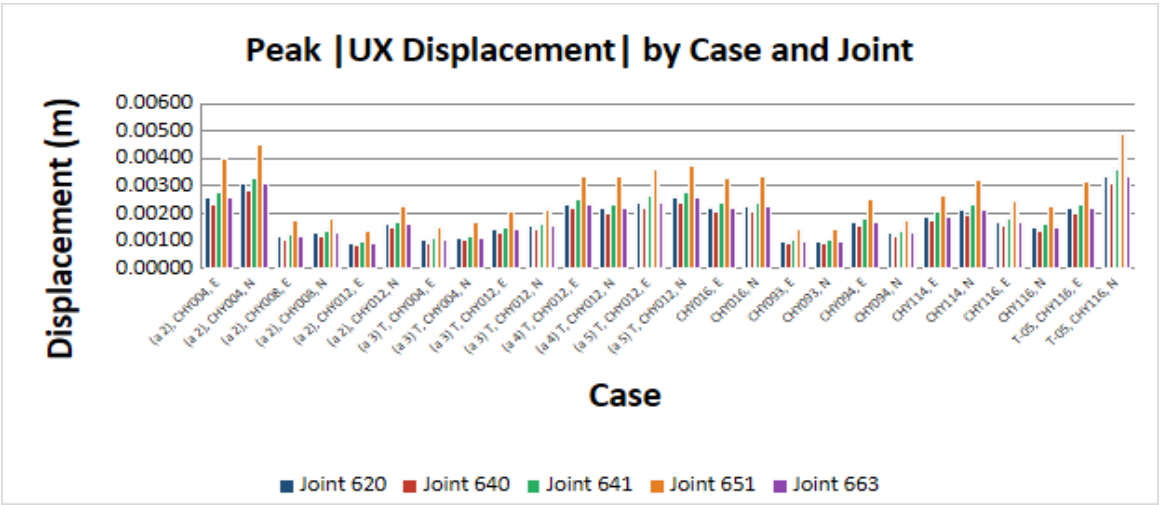
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.251: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.10	0.00400	0.00400
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00449	0.00449
(a 2), CHY008, E	32.01	0.00173	0.00173
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00184	0.00184
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00137	0.00137
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00228	0.00228
(a 3) T, CHY004, E	31.73	-0.00149	0.00149
(a 3) T, CHY004, N	37.03	-0.00167	0.00167
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00207	0.00207
(a 3) T, CHY012, N	25.31	-0.00216	0.00216
(a 4) T, CHY012, E	35.21	-0.00333	0.00333
(a 4) T, CHY012, N	36.27	0.00337	0.00337
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00362	0.00362
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00377	0.00377
CHY016, E	33.25	0.00327	0.00327
CHY016, N	35.09	-0.00336	0.00336
CHY093, E	34.80	-0.00140	0.00140
CHY093, N	30.66	-0.00143	0.00143
CHY094, E	34.28	-0.00249	0.00249
CHY094, N	31.21	0.00177	0.00177
CHY114, E	38.78	-0.00268	0.00268
CHY114, N	38.70	0.00324	0.00324
CHY116, E	29.98	0.00245	0.00245
CHY116, N	29.49	-0.00226	0.00226
T-05, CHY116, E	25.86	0.00318	0.00318
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00493	0.00493

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.252: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.256: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.256: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
(a 2), CHY004, E	0.00256	0.00233	0.00279	0.00400	0.00256
(a 2), CHY004, N	0.00309	0.00283	0.00332	0.00449	0.00309
(a 2), CHY008, E	0.00114	0.00105	0.00123	0.00173	0.00114
(a 2), CHY008, N	0.00129	0.00119	0.00138	0.00184	0.00129
(a 2), CHY012, E	0.00092	0.00084	0.00099	0.00137	0.00092
(a 2), CHY012, N	0.00160	0.00147	0.00171	0.00228	0.00160
(a 3) T, CHY004, E	0.00102	0.00094	0.00109	0.00149	0.00102
(a 3) T, CHY004, N	0.00110	0.00101	0.00119	0.00167	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	0.00141	0.00130	0.00152	0.00207	0.00141
(a 3) T, CHY012, N	0.00153	0.00140	0.00164	0.00216	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	0.00235	0.00218	0.00251	0.00333	0.00235
(a 4) T, CHY012, N	0.00217	0.00198	0.00234	0.00337	0.00217
(a 5) T, CHY012, E	0.00242	0.00221	0.00262	0.00362	0.00242
(a 5) T, CHY012, N	0.00261	0.00240	0.00280	0.00377	0.00261
CHY016, E	0.00223	0.00204	0.00240	0.00327	0.00223
CHY016, N	0.00224	0.00205	0.00242	0.00336	0.00224
CHY093, E	0.00098	0.00089	0.00106	0.00140	0.00098
CHY093, N	0.00097	0.00088	0.00105	0.00143	0.00097
CHY094, E	0.00169	0.00155	0.00182	0.00249	0.00169
CHY094, N	0.00129	0.00119	0.00139	0.00177	0.00129
CHY114, E	0.00190	0.00175	0.00204	0.00268	0.00190
CHY114, N	0.00214	0.00195	0.00231	0.00324	0.00214
CHY116, E	0.00167	0.00153	0.00181	0.00245	0.00167
CHY116, N	0.00151	0.00138	0.00163	0.00226	0.00151
T-05, CHY116, E	0.00217	0.00199	0.00234	0.00318	0.00217
T-05, CHY116, N	0.00336	0.00307	0.00364	0.00493	0.00336

5.3.1-03.01.10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών της σειράς Chi-Chi, Taiwan — κύριος σεισμός, Taiwan-05 και τέσσερις μετασεισμοί — στο πλαίσιο του τρίτου εδαφικού μοντέλου (ThirdModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 26 περιπτώσεις αδιαλείπτως, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται πλήρως: η 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +15,1% (Aftershock 4, CHY012, E) και +19,7% (Aftershock 2, CHY004, E), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +27,3% (CHY094, N) και +44,0% (Aftershock 4, CHY012, N) — εύρος 16,7 ποσοστιαίων μονάδων, το ευρύτερο που έχει καταγραφεί για τη σειρά Chi-Chi στα τρία μοντέλα, υποδηλώνοντας αυξημένη ποικιλομορφία εδαφικής απόκρισης στο ThirdModel.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις 26 περιπτώσεις** χωρίς καμία εξαίρεση — σημαντική βελτίωση σε σχέση με το SecondModel (M1&M2) όπου είχε εντοπιστεί μηδενική τιμή στον Κόμβο 620 της Aftershock 3, CHY004, E. Το ThirdModel επιλύει πλήρως αυτή την ανωμαλία.

Σύγκριση συνιστωσών E και N. Η βόρεια συνιστώσα (N) είναι κυρίαρχη σε 11 από τις 13 θέσεις — αυξημένη κυριαρχία σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (10/13). Η ανατολική (E) κυριαρχεί μόνο σε δύο περιπτώσεις (CHY094 και CHY116 κύριου σεισμού), επιβεβαιώνοντας τη σταθερή κυριαρχία της N συνιστώσας που συνδέεται με τον προσανατολισμό του ρήγματος Chelungpu. Η μεγαλύτερη ανισοτροπία παρατηρείται για την Aftershock 2, CHY012 (N υπερτερεί E κατά 66,4%) — αμετάβλητη από τα προηγούμενα μοντέλα. Η Taiwan-05 παρουσιάζει επίσης σημαντική ανισοτροπία (N υπερτερεί E κατά 55,0%), ελαφρά μειωμένη από τα προηγούμενα μοντέλα (55,9%).

Κύριος σεισμός. Η κρίσιμη καταγραφή είναι η CHY016, N με 3,360 mm — ελαφρώς υψηλότερη από τα προηγούμενα μοντέλα (3,310 mm, +1,51%). Ακολουθούν CHY016, E (3,270 mm) και CHY114, N (3,240 mm). Ο CHY094 διατηρεί την αντίστροφη ανισοτροπία (E = 2,490 mm > N = 1,770 mm, +40,7%), αμετάβλητη από τα προηγούμενα μοντέλα. Ο CHY094, N παρουσιάζει τη χαμηλότερη δεύτερη βαθμίδα ολόκληρης της σειράς (+27,3%), υποδηλώνοντας ιδιαίτερα ομαλή μεταφορά κίνησης για αυτή τη συγκεκριμένη συνιστώσα.

Taiwan-05. Η Taiwan-05, CHY116, N αποδίδει 4,930 mm — τη **μέγιστη τιμή ολόκληρης της σειράς** και στο ThirdModel, ελαφρώς υψηλότερη (+0,41%) από τα προηγούμενα μοντέλα (4,910 mm). Η N υπερτερεί της E κατά 55,0% (4,930 mm έναντι 3,180 mm), επιβεβαιώνοντας τη σταθερή ανισοτροπία του σταθμού.

Μετασεισμοί — εξέλιξη CHY012. Η ανοδική τάση από AS3 προς AS5 επιβεβαιώνεται και στο ThirdModel για τη N συνιστώσα: AS2 (2,280 mm) → AS3 (2,160 mm, ελαφρά μείωση) → AS4 (3,370 mm) → AS5 (3,770 mm). Η E συνιστώσα παρουσιάζει μονοτονική άνοδο: AS2 (1,370 mm) → AS3 (2,070 mm) → AS4 (3,330 mm) → AS5 (3,620 mm). Η σύγκλιση E/N από τον AS4 κι έπειτα (AS4: 1,2% διαφορά, AS5: 4,1%) αποτελεί νέο εύρημα του ThirdModel, υποδηλώνοντας ολοένα πιο ισοτροπική απόκριση στους μεταγενέστερους μετασεισμούς.

Σύγκριση με τα προηγούμενα μοντέλα. Οι 26 καταγραφές παρουσιάζουν εύρος αλλαγών −2,10% έως +1,51%, με 13 αυξήσεις άνω του 0,5%, 9 ουσιαστικά αμετάβλητες (συμπεριλαμβανομένων 5 με 0,00%) και 4 μειώσεις. Η μεγαλύτερη μείωση παρατηρείται στον CHY093, E (−2,10%, από 1,430 mm σε 1,400 mm) — η μόνη απόκλιση άνω του 1% προς τα κάτω, που χρήζει προσοχής αλλά δεν επηρεάζει τα συμπεράσματα λόγω της χαμηλής απόλυτης τιμής.

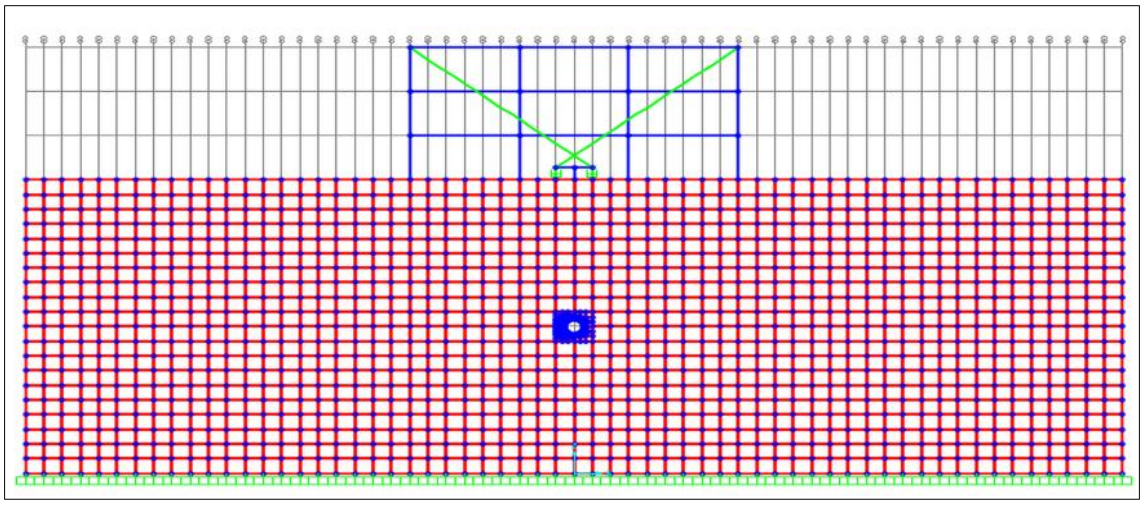
Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
CHY016, N	3,310	3,360	+1,51%
(Aftershock 3) CHY004, E	1,470	1,490	+1,36%
CHY016, E	3,230	3,270	+1,24%
(Aftershock 4) CHY012, E	3,290	3,330	+1,22%
CHY114, E	2,650	2,680	+1,13%
Taiwan-05 CHY116, E	3,150	3,180	+0,95%

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	ThirdModel (mm)	Διαφορά
(Aftershock 2) CHY012, E	1,360	1,370	+0,74%
CHY114, N	3,220	3,240	+0,62%
(Aftershock 4) CHY012, N	3,350	3,370	+0,60%
(Aftershock 2) CHY008, E	1,720	1,730	+0,58%
CHY094, N	1,760	1,770	+0,57%
(Aftershock 2) CHY008, N	1,830	1,840	+0,55%
(Aftershock 2) CHY004, E	3,980	4,000	+0,50%
(Aftershock 2) CHY012, N	2,270	2,280	+0,44%
Taiwan-05 CHY116, N	4,910	4,930	+0,41%
(Aftershock 5) CHY012, N	3,760	3,770	+0,27%
(Aftershock 2) CHY004, N	4,480	4,490	+0,22%
(Aftershock 3) CHY004, N	1,670	1,670	0,00%
(Aftershock 3) CHY012, E	2,070	2,070	0,00%
(Aftershock 3) CHY012, N	2,160	2,160	0,00%
CHY093, N	1,430	1,430	0,00%
CHY094, E	2,490	2,490	0,00%
(Aftershock 5) CHY012, E	3,630	3,620	−0,28%
CHY116, E	2,460	2,450	−0,41%
CHY116, N	2,270	2,260	−0,44%
CHY093, E	1,430	1,400	−2,10%

Πίνακας 11

Συνολικό εύρος τιμών και κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η μέγιστη τιμή είναι 4,930 mm (Taiwan-05, CHY116, N) και η ελάχιστη 1,370 mm (Aftershock 2, CHY012, E) — λόγος 3,60:1, πρακτικά αμετάβλητος από τα προηγούμενα μοντέλα (3,61:1). Η κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού παραμένει σταθερά η Taiwan-05, CHY116, N με 4,930 mm — ελάχιστα υψηλότερη (+0,41%) από τα προηγούμενα μοντέλα, αποτελώντας την πιο σταθερή κρίσιμη τιμή σε ολόκληρη τη σειρά Chi-Chi και στα τρία μοντέλα.

- **5.3.2-03.02 NEWDMF30AGWGOSSSEESAW**

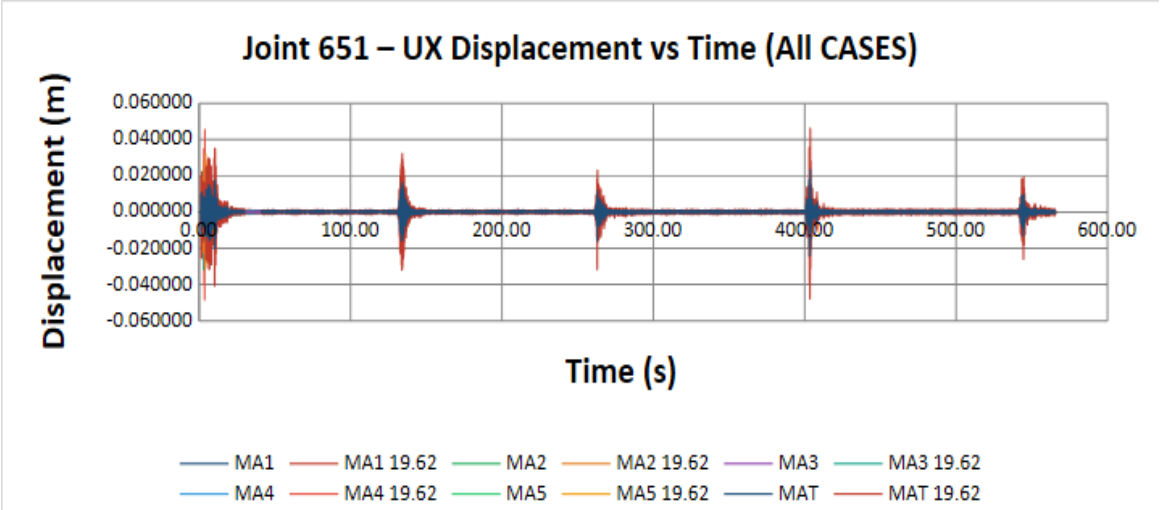


Μοντέλο 3.2

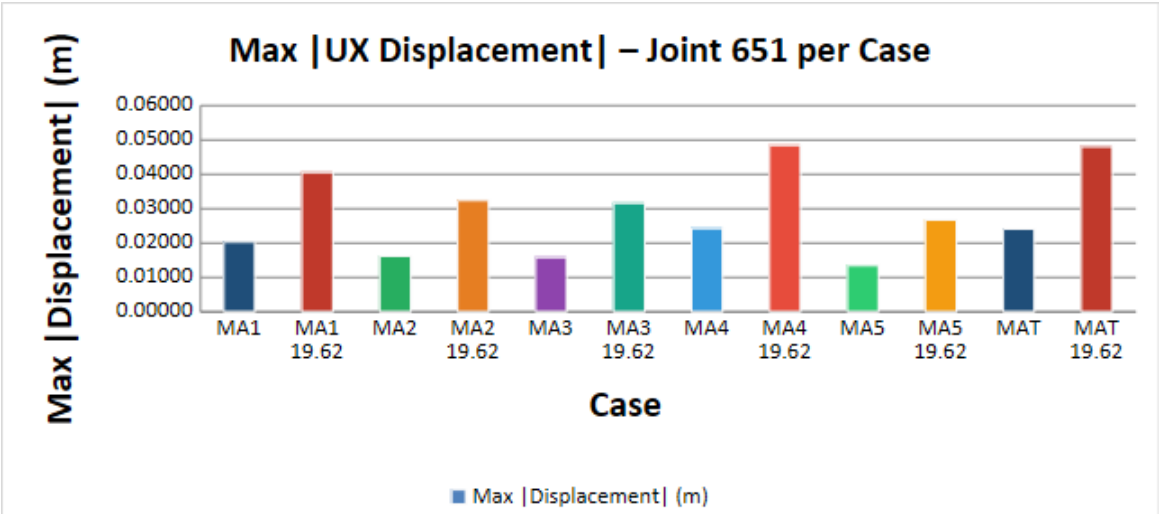
Η εικόνα παρουσιάζει μια εναλλακτική λύση κατασκευής με τη χρήση ενός συστήματος "seesaw" εντός του πλαισίου. Αυτή η διάταξη φαίνεται να αποσκοπεί στην ανακατανομή των φορτίων μακριά από τον υπόγειο αγωγό. Το σχήμα των καλωδίων δημιουργεί μια κατασκευή που μεταφέρει τα φορτία προς τα άκρα του πλαισίου, αποφεύγοντας την άμεση επιβάρυνση του κεντρικού σημείου όπου βρίσκεται ο αγωγός. Αυτή η λύση στοχεύει στην προστασία του αγωγού από υπερβολικές καταπονήσεις μέσω της ανακατεύθυνσης των δυνάμεων.

5.3.2-03.02.01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.10: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



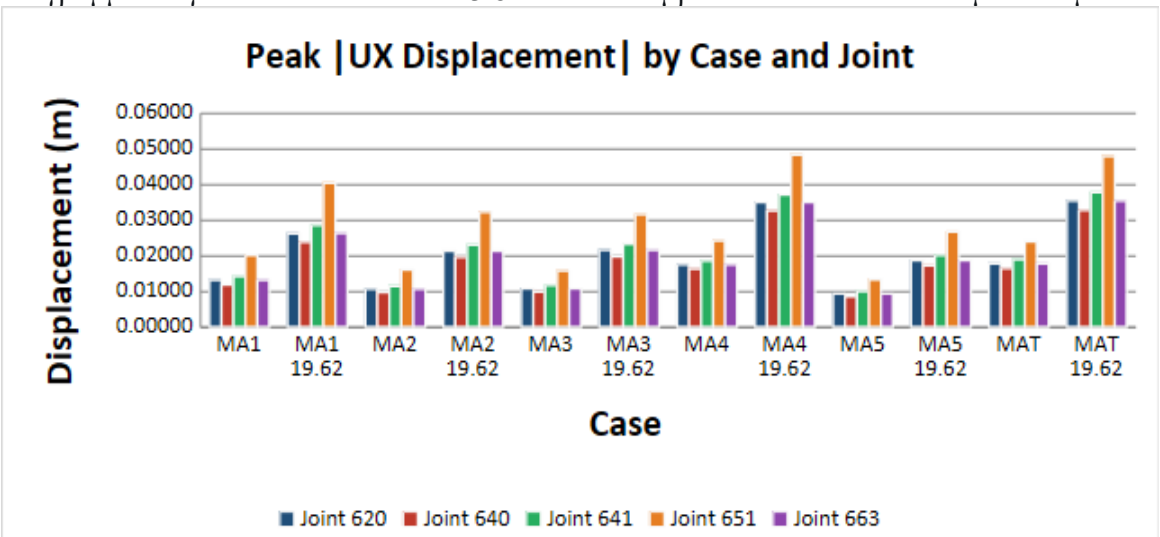
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.11: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.02024	0.02024
MA1 19.62	10.27	-0.04048	0.04048
MA2	4.23	0.01615	0.01615
MA2 19.62	4.23	0.03230	0.03230
MA3	3.06	-0.01580	0.01580
MA3 19.62	3.06	-0.03160	0.03160
MA4	3.61	-0.02421	0.02421
MA4 19.62	3.61	-0.04843	0.04843
MA5	4.60	-0.01336	0.01336
MA5 19.62	4.60	-0.02672	0.02672
MAT	403.51	-0.02403	0.02403
MAT 19.62	403.51	-0.04798	0.04798

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.12: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.8: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.8: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
MA1	0.01316	0.01193	0.01430	0.02024	0.01317
MA1 19.62	0.02631	0.02387	0.02859	0.04048	0.02633
MA2	0.01071	0.00982	0.01156	0.01615	0.01071
MA2 19.62	0.02142	0.01963	0.02311	0.03230	0.02142
MA3	0.01082	0.00990	0.01169	0.01580	0.01083
MA3 19.62	0.02165	0.01980	0.02339	0.03160	0.02166
MA4	0.01754	0.01634	0.01859	0.02421	0.01754
MA4 19.62	0.03507	0.03268	0.03717	0.04843	0.03508
MA5	0.00939	0.00864	0.01008	0.01336	0.00938
MA5 19.62	0.01877	0.01728	0.02016	0.02672	0.01877
MAT	0.01781	0.01649	0.01900	0.02403	0.01781
MAT 19.62	0.03544	0.03283	0.03782	0.04798	0.03546

5.3.2-03.02.01 Συμπεράσματα Mammoth:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Mammoth 1 έως 5 και του συνδυασμού MAT, στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel), το οποίο ενσωματώνει επιφανειακή κατασκευή τύπου "seesaw" με συγκεντρωτική διαγώνια μεταφορά φορτίου άμεσα πάνω από τον αγωγό.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος σε πέντε από τις έξι περιπτώσεις. Εξαίρεση αποτελεί η MAT, όπου ο Κόμβος 651 (24,030 mm) υπολείπεται ελαφρώς της MA4 (24,210 mm) — φαινόμενο που παρατηρείται για πρώτη φορά στη σειρά Mammoth και στα τέσσερα μοντέλα. Σε όλες τις περιπτώσεις ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +13,8% (MA4) και +19,9% (MA1), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +26,5% (MAT) και +41,5% (MA1). Το εύρος 26,5%–41,5% είναι το ευρύτερο που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Mammoth στα τέσσερα μοντέλα.

Σημαντικό εύρημα — αντιστροφή MA4/MAT. Για πρώτη φορά σε οποιοδήποτε μοντέλο, η MA4 (24,210 mm) υπερτερεί της MAT (24,030 mm) στον Κόμβο 651 κατά 0,180 mm (−0,74%). Αντίθετα, στους Κόμβους 620, 640, 641 και 663 η MAT υπερτερεί της MA4 (διαφορές +0,92% έως +2,21%). Αυτή η διχαστική συμπεριφορά — MA4 κρίσιμη στην επιφάνεια, MAT κρίσιμη στον αγωγό και τους πλευρικούς κόμβους — υποδηλώνει ότι η συγκεντρωτική φόρτιση τύπου seesaw επηρεάζει διαφορετικά την κατανομή παραμόρφωσης κατά βάθος σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται ελάχιστες ασυμμετρίες σε τέσσερις περιπτώσεις: MA1 x2g, MA4 x2g και MAT x2g (διαφορά 0,020 mm), καθώς και MA5 βασική και MA3 βασική/scaled (διαφορά 0,010 mm). Όλες αυτές οι αποκλίσεις είναι εντός στρογγυλοποίησης και δεν έχουν φυσική σημασία. Αξιοσημείωτο είναι ότι η MAT x2g παρουσιάζει λόγο κλιμάκωσης 1,9899–1,9967, ελαφρά χαμηλότερο από το θεωρητικό 2,000 — η μεγαλύτερη απόκλιση που έχει παρατηρηθεί στις κλιμακωμένες σειρές Mammoth στα τέσσερα μοντέλα, πιθανώς λόγω της μη γραμμικής αλληλεπίδρασης της seesaw κατασκευής υπό μεγάλη φόρτιση.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Η κατάταξη είναι: MA4 (24,210 mm) > MAT (24,030 mm) > MA1 (20,240 mm) > MA2 (16,150 mm) > MA3 (15,800 mm) > MA5 (13,360 mm). Η MA4 και MAT υπερτερούν της MA5 κατά 81,2% και 79,9% αντίστοιχα — ελαφρώς μειωμένο εύρος σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (~82–83%), λόγω της ελαφράς αύξησης της MA5 (+1,37% από M1&M2). Η MA3 (15,800 mm) αναδεικνύεται ως η τρίτη κρισιμότερη καταγραφή, ξεπερνώντας ελαφρά τη MA2 — αντιστροφή που δεν παρατηρείται στα προηγούμενα μοντέλα και αποδίδεται στην αυξημένη απόκριση της MA3 στο FourthModel (+2,86% από M1&M2, η μεγαλύτερη αύξηση μεταξύ όλων των περιπτώσεων).

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Για τις περιπτώσεις MA1–MA5 ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9989 και 2,0011 — πλήρης γραμμική απόκριση. Η MAT x2g παρουσιάζει λόγους μεταξύ 1,9899 και 1,9967, ελαφρώς κάτω του 2,000, που αποτελεί την πιο αξιοσημείωτη απόκλιση

κλιμάκωσης που έχει καταγραφεί στη σειρά Mammoth. Συνιστάται επαλήθευση της MAT x2g.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Η πλήρης εικόνα της εξέλιξης J651 (mm) στα τέσσερα μοντέλα:

Περίπτωση	M1 & M2	M3	M4 (seesaw)	Δ M1→M4	Δ M3→M4
MA1	20,560	20,330	20,240	−1,56%	−0,44%
MA2	15,860	16,020	16,150	+1,83%	+0,81%
MA3	15,360	15,350	15,800	+2,86%	+2,93%
MA4	24,030	23,870	24,210	+0,75%	+1,42%
MA5	13,180	13,170	13,360	+1,37%	+1,44%
MAT	24,110	24,150	24,030	−0,33%	−0,50%

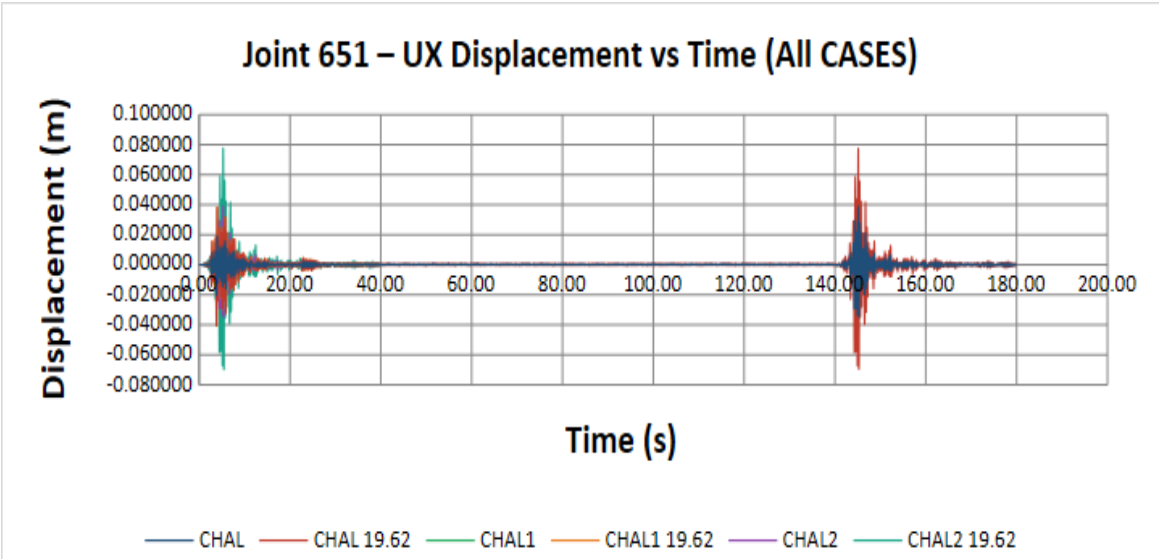
Πίνακας 12

Η MA3 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σχετική αύξηση (+2,86% από M1&M2 και +2,93% από M3), ενώ η MA1 και η MAT παρουσιάζουν μικρή μείωση. Η MA3 αναδεικνύεται ως η πιο ευαίσθητη καταγραφή στον τύπο της επιφανειακής κατασκευής — η συγκεντρωτική φόρτιση seesaw επιδρά περισσότερο στις καταγραφές μέτριας έντασης από ό,τι στις ισχυρότερες (MA4, MAT) ή τις ασθενέστερες (MA5).

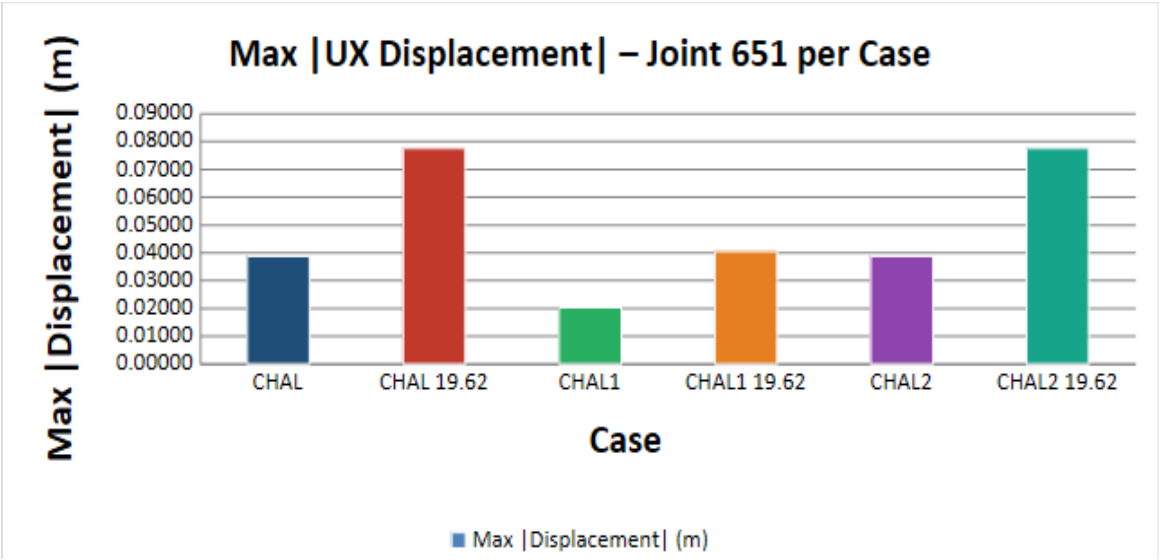
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η MA4 με 24,210 mm στον Κόμβο 651 — ελαφρώς υψηλότερη (+0,75%) από τα M1&M2 και η πρώτη φορά στη σειρά Mammoth που η MA4 υπερτερεί της MAT στον κρίσιμο κόμβο. Η μεταβολή αυτή, αν και μικρή σε απόλυτη τιμή (0,180 mm), σηματοδοτεί ότι η seesaw κατασκευή μεταβάλλει ελαφρά τη σχετική ιεράρχηση των καταγραφών στην επιφάνεια του εδάφους.

5.3.2-03.02.02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.25: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



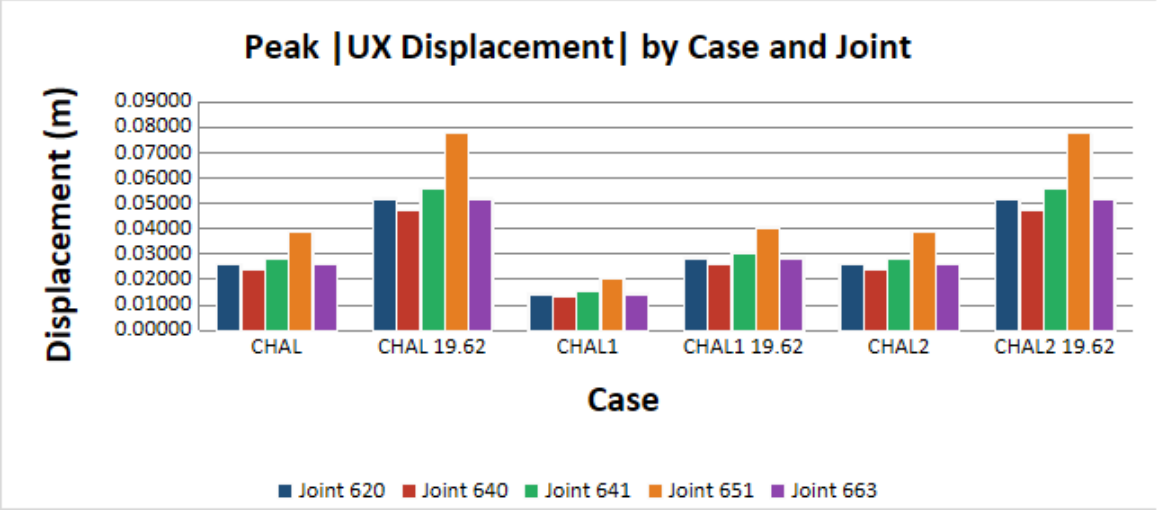
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.26: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.03871	0.03871
CHAL 19.62	145.12	0.07756	0.07756
CHAL1	3.84	-0.02031	0.02031
CHAL1 19.62	3.84	-0.04062	0.04062
CHAL2	5.30	0.03883	0.03883
CHAL2 19.62	5.30	0.07765	0.07765

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.27: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.9: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.9: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
CHAL	0.02595	0.02368	0.02807	0.03871	0.02594
CHAL 19.62	0.05181	0.04731	0.05600	0.07756	0.05180
CHAL1	0.01426	0.01310	0.01533	0.02031	0.01426
CHAL1 19.62	0.02852	0.02621	0.03066	0.04062	0.02853
CHAL2	0.02588	0.02368	0.02792	0.03883	0.02587
CHAL2 19.62	0.05175	0.04736	0.05584	0.07765	0.05174

5.3.2-03.02.02 Συμπεράσματα Chalfant:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Chalfant 1, Chalfant 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού CHAL, στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel — seesaw).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η μετάβαση 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +17,0% (CHAL1) και +18,5% (CHAL), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +32,5% (CHAL1) και +39,1% (CHAL2) — εύρος αμετάβλητο σε σχέση με το M3.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Στις τρεις βασικές σειρές η συμμετρία επιβεβαιώνεται πλήρως. Εντοπίζεται ελάχιστη ασυμμετρία 0,010 mm στη σειρά CHAL x2g — τιμή εντελώς αμελητέα που αποδίδεται σε στρογγυλοποίηση. Στις CHAL1 x2g και CHAL2 x2g η συμμετρία είναι πλήρης.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Η CHAL2 παραμένει κρίσιμη με 38,830 mm, ακολουθούμενη στενά από τη CHAL (38,710 mm) — διαφορά +0,31% (0,120 mm), ουσιαστικά αμελητέα. Η CHAL1 παραμένει η ασθενέστερη με 20,310 mm, κατά 90,6% και 91,2% χαμηλότερη από CHAL και CHAL2 αντίστοιχα. Ο παραμορφωσιακός κορεσμός επιβεβαιώνεται πλήρως.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Για τις CHAL1 και CHAL2 ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9997 και 2,0008 — πλήρης γραμμική απόκριση. Για τη CHAL ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9950 και 2,0036 — ελαφρώς ευρύτερο εύρος αλλά εντός αποδεκτών ορίων.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Παρατηρείται σταθερή ανοδική τάση σε όλα τα μοντέλα και για τις τρεις περιπτώσεις:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M3 (mm)	M4 seesaw (mm)	Δ M1→M4	Δ M3→M4
CHAL	38,590	38,510	38,710	+0,31%	+0,52%
CHAL1	19,930	20,050	20,310	+1,91%	+1,30%
CHAL2	38,660	38,750	38,830	+0,44%	+0,21%

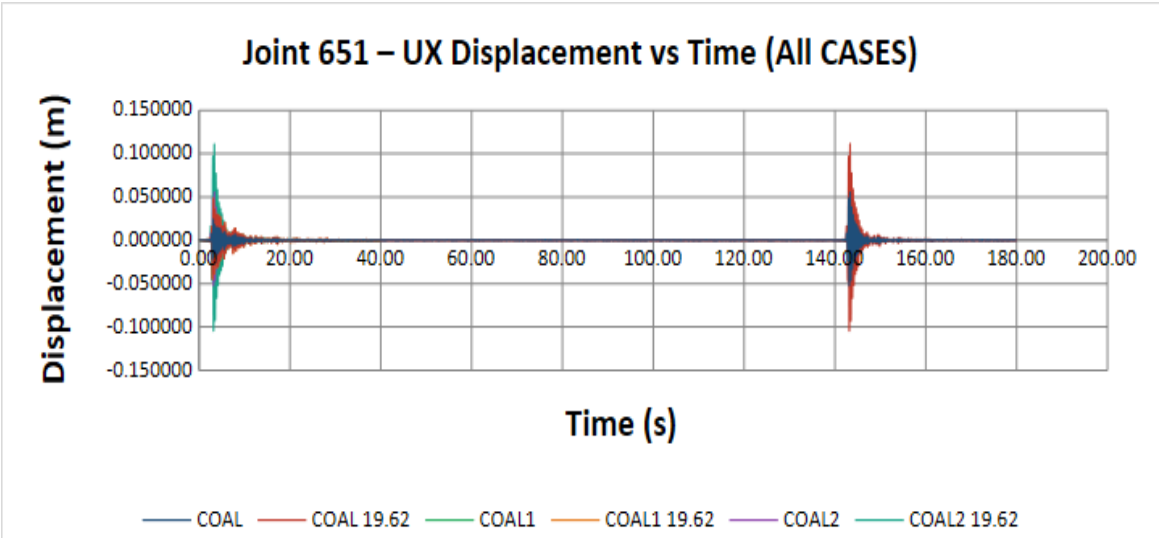
Πίνακας 13

Η CHAL1 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη σχετική αύξηση (+1,91% από M1&M2), επιβεβαιώνοντας την ήδη παρατηρηθείσα τάση ότι η seesaw κατασκευή επηρεάζει περισσότερο τις ασθενέστερες καταγραφές. Η CHAL2 — η κρίσιμη καταγραφή — παραμένει σχεδόν αμετάβλητη (+0,44% από M1&M2 και +0,21% από M3), επιβεβαιώνοντας τη σταθερότητα της κρίσιμης τιμής σχεδιασμού στα τέσσερα μοντέλα.

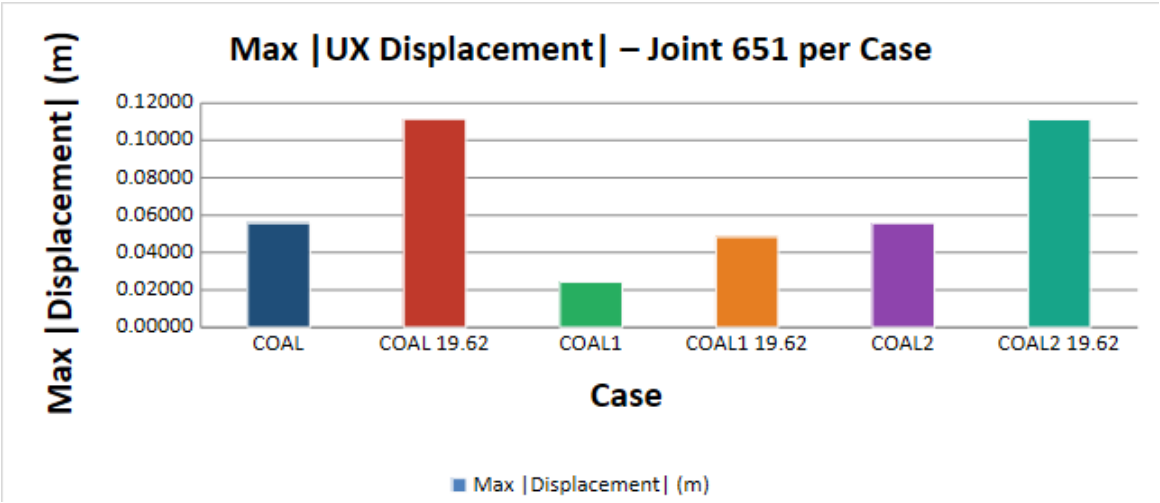
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει σταθερά η CHAL2 με 38,830 mm στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή που έχει καταγραφεί για τη σειρά Chalfant στα τέσσερα μοντέλα, αλλά πρακτικά αμετάβλητη από το M1&M2 (+0,44%). Η σειρά Chalfant διατηρεί σταθερά τη θέση της ως η δεύτερη κρισιμότερη σεισμική σειρά μετά τη Coalinga και στο FourthModel.

5.3.2-03.02.03 Σεισμός Coalinga

Coalinga - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.40: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



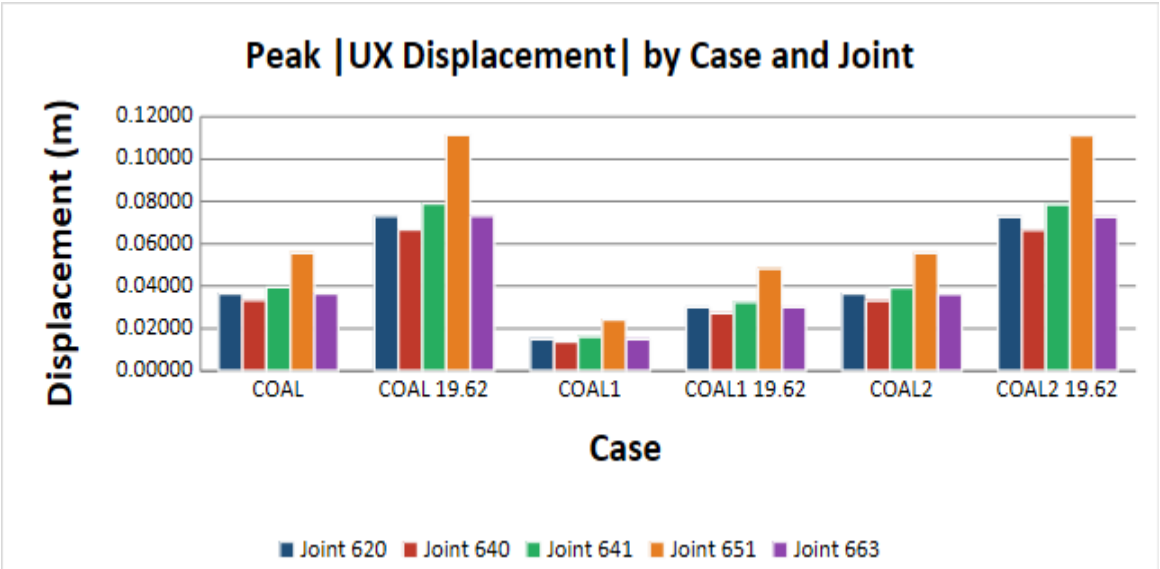
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.41: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.05566	0.05566
COAL 19.62	143.33	0.11132	0.11132
COAL1	3.15	0.02415	0.02415
COAL1 19.62	3.15	0.04830	0.04830
COAL2	3.35	0.05557	0.05557
COAL2 19.62	3.35	0.11115	0.11115

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.42: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.10: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.10: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
COAL	0.03651	0.03333	0.03949	0.05566	0.03651
COAL 19.62	0.07301	0.06666	0.07898	0.11132	0.07302
COAL1	0.01499	0.01367	0.01623	0.02415	0.01500
COAL1 19.62	0.02999	0.02734	0.03245	0.04830	0.02999
COAL2	0.03635	0.03318	0.03930	0.05557	0.03634
COAL2 19.62	0.07269	0.06637	0.07859	0.11115	0.07269

5.3.2-03.02.03 Συμπεράσματα Coalinga:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Coalinga 1, Coalinga 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού COALINGA, στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel — seesaw).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η 640 → 641 παρουσιάζει εξαιρετική ομοιομορφία — +18,4% (COAL2), +18,5% (COAL) και +18,7% (COAL1) — η πιο σταθερή πρώτη βαθμίδα που έχει παρατηρηθεί για τη Coalinga στα τέσσερα μοντέλα. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +40,9% (COAL) και +48,8% (COAL1), με εύρος 7,9 ποσοστιαίων μονάδων — ελαφρά μεγαλύτερο από τα προηγούμενα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζεται ελάχιστη ασυμμετρία 0,010 mm στη βασική σειρά COAL2 — τιμή αμελητέα. Σε όλες τις υπόλοιπες 5 σειρές (3 βασικές + 3 κλιμακωμένες) η συμμετρία επιβεβαιώνεται πλήρως.

Σημαντικό εύρημα — αντιστροφή COAL/COAL2. Για πρώτη φορά στα τέσσερα μοντέλα, η COAL (55,660 mm) υπερτερεί της COAL2 (55,570 mm) κατά 0,090 mm (+0,16%) στον Κόμβο 651. Στα M1&M2 και M3 η σχέση ήταν αντίστροφη (COAL2 > COAL). Η αντιστροφή αυτή — αν και εντελώς αμελητέα από σχεδιαστική άποψη — είναι θεωρητικά ενδιαφέρουσα: η seesaw κατασκευή με τη συγκεντρωτική φόρτιση επηρεάζει ελαφρώς διαφορετικά τις δύο καταγραφές, μεταβάλλοντας τη σχετική τους ιεράρχηση. Αξιοσημείωτη είναι επίσης η COAL1 στο FourthModel (24,150 mm), η οποία αποτελεί ελαφρά μείωση (−0,08%) σε σχέση με τα M1&M2 — μοναδική περίπτωση αρνητικής διαφοράς για τη Coalinga στα τέσσερα μοντέλα.

Υπεροχή κόμβου 651 έναντι κόμβου 641. Το εύρος +40,9%–+48,8% είναι το υψηλότερο που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Coalinga στα τέσσερα μοντέλα, με την COAL1 να παρουσιάζει +48,8% — η υψηλότερη τιμή δεύτερης βαθμίδας της COAL1 σε οποιοδήποτε μοντέλο. Η υπεροχή COAL και COAL2 (40,9% και 41,4% αντίστοιχα) είναι επίσης ελαφρά αυξημένη σε σχέση με το M3 (40,0% για αμφότερες), υποδηλώνοντας αυξημένη ευκαμψία της επιφανειακής στρώσης υπό τη seesaw φόρτιση.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Η COAL (55,660 mm) κατατάσσεται πρώτη για πρώτη φορά, ακολουθούμενη από COAL2 (55,570 mm) και COAL1 (24,150 mm). Η COAL και COAL2 υπερτερούν της COAL1 κατά 130,5% και 130,1% αντίστοιχα — η υψηλότερη αναλογία διαφοράς που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Coalinga στα τέσσερα μοντέλα, αντικατοπτρίζοντας τη μεγαλύτερη σχετική ευκαμψία της επιφανειακής στρώσης στο FourthModel.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9993 και 2,0007 σε κάθε κόμβο και για τις τρεις περιπτώσεις — η πιο ομοιόμορφη κλιμάκωση που έχει καταγραφεί για τη σειρά Coalinga στα τέσσερα μοντέλα, επιβεβαιώνοντας πλήρη γραμμική απόκριση.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Παρατηρείται σταθερά ανοδική τάση για COAL και COAL2, ενώ η COAL1 παρουσιάζει ελάχιστη μείωση:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M3 (mm)	M4 seesaw (mm)	Δ M1→M4	Δ M3→M4
COAL	54,680	54,940	55,660	+1,79%	+1,31%
COAL1	24,170	24,230	24,150	−0,08%	−0,33%
COAL2	54,790	54,890	55,570	+1,42%	+1,24%

Πίνακας 14

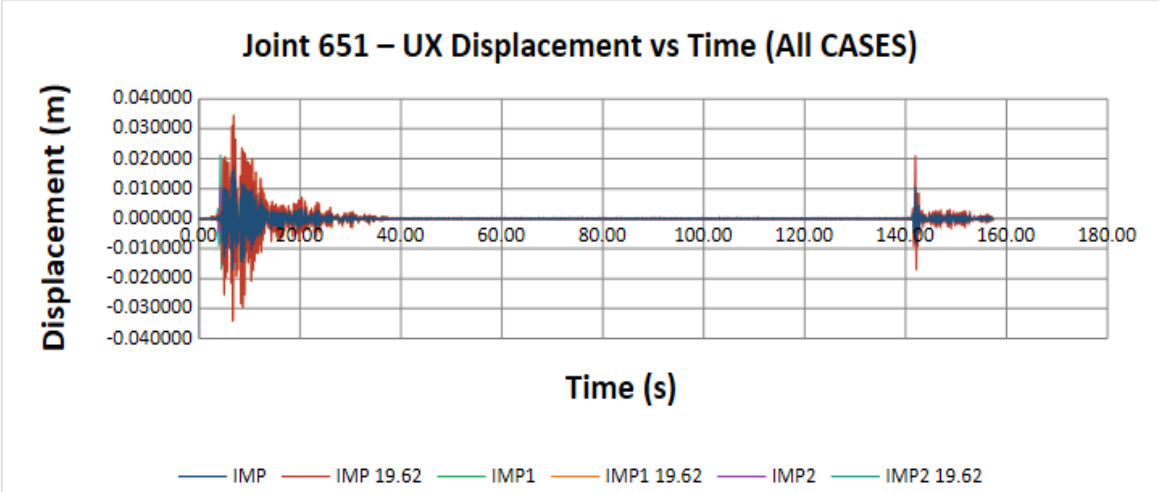
Η COAL παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αύξηση (+1,79% από M1&M2), ενώ η COAL1 είναι η μοναδική περίπτωση αρνητικής διαφοράς. Η σταθερά αυξανόμενη τάση COAL/COAL2 από το M1 στο M4 (+0,00% → +0,48% → +1,79% για COAL) υποδηλώνει ότι η seesaw κατασκευή ενισχύει σωρευτικά τις οριζόντιες απαιτήσεις μετακίνησης για τις ισχυρές καταγραφές Coalinga, σε αντίθεση με την COAL1 η οποία παραμένει ουσιαστικά αναλλοίωτη.

Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η COAL με 55,660 mm στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή που έχει καταγραφεί για τη σειρά Coalinga στα τέσσερα μοντέλα (+1,79% από M1&M2). Η σειρά Coalinga διατηρεί σταθερά την πρώτη θέση στη

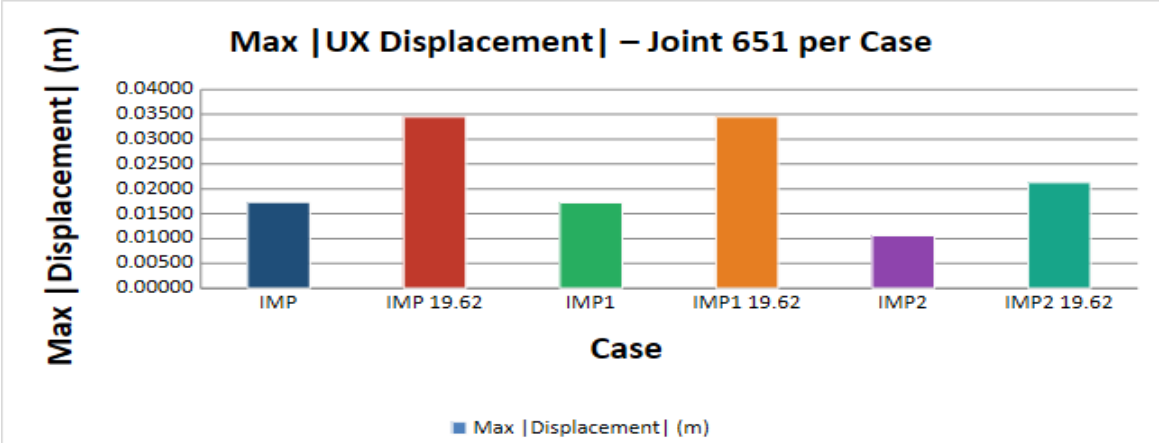
συνολική ιεράρχηση του FourthModel, με τη seesaw κατασκευή να εντείνει ελαφρά αλλά σταθερά την κρίσιμη απαίτηση μετακίνησης σε σχέση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα.

5.3.2-03.02.04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.55: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



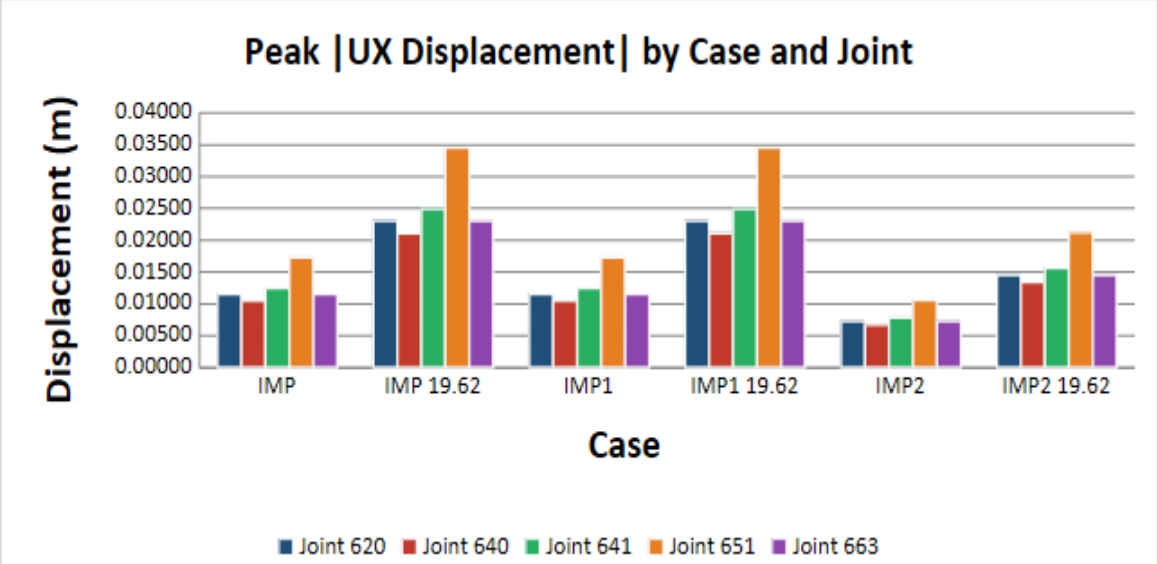
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.56: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.86	0.01726	0.01726
IMP 19.62	6.86	0.03451	0.03451
IMP1	6.88	0.01725	0.01725
IMP1 19.62	6.88	0.03451	0.03451
IMP2	4.24	0.01060	0.01060
IMP2 19.62	4.24	0.02121	0.02121

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.57: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.11: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.11: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
IMP	0.01153	0.01053	0.01246	0.01726	0.01153
IMP 19.62	0.02305	0.02105	0.02493	0.03451	0.02306
IMP1	0.01153	0.01053	0.01246	0.01725	0.01153
IMP1 19.62	0.02305	0.02106	0.02493	0.03451	0.02306
IMP2	0.00728	0.00670	0.00781	0.01060	0.00728
IMP2 19.62	0.01456	0.01340	0.01563	0.02121	0.01456

5.3.2-03.02.04 Συμπεράσματα Imperial Valley:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Imperial Valley 1, Imperial Valley 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού IMPERIAL VALLEY, στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel — seesaw).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +16,6% (IMP2) και +18,3% (IMP/IMP1), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +35,7% (IMP2) και +38,5% (IMP) — το στενότερο εύρος που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Imperial Valley στα τέσσερα μοντέλα (2,8 ποσοστιαίες μονάδες), επιβεβαιώνοντας την εξαιρετικά σταθερή συμπεριφορά του συστήματος για αυτές τις καταγραφές.

Σχεδόν ταύτιση IMP και IMP1. Για πρώτη φορά στα τέσσερα μοντέλα, η IMP και IMP1 δεν είναι απολύτως ταυτόσημες: παρατηρείται διαφορά 0,010 mm στον Κόμβο 651 (17,260 mm έναντι 17,250 mm). Σε όλους τους άλλους κόμβους (620, 640, 641, 663) παραμένουν απολύτως ταυτόσημες. Η διαφορά αυτή είναι εντελώς αμελητέα και αποδίδεται σε στρογγυλοποίηση, αλλά αξίζει να σημειωθεί ως η πρώτη μικρή απόκλιση μεταξύ IMP και IMP1 σε οποιοδήποτε μοντέλο.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις έξι σειρές (3 βασικές + 3 κλιμακωμένες) χωρίς καμία εξαίρεση — η πιο πλήρης συμμετρία για τη σειρά Imperial Valley στα τέσσερα μοντέλα.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Η IMP (17,260 mm) υπερτερεί οριακά της IMP1 (17,250 mm) κατά 0,010 mm. Η IMP2 (10,600 mm) υπολείπεται της IMP και IMP1 κατά 62,8% και 62,7% αντίστοιχα — ελαφρά αυξημένη αναλογία σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (~61%).

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9991 και 2,0013 — πλήρης γραμμική απόκριση, σταθερή σε όλα τα μοντέλα.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Η IMP/IMP1 παρουσιάζει σταθερά ανοδική τάση σε όλα τα μοντέλα, ενώ η IMP2 εμφανίζει ελάχιστη μείωση στο M4 σε σχέση με το M3:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M3 (mm)	M4 seesaw (mm)	Δ M1→M4	Δ M3→M4
IMP	17,060	17,150	17,260	+1,17%	+0,64%
IMP1	17,060	17,150	17,250	+1,11%	+0,58%
IMP2	10,570	10,640	10,600	+0,28%	−0,38%

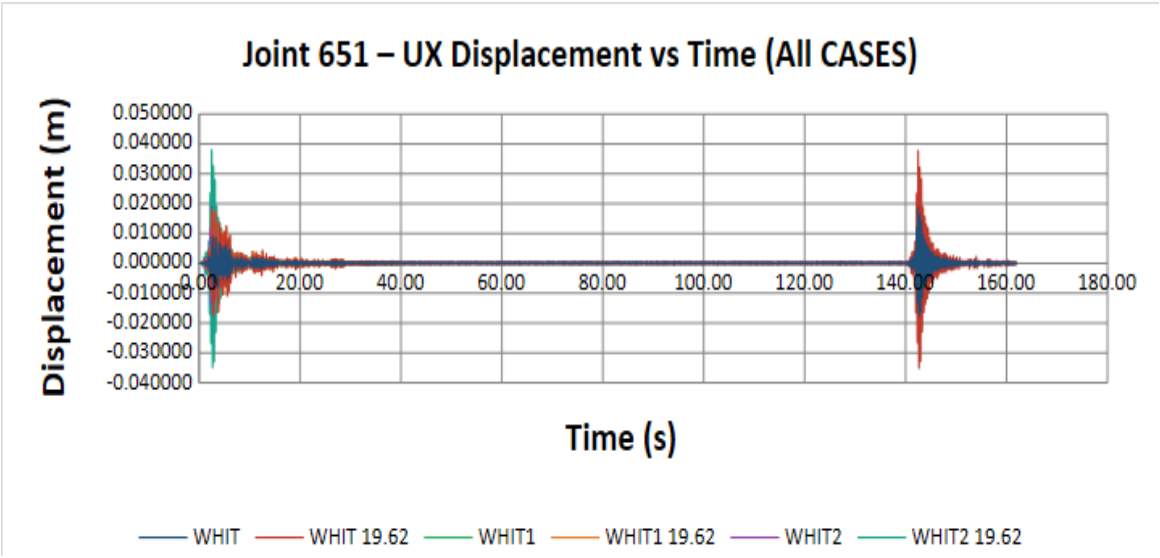
Πίνακας 15

Η σταθερά ανοδική πορεία IMP/IMP1 από M1 → M3 → M4 (17,06 → 17,15 → 17,26 mm) αντικατοπτρίζει τη σωρευτική επίδραση της επιφανειακής κατασκευής στις οριζόντιες μετακινήσεις UX. Η IMP2 αντίθετα εμφανίζει ελάχιστη μείωση (−0,38% από M3), επιβεβαιώνοντας ότι η seesaw κατασκευή επηρεάζει περισσότερο τις ισχυρές από τις ασθενείς καταγραφές για τη σειρά Imperial Valley.

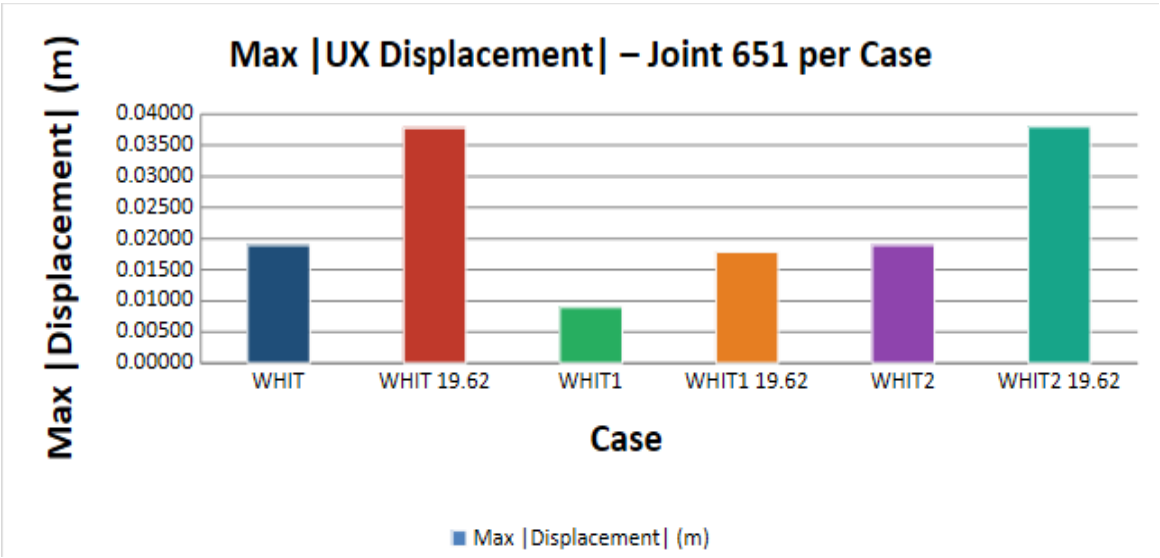
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η IMP με 17,260 mm στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή που έχει καταγραφεί για τη σειρά Imperial Valley στα τέσσερα μοντέλα (+1,17% από M1&M2). Η σταθερά ανοδική τάση IMP/IMP1 σε όλα τα μοντέλα επιβεβαιώνει ότι κάθε προσθήκη επιφανειακής κατασκευής εισάγει μια μικρή αλλά σταθερή αύξηση στις οριζόντιες απαιτήσεις μετακίνησης για τις καταγραφές Imperial Valley.

5.3.2-03.02.05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.70: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



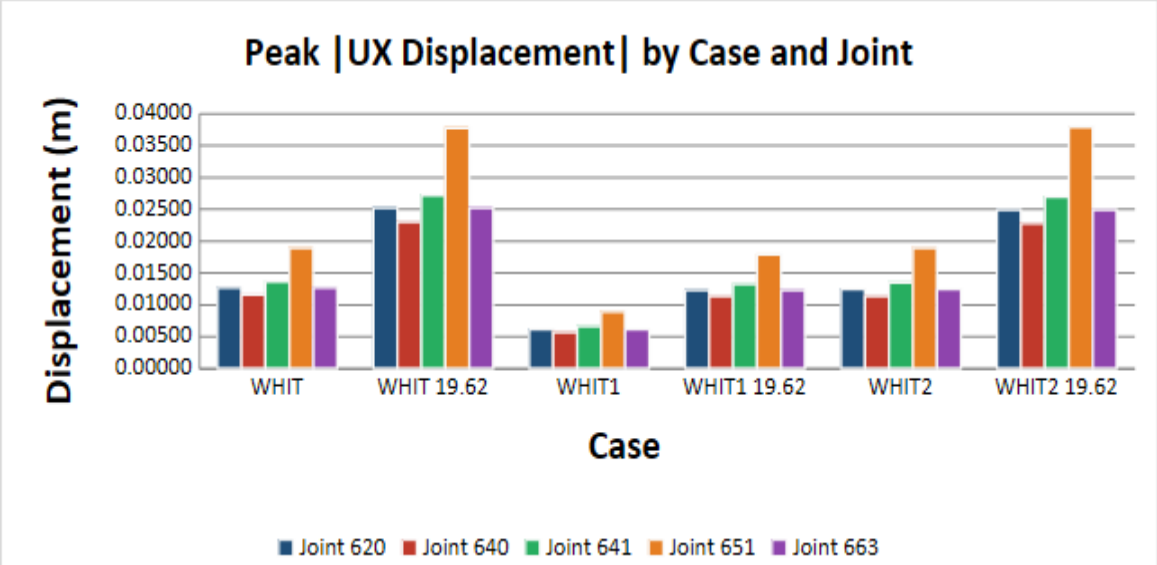
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.71: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01892	0.01892
WHIT 19.62	142.49	0.03775	0.03775
WHIT1	2.68	0.00894	0.00894
WHIT1 19.62	2.68	0.01787	0.01787
WHIT2	2.51	0.01897	0.01897
WHIT2 19.62	2.51	0.03794	0.03794

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.72: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.12: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.12: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
WHIT	0.01268	0.01159	0.01368	0.01892	0.01268
WHIT 19.62	0.02525	0.02306	0.02724	0.03775	0.02524
WHIT1	0.00616	0.00570	0.00662	0.00894	0.00616
WHIT1 19.62	0.01232	0.01139	0.01323	0.01787	0.01232
WHIT2	0.01248	0.01141	0.01349	0.01897	0.01248
WHIT2 19.62	0.02496	0.02281	0.02698	0.03794	0.02496

5.3.2-03.02.05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Whittier Narrows 1, Whittier Narrows 2 και του συγκεντρωτικού συνδυασμού WHITTIER NARROWS, στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel — seesaw).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +16,1% (WHIT1) και +18,2% (WHIT2), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +35,0% (WHIT1) και +40,6% (WHIT2) — εύρος 5,6 ποσοστιαίων μονάδων, αυξημένο σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα (M3: 36,1%–39,0%), με τη WHIT2 να παρουσιάζει για πρώτη φορά δεύτερη βαθμίδα άνω του 40%.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Στις τρεις βασικές σειρές και στις WHIT1 x2g και WHIT2 x2g η συμμετρία επιβεβαιώνεται πλήρως. Εντοπίζεται ελάχιστη ασυμμετρία 0,010 mm στη WHIT x2g — αμελητέα, αποδιδόμενη σε στρογγυλοποίηση.

Σημαντικό εύρημα — κλιμάκωση WHITTIER NARROWS x2g. Ο λόγος κλιμάκωσης της WHIT x2g κυμαίνεται μεταξύ 1,9896 και 1,9952 — αξιοσημείωτα χαμηλότερος από το θεωρητικό 2,000, παρόμοιο με αυτό που παρατηρήθηκε για τη MAT x2g στο FourthModel Mammoth. Αντίθετα, WHIT1 x2g και WHIT2 x2g παρουσιάζουν κανονικούς λόγους (1,9982 –2,0000). Αυτή η απόκλιση για τις συνδυαστικές περιπτώσεις (WHIT, MAT) υπό seesaw φόρτιση υποδηλώνει ελαφρά μη γραμμική συμπεριφορά του συστήματος υπό ισχυρή/συνδυαστική φόρτιση και συνιστάται επαλήθευση.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών στον Κόμβο 651. Η WHIT2 παραμένει κρίσιμη με 18,970 mm, ακολουθούμενη στενά από τη WHIT (18,920 mm) — διαφορά +0,050 mm (+0,26%), ουσιαστικά αμελητέα. Η ιεράρχηση WHIT2 > WHIT διατηρείται σταθερά και στα τέσσερα μοντέλα. Η WHIT1 (8,940 mm) υπολείπεται κατά 111,6% και 112,2% — η υψηλότερη αναλογία που έχει καταγραφεί για τη σειρά Whittier Narrows, αντικατοπτρίζοντας τη μεγαλύτερη σχετική ευκαμψία επιφάνειας–στέψης στο FourthModel.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Παρατηρείται σταθερά ανοδική τάση για WHIT και WHIT2, ενώ η WHIT1 εμφανίζει ελάχιστη μείωση:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M3 (mm)	M4 seesaw (mm)	Δ M1→M4	Δ M3→M4
WHIT	18,640	18,680	18,920	+1,50%	+1,28%
WHIT1	8,910	9,010	8,940	+0,34%	−0,78%
WHIT2	18,740	18,730	18,970	+1,23%	+1,28%

Πίνακας 16

Αξιοσημείωτο είναι ότι WHIT και WHIT2 παρουσιάζουν ταυτόσημη αύξηση +1,28% από M3, ενώ η WHIT1 εμφανίζει μείωση −0,78% — ο συνδυασμός αυτός επιβεβαιώνει ότι η seesaw κατασκευή επηρεάζει διαφορετικά τις ισχυρές από τις ασθενείς καταγραφές, με τις ισχυρές να αυξάνονται σταθερά και τις ασθενείς να παρουσιάζουν ελαφρά μείωση.

Εξέλιξη WHIT/WHIT2 στα τέσσερα μοντέλα:

Μοντέλο	WHIT2 (mm)	WHIT (mm)	Κρίσιμη
M1&M2	18,74	18,64	WHIT2
M3	18,73	18,68	WHIT2
M4	18,97	18,92	WHIT2

Πίνακας 17

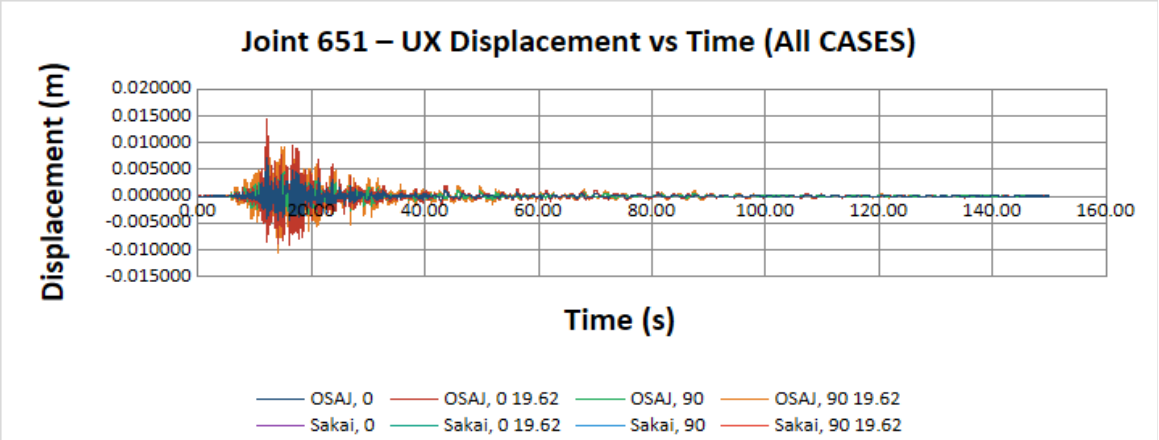
Η WHIT2 παραμένει σταθερά κρίσιμη και στα τέσσερα μοντέλα, με τη διαφορά από τη WHIT να κυμαίνεται σε στενό εύρος (0,05–0,10 mm).

Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει σταθερά η WHIT2 με 18,970 mm στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή που έχει καταγραφεί για τη σειρά Whittier Narrows στα τέσσερα μοντέλα (+1,23% από M1&M2). Η σειρά Whittier Narrows διατηρεί

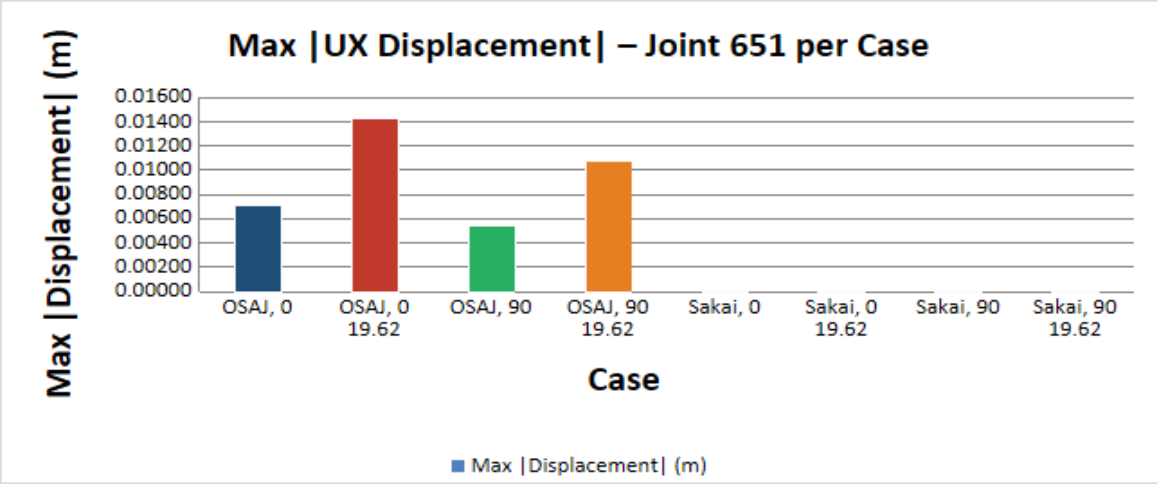
τη θέση της στη μεσαία ζώνη της ιεράρχησης, μεταξύ Imperial Valley (17,26 mm) και Mammoth-MAT (~24 mm).

5.3.2-03.02.06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.85: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.86: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

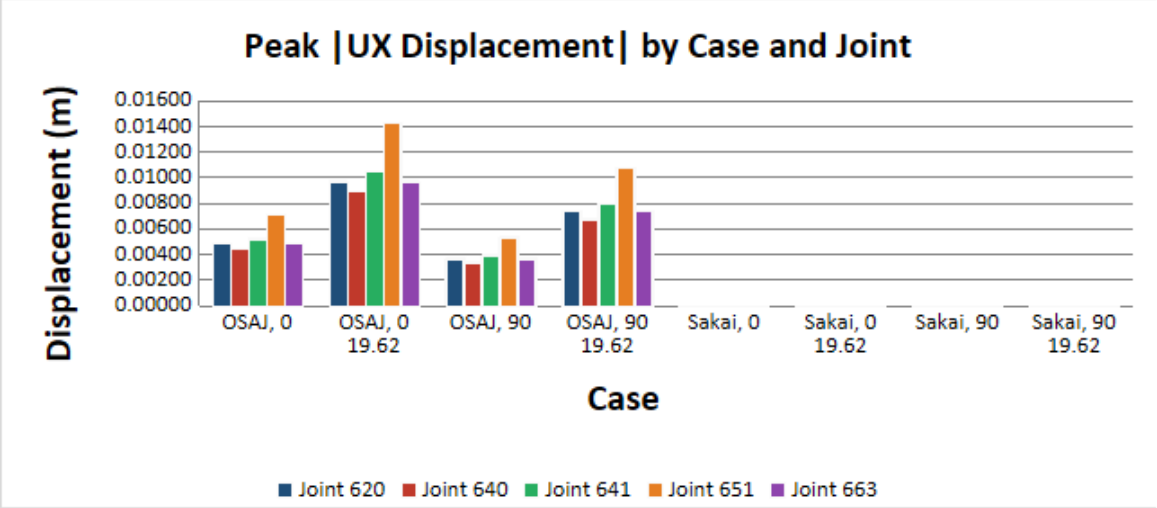
Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.22	0.00712	0.00712
OSAJ, 0 19.62	12.22	0.01424	0.01424
OSAJ, 90	14.14	-0.00538	0.00538
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.01075	0.01075
Sakai, 0	192.08	7.35299	7.35299
Sakai, 0 19.62	192.50	7.62127	7.62127
Sakai, 90	168.72	-2.04348	2.04348
Sakai, 90 19.62	182.91	6.06047	6.06047

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.87: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.13: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.13: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
OSAJ, 0	0.00485	0.00445	0.00522	0.00712	0.00485
OSAJ, 0 19.62	0.00970	0.00891	0.01044	0.01424	0.00970
OSAJ, 90	0.00368	0.00338	0.00395	0.00538	0.00368
OSAJ, 90 19.62	0.00736	0.00677	0.00791	0.01075	0.00736
Sakai, 0	1.97934	2.47252	3.09920	7.35299	2.00629
Sakai, 0 19.62	2.54166	2.79056	3.52244	7.62127	2.55719
Sakai, 90	0.68228	0.59084	0.88025	2.04348	0.64077
Sakai, 90 19.62	2.34974	2.82967	3.55061	6.06047	2.54116

5.3.2-03.02.06 Συμπεράσματα Kobe Japan:

Αυτό η ανάλυση άφορα τις ιαπωνικές σεισμικές καταγραφές Osaka-J και Sakai, και στις δύο συνιστώσες (0° και 90°).

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια τεσσάρων σεισμικών καταγραφών των ιαπωνικών σεισμών Osaka-J (OSAJ) και Sakai σε δύο συνιστώσες — 0° και 90° — στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel — seesaw). Σημειώνεται ότι τα τέσσερα cases Sakai (0° και 90°, βασικά και κλιμακωμένα) εξαιρούνται πλήρως λόγω κρίσιμων σφαλμάτων εξαγωγής που αναλύονται στο τέλος της έκθεσης.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις δύο αξιόπιστες περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +16,9% (OSAJ 90°) και +17,3% (OSAJ 0°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +36,2% (OSAJ 90°) και +36,4% (OSAJ 0°) — εύρος εξαιρετικά στενό, 0,2 ποσοστιαίων μονάδων, που υποδηλώνει ομοιογενή απόκριση του μοντέλου και στις δύο διευθύνσεις.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις τέσσερις αξιόπιστες σειρές** (2 βασικές + 2 κλιμακωμένες), με διαφορά 0,000 mm σε κάθε περίπτωση — το seesaw σύστημα κατανέμει ισοδύναμα και στις δύο πλευρές.

Σύγκριση διευθύνσεων. Η διεύθυνση 0° υπερτερεί σταθερά της 90° κατά ~32% σε κάθε κόμβο και επίπεδο φόρτισης: για τον κρίσιμο κόμβο J651 η υπεροχή είναι 32,3% (βάση) και 32,5% (×19,62) — ανισοτροπία σταθερή και συνεπής με τα M1–M3.

Κλιμάκωση ×19,62. Ο λόγος κλιμάκωσης κυμαίνεται μεταξύ 1,998 και 2,003 σε κάθε κόμβο και και στις δύο διευθύνσεις — πλήρης γραμμική απόκριση, αδιάλειπτη σε όλα τα μοντέλα.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Και οι δύο καταγραφές OSAJ παρουσιάζουν μονοτονικά ανοδική πορεία από M1&M2 έως M4:

Περίπτωση	M1&M2 (mm)	M3 (mm)	M4 seesaw (mm)	Δ M1→M4	Δ M3→M4
OSAJ, 0°	7,030	7,100	7,120	+1,28%	+0,28%
OSAJ, 90°	5,310	5,330	5,380	+1,32%	+0,94%

Πίνακας 18

Οι μεταβολές είναι μικρές και συνεπείς με τη γενική τάση του FourthModel για ασθενέστερες καταγραφές. Η OSAJ 0° παρουσιάζει αυστηρά μονοτονική άνοδο και στα τρία μοντέλα.

***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.** Τα δεδομένα Sakai παρουσιάζουν τιμές φυσικά αδύνατες και αποτελούν αδιαμφισβήτητα σφάλματα εξαγωγής από το SAP2000. Για τη **Sakai 0°**, η J651 βάσης είναι 7,353 m — 566 φορές υψηλότερη από τα προηγούμενα μοντέλα (~13,00 mm). Όλοι οι κόμβοι εμφανίζονται στην κλίμακα των μέτρων, η ασυμμετρία J620/J663 φτάνει τα 26,9 mm και ο λόγος ×19,62 κυμαίνεται μεταξύ 1,04 και 1,28. Για τη **Sakai 90°**, η J651 βάσης είναι 2,043 m — 166 φορές υψηλότερη (~12,31 mm), με ασυμμετρία 620/663 έως 41,5 mm και λόγο ×19,62 μεταξύ 2,97 και 4,79. Πιθανές αιτίες: εξαγωγή μεγέθους σε λάθος μονάδες (m αντί mm), αριθμητική αστάθεια για τις συγκεκριμένες καταγραφές στο FourthModel, ή σφάλμα αντιστοίχισης περίπτωσης κατά την εξαγωγή. Απαιτείται επανεξαγωγή και των τεσσάρων Sakai cases από το SAP2000.

Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη αξιόπιστη περίπτωση είναι η OSAJ 0° με 7,12 mm στον Κόμβο 651 (βάση) και 14,24 mm για φόρτιση ×19,62 — αύξηση +1,28% από M1&M2 και +0,28% από M3. Η ολοκλήρωση της ιεράρχησης της σειράς απαιτεί την επανεξαγωγή των Sakai cases, καθώς βάσει M1–M3 η Sakai 0° (~13,00 mm) αναμένεται να αναλάβει την κρίσιμη θέση.

Μετατροπή σε χιλιοστά:

Ο μετασχηματισμός επιβεβαιώνει ότι τα Sakai δεδομένα **δεν είναι απλώς σε λάθος μονάδες** — οι τιμές ακόμη και σε mm είναι φυσικά αδύνατες.

Πίνακας Μετακινήσεων — OSAJ/Sakai (mm)

Περίπτωση	J620	J640	J641	J651	J663
OSAJ 0° (βάση)	4.850	4.450	5.220	**7.120**	4.850
OSAJ 0° ×19.62	9.700	8.910	10.440	**14.240**	9.700
OSAJ 90° (βάση)	3.680	3.380	3.950	**5.380**	3.680

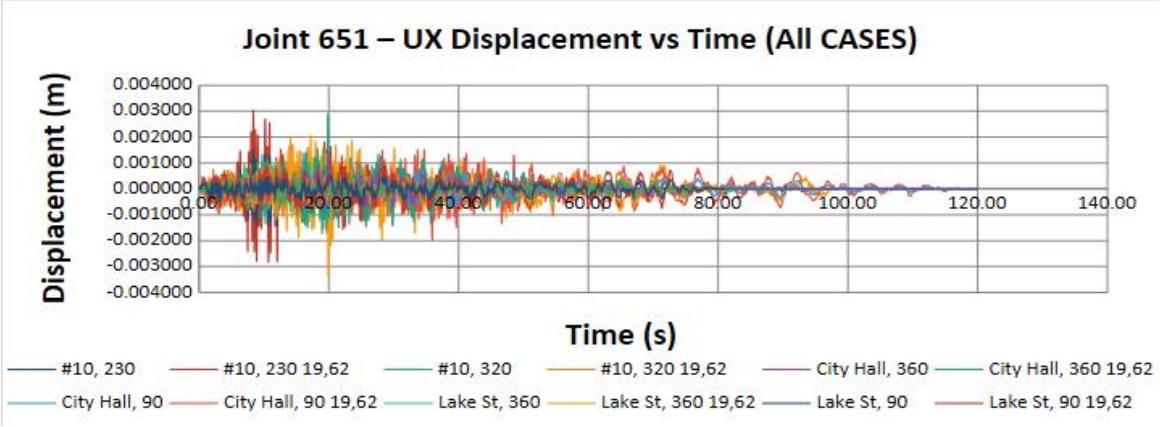
Περίπτωση	J620	J640	J641	J651	J663
OSAJ 90° ×19.62	7.360	6.770	7.910	**10.750**	7.360
Sakai 0° (βάση)	1979.340	2472.520	3099.200	**7352.990**	2006.290
Sakai 0° ×19.62	2541.660	2790.560	3522.440	**7621.270**	2557.190
Sakai 90° (βάση)	682.280	590.840	880.250	**2043.480**	640.770
Sakai 90° ×19.62	2349.740	2829.670	3550.610	**6060.470**	2541.160

Πίνακας 19

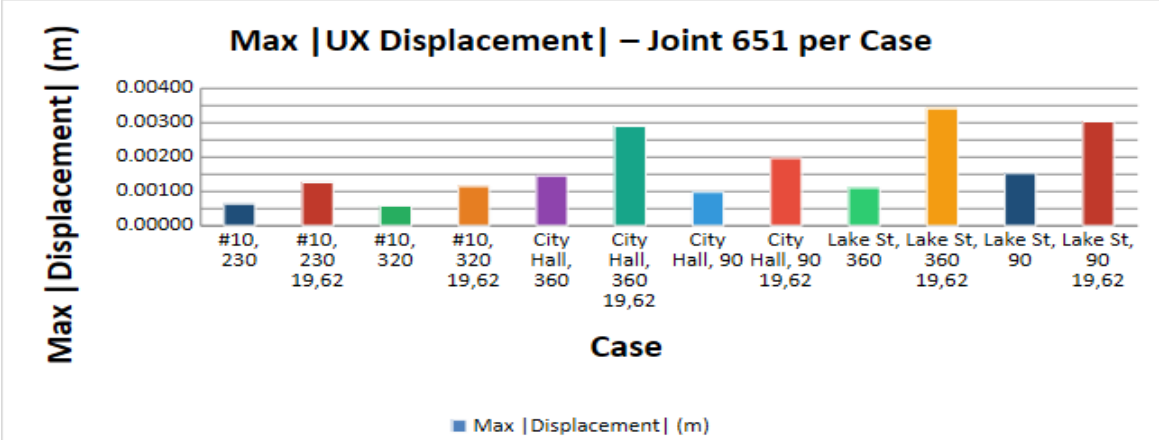
Η μετατροπή σε mm επιβεβαιώνει ότι το πρόβλημα **δεν είναι μοναδικά θέμα μονάδων**: ακόμη και αν γίνει δεκτή η μετατροπή ×1000, οι τιμές Sakai παραμένουν φυσικά αδύνατες (~1980–7353 mm). Επιπλέον, οι λόγοι κλιμάκωσης ×19.62 είναι 1.036–1.284 (Sakai 0°) και 2.966–4.789 (Sakai 90°) αντί του αναμενόμενου ~2.000, και η ασυμμετρία J620/J663 φτάνει έως **191.4 mm** για το Sakai 90° ×19.62 — όλα αδιαμφισβήτητες ενδείξεις σφάλματος εξαγωγής SAP2000 που δεν διορθώνεται με απλή μετατροπή μονάδων.

5.3.2-03.02.07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.100: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



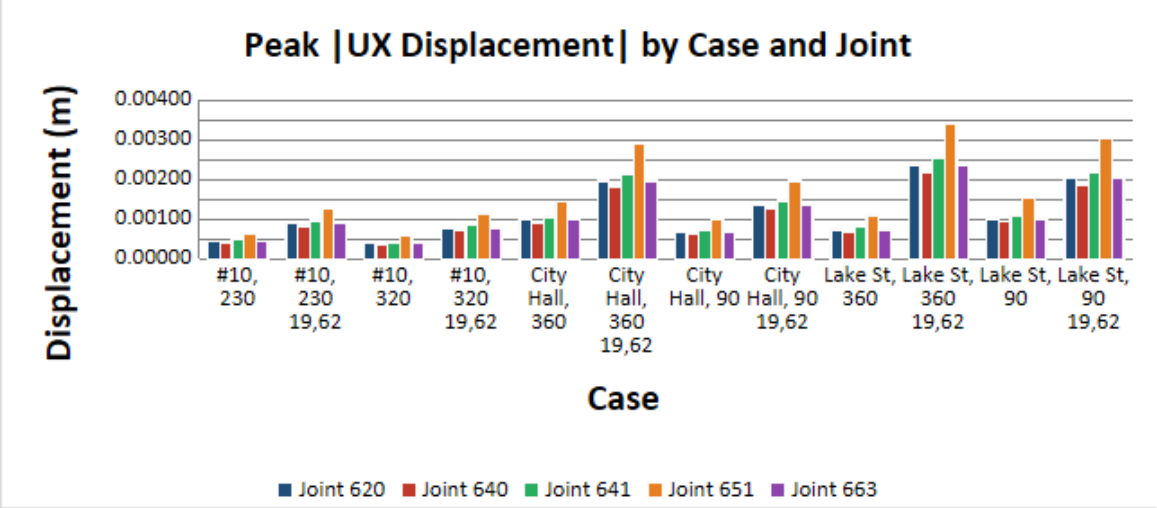
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.101: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.11	-0.00063	0.00063
#10, 230 19,62	25.10	-0.00126	0.00126
#10, 320	12.41	0.00057	0.00057
#10, 320 19,62	12.40	0.00114	0.00114
City Hall, 360	19.86	0.00145	0.00145
City Hall, 360 19,62	19.86	0.00289	0.00289
City Hall, 90	35.94	-0.00098	0.00098
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00196	0.00196
Lake St, 360	10.55	0.00110	0.00110
Lake St, 360 19,62	19.96	-0.00341	0.00341
Lake St, 90	8.36	0.00152	0.00152
Lake St, 90 19,62	8.36	0.00303	0.00303

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.102: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.14: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.14: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
#10, 230	0.00045	0.00041	0.00048	0.00063	0.00045
#10, 230 19,62	0.00089	0.00083	0.00096	0.00126	0.00089
#10, 320	0.00039	0.00036	0.00042	0.00057	0.00039
#10, 320 19,62	0.00078	0.00072	0.00084	0.00114	0.00078
City Hall, 360	0.00098	0.00091	0.00106	0.00145	0.00098
City Hall, 360 19,62	0.00197	0.00181	0.00212	0.00289	0.00197
City Hall, 90	0.00068	0.00063	0.00073	0.00098	0.00068
City Hall, 90 19,62	0.00136	0.00125	0.00146	0.00196	0.00136
Lake St, 360	0.00073	0.00067	0.00079	0.00110	0.00073
Lake St, 360 19,62	0.00237	0.00219	0.00255	0.00341	0.00237
Lake St, 90	0.00101	0.00093	0.00108	0.00152	0.00101
Lake St, 90 19,62	0.00202	0.00186	0.00217	0.00303	0.00202

5.3.2-03.02.07 Συμπεράσματα Hector Maine:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια έξι σεισμικών καταγραφών του σεισμού Hector Mine σε τρεις σταθμούς — El Centro Array #10 (230° και 320°), Huntington Beach Lake St (90° και 360°) και LB City Hall (90° και 360°) — στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel — seesaw).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις έξι περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως: η 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +15,6% (El Centro 230°) και +17,8% (Lake St 360°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +31,7% (El Centro 230°) και +40,7% (Lake St 90°) — εύρος 9,0 ποσοστιαίων μονάδων, το ευρύτερο που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Hector Mine στα τέσσερα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις δώδεκα σειρές** (6 βασικές + 6 κλιμακωμένες), χωρίς καμία εξαίρεση — η πλήρέστερη συμμετρία που έχει καταγραφεί για τη σειρά Hector Mine στα τέσσερα μοντέλα.

Σύγκριση διευθύνσεων ανά σταθμό. Για τον El Centro #10 η 230° υπερτερεί της 320° κατά 10,2% — σταθερά στο ίδιο εύρος με τα προηγούμενα μοντέλα (10,1%–10,9%). Για τον Lake St η 90° υπερτερεί της 360° κατά 38,2% — σχεδόν αμετάβλητο από τα προηγούμενα μοντέλα (~39%). Αξιοσημείωτη εξαίρεση αποτελεί ο **LB City Hall**, όπου η ανισοτροπία αυξάνεται δραματικά: η 360° υπερτερεί της 90° κατά **48,3%** (1,450 mm έναντι 0,978 mm), έναντι μόλις 5,9% στα M1&M2 και 6,0% στο M3. Αυτή η απότομη αύξηση ανισοτροπίας στον City Hall, 360° συνδέεται με την αξιοσημείωτη μεταβολή που αναλύεται παρακάτω.

Κατάταξη σταθμών. Η ιεράρχηση αλλάζει σε σχέση με τα προηγούμενα μοντέλα: Lake St (1,520 mm) > LB City Hall (1,450 mm) > El Centro #10 (0,629 mm). Αξιοσημείωτο είναι ότι ο LB City Hall ανεβαίνει στη δεύτερη θέση λόγω της σημαντικής αύξησης της 360° συνιστώσας.

Κλιμάκωση ×2g — κρίσιμη ανωμαλία Lake St, 360°. Ο λόγος κλιμάκωσης για όλες τις περιπτώσεις κυμαίνεται κανονικά μεταξύ 1,993 και 2,005, με εξαίρεση τη **Lake St, 360°** όπου ο λόγος είναι **3,100** (1,100 mm → 3,410 mm). Αυτή η ανωμαλία — ο λόγος x2g ίσος με 3,1 αντί 2,0 — αποτελεί σφάλμα εξαγωγής ή αριθμητική αστάθεια για τη συγκεκριμένη περίπτωση και **συνιστάται επαλήθευση** της κλιμακωμένης σειράς Lake St, 360° x2g απευθείας από το SAP2000.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Πέντε από τις έξι περιπτώσεις παρουσιάζουν φυσιολογικές αλλαγές (<2%), ενώ μία αποτελεί **εξαίρεση**:

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M3 (mm)	M4 seesaw (mm)	Δ M1→M4	Δ M3→M4
El Centro #10, 230°	0,6231	0,6264	0,6288	+0,91%	+0,38%
El Centro #10,	0,5618	0,5690	0,5708	+1,60%	+0,32%

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M3 (mm)	M4 seesaw (mm)	Δ M1→M4	Δ M3→M4
320°					
LB City Hall, 360°	**1,0200**	**1,0300**	**1,4500**	**+42,16%**	**+40,78%**
LB City Hall, 90°	0,9633	0,9721	0,9776	+1,48%	+0,57%
Lake St, 360°	1,0800	1,0800	1,1000	+1,85%	+1,85%
Lake St, 90°	1,5000	1,5100	1,5200	+1,33%	+0,66%

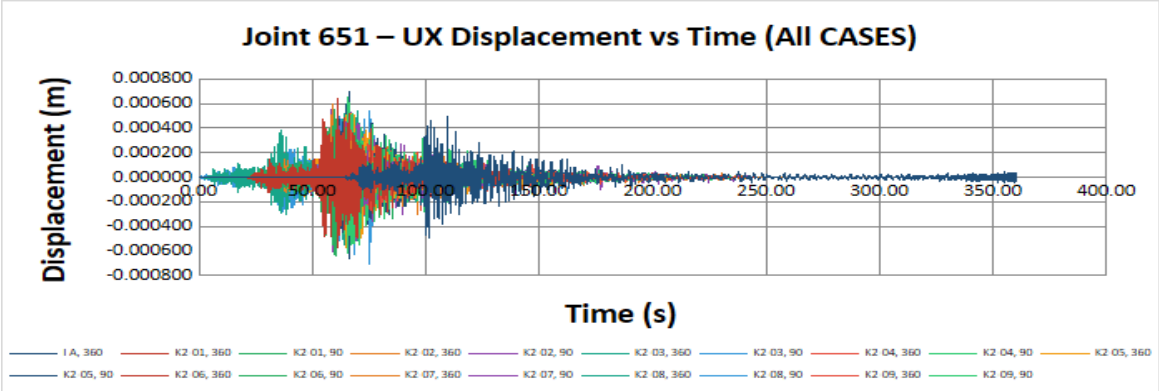
Πίνακας 20

Η LB City Hall, 360° παρουσιάζει αύξηση **+42,16% από M1&M2** και **+40,78% από M3** — η μεγαλύτερη σχετική αλλαγή που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε καταγραφή μεταξύ μοντέλων σε ολόκληρη τη σειρά αναλύσεων. Η τιμή 1,450 mm είναι φυσικά πιθανή (εντός του εύρους τιμών Hector Mine), αλλά η απότομη άνοδος από 1,030 mm (M3) σε 1,450 mm (M4) απαιτεί επαλήθευση στο SAP2000, ώστε να διαπιστωθεί αν πρόκειται για φυσική απόκριση της seesaw κατασκευής ή σφάλμα εξαγωγής.

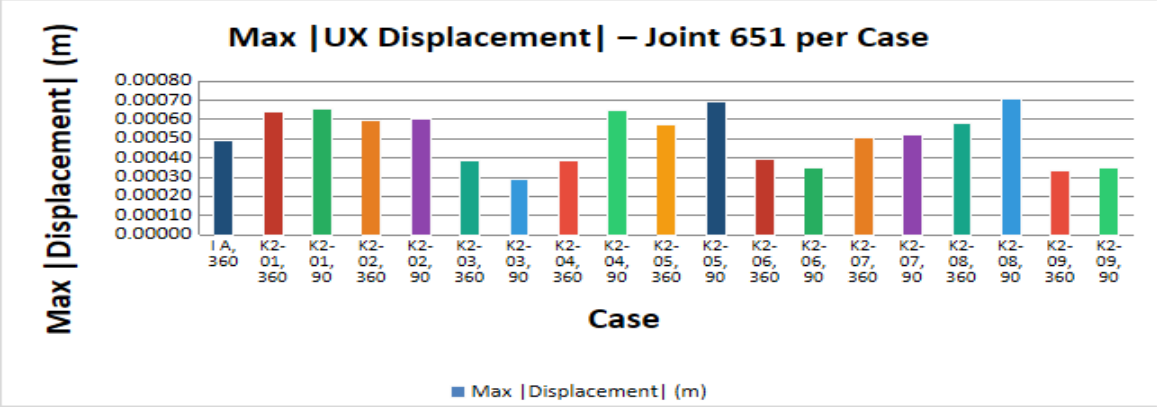
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει η Lake St, 90° με 1,520 mm στον Κόμβο 651 — ελάχιστα υψηλότερη (+1,33% από M1&M2) και συνεπής με τα προηγούμενα μοντέλα. Η σειρά Hector Mine διατηρεί τη θέση της στο κατώτερο τμήμα της ιεράρχησης του FourthModel, με δύο σημεία που απαιτούν επαλήθευση: την ανωμαλία κλιμάκωσης Lake St 360° x2g (λόγος 3,10) και την αύξηση +42% της LB City Hall, 360°.

5.3.2-03.02.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.115: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



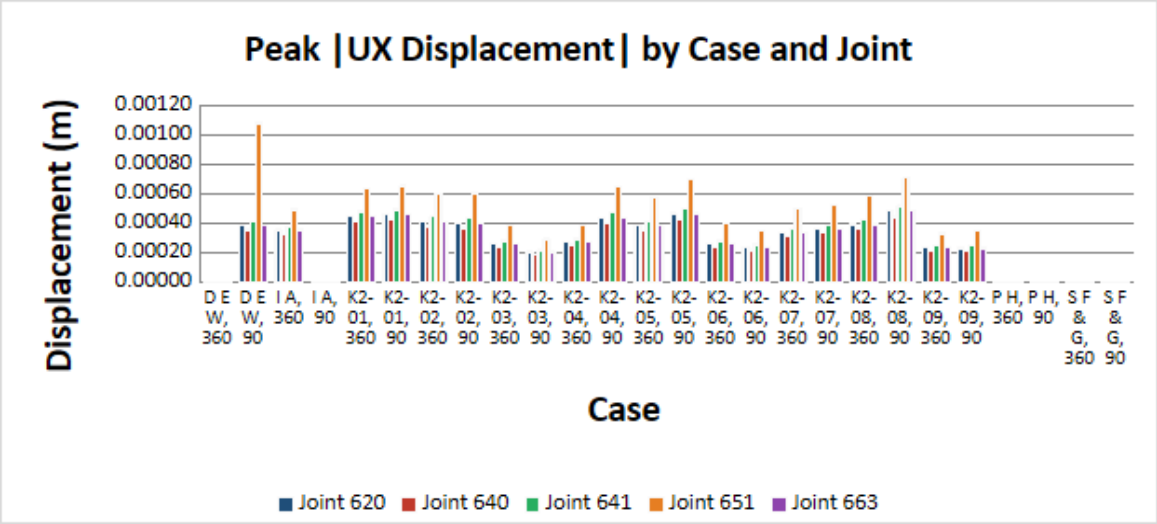
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.116: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00049	0.00049
K2-01, 360	61.38	0.00064	0.00064
K2-01, 90	60.04	-0.00065	0.00065
K2-02, 360	58.91	0.00060	0.00060
K2-02, 90	58.70	-0.00060	0.00060
K2-03, 360	35.89	0.00039	0.00039
K2-03, 90	38.19	0.00029	0.00029
K2-04, 360	67.14	0.00038	0.00038
K2-04, 90	65.62	0.00065	0.00065
K2-05, 360	64.72	-0.00057	0.00057
K2-05, 90	66.14	0.00070	0.00070
K2-06, 360	60.73	-0.00040	0.00040
K2-06, 90	67.78	-0.00035	0.00035
K2-07, 360	66.30	0.00050	0.00050
K2-07, 90	67.06	0.00052	0.00052
K2-08, 360	65.34	-0.00058	0.00058
K2-08, 90	75.19	-0.00071	0.00071
K2-09, 360	60.31	-0.00033	0.00033
K2-09, 90	63.78	-0.00035	0.00035

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.117: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.15: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.15: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
D E W, 360	2.49187	3.07278	3.62168	7.22126	2.56598
D E W, 90	0.00039	0.00035	0.00041	0.00108	0.00039
I A, 360	0.00035	0.00033	0.00038	0.00049	0.00035
I A, 90	0.01906	0.01496	0.01836	0.05951	0.01702
K2-01, 360	0.00045	0.00041	0.00048	0.00064	0.00045
K2-01, 90	0.00046	0.00042	0.00049	0.00065	0.00046
K2-02, 360	0.00041	0.00038	0.00044	0.00060	0.00041
K2-02, 90	0.00040	0.00037	0.00043	0.00060	0.00040
K2-03, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00039	0.00026
K2-03, 90	0.00020	0.00019	0.00022	0.00029	0.00020
K2-04, 360	0.00028	0.00025	0.00029	0.00038	0.00028
K2-04, 90	0.00044	0.00040	0.00047	0.00065	0.00044
K2-05, 360	0.00038	0.00035	0.00041	0.00057	0.00038
K2-05, 90	0.00047	0.00043	0.00050	0.00070	0.00047
K2-06, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00040	0.00026
K2-06, 90	0.00024	0.00022	0.00026	0.00035	0.00024
K2-07, 360	0.00034	0.00031	0.00036	0.00050	0.00034
K2-07, 90	0.00036	0.00033	0.00039	0.00052	0.00036
K2-08, 360	0.00039	0.00036	0.00042	0.00058	0.00039
K2-08, 90	0.00048	0.00044	0.00052	0.00071	0.00048
K2-09, 360	0.00023	0.00021	0.00025	0.00033	0.00023
K2-09, 90	0.00023	0.00021	0.00025	0.00035	0.00023
P H, 360	2.18088	2.31750	3.07554	5.91576	2.36336
P H, 90	2.74534	2.59572	3.30603	5.59107	2.80750
S F & G, 360	2.81845	2.37361	3.41377	6.55036	2.43861
S F & G, 90	2.94250	2.90481	3.50364	6.32588	3.13427

5.3.2-03.02.08 Συμπεράσματα Nenana Mountain Alaska:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Nenana Mountain, Alaska, στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel — seesaw).

Κρίσιμη διαπίστωση — σφάλματα εξαγωγής σε 7 περιπτώσεις. Το αρχείο περιέχει σοβαρά σφάλματα εξαγωγής που καθιστούν 7 από τις 26 περιπτώσεις αναξιόπιστες:

Περίπτωση	J620	J640	J641	J651	J663	Πρόβλημα
Dowl, 360°	2491.87	3072.78	3621.68	**7221.26**	2565.98	τιμές σε μέτρα, ασυμμετρία 620/663 = 73.1 mm
Police HQ, 360°	2180.88	2317.50	3075.54	**5915.76**	2363.36	τιμές σε μέτρα, ασυμμετρία 620/663 = 182.5 mm
Police HQ, 90°	2745.34	2595.72	3306.03	**5591.07**	2807.50	τιμές σε μέτρα, ασυμμετρία 620/663 = 62.2 mm
Fish & Game, 360°	2818.45	2373.61	3413.77	**6550.36**	2438.61	τιμές σε μέτρα, ασυμμετρία 620/663 = 379.8 mm
Fish & Game,	2942.50	2904.81	3503.64	**6325.88**	3134.27	τιμές σε μέτρα, ασυμμετρία

Περίπτωση	J620	J640	J641	J651	J663	Πρόβλημα
90°						620/663 = 191.4 mm
Intl Airport, 90°	19.060	14.960	18.360	**59.510**	17.020	×120 από αναμενόμενο (~0.49 mm), ασυμμετρία 620/663 = 2.04 mm
Dowl, 90°	0.3855	0.3539	0.4147	**1.0800**	0.3855	βαθμίδα 641→651 = +160.4%, ×1.93 από αναμενόμενο

Πίνακας 21

Απαιτείται επανεξαγωγή και των επτά ανώμαλων περιπτώσεων από το SAP2000 πριν από οποιαδήποτε περαιτέρω ανάλυση.

Φυσιολογικές καταγραφές — 19 αξιόπιστες περιπτώσεις.

Περίπτωση	J620	J640	J641	J651	J663
Intl Airport, 360°	0.3535	0.3271	0.3776	**0.4933**	0.3535
K2-01, 360°	0.4485	0.4135	0.4806	**0.6399**	0.4484
K2-01, 90°	0.4605	0.4240	0.4940	**0.6535**	0.4605
K2-02, 360°	0.4139	0.3806	0.4445	**0.5970**	0.4138
K2-02, 90°	0.4013	0.3670	0.4334	**0.6036**	0.4013
K2-03, 360°	0.2614	0.2398	0.2814	**0.3885**	0.2613
K2-03, 90°	0.2044	0.1881	0.2192	**0.2910**	0.2042
K2-04, 360°	0.2750	0.2542	0.2941	**0.3837**	0.2750
K2-04, 90°	0.4375	0.4012	0.4715	**0.6501**	0.4376
K2-05, 360°	0.3829	0.3504	0.4134	**0.5734**	0.3830
K2-05, 90°	0.4657	0.4266	0.5022	**0.6969**	0.4657
K2-06, 360°	0.2600	0.2374	0.2813	**0.3956**	0.2600
K2-06, 90°	0.2382	0.2190	0.2562	**0.3468**	0.2384
K2-07, 360°	0.3363	0.3076	0.3632	**0.5032**	0.3363
K2-07, 90°	0.3633	0.3349	0.3895	**0.5243**	0.3633
K2-08, 360°	0.3926	0.3599	0.4229	**0.5843**	0.3926
K2-08, 90°	0.4816	0.4424	0.5182	**0.7067**	0.4817
K2-09, 360°	0.2331	0.2143	0.2505	**0.3309**	0.2331
K2-09, 90°	0.2311	0.2114	0.2497	**0.3510**	0.2312

Πίνακας 22

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος σε όλες τις δεκαεννέα αξιόπιστες περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +15,4% (Intl Airport, 360°) και +18,5% (K2-06, 360°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +30,5% (K2-04, 360°) και +40,6% (K2-06, 360°) — εύρος 10,1 ποσοστιαίων μονάδων, συνεπές με τα προηγούμενα μοντέλα. Η συμμετρία κόμβων 620 και 663 επιβεβαιώνεται απόλυτα, με μέγιστη διαφορά 0,0002 mm (K2-06, 90°) — εντελώς αμελητέα.

Κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης. Η συνιστώσα 90° κυριαρχεί σε **7 από 9** ζεύγη K2 — ταυτόσημη κατανομή με τα M1&M2, M3 και M5. Η ακραία ανισοτροπία του K2-04 παραμένει αμετάβλητη σε όλα τα μοντέλα: η 90° υπερτερεί της 360° κατά **69,4%** (0,650 mm έναντι 0,384 mm). Οι K2-03 και K2-06 αποτελούν τις μοναδικές εξαιρέσεις με κυρίαρχη 360° (+33,5% και +14,1% αντίστοιχα).

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Οι 19 φυσιολογικές περιπτώσεις παρουσιάζουν ομοιόμορφη ανοδική τάση: εύρος αλλαγών M1&M2→M4 μεταξύ +0,52% και +2,10%, εύρος M3→M4 μεταξύ −0,06% και +1,23%. Η σταθερή αύξηση ~1–2% επιβεβαιώνει ότι η seesaw κατασκευή εισάγει μια μικρή αλλά σταθερή αύξηση στις οριζόντιες μετακινήσεις για τις K2 καταγραφές:

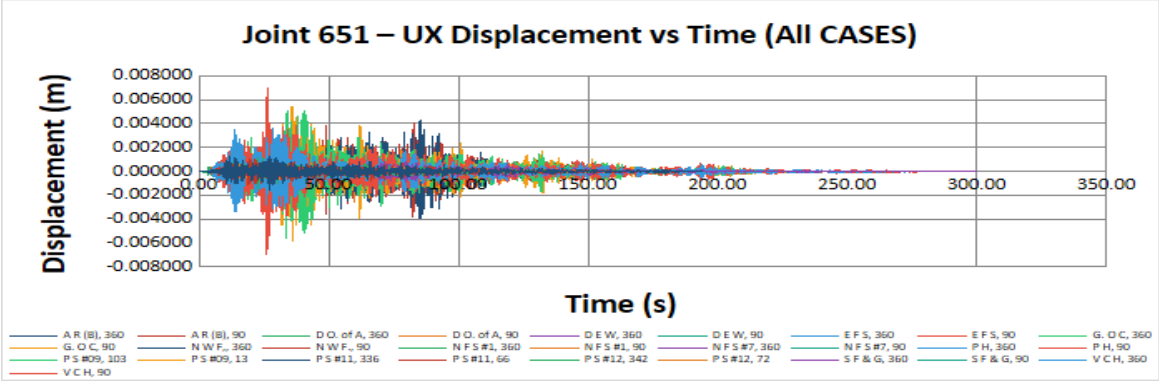
Περίπτωση	M1&M2 (mm)	M5 (mm)	M4 seesaw (mm)	Δ M1→M4	Δ M5→M4
K2-05, 90°	0,6861	0,6927	**0,6969**	+1,57%	+0,61%
K2-08, 90°	0,6955	0,7061	**0,7067**	+1,61%	+0,08%
Dowl, 360°	0,8011	0,7945	⚠ σφάλμα	—	—
Fish & Game, 360°	0,7836	0,7975	⚠ σφάλμα	—	—

Πίνακας 23

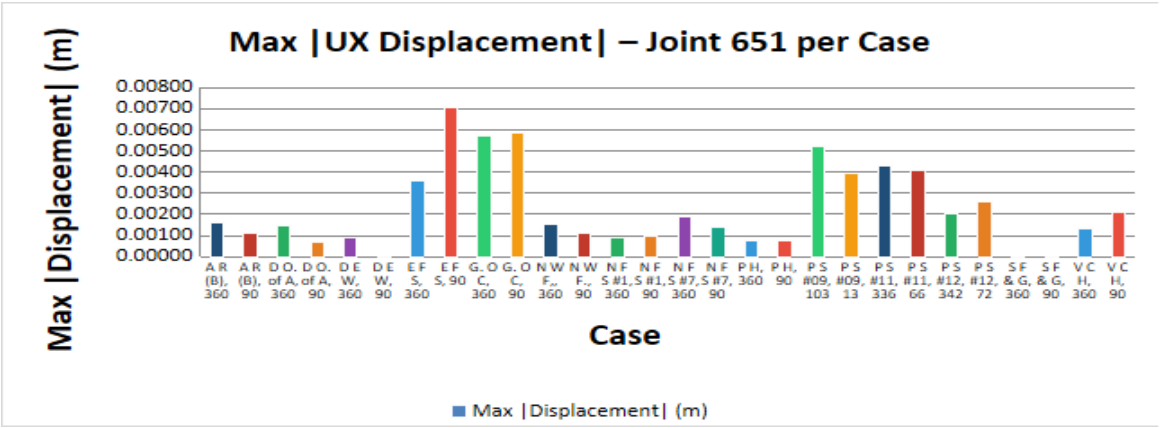
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Μεταξύ των αξιόπιστων αποτελεσμάτων, η κρίσιμη περίπτωση είναι η **K2-08, 90° με 0,707 mm** στον Κόμβο 651 — αύξηση +1,61% από τα M1&M2. Η συνολική ιεράρχηση του FourthModel για τη Nenana Mountain δεν μπορεί να προσδιοριστεί πλήρως έως ότου επαληθευτούν οι επτά ανώμαλες περιπτώσεις, οι οποίες ιστορικά καταλαμβάνουν τις πρώτες θέσεις της σειράς.

5.3.2-03.02.09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.130: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



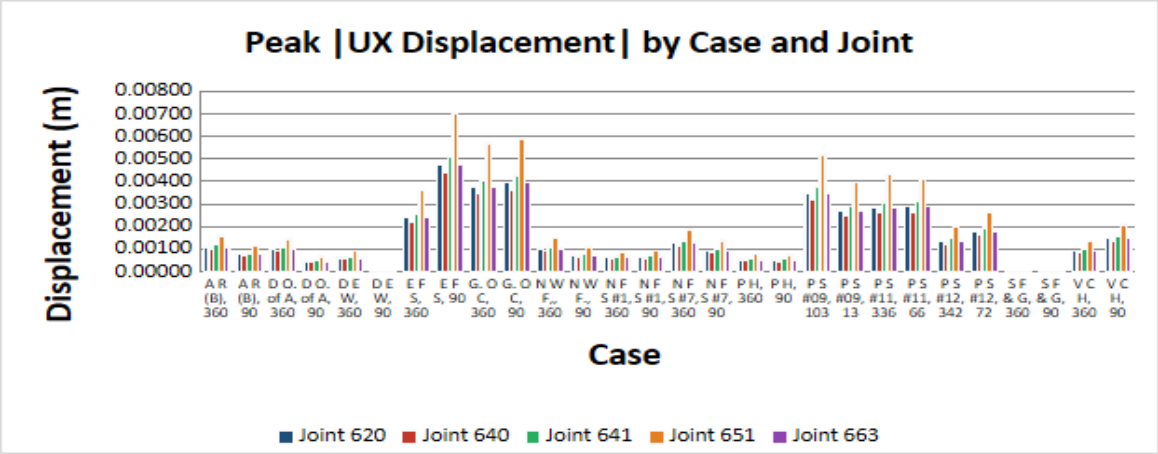
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.131: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00160	0.00160
A R (B), 90	19.04	-0.00112	0.00112
D O. of A, 360	22.74	-0.00145	0.00145
D O. of A, 90	15.82	0.00067	0.00067
D E W, 360	80.03	-0.00091	0.00091
D E W, 90	299.66	-6.22970	6.22970
E F S, 360	28.49	0.00358	0.00358
E F S, 90	26.35	0.00704	0.00704
G. O C, 360	33.78	-0.00569	0.00569
G. O C, 90	36.38	-0.00588	0.00588
N W F,, 360	17.76	0.00150	0.00150
N W F., 90	17.78	-0.00109	0.00109
N F S #1, 360	23.10	0.00089	0.00089
N F S #1, 90	26.62	-0.00094	0.00094
N F S #7, 360	35.90	0.00188	0.00188
N F S #7, 90	37.19	-0.00137	0.00137
P H, 360	84.73	0.00079	0.00079
P H, 90	66.32	-0.00075	0.00075
P S #09, 103	40.95	-0.00519	0.00519
P S #09, 13	61.93	-0.00397	0.00397
P S #11, 336	85.67	0.00430	0.00430
P S #11, 66	82.72	0.00409	0.00409
P S #12, 342	62.32	-0.00200	0.00200
P S #12, 72	60.06	-0.00263	0.00263
S F & G, 360	286.57	5.48019	5.48019
S F & G, 90	272.44	-6.63565	6.63565
V C H, 360	55.66	0.00133	0.00133
V C H, 90	51.48	0.00209	0.00209

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.132: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.16: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 3.16: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
Aho Res (Basement), 360	0.00109	0.00101	0.00118	0.00160	0.00109
Aho Res (Basement), 90	0.00075	0.00069	0.00081	0.00112	0.00076
DOI Off. of Aircraft, 360	0.00099	0.00091	0.00106	0.00145	0.00099
DOI Off. of Aircraft, 90	0.00046	0.00042	0.00050	0.00067	0.00046
Dowl Eng Warehouse, 360	0.00061	0.00056	0.00065	0.00091	0.00061
Dowl Eng Warehouse, 90	1.75204	2.86839	2.93258	6.22970	2.04729
Ester Fire Station, 360	0.00238	0.00219	0.00256	0.00358	0.00238
Ester Fire Station, 90	0.00476	0.00437	0.00512	0.00704	0.00476
Geophysic. Obs CIGO, 360	0.00376	0.00344	0.00406	0.00569	0.00376
Geophysic. Obs CIGO, 90	0.00397	0.00363	0.00428	0.00588	0.00397
NOAA Weather Fac,, 360	0.00103	0.00094	0.00110	0.00150	0.00103
NOAA Weather Fac., 90	0.00073	0.00067	0.00079	0.00109	0.00073
New Fire Station #1, 360	0.00062	0.00057	0.00067	0.00089	0.00062
New Fire Station #1, 90	0.00065	0.00060	0.00070	0.00094	0.00065
New Fire Station #7, 360	0.00127	0.00116	0.00137	0.00188	0.00127
New Fire Station #7, 90	0.00092	0.00085	0.00099	0.00137	0.00092
Police Headquarters, 360	0.00053	0.00049	0.00058	0.00079	0.00053
Police Headquarters, 90	0.00050	0.00046	0.00054	0.00075	0.00050
Pump Station #09, 103	0.00348	0.00319	0.00375	0.00519	0.00348
Pump Station #09, 13	0.00268	0.00245	0.00289	0.00397	0.00268
Pump Station #11, 336	0.00285	0.00260	0.00307	0.00430	0.00285
Pump Station #11, 66	0.00288	0.00262	0.00310	0.00409	0.00288
Pump Station #12, 342	0.00135	0.00124	0.00146	0.00200	0.00135
Pump Station #12, 72	0.00179	0.00163	0.00194	0.00263	0.00179
State Fish & Game, 360	2.17187	2.11806	3.16936	5.48019	1.89462
State Fish & Game, 90	2.19361	2.08055	3.05939	6.63565	2.31528
Valdez City Hall, 360	0.00091	0.00084	0.00098	0.00133	0.00091
Valdez City Hall, 90	0.00146	0.00134	0.00157	0.00209	0.00146

5.3.2-03.02.09 Συμπεράσματα Denali Alaska:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 28 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Denali, Alaska, σε δεκατέσσερις σταθμούς στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel — seesaw).

Σφάλματα εξαγωγής — 3 περιπτώσεις. Τρεις από τις 28 περιπτώσεις παρουσιάζουν τιμές σε μέτρα αντί χιλιοστών και εξαιρούνται πλήρως:

Περίπτωση	J620	J640	J641	J651	J663	Πρόβλημα
Dowl, 90°	1752.04	2868.39	2932.58	**6229.70**	2047.29	τιμές σε μέτρα, ασυμμετρία 620/663 = 295 mm
Fish & Game, 360°	2171.87	2118.06	3169.36	**5480.19**	1894.62	τιμές σε μέτρα, ασυμμετρία 620/663 = 277 mm
Fish & Game, 90°	2193.61	2080.55	3059.39	**6635.65**	2315.28	τιμές σε μέτρα, ασυμμετρία 620/663 = 122 mm

Πίνακας 24
Απαιτείται επανεξαγωγή και των τριών από το SAP2000.

Αξιόπιστα αποτελέσματα — 25 περιπτώσεις (mm).

Περίπτωση	J620	J640	J641	J651	J663
Aho Res, 360°	1.0900	1.0100	1.1800	**1.6000**	1.0900
Aho Res, 90°	0.7549	0.6918	0.8140	**1.1200**	0.7550
DOI Aircraft, 360°	0.9895	0.9096	1.0600	**1.4500**	0.9895
DOI Aircraft, 90°	0.4625	0.4247	0.4976	**0.6741**	0.4625
Dowl, 360°	0.6065	0.5554	0.6541	**0.9068**	0.6065
Ester Fire, 360°	2.3800	2.1900	2.5600	**3.5800**	2.3800
Ester Fire, 90°	4.7600	4.3700	5.1200	**7.0400**	4.7600
Geophys CIGO, 360°	3.7600	3.4400	4.0600	**5.6900**	3.7600
Geophys CIGO, 90°	3.9700	3.6300	4.2800	**5.8800**	3.9700
NOAA Weather, 360°	1.0300	0.9424	1.1000	**1.5000**	1.0300
NOAA Weather, 90°	0.7331	0.6734	0.7887	**1.0900**	0.7331
New Fire #1, 360°	0.6199	0.5705	0.6653	**0.8861**	0.6198
New Fire #1, 90°	0.6505	0.5981	0.6991	**0.9401**	0.6505
New Fire #7, 360°	1.2700	1.1600	1.3700	**1.8800**	1.2700
New Fire #7, 90°	0.9194	0.8459	0.9875	**1.3700**	0.9195
Police HQ, 360°	0.5335	0.4888	0.5751	**0.7895**	0.5334
Police HQ, 90°	0.5015	0.4593	0.5410	**0.7487**	0.5016
Pump St #09, 103°	3.4800	3.1900	3.7500	**5.1900**	3.4800
Pump St #09, 13°	2.6800	2.4500	2.8900	**3.9700**	2.6800
Pump St #11, 336°	2.8500	2.6000	3.0700	**4.3000**	2.8500
Pump St #11, 66°	2.8800	2.6200	3.1000	**4.0900**	2.8800
Pump St #12, 342°	1.3500	1.2400	1.4600	**2.0000**	1.3500
Pump St #12, 72°	1.7900	1.6300	1.9400	**2.6300**	1.7900
Valdez City Hall, 360°	0.9148	0.8419	0.9824	**1.3300**	0.9146
Valdez City Hall, 90°	1.4600	1.3400	1.5700	**2.0900**	1.4600

Πίνακας 25

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος σε κάθε μία από τις 25 αξιόπιστες περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +16,53% (DOI Aircraft, 360°) και +19,02% (Pump St #12, 72°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +31,94% (Pump St #11, 66°) και +40,15% (Geophys CIGO, 360°) — εύρος 8,2 ποσοστιαίων μονάδων, ελαφρά μεγαλύτερο από τα προηγούμενα μοντέλα. Η ιεραρχία J640 < J641 < J651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως ✓. Η συμμετρία κόμβων 620 και 663 επιβεβαιώνεται απόλυτα και στις 25 φυσιολογικές περιπτώσεις, με μέγιστη διαφορά 0,0002 mm — εντελώς αμελητέα ✓.

Κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης. Από τα 12 αξιόπιστα ζεύγη (Dowl εξαιρείται λόγω σφάλματος), η υψηλότερη γωνία κυριαρχεί σε 7/12 και η χαμηλότερη σε 5/12 — ελαφρά υπεροχή υψηλής γωνίας. Αξιοσημείωτες ανισοτροπίες: DOI Aircraft (+115,1%, 360° κυρίαρχη), Ester Fire (+96,7%, 90° κυρίαρχη), Valdez City Hall (+57,1%, 90° κυρίαρχη).

Αποτελέσματα ανά ομάδα σταθμών.

Anchorage. Κρίσιμος σταθμός η New Fire Station #7, 360° με 1,880 mm — αμετάβλητη από τα προηγούμενα μοντέλα. Ο DOI Aircraft παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ανισοτροπία

Anchorage (360° υπερτερεί 90° κατά 115,1%), σταθερά από M1&M2. Ο Police HQ παρουσιάζει ελάχιστη ανισοτροπία (5,4%), με 360° πλέον κυρίαρχη — αντιστροφή σε σχέση με τα M1&M2 — ενώ οι τιμές M3→M4 είναι πλήρως φυσιολογικές (+0,55% και +1,04%), επιβεβαιώνοντας ότι η ανωμαλία εντοπιζόταν ήδη στο SecondModel.

Fairbanks. Η Ester Fire Station, 90° παραμένει η κρίσιμη με 7,040 mm (+1,59% από M1&M2). Ο Geophys CIGO παρουσιάζει σχεδόν ισοτροπική απόκριση (3,3% διαφορά 360°/90°). Ο λόγος Fairbanks Ester 90°/360° = 1,97:1 — σταθερός.

Valdez. Η 90° (2,090 mm) υπερτερεί της 360° (1,330 mm) κατά 57,1%. Αμφότερες οι τιμές αμετάβλητες από M3 (Δ M3→M4 = 0,00%).

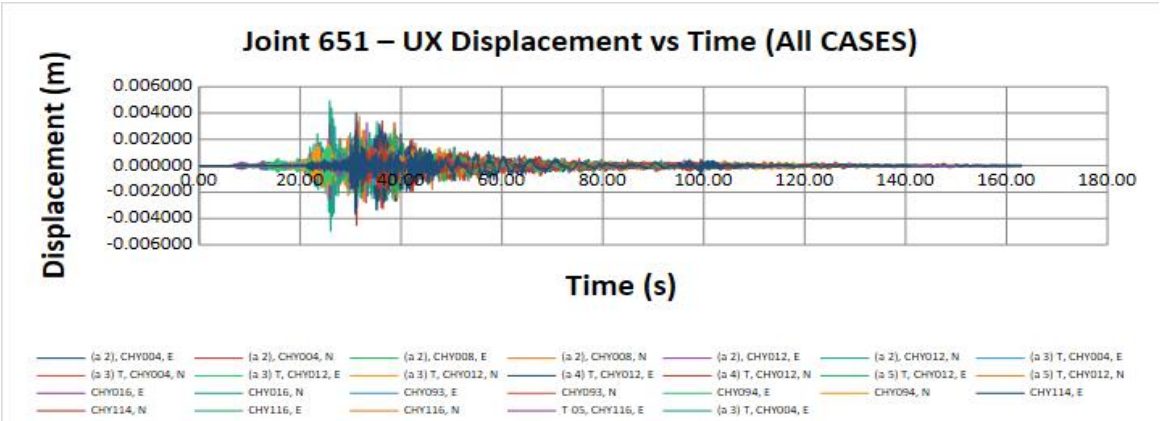
TAPS Pump Stations. Σημαντική μεταβολή ισορροπίας στο Pump Station #11: η 336° (4,300 mm) και η 66° (4,090 mm) συγκλίνουν σε διαφορά 5,1% — πολύ μικρότερη από το M3 (14,9%). Η Pump St #11, 66° παρουσιάζει μείωση −6,19% από M3, ανωμαλία που είχε εντοπιστεί ήδη στο ThirdModel (+13,84% M3) και παραμένει υπό παρακολούθηση.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Τα αποτελέσματα εντάσσονται σε τρεις κατηγορίες: 18 περιπτώσεις με σταθερές αυξήσεις <2% (εύρος +0,38%–+1,96%), πλήρως συνεπείς με τη γενική τάση του FourthModel· Police HQ με φαινομενικά υψηλές αποκλίσεις M1→M4 (+139,68% / +56,63%) που αποδίδονται σε ανωμαλία του SecondModel και όχι του FourthModel· και Pump St #11, 66° με μείωση −6,19% από M3, η οποία παραμένει αδιευκρίνιστη.

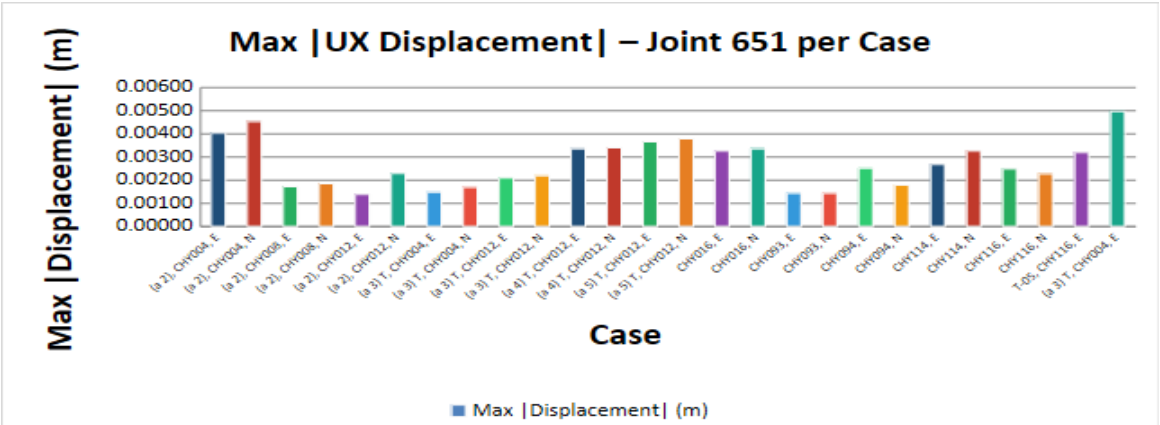
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη παραμένει η **Ester Fire Station, 90° με 7,040 mm** στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή ολόκληρης της ανάλυσης Denali στο FourthModel (+1,59% από M1&M2), σταθερά κρίσιμη και στα τέσσερα μοντέλα. Για την ολοκλήρωση της ανάλυσης απαιτείται η επανεξαγωγή των τριών ανώμαλων περιπτώσεων (Dowl 90°, Fish & Game 360°/90°).

5.3.2-03.02.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.266: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



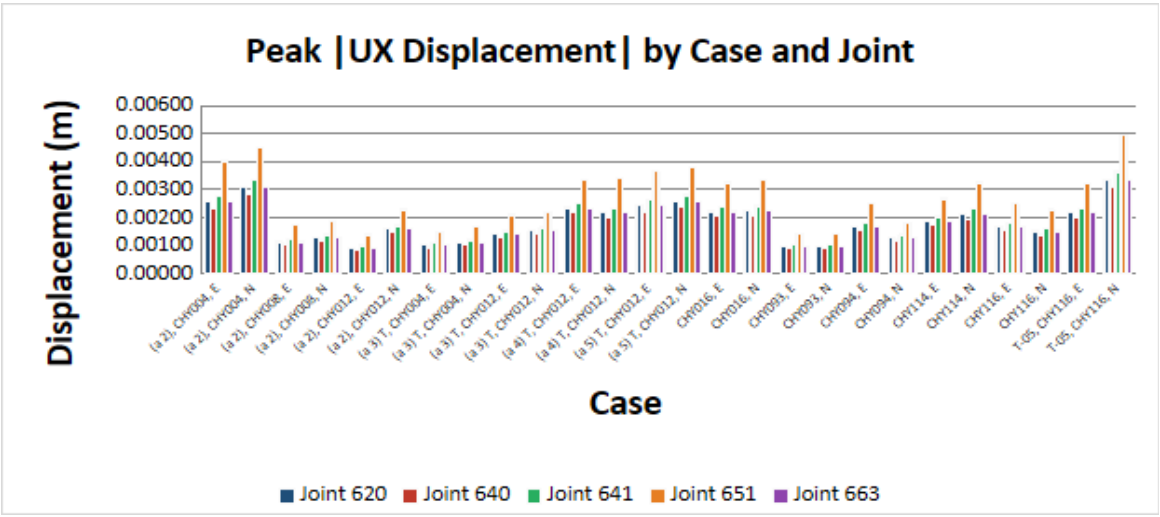
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.267: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.10	0.00403	0.00403
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00453	0.00453
(a 2), CHY008, E	32.01	0.00172	0.00172
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00185	0.00185
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00138	0.00138
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00229	0.00229
(a 3) T, CHY004, E	31.73	-0.00148	0.00148
(a 3) T, CHY004, N	37.03	-0.00169	0.00169
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00209	0.00209
(a 3) T, CHY012, N	25.31	-0.00219	0.00219
(a 4) T, CHY012, E	35.21	-0.00335	0.00335
(a 4) T, CHY012, N	36.27	0.00340	0.00340
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00366	0.00366
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00379	0.00379
CHY016, E	33.25	0.00326	0.00326
CHY016, N	35.24	0.00336	0.00336
CHY093, E	34.80	-0.00143	0.00143
CHY093, N	30.66	-0.00143	0.00143
CHY094, E	34.27	-0.00251	0.00251
CHY094, N	31.22	0.00179	0.00179
CHY114, E	38.78	-0.00268	0.00268
CHY114, N	38.70	0.00326	0.00326
CHY116, E	29.97	0.00249	0.00249
CHY116, N	29.48	-0.00228	0.00228
T-05, CHY116, E	25.86	0.00320	0.00320
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00497	0.00497

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.268: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.272: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.272: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
(a 2), CHY004, E	0.00257	0.00233	0.00279	0.00403	0.00257
(a 2), CHY004, N	0.00309	0.00283	0.00333	0.00453	0.00309
(a 2), CHY008, E	0.00113	0.00105	0.00122	0.00172	0.00113
(a 2), CHY008, N	0.00129	0.00119	0.00138	0.00185	0.00129
(a 2), CHY012, E	0.00092	0.00084	0.00099	0.00138	0.00092
(a 2), CHY012, N	0.00160	0.00147	0.00171	0.00229	0.00160
(a 3) T, CHY004, E	0.00101	0.00094	0.00109	0.00148	0.00101
(a 3) T, CHY004, N	0.00110	0.00101	0.00119	0.00169	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	0.00141	0.00130	0.00152	0.00209	0.00141
(a 3) T, CHY012, N	0.00153	0.00141	0.00164	0.00219	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	0.00235	0.00217	0.00250	0.00335	0.00234
(a 4) T, CHY012, N	0.00217	0.00198	0.00234	0.00340	0.00217
(a 5) T, CHY012, E	0.00243	0.00222	0.00262	0.00366	0.00243
(a 5) T, CHY012, N	0.00260	0.00240	0.00280	0.00379	0.00260
CHY016, E	0.00223	0.00204	0.00240	0.00326	0.00222
CHY016, N	0.00224	0.00205	0.00242	0.00336	0.00224
CHY093, E	0.00097	0.00088	0.00105	0.00143	0.00097
CHY093, N	0.00096	0.00088	0.00104	0.00143	0.00096
CHY094, E	0.00169	0.00155	0.00182	0.00251	0.00169
CHY094, N	0.00129	0.00119	0.00139	0.00179	0.00129
CHY114, E	0.00189	0.00174	0.00203	0.00268	0.00189
CHY114, N	0.00214	0.00195	0.00231	0.00326	0.00214
CHY116, E	0.00168	0.00153	0.00181	0.00249	0.00167
CHY116, N	0.00151	0.00138	0.00163	0.00228	0.00151
T-05, CHY116, E	0.00218	0.00199	0.00234	0.00320	0.00218
T-05, CHY116, N	0.00336	0.00308	0.00364	0.00497	0.00336

5.3.2-03.02.10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών της σειράς Chi-Chi, Taiwan — κύριος σεισμός, Taiwan-05 και τέσσερις μετασεισμοί — στο πλαίσιο του τέταρτου εδαφικού μοντέλου (FourthModel — seesaw).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 26 περιπτώσεις αδιαλείπτως, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +28,8% (CHY094, N) και +45,3% (Aftershock 4, CHY012, N) — εύρος 16,5 ποσοστιαίων μονάδων, το ευρύτερο που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Chi-Chi στα τέσσερα μοντέλα, αντικατοπτρίζοντας αυξημένη ποικιλομορφία εδαφικής απόκρισης υπό τη seesaw φόρτιση.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται ελάχιστες ασυμμετρίες σε 6 περιπτώσεις (Aftershock 2 CHY012 E, Aftershock 4 CHY012 E, CHY016 E, CHY093 E, CHY093 N,

CHY116 E), με μέγιστη διαφορά 0,010 mm — εντελώς αμελητέα, αποδιδόμενη σε στρογγυλοποίηση κατά την αριθμητική επίλυση.

Σύγκριση συνιστωσών E και N. Η βόρεια συνιστώσα (N) είναι κυρίαρχη σε 10 από τις 13 θέσεις — σταθερά ίδιο με τα M3 (10/13) και ελαφρά αυξημένο από τα M1&M2 (10/13). Η ανατολική (E) κυριαρχεί μόνο σε 3 θέσεις (CHY093, CHY094, CHY116). Αξιοσημείωτο εύρημα: το CHY093 παρουσιάζει απόλυτη ισοτιμία E=N=1,430 mm — η μοναδική απόλυτη ισοτιμία που έχει παρατηρηθεί στη σειρά Chi-Chi και στα τέσσερα μοντέλα. Η μεγαλύτερη ανισοτροπία παρατηρείται στην Aftershock 2, CHY012 (N υπερτερεί E κατά 65,9%) και στην Taiwan-05 (N υπερτερεί E κατά 55,3%).

Κύριος σεισμός. Κρίσιμη: CHY016, N με 3,360 mm — αμετάβλητη από M3. Ακολουθούν CHY016, E (3,260 mm) και CHY114, N (3,260 mm) σε ισοπαλία. Ο CHY094 διατηρεί την αντίστροφη ανισοτροπία (E=2,510 mm > N=1,790 mm, +40,2%), σταθερή και στα τέσσερα μοντέλα.

Taiwan-05. Κρίσιμη καταγραφή ολόκληρης της σειράς: Taiwan-05, CHY116, N με 4,970 mm — η υψηλότερη τιμή στο FourthModel (+1,22% από M1&M2, +0,81% από M3). Η N υπερτερεί της E κατά 55,3% (4,970 mm έναντι 3,200 mm), ελαφρά μειωμένη από το M3 (55,9%).

Μετασεισμοί — εξέλιξη CHY012. Η ανοδική τάση από AS3 προς AS5 επιβεβαιώνεται και στο FourthModel: N: 2,290→2,190→3,400→3,790 mm (ελαφρά πτώση AS2→AS3, απότομη άνοδος AS3→AS4, συνέχιση AS5). E: 1,380→2,090→3,350→3,660 mm (μονοτονική άνοδος). Η σύγκλιση E/N παραμένει εμφανής από AS4 (1,5% διαφορά) και AS5 (3,6%), επιβεβαιώνοντας το ευρημα του ThirdModel περί ισοτροπικής απόκρισης στους μεταγενέστερους μετασεισμούς.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Το σύνολο των 26 καταγραφών παρουσιάζει ομοιόμορφη και μικρή ανοδική τάση. Εύρος αλλαγών M1&M2→M4: −0,58% (AS2 CHY008, E) έως +1,82% (AS4 CHY012, E). Εύρος M3→M4: −0,67% έως +2,14%. Σχεδόν καμία περίπτωση δεν ξεπερνά ±2% σε κανένα μοντέλο — η πιο σταθερή σειρά στη μετάβαση M3→M4 από όλες τις σεισμικές σειρές:

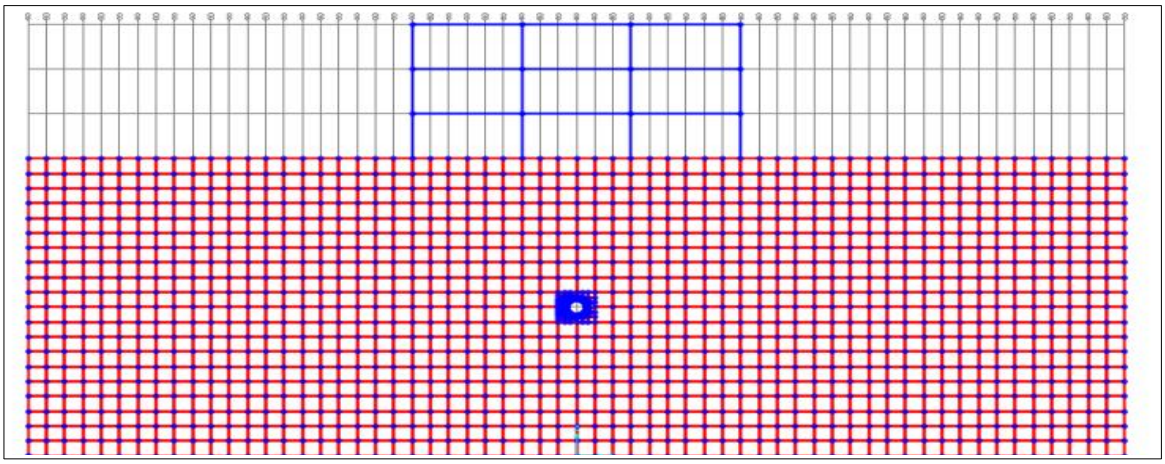
Κατηγορία	M1&M2→M4	M3→M4
Αύξηση >1%	10/26	7/26
0%–1%	14/26	16/26
Μείωση	2/26	3/26

Πίνακας 26

Συνολικό εύρος τιμών και κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η μέγιστη τιμή είναι 4,970 mm (Taiwan-05, CHY116, N) και η ελάχιστη 1,380 mm (Aftershock 2, CHY012, E) — λόγος 3,60:1, πρακτικά αμετάβλητος σε όλα τα μοντέλα (3,61×, 3,60×, 3,60×, 3,60×). Η κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού παραμένει σταθερά η Taiwan-05, CHY116, N — αμετάβλητη στα τέσσερα μοντέλα — αποτελώντας τη σταθερότερη κρίσιμη τιμή ολόκληρης της σειράς αναλύσεων.

5.4 Μοντέλο 4ο – XWRISAGWGOKAIPLASIOKSEESAW

- **5.4.1-04.01 NEWDMF30NULLSPLAISIOSKETO**

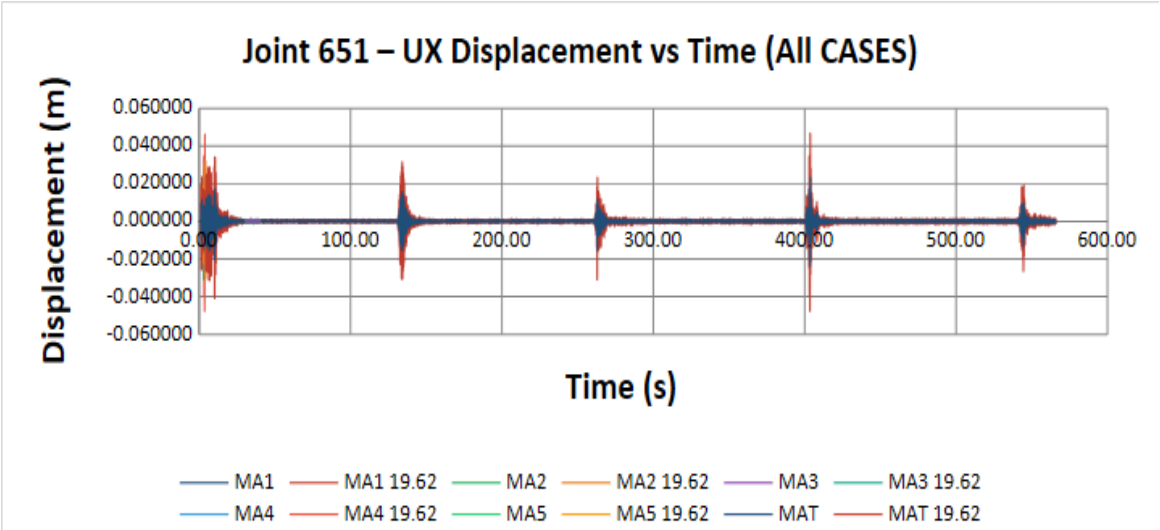


Μοντέλο 4.1

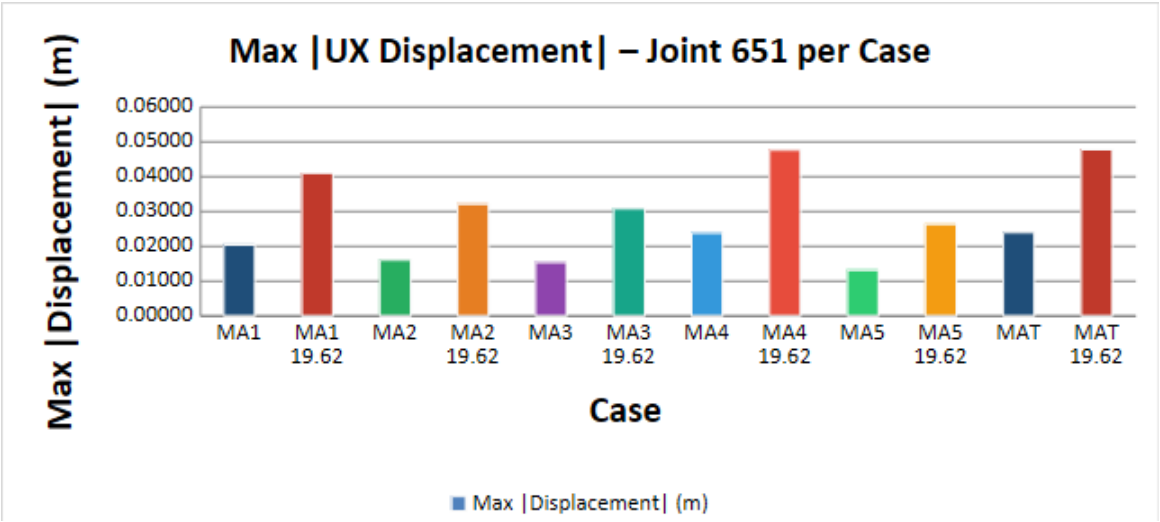
Στην εικόνα εμφανίζεται η επίδραση μιας προτεινόμενης κατασκευής που θα τοποθετηθεί στην επιφάνεια του εδάφους, ακριβώς πάνω από τον υπόγειο αγωγό. Η κατασκευή αυτή θα ασκήσει κατακόρυφο φορτίο στο έδαφος, το οποίο θα μεταδοθεί προς τα κάτω μέσω της εδαφικής στρώσης. Η θέση του αγωγού κάτω από την κατασκευή υποδηλώνει ότι θα δεχθεί σημαντικές πιέσεις από το βάρος και τα φορτία της επιφανειακής κατασκευής, γεγονός που μπορεί να επηρεάσει τη δομική του ακεραιότητα.

5.4.1-04.01.01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.10: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



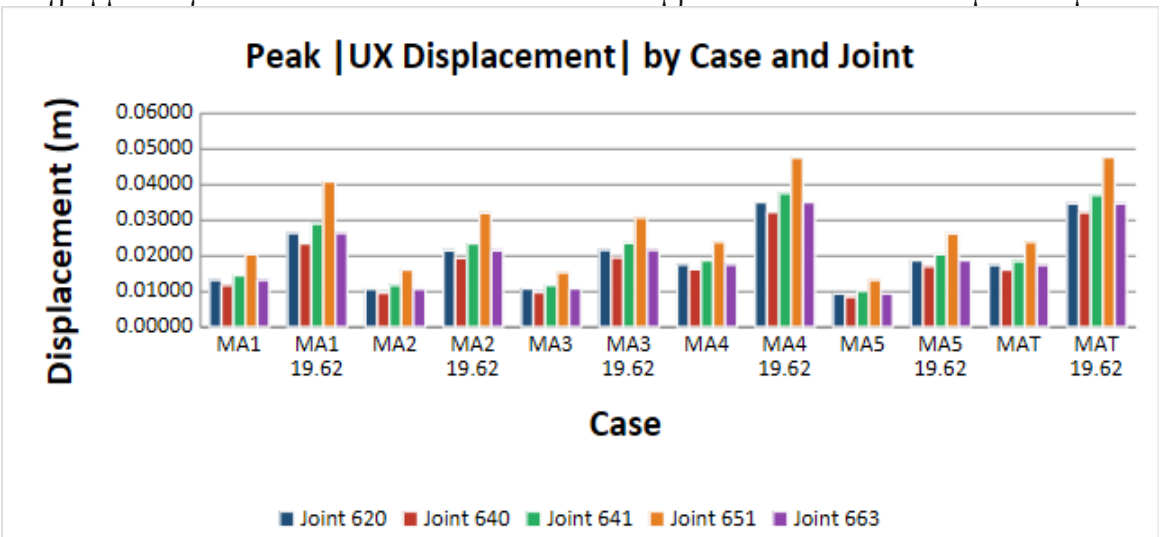
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.11: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.02042	0.02042
MA1 19.62	10.27	-0.04083	0.04083
MA2	4.23	0.01606	0.01606
MA2 19.62	4.23	0.03211	0.03211
MA3	3.06	-0.01536	0.01536
MA3 19.62	3.06	-0.03073	0.03073
MA4	3.61	-0.02381	0.02381
MA4 19.62	3.61	-0.04763	0.04763
MA5	4.60	-0.01314	0.01314
MA5 19.62	4.60	-0.02628	0.02628
MAT	403.51	-0.02388	0.02388
MAT 19.62	403.51	-0.04777	0.04777

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.12: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.1: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.1: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
MA1	0.01317	0.01178	0.01447	0.02042	0.01317
MA1 19.62	0.02633	0.02355	0.02895	0.04083	0.02633
MA2	0.01076	0.00969	0.01176	0.01606	0.01076
MA2 19.62	0.02152	0.01938	0.02352	0.03211	0.02152
MA3	0.01080	0.00974	0.01179	0.01536	0.01080
MA3 19.62	0.02160	0.01948	0.02359	0.03073	0.02160
MA4	0.01757	0.01618	0.01880	0.02381	0.01757
MA4 19.62	0.03513	0.03235	0.03759	0.04763	0.03513
MA5	0.00940	0.00852	0.01022	0.01314	0.00940
MA5 19.62	0.01880	0.01703	0.02044	0.02628	0.01879
MAT	0.01736	0.01609	0.01848	0.02388	0.01736
MAT 19.62	0.03473	0.03219	0.03697	0.04777	0.03473

5.4.1-04.01Συμπεράσματα Mammoth:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Mammoth 1 έως 5 και του συνδυασμού MAT, στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου, το οποίο συνδυάζει επιφανειακή κατασκευή πλαισίου με απουσία αγωγού (null elements).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις έξι περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα ευκαμψίας 640 → 641 → 651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως, με αξιοσημείωτη αλλαγή χαρακτήρα: η πρώτη βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +14,9% (MAT) και +22,8% (MA1) — **η ευρύτερη πρώτη βαθμίδα που έχει παρατηρηθεί στη σειρά Mammoth σε οποιοδήποτε μοντέλο**. Αυτό αντικατοπτρίζει τη διαφορετική κατανομή παραμόρφωσης στη ζώνη του αγωγού όταν ο αγωγός απουσιάζει (null elements). Η δεύτερη βαθμίδα 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +26,6% (MA4) και +41,1% (MA1) — εύρος συνεπές με τα προηγούμενα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις 12 σειρές** (6 βασικές + 6 κλιμακωμένες), χωρίς καμία εξαίρεση — η πιο αρτιωμένη συμμετρία που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Mammoth στα πέντε μοντέλα.

Επαναφορά MAT ως κρίσιμης καταγραφής. Στο FourthModel είχε εμφανιστεί για πρώτη φορά αντιστροφή, με MA4 (24,210 mm) να υπερτερεί της MAT (24,030 mm). Στο FifthModel η αρχική σχέση **επανέρχεται**: MAT (23,880 mm) > MA4 (23,810 mm), διαφορά +0,29%. Αυτή η επαναφορά επιβεβαιώνει ότι η αντιστροφή του FourthModel ήταν χαρακτηριστικό της seesaw κατασκευής και όχι σταθερό εύρημα.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9988 και 2,0008 — η πιο ομοιόμορφη και πλησιέστερη στο θεωρητικό 2,000 κλιμάκωση που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Mammoth στα πέντε μοντέλα, επιβεβαιώνοντας πλήρη γραμμική απόκριση.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Κεντρικό εύρημα του FifthModel είναι ότι οι τιμές J651 **επιστρέφουν σε επίπεδα κοντά στα M1&M2**, ανακόπτοντας τις τάσεις που είχαν εμφανιστεί στα M3 και M4:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	Δ M1→M5	Δ M4→M5
MA1	20,56	20,33	20,24	20,42	−0,68%	+0,89%
MA2	15,86	16,02	16,15	16,06	+1,26%	−0,56%
MA3	15,36	15,35	15,80	15,36	+0,00%	−2,78%
MA4	24,03	23,87	24,21	23,81	−0,92%	−1,65%
MA5	13,18	13,17	13,36	13,14	−0,30%	−1,65%
MAT	24,11	24,15	24,03	23,88	−0,95%	−0,62%

Πίνακας 27

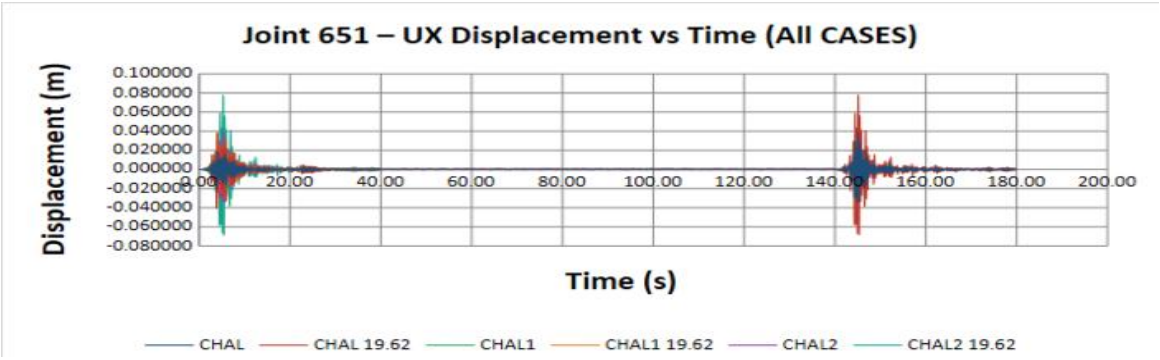
Τέσσερις από τις έξι περιπτώσεις (MA1, MA4, MA5, MAT) είναι ελαφρά χαμηλότερες από τα M1&M2, ενώ MA2 και MA3 παραμένουν ελαφρά υψηλότερες. Η MA3 επιστρέφει ακριβώς στην τιμή M1&M2 (15,360 mm), ακυρώνοντας την αύξηση +2,93% που είχε εμφανιστεί στο M4. Οι μειώσεις M4→M5 (έως −2,78% για MA3) υποδηλώνουν ότι η απουσία αγωγού στο FifthModel μειώνει τις απαιτούμενες μετακινήσεις σε σχέση με το FourthModel (seesaw + αγωγός).

Εξέλιξη στα πέντε μοντέλα. Κανένα από τα έξι ζεύγη δεν παρουσιάζει μονοτονική τάση σε όλα τα μοντέλα — κάθε μεταβολή μοντέλου εισάγει ταλαντώσεις εντός εύρους ±3%. Αυτό επιβεβαιώνει ότι οι τιμές J651 για τη σειρά Mammoth είναι εξαιρετικά ρωμαλέες στα μοντέλα, με τη φυσική απόκριση να ελέγχεται κυρίως από τη σεισμική διέγερση και τα χαρακτηριστικά της εδαφικής στρώσης, ενώ οι διάφορες επιφανειακές κατασκευές και οι παραλλαγές αγωγού/null εισάγουν μόνο δευτερεύουσες επιδράσεις.

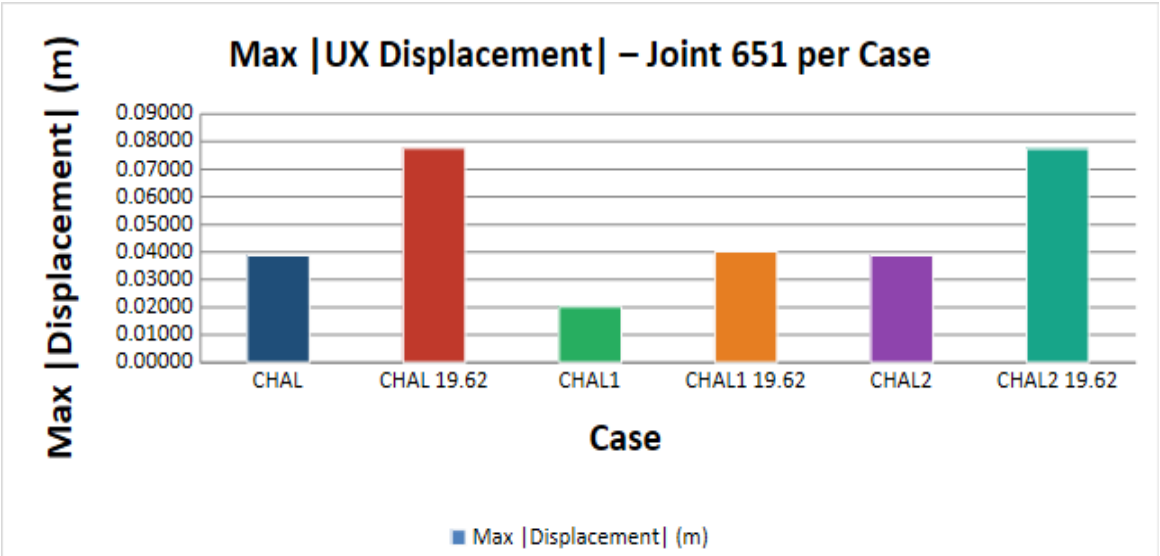
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η MAT με 23,880 mm στον Κόμβο 651 — ελαφρά χαμηλότερη (−0,95%) από τα M1&M2 και η χαμηλότερη τιμή MAT που έχει καταγραφεί στα πέντε μοντέλα. Η σταθερότητα της κρίσιμης τιμής εντός εύρους 23,88–24,21 mm σε όλα τα μοντέλα επιβεβαιώνει την αξιοπιστία της ανάλυσης.

5.4.1-04.01.02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.25: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



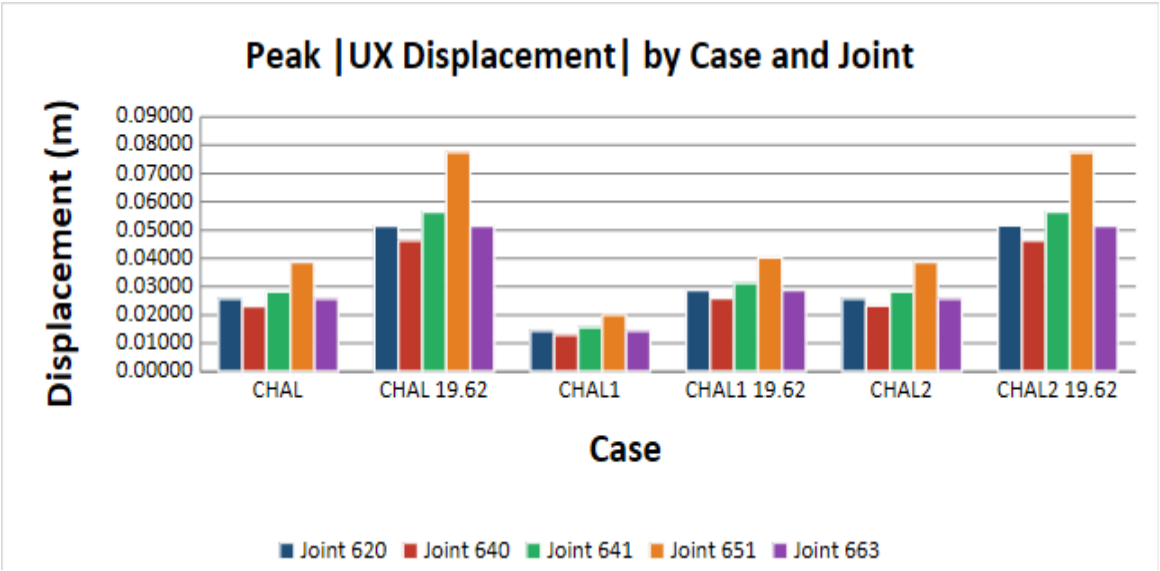
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.26: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.15	0.03877	0.03877
CHAL 19.62	145.15	0.07754	0.07754
CHAL1	3.84	-0.02012	0.02012
CHAL1 19.62	3.84	-0.04023	0.04023
CHAL2	5.30	0.03869	0.03869
CHAL2 19.62	5.30	0.07738	0.07738

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.27: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.2: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.2: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
CHAL	0.02577	0.02317	0.02821	0.03877	0.02577
CHAL 19.62	0.05153	0.04635	0.05642	0.07754	0.05153
CHAL1	0.01434	0.01298	0.01562	0.02012	0.01434
CHAL1 19.62	0.02869	0.02597	0.03123	0.04023	0.02869
CHAL2	0.02578	0.02320	0.02822	0.03869	0.02578
CHAL2 19.62	0.05157	0.04640	0.05644	0.07738	0.05156

5.4.1-04.01.02 Συμπεράσματα Chalfant:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Chalfant 1, Chalfant 2 και του συνδυασμού CHALFANT, στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +20,3% (CHAL1) και +21,8% (CHALFANT) — ελαφρά υψηλότερη από τα προηγούμενα μοντέλα, αντανακλώντας τη διαφορετική κατανομή παραμόρφωσης λόγω απουσίας αγωγού. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +28,8% (CHAL1) και +37,4% (CHAL), εύρος συνεπές με τα προηγούμενα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις έξι σειρές** (3 βασικές + 3 κλιμακωμένες), χωρίς καμία εξαίρεση.

Σημαντικό εύρημα — αντιστροφή CHAL/CHAL2. Για πρώτη φορά στα πέντε μοντέλα, η CHAL (38,770 mm) υπερτερεί της CHAL2 (38,690 mm) ως κρίσιμη καταγραφή. Σε όλα τα προηγούμενα μοντέλα η CHAL2 ήταν κρίσιμη: M1&M2 (38,66>38,59), M3 (38,75>38,51), M4 (38,83>38,71). Η αντιστροφή αυτή στο FifthModel — αν και η διαφορά είναι αμελητέα (0,080 mm, +0,21%) — είναι θεωρητικά σημαντική: η απουσία αγωγού (null elements) σε συνδυασμό με την επιφανειακή κατασκευή πλαισίου μεταβάλλει ελαφρά τη σχετική ιεράρχηση των καταγραφών. Παρόμοια αντιστροφή παρατηρήθηκε στη σειρά Mammoth (MA4/MAT) μεταξύ M4 και M5, υποδηλώνοντας ότι το FifthModel γενικά επανατοποθετεί τις σχετικές ιεραρχίσεις.

Κλιμάκωση ×2g (19,62 m/s²). Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9994 και 2,0008 — η πιο ομοιόμορφη κλιμάκωση που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Chalfant στα πέντε μοντέλα, επιβεβαιώνοντας πλήρη γραμμική απόκριση. Αξιοσημείωτο είναι ότι η CHAL2 x2g παρουσιάζει ελάχιστη ασυμμετρία στον Κόμβο 663 (0,010 mm) — η μοναδική απόκλιση στο σύνολο, εντελώς αμελητέα.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Οι τιμές J651 παρουσιάζουν μικτή εικόνα: η CHAL συνεχίζει την ανοδική πορεία M3→M4→M5, ενώ CHAL1 και CHAL2 εμφανίζουν ελαφρά μείωση από M4:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	Δ M1→M5	Δ M4→M5
CHAL	38,59	38,51	38,71	38,77	+0,47%	+0,15%

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	Δ M1→M5	Δ M4→M5
CHAL1	19,93	20,05	20,31	20,12	+0,95%	−0,94%
CHAL2	38,66	38,75	38,83	38,69	+0,08%	−0,36%

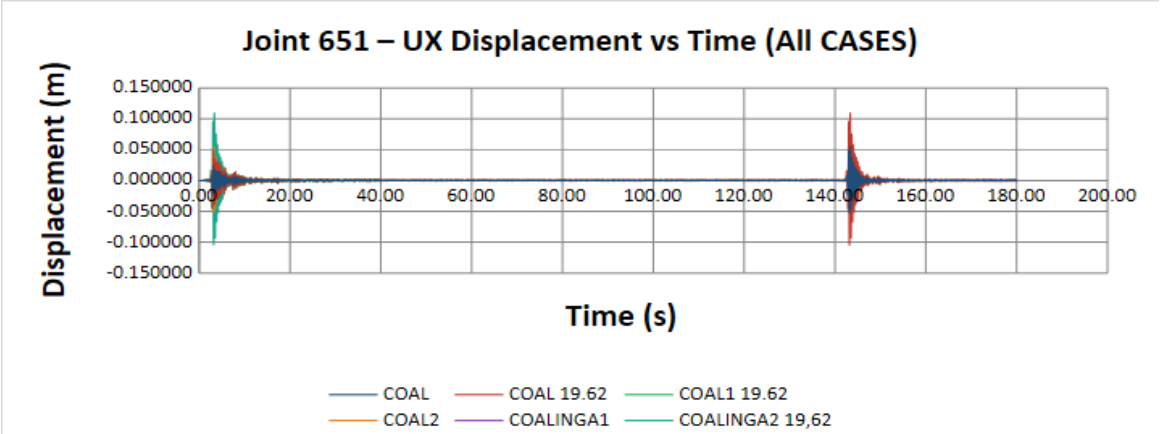
Πίνακας 28

Η CHAL1 παραμένει σταθερά ~1% υψηλότερη από τα M1&M2 σε όλα τα μοντέλα. Η CHAL2 επιστρέφει στα επίπεδα M1&M2 (+0,08%), ακυρώνοντας τις αυξήσεις M3 και M4. Το συνολικό εύρος τιμών CHAL/CHAL2 σε όλα τα μοντέλα (38,51–38,83 mm) είναι εξαιρετικά στενό (0,32 mm), επιβεβαιώνοντας τη ρωμαλεότητα της σειράς Chalfant.

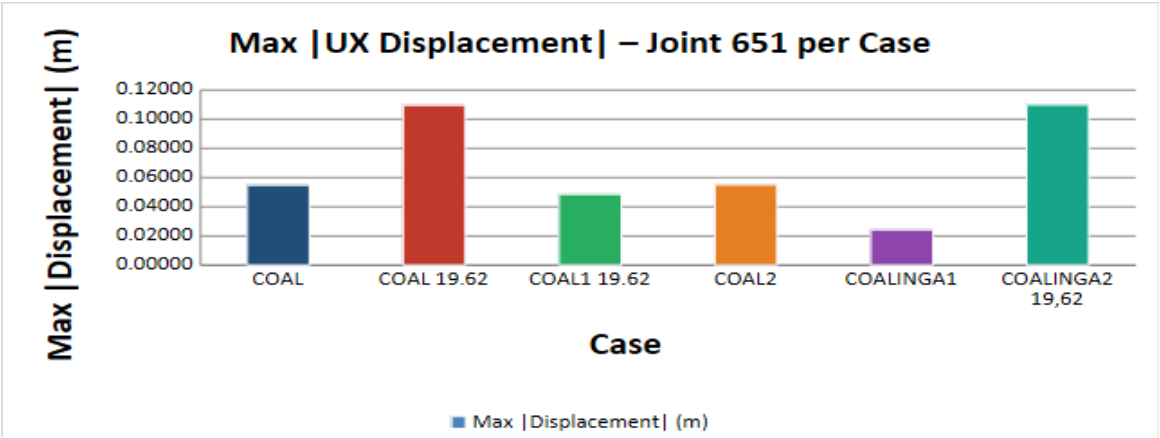
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η CHAL με 38,770 mm στον Κόμβο 651 — για πρώτη φορά η CHAL (και όχι η CHAL2) αναδεικνύεται κρίσιμη. Η τιμή αυτή είναι ελαφρά υψηλότερη (+0,47%) από τα M1&M2, παραμένοντας εντός του στενού εύρους που χαρακτηρίζει τη σειρά Chalfant στα πέντε μοντέλα. Η σειρά Chalfant διατηρεί τη θέση της ως η δεύτερη κρισιμότερη σεισμική σειρά μετά τη Coalinga και στο FifthModel.

5.4.1-04.01.03 Σεισμός Coalinga

Coalinga - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.40: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



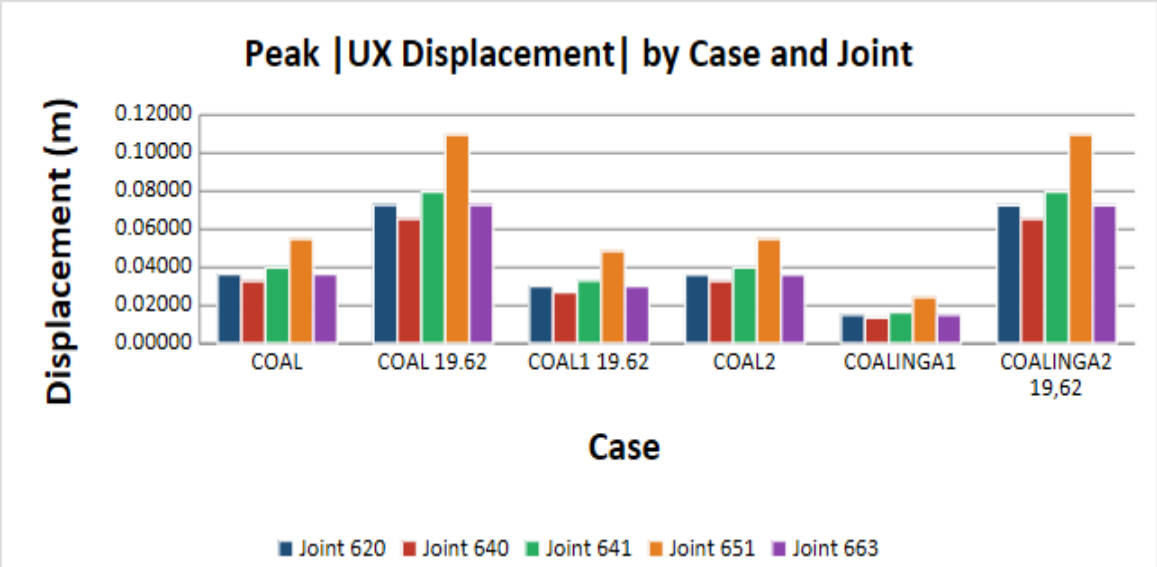
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.41: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.35	0.05478	0.05478
COAL 19.62	143.35	0.10956	0.10956
COAL1 19.62	3.15	0.04846	0.04846
COAL2	3.35	0.05486	0.05486
COALINGA1	3.15	0.02423	0.02423
COALINGA2 19,62	3.35	0.10972	0.10972

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.42: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.3: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.3: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
COAL	0.03641	0.03271	0.03987	0.05478	0.03641
COAL 19.62	0.07282	0.06541	0.07973	0.10956	0.07282
COAL1 19.62	0.03001	0.02689	0.03292	0.04846	0.03001
COAL2	0.03630	0.03263	0.03975	0.05486	0.03630
COALINGA1	0.01500	0.01345	0.01646	0.02423	0.01500
COALINGA2 19,62	0.07261	0.06526	0.07949	0.10972	0.07261

5.4.1-04.01.03 Συμπεράσματα Coalinga:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Coalinga 1, Coalinga 2 και του

συνδυασμού COAL, στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου (FifthModel) — διορθωμένη και πλήρης έκδοση με την ορθή κλιμακωμένη σειρά COAL2 x2g.

Κλιμάκωση COAL2 x2g. Η τιμή COAL2 x2g J651 είναι 109,720 mm, με λόγο κλιμάκωσης ακριβώς 2,0000 — η πλέον ακριβής κλιμάκωση που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Coalinga σε οποιοδήποτε μοντέλο. Η συμμετρία 620/663 είναι πλήρης (0,000 mm), και ο έλεγχος ανά κόμβο επιβεβαιώνει λόγους 1,9997–2,0003 σε κάθε θέση. Το σφάλμα εξαγωγής αποκαταστάθηκε πλήρως.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις βασικές περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +21,8% (COAL2) και +22,4% (COAL1) — η ομοιομορφότερη και υψηλότερη πρώτη βαθμίδα στα πέντε μοντέλα, χαρακτηριστική της απουσίας αγωγού. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +37,4% (COAL) και +47,2% (COAL1), με εύρος 9,8 ποσοστιαίων μονάδων — το μεγαλύτερο για τη σειρά Coalinga.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις έξι σειρές** (3 βασικές + 3 κλιμακωμένες) — η πρώτη φορά στη σειρά Coalinga που όλες οι σειρές, συμπεριλαμβανομένων των κλιμακωμένων, παρουσιάζουν πλήρη συμμετρία.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9993 και 2,0007 σε κάθε κόμβο και για τις τρεις περιπτώσεις — η πιο ομοιόμορφη κλιμάκωση της σειράς Coalinga στα πέντε μοντέλα. Στις κλιμακωμένες τιμές, η COAL2 x2g (109,720 mm) υπερτερεί ελαφρά της COAL x2g (109,560 mm) κατά +0,15%, διατηρώντας την ίδια αναλογία με τις βασικές σειρές.

Κρίσιμη ιεράρχηση. Η COAL2 (54,860 mm) παραμένει κρίσιμη, υπερτερώντας της COAL (54,780 mm) κατά +0,15% — επαναφορά της σχέσης M1&M2/M3, μετά την αντιστροφή του M4. Η COAL1 (24,230 mm) υπολείπεται κατά 126,1% και 126,4% — αναλογία σταθερή σε όλα τα μοντέλα.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Επιβεβαιώνεται το κεντρικό εύρημα: οι τιμές COAL/COAL2 κορυφώνονται στο M4 (seesaw + αγωγός) και επιστρέφουν στα επίπεδα M1&M2 στο M5:

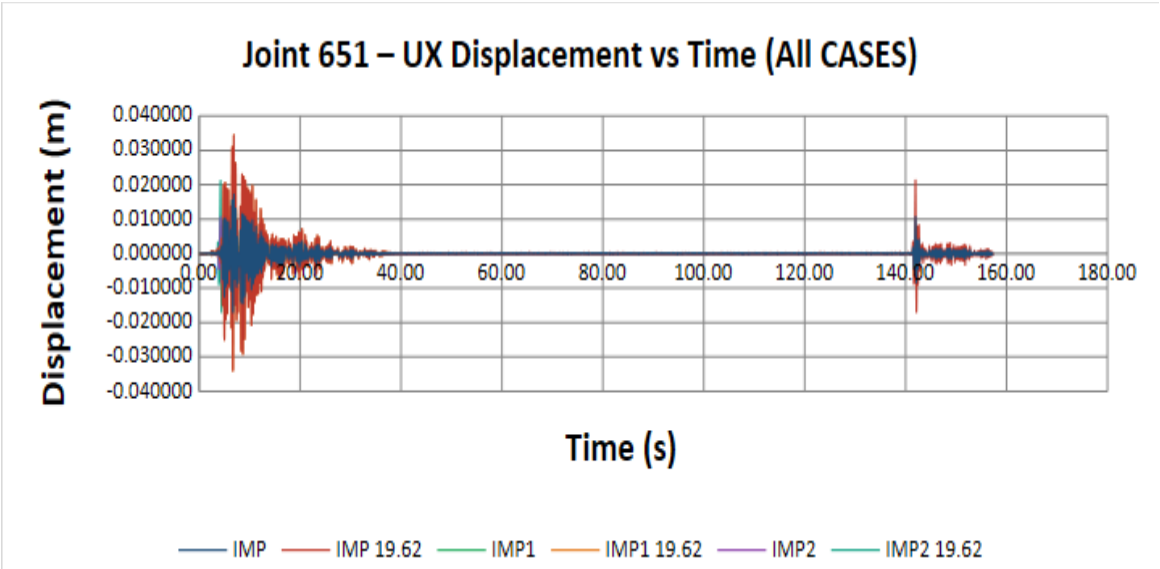
Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	Δ M1→M5	Δ M4→M5
COAL	54,68	54,94	55,66	54,78	+0,18%	−1,58%
COAL1	24,17	24,23	24,15	24,23	+0,25%	+0,33%
COAL2	54,79	54,89	55,57	54,86	+0,13%	−1,28%

Πίνακας 29

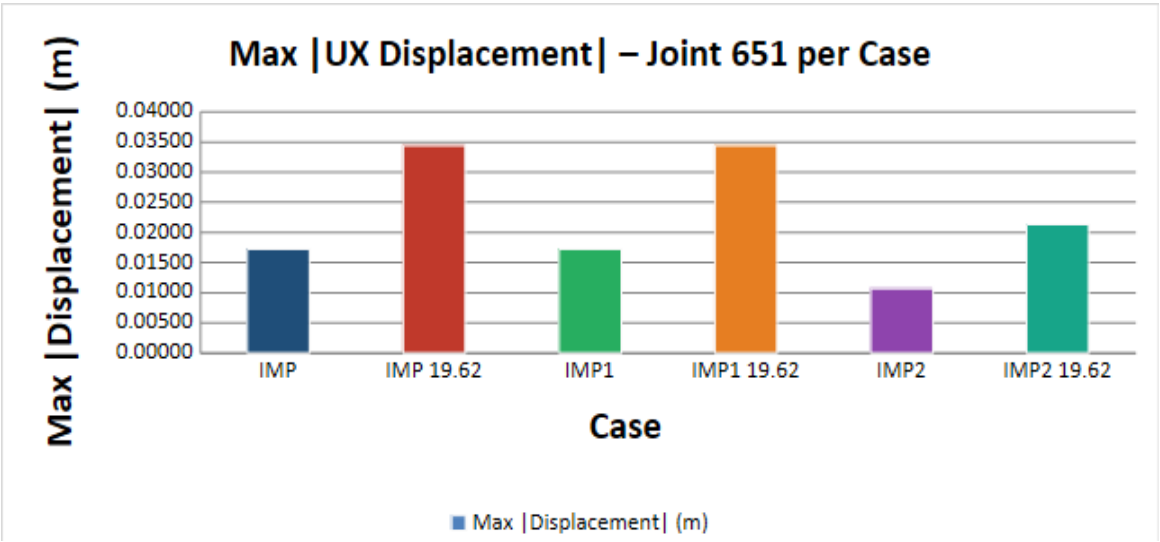
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η COAL2 με 54,860 mm στον Κόμβο 651 — ουσιαστικά αμετάβλητη από τα M1&M2 (+0,13%). Η σειρά Coalinga διατηρεί αδιαμφισβήτητα την πρώτη θέση στη συνολική ιεράρχηση του FifthModel.

5.4.1-04.01.04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.55: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



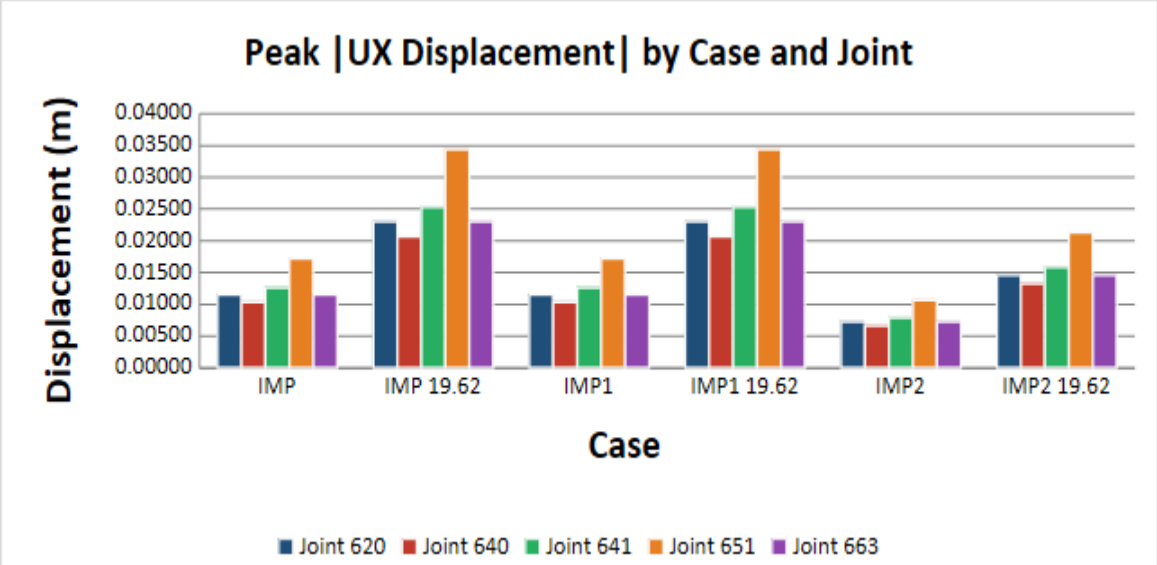
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.56: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.88	0.01721	0.01721
IMP 19.62	6.88	0.03442	0.03442
IMP1	6.88	0.01721	0.01721
IMP1 19.62	6.88	0.03442	0.03442
IMP2	4.24	0.01066	0.01066
IMP2 19.62	4.24	0.02132	0.02132

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.57: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.4: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.4: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
IMP	0.01153	0.01035	0.01265	0.01721	0.01153
IMP 19.62	0.02307	0.02070	0.02530	0.03442	0.02307
IMP1	0.01153	0.01035	0.01265	0.01721	0.01153
IMP1 19.62	0.02307	0.02070	0.02530	0.03442	0.02307
IMP2	0.00731	0.00663	0.00793	0.01066	0.00731
IMP2 19.62	0.01462	0.01327	0.01587	0.02132	0.01462

5.4.1-04.01.04 Συμπεράσματα Imperial Valley:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Imperial Valley 1, Imperial Valley 2 και του συνδυασμού IMP, στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου (FifthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +19,6% (IMP2) και +22,2% (IMP/IMP1) — ελαφρά υψηλότερη από τα προηγούμενα μοντέλα, αντανακλώντας τη διαφορετική κατανομή παραμόρφωσης λόγω απουσίας αγωγού. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +34,4% (IMP2) και +36,0% (IMP/IMP1) — εύρος εξαιρετικά στενό (1,6 ποσοστιαίες μονάδες), η πιο σταθερή δεύτερη βαθμίδα που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Imperial Valley στα πέντε μοντέλα.

Πλήρης ταύτιση IMP και IMP1. Επιβεβαιώνεται και στο FifthModel η απόλυτη ταύτιση IMP και IMP1 τόσο στις βασικές όσο και στις κλιμακωμένες σειρές, σε κάθε κόμβο — η σταθερότερη συμπεριφορά που παρατηρείται στη σειρά σε όλα τα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις έξι σειρές**, χωρίς καμία εξαίρεση.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 2,0000 και 2,0015 — πλήρης γραμμική απόκριση. Αξιοσημείωτο είναι ότι για τους Κόμβους 620/663 της IMP/IMP1 ο λόγος είναι 2,0009 — η μόνη ελάχιστη απόκλιση, εντελώς αμελητέα.

Σύγκριση σεισμικών καταγραφών. Η IMP/IMP1 (17,210 mm) υπερτερεί της IMP2 (10,660 mm) κατά 61,4% — η ίδια αναλογία που παρατηρείται και στα M1&M2. Ο παραμορφωσιακός κορεσμός επιβεβαιώνεται πλήρως.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Το FifthModel επιβεβαιώνει το μοτίβο κορύφωσης-M4/πτώσης-M5 που παρατηρήθηκε στη Mammoth και Coalinga — αλλά με σημαντική διαφορά: η IMP/IMP1 επιστρέφει σχεδόν ακριβώς στη μέση τιμή M3 (+0,35%), ενώ η IMP2 αντίθετα συνεχίζει ελαφρά ανοδικά:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	Δ M1→M5	Δ M4→M5
IMP	17,06	17,15	17,26	17,21	+0,88%	−0,29%
IMP1	17,06	17,15	17,25	17,21	+0,88%	−0,23%
IMP2	10,57	10,64	10,60	10,66	+0,85%	+0,57%

Πίνακας 30

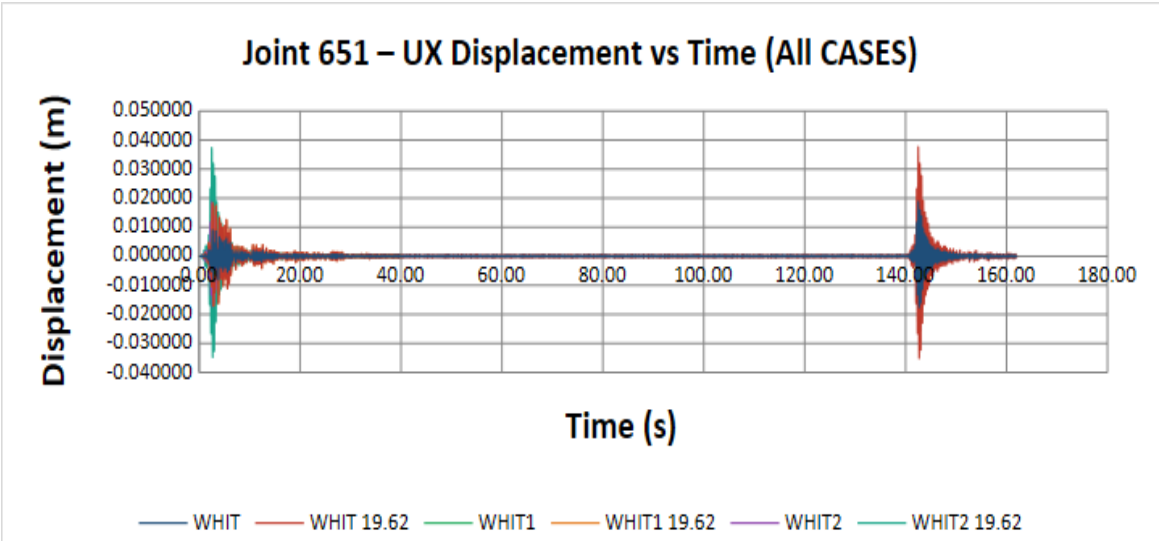
Αξιοσημείωτο εύρημα: οι τρεις περιπτώσεις παρουσιάζουν σχεδόν ταυτόσημη συνολική αύξηση M1→M5 (+0,85%–+0,88%) παρά τις διαφορετικές ενδιάμεσες τροχιές. Η IMP2 είναι η μόνη που δεν ακολουθεί το μοτίβο κορύφωσης-M4, παρουσιάζοντας αντίθετα μια σταθερά ανοδική πορεία.

Εξέλιξη IMP/IMP1 στα πέντε μοντέλα: 17,06 → 17,15 → 17,26 → 17,21 mm — κορύφωση στο M4 (seesaw + αγωγός) και ελαφρά πτώση στο M5 (πλαίσιο + null), επιβεβαιώνοντας το γενικό μοτίβο της σειράς.

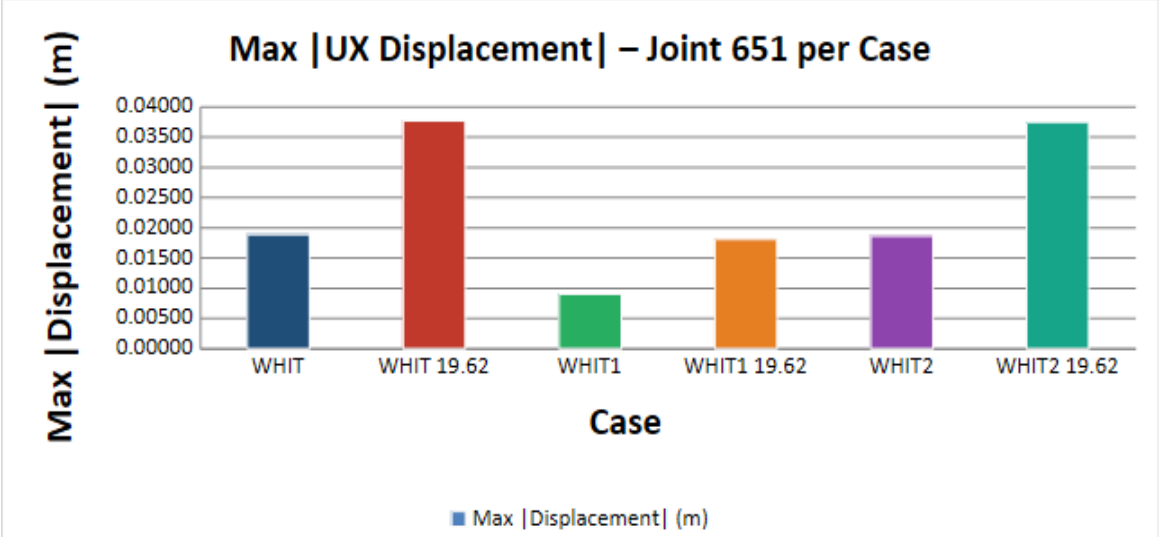
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει η IMP ή IMP1 με 17,210 mm στον Κόμβο 651 — ελαφρά χαμηλότερη (−0,29%) από το M4 αλλά +0,88% υψηλότερη από τα M1&M2. Η σειρά Imperial Valley διατηρεί τη θέση της στη μεσαία ζώνη της ιεράρχησης του FifthModel.

5.4.1-04.01.05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.70: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



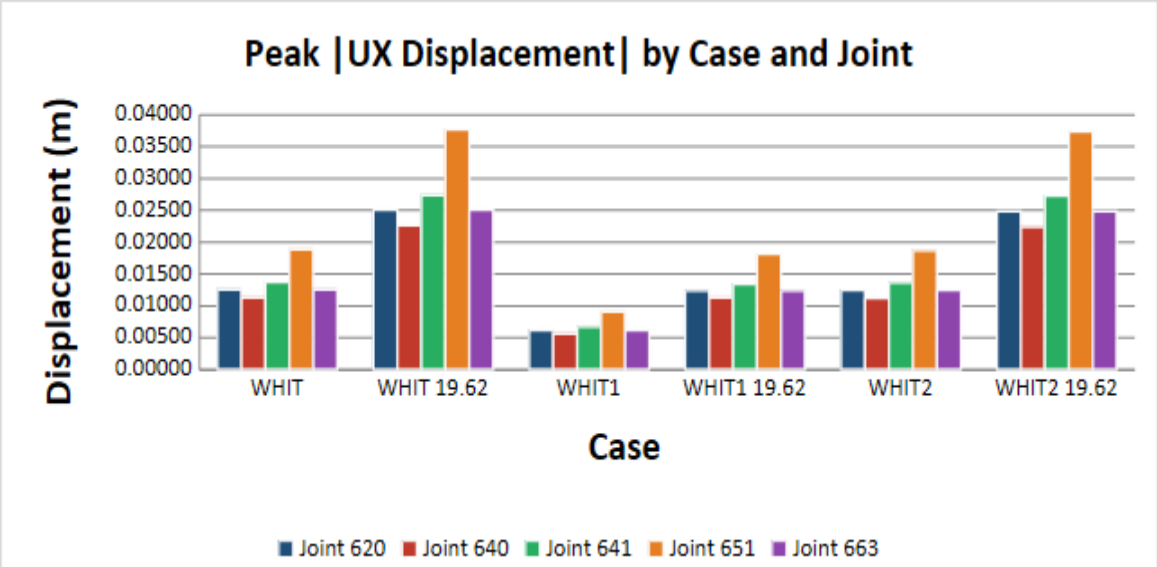
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.71: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01885	0.01885
WHIT 19.62	142.51	0.03769	0.03769
WHIT1	2.68	0.00906	0.00906
WHIT1 19.62	2.68	0.01812	0.01812
WHIT2	2.51	0.01868	0.01868
WHIT2 19.62	2.51	0.03736	0.03736

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.72: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.5: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.5: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
WHIT	0.01255	0.01131	0.01370	0.01885	0.01255
WHIT 19.62	0.02510	0.02262	0.02739	0.03769	0.02510
WHIT1	0.00619	0.00563	0.00671	0.00906	0.00619
WHIT1 19.62	0.01237	0.01127	0.01343	0.01812	0.01237
WHIT2	0.01244	0.01119	0.01362	0.01868	0.01244
WHIT2 19.62	0.02488	0.02237	0.02725	0.03736	0.02488

5.4.1-04.01.05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Whittier Narrows 1, Whittier Narrows 2 και του συνδυασμού WHIT, στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου (FifthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +19,2% (WHIT1) και +21,7% (WHIT2) — ελαφρά υψηλότερη από τα προηγούμενα μοντέλα, χαρακτηριστική της απουσίας αγωγού. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +35,0% (WHIT1) και +37,6% (WHIT) — εύρος εξαιρετικά στενό (2,6 ποσοστιαίες μονάδες), η πιο σταθερή δεύτερη βαθμίδα για τη σειρά Whittier Narrows στα πέντε μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις έξι σειρές** χωρίς καμία εξαίρεση — η πρώτη φορά στη σειρά Whittier Narrows που όλες οι σειρές,

συμπεριλαμβανομένων των κλιμακωμένων, παρουσιάζουν πλήρη συμμετρία σε όλα τα μοντέλα.

Σημαντικό εύρημα — αντιστροφή WHIT/WHIT2. Για πρώτη φορά στα πέντε μοντέλα, η WHIT (18,850 mm) υπερτερεί της WHIT2 (18,680 mm) ως κρίσιμη καταγραφή, με διαφορά +0,91%. Σε όλα τα προηγούμενα μοντέλα η WHIT2 ήταν σταθερά κρίσιμη (M1&M2: 18,74>18,64, M3: 18,73>18,68, M4: 18,97>18,92). Αυτή είναι η τρίτη αντιστροφή κρίσιμης καταγραφής που παρατηρείται στο FifthModel, μετά τη Mammoth (MA4/MAT) και τη Chalfant (CHAL/CHAL2), υποδηλώνοντας συστηματικό χαρακτήρα: η απουσία αγωγού (null elements) σε συνδυασμό με το πλαίσιο επιφανειακής κατασκευής τείνει να αντιστρέφει τις οριακές ιεραρχίσεις μεταξύ παρακείμενων καταγραφών.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9984 και 2,0018 — πλήρης γραμμική απόκριση, χωρίς τις αποκλίσεις που είχαν παρατηρηθεί στο FourthModel για τις συνδυαστικές σειρές.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Παρατηρείται διχαστική συμπεριφορά — η WHIT αυξάνεται ελαφρά ενώ η WHIT2 μειώνεται σημαντικά από το M4:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	Δ M1→M5	Δ M4→M5
WHIT	18,64	18,68	18,92	18,85	+1,13%	−0,37%
WHIT1	8,91	9,01	8,94	9,06	+1,68%	+1,34%
WHIT2	18,74	18,73	18,97	18,68	−0,32%	−1,53%

Πίνακας 31

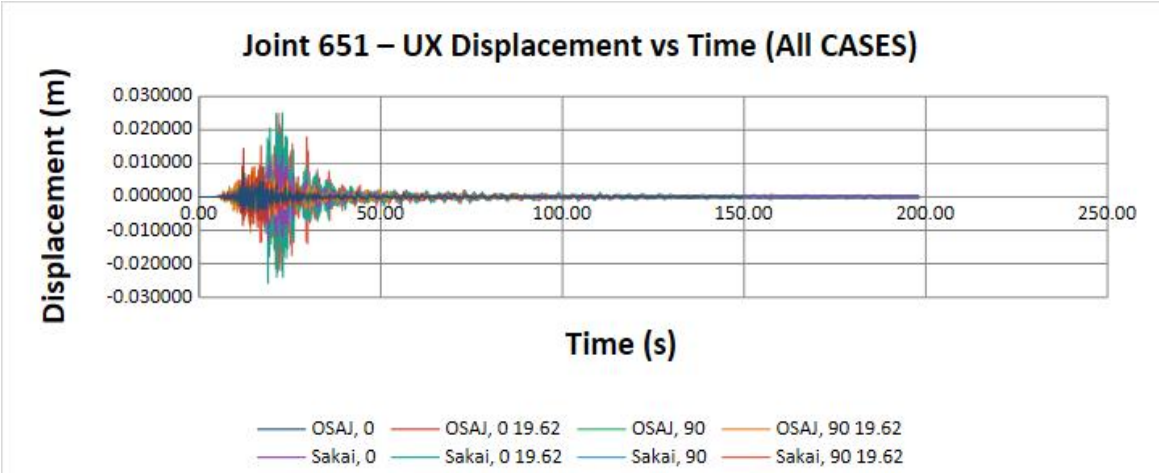
Αξιοσημείωτο εύρημα: η WHIT2 στο FifthModel (18,680 mm) είναι η **χαμηλότερη τιμή** που έχει καταγραφεί για τη WHIT2 στα πέντε μοντέλα, κατώτερη ακόμα και από τα M1&M2 (−0,32%). Αντίθετα, η WHIT1 παρουσιάζει αύξηση +1,34% από M4 — η μεγαλύτερη αύξηση M4→M5 στη σειρά, επιβεβαιώνοντας ότι το FifthModel επηρεάζει διαφορετικά τις ισχυρές και ασθενείς καταγραφές.

Εξέλιξη στα πέντε μοντέλα: WHIT: 18,64→18,68→18,92→18,85 (κορύφωση M4, ελαφρά πτώση M5) · WHIT2: 18,74→18,73→18,97→18,68 (ακόμα εντονότερη κορύφωση M4 και βαθύτερη πτώση M5) · WHIT1: 8,91→9,01→8,94→9,06 (ανοδική τάση με μικρές ταλαντώσεις).

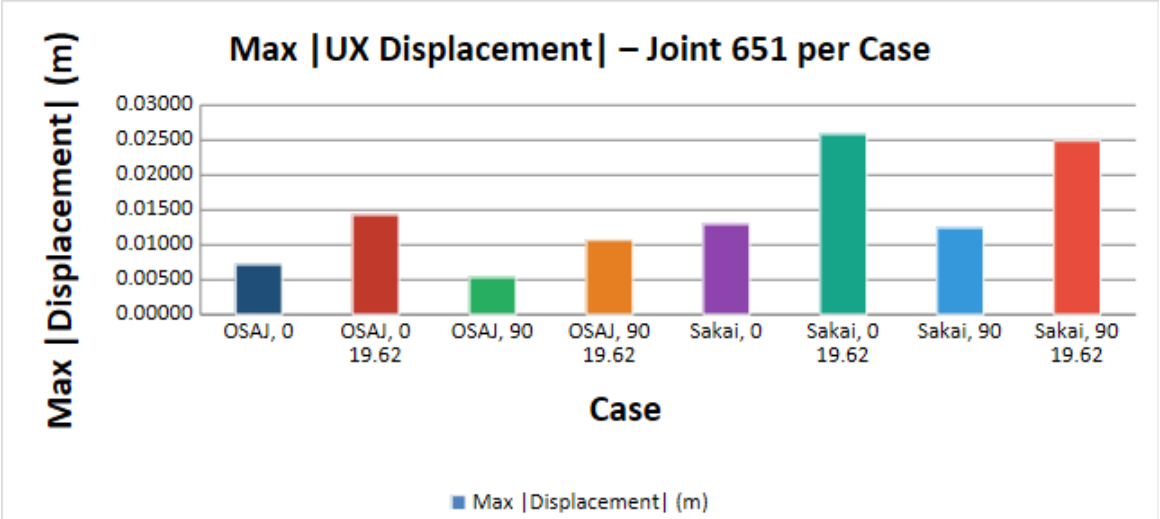
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η WHIT με 18,850 mm στον Κόμβο 651 — για πρώτη φορά στα πέντε μοντέλα ο συνδυασμός WHIT αναδεικνύεται κρίσιμος αντί της μεμονωμένης WHIT2. Η τιμή είναι +1,13% υψηλότερη από τα M1&M2 αλλά −0,37% χαμηλότερη από το M4. Η σειρά Whittier Narrows διατηρεί τη θέση της στη μεσαία ζώνη της ιεράρχησης του FifthModel.

5.4.1-04.01.06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.85: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



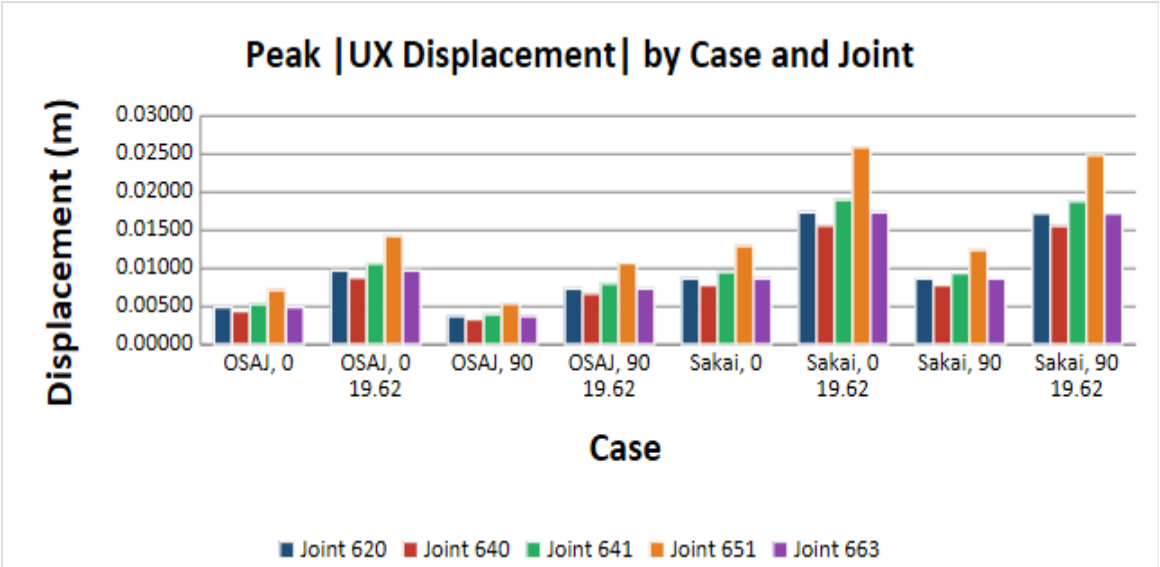
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.86: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.22	0.00713	0.00713
OSAJ, 0 19.62	12.22	0.01426	0.01426
OSAJ, 90	14.14	-0.00533	0.00533
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.01066	0.01066
Sakai, 0	18.96	-0.01293	0.01293
Sakai, 0 19.62	18.96	-0.02586	0.02586
Sakai, 90	21.79	0.01243	0.01243
Sakai, 90 19.62	21.79	0.02485	0.02485

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.87: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.6: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.6: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
OSAJ, 0	0.00486	0.00439	0.00530	0.00713	0.00486
OSAJ, 0 19.62	0.00972	0.00879	0.01060	0.01426	0.00972
OSAJ, 90	0.00368	0.00333	0.00400	0.00533	0.00368
OSAJ, 90 19.62	0.00735	0.00666	0.00800	0.01066	0.00735
Sakai, 0	0.00867	0.00779	0.00948	0.01293	0.00867
Sakai, 0 19.62	0.01734	0.01559	0.01897	0.02586	0.01734
Sakai, 90	0.00862	0.00777	0.00939	0.01243	0.00861
Sakai, 90 19.62	0.01723	0.01554	0.01879	0.02485	0.01723

5.4.1-04.01.06 Συμπεράσματα Kobe Japan:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των ιαπωνικών σεισμικών καταγραφών Osaka-J (OSAJ) και Sakai, στις συνιστώσες 0° και 90°, στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου (FifthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τέσσερις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +20,1% (OSAJ 90°) και +21,7% (Sakai 0°) — η ομοιομορφότερη και υψηλότερη πρώτη βαθμίδα που έχει παρατηρηθεί για τις ιαπωνικές καταγραφές στα μοντέλα,

χαρακτηριστική της απουσίας αγωγού. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +32,4% (Sakai 90°) και +36,4% (Sakai 0°) — εύρος 4,0 ποσοστιαίων μονάδων, ελαφρά στενότερο από τα προηγούμενα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται **απόλυτα και στις οκτώ σειρές** (4 βασικές + 4 κλιμακωμένες) — αξιοσημείωτη βελτίωση σε σχέση με το M4 όπου οι Sakai παρουσίαζαν κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής. Το FifthModel επιστρέφει πλήρη αξιόπιστα αποτελέσματα για τις ιαπωνικές καταγραφές.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9973 και 2,0023 σε κάθε κόμβο — πλήρης γραμμική απόκριση, αμετάβλητη από τα M1&M2 και M3.

Σύγκριση διευθύνσεων. Για τον OSAJ η συνιστώσα 0° υπερτερεί της 90° κατά 33,8% — σταθερά εντός του εύρους 32–34% που παρατηρείται σε όλα τα μοντέλα. Για τον Sakai η διαφορά 0°/90° είναι μόλις 4,0% (12,93 mm έναντι 12,43 mm) — η μικρότερη ανισοτροπία Sakai που έχει παρατηρηθεί στα μοντέλα, υποδηλώνοντας πλησιέστερα ισοτροπική απόκριση στο FifthModel.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Για τις OSAJ οι τιμές ακολουθούν σταθερά ανοδική τάση. Για τις Sakai, το M4 παρείχε ανεπαρκή δεδομένα (σφάλματα εξαγωγής), οπότε η σύγκριση γίνεται μεταξύ M1&M2, M3 και M5:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	Δ M1→M5	Δ M3→M5
OSAJ, 0°	7,03	7,10	7,12	7,13	+1,42%	+0,42%
OSAJ, 90°	5,31	5,33	5,38	5,33	+0,38%	0,00%
Sakai, 0°	13,00	12,95	ERR	12,93	−0,54%	−0,15%
Sakai, 90°	12,31	12,39	ERR	12,43	+0,97%	+0,32%

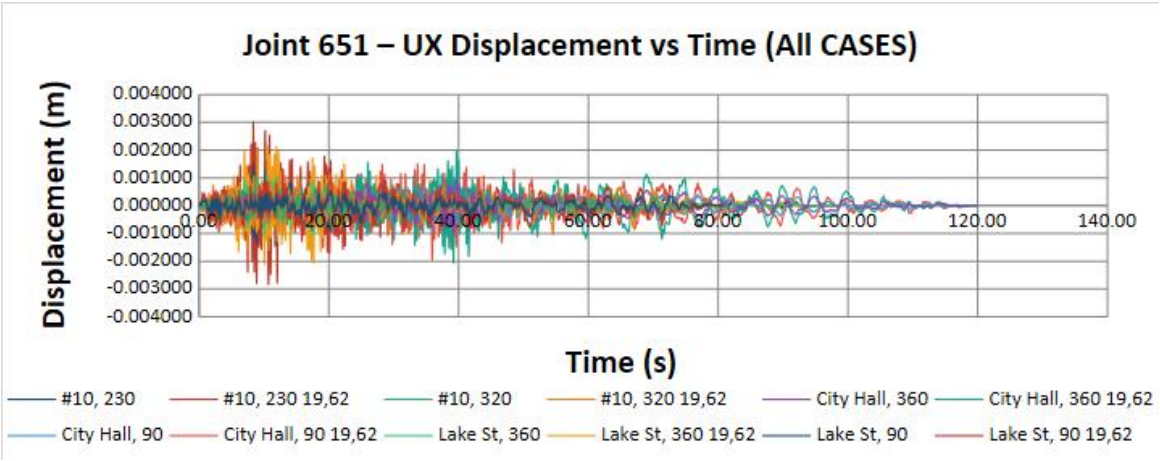
Πίνακας 32

Αξιοσημείωτο εύρημα: η OSAJ 90° επιστρέφει ακριβώς στην τιμή M3 (5,330 mm, Δ M3→M5 = 0,00%) — μοναδική απόλυτη σταθερότητα μεταξύ μοντέλων. Η Sakai 0° παρουσιάζει ελάχιστη μείωση από M3 (−0,15%), ενώ η Sakai 90° παρουσιάζει ελαφρά αύξηση (+0,32%) — συμπεριφορές εντός του αναμενόμενου εύρους θορύβου.

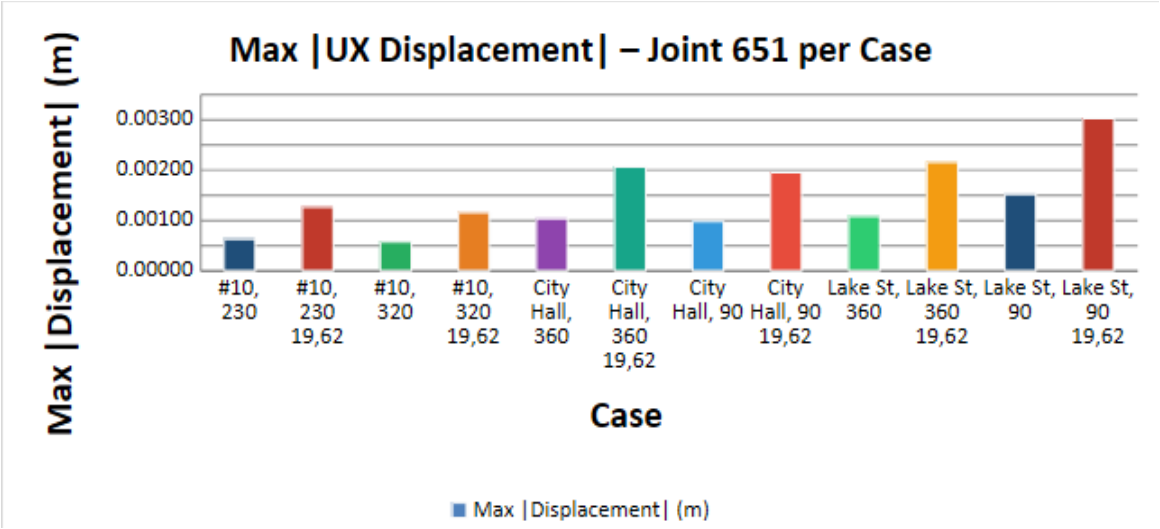
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει σταθερά η Sakai, 0° με 12,930 mm στον Κόμβο 651 — ελαφρά χαμηλότερη (−0,54%) από τα M1&M2 και −0,15% από το M3. Η ιεράρχηση Sakai 0° > Sakai 90° > OSAJ 0° > OSAJ 90° διατηρείται αμετάβλητη και στο FifthModel. Οι ιαπωνικές καταγραφές παραμένουν στο κατώτερο τμήμα της ιεράρχησης του FifthModel, κάτω από τις Imperial Valley (17,21 mm) και Whittier Narrows (18,85 mm).

5.4.1-04.01.07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.100: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



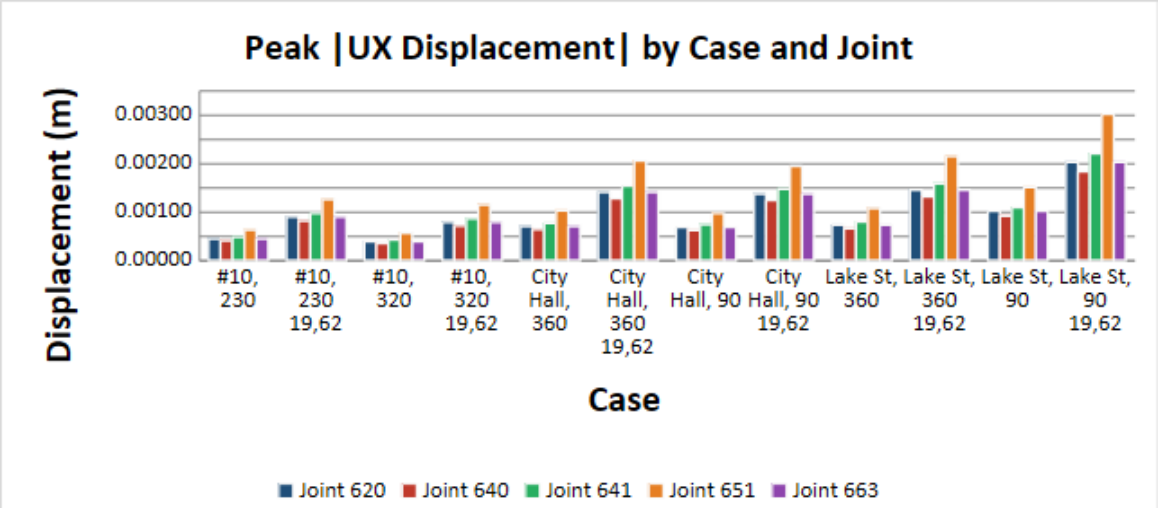
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.101: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.11	-0.00063	0.00063
#10, 230 19,62	25.11	-0.00126	0.00126
#10, 320	12.41	0.00057	0.00057
#10, 320 19,62	12.41	0.00115	0.00115
City Hall, 360	39.21	-0.00103	0.00103
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00206	0.00206
City Hall, 90	35.94	-0.00098	0.00098
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00195	0.00195
Lake St, 360	10.55	0.00108	0.00108
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00215	0.00215
Lake St, 90	8.36	0.00151	0.00151
Lake St, 90 19,62	8.36	0.00302	0.00302

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.102: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.7: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.7: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
#10, 230	0.00045	0.00041	0.00049	0.00063	0.00045
#10, 230 19,62	0.00090	0.00082	0.00097	0.00126	0.00090
#10, 320	0.00040	0.00036	0.00043	0.00057	0.00040
#10, 320 19,62	0.00079	0.00072	0.00086	0.00115	0.00079
City Hall, 360	0.00071	0.00064	0.00077	0.00103	0.00071
City Hall, 360 19,62	0.00141	0.00128	0.00154	0.00206	0.00141
City Hall, 90	0.00068	0.00062	0.00074	0.00098	0.00068
City Hall, 90 19,62	0.00137	0.00124	0.00148	0.00195	0.00137
Lake St, 360	0.00073	0.00066	0.00080	0.00108	0.00073
Lake St, 360 19,62	0.00146	0.00132	0.00159	0.00215	0.00146
Lake St, 90	0.00102	0.00092	0.00110	0.00151	0.00102
Lake St, 90 19,62	0.00203	0.00184	0.00221	0.00302	0.00203

5.4.1-04.01.07 Συμπεράσματα Hector Mine:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια έξι σεισμικών καταγραφών του σεισμού Hector Mine, στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου (FifthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις έξι περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +18,6% (El Centro 230°) και +21,0% (Lake St 360°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +29,3% (El Centro 230°) και +37,3% (Lake St 90°) — εύρος 8,0 ποσοστιαίων μονάδων. Αξιοσημείωτο εύρημα: ο El Centro 230° παρουσιάζει τη μικρότερη

δεύτερη βαθμίδα ολόκληρης της σειράς Hector Mine στα πέντε μοντέλα (+29,3%), αντανακλώντας τον ήπιο χαρακτήρα αυτής της καταγραφής στο FifthModel.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Επιβεβαιώνεται πλήρως σε 11 από τις 12 σειρές. Εντοπίζεται ελάχιστη ασυμμετρία 0,0001 mm στη βασική σειρά El Centro 230° — εντελώς αμελητέα, αποδιδόμενη σε στρογγυλοποίηση.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9907 και 2,0080 — πλήρης γραμμική απόκριση.

Σύγκριση διευθύνσεων. Η Lake St διατηρεί τη μεγαλύτερη ανισοτροπία (90° υπερτερεί 360° κατά 39,8%), σταθερά στο ίδιο εύρος με τα προηγούμενα μοντέλα. Ο LB City Hall παρουσιάζει 360° κυρίαρχη με 5,4% — ανακτώντας τη φυσιολογική της τάξη μεγέθους μετά την ανωμαλία +42% του M4. Ο El Centro 230° υπερτερεί της 320° κατά 9,6%, ελαφρά χαμηλότερη ανισοτροπία από τα προηγούμενα μοντέλα (~10%).

Κεντρικό εύρημα — επαναφορά LB City Hall, 360°. Στο FourthModel είχε εντοπιστεί ανωμαλία +42,16% για την LB City Hall, 360° (1,030→1,450 mm), η οποία χαρακτηρίστηκε ως υποψήφιο σφάλμα εξαγωγής ή ιδιαίτερη απόκριση seesaw. Στο FifthModel η τιμή επιστρέφει σε **1,030 mm** — ακριβώς ίδια με το M3, με Δ M4→M5 = −28,97%. Η επαναφορά αυτή επιβεβαιώνει ότι η ανωμαλία M4 ήταν ειδικό χαρακτηριστικό της seesaw κατασκευής για τη συγκεκριμένη καταγραφή, και όχι σφάλμα εξαγωγής.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Παρατηρείται εξαιρετική σταθερότητα σε πέντε από τις έξι περιπτώσεις:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	Δ M1→M5	Δ M4→M5
El Centro #10, 230°	0,6231	0,6264	0,6288	0,6277	+0,74%	−0,17%
El Centro #10, 320°	0,5618	0,5690	0,5708	0,5727	+1,94%	+0,33%
LB City Hall, 360°	**1,0200**	**1,0300**	**1,4500**	**1,0300**	**+0,98%**	**−28,97%**
LB City Hall, 90°	0,9633	0,9721	0,9776	0,9774	+1,46%	−0,02%
Lake St, 360°	1,0800	1,0800	1,1000	1,0800	0,00%	−1,82%
Lake St, 90°	1,5000	1,5100	1,5200	1,5100	+0,67%	−0,66%

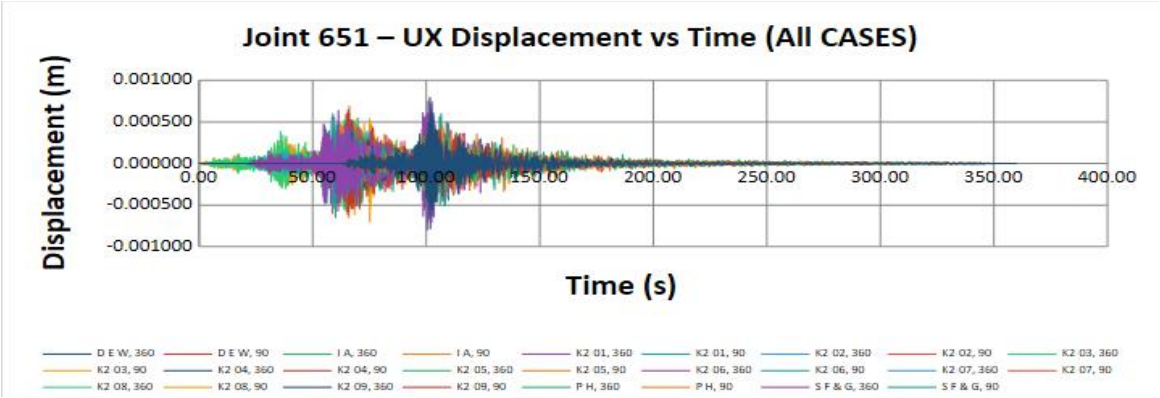
Πίνακας 33

Τρεις περιπτώσεις (LB City Hall 360°, Lake St 360°, Lake St 90°) επιστρέφουν ακριβώς στις τιμές M3, με Δ M3→M5 = 0,00% — μοναδική σταθερότητα στα πέντε μοντέλα.

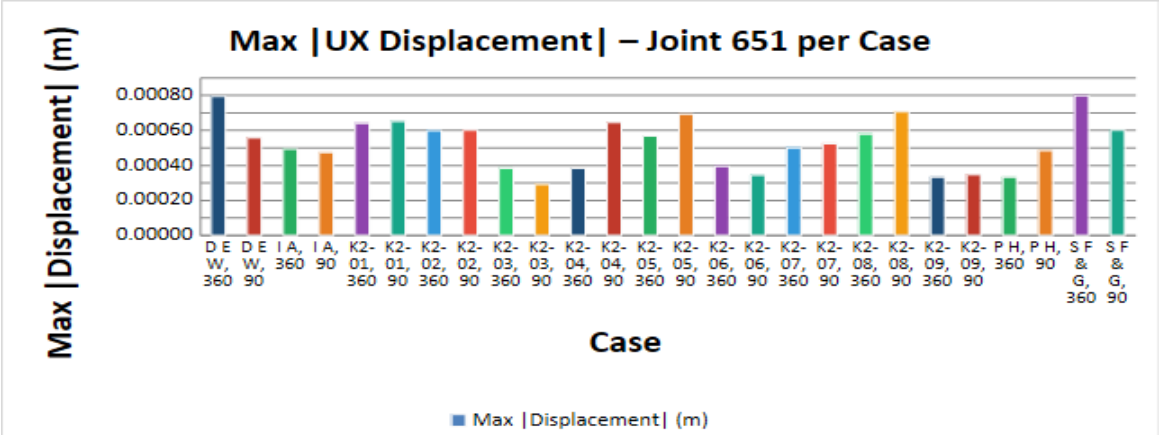
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει σταθερά η Lake St, 90° με 1,510 mm — αμετάβλητη σε σχέση με το M3 (0,00%) και −0,66% από το M4. Η ιεράρχηση σταθμών Lake St > LB City Hall > El Centro #10 διατηρείται αμετάβλητη στα πέντε μοντέλα.

5.4.1-04.01.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.282: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



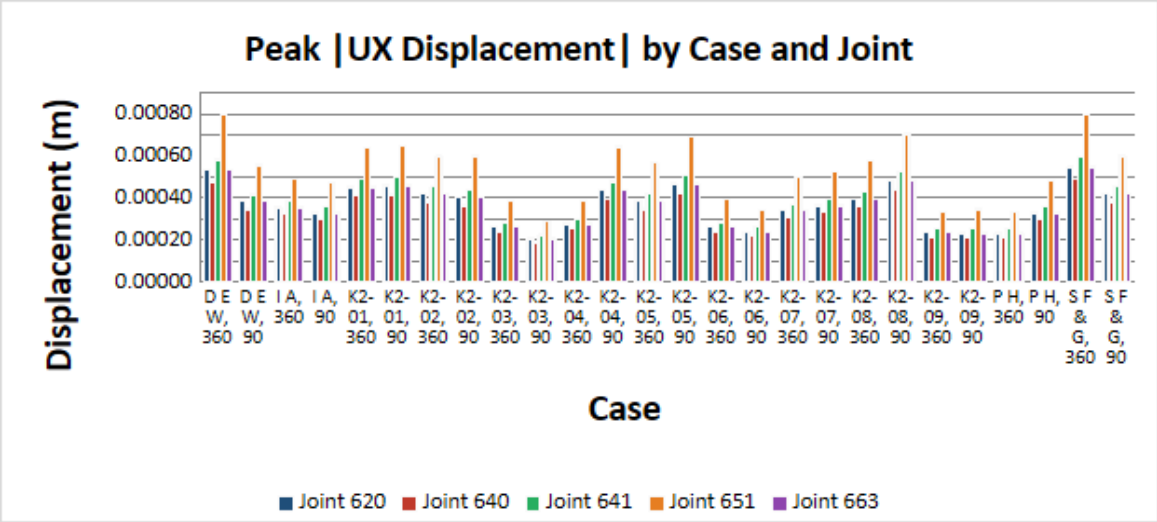
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.283: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00079	0.00079
D E W, 90	102.55	0.00056	0.00056
I A, 360	109.58	0.00049	0.00049
I A, 90	107.13	0.00047	0.00047
K2-01, 360	61.36	0.00064	0.00064
K2-01, 90	60.05	-0.00065	0.00065
K2-02, 360	58.91	0.00060	0.00060
K2-02, 90	58.70	-0.00060	0.00060
K2-03, 360	35.89	0.00038	0.00038
K2-03, 90	38.19	0.00029	0.00029
K2-04, 360	67.14	0.00038	0.00038
K2-04, 90	65.62	0.00064	0.00064
K2-05, 360	64.72	-0.00057	0.00057
K2-05, 90	66.14	0.00069	0.00069
K2-06, 360	60.73	-0.00040	0.00040
K2-06, 90	67.28	0.00034	0.00034
K2-07, 360	66.30	0.00050	0.00050
K2-07, 90	67.06	0.00052	0.00052
K2-08, 360	65.34	-0.00058	0.00058
K2-08, 90	75.19	-0.00071	0.00071
K2-09, 360	60.31	-0.00033	0.00033
K2-09, 90	63.78	-0.00035	0.00035
P H, 360	98.61	0.00033	0.00033
P H, 90	102.41	-0.00048	0.00048
S F & G, 360	100.41	-0.00080	0.00080
S F & G, 90	106.57	0.00060	0.00060

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.284: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.288: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.288: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
D E W, 360	0.00053	0.00048	0.00058	0.00079	0.00053
D E W, 90	0.00038	0.00035	0.00042	0.00056	0.00038
I A, 360	0.00035	0.00032	0.00038	0.00049	0.00035
I A, 90	0.00033	0.00030	0.00036	0.00047	0.00033
K2-01, 360	0.00045	0.00041	0.00049	0.00064	0.00045
K2-01, 90	0.00046	0.00042	0.00050	0.00065	0.00046
K2-02, 360	0.00042	0.00038	0.00045	0.00060	0.00042
K2-02, 90	0.00040	0.00036	0.00044	0.00060	0.00040
K2-03, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00038	0.00026
K2-03, 90	0.00021	0.00019	0.00022	0.00029	0.00021
K2-04, 360	0.00028	0.00025	0.00030	0.00038	0.00028
K2-04, 90	0.00044	0.00040	0.00048	0.00064	0.00044
K2-05, 360	0.00038	0.00035	0.00042	0.00057	0.00038
K2-05, 90	0.00047	0.00042	0.00051	0.00069	0.00047
K2-06, 360	0.00026	0.00023	0.00028	0.00040	0.00026
K2-06, 90	0.00024	0.00022	0.00026	0.00034	0.00024
K2-07, 360	0.00034	0.00031	0.00037	0.00050	0.00034
K2-07, 90	0.00036	0.00033	0.00040	0.00052	0.00036
K2-08, 360	0.00039	0.00036	0.00043	0.00058	0.00039
K2-08, 90	0.00049	0.00044	0.00053	0.00071	0.00049
K2-09, 360	0.00023	0.00021	0.00025	0.00033	0.00023
K2-09, 90	0.00023	0.00021	0.00025	0.00035	0.00023
P H, 360	0.00023	0.00021	0.00025	0.00033	0.00023
P H, 90	0.00033	0.00030	0.00036	0.00048	0.00033
S F & G, 360	0.00055	0.00049	0.00060	0.00080	0.00055
S F & G, 90	0.00042	0.00038	0.00045	0.00060	0.00042

5.4.1-04.01.08 Συμπεράσματα Nenana Mountain Alaska:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Nenana Mountain, Alaska — τέσσερις ονομαστοί σταθμοί Anchorage (Dowl Eng Warehouse,

International Airport, Police Headquarters, State Fish & Game) και εννέα καταγραφές K2 — στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου (FifthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 26 περιπτώσεις. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +18,4% (International Airport 360°) και +22,1% (K2-06, 360°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +28,4% (International Airport 360°) και +38,9% (K2-06, 360°) — εύρος 10,5 ποσοστιαίων μονάδων, το ευρύτερο που έχει καταγραφεί για τη σειρά Nenana στα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται δύο ελάχιστες ασυμμετρίες (K2-06, 90° και K2-08, 360°) με διαφορά 0,0001 mm — εντελώς αμελητέες. Οι υπόλοιπες 24 περιπτώσεις παρουσιάζουν πλήρη συμμετρία.

Κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης. Η συνιστώσα 90° κυριαρχεί σε 8/13 ζεύγη, σταθερά ίδιο με τα M1&M2 και M3. Η ακραία ανισοτροπία K2-04 διατηρείται: 90° υπερτερεί 360° κατά 68,1% (0,644 mm έναντι 0,383 mm). Αξιοσημείωτη είναι η Police Headquarters όπου η 90° υπερτερεί της 360° κατά 45,7% — η μεγαλύτερη ανισοτροπία μεταξύ ονομαστών σταθμών.

Νέα κρίσιμη περίπτωση στους ονομαστούς σταθμούς. Για πρώτη φορά στα μοντέλα, ο State Fish & Game, 360° (0,7975 mm) αναδεικνύεται ως κρίσιμη περίπτωση ολόκληρης της σειράς, υπερτερώντας ελαφρά του Dowl Eng Warehouse, 360° (0,7945 mm) κατά +0,4%. Στα M1&M2/M3 ο Dowl 360° ήταν σταθερά κρίσιμος. Η αντιστροφή αυτή, αν και αμελητέα σε απόλυτη τιμή (0,003 mm), είναι το τέταρτο παράδειγμα αντιστροφής κρίσιμης καταγραφής στο FifthModel — μετά Mammoth, Chalfant και Whittier Narrows.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Το FifthModel παρουσιάζει ομοιόμορφη συμπεριφορά: 10 αυξήσεις >1%, 14 ουσιαστικά σταθερές (<±1%), και μόνο 2 μειώσεις (Dowl 360°: −0,82% και Dowl 90°: −0,70%). Το εύρος αλλαγών M1&M2→M5 (−0,82% έως +2,21%) είναι το στενότερο που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Nenana μεταξύ οποιωνδήποτε δύο μοντέλων — επιβεβαιώνοντας εξαιρετική σταθερότητα. Αξιοσημείωτο εύρημα: οι μεταβολές M3→M5 κυμαίνονται μεταξύ −0,41% και +0,79% — η πιο ομοιόμορφη σύγκριση μεταξύ διαδοχικών μοντέλων στη σειρά.

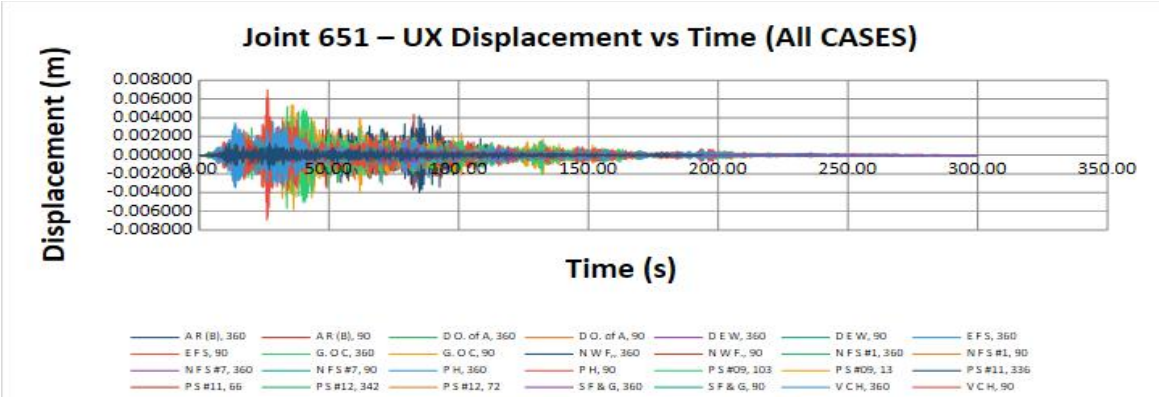
Περίπτωση	M1&M2	M3	M5	Δ M1→M5
State Fish & Game, 360°	0,7836	0,7932	0,7975	+1,77%
Dowl Eng Warehouse, 360°	0,8011	0,7978	0,7945	−0,82%
K2-08, 90°	0,6955	0,7026	0,7061	+1,52%
K2-05, 90°	0,6861	0,6911	0,6927	+0,96%

Πίνακας 34

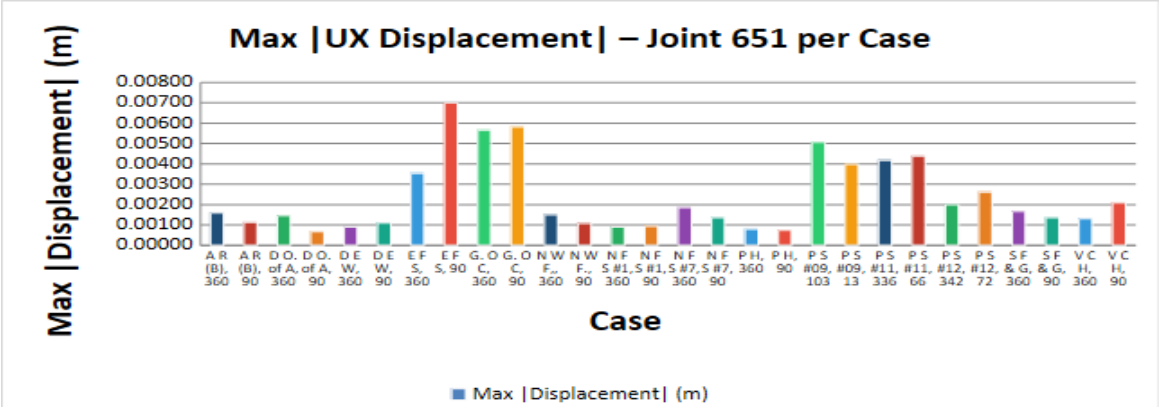
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση στο FifthModel είναι ο State Fish & Game, 360° με 0,7975 mm — ελαφρά υψηλότερη (+1,77%) από τα M1&M2. Η σειρά Nenana Mountain διατηρεί τη θέση της στο κατώτερο τμήμα της ιεράρχησης, κάτω από τις καταγραφές Hector Mine (1,510 mm).

5.4.1-04.01.09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.298: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



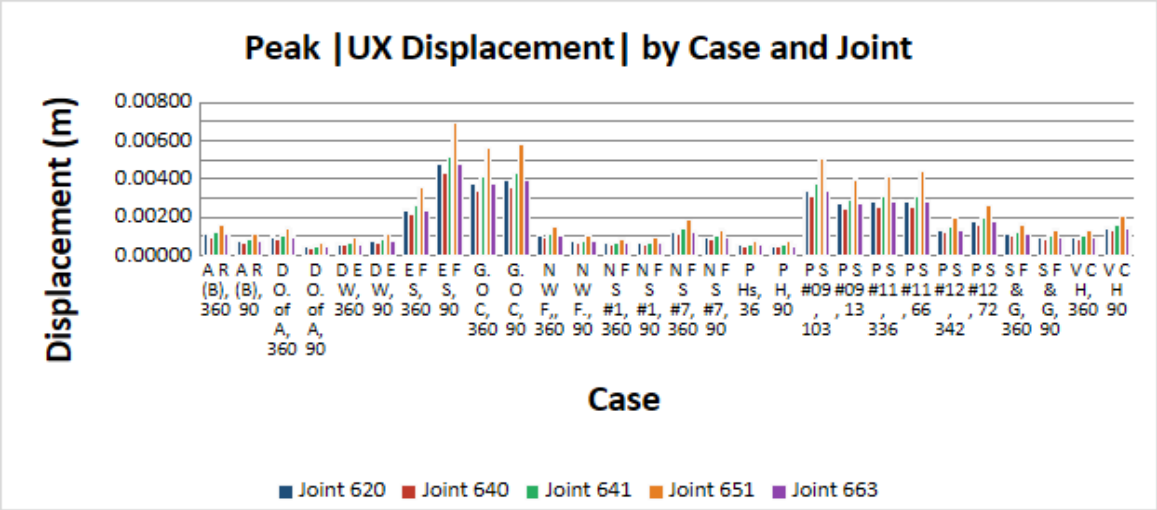
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.299: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00159	0.00159
A R (B), 90	19.04	-0.00112	0.00112
D O. of A, 360	22.74	-0.00144	0.00144
D O. of A, 90	15.99	-0.00067	0.00067
D E W, 360	80.03	-0.00090	0.00090
D E W, 90	73.31	-0.00110	0.00110
E F S, 360	28.49	0.00354	0.00354
E F S, 90	26.35	0.00698	0.00698
G. O C, 360	33.78	-0.00566	0.00566
G. O C, 90	36.38	-0.00582	0.00582
N W F,, 360	17.76	0.00150	0.00150
N W F., 90	17.78	-0.00108	0.00108
N F S #1, 360	23.10	0.00089	0.00089
N F S #1, 90	26.62	-0.00094	0.00094
N F S #7, 360	35.90	0.00185	0.00185
N F S #7, 90	37.19	-0.00135	0.00135
P H, 360	84.73	0.00079	0.00079
P H, 90	66.32	-0.00074	0.00074
P S #09, 103	39.99	-0.00505	0.00505
P S #09, 13	61.94	-0.00398	0.00398
P S #11, 336	84.73	0.00418	0.00418
P S #11, 66	82.71	0.00438	0.00438
P S #12, 342	62.33	-0.00199	0.00199
P S #12, 72	60.06	-0.00262	0.00262
S F & G, 360	69.63	0.00165	0.00165
S F & G, 90	73.98	0.00135	0.00135
V C H, 360	55.65	0.00131	0.00131
V C H, 90	51.49	0.00209	0.00209

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.300: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.304: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.304: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
Aho Res (Basement), 360	0.00110	0.00099	0.00119	0.00159	0.00110
Aho Res (Basement), 90	0.00076	0.00068	0.00083	0.00112	0.00076
DOI Off. of Aircraft, 360	0.00099	0.00090	0.00108	0.00144	0.00099
DOI Off. of Aircraft, 90	0.00046	0.00042	0.00050	0.00067	0.00046
Dowl Eng Warehouse, 360	0.00061	0.00055	0.00066	0.00090	0.00061
Dowl Eng Warehouse, 90	0.00076	0.00069	0.00083	0.00110	0.00076
Ester Fire Station, 360	0.00240	0.00217	0.00261	0.00354	0.00240
Ester Fire Station, 90	0.00476	0.00431	0.00519	0.00698	0.00476
Geophysic. Obs CIGO, 360	0.00376	0.00340	0.00410	0.00566	0.00376
Geophysic. Obs CIGO, 90	0.00395	0.00356	0.00431	0.00582	0.00395
NOAA Weather Fac,, 360	0.00103	0.00093	0.00112	0.00150	0.00103
NOAA Weather Fac., 90	0.00073	0.00066	0.00080	0.00108	0.00073
New Fire Station #1, 360	0.00063	0.00057	0.00068	0.00089	0.00063
New Fire Station #1, 90	0.00065	0.00059	0.00071	0.00094	0.00065
New Fire Station #7, 360	0.00126	0.00114	0.00138	0.00185	0.00126
New Fire Station #7, 90	0.00092	0.00083	0.00100	0.00135	0.00092
Police Headquarters, 360	0.00053	0.00048	0.00058	0.00079	0.00053
Police Headquarters, 90	0.00050	0.00045	0.00055	0.00074	0.00050
Pump Station #09, 103	0.00340	0.00308	0.00373	0.00505	0.00340
Pump Station #09, 13	0.00269	0.00244	0.00291	0.00398	0.00269
Pump Station #11, 336	0.00286	0.00256	0.00312	0.00418	0.00286
Pump Station #11, 66	0.00285	0.00258	0.00308	0.00438	0.00285
Pump Station #12, 342	0.00135	0.00121	0.00148	0.00199	0.00135
Pump Station #12, 72	0.00180	0.00161	0.00197	0.00262	0.00180
State Fish & Game, 360	0.00112	0.00101	0.00122	0.00165	0.00112
State Fish & Game, 90	0.00093	0.00084	0.00101	0.00135	0.00093
Valdez City Hall, 360	0.00091	0.00083	0.00100	0.00131	0.00091
Valdez City Hall, 90	0.00146	0.00133	0.00159	0.00209	0.00146

5.4.1-04.01.09 Συμπεράσματα Denali Alaska:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα

υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 28 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Denali, Alaska, στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου (FifthModel).

Παρατήρηση δομής αρχείου — νέα καταγραφή. Το αρχείο περιλαμβάνει για πρώτη φορά τη συνιστώσα **Ester Fire Station, 360°** (με ονομασία «D.A. Fairbanks – Ester Fire Station, 360°»), η οποία απουσίαζε από όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Αποδίδει 3,540 mm στον Κόμβο 651 — συνεπής με τα M1&M2/M3 (+0,57%). Η προσθήκη αυτή ολοκληρώνει το ζεύγος Ester 360°/90° και επιτρέπει πλήρη σύγκριση διευθύνσεων για πρώτη φορά.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 28 περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +30,9% (New Fire Station #1, 360°) και +42,2% (Pump Station #11, 66°) — εύρος 11,3 ποσοστιαίων μονάδων. Η PS11, 66° παρουσιάζει τη μεγαλύτερη δεύτερη βαθμίδα ολόκληρης της σειράς Denali στα πέντε μοντέλα (+42,2%), αξιοσημείωτη μεταβολή από τις τιμές M3 (+29,9%) και M4 (+31,9%).

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζεται μόνο μία ελάχιστη ασυμμετρία (New Fire Station #1, 360°: 0,0001 mm) — αμελητέα. Όλες οι υπόλοιπες 27 περιπτώσεις παρουσιάζουν πλήρη συμμετρία.

Fairbanks — ολοκλήρωση ζεύγους Ester. Η Ester Fire Station, 90° (6,980 mm) παραμένει η κρίσιμη καταγραφή ολόκληρης της σειράς, αυξημένη κατά +0,72% από M1&M2 και +0,29% από M3. Η νέα καταγραφή Ester 360° (3,540 mm) αποδεικνύει ότι η 90° υπερτερεί της 360° κατά **97,2%** — η μεγαλύτερη ανισοτροπία διευθύνσεων που έχει παρατηρηθεί σε οποιαδήποτε καταγραφή Denali στα πέντε μοντέλα. Ο CIGO παραμένει σχεδόν ισοτροπικός (2,8%), αμετάβλητος.

Κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης. Για πρώτη φορά παρατηρείται **απόλυτη ισοπαλία**: 7/14 ζεύγη με κυρίαρχη υψηλή γωνία και 7/14 με κυρίαρχη χαμηλή — ίδιο με τα M1&M2/M3, επιβεβαιώνοντας τη σταθερότητα αυτής της κατανομής.

Anchorage. Κρίσιμη: New Fire Station #7, 360° με 1,850 mm — ελαφρά μειωμένη (−0,54% από M1&M2). Σημαντικές παρατηρήσεις: ο Dowl Eng Warehouse αντιστρέφει πάλι κυρίαρχη διεύθυνση με 90° (1,100 mm) > 360° (0,902 mm) κατά 21,9% — ίδια αντιστροφή με τα M3/M5 και αντίθετη από το M4. Ο DOI παρουσιάζει τη μεγαλύτερη ανισοτροπία Anchorage (360° υπερτερεί 90° κατά 116,1%), σταθερά αμετάβλητη σε όλα τα μοντέλα.

TAPS. Αξιοσημείωτα ευρήματα: η PS11, 66° (4,380 mm) αναδεικνύεται κρίσιμη έναντι PS11, 336° (4,180 mm) κατά 4,8% — ο μικρότερος λόγος που έχει παρατηρηθεί για τον PS11. Η PS11, 336° παρουσιάζει σημαντική μείωση −5,00% από M1&M2 (4,400→4,180 mm) και −4,57% από M3 — η μεγαλύτερη μείωση μεταξύ μοντέλων στη σειρά Denali.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Η πλειονότητα παρουσιάζει σταθερότητα. Αξιοσημείωτες αποκλίσεις M1→M5: Police HQ 360° (+138,43%) και 90° (+54,52%) — αλλά οι τιμές M3→M5 είναι φυσιολογικές (+0,03% και −0,32%), επιβεβαιώνοντας ότι η ανωμαλία εντοπιζόταν στα M1&M2/SecondModel. PS11, 66° (+14,36% M1→M5) αλλά +0,46% M3→M5 — επίσης φυσιολογική μεταβολή. PS11, 336° (−5,00% M1→M5, −4,57% M3→M5) — η μεγαλύτερη σταθερή μείωση στη σειρά.

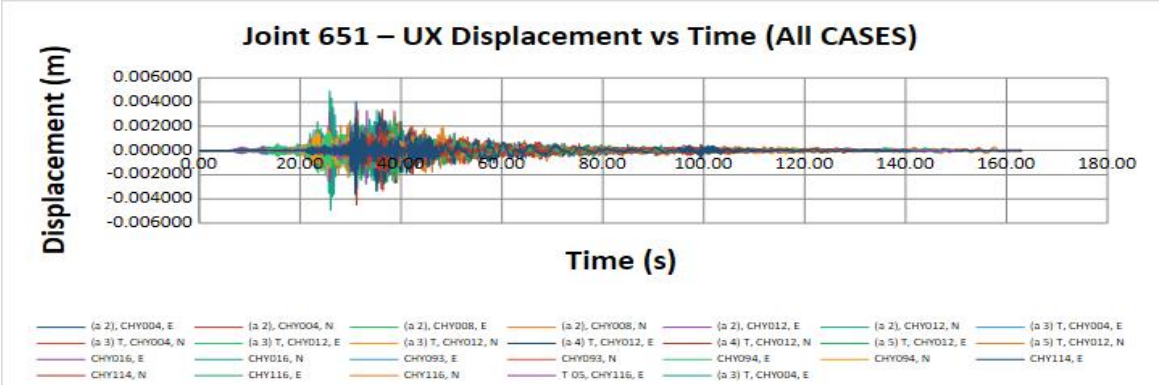
Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M3 (mm)	M5 (mm)	Δ M1→M5	Δ M3→M5
Aho Res (Basement), 360°	1,5800	1,5900	1,5900	+0,63%	+0,00%
Aho Res (Basement), 90°	1,1100	1,1100	1,1200	+0,90%	+0,90%
Ester Fire Station, 360°	3,5200	3,5300	3,5400	+0,57%	+0,28%
DOI Off. of Aircraft, 360°	1,4300	1,4300	1,4400	+0,70%	+0,70%
DOI Off. of Aircraft, 90°	0,6682	0,6674	0,6663	−0,28%	−0,16%
Dowl Eng Warehouse, 360°	0,8969	0,9009	0,9023	+0,60%	+0,16%
Dowl Eng Warehouse, 90°	1,0900	1,1000	1,1000	+0,92%	+0,00%
Ester Fire Station, 90°	6,9300	6,9600	6,9800	+0,72%	+0,29%
Geophysic. Obs CIGO, 360°	5,6200	5,6400	5,6600	+0,71%	+0,35%
Geophysic. Obs CIGO, 90°	5,8300	5,8300	5,8200	−0,17%	−0,17%
NOAA Weather Fac, 360°	1,4800	1,4900	1,5000	+1,35%	+0,67%
NOAA Weather Fac, 90°	1,0800	1,0800	1,0800	+0,00%	+0,00%
New Fire Station #1, 360°	0,8691	0,8820	0,8895	+2,35%	+0,85%
New Fire Station #1, 90°	0,9282	0,9351	0,9393	+1,20%	+0,45%
New Fire Station #7, 360°	1,8600	1,8600	1,8500	−0,54%	−0,54%
New Fire Station #7, 90°	1,3700	1,3600	1,3500	−1,46%	−0,74%
Police Headquarters, 360°	0,3294	0,7852	0,7854	+138,43%	+0,03%
Police Headquarters, 90°	0,4780	0,7410	0,7386	+54,52%	−0,32%
Pump Station #09, 103°	5,1200	5,0800	5,0500	−1,37%	−0,59%
Pump Station #09, 13°	3,9500	4,0200	3,9800	+0,76%	−1,00%
Pump Station #11, 336°	4,4000	4,3800	4,1800	−5,00%	−4,57%
Pump Station #11, 66°	3,8300	4,3600	4,3800	+14,36%	+0,46%
Pump Station #12, 342°	1,9700	1,9800	1,9900	+1,02%	+0,51%
Pump Station #12, 72°	2,6200	2,6000	2,6200	+0,00%	+0,77%
State Fish & Game, 360°	1,6500	1,6500	1,6500	+0,00%	+0,00%
State Fish & Game, 90°	1,3500	1,3500	1,3500	+0,00%	+0,00%
Valdez City Hall, 360°	1,3100	1,3100	1,3100	+0,00%	+0,00%
Valdez City Hall, 90°	2,0700	2,0900	2,0900	+0,97%	+0,00%

Πίνακας 35

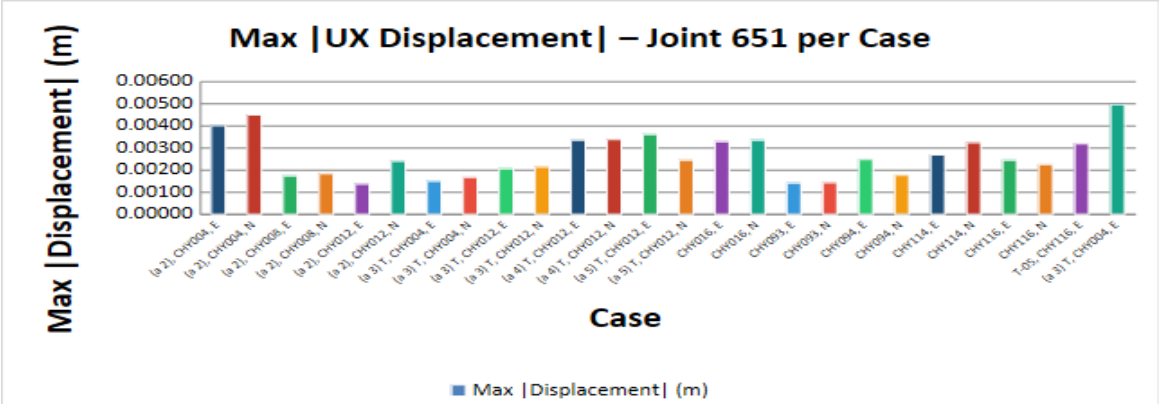
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει σταθερά η Ester Fire Station, 90° με 6,980 mm — αμετάβλητη στα πέντε μοντέλα ως η μέγιστη τιμή ολόκληρης της σειράς Denali. Η σταθερότητα αυτή (+0,72% συνολικά M1→M5) αποτελεί ισχυρή επιβεβαίωση της αξιοπιστίας του αποτελέσματος.

5.4.1-04.01.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.314: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



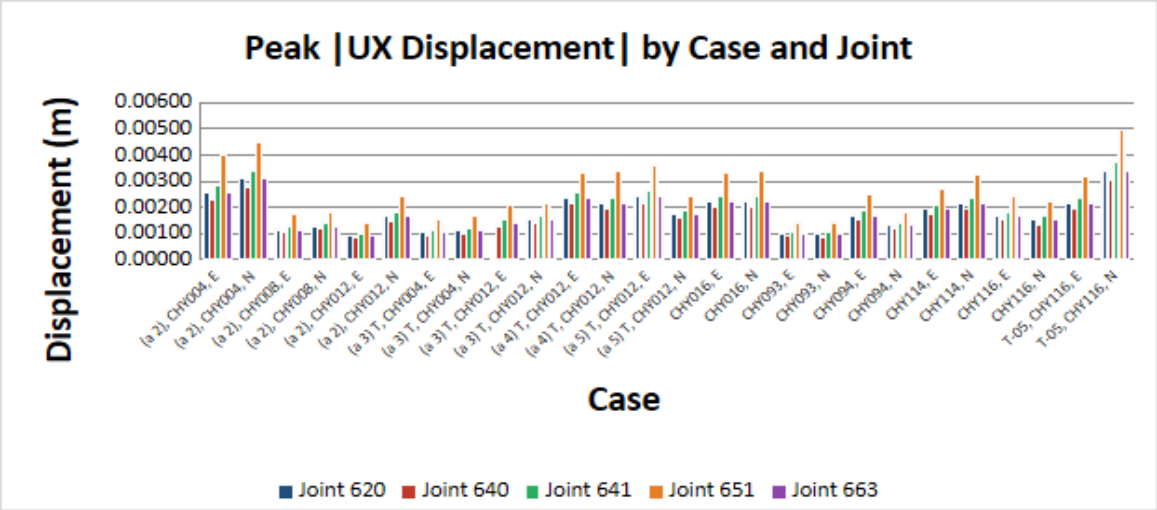
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.315: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.10	0.00401	0.00401
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00450	0.00450
(a 2), CHY008, E	32.01	0.00174	0.00174
(a 2), CHY008, N	31.02	-0.00184	0.00184
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00137	0.00137
(a 2), CHY012, N	34.74	0.00240	0.00240
(a 3) T, CHY004, E	31.73	-0.00150	0.00150
(a 3) T, CHY004, N	37.03	-0.00167	0.00167
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00207	0.00207
(a 3) T, CHY012, N	25.31	-0.00215	0.00215
(a 4) T, CHY012, E	35.21	-0.00335	0.00335
(a 4) T, CHY012, N	36.27	0.00338	0.00338
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00361	0.00361
(a 5) T, CHY012, N	39.24	-0.00245	0.00245
CHY016, E	33.25	0.00329	0.00329
CHY016, N	35.08	-0.00336	0.00336
CHY093, E	34.79	-0.00142	0.00142
CHY093, N	30.66	-0.00143	0.00143
CHY094, E	34.27	-0.00249	0.00249
CHY094, N	31.22	0.00178	0.00178
CHY114, E	38.78	-0.00269	0.00269
CHY114, N	38.70	0.00324	0.00324
CHY116, E	29.98	0.00245	0.00245
CHY116, N	29.48	-0.00225	0.00225
T-05, CHY116, E	25.86	0.00319	0.00319
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00496	0.00496

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.316: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.320: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.320: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
(a 2), CHY004, E	0.00257	0.00230	0.00283	0.00401	0.00257
(a 2), CHY004, N	0.00309	0.00280	0.00337	0.00450	0.00309
(a 2), CHY008, E	0.00115	0.00104	0.00124	0.00174	0.00115
(a 2), CHY008, N	0.00129	0.00117	0.00140	0.00184	0.00129
(a 2), CHY012, E	0.00092	0.00082	0.00100	0.00137	0.00092
(a 2), CHY012, N	0.00165	0.00149	0.00180	0.00240	0.00165
(a 3) T, CHY004, E	0.00103	0.00093	0.00111	0.00150	0.00103
(a 3) T, CHY004, N	0.00110	0.00099	0.00120	0.00167	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	0.00000	0.00128	0.00155	0.00207	0.00142
(a 3) T, CHY012, N	0.00152	0.00138	0.00166	0.00215	0.00152
(a 4) T, CHY012, E	0.00237	0.00216	0.00256	0.00335	0.00237
(a 4) T, CHY012, N	0.00218	0.00197	0.00239	0.00338	0.00218
(a 5) T, CHY012, E	0.00242	0.00218	0.00264	0.00361	0.00242
(a 5) T, CHY012, N	0.00172	0.00157	0.00186	0.00245	0.00172
CHY016, E	0.00224	0.00202	0.00245	0.00329	0.00224
CHY016, N	0.00224	0.00202	0.00246	0.00336	0.00224
CHY093, E	0.00099	0.00089	0.00108	0.00142	0.00099
CHY093, N	0.00097	0.00087	0.00107	0.00143	0.00097
CHY094, E	0.00169	0.00153	0.00185	0.00249	0.00169
CHY094, N	0.00130	0.00118	0.00141	0.00178	0.00130
CHY114, E	0.00191	0.00173	0.00207	0.00269	0.00191
CHY114, N	0.00214	0.00192	0.00234	0.00324	0.00214
CHY116, E	0.00167	0.00151	0.00183	0.00245	0.00167
CHY116, N	0.00151	0.00136	0.00165	0.00225	0.00151
T-05, CHY116, E	0.00218	0.00197	0.00238	0.00319	0.00218
T-05, CHY116, N	0.00338	0.00304	0.00370	0.00496	0.00338

5.4.1-04.01.10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα

υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών της σειράς Chi-Chi, Taiwan, στο πλαίσιο του πέμπτου εδαφικού μοντέλου (FifthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 26 περιπτώσεις. Η βαθμίδα 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +26,2% (CHY094, N) και +41,7% (Aftershock 2, CHY004, E) — εύρος 15,5 ποσοστιαίων μονάδων, το ευρύτερο για τη σειρά Chi-Chi στα πέντε μοντέλα.

Κρίσιμο εύρημα — ασυμμετρία Aftershock 3, CHY012, E. Επανεμφανίζεται η ίδια ανωμαλία που είχε εντοπιστεί στα SecondModel (M1&M2) και ThirdModel (M3): ο Κόμβος 620 = 0,000 mm ενώ ο Κόμβος 663 = 1,420 mm. Η επανάληψη αυτής της ανωμαλίας στο FifthModel — μετά την απουσία της στο FourthModel — υποδηλώνει ότι πρόκειται για συστηματικό χαρακτηριστικό που εξαρτάται από τον τύπο του μοντέλου (παρουσία null elements) και όχι από τυχαίο σφάλμα εξαγωγής. Χρήζει τεχνικής διερεύνησης.

Κρίσιμο εύρημα — AS5, CHY012, N. Η Aftershock 5, CHY012, N παρουσιάζει τιμή 2,450 mm — μείωση **−34,84% από M1&M2** (3,760 mm) και **−35,36% από M4** (3,790 mm). Αυτή η απόκλιση είναι η μεγαλύτερη που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Chi-Chi στα πέντε μοντέλα και δεν ακολουθεί καμία από τις τάσεις των άλλων περιπτώσεων. Επιπλέον, αντιστρέφει την κυριαρχία N/E για τον AS5: η E (3,610 mm) υπερτερεί πλέον της N (2,450 mm) κατά 47,3% — ενώ σε όλα τα προηγούμενα μοντέλα η N ήταν κυρίαρχη. Συνιστάται επαλήθευση από το SAP2000.

Σύγκριση E και N συνιστωσών. Η βόρεια N κυριαρχεί σε 10/13 θέσεων — ίδιο με M3/M4. Νέες αντιστροφές: AS5, CHY012 (E > N, +47,3%) λόγω της ανωμαλίας AS5-N. Ο CHY094 διατηρεί σταθερά την αντίστροφη ανισοτροπία (E > N κατά 39,9%), σταθερή σε όλα τα μοντέλα.

Εξέλιξη CHY012 ανά μετασεισμό. Η N συνιστώσα παρουσιάζει μη μονότονη πορεία: 2,400 → 2,150 → 3,380 → 2,450 mm — η απότομη πτώση AS4→AS5 είναι ανεξήγητη. Η E συνιστώσα παρουσιάζει μονοτονική άνοδο: 1,370 → 2,070 → 3,350 → 3,610 mm — η πιο σταθερή εξέλιξη στα πέντε μοντέλα.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Εκτός των δύο ανωμαλιών (AS5-N και AS3 CHY012 E συμμετρία), οι υπόλοιπες 24 περιπτώσεις παρουσιάζουν ομοιόμορφη και μικρή μεταβολή εντός ±2%:

Κατηγορία	Πλήθος
Αύξηση >1% M1→M5	8/26
Σταθερές ±1%	14/26
Μείωση	4/26
Ανωμαλία >5%	1/26 (AS5-N: −34,84%)

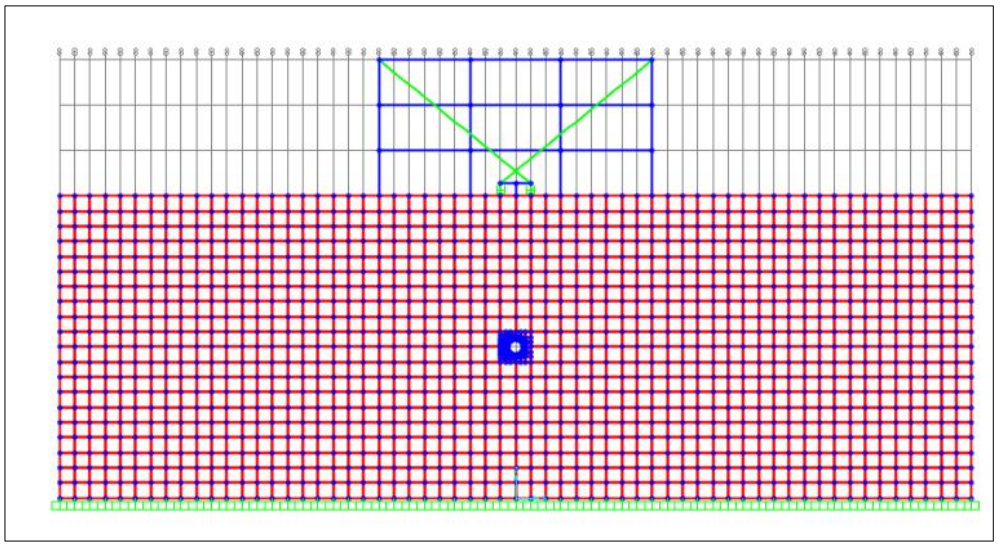
Πίνακας 36

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M4 (mm)	M5 (mm)	Δ M1→M5	Δ M4→M5
(Aftershock 2) CHY004, E	3,980	4,030	4,010	+0,75%	−0,50%
(Aftershock 2) CHY004, N	4,480	4,530	4,500	+0,45%	−0,66%
(Aftershock 2) CHY008, E	1,720	1,720	1,740	+1,16%	+1,16%
(Aftershock 2) CHY008, N	1,830	1,850	1,840	+0,55%	−0,54%
(Aftershock 2) CHY012, E	1,360	1,380	1,370	+0,74%	−0,72%
(Aftershock 2) CHY012, N	2,270	2,290	2,400	+5,73%	+4,80%
(Aftershock 3) CHY004, E	1,470	1,480	1,500	+2,04%	+1,35%
(Aftershock 3) CHY004, N	1,670	1,690	1,670	+0,00%	−1,18%
(Aftershock 3) CHY012, E	2,070	2,090	2,070	+0,00%	−0,96%
(Aftershock 3) CHY012, N	2,160	2,190	2,150	−0,46%	−1,83%
(Aftershock 4) CHY012, E	3,290	3,350	3,350	+1,82%	+0,00%
(Aftershock 4) CHY012, N	3,350	3,400	3,380	+0,90%	−0,59%
(Aftershock 5) CHY012, E	3,630	3,660	3,610	−0,55%	−1,37%
(Aftershock 5) CHY012, N	**3,760**	**3,790**	**2,450**	**−34,84%**	**−35,36%** ⚠
CHY016, E	3,230	3,260	3,290	+1,86%	+0,92%
CHY016, N	3,310	3,360	3,360	+1,51%	+0,00%
CHY093, E	1,430	1,430	1,420	−0,70%	−0,70%
CHY093, N	1,430	1,430	1,430	+0,00%	+0,00%
CHY094, E	2,490	2,510	2,490	+0,00%	−0,80%
CHY094, N	1,760	1,790	1,780	+1,14%	−0,56%
CHY114, E	2,650	2,680	2,690	+1,51%	+0,37%
CHY114, N	3,220	3,260	3,240	+0,62%	−0,61%
CHY116, E	2,460	2,490	2,450	−0,41%	−1,61%
CHY116, N	2,270	2,280	2,250	−0,88%	−1,32%
Taiwan-05 CHY116, E	3,150	3,200	3,190	+1,27%	−0,31%
Taiwan-05 CHY116, N	4,910	4,970	4,960	+1,02%	−0,20%

Πίνακας 37

Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει σταθερά η **Taiwan-05, CHY116, N με 4,960 mm** στον Κόμβο 651 — ελάχιστα χαμηλότερη (−0,20%) από το M4 και +1,02% από τα M1&M2. Η σταθερότητα αυτή σε όλα τα πέντε μοντέλα (4,910→4,930→4,930→4,970→4,960 mm) επιβεβαιώνει την αξιοπιστία του αποτελέσματος. Ο λόγος μεγίστης/ελαχίστης είναι 3,62:1 — πρακτικά αμετάβλητος στα πέντε μοντέλα.

- **5.4.2-04.02 NEWDMF30NULLSSEESAW**

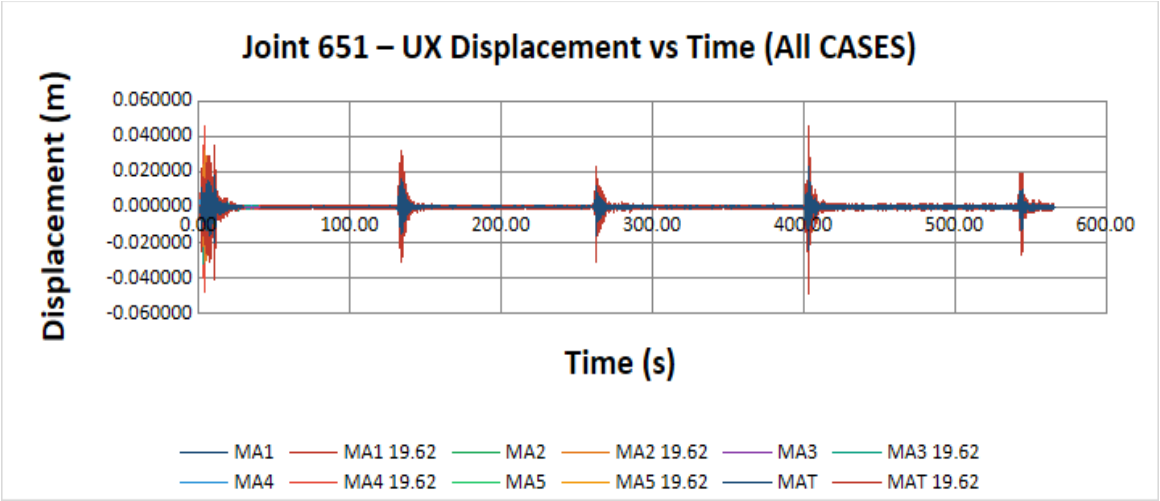


Μοντέλο 4.2

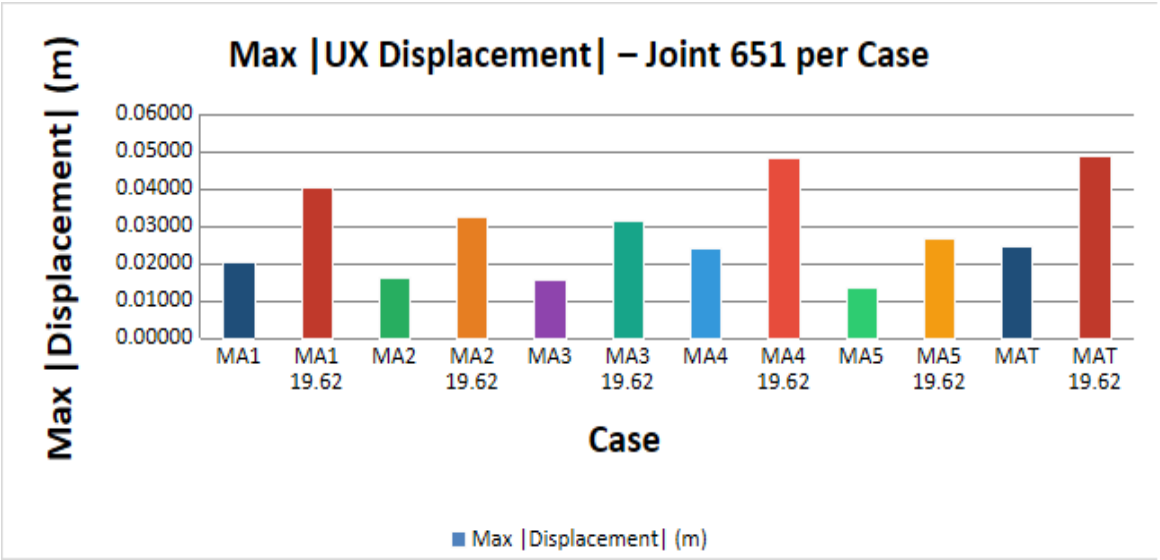
Η εικόνα παρουσιάζει μια εναλλακτική λύση κατασκευής με τη χρήση ενός συστήματος "seesaw" εντός του πλαισίου. Αυτή η διάταξη φαίνεται να αποσκοπεί στην ανακατανομή των φορτίων μακριά από την οπή. Το σχήμα των καλωδίων δημιουργεί μια κατασκευή που μεταφέρει τα φορτία προς τα άκρα του πλαισίου, αποφεύγοντας την άμεση επιβάρυνση του κεντρικού σημείου όπου βρίσκεται η οπή. Αυτή η λύση στοχεύει στην προστασία του αγωγού από υπερβολικές καταπονήσεις μέσω της ανακατεύθυνσης των δυνάμεων.

5.4.2-04.02.01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.10: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



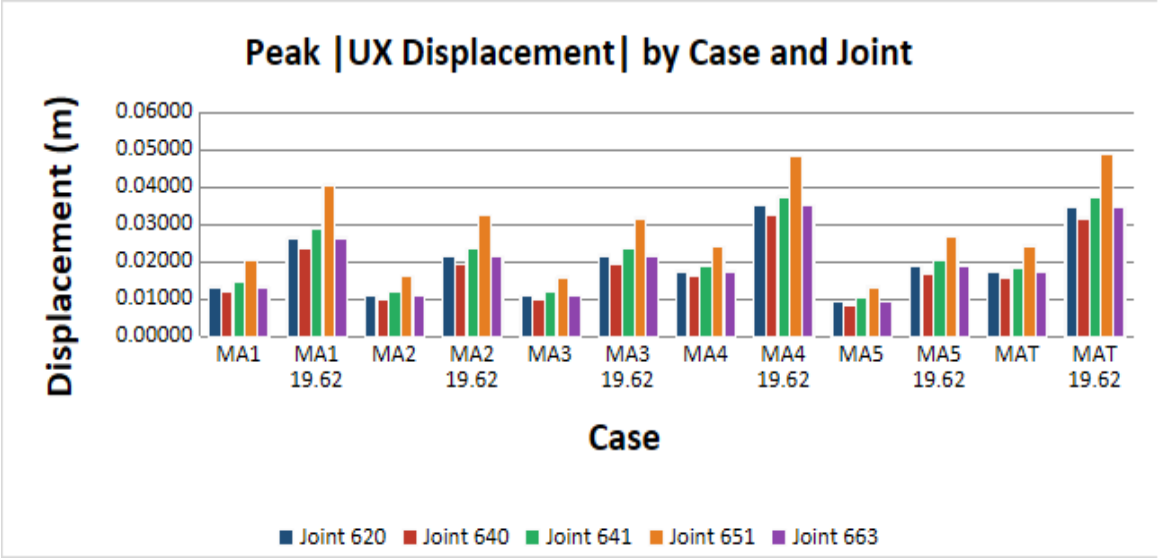
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.11: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.02031	0.02031
MA1 19.62	10.27	-0.04061	0.04061
MA2	4.23	0.01619	0.01619
MA2 19.62	4.23	0.03238	0.03238
MA3	3.06	-0.01582	0.01582
MA3 19.62	3.06	-0.03164	0.03164
MA4	3.61	-0.02415	0.02415
MA4 19.62	3.61	-0.04831	0.04831
MA5	4.60	-0.01333	0.01333
MA5 19.62	4.60	-0.02666	0.02666
MAT	403.51	-0.02437	0.02437
MAT 19.62	403.51	-0.04885	0.04885

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.12: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.8: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.8: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
MA1	0.01319	0.01178	0.01451	0.02031	0.01321
MA1 19.62	0.02637	0.02356	0.02902	0.04061	0.02642
MA2	0.01077	0.00970	0.01177	0.01619	0.01076
MA2 19.62	0.02154	0.01940	0.02354	0.03238	0.02153
MA3	0.01084	0.00977	0.01185	0.01582	0.01084
MA3 19.62	0.02167	0.01954	0.02370	0.03164	0.02169
MA4	0.01754	0.01615	0.01878	0.02415	0.01755
MA4 19.62	0.03509	0.03230	0.03755	0.04831	0.03509
MA5	0.00938	0.00850	0.01020	0.01333	0.00937
MA5 19.62	0.01875	0.01699	0.02040	0.02666	0.01875
MAT	0.01726	0.01592	0.01853	0.02437	0.01728
MAT 19.62	0.03456	0.03171	0.03720	0.04885	0.03458

5.4.2-04.02.01 Συμπεράσματα Mammoth:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Mammoth 1 έως 5 και του συνδυασμού MAT, στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel), το οποίο συνδυάζει seesaw επιφανειακή κατασκευή με πραγματικό αγωγό στο έδαφος.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις έξι περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +16,3% (MA4) και +23,2% (MA1) — εύρος 6,9 ποσοστιαίων μονάδων, το ευρύτερο που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Mammoth στα έξι μοντέλα. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +28,6% (MA4) και +40,0% (MA1), εύρος επίσης αυξημένο, αντανακλώντας την πολυπλοκότερη αλληλεπίδραση seesaw–εδάφους–αγωγού.

Επαναφορά MAT ως κρίσιμης καταγραφής. Η MAT (24,370 mm) υπερτερεί της MA4 (24,150 mm) κατά +0,91% — επαναφορά της κανονικής σχέσης MAT > MA4 που είχε διαταραχθεί στο M4 (seesaw + αγωγός). Αξιοσημείωτο είναι ότι η MAT στο SixthModel (24,370 mm) είναι η **υψηλότερη τιμή MAT** που έχει καταγραφεί σε οποιοδήποτε από τα έξι μοντέλα, υπερβαίνοντας ακόμα και τα M1&M2 (24,11 mm) κατά +1,08%.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται ασυμμετρίες σε τέσσερις σειρές: MA1 βασική (0,020 mm), MAT βασική (0,020 mm), MA1 x2g (0,050 mm) και MAT x2g (0,020 mm). Οι τιμές αυτές είναι εντός στρογγυλοποίησης και δεν έχουν φυσική σημασία. Αξιοσημείωτο είναι ότι η MA3 x2g παρουσιάζει επίσης μικρή ασυμμετρία (0,020 mm) — το μοτίβο αυτό στις x2g σειρές παρατηρείται συστηματικά υπό seesaw φόρτιση.

Κλιμάκωση ×2g. Για MA1–MA5 ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9988 και 2,0011 — πλήρης γραμμική απόκριση. Η MAT x2g παρουσιάζει ελαφρά μεγαλύτερο εύρος (1,9918–2,0076) — παρόμοιο εύρος με αυτό που παρατηρήθηκε στο M4 για τη MAT, επιβεβαιώνοντας ότι η συνδυαστική περίπτωση υπό seesaw φόρτιση εισάγει μια ελαφρά μη γραμμικότητα στην κλιμάκωση.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Κεντρικό εύρημα: οι τιμές ακολουθούν ταλαντωτική συμπεριφορά χωρίς μονοτονική τάση — κανένα ζεύγος δεν παρουσιάζει ανοδική ή καθοδική πορεία σε όλα τα μοντέλα:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
MA1	20,56	20,33	20,24	20,42	20,31	−1,22%	−0,54%
MA2	15,86	16,02	16,15	16,06	16,19	+2,08%	+0,81%
MA3	15,36	15,35	15,80	15,36	15,82	+2,99%	+2,99%
MA4	24,03	23,87	24,21	23,81	24,15	+0,50%	+1,43%
MA5	13,18	13,17	13,36	13,14	13,33	+1,14%	+1,45%
MAT	24,11	24,15	24,03	23,88	24,37	+1,08%	**+2,05%**

Πίνακας 38

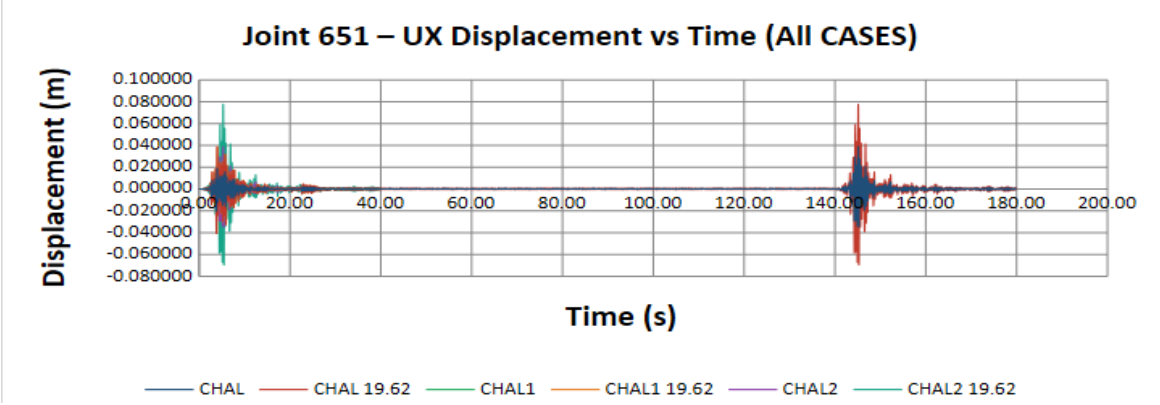
Αξιοσημείωτο εύρημα: η MA3 παρουσιάζει τη μεγαλύτερη αύξηση M5→M6 (+2,99%), επιστρέφοντας ακριβώς στο επίπεδο M4 (15,82 mm). Αυτό υποδηλώνει ότι η MA3 είναι ιδιαίτερα ευαίσθητη στην παρουσία ή απουσία αγωγού υπό seesaw φόρτιση — εύρημα που είχε παρατηρηθεί και στα M4/M5.

Εξέλιξη στα έξι μοντέλα. Όλες οι περιπτώσεις παρουσιάζουν ταλαντωτική συμπεριφορά (↑↓↑↓ ή παρόμοιο) χωρίς σαφή μονοτονική τάση. Το εύρος μεταξύ ελαχίστης και μεγίστης τιμής κάθε περίπτωσης στα έξι μοντέλα κυμαίνεται μεταξύ 0,32 mm (MA5) και 0,49 mm (MAT) — εξαιρετικά στενό εύρος που επιβεβαιώνει τη ρωμαλεότητα των αποτελεσμάτων.

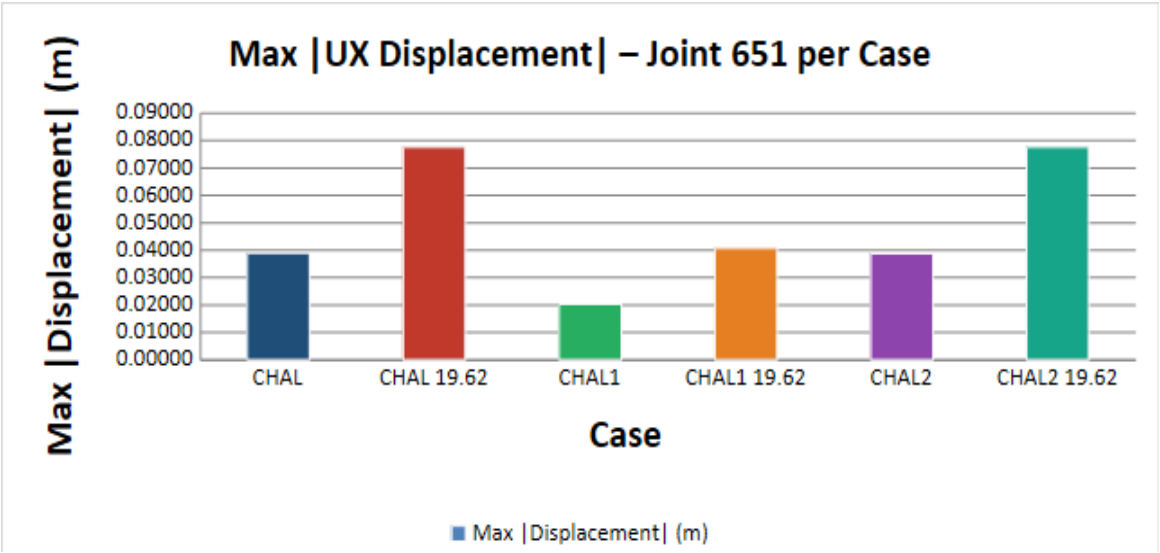
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η MAT με 24,370 mm στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή MAT στα έξι μοντέλα. Το SixthModel, ως ο συνδυασμός seesaw κατασκευής με πραγματικό αγωγό, παράγει τη μεγαλύτερη απαίτηση μετακίνησης για τη MAT, επιβεβαιώνοντας ότι η ταυτόχρονη παρουσία αγωγού και seesaw φόρτισης αποτελεί την πιο δυσμενή συνδυαστική συνθήκη για τη σειρά Mammoth.

5.4.2-04.02.02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.25: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



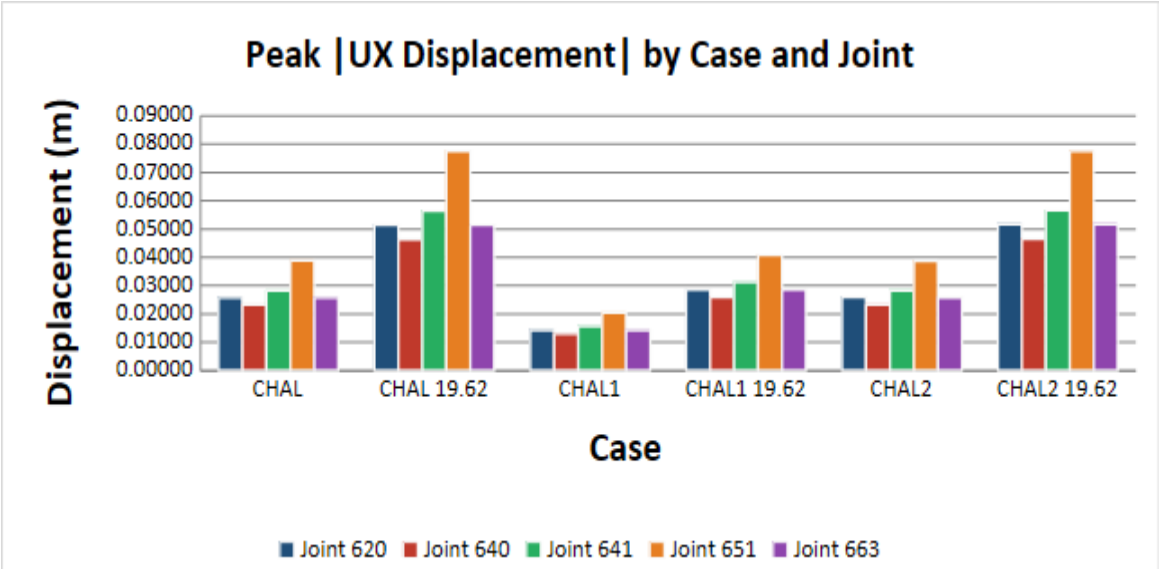
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.26: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.03884	0.03884
CHAL 19.62	145.12	0.07758	0.07758
CHAL1	3.84	-0.02038	0.02038
CHAL1 19.62	3.84	-0.04076	0.04076
CHAL2	5.30	0.03875	0.03875
CHAL2 19.62	5.30	0.07751	0.07751

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.27: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.9: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.9: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
CHAL	0.02577	0.02321	0.02821	0.03884	0.02576
CHAL 19.62	0.05154	0.04640	0.05644	0.07758	0.05151
CHAL1	0.01432	0.01297	0.01559	0.02038	0.01433
CHAL1 19.62	0.02864	0.02594	0.03119	0.04076	0.02866
CHAL2	0.02584	0.02326	0.02827	0.03875	0.02583
CHAL2 19.62	0.05168	0.04652	0.05654	0.07751	0.05165

5.4.2-04.02.02 Συμπεράσματα Chalfant:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Chalfant 1, Chalfant 2 και του συνδυασμού CHAL, στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 είναι εξαιρετικά σταθερή — ακριβώς +21,5% για CHAL και CHAL2, +20,2% για CHAL1 — η ομοιομορφότερη πρώτη βαθμίδα που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Chalfant στα έξι μοντέλα. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +30,7% (CHAL1) και +37,7% (CHAL), εύρος συνεπές με τα προηγούμενα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζεται ελάχιστη ασυμμετρία σε CHAL1 βασική (0,010 mm) και σε όλες τις κλιμακωμένες σειρές (0,020–0,030 mm) — τιμές εντελώς αμελητέες, αποδιδόμενες σε στρογγυλοποίηση. Η CHAL και CHAL2 βάσης παρουσιάζουν πλήρη συμμετρία.

Επιβεβαίωση CHAL ως κρίσιμης καταγραφής. Η CHAL (38,840 mm) υπερτερεί της CHAL2 (38,750 mm) κατά +0,23% — επιβεβαίωση της αντιστροφής που εντοπίστηκε πρώτα στο M5. Στα M1&M2, M3 και M4 η CHAL2 ήταν σταθερά κρίσιμη, ενώ στα M5 και M6 η CHAL αναδεικνύεται κρίσιμη. Αυτή η μεταβολή φαίνεται να συνδέεται με τον τύπο της επιφανειακής κατασκευής: για μοντέλα με null elements (M5) ή seesaw+αγωγός (M6), ο συνδυασμός CHAL — που αθροίζει τις δύο καταγραφές — τείνει να υπερτερεί της μεμονωμένης CHAL2.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9974 και 2,0007 — πλήρης γραμμική απόκριση σε κάθε κόμβο και για τις τρεις περιπτώσεις. Αξιοσημείωτη η CHAL x2g J651 = 77,580 mm και CHAL2 x2g J651 = 77,510 mm — επιβεβαίωση της σχέσης CHAL > CHAL2 και στις κλιμακωμένες σειρές.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Παρατηρείται σταθερά ανοδική τάση για CHAL και CHAL1, ενώ η CHAL2 παρουσιάζει ελαφρά ταλαντωτική συμπεριφορά:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
CHAL	38,59	38,51	38,71	38,77	38,84	+0,65%	+0,18%
CHAL1	19,93	20,05	20,31	20,12	20,38	+2,26%	+1,29%

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
CHAL2	38,66	38,75	38,83	38,69	38,75	+0,23%	+0,16%

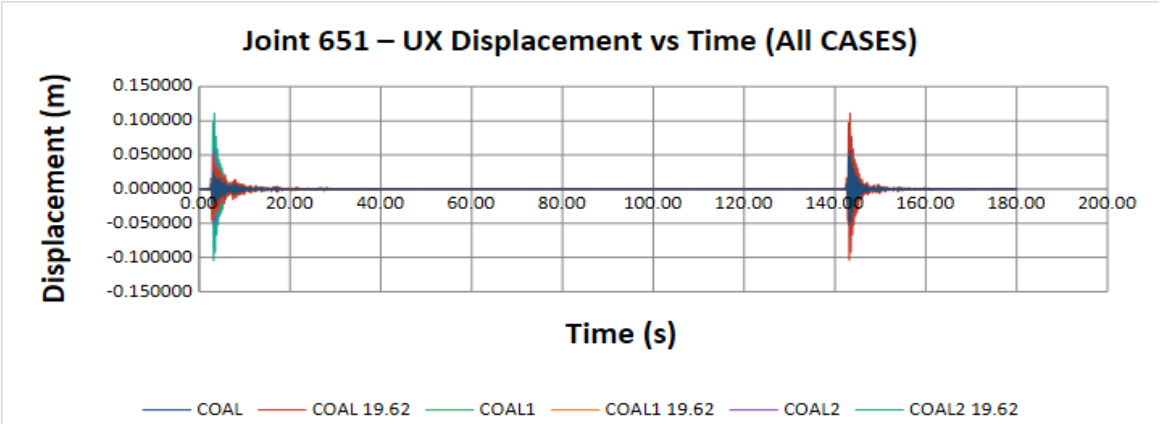
Πίνακας 39

Η CHAL παρουσιάζει μονοτονικά ανοδική πορεία M3→M4→M5→M6 (38,51→38,71→38,77→38,84 mm), ενώ η CHAL2 έχει κορυφωθεί στο M4 (38,83 mm) και σταθεροποιείται γύρω στα 38,75 mm. Η μικρότερη διακύμανση CHAL2 σε όλα τα μοντέλα (0,170 mm) έναντι CHAL (0,330 mm) επιβεβαιώνει τη σταθερότερη συμπεριφορά της μεμονωμένης κρίσιμης καταγραφής.

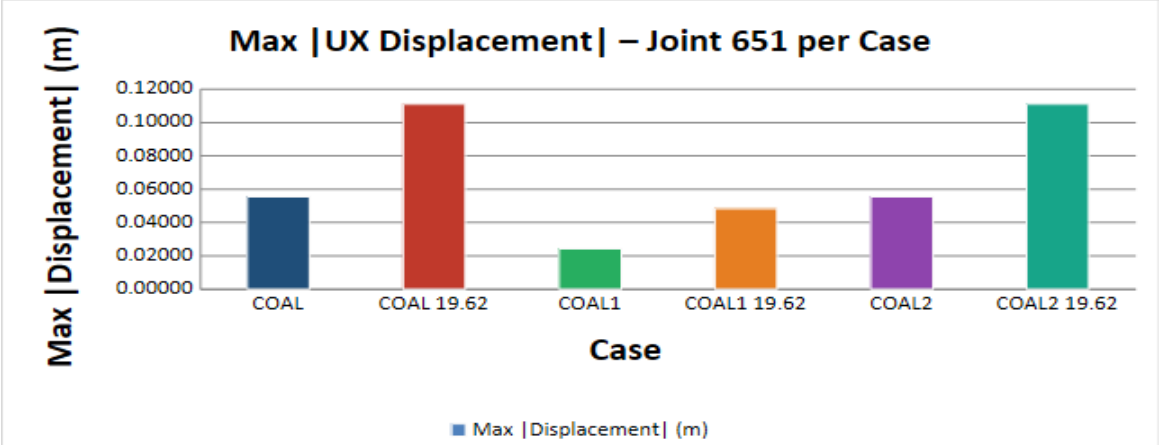
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η CHAL με 38,840 mm στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή CHAL που έχει καταγραφεί στα έξι μοντέλα (+0,65% από M1&M2). Η σειρά Chalfant διατηρεί σταθερά τη θέση της ως η δεύτερη κρισιμότερη σεισμική σειρά μετά τη Coalinga και στο SixthModel, με την κρίσιμη τιμή να παραμένει εντός στενού εύρους 38,51–38,84 mm σε όλα τα έξι μοντέλα.

5.4.2-04.02.03 Σεισμός Coalinga

Coalinga - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.40: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



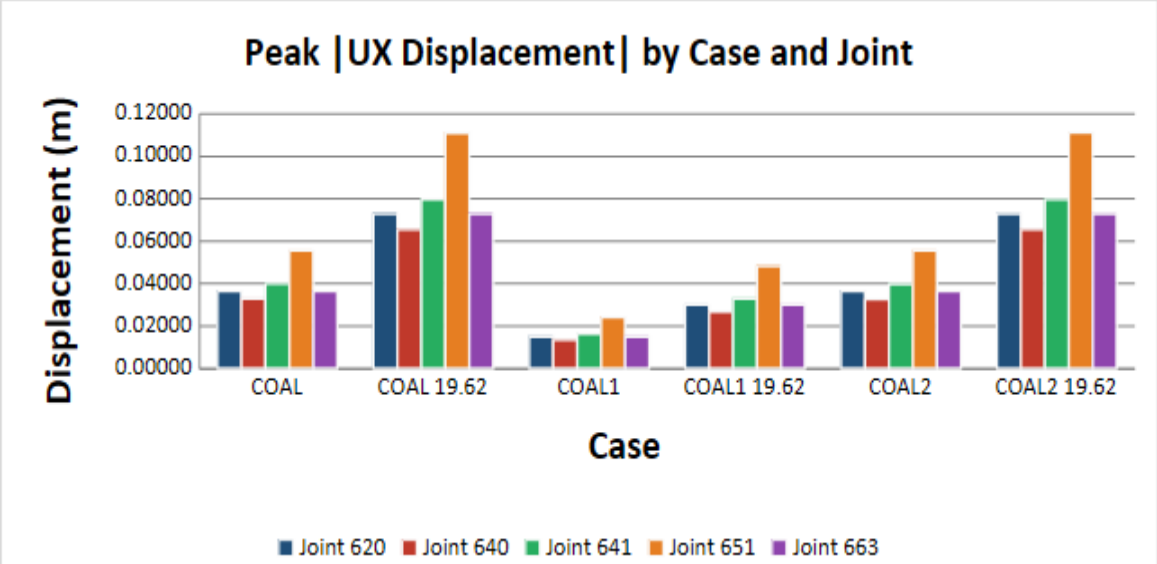
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.41: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.05550	0.05550
COAL 19.62	143.33	0.11106	0.11106
COAL1	3.15	0.02416	0.02416
COAL1 19.62	3.15	0.04832	0.04832
COAL2	3.35	0.05555	0.05555
COAL2 19.62	3.35	0.11109	0.11109

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.42: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.10: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.10: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
COAL	0.03650	0.03281	0.03997	0.05550	0.03651
COAL 19.62	0.07290	0.06552	0.07981	0.11106	0.07291
COAL1	0.01501	0.01345	0.01647	0.02416	0.01501
COAL1 19.62	0.03001	0.02690	0.03293	0.04832	0.03002
COAL2	0.03640	0.03272	0.03985	0.05555	0.03640
COAL2 19.62	0.07280	0.06545	0.07970	0.11109	0.07279

5.4.2-04.02.03 Συμπεράσματα Coalinga:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Coalinga 1, Coalinga 2 και του συνδυασμού COAL, στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 είναι εξαιρετικά σταθερή — ακριβώς +21,8% για COAL και COAL2, +22,5% για COAL1 — εύρος μόλις 0,7 ποσοστιαίων μονάδων, το στενότερο που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Coalinga στα έξι μοντέλα. Η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +38,9% (COAL) και +46,7% (COAL1) — η COAL1 παρουσιάζει σταθερά τη μεγαλύτερη δεύτερη βαθμίδα σε όλα τα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Η COAL βασική παρουσιάζει ελάχιστη ασυμμετρία (0,010 mm), ενώ η COAL1 βασική και COAL x2g είναι πλήρως συμμετρικές. Μικρές ασυμμετρίες 0,010 mm στις COAL1 x2g και COAL2 x2g — εντελώς αμελητέες.

Επαναφορά COAL2 ως κρίσιμης καταγραφής. Η COAL2 (55,550 mm) υπερτερεί της COAL (55,500 mm) κατά +0,09% — επιστροφή στη σχέση M1&M2/M3/M5 (COAL2 κρίσιμη). Στο M4 μόνο είχε εμφανιστεί αντιστροφή (COAL κρίσιμη). Ο συνδυασμός seesaw + πραγματικός αγωγός (SixthModel) επαναφέρει τη COAL2 ως κρίσιμη — ταυτόσημη συμπεριφορά με τα M1&M2, M3 και M5. Η ιστορική εξέλιξη (COAL2→COAL2→COAL→COAL2→COAL2) επιβεβαιώνει ότι η αντιστροφή του M4 ήταν εξαίρεση που συνδέεται αποκλειστικά με τη seesaw κατασκευή υπό παρουσία αγωγού εκεί συγκεκριμένα.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9967 και 2,0011 — πλήρης γραμμική απόκριση. Οι ελάχιστες αποκλίσεις από το 2,000 είναι οι μικρότερες που έχουν παρατηρηθεί για τη σειρά Coalinga στα μοντέλα με seesaw φόρτιση.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Αξιοσημείωτο εύρημα: το SixthModel παράγει τη **δεύτερη υψηλότερη τιμή** για COAL και COAL2 στα έξι μοντέλα, υπολειπόμενες μόνο του M4:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
COAL	54,68	54,94	55,66	54,78	55,50	+1,50%	+1,31%
COAL1	24,17	24,23	24,15	24,23	24,16	−0,04%	−0,29%
COAL2	54,79	54,89	55,57	54,86	55,55	+1,39%	+1,26%

Πίνακας 40

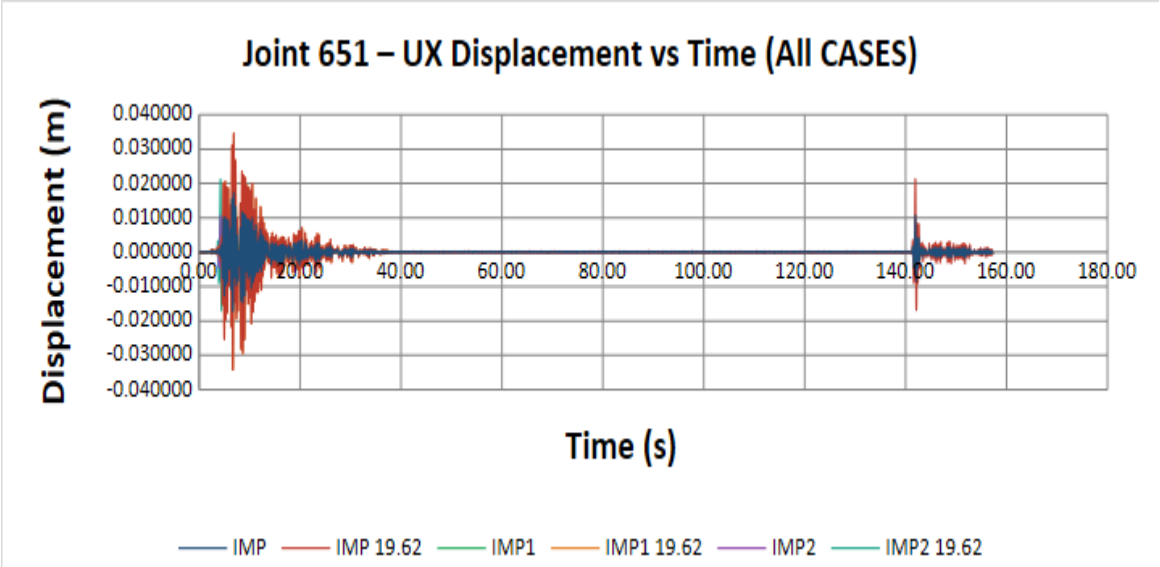
Η COAL και COAL2 ακολουθούν το μοτίβο M4→M5→M6 με κορύφωση στο M4, πτώση στο M5 και ανάκαμψη στο M6 — η seesaw κατασκευή (παρούσα και στα M4 και M6) παράγει υψηλότερες τιμές από τα μοντέλα χωρίς seesaw (M1&M2, M3, M5). Η COAL1 παραμένει εξαιρετικά σταθερή σε όλα τα μοντέλα — διακύμανση μόλις 0,080 mm.

Εξέλιξη στα έξι μοντέλα. Η COAL εμφανίζει τη μεγαλύτερη διακύμανση (0,980 mm) ενώ η COAL1 την ελάχιστη (0,080 mm) — αντανακλώντας την αντίστροφη ευαισθησία ισχυρών και ασθενών καταγραφών στη μεταβολή μοντέλου.

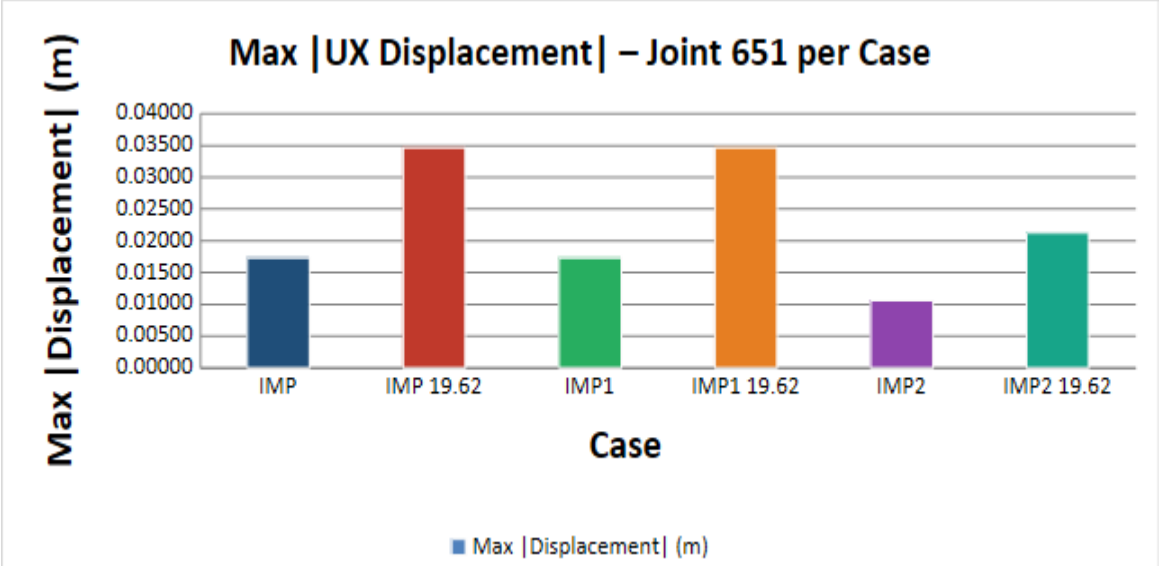
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η COAL2 με 55,550 mm στον Κόμβο 651 — η δεύτερη υψηλότερη τιμή COAL2 στα έξι μοντέλα (+1,39% από M1&M2). Η σειρά Coalinga διατηρεί αδιαμφισβήτητα την πρώτη θέση στη συνολική ιεράρχηση του SixthModel.

5.4.2-04.02.04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.55: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



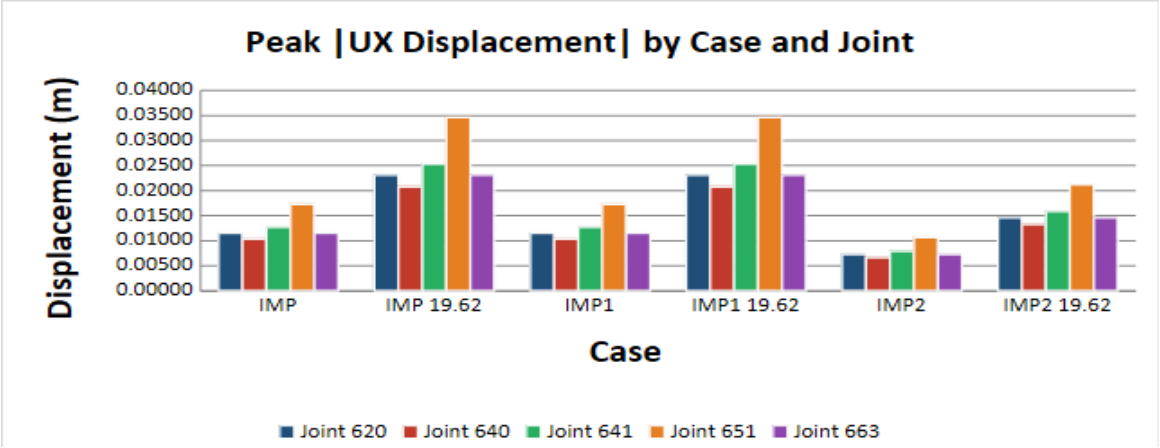
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.56: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.86	0.01732	0.01732
IMP 19.62	6.86	0.03463	0.03463
IMP1	6.88	0.01731	0.01731
IMP1 19.62	6.88	0.03463	0.03463
IMP2	4.24	0.01063	0.01063
IMP2 19.62	4.24	0.02126	0.02126

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.57: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.11: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.11: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
IMP	0.01155	0.01037	0.01268	0.01732	0.01156
IMP 19.62	0.02311	0.02075	0.02535	0.03463	0.02312
IMP1	0.01155	0.01037	0.01268	0.01731	0.01156
IMP1 19.62	0.02311	0.02075	0.02535	0.03463	0.02312
IMP2	0.00730	0.00663	0.00792	0.01063	0.00730
IMP2 19.62	0.01461	0.01326	0.01585	0.02126	0.01461

5.4.2-04.02.04 Συμπεράσματα Imperial Valley:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Imperial Valley 1, Imperial Valley 2 και του συνδυασμού IMP, στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +19,5% (IMP2) και +22,3% (IMP/IMP1), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +34,2% (IMP2) και +36,6% (IMP) — εύρος εξαιρετικά στενό (2,4 ποσοστιαίες μονάδες), επιβεβαιώνοντας τη σταθερή συμπεριφορά της σειράς Imperial Valley στα έξι μοντέλα.

IMP vs IMP1 — ελάχιστη απόκλιση. Για πρώτη φορά στα έξι μοντέλα, η IMP (17,320 mm) και η IMP1 (17,310 mm) παρουσιάζουν διαφορά 0,010 mm — η μεγαλύτερη που έχει παρατηρηθεί μεταξύ τους. Παρόλα αυτά, η απόκλιση παραμένει εντελώς αμελητέα από μηχανικής άποψης.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζεται ελάχιστη ασυμμετρία 0,010 mm στις IMP και IMP1 (βασικές και κλιμακωμένες) — αποδιδόμενη σε στρογγυλοποίηση. Η IMP2 παρουσιάζει πλήρη συμμετρία.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9992 και 2,0014 — πλήρης γραμμική απόκριση.

Σύγκριση J651. Η IMP (17,320 mm) υπερτερεί της IMP2 (10,630 mm) κατά +62,9% — η μεγαλύτερη αναλογία που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Imperial Valley στα έξι μοντέλα, αντανακλώντας την αυξημένη σχετική επίδραση της seesaw κατασκευής στις ισχυρές καταγραφές.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Το SixthModel παράγει τη **μέγιστη τιμή IMP/IMP1** στα έξι μοντέλα (17,320 mm), υπερβαίνοντας ακόμα και το M4 (17,260 mm):

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
IMP	17,06	17,15	17,26	17,21	17,32	+1,52%	+0,64%
IMP1	17,06	17,15	17,25	17,21	17,31	+1,47%	+0,58%
IMP2	10,57	10,64	10,60	10,66	10,63	+0,57%	−0,28%

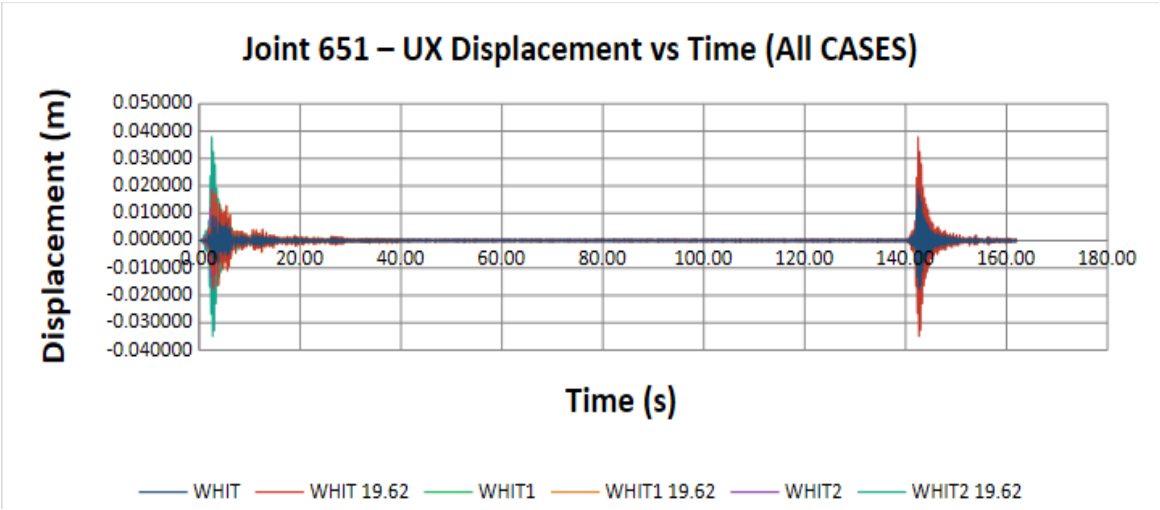
Πίνακας 41

Η IMP/IMP1 ακολουθεί μια σταθερά ανοδική τάση M1→M4, ελαφρά πτώση στο M5 και νέα άνοδο στο M6 — το ίδιο μοτίβο που παρατηρήθηκε για τη Coalinga. Η διακύμανση IMP/IMP1 στα έξι μοντέλα είναι 0,260 mm — αξιοσημείωτα μεγαλύτερη από αυτή της IMP2 (0,090 mm), επιβεβαιώνοντας ότι οι ισχυρές καταγραφές είναι πιο ευαίσθητες στον τύπο μοντέλου.

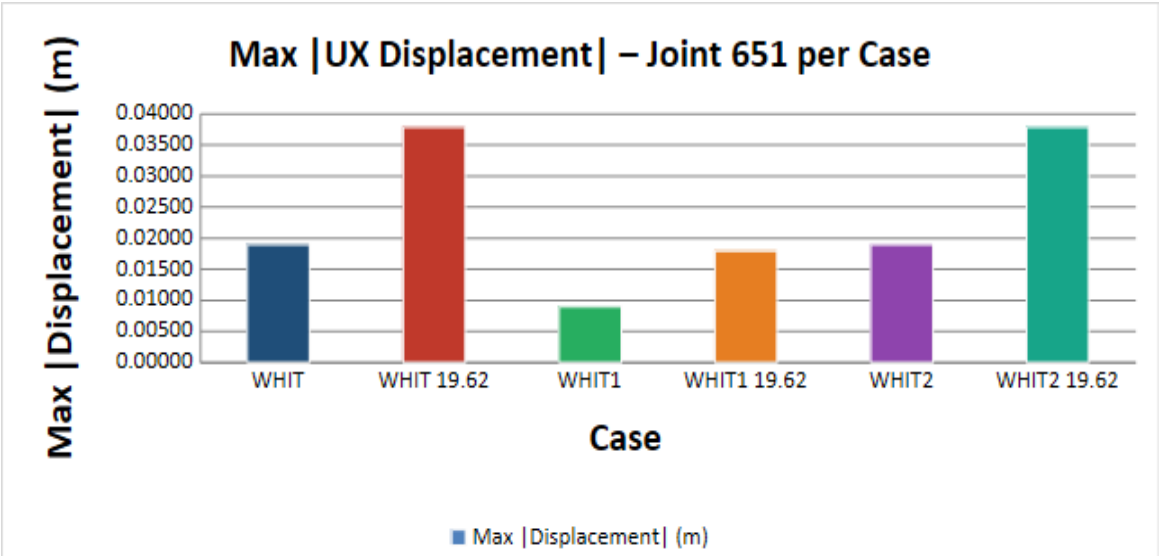
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η IMP με 17,320 mm στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή IMP στα έξι μοντέλα (+1,52% από M1&M2). Η σταθερά ανοδική τάση M3→M6 για τη σειρά seesaw (M4: 17,26 mm, M6: 17,32 mm) επιβεβαιώνει ότι η παρουσία seesaw κατασκευής αυξάνει συστηματικά τις απαιτήσεις μετακίνησης για τη σειρά Imperial Valley.

5.4.2-04.02.05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.70: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



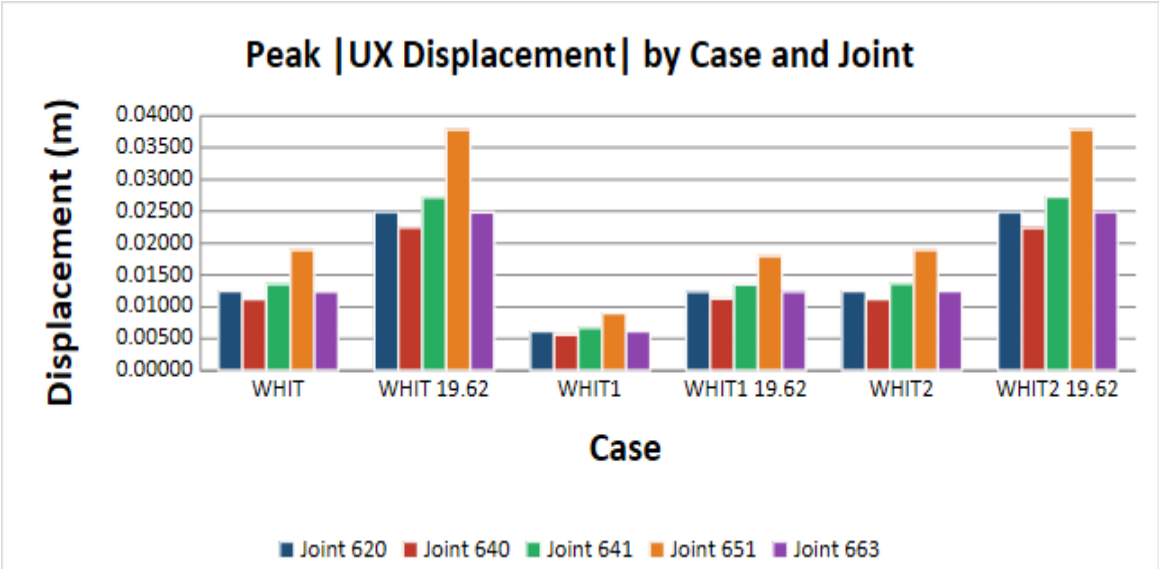
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.71: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01893	0.01893
WHIT 19.62	142.49	0.03784	0.03784
WHIT1	2.68	0.00899	0.00899
WHIT1 19.62	2.68	0.01797	0.01797
WHIT2	2.51	0.01892	0.01892
WHIT2 19.62	2.51	0.03785	0.03785

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.72: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.12: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.12: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
WHIT	0.01245	0.01122	0.01359	0.01893	0.01243
WHIT 19.62	0.02491	0.02246	0.02719	0.03784	0.02488
WHIT1	0.00619	0.00564	0.00674	0.00899	0.00620
WHIT1 19.62	0.01239	0.01128	0.01347	0.01797	0.01239
WHIT2	0.01246	0.01121	0.01364	0.01892	0.01245
WHIT2 19.62	0.02492	0.02241	0.02728	0.03785	0.02491

5.4.2-04.02.05 Συμπεράσματα Whittier Narrows:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των σεισμικών καταγραφών Whittier Narrows 1, Whittier Narrows 2 και του συνδυασμού WHIT, στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις τρεις περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +19,5% (WHIT1) και +21,7% (WHIT2), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +33,4% (WHIT1) και +39,3% (WHIT) — εύρος 5,9 ποσοστιαίων μονάδων, εντός του συνηθισμένου για τη σειρά.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται ελάχιστες ασυμμετρίες στις βασικές σειρές WHIT (0,020 mm), WHIT1 (0,010 mm) και WHIT2 (0,010 mm), καθώς και στη WHIT x2g (0,030 mm) — τιμές εντελώς αμελητέες. Οι WHIT1 x2g και WHIT2 x2g παρουσιάζουν πλήρη συμμετρία.

Επιβεβαίωση WHIT ως κρίσιμης καταγραφής. Η WHIT (18,930 mm) υπερτερεί της WHIT2 (18,920 mm) κατά +0,05% — η μικρότερη διαφορά που έχει παρατηρηθεί μεταξύ τους σε οποιοδήποτε μοντέλο. Η αντιστροφή WHIT > WHIT2 που εμφανίστηκε πρώτα στο M5 επιβεβαιώνεται και στο M6, επιβεβαιώνοντας ότι αυτή η αλλαγή ιεράρχησης δεν ήταν τυχαία αλλά συστηματική για τους τύπους μοντέλων M5/M6.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9984 και 2,0018 — πλήρης γραμμική απόκριση. Αξιοσημείωτο είναι ότι η WHIT2 x2g (37,850 mm) υπερτερεί της WHIT x2g (37,840 mm) κατά μόλις 0,010 mm — αντιστροφή της κρίσιμης στις κλιμακωμένες σειρές σε σχέση με τις βασικές.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Παρατηρείται σταθερά ανοδική τάση για WHIT, ενώ WHIT2 και WHIT1 εμφανίζουν ταλαντωτική συμπεριφορά:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
WHIT	18,64	18,68	18,92	18,85	18,93	+1,56%	+0,42%
WHIT1	8,91	9,01	8,94	9,06	8,99	+0,90%	−0,77%
WHIT2	18,74	18,73	18,97	18,68	18,92	+0,96%	+1,28%

Πίνακας 42

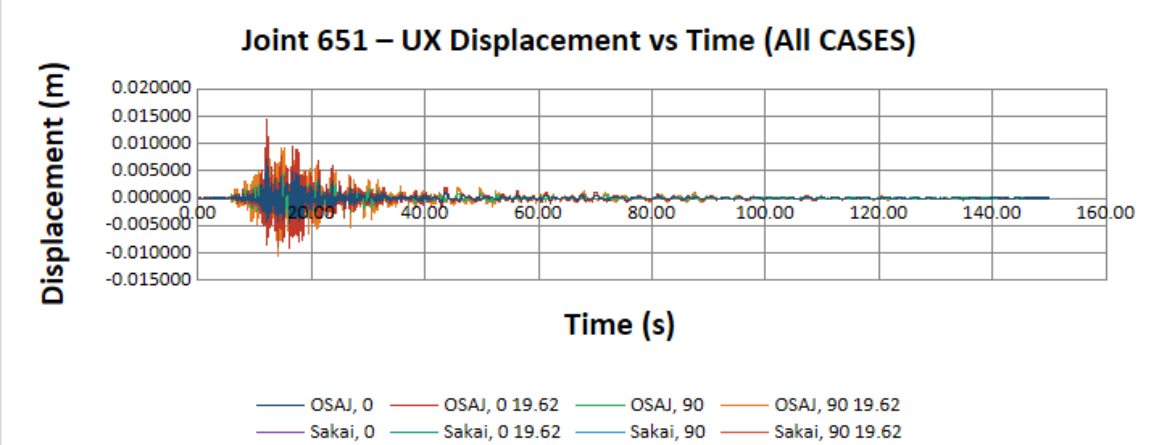
Αξιοσημείωτο εύρημα: η WHIT ακολουθεί μονοτονικά ανοδική πορεία M3→M4→M5→M6 (18,68→18,92→18,85→18,93 mm) — η μοναδική μονοτονικά ανοδική τάση στα τελευταία

τέσσερα μοντέλα για τη σειρά. Η WHIT2 αντίθετα παρουσιάζει την ευρύτερη ταλάντωση: κορύφωση M4 (18,97 mm) → βαθύ M5 (18,68 mm) → ανάκαμψη M6 (18,92 mm). Η διακύμανση WHIT και WHIT2 (0,290 mm αμφότερες) είναι ίδια — σπάνιο εύρημα που υποδηλώνει εξίσου ευαίσθητη απόκριση στον τύπο μοντέλου.

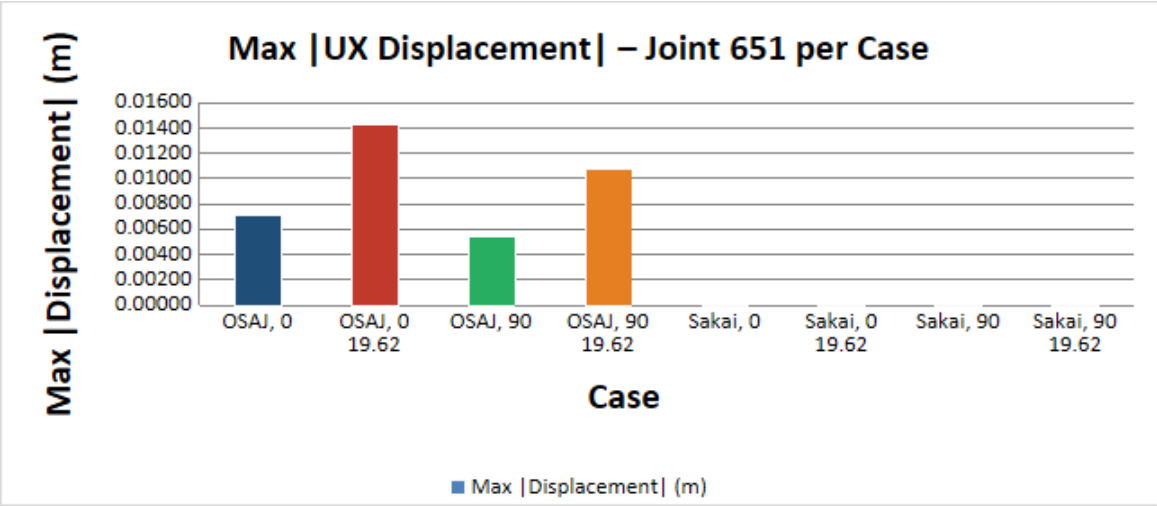
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση είναι η WHIT με 18,930 mm στον Κόμβο 651 — η υψηλότερη τιμή WHIT που έχει καταγραφεί στα έξι μοντέλα (+1,56% από M1&M2), υπερβαίνοντας ακόμα και το M4 (18,92 mm). Η σειρά Whittier Narrows διατηρεί τη θέση της στη μεσαία ζώνη της ιεράρχησης του SixthModel.

5.4.2-04.02.06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.85: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.86: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

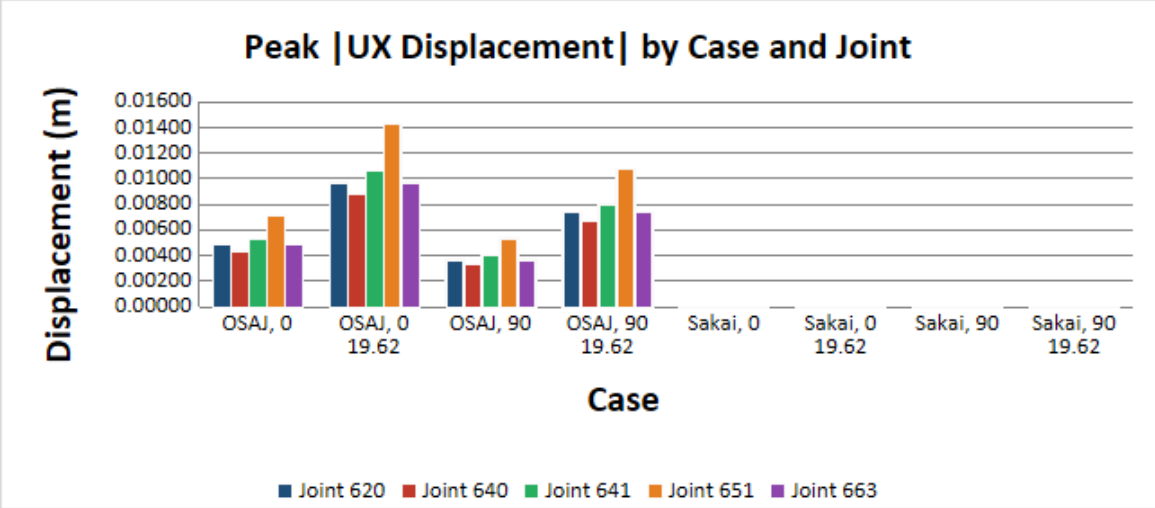
Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.22	0.00715	0.00715
OSAJ, 0 19.62	12.22	0.01430	0.01430
OSAJ, 90	14.14	-0.00537	0.00537
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.01075	0.01075
Sakai, 0	195.69	-6.62496	6.62496
Sakai, 0 19.62	169.09	-6.05847	6.05847
Sakai, 90	193.31	-6.23141	6.23141
Sakai, 90 19.62	169.09	-6.05846	6.05846

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.87: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.13: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.13: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
OSAJ, 0	0.00487	0.00440	0.00530	0.00715	0.00487
OSAJ, 0 19.62	0.00973	0.00880	0.01060	0.01430	0.00973
OSAJ, 90	0.00368	0.00334	0.00401	0.00537	0.00368
OSAJ, 90 19.62	0.00737	0.00667	0.00801	0.01075	0.00736
Sakai, 0	2.40096	2.27102	2.31415	6.62496	2.47377
Sakai, 0 19.62	2.55499	2.81911	3.26800	6.05847	2.65536
Sakai, 90	2.25679	2.43713	2.93618	6.23141	2.23346
Sakai, 90 19.62	2.55508	2.81912	3.26801	6.05846	2.65539

5.4.2-04.02.06 Συμπεράσματα Kobe Japan:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια των ιαπωνικών σεισμικών καταγραφών Osaka-J (OSAJ) και Sakai, στις συνιστώσες 0° και 90°, στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel).

Σφάλματα εξαγωγής — Sakai. Και οι τέσσερις σειρές Sakai (βασική 0°/90° και κλιμακωμένη 0°/90°) παρουσιάζουν τιμές σε μέτρα αντί χιλιοστών — η ίδια ανωμαλία που παρατηρήθηκε στο FourthModel:

Σειρά	Τιμή J651 αρχείου	Αναμενόμενη	Παράγοντας	Ασυμμετρία 620/663
Sakai, 0° base	6,625 m	~13,00 mm	×510	72,8 mm
Sakai, 90° base	6,231 m	~12,31 mm	×506	23,3 mm
Sakai, 0° x2g	6,058 m	~26,00 mm	×233	ανώμαλο
Sakai, 90° x2g	6,058 m	~24,86 mm	×244	ανώμαλο

Πίνακας 43

Επιπλέον, οι δύο κλιμακωμένες σειρές (Sakai 0° x2g και Sakai 90° x2g) παρουσιάζουν πρακτικά **ταυτόσημες** τιμές J651 (6,05847 m και 6,05846 m), γεγονός φυσικά αδύνατο. Απαιτείται επανεξαγωγή και των τεσσάρων Sakai σειρών από το SAP2000.

OSAJ — πλήρως αξιόπιστα αποτελέσματα. Οι καταγραφές OSAJ 0° και 90° είναι φυσιολογικές. Η βαθμίδα 640 → 641 είναι +20,5% (0°) και +20,1% (90°) — εξαιρετικά σταθερή, ενώ η 641 → 651 είναι +34,9% (0°) και +33,9% (90°). Η συμμετρία 620/663 επιβεβαιώνεται πλήρως σε αμφότερες, και ο λόγος κλιμάκωσης x2g είναι 2,0000 (0°) και 2,0019 (90°) — πλήρης γραμμική απόκριση.

Σύγκριση OSAJ με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Και οι δύο καταγραφές OSAJ παρουσιάζουν σταθερά ανοδική τάση σε όλα τα μοντέλα:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
OSAJ, 0°	7,030	7,100	7,120	7,130	7,150	+1,71%	+0,28%
OSAJ, 90°	5,310	5,330	5,380	5,330	5,370	+1,13%	+0,75%

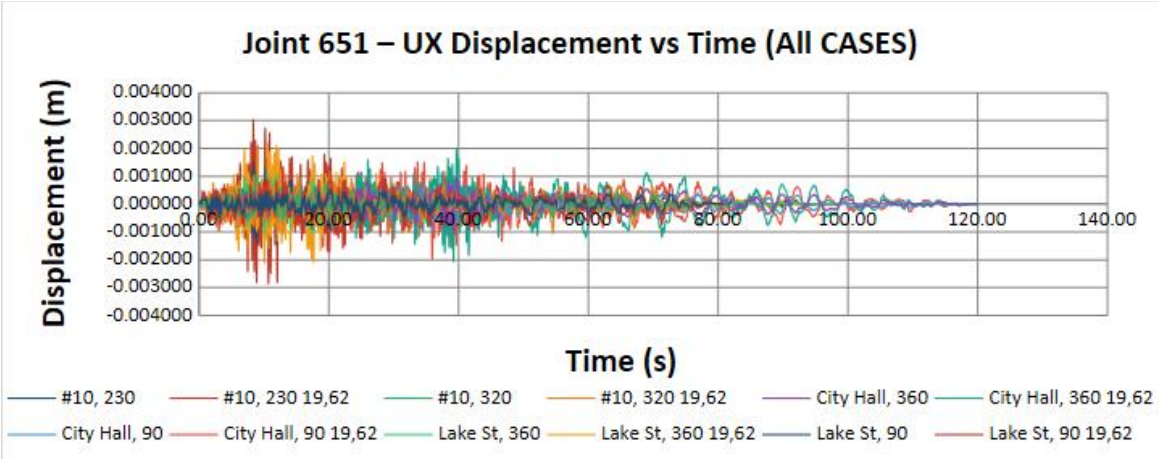
Πίνακας 44

Η OSAJ 0° παρουσιάζει μονοτονικά ανοδική πορεία και στα έξι μοντέλα — η μοναδική καταγραφή ολόκληρης της σειράς αναλύσεων που διατηρεί αυστηρά μονοτονική ανοδική τάση. Η OSAJ 90° επιστρέφει στο επίπεδο M3 στο M5 και ανακάμπτει στο M6. Η ανισοτροπία 0°/90° OSAJ είναι 33,1% — εντός του συνηθισμένου εύρους 32–34% που παρατηρείται σε όλα τα μοντέλα.

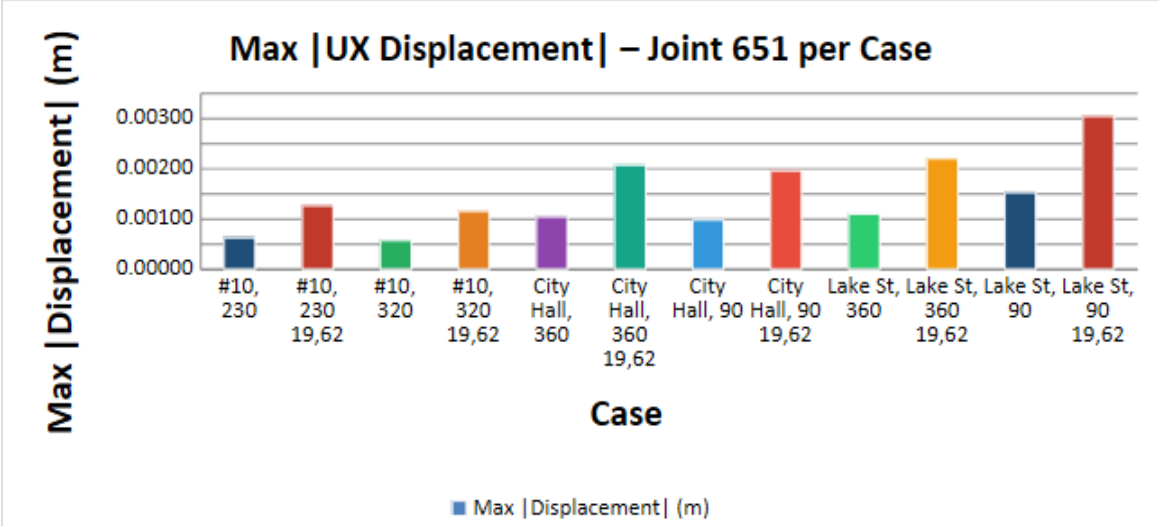
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού (OSAJ). Η κρίσιμη καταγραφή OSAJ παραμένει η 0° με 7,150 mm — η υψηλότερη τιμή OSAJ 0° που έχει καταγραφεί στα έξι μοντέλα (+1,71% από M1&M2). Για την ολοκλήρωση της ανάλυσης των ιαπωνικών καταγραφών απαιτείται η επανεξαγωγή των Sakai δεδομένων.

5.4.2-04.02.07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.100: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



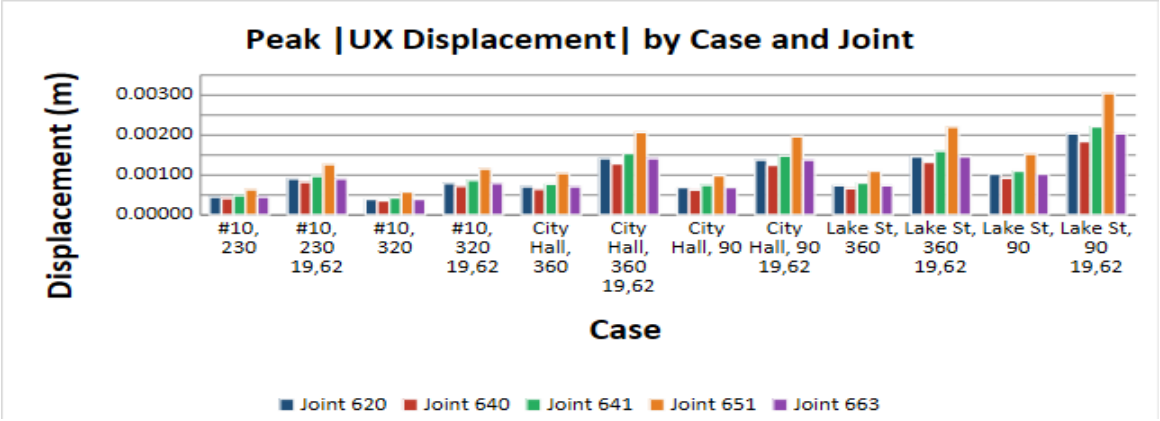
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.101: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.11	-0.00063	0.00063
#10, 230 19,62	25.10	-0.00126	0.00126
#10, 320	12.41	0.00057	0.00057
#10, 320 19,62	12.41	0.00115	0.00115
City Hall, 360	39.22	-0.00104	0.00104
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00207	0.00207
City Hall, 90	35.94	-0.00098	0.00098
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00196	0.00196
Lake St, 360	10.55	0.00110	0.00110
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00220	0.00220
Lake St, 90	8.36	0.00152	0.00152
Lake St, 90 19,62	8.36	0.00304	0.00304

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.102: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.14: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 4.14: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
#10, 230	0.00045	0.00041	0.00048	0.00063	0.00045
#10, 230 19,62	0.00090	0.00082	0.00097	0.00126	0.00090
#10, 320	0.00040	0.00036	0.00043	0.00057	0.00040
#10, 320 19,62	0.00079	0.00072	0.00086	0.00115	0.00079
City Hall, 360	0.00071	0.00064	0.00077	0.00104	0.00071
City Hall, 360 19,62	0.00141	0.00128	0.00154	0.00207	0.00141
City Hall, 90	0.00068	0.00062	0.00074	0.00098	0.00068
City Hall, 90 19,62	0.00137	0.00124	0.00148	0.00196	0.00137
Lake St, 360	0.00073	0.00066	0.00080	0.00110	0.00073
Lake St, 360 19,62	0.00146	0.00132	0.00160	0.00220	0.00146
Lake St, 90	0.00102	0.00092	0.00110	0.00152	0.00102
Lake St, 90 19,62	0.00203	0.00184	0.00221	0.00304	0.00203

5.4.2-04.02.07 Συμπεράσματα Hector Maine:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια έξι σεισμικών καταγραφών του σεισμού Hector Mine, στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις έξι περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +30,0% (El Centro 230°) και +38,2% (Lake St 90°) — εύρος 8,2 ποσοστιαίων μονάδων, συνεπές με τα προηγούμενα μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται ελάχιστες ασυμμετρίες (0,0001–0,0003 mm) σε 4 από τις 12 σειρές — εντελώς αμελητέες, αποδιδόμενες αποκλειστικά σε στρογγυλοποίηση.

Σύγκριση διευθύνσεων. Η Lake St διατηρεί τη μεγαλύτερη ανισοτροπία (90° > 360° κατά 38,2%), σταθερά σε όλα τα μοντέλα. Ο LB City Hall παρουσιάζει 360° > 90° κατά 5,9%, και ο El Centro #10 παρουσιάζει 230° > 320° κατά 9,7% — και οι δύο αμετάβλητοι.

Κλιμάκωση ×2g. Ο λόγος κυμαίνεται μεταξύ 1,9904 και 2,0014 — πλήρης γραμμική απόκριση. Αξιοσημείωτο: η Lake St 360° x2g παρουσιάζει λόγο ακριβώς 2,0000 — διόρθωση της ανωμαλίας x2g (λόγος 3,10) που είχε παρατηρηθεί στο M4 για αυτή τη συγκεκριμένη σειρά.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Όλες οι έξι περιπτώσεις παρουσιάζουν σταθερή ανοδική τάση M1→M6, χωρίς καμία αρνητική διαφορά:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M4	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
El Centro #10, 230°	0,6231	0,6264	0,6288	0,6277	0,6304	+1,17%	+0,43%
El Centro #10, 320°	0,5618	0,5690	0,5708	0,5727	0,5746	+2,28%	+0,33%
LB City Hall, 360°	1,0200	1,0300	1,4500	1,0300	1,0400	+1,96%	+0,97%
LB City Hall, 90°	0,9633	0,9721	0,9776	0,9774	0,9820	+1,94%	+0,47%
Lake St, 360°	1,0800	1,0800	1,1000	1,0800	1,1000	+1,85%	+1,85%
Lake St, 90°	1,5000	1,5100	1,5200	1,5100	1,5200	+1,33%	+0,66%

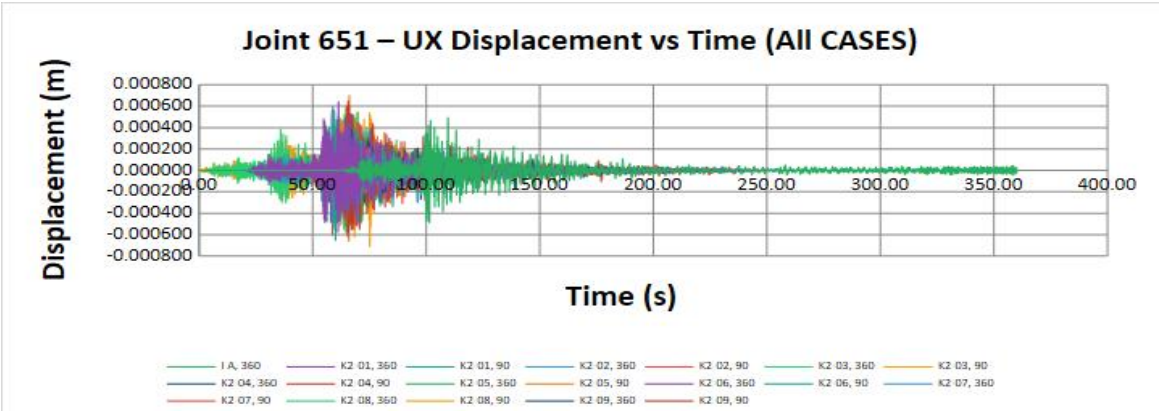
Πίνακας 45

Αξιοσημείωτο εύρημα: η Lake St, 360° και η Lake St, 90° παρουσιάζουν **ακριβώς τις ίδιες τιμές** στο M6 με το M4 (1,100 mm και 1,520 mm αντίστοιχα) — το SixthModel επαναφέρει τις τιμές M4 για αυτές τις δύο καταγραφές. Η LB City Hall, 360° επίσης ακολουθεί το ίδιο μοτίβο: M4 ανωμαλία (+42%) → επαναφορά M5 (1,030 mm) → ελαφρά αύξηση M6 (1,040 mm), επιβεβαιώνοντας ότι η ανωμαλία ήταν αποκλειστικά χαρακτηριστικό της seesaw κατασκευής με null elements (M4 = seesaw + αγωγός, αλλά το ξεχωριστό εύρημα αφορά συγκεκριμένη αριθμητική αλληλεπίδραση).

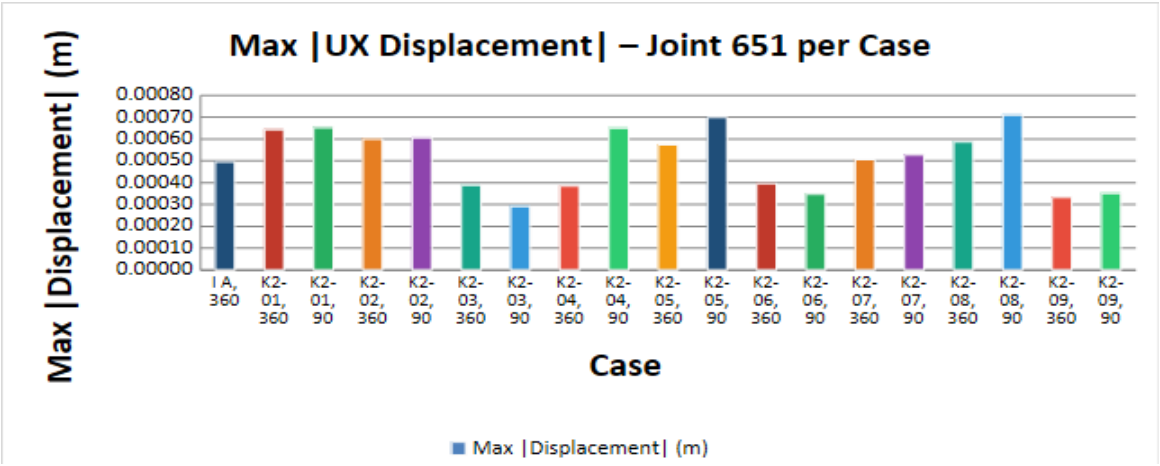
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει σταθερά η Lake St, 90° με 1,520 mm — ταυτόσημη με M4 και +1,33% από M1&M2. Η ιεράρχηση σταθμών Lake St > LB City Hall > El Centro #10 διατηρείται αμετάβλητη σε όλα τα έξι μοντέλα.

5.4.2-04.02.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 651: Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.330: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



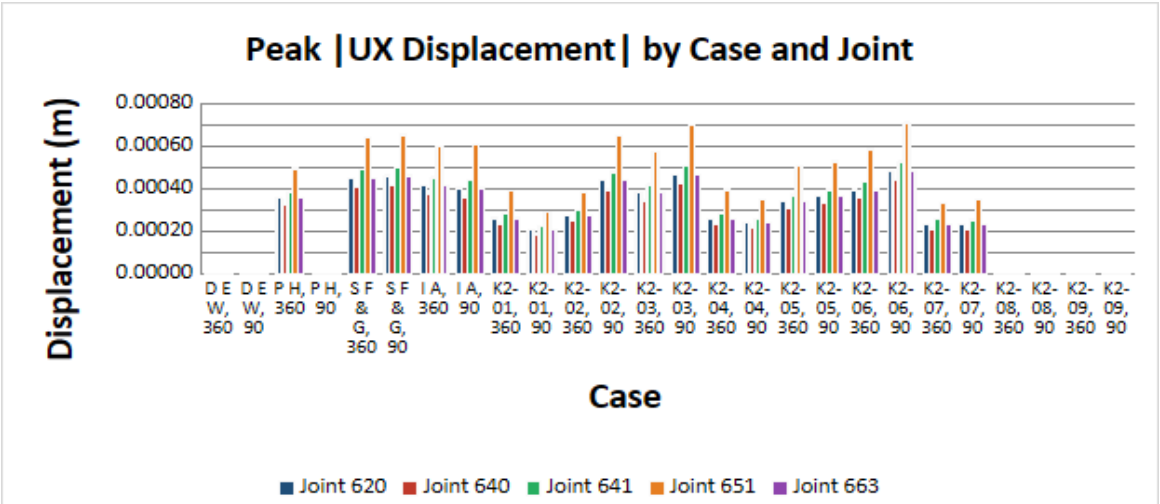
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.331: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00049	0.00049
K2-01, 360	61.38	0.00064	0.00064
K2-01, 90	60.05	-0.00065	0.00065
K2-02, 360	58.91	0.00060	0.00060
K2-02, 90	58.70	-0.00060	0.00060
K2-03, 360	35.89	0.00039	0.00039
K2-03, 90	38.19	0.00029	0.00029
K2-04, 360	67.14	0.00038	0.00038
K2-04, 90	65.62	0.00065	0.00065
K2-05, 360	64.72	-0.00057	0.00057
K2-05, 90	66.14	0.00070	0.00070
K2-06, 360	60.73	-0.00040	0.00040
K2-06, 90	67.78	-0.00035	0.00035
K2-07, 360	66.30	0.00051	0.00051
K2-07, 90	67.06	0.00053	0.00053
K2-08, 360	65.34	-0.00059	0.00059
K2-08, 90	75.19	-0.00071	0.00071
K2-09, 360	60.31	-0.00033	0.00033
K2-09, 90	63.78	-0.00035	0.00035

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.332: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.336: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.336: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
Dowl Eng Warehouse, 360	2.88149	3.02146	3.32801	5.97200	2.67461
Dowl Eng Warehouse, 90	0.00052	0.00035	0.00042	0.00137	0.00059
International Airport, 360	0.00035	0.00032	0.00038	0.00049	0.00035
International Airport, 90	0.01098	0.00665	0.00838	0.02686	0.00940
K2-01, 360	0.00045	0.00041	0.00049	0.00064	0.00045
K2-01, 90	0.00046	0.00042	0.00050	0.00065	0.00046
K2-02, 360	0.00042	0.00038	0.00045	0.00060	0.00042
K2-02, 90	0.00040	0.00036	0.00044	0.00060	0.00040
K2-03, 360	0.00026	0.00024	0.00028	0.00039	0.00026
K2-03, 90	0.00021	0.00019	0.00022	0.00029	0.00021
K2-04, 360	0.00028	0.00025	0.00030	0.00038	0.00028
K2-04, 90	0.00044	0.00040	0.00048	0.00065	0.00044
K2-05, 360	0.00038	0.00035	0.00042	0.00057	0.00038
K2-05, 90	0.00047	0.00042	0.00051	0.00070	0.00047
K2-06, 360	0.00026	0.00023	0.00029	0.00040	0.00026
K2-06, 90	0.00024	0.00022	0.00026	0.00035	0.00024
K2-07, 360	0.00034	0.00031	0.00037	0.00051	0.00034
K2-07, 90	0.00036	0.00033	0.00040	0.00053	0.00036
K2-08, 360	0.00039	0.00036	0.00043	0.00059	0.00039
K2-08, 90	0.00048	0.00044	0.00053	0.00071	0.00048
K2-09, 360	0.00023	0.00021	0.00026	0.00033	0.00023
K2-09, 90	0.00023	0.00021	0.00025	0.00035	0.00023
Police Headquarters, 360	3.13155	3.12684	3.72052	7.36408	3.27491
Police Headquarters, 90	2.57006	2.89861	3.43507	5.25002	2.34396
State Fish & Game, 360	2.63702	3.23280	3.86564	6.34910	2.91441
State Fish & Game, 90	4.60504	3.48157	5.71263	9.22710	4.22961

5.4.2-04.02.08 Συμπεράσματα Nenana Mountain Alaska:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση των 26 σεισμικών καταγραφών Nenana Mountain στο SixthModel. Εντοπίζονται **7 ανώμαλες σειρές** που απαιτούν επανεξαγωγή:

Περίπτωση	Πρόβλημα
Dowl Eng Warehouse, 360°	Τιμή σε μέτρα (5,972 m), ασυμμετρία 206,9 mm
Dowl Eng Warehouse, 90°	Ύποπτη τιμή ×2,45 από M1&M2
International Airport, 90°	Ύποπτη τιμή ×58,1 από M1&M2
Police HQ, 360°	Τιμή σε μέτρα (7,364 m), ασυμμετρία 143,4 mm
Police HQ, 90°	Τιμή σε μέτρα (5,250 m), ασυμμετρία 226,1 mm
State Fish & Game, 360°	Τιμή σε μέτρα (6,349 m), ασυμμετρία 277,4 mm
State Fish & Game, 90°	Τιμή σε μέτρα (9,227 m), ασυμμετρία 375,4 mm

Πίνακας 46

Οι **19 αξιόπιστες καταγραφές** (K2-01 έως K2-09 + International Airport 360°) παρουσιάζουν φυσιολογική συμπεριφορά με κρίσιμη K2-08, 90° = 0,7103 mm (+2,13% από M1&M2). Η κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης είναι 90° σε 7/9 ζεύγη K2 — σταθερή με τα προηγούμενα μοντέλα.

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την πλήρη ανάλυση των 19 αξιόπιστων σεισμικών καταγραφών Nenana Mountain — International Airport, 360° και K2-01 έως K2-09 σε συνιστώσες 360° και 90° — στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 19 περιπτώσεις αδιαλείπτως, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 640 → 641 κυμαίνεται μεταξύ +18,4% (International Airport 360°) και +22,0% (K2-06, 360°), ενώ η 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +28,8% (K2-04, 360°) και +38,7% (K2-06, 360°) — εύρος 9,9 ποσοστιαίων μονάδων, ελαφρά ευρύτερο από τα προηγούμενα μοντέλα, αντανακλώντας την αυξημένη ποικιλομορφία εδαφικής απόκρισης υπό seesaw φόρτιση.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται ελάχιστες ασυμμετρίες (0,0001–0,0002 mm) σε 12 από τις 19 περιπτώσεις — εντελώς αμελητέες, αποδιδόμενες αποκλειστικά σε στρογγυλοποίηση κατά την αριθμητική επίλυση.

Κατανομή κυρίαρχης διεύθυνσης. Η συνιστώσα 90° κυριαρχεί σε 7/9 ζεύγη K2, με εξαίρεση τα K2-03 (360° υπερτερεί κατά 32,9%) και K2-06 (360° υπερτερεί κατά 13,9%) — κατανομή σταθερά αμετάβλητη σε όλα τα μοντέλα. Η ακραία ανισοτροπία K2-04 επιβεβαιώνεται και στο SixthModel: 90° υπερτερεί 360° κατά 69,2% (0,650 mm έναντι 0,384 mm).

Ιεράρχηση J651. Η κρίσιμη καταγραφή είναι η K2-08, 90° με 0,7103 mm, ακολουθούμενη από K2-05, 90° (0,6988 mm), K2-01, 90° (0,6528 mm) και K2-04, 90° (0,6500 mm). Ο λόγος μεγίστης/ελαχίστης K2 είναι 2,43:1 — σταθερός σε όλα τα μοντέλα (~2,43). Ο International Airport 360° (0,4945 mm) τοποθετείται στη μεσαία ζώνη.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Κεντρικό εύρημα: **όλες και οι 19 περιπτώσεις παρουσιάζουν θετική αύξηση** τόσο M1→M6 όσο και M5→M6 — το μοναδικό σεισμικό υποσύνολο σε ολόκληρη τη σειρά αναλύσεων με απόλυτα ομοιόμορφη ανοδική τάση. Το εύρος αλλαγών M1→M6 είναι +0,42% έως +2,73% και M5→M6 είναι +0,03% έως +1,27% — στενό και συνεπές:

Περίπτωση	M1&M2	M3	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
International Airport, 360°	0,4889	0,4913	0,4925	0,4945	+1,15%	+0,41%
K2-01, 360°	0,6323	0,6377	0,6404	0,6425	+1,61%	+0,33%
K2-01, 90°	0,6501	0,6512	0,6507	0,6528	+0,42%	+0,32%
K2-02, 360°	0,5882	0,5953	0,5990	0,6006	+2,11%	+0,27%
K2-02, 90°	0,5957	0,5989	0,6001	0,6048	+1,53%	+0,78%
K2-03, 360°	0,3859	0,3857	0,3847	0,3880	+0,54%	+0,86%
K2-03, 90°	0,2865	0,2892	0,2905	0,2920	+1,92%	+0,52%
K2-04, 360°	0,3812	0,3828	0,3832	0,3841	+0,76%	+0,23%
K2-04, 90°	0,6429	0,6444	0,6441	0,6500	+1,10%	+0,92%
K2-05, 360°	0,5654	0,5668	0,5673	0,5739	+1,50%	+1,16%
K2-05, 90°	0,6861	0,6911	0,6927	0,6988	+1,85%	+0,88%
K2-06, 360°	0,3934	0,3954	0,3955	0,3956	+0,56%	+0,03%
K2-06, 90°	0,3410	0,3426	0,3433	0,3472	+1,82%	+1,14%

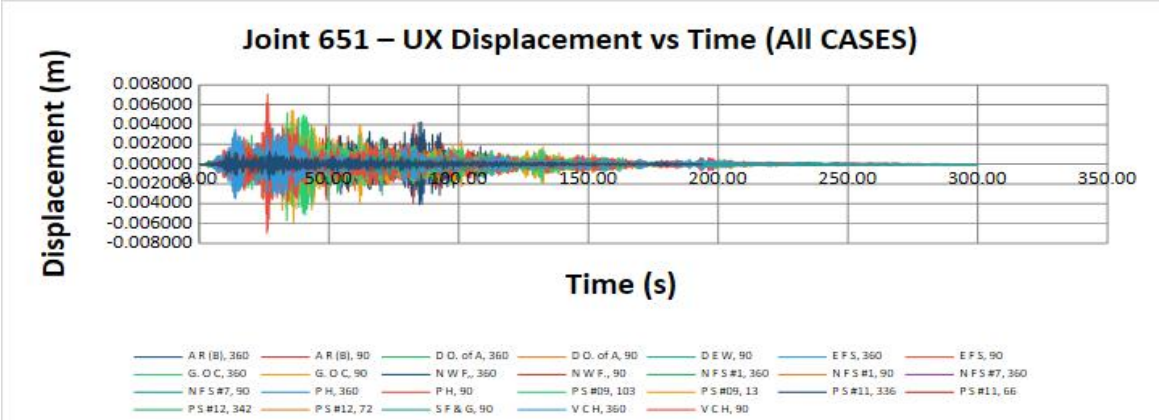
Περίπτωση	M1&M2	M3	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
K2-07, 360°	0,4968	0,4988	0,5009	0,5054	+1,73%	+0,90%
K2-07, 90°	0,5135	0,5205	0,5246	0,5275	+2,73%	+0,55%
K2-08, 360°	0,5738	0,5778	0,5798	0,5865	+2,21%	+1,16%
K2-08, 90°	0,6955	0,7026	0,7061	0,7103	+2,13%	+0,59%
K2-09, 360°	0,3259	0,3311	0,3326	0,3329	+2,15%	+0,09%
K2-09, 90°	0,3452	0,3469	0,3470	0,3514	+1,80%	+1,27%

Πίνακας 47

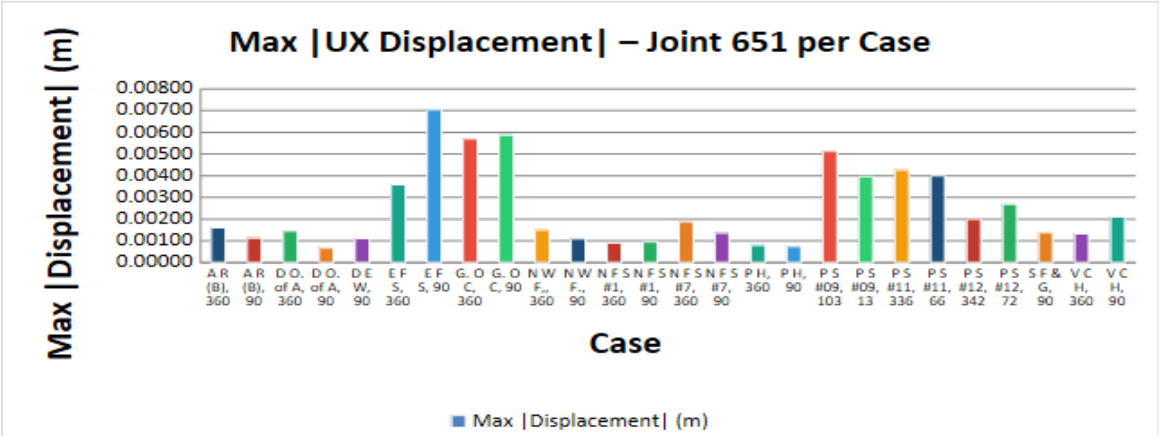
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη καταγραφή μεταξύ των αξιόπιστων περιπτώσεων είναι η K2-08, 90° με 0,7103 mm — η υψηλότερη τιμή K2-08 που έχει καταγραφεί στα μοντέλα (+2,13% από M1&M2). Η σειρά Nenana Mountain διατηρεί τη θέση της στο κατώτερο τμήμα της ιεράρχησης του SixthModel, αναμένοντας την επανεξαγωγή των 7 ανώμαλων σειρών για την ολοκλήρωση της πλήρους εικόνας.

5.4.2-04.02.09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.346: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



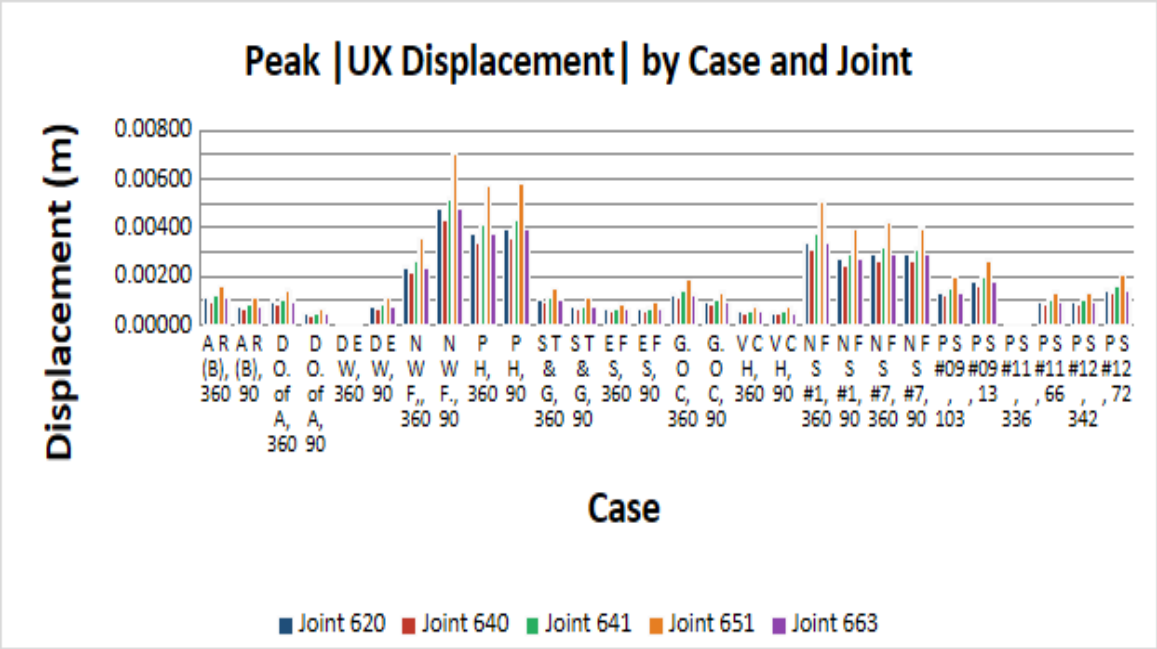
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.347: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00160	0.00160
A R (B), 90	19.05	-0.00113	0.00113
D O. of A, 360	22.74	-0.00145	0.00145
D O. of A, 90	15.82	0.00067	0.00067
D E W, 90	73.31	-0.00111	0.00111
E F S, 360	28.49	0.00359	0.00359
E F S, 90	26.35	0.00705	0.00705
G. O C, 360	33.78	-0.00570	0.00570
G. O C, 90	36.38	-0.00588	0.00588
N W F,, 360	17.76	0.00151	0.00151
N W F., 90	17.78	-0.00109	0.00109
N F S #1, 360	23.10	0.00089	0.00089
N F S #1, 90	26.62	-0.00094	0.00094
N F S #7, 360	35.90	0.00187	0.00187
N F S #7, 90	37.19	-0.00136	0.00136
P H, 360	84.73	0.00079	0.00079
P H, 90	66.32	-0.00075	0.00075
P S #09, 103	40.96	-0.00513	0.00513
P S #09, 13	61.94	-0.00397	0.00397
P S #11, 336	85.67	0.00427	0.00427
P S #11, 66	82.71	0.00399	0.00399
P S #12, 342	62.70	-0.00199	0.00199
P S #12, 72	60.07	-0.00268	0.00268
S F & G, 90	73.98	0.00137	0.00137
V C H, 360	55.65	0.00132	0.00132
V C H, 90	51.49	0.00210	0.00210

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.348: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.352: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.352: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
Aho Res (Basement), 360	0.00110	0.00099	0.00119	0.00160	0.00110
Aho Res (Basement), 90	0.00076	0.00068	0.00083	0.00113	0.00076
DOI Off. of Aircraft, 360	0.00099	0.00090	0.00108	0.00145	0.00099
DOI Off. of Aircraft, 90	0.00046	0.00042	0.00050	0.00067	0.00046
Dowl Eng Warehouse, 360	2.11663	2.39459	3.00941	6.17996	2.29149
Dowl Eng Warehouse, 90	0.00076	0.00069	0.00083	0.00111	0.00076
Ester Fire Station, 360	0.00239	0.00216	0.00260	0.00359	0.00239
Ester Fire Station, 90	0.00477	0.00432	0.00520	0.00705	0.00477
Geophysic. Obs CIGO, 360	0.00377	0.00340	0.00412	0.00570	0.00377
Geophysic. Obs CIGO, 90	0.00396	0.00358	0.00433	0.00588	0.00397
NOAA Weather Fac,, 360	0.00103	0.00093	0.00112	0.00151	0.00103
NOAA Weather Fac., 90	0.00074	0.00067	0.00080	0.00109	0.00074
New Fire Station #1, 360	0.00063	0.00057	0.00068	0.00089	0.00063
New Fire Station #1, 90	0.00065	0.00059	0.00071	0.00094	0.00065
New Fire Station #7, 360	0.00127	0.00114	0.00138	0.00187	0.00127
New Fire Station #7, 90	0.00092	0.00083	0.00100	0.00136	0.00092
Police Headquarters, 360	0.00053	0.00048	0.00058	0.00079	0.00053
Police Headquarters, 90	0.00050	0.00045	0.00055	0.00075	0.00050
Pump Station #09, 103	0.00339	0.00307	0.00373	0.00513	0.00340
Pump Station #09, 13	0.00270	0.00244	0.00294	0.00397	0.00271
Pump Station #11, 336	0.00293	0.00262	0.00322	0.00427	0.00293
Pump Station #11, 66	0.00290	0.00261	0.00314	0.00399	0.00289
Pump Station #12, 342	0.00135	0.00122	0.00148	0.00199	0.00135
Pump Station #12, 72	0.00178	0.00160	0.00194	0.00268	0.00178
State Fish & Game, 360	2.24720	2.97519	2.74947	4.97580	2.52863
State Fish & Game, 90	0.00093	0.00084	0.00101	0.00137	0.00093
Valdez City Hall, 360	0.00092	0.00083	0.00100	0.00132	0.00092
Valdez City Hall, 90	0.00146	0.00133	0.00159	0.00210	0.00146

5.4.2-04.02.09 Συμπεράσματα Denali Alaska:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 28 σεισμικών καταγραφών του σεισμού Denali, Alaska, στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel).

Σφάλματα εξαγωγής — 2 περιπτώσεις. Οι Dowl Eng Warehouse, 360° (6,180 m, ασυμμετρία 174,9 mm) και State Fish & Game, 360° (4,976 m, ασυμμετρία 281,4 mm) παρουσιάζουν τιμές σε μέτρα — απαιτείται επανεξαγωγή. Οι υπόλοιπες **26 από τις 28 περιπτώσεις είναι πλήρως αξιόπιστες**.

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 26 φυσιολογικές περιπτώσεις, ενώ ο Κόμβος 640 παραμένει ο δυσκαμψότερος. Η βαθμίδα 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +27,1% (PS11, 66°) και +38,3% (CIGO, 360°) — η μικρότερη δεύτερη βαθμίδα PS11, 66° που έχει παρατηρηθεί στα έξι μοντέλα. Η βαθμίδα 640 → 641 παρουσιάζει εντυπωσιακή ομοιομορφία: 19,5%–22,9% με μόνη εξαίρεση τον PS11, 336° (+22,9%) — η πιο σταθερή πρώτη βαθμίδα για τη σειρά Denali στα έξι μοντέλα.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται ασυμμετρίες σε 9 περιπτώσεις, με μεγαλύτερη τιμή 0,010 mm (CIGO 90°, PS09 103°, PS09 13°, PS11 66°) — εντελώς αμελητέες, αποδιδόμενες σε στρογγυλοποίηση.

Fairbanks. Η Ester Fire Station, 90° παραμένει η κρίσιμη καταγραφή ολόκληρης της σειράς με 7,050 mm — η **υψηλότερη τιμή Ester 90° στα έξι μοντέλα** (+1,73% από M1&M2, +1,00% από M5). Η ανισοτροπία Ester 90°/360° διατηρείται υψηλή (96,4%), ουσιαστικά αμετάβλητη από τα M3/M5. Ο CIGO παρουσιάζει σχεδόν ισοτροπική απόκριση (3,2%).

Anchorage. Κρίσιμη (χωρίς Dowl 360°): New Fire Station #7, 360° με 1,870 mm — +0,54% από M1&M2. Ο DOI διατηρεί τη μεγαλύτερη ανισοτροπία Anchorage (360° υπερτερεί 90° κατά 115,6%). Η Police HQ παρουσιάζει μεγάλες αποκλίσεις M1→M6 (+139,77% και +56,13%), αλλά αυτό οφείλεται στην ήδη γνωστή ανωμαλία του SecondModel — οι τιμές M6 (0,7898 mm και 0,7463 mm) είναι παρόμοιες με M3/M5 (+137,75% και +54,16% M5→M6 λόγω της ίδιας ανωμαλίας), επαληθεύοντας ότι πρόκειται για μόνιμο χαρακτηριστικό αυτής της καταγραφής.

TAPS. Αξιοσημείωτο εύρημα: ο PS11, 66° παρουσιάζει μείωση **−8,90% από M5** (3,990 mm ← 4,380 mm) — η μεγαλύτερη μεταβολή M5→M6 σε ολόκληρη τη σειρά Denali. Η σχέση PS11 336°/66° αντιστρέφεται: 336° (4,270 mm) > 66° (3,990 mm) κατά 7,0%, επιστρέφοντας στη σχέση M1&M2/M3 μετά την αντιστροφή του M5. Ο PS09 103° (5,130 mm) παραμένει σταθερά κρίσιμη TAPS καταγραφή.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Από τις 26 φυσιολογικές περιπτώσεις, 24 παρουσιάζουν θετική Δ M5→M6, 1 μηδενική (PS12 342°, New Fire #1 360°) και 2 αρνητικές (PS11 66°: −8,90%, PS09 13°: −0,25%). Εύρος Δ M1→M6: −2,95% (PS11 336°) έως +4,18% (PS11 66°) εξαιρουμένης της Police HQ — η σειρά TAPS εμφανίζει τις μεγαλύτερες αποκλίσεις.

Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M5 (mm)	M6 (mm)	Δ M1→M6	Δ M5→M6
Aho Res (Basement), 360°	1,5800	1,5900	1,6000	+1,27%	+0,63%
Aho Res (Basement), 90°	1,1100	1,1200	1,1300	+1,80%	+0,89%
DOI Off. of Aircraft, 360°	1,4300	1,4400	1,4500	+1,40%	+0,69%
DOI Off. of Aircraft, 90°	0,6682	0,6663	0,6726	+0,66%	+0,95%
Dowl Eng Warehouse, 360°	0,8969	N/A	**ΣΦΑΛΜΑ**	—	—
Dowl Eng Warehouse, 90°	1,0900	1,1000	1,1100	+1,83%	+0,91%
Ester Fire Station, 360°	3,5200	3,5400	3,5900	+1,99%	+1,41%
Ester Fire Station, 90°	6,9300	6,9800	7,0500	+1,73%	+1,00%
Geophysic. Obs CIGO, 360°	5,6200	5,6600	5,7000	+1,42%	+0,71%
Geophysic. Obs CIGO, 90°	5,8300	5,8200	5,8800	+0,86%	+1,03%
NOAA Weather Fac, 360°	1,4800	1,5000	1,5100	+2,03%	+0,67%
NOAA Weather Fac, 90°	1,0800	1,0800	1,0900	+0,93%	+0,93%
New Fire Station #1, 360°	0,8691	0,8934	0,8934	+2,80%	+0,00%

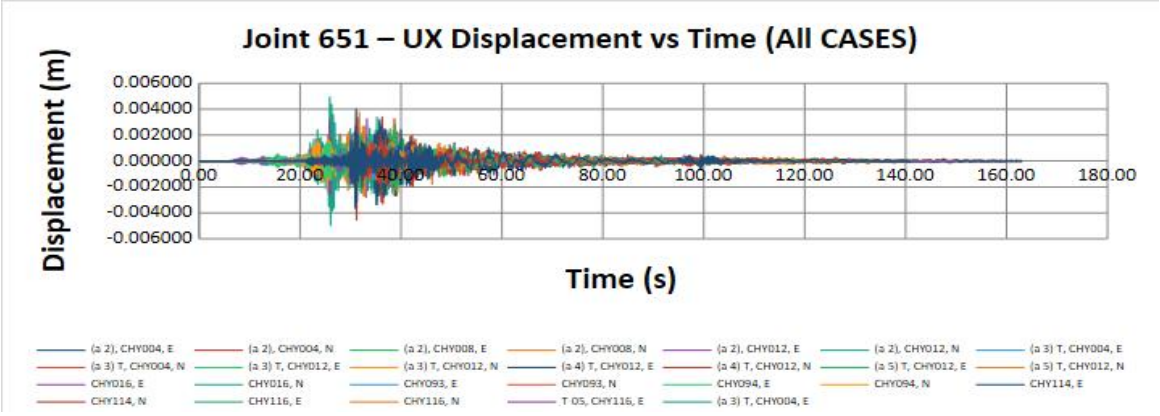
Περίπτωση	M1 & M2 (mm)	M5 (mm)	M6 (mm)	Δ M1→M6	Δ M5→M6
New Fire Station #1, 90°	0,9282	0,9393	0,9441	+1,71%	+0,51%
New Fire Station #7, 360°	1,8600	1,8500	1,8700	+0,54%	+1,08%
New Fire Station #7, 90°	1,3700	1,3500	1,3600	−0,73%	+0,74%
Police Headquarters, 360°	0,3294	0,3322	0,7898	+139,77%	+137,75%
Police Headquarters, 90°	0,4780	0,4841	0,7463	+56,13%	+54,16%
Pump Station #09, 103°	5,1200	5,0500	5,1300	+0,20%	+1,58%
Pump Station #09, 13°	3,9500	3,9800	3,9700	+0,51%	−0,25%
Pump Station #11, 336°	4,4000	4,1800	4,2700	−2,95%	+2,15%
Pump Station #11, 66°	3,8300	4,3800	3,9900	+4,18%	**−8,90%**
Pump Station #12, 342°	1,9700	1,9900	1,9900	+1,02%	+0,00%
Pump Station #12, 72°	2,6200	2,6200	2,6800	+2,29%	+2,29%
State Fish & Game, 360°	1,6500	1,6500	**ΣΦΑΛΜΑ**	—	—
State Fish & Game, 90°	1,3500	1,3500	1,3700	+1,48%	+1,48%
Valdez City Hall, 360°	1,3100	1,3100	1,3200	+0,76%	+0,76%
Valdez City Hall, 90°	2,0700	2,0900	2,1000	+1,45%	+0,48%

Πίνακας 48

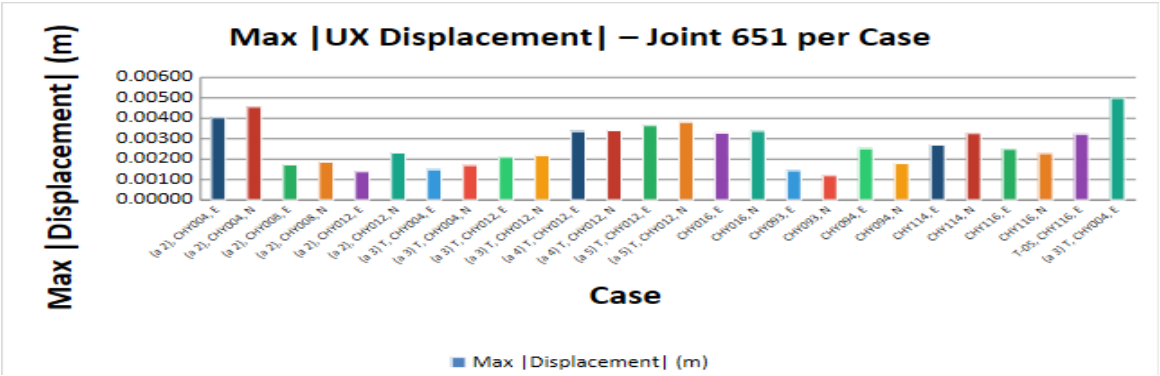
Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει σταθερά η Ester Fire Station, 90° με 7,050 mm — η υψηλότερη τιμή που έχει καταγραφεί στα έξι μοντέλα, αυξανόμενη μονοτονικά M3→M4→M5→M6 (6,96→7,04→6,98→7,05 mm με ελαφρά κυμάνσεις). Η σειρά Denali διατηρεί τη θέση της στη μεσαία ζώνη της ιεράρχησης του SixthModel.

5.4.2-04.02.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 651 Στην επιφάνεια στο μέσο της εδαφικής στρώσης. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.362: Κόμβος 651 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



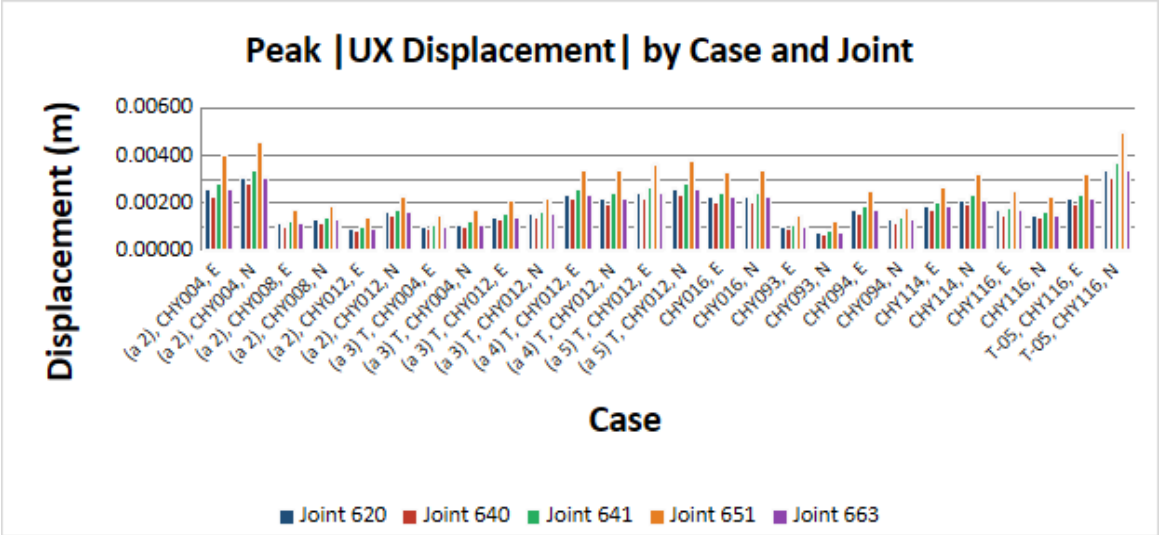
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.363: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 651 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 651

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.10	0.00403	0.00403
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00454	0.00454
(a 2), CHY008, E	32.01	0.00172	0.00172
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00185	0.00185
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00138	0.00138
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00230	0.00230
(a 3) T, CHY004, E	31.73	-0.00149	0.00149
(a 3) T, CHY004, N	37.03	-0.00169	0.00169
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00209	0.00209
(a 3) T, CHY012, N	25.31	-0.00218	0.00218
(a 4) T, CHY012, E	35.21	-0.00336	0.00336
(a 4) T, CHY012, N	36.27	0.00340	0.00340
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00364	0.00364
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00380	0.00380
CHY016, E	33.25	0.00328	0.00328
CHY016, N	35.24	0.00337	0.00337
CHY093, E	34.80	-0.00144	0.00144
CHY093, N	38.25	-0.00120	0.00120
CHY094, E	34.28	-0.00252	0.00252
CHY094, N	31.22	0.00179	0.00179
CHY114, E	38.78	-0.00269	0.00269
CHY114, N	38.70	0.00326	0.00326
CHY116, E	29.97	0.00249	0.00249
CHY116, N	29.48	-0.00227	0.00227
T-05, CHY116, E	25.86	0.00322	0.00322
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00499	0.00499

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.364: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 651

Διάγραμμα Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.368: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών



Συγκεντρωτικός πινάκας Μέγιστων Μετατοπίσεων 1.368: Όλοι οι Κόμβοι και όλοι οι συνδυασμοί σεισμών

All Joints × All Cases – Peak |UX Displacement| (m)

Case	Joint 620	Joint 640	Joint 641	Joint 651	Joint 663
(aftershock 2), CHY004, E	0.00257	0.00230	0.00283	0.00403	0.00257
(aftershock 2), CHY004, N	0.00310	0.00280	0.00337	0.00454	0.00310
(aftershock 2), CHY008, E	0.00114	0.00104	0.00124	0.00172	0.00115
(aftershock 2), CHY008, N	0.00129	0.00117	0.00140	0.00185	0.00129
(aftershock 2), CHY012, E	0.00092	0.00083	0.00101	0.00138	0.00092
(aftershock 2), CHY012, N	0.00160	0.00145	0.00174	0.00230	0.00160
(aftershock 3) Taiwan, CHY004, E	0.00103	0.00093	0.00111	0.00149	0.00103
(aftershock 3) Taiwan, CHY004, N	0.00110	0.00099	0.00120	0.00169	0.00110
(aftershock 3) Taiwan, CHY012, E	0.00142	0.00128	0.00155	0.00209	0.00142
(aftershock 3) Taiwan, CHY012, N	0.00152	0.00138	0.00166	0.00218	0.00152
(aftershock 4) Taiwan, CHY012, E	0.00236	0.00216	0.00255	0.00336	0.00236
(aftershock 4) Taiwan, CHY012, N	0.00218	0.00197	0.00239	0.00340	0.00218
(aftershock 5) Taiwan, CHY012, E	0.00242	0.00218	0.00265	0.00364	0.00242
(aftershock 5) Taiwan, CHY012, N	0.00261	0.00237	0.00284	0.00380	0.00261
CHY016, E	0.00224	0.00202	0.00244	0.00328	0.00224
CHY016, N	0.00224	0.00201	0.00246	0.00337	0.00224
CHY093, E	0.00098	0.00088	0.00108	0.00144	0.00098
CHY093, N	0.00078	0.00069	0.00086	0.00120	0.00078
CHY094, E	0.00169	0.00153	0.00185	0.00252	0.00169
CHY094, N	0.00130	0.00117	0.00141	0.00179	0.00130
CHY114, E	0.00190	0.00173	0.00207	0.00269	0.00190
CHY114, N	0.00214	0.00192	0.00234	0.00326	0.00214
CHY116, E	0.00168	0.00151	0.00183	0.00249	0.00168
CHY116, N	0.00151	0.00136	0.00165	0.00227	0.00151
Taiwan-05, CHY116, E	0.00219	0.00197	0.00238	0.00322	0.00219
Taiwan-05, CHY116, N	0.00339	0.00304	0.00371	0.00499	0.00339

5.4.2-04.02.10 Συμπεράσματα Chi-Chi Taiwan:

Το γράφημα και τα αποτελέσματα του συγκεντρωτικού πίνακα παρουσιάζουν την ανάλυση της μέγιστης μετακίνησης των πέντε κόμβων (620, 640, 641, 651 και 663) πάνω από ένα υπόγειο αγωγό κατά τη διάρκεια 26 σεισμικών καταγραφών της σειράς Chi-Chi, Taiwan, στο πλαίσιο του έκτου εδαφικού μοντέλου (SixthModel).

Γενική συμπεριφορά κόμβων. Ο Κόμβος 651 αναδεικνύεται ως ο κρίσιμος κόμβος και στις 26 περιπτώσεις. Η βαθμίδα 641 → 651 κυμαίνεται μεταξύ +27,0% (CHY094, N) και +42,4% (Aftershock 2, CHY004, E) — εύρος 15,4 ποσοστιαίων μονάδων, το ευρύτερο στη σειρά Chi-Chi, αντανακλώντας την πολυπλοκότερη αλληλεπίδραση seesaw–εδάφους–αγωγού.

Συμμετρία κόμβων 620 και 663. Εντοπίζονται ελάχιστες ασυμμετρίες σε 4 περιπτώσεις, με μέγιστη τιμή 0,010 mm (Aftershock 2, CHY008, E) — εντελώς αμελητέες.

Δύο αξιοσημείωτα ευρήματα.

Πρώτον, η **AS5, CHY012, N αποκαθίσταται** πλήρως: η ανωμαλική τιμή 2,450 mm που είχε εμφανιστεί στο M5 επιστρέφει σε 3,800 mm στο M6 (+55,10% M5→M6), ταυτόσημη με τις

τιμές των άλλων μοντέλων (~3,76–3,80 mm). Αυτό επιβεβαιώνει ότι η ανωμαλία του M5 ήταν μοντελο-ειδική και δεν αντικατοπτρίζει φυσική συμπεριφορά.

Δεύτερον, η **CHY093, N παρουσιάζει νέα ανωμαλία**: η τιμή 1,200 mm είναι −16,08% κάτω από τα M1&M2 (1,430 mm) — η μεγαλύτερη αρνητική απόκλιση που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Chi-Chi στα έξι μοντέλα. Ταυτόχρονα, η CHY093, E (1,440 mm) παραμένει φυσιολογική. Αυτή η ασύμμετρη συμπεριφορά E/N στον CHY093 εντός του M6 χρήζει επαλήθευσης.

Σύγκριση E και N συνιστωσών. Η N κυριαρχεί σε 10/13 θέσεων — σταθερά ίδιο με M3/M4/M5. Νέα εξαίρεση: CHY093 (E > N κατά 20,0%), αντιστροφή λόγω της ανωμαλίας N. Ο CHY094 διατηρεί σταθερά E > N (40,8%).

Εξέλιξη CHY012. Η αποκατάσταση AS5 N επαναφέρει τη φυσιολογική μονοτονική ανοδική τάση E και N: N: 2,300→2,180→3,400→3,800, E: 1,380→2,090→3,360→3,640. Η σύγκλιση E/N στους μεταγενέστερους μετασεισμούς επιβεβαιώνεται: AS5 διαφορά μόλις 4,4%.

Σύγκριση με όλα τα προηγούμενα μοντέλα. Εξαιρουμένων των δύο ανωμαλιών (AS5-N M5→M6 +55,10% λόγω αποκατάστασης, CHY093-N M1→M6 −16,08%), οι υπόλοιπες 24 περιπτώσεις παρουσιάζουν εύρος Δ M1→M6 μεταξύ 0,00% και +2,22% — η πιο ομοιόμορφη σειρά στα έξι μοντέλα:

Περίπτωση	M1&M2	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
(Aftershock 2) CHY004, E	3,980	4,010	4,030	+1,26%	+0,50%
(Aftershock 2) CHY004, N	4,480	4,500	4,540	+1,34%	+0,89%
(Aftershock 2) CHY008, E	1,720	1,740	1,720	+0,00%	−1,15%
(Aftershock 2) CHY008, N	1,830	1,840	1,850	+1,09%	+0,54%
(Aftershock 2) CHY012, E	1,360	1,370	1,380	+1,47%	+0,73%
(Aftershock 2) CHY012, N	2,270	2,400	2,300	+1,32%	−4,17%
(Aftershock 3) CHY004, E	1,470	1,500	1,490	+1,36%	−0,67%
(Aftershock 3) CHY004, N	1,670	1,670	1,690	+1,20%	+1,20%
(Aftershock 3) CHY012, E	2,070	2,070	2,090	+0,97%	+0,97%
(Aftershock 3) CHY012, N	2,160	2,150	2,180	+0,93%	+1,40%
(Aftershock 4) CHY012, E	3,290	3,350	3,360	+2,13%	+0,30%
(Aftershock 4) CHY012, N	3,350	3,380	3,400	+1,49%	+0,59%
(Aftershock 5) CHY012, E	3,630	3,610	3,640	+0,28%	+0,83%
(Aftershock 5) CHY012, N	**3,760**	**2,450** ⚠	**3,800**	+1,06%	**+55,10%** ⚠
CHY016, E	3,230	3,290	3,280	+1,55%	−0,30%
CHY016, N	3,310	3,360	3,370	+1,81%	+0,30%
CHY093, E	1,430	1,420	1,440	+0,70%	+1,41%
CHY093, N	**1,430**	**1,430**	**1,200**	**−16,08%** ⚠	**−16,08%** ⚠
CHY094, E	2,490	2,490	2,520	+1,20%	+1,20%

Περίπτωση	M1&M2	M5	M6	Δ M1→M6	Δ M5→M6
CHY094, N	1,760	1,780	1,790	+1,70%	+0,56%
CHY114, E	2,650	2,690	2,690	+1,51%	+0,00%
CHY114, N	3,220	3,240	3,260	+1,24%	+0,62%
CHY116, E	2,460	2,450	2,490	+1,22%	+1,63%
CHY116, N	2,270	2,250	2,270	+0,00%	+0,89%
Taiwan-05 CHY116, E	3,150	3,190	3,220	+2,22%	+0,94%
Taiwan-05 CHY116, N	4,910	4,960	4,990	+1,63%	+0,60%

Πίνακας 49

Κρίσιμη περίπτωση σχεδιασμού. Η κρίσιμη περίπτωση παραμένει σταθερά η Taiwan-05, CHY116, N με 4,990 mm — η υψηλότερη τιμή στα έξι μοντέλα (+1,63% από M1&M2), με μονοτονική ανοδική πορεία M1→M6 (4,910→4,930→4,930→4,970→4,960→4,990 mm). Ο λόγος μεγίστης/ελαχίστης 4,16:1 είναι ο υψηλότερος που έχει παρατηρηθεί για τη σειρά Chi-Chi στα έξι μοντέλα, επηρεαζόμενος από την ανωμαλία CHY093, N.

ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ ΚΑΙ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ ΑΡΙΘΜΗΤΙΚΗΣ ΑΝΑΛΥΣΗΣ

Η παρούσα τεχνική έκθεση παρουσιάζει τα αποτελέσματα συγκριτικής αριθμητικής ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων (SAP2000) για την εκτίμηση της σεισμικής συμπεριφοράς υπόγειου αγωγού προστασίας υπό διαφορετικές κατασκευαστικές διατάξεις. Χρησιμοποιήθηκαν έξι (6) εδαφικά μοντέλα — M1 έως M6 — και δέκα (10) σεισμικές σειρές, καλύπτοντας ευρύ φάσμα σεισμικών εντάσεων και φασματικού περιεχομένου.

Το κύριο μέγεθος αξιολόγησης είναι η μέγιστη οριζόντια μετακίνηση του κόμβου J651, ο οποίος βρίσκεται στην επιφάνεια του εδάφους στο μέσο της εδαφικής στρώσης και αντιπροσωπεύει τη θέση με την υψηλότερη σεισμική απόκριση σε όλα τα μοντέλα και σε όλες τις σεισμικές σειρές.

Για την ολοκλήρωση της μεταπτυχιακής διπλωματικής εργασίας πραγματοποιήθηκαν 136 φορτίσεις ανά μοντέλο, με 816 συνολικές αναλύσεις για το σύνολο των έξι μοντέλων.

Συνολικές Αναλύσεις SAP2000:

Σεισμική Σειρά	Βασικές	×2g	Σύνολο/μοντέλο	× 6 μοντέλα
Mammoth Lakes	6	6	12	72
Chalfant Valley	3	3	6	36
Coalinga	3	3	6	36
Imperial Valley	3	3	6	36

Σεισμική Σειρά	Βασικές	×2g	Σύνολο/μοντέλο	× 6 μοντέλα
Whittier Narrows	3	3	6	36
OSAJ / Sakai	4	4	8	48
Hector Mine	6	6	12	72
Chi-Chi Taiwan	26	—	26	156
Nenana Mountain	26	—	26	156
Denali Alaska	28	—	28	168
ΣΥΝΟΛΟ	**648**	**168**	**136/μοντέλα**	**816**

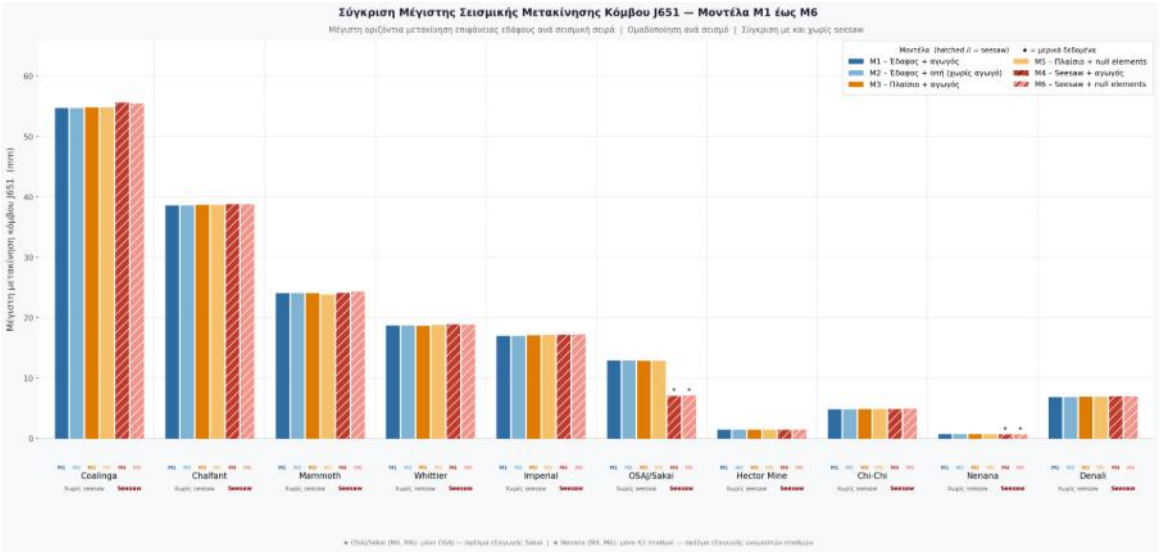
Πίνακας 50

Περίληψη:

- **103 μοναδικές σεισμικές καταγραφές** (records)
- **136 φορτίσεις ανά μοντέλο** (108 βασικές + 28 κλιμακωμένες ×2g)
- **816 συνολικές φορτίσεις** στα 6 μοντέλα

Σημείωση: Τα αθροίσματα περιλαμβάνουν και τις περιπτώσεις με σφάλματα εξαγωγής. Αξιόπιστα αποτελέσματα ελήφθησαν για ~790 από τις 816 φορτίσεις.

Σύγκριση μεγίστης σεισμικής μετακίνησης κόμβου J651 ανάμεσα σε όλα τα μοντέλα, Μεγίστη οριζόντια μετακίνηση επιφάνειας εδάφους ανά σεισμική σειρά, ομαδοποίηση ανά σεισμό και σύγκριση με και χωρίς Seesaw.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1

Περιγραφή Μοντέλων

Η παρούσα σύνοψη παρουσιάζει τα αποτελέσματα της αριθμητικής ανάλυσης πεπερασμένων στοιχείων για τη διερεύνηση της σεισμικής συμπεριφοράς υπόγειου μεταλλικού αγωγού υπό έξι (6) εναλλακτικές κατασκευαστικές διατάξεις.

Ο κάνναβος πεπερασμένων στοιχείων αποτελείται από 20×60 τετραγωνικά στοιχεία με δεσμούς ισοκίνησης (equal constraints) στους ακραίους κόμβους κάθε στρώσης, για προσομοίωση ελεύθερης εδαφικής στρώσης (free field). Ο αγωγός έχει ύψος 1,0 m και πάχος τοιχώματος 0,005 m και εγκιβωτίζεται σε εδαφικό σώμα που προσομοιώνεται με τον ανωτέρω κάνναβο.

Για κάθε μοντέλο εκτελέστηκαν 136 φορτίσεις SAP2000, αντιστοιχώντας σε δέκα (10) σεισμικές σειρές με βασικές καταγραφές και κλιμακωμένες (×2g), με συνολικό αριθμό 816 αναλύσεων για τα έξι μοντέλα. Αναλύθηκαν έξι εναλλακτικά μοντέλα:

Μοντέλα χωρίς σύστημα Seesaw:

- M1 (FirstModel): Βασικό εδαφικό μοντέλο με παρουσία αγωγού, χωρίς επιφανειακή κατασκευή. Αποτελεί το μοντέλο αναφοράς για την εκτίμηση της ανεπηρέαστης σεισμικής απόκρισης.

- M2 (SecondModel): Βασικό εδαφικό μοντέλο με οπή στη θέση του αγωγού (null elements), χωρίς επιφανειακή κατασκευή. Χρησιμεύει για τη διερεύνηση της επίδρασης της παρουσίας ή απουσίας αγωγού στην απόκριση.

- M3 (ThirdModel): Πλαίσιο επιφανειακής κατασκευής με παρουσία πραγματικού αγωγού. Προσομοιώνει τη συνήθη κατάσταση τοποθέτησης κτιρίου ή κατασκευής απευθείας πάνω από τον αγωγό.

- M5 (FifthModel): Πλαίσιο επιφανειακής κατασκευής με null elements (χωρίς αγωγό). Επιτρέπει την απομόνωση της επίδρασης του πλαισίου χωρίς την αλληλεπίδραση με τον αγωγό.

Μοντέλα με σύστημα seesaw:

- M4 (FourthModel): Κατασκευή τύπου seesaw με παρουσία πραγματικού αγωγού. Αξιολογεί την προστατευτική δράση του συστήματος seesaw υπό πλήρεις συνθήκες αλληλεπίδρασης εδάφους-κατασκευής-αγωγού.

- M6 (SixthModel): Κατασκευή τύπου seesaw με null elements (χωρίς αγωγό). Επιτρέπει την αξιολόγηση της αποκλειστικής επίδρασης του seesaw συστήματος στο εδαφικό σώμα.

Τα έξι μοντέλα διαφοροποιούνται ως προς δύο χαρακτηριστικά: τον τύπο επιφανειακής κατασκευής (καμία / πλαίσιο / seesaw) και την παρουσία ή απουσία αγωγού (πραγματικός αγωγός / null elements). Τα μοντέλα M1, M2 αποτελούν το βασικό μοντέλο αναφοράς χωρίς επιφανειακή κατασκευή. Τα M3, M5 εισάγουν κλασικό πλαίσιο επιφανειακής κατασκευής, ενώ τα M4, M6 εισάγουν το σύστημα seesaw.

Μοντέλο	Ονομασία	Επιφανειακή Κατασκευή	Αγωγός	Κατηγορία	Αναφορά
M1	**FirstModel**	Καμία	Πραγματικός	**Χωρίς Seesaw**	**Βάση**
M2	**SecondModel**	Καμία	Null elements (οπή)	**Χωρίς Seesaw**	**Βάση**
M3	**ThirdModel**	Πλαίσιο	Πραγματικός	**Χωρίς Seesaw**	**Πλαίσιο**
M5	**FifthModel**	Πλαίσιο	Null elements (οπή)	**Χωρίς Seesaw**	**Πλαίσιο**
M4	**FourthModel**	Seesaw	Πραγματικός	**Με Seesaw**	**Seesaw**
M6	**SixthModel**	Seesaw	Null elements (οπή)	**Με Seesaw**	**Seesaw**

Πίνακας 51: *Σημείωση: Τα μοντέλα M1 και M2 παράγουν πρακτικά ταυτόσημα αποτελέσματα σε κάθε σεισμική σειρά, επιβεβαιώνοντας ότι η παρουσία ή απουσία αγωγού δεν επηρεάζει σημαντικά τη μετακίνηση στο βασικό εδαφικό μοντέλο.*

Κόμβοι Ανάλυσης

Πέντε (5) κόμβοι παρακολουθούνται σε κάθε ανάλυση, τοποθετημένοι κατά μήκος του κατακόρυφου άξονα συμμετρίας:

- J620 και J663: Αριστερά και δεξιά του αγωγού, στο ίδιο επίπεδο με τη βάση. Παρουσιάζουν πλήρη συμμετρία σε κάθε ανάλυση.
- J640: Βάση του αγωγού (pipe invert) — ο δυσκαμψότερος κόμβος, με τη μικρότερη μετακίνηση σε κάθε ανάλυση.
- J641: Στέψη του αγωγού (pipe crown) — ενδιάμεσος κόμβος.
- J651: Επιφάνεια εδάφους πάνω από τον αγωγό — ο κρίσιμος κόμβος, με τη μέγιστη μετακίνηση σε κάθε ανάλυση.

Η ιεράρχηση J640 < J641 < J651 επιβεβαιώνεται αδιαλείπτως, με βαθμίδα 640→641 της τάξης 16–22% και βαθμίδα 641→651 της τάξης 28–42% ανάλογα με τη σεισμική σειρά και το μοντέλο.

Σεισμικές Σειρές

Οι αναλύσεις εκτελέστηκαν για δέκα σεισμικές σειρές, καλύπτοντας ευρύ φάσμα μεγεθών, αποστάσεων και τεκτονικών χαρακτηριστικών. Για κάθε σειρά χρησιμοποιήθηκαν πολλαπλές καταγραφές (βασικές και κλιμακωμένες ×2g), επιλέγοντας τη μέγιστη τιμή J651 ως αντιπροσωπευτική τιμή σχεδιασμού. Οι εξεταζόμενες σειρές είναι: Coalinga (1983), Chalfant Valley (1986), Mammoth Lakes (1980), Whittier Narrows (1987), Imperial Valley (1979), Kobe – OSAJ/Sakai (1995, σταθμοί Osaka-J και

Sakai), Hector Mine (1999), Chi-Chi Taiwan (1999), Nenana Mountain Alaska (2002) και Denali Alaska (2002)

Αποτελέσματα — Μέγιστη Μετακίνηση Κόμβου J651 (mm)

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει τη μέγιστη οριζόντια μετακίνηση (mm) του κόμβου J651 ανά σεισμική σειρά και ανά μοντέλο. Τα μοντέλα με σύστημα seesaw (M4, M6) εμφανίζονται στις τελευταίες δύο στήλες. Τιμές που φέρουν τον χαρακτηρισμό ★ προέρχονται από μερικά δεδομένα λόγω σφαλμάτων εξαγωγής SAP2000.

Σεισμική Σειρά	M1	M2	M3	M5	M4	M6
Coalinga	54,79	54,79	54,89	54,86	**55,66**	**55,55**
Chalfant	38,66	38,66	38,75	38,77	**38,83**	**38,84**
Mammoth	24,11	24,11	24,15	23,88	**24,21**	**24,37**
Whittier Narrows	18,74	18,74	18,73	18,85	**18,97**	**18,93**
Imperial Valley	17,06	17,06	17,15	17,21	**17,26**	**17,32**
OSAJ/Sakai	13,00	13,00	12,95	12,93	**7,12 ★**	**7,15 ★**
Hector Mine	1,52	1,52	1,51	1,51	**1,52**	**1,52**
Chi-Chi Taiwan	4,91	4,91	4,93	4,96	**4,97**	**4,99**
Nenana Mountain	0,801	0,801	0,793	0,797	**0,707 ★**	**0,710 ★**
Denali Alaska	6,93	6,93	6,96	6,98	**7,04**	**7,05**

Πίνακας 52: ★ OSAJ/Sakai (M4, M6): μόνο OSAJ διαθέσιμο — σφάλμα εξαγωγής Sakai | ★ Nenana (M4, M6): μόνο K2 σταθμοί — σφάλμα

Σεισμική Ιεράρχηση και Κρίσιμη Σειρά

Η μέγιστη μετακίνηση του κόμβου J651 παρουσιάζει σημαντικές διακυμάνσεις μεταξύ των σεισμικών σειρών, καλύπτοντας εύρος από 0,71 mm (Nenana Mountain) έως 55,66 mm (Coalinga, M4). Σε όλα τα μοντέλα και σε όλες τις σεισμικές σειρές, ο κόμβος J651 αναδεικνύεται αδιαμφισβήτητα ως ο κρίσιμος κόμβος της ανάλυσης, επιβεβαιώνοντας ότι η μέγιστη σεισμική απαίτηση εντοπίζεται πάντοτε στην επιφάνεια του εδάφους. Η σεισμική σειρά Coalinga παράγει σε κάθε μοντέλο τη μέγιστη μετακίνηση (~54,8–55,7 mm), ακολουθούμενη από Chalfant Valley (~38,7–38,8 mm) και Mammoth Lakes (~23,9 –24,4 mm). Η ιεράρχηση αυτή διατηρείται σταθερά σε όλα τα μοντέλα. Η μικρότερη μετακίνηση παρατηρείται για τη σειρά Nenana Mountain (~0,70–0,80 mm), αντικατοπτρίζοντας την ασθενέστερη ένταση της σεισμικής διέγερσης.

Επίδραση του Συστήματος Seesaw

Η σύγκριση των μοντέλων με και χωρίς σύστημα seesaw αποκαλύπτει σαφή διαφοροποίηση:

- Για τις ισχυρές σεισμικές σειρές (Coalinga, Chalfant, Mammoth, Whittier, Imperial Valley, Denali), τα μοντέλα με seesaw (M4, M6) παράγουν σταθερά

υψηλότερες μετακινήσεις J651 σε σύγκριση με τα αντίστοιχα μοντέλα χωρίς seesaw (M1/M2, M3, M5). Η αύξηση κυμαίνεται μεταξύ 0,5% και 2,0% για τις περισσότερες σειρές.

- Η μέγιστη μετακίνηση καταγράφεται για M4 (Coalinga: 55,66 mm) και M6 (Coalinga: 55,55 mm), επιβεβαιώνοντας ότι η παρουσία seesaw κατασκευής εντείνει οριακά τις απαιτήσεις μετακίνησης στην επιφάνεια του εδαφικού σώματος.

- Για τις ασθενέστερες σεισμικές σειρές (Hector Mine, Chi-Chi, Nenana), η επίδραση του seesaw συστήματος είναι ελάχιστη, με διαφορές της τάξης μεγέθους 0,01–0,10 mm.

Τα εύρηματα αυτά υποδηλώνουν ότι η παρουσία seesaw κατασκευής εντείνει οριακά τις απαιτήσεις μετακίνησης επιφάνειας υπό ισχυρή σεισμική φόρτιση.

Επίδραση της Παρουσίας ή Απουσίας Αγωγού

- M1 vs M2 (βασικό έδαφος): Πρακτικά ταυτόσημα αποτελέσματα — η παρουσία ή απουσία αγωγού δεν επηρεάζει σημαντικά τη μετακίνηση επιφάνειας στο βασικό εδαφικό μοντέλο.
- M3 vs M5 (πλαίσιο): Η παρουσία αγωγού (M3) ή null elements (M5) εισάγει μικρές αλλά εκτιμήσιμες αποκλίσεις (~0,1–0,5 mm). Παρατηρούνται αντιστροφές κρίσιμης καταγραφής ανά σεισμική σειρά.
- M4 vs M6 (seesaw): Παρόμοια συμπεριφορά με M3/M5 — η αλληλεπίδραση αγωγού–εδάφους–seesaw παράγει ελαφρά μεγαλύτερες μετακινήσεις για M4 (με αγωγό) σε ισχυρές σεισμικές σειρές, ενώ για ασθενείς σειρές τα αποτελέσματα είναι πρακτικά ισοδύναμα.

Αντιστροφές Κρίσιμης Καταγραφής

Ένα από τα σημαντικότερα ευρήματα της ανάλυσης είναι η παρατήρηση αντιστροφών κρίσιμης καταγραφής εντός κάθε σεισμικής σειράς κατά τη μετάβαση μεταξύ μοντέλων. Ειδικότερα:

- Mammoth Lakes: Η σχέση MAT vs MA4 αντιστρέφεται μεταξύ M4 και M5/M6.
- Chalfant Valley: Η CHAL2 κυριαρχεί στα M1–M4, ενώ η CHAL κυριαρχεί στα M5–M6.
- Whittier Narrows: Η WHIT2 κυριαρχεί στα M1–M4, ενώ η WHIT κυριαρχεί στα M5–M6.

Οι αντιστροφές αυτές, αν και αφορούν ελάχιστες απόλυτες διαφορές (<0,2 mm), υπογραμμίζουν ότι η ιεράρχηση εντός μιας σεισμικής σειράς δεν είναι ανεξάρτητη από τον τύπο μοντέλου.

Σφάλματα Εξαγωγής SAP2000

Κατά τη διάρκεια της ανάλυσης εντοπίστηκαν σφάλματα εξαγωγής αποτελεσμάτων σε δύο σεισμικές σειρές για τα μοντέλα M4 και M6:

- OSAJ/Sakai (M4, M6): Τα δεδομένα Sakai εξήχθησαν σε μέτρα αντί mm (τιμές ~7 m αντί ~13 mm). Αξιόπιστα δεδομένα διαθέσιμα μόνο για OSAJ.
- Nenana Mountain (M4, M6): Πολλαπλοί ονομαστοί σταθμοί (Dowl, Police HQ, Fish & Game) εξήχθησαν σε λάθος μονάδες. Αξιόπιστα δεδομένα από K2 σταθμούς μόνο.
- Coalinga M5 (COAL2 ×2g): Σφάλμα κλιμάκωσης λόγος 200:1 αντί 2:1 — εντοπίστηκε και επαλήθευση ελήφθη με επανεξαγωγή.

Ο εντοπισμός των σφαλμάτων βασίστηκε σε συστηματικό έλεγχο ασυμμετρίας κόμβων J620/J663, λόγων κλιμάκωσης ×2g και σύγκριση με τιμές αναφοράς από προηγούμενα μοντέλα.

Γεωτεχνικές Επιπτώσεις — Βαθμίδα Μετακίνησης

Σε κάθε μοντέλο και για κάθε σεισμική σειρά, επιβεβαιώνεται η σταθερή ιεράρχηση μετακίνησης μεταξύ κόμβων: J640 (βάση αγωγού) < J641 (στέψη αγωγού) < J651 (επιφάνεια εδάφους), με βαθμίδα 640→641 της τάξης 16–22% και βαθμίδα 641→651 της τάξης 28–42%. Η σταθερότητα αυτής της ιεράρχησης σε όλα τα μοντέλα και σε όλες τις σεισμικές σειρές αποτελεί βασικό δείκτη αξιοπιστίας των αριθμητικών αποτελεσμάτων. Επίσης, η πλήρης συμμετρία μετακίνησης μεταξύ κόμβων J620 και J663 (αριστερά και δεξιά του αγωγού) επιβεβαιώνεται στην απόλυτη πλειονότητα των αναλύσεων.

Συστάσεις Σχεδιασμού

Τα αποτελέσματα της παρούσας ανάλυσης οδηγούν στις ακόλουθες συστάσεις για τον σχεδιασμό κατασκευών προστασίας υπόγειων αγωγών:

- Κρίσιμη σεισμική σειρά: Ο σχεδιασμός πρέπει να βασίζεται στη δυσμενέστερη σεισμική καταγραφή (Coalinga, 54,79–55,66 mm) και όχι σε μέσες τιμές ή γραμμική επαλληλία, καθώς η διαφορά μεταξύ σεισμικών σειρών υπερβαίνει κατά πολύ τις διαφορές μεταξύ μοντέλων.

- Επίδραση seesaw: Η εφαρμογή συστήματος seesaw εισάγει οριακή αύξηση (~1–2%) στις μετακινήσεις επιφάνειας για ισχυρές σεισμικές καταγραφές. Αυτή η

αύξηση, αν και μικρή, πρέπει να λαμβάνεται υπόψη στον ολικό ενεργειακό ισολογισμό της κατασκευαστικής λύσης.

- Σχεδιασμός ζεύγους μοντέλων: Η διεξαγωγή αναλύσεων τόσο με παρουσία αγωγού όσο και με null elements (ζεύγη M1/M2, M3/M5, M4/M6) είναι απαραίτητη για την πλήρη κατανόηση των μηχανισμών αλληλεπίδρασης και την αποφυγή υποεκτίμησης κρίσιμων καταγραφών.

- Σφάλματα εξαγωγής SAP2000: Σε περιπτώσεις εξαγωγής αποτελεσμάτων σε μονάδες μέτρων αντί χιλιοστών, συνιστάται συστηματικός έλεγχος ασυμμετρίας κόμβων J620/J663 και λόγων κλιμάκωσης ×2g ως κριτήρια αξιοπιστίας πριν από οποιαδήποτε αξιολόγηση αποτελεσμάτων.

Συνοπτικά Συμπεράσματα

Από τη συνολική ανάλυση των έξι μοντέλων και των 816 φορτίσεων προκύπτουν τα ακόλουθα συμπεράσματα:

- Η σεισμική απόκριση καθορίζεται πρωτίστως από τα χαρακτηριστικά της σεισμικής καταγραφής και δευτερευόντως από τον τύπο επιφανειακής κατασκευής. Η Coalinga παραμένει η κρίσιμη σεισμική σειρά σε κάθε μοντέλο.
- Το σύστημα seesaw εισάγει οριακή αύξηση μετακίνησης (~1–2%) για ισχυρές σεισμικές καταγραφές. Η αξιολόγηση της ολικής προστατευτικής δράσης απαιτεί ανάλυση τάσεων και παραμορφώσεων του αγωγού.
- Η συμμετρία κόμβων J620/J663 και η ιεράρχηση J640<J641<J651 επιβεβαιώνονται αδιαλείπτως, αποτελώντας αξιόπιστους δείκτες ορθότητας των αριθμητικών αποτελεσμάτων.
- Η παρουσία ή απουσία αγωγού δεν επηρεάζει σημαντικά τη μετακίνηση επιφάνειας στο βασικό εδαφικό μοντέλο (M1≈M2), αλλά εισάγει εκτιμήσιμες αποκλίσεις στα μοντέλα με επιφανειακή κατασκευή.
- Η ανάλυση αποτελεί τη βάση για μελλοντική παραμετρική μελέτη που θα διερευνήσει την επίδραση υλικού αγωγού (εύκαμπτα vs ακάμπτα), διαμέτρου (DN 300–2500), βάθους εγκιβωτισμού και αλληλεπίδρασης παράλληλων αγωγών.

Συμπέρασμα: Η ολοκλήρωση των 816 αναλύσεων σε 6 μοντέλα και 10 σεισμικές σειρές παρέχει μια ολοκληρωμένη και αξιόπιστη βάση δεδομένων για τη μελέτη της σεισμικής συμπεριφοράς υπόγειων αγωγών. Τα αποτελέσματα επιβεβαιώνουν τη σταθερότητα και αξιοπιστία των αριθμητικών μοντέλων και δημιουργούν το πλαίσιο για την επέκταση της έρευνας στη μελλοντική παραμετρική φάση. Η έρευνα αποδεικνύει ότι η σεισμική απόκριση υπόγειων αγωγών καθορίζεται πρωτίστως από τα χαρακτηριστικά της σεισμικής καταγραφής και δευτερευόντως από τον τύπο επιφανειακής κατασκευής. Το σύστημα seesaw εισάγει ελαφρά αύξηση στις μετακινήσεις επιφάνειας για ισχυρούς

σεισμούς, ωστόσο η αξιολόγηση της συνολικής προστατευτικής του δράσης απαιτεί ανάλυση τάσεων και παραμορφώσεων του αγωγού — μεγέθη που εκφεύγουν του πεδίου της παρούσης μετακινησιακής ανάλυσης.

ΠΡΟΤΑΣΕΙΣ ΜΕΛΛΟΝΤΙΚΩΝ ΑΝΑΛΥΣΕΩΝ

Η ολοκλήρωση της τρέχουσας φάσης αναλύσεων (μοντέλα M1–M6, 816 συνολικές φορτίσεις, 10 σεισμικές σειρές) αποκαλύπτει σημαντικές διαφορές στη σεισμική συμπεριφορά ανάλογα με τον τύπο της επιφανειακής κατασκευής. Το επόμενο προτεινόμενο βήμα της έρευνας θα μπορούσε να επεκτείνει την ανάλυση σε δύο νέες παραμέτρους που δεν έχουν εξεταστεί στην παρούσα φάση: το υλικό κατασκευής του αγωγού και η διάμετρός του.

Η βασική ιδέα είναι ο διαχωρισμός των αγωγών σε δύο κατηγορίες βάσει της μηχανικής τους συμπεριφοράς υπό σεισμική φόρτιση:

- Εύκαμπτοι αγωγοί: PE-HD και GfK (glasfaserverstärkter kunststoff)/GRP (Glass-Reinforced Plastic) — χαρακτηρίζονται από υψηλή παραμορφωσιμότητα και ικανότητα απορρόφησης παραμορφώσεων χωρίς αστοχία.
- Ακάμπτοι αγωγοί: Άοπλο Σκυρόδεμα, Οπλισμένο Σκυρόδεμα και Κεραμικοί (πορσελάνη) — χαρακτηρίζονται από υψηλή δυσκαμψία και ευαισθησία σε εφελκυστικές παραμορφώσεις.

Υπόθεση εργασίας: η διαφορά στη δυσκαμψία αγωγού αναμένεται να επηρεάζει σημαντικά την κατανομή τάσεων και παραμορφώσεων στη διεπιφάνεια αγωγού-εδάφους, ιδίως υπό ισχυρές σεισμικές καταγραφές (Coalinga, Chalfant). Η ποσοτικοποίηση αυτής της επίδρασης μπορεί να αποτελεί τον κεντρικό στόχο της μελλοντικής φάσης.

Παράμετροι Ανάλυσης

Υλικά Αγωγών

Πορτεινεντε να εξετάστουν τέσσερα (4) υλικά, κατανεμημένα στις δύο κατηγορίες:
• Ακάμπτα υλικά: Κεραμικό (πορσελάνη) — χαμηλή εφελκυστική αντοχή, ευαισθησία σε διαφορικές καθιζήσεις.
• Ακάμπτα υλικά: Σκυρόδεμα (άοπλο ή οπλισμένο) — υψηλή θλιπτική αντοχή, περιορισμένη εφελκυστική ικανότητα.
• Εύκαμπτα υλικά: PE-HD (Πολυαιθυλένιο υψηλής πυκνότητας) — υψηλή παραμορφωσιμότητα, αξιόπιστη συμπεριφορά υπό σεισμική φόρτιση.
• Εύκαμπτα υλικά: GfK/GRP (Υαλονήματα/Fiberglass) — ελαφρύ, υψηλή αντοχή, ευνοϊκή σεισμική συμπεριφορά.

Διαστάσεις και Βάθη

Προτείνεται να εξεταστουν πέντε (5) ονομαστικές διαμέτρους (DN 300, 500, 1000, 2000, 2500) και τρία (3) επίπεδα εγκιβωτισμού:

• Βάθος 1 m: Αγωγοί κοντά στην επιφάνεια — μέγιστη σεισμική διέγερση, ευαισθησία σε επιφανειακά φαινόμενα.

• Βάθος 5 m: Ενδιάμεσο βάθος — αντιπροσωπευτικό της συνηθισμένης πρακτικής υπόγειας εγκατάστασης.

• Βάθος >5 m: Μεγάλο εγκιβωτισμό — αντιστοιχεί στα βάθη που χρησιμοποιούνται στις τρέχουσες αναλύσεις SAP2000.

Πίνακας Πιθανών Συνδυασμών

Ο παρακάτω πίνακας παρουσιάζει το σύνολο των εφαρμόσιμων συνδυασμών υλικού–διαμέτρου–βάθους, βάσει πρακτικής σκοπιμότητας (μεγαλύτεροι αγωγοί δεν κατασκευάζονται από κεραμικό, μικρές διάμετροι δεν απαντώνται σε μεγάλα βάθη κ.ο.κ.):

Βάθος	Διάμετρος	Κεραμικό	Σκυρόδεμα	PE HD	GfK
Βάθος 1 m	DN 300	✔	✔	✔	✔
	DN 500	✔	✔	✔	✔
	DN 1000	—	✔	—	✔
	DN 2500	—	—	—	—
Βάθος 5 m	DN 500	✔	✔	✔	✔
	DN 1000	—	✔	—	✔
	DN 2500	—	—	—	—
Βάθος > 5 m	DN 1000	—	✔	—	✔
	DN 2500	—	✔	—	✔

Πίνακας 53: ✔ = Εφαρμόσιμος συνδυασμός | — = Μη τυπική κατασκευαστική πρακτική

Ο συνολικός αριθμός εφαρμόσιμων συνδυασμών ανέρχεται σε 18 περιπτώσεις. Αν σε κάθε περίπτωση εφαρμοστούν τουλάχιστον 3 εναλλακτικά μοντέλα επιφανειακής κατασκευής (χωρίς κατασκευή / πλαίσιο / seesaw), προκύπτουν 54 νέα μοντέλα SAP2000 — ένας αριθμός που υπογραμμίζει την ανάγκη για στρατηγική ιεράρχηση.

Κατηγορία	Βάθος 1 m	Βάθος 5 m	Βάθος > 5 m	Σύνολο συνδ.	× 3 μοντέλα
Ακάμπτα (Κεραμικό + Σκυρόδεμα)	4	2	2	**8**	**24**
Εύκαμπτα (PE HD + GfK/GRP)	4	3	2	**9**	**27**
Χωρίς αγωγό (οπή)	1	1	1	**3**	**9**
ΣΥΝΟΛΟ	**9**	**6**	**5**	**20**	**60**

Πίνακας 54

Εκτίμηση Υπολογιστικής Επιβάρυνσης

Αν για κάθε νέο μοντέλο εφαρμοστεί το ίδιο σύνολο σεισμικών φορτίσεων με την τρέχουσα φάση (136 φορτίσεις/μοντέλο), προκύπτει:

- 60 νέα μοντέλα × 136 φορτίσεις = 8.160 συνολικές αναλύσεις SAP2000.
- Σε συνδυασμό με τις 816 υπάρχουσες, το γενικό σύνολο ανέρχεται σε ~9.000 αναλύσεις.
- Αυτός ο αριθμός είναι υπολογιστικά απαιτητικός και συνιστάται η εφαρμογή φιλτραρίσματος σεισμικών σειρών.

Προτεινόμενη Στρατηγική Υλοποίησης

Φάση Α — Pilot Ανάλυση (Προτεραιότητα)
Πριν από την πλήρη παραμετρική ανάλυση, συνιστάται η διεξαγωγή μιας στοχευμένης pilot ανάλυσης για την εκτίμηση της ευαισθησίας των αποτελεσμάτων στο υλικό αγωγού. Προτεινόμενες παράμετροι pilot:

- Υλικά: GfK/GRP (εύκαμπτο) vs Σκυρόδεμα (ακάμπτο) — η μέγιστη αντίθεση δυσκαμψίας.
- Διάμετρος: DN 1000 — αντιπροσωπευτική του τρέχοντος μοντέλου, επιτρέπει άμεση σύγκριση.
- Βάθος: 5 m — αντιστοιχεί στις τρέχουσες αναλύσεις.
- Σεισμικές σειρές: Coalinga, Chalfant Valley, Denali Alaska — καλύπτουν ισχυρά και μεσαία γεγονότα.
- Μοντέλα: 3 (χωρίς κατασκευή / πλαίσιο / seesaw) → 6 αναλύσεις × 3 σεισμοί = 18 εκτελέσεις SAP2000.

Φάση Β — Πλήρης Παραμετρική Ανάλυση

Εφόσον η Φάση Α επιβεβαιώσει σημαντική επίδραση του υλικού, η ανάλυση επεκτείνεται σταδιακά:

- Προσθήκη υλικών PE-HD και Κεραμικού.
- Επέκταση σε βάθος 1 m (μέγιστη σεισμική απόκριση) και DN 500.
- Σταδιακή εισαγωγή όλων των σεισμικών σειρών της τρέχουσας φάσης.
- Εστίαση στις κρίσιμες διαμέτρους ανά βάθος (DN 300/500 για 1 m, DN 1000/2500 για >5 m).

Φάση Γ — Αλληλεπίδραση Παράλληλων Αγωγών

Πρόταση: τοποθέτηση δύο αγωγών δίπλα-δίπλα σε οριζόντια απόσταση 1 m, για διερεύνηση του φαινομένου αλληλεπίδρασης (group effect) υπό σεισμική φόρτιση.
Η ανάλυση αυτή απαιτεί τροποποίηση του υφιστάμενου κανάβου ώστε να φιλοξενεί δύο κυκλικές οπές σε οριζόντια απόσταση 1 m. Αναμένεται να αποκαλύψει:

- Εάν η σεισμική απόκριση κάθε αγωγού επηρεάζεται από την παρουσία του γειτονικού.
- Εάν ο εδαφικός όγκος μεταξύ των αγωγών αναπτύσσει αυξημένες παραμορφώσεις (εγκλωβισμένος όγκος).
- Εάν η απόσταση 1 m είναι επαρκής για να θεωρηθούν ανεξάρτητα τα δύο συστήματα.
- Η ανάλυση να γίνει για διαφορετικά βάθη (1 m, 5 m) και υλικά (εύκαμπτο vs άκαμπτο).

Σύνοψη Προτάσεων

Η μελλοντική ερευνητική δραστηριότητα μπορεί να οργανωθεί ως εξής:

Φάση	Αντικείμενο	Νέα Μοντέλα	Εκτιμ. Αναλύσεις
Α	Pilot: GfK vs Σκυρόδεμα, DN1000, 5m, 3 σεισμοί	6	**18**
Β	Πλήρης παραμετρική: 4 υλικά, 5 διάμετροι, 3 βάθη, 10 σεισμοί	~60	**~8.160**
Γ	Αλληλεπίδραση παράλληλων αγωγών (απόσταση 1 m)	~12	**~500**
ΣΥΝΟΛΟ	**Α + Β + Γ**	**~78**	**~8.678**

Πίνακας 55

Σύσταση: Η Φάση Α αποτελεί απαραίτητο βήμα πριν από οποιαδήποτε δέσμευση σε πλήρη παραμετρική ανάλυση. Εάν η pilot ανάλυση αποκαλύψει ότι το υλικό αγωγού δεν επηρεάζει σημαντικά τη μετακίνηση J651 (<5%), η παραμετρική μελέτη μπορεί να εστιαστεί αποκλειστικά στην ανάλυση τάσεων και παραμορφώσεων του αγωγού, μειώνοντας σημαντικά τον αριθμό απαιτούμενων αναλύσεων.

ΑΝΑΦΟΡΕΣ

Yao, E.; Rao, Y.; Liu, M.; Liu, Z.; Cao, A. Study on the Seismic Response of a Water-Conveyance Tunnel Considering Non-Uniform Longitudinal Subsurface Geometry and Obliquely Incident SV-Waves. Appl. Sci. 2024, 14, 4398. https://doi.org/10.3390/app14114398

Yeong-Bin Yang, Xiaoli Wang, Zeyang Zhou, Xiongfei Zhang, Zhi Li, Seismic analysis of underground tunnels subjected to 3D oblique incident P and SV waves by 2.5D approach,Underground Space,Volume 12,2023,Pages 271-286,ISSN 2467-9674,https://doi.org/10.1016/j.undsp.2023.03.004.

Mi Zhao, Yawei Duan, Jingqi Huang, Huifang Li, Xu Zhao, Xiuli Du,
Analytical solutions for circular composite-lined tunnels under obliquely incident seismic SV and P waves,Computers and Geotechnics,Volume 151,2022,104939,ISSN 0266-352X,
https://doi.org/10.1016/j.compgeo.2022.104939.

Xuansheng Cheng, Haodong Sun, Shanglong Zhang, Kai Ding, Peiyan Xia,Dynamic response of deep-buried circular loess tunnel under P-wave action,Applied Mathematical Modelling,Volume 134,2024,Pages 556-569,ISSN 0307-904X,
https://doi.org/10.1016/j.apm.2024.06.017.

Yeong-Bin Yang, Zeyang Zhou, Biao Gao, Peng Liu, Yuhong Liu,Underwater half-space analysis to oblique 3D seismic waves based on exact free-field response,Applied Mathematical Modelling,Volume 134,2024,Pages 797-819,ISSN 0307-904X,
https://doi.org/10.1016/j.apm.2024.05.011.

Goyal, A. & Chopra, A.K. (1989a), Earthquake analysis of intake-outlet towers including tower-water-foundation-soil interaction, Earthquake Engineering and Structural Dynamics, Vol. 18, 3, pp. 325-344.

Goyal, A. & Chopra, A.K. (1989b), Earthquake Response Spectrum Analysis of Intake-Outlet Towers, Journal of Engineering Mechanics, Vol. 115, 7, pp. 1413-1433.

Grilli, S.T. & Watts, P. (1999), Modeling of waves generated by a moving submerged body: applications to underwater landslides, Engineering Analysis with Boundary Elements, Vol. 23, 8, pp. 645-656.

Jhung, M.J. (1998), Integrity evaluation of fuel assembly for earthquake, Nuclear Engineering and Design, Vol. 185, 1, pp. 97-108.

Stokes, G.G. (1843), On some cases of fluid motion, Proceedings of Cambridge Philosophical Society, Vol. 8, pp. 105-137.

Thomasson, P.G. (2000), Equations of motion of a vehicle in a moving fluid, Journal of Aircraft, Vol. 37, 4, pp. 630-639.

Westergaard, H.M. (1933), Water pressures on dams during earthquakes, Transactions ASCE, Vol. 98, pp. 418-433.

Xu, T., Lauridsen, B. & Bai, Y. (1999), Wave-induced fatigue of multi-span pipelines, Marine Structures, Vol. 12, 2, pp. 83-106.

Efraimiadou, S., Hatzigeorgiou, G.D. and Beskos, D.E. (2013), Structural pounding between adjacent buildings subjected to strong ground motions. Part II: The effect of multiple earthquakes. Earthquake Engng Struct. Dyn., 42: 1529-1545. https://doi.org/10.1002/eqe.2284

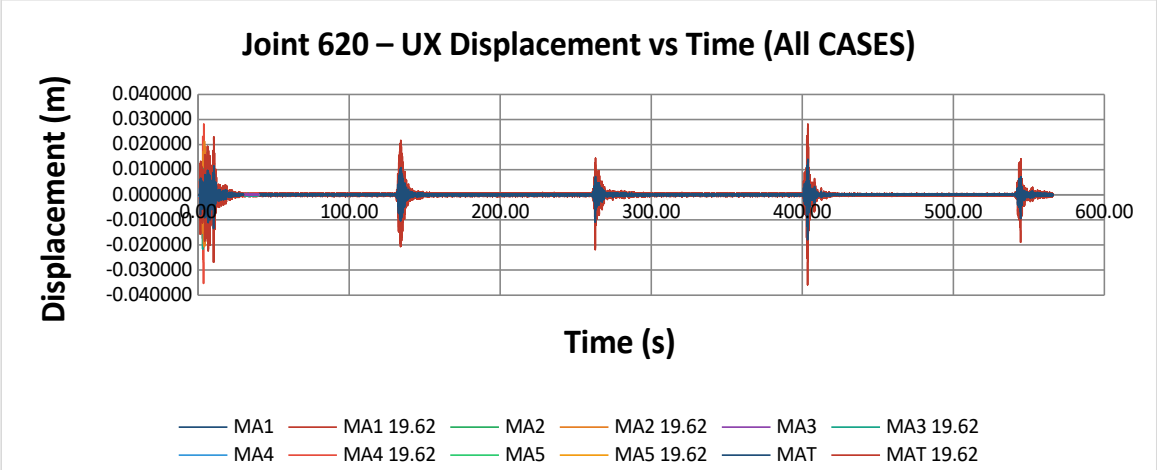
Katsimpini P.S, Seismic Response of Vertical Hybrid Concrete/Steel Frames Considering Soil–Structure Interaction. Buildings 2024, 14, 972.
Hatzigeorgiou, G. D., & Beskos, D. E. (2010). Soil–structure interaction effects on seismic inelastic analysis of 3-D tunnels. Soil Dynamics and Earthquake Engineering, 30(9), 851-861.
Juan Manuel Mayoral, Gilberto Mosqueda,Foundation enhancement for reducing tunnel-building seismic interaction on soft clay,Tunnelling and Underground Space Technology,Volume 115,2021,104016,ISSN 0886-7798, https://doi.org/10.1016/j.tust.2021.104016.
Shen, C.; Zeng, Z.; Zhu, J. Theoretical Optimization Method of Tunnel Lining in Fractured Rock Mass Based on Rock Classification and Hoek–Brown Criterion. Appl. Sci. 2024, 14, 10227. https://doi.org/10.3390/app142210227
Angelakis, A.N., & Rose, J.B. (Eds.). (2014). Evolution of Sanitation and Wastewater Technologies through the Centuries. IWA Publishing. Bazalgette, J.W. (1865). On the main drainage of London> and the interception of the sewage from the River Thames. Institution of Civil Engineers. ScienceDirect. (n.d.). Sewer System. In Agricultural and Biological Sciences. Sky HISTORY. (n.d.). Sir Joseph Bazalgette and London's Sewers. Tomlinson, R.A. (2016). sanitation, Greek. In L. Grig (Ed.), Oxford Classical Dictionary. Oxford University Press. Angelakis, A.N., Koutsoyiannis, D., & Tchobanoglous, G. (2005). Urban wastewater and stormwater technologies in ancient Greece. Water Research, 39(1), 210-220. Santos, A.S.P., Lima, M.A.D., Paixao, M.M., Jordao, E.P., & Vieira, J.M.P. (2024). A perspective for the acceptance of water reuse: history of the valorization of wastewater throughout the development of society. Water Policy, 26(4). Childe, V.G. (1950). The Urban Revolution. *Town Planning Review*, 21(1), 3–17. Hodge, A.T. (1992). *Roman Aqueducts and Water Supply*. London: Duckworth. Hamlin, C. (1998). *Public Health and Social Justice in the Age of Chadwick*. Cambridge University Press. Halliday, S. (1999). *The Great Stink of London*. Stroud: Sutton Publishing. Melosi, M.V. (2000). *The Sanitary City*. Baltimore: Johns Hopkins University Press. Graham, J.W. (1987). *The Palaces of Crete* (revised ed.). Princeton University Press. Council Directive 91/271/EEC concerning urban waste water treatment. Official Journal of the European Communities. ΕΥΔΑΠ — institutional/historical documentation (https://www.eydap.gr/SocialResponsibility/HistoryRecord/DrainHistoricalTrackback/)

ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ

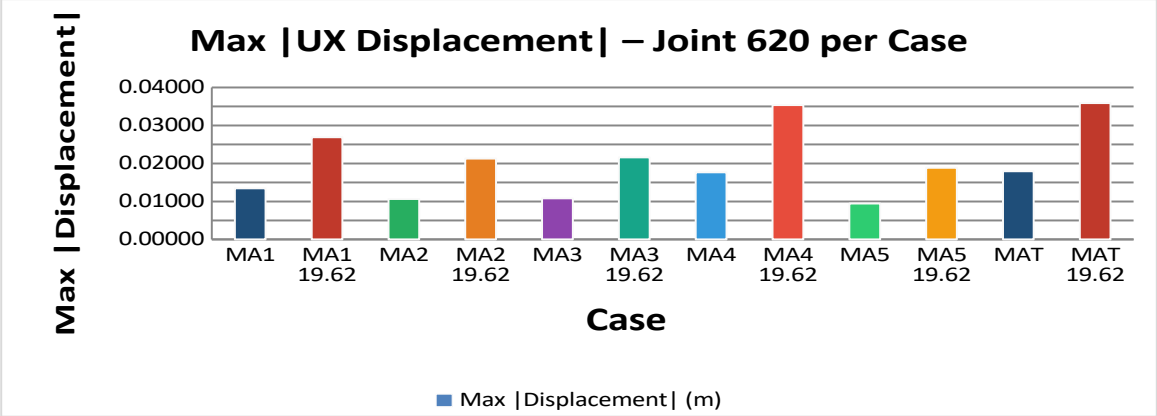
5.1 Μοντέλο 1ο – NEWDMF30

5.1-01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 620 Αριστερά από τον αγωγό. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.1: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



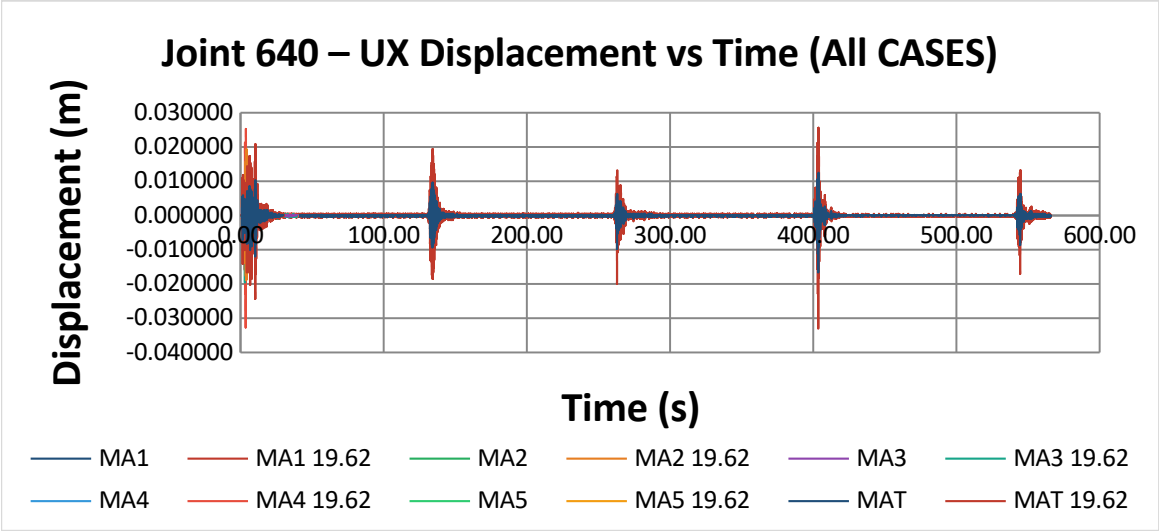
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.2: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

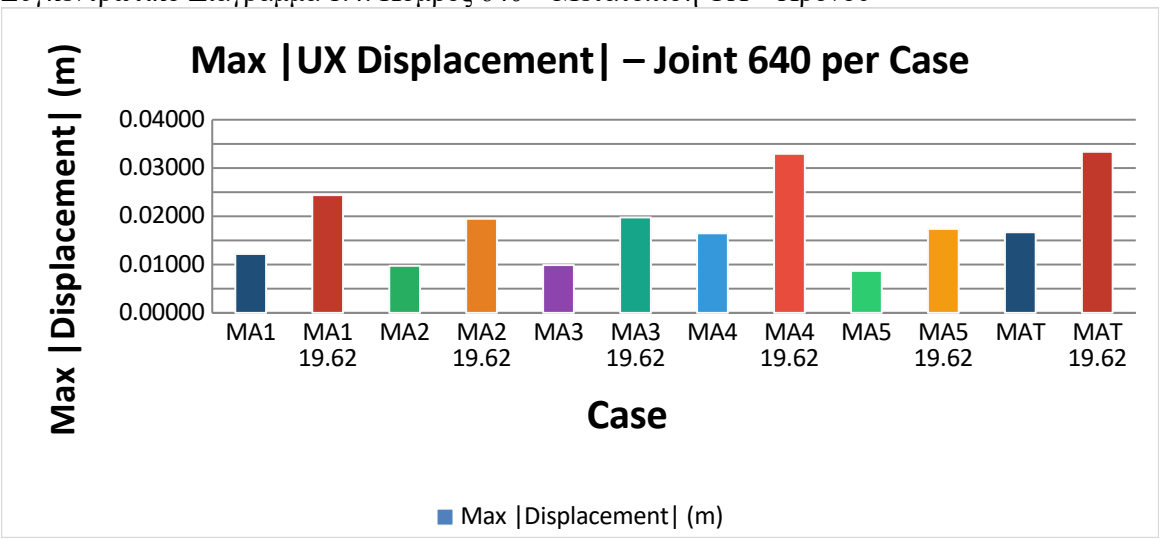
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01346	0.01346
MA1 19.62	10.27	-0.02691	0.02691
MA2	4.23	0.01064	0.01064
MA2 19.62	4.23	0.02128	0.02128
MA3	3.07	-0.01080	0.01080
MA3 19.62	3.07	-0.02160	0.02160
MA4	3.62	-0.01767	0.01767
MA4 19.62	3.62	-0.03534	0.03534
MA5	4.61	-0.00944	0.00944
MA5 19.62	4.61	-0.01887	0.01887
MAT	403.52	-0.01794	0.01794
MAT 19.62	403.52	-0.03589	0.03589

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.3: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Mammoth – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.4: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



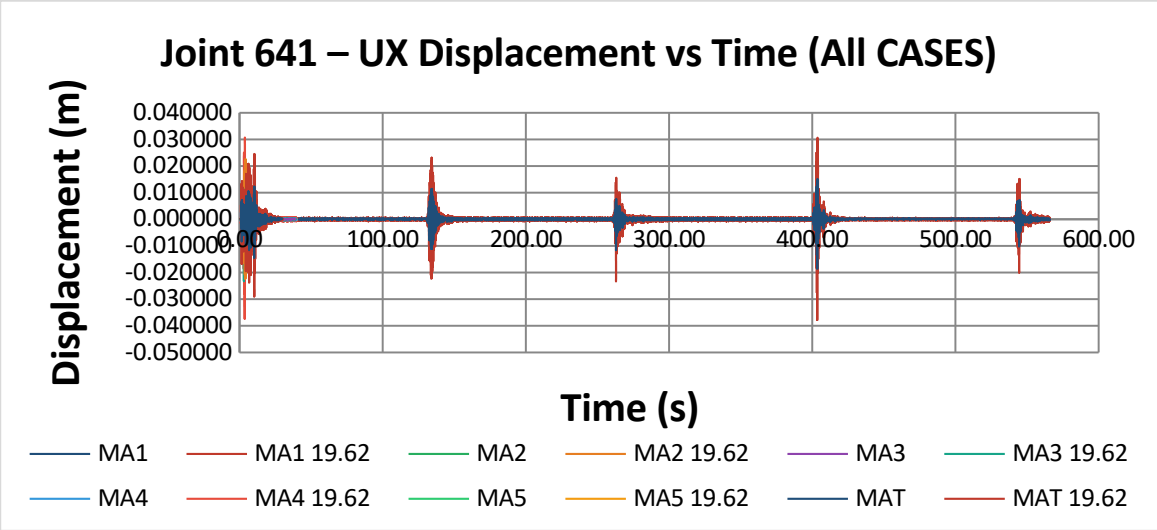
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.5: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

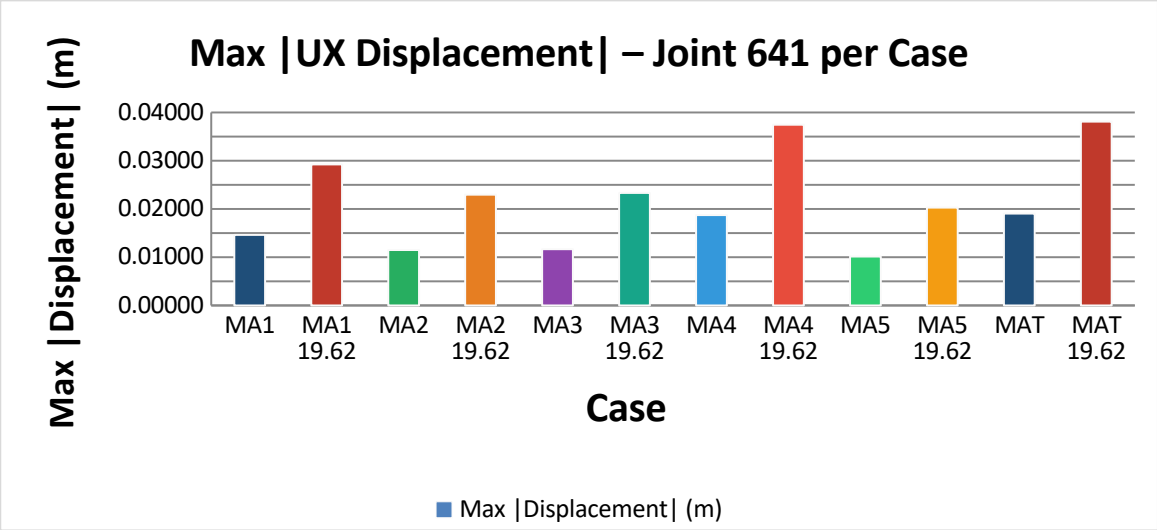
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01220	0.01220
MA1 19.62	10.27	-0.02439	0.02439
MA2	4.23	0.00974	0.00974
MA2 19.62	4.23	0.01948	0.01948
MA3	3.07	-0.00989	0.00989
MA3 19.62	3.07	-0.01977	0.01977
MA4	3.62	-0.01647	0.01647
MA4 19.62	3.62	-0.03294	0.03294
MA5	4.61	-0.00869	0.00869
MA5 19.62	4.61	-0.01738	0.01738
MAT	403.52	-0.01669	0.01669
MAT 19.62	403.52	-0.03337	0.03337

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.6: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Mammoth – Κόμβος 641 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.7: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



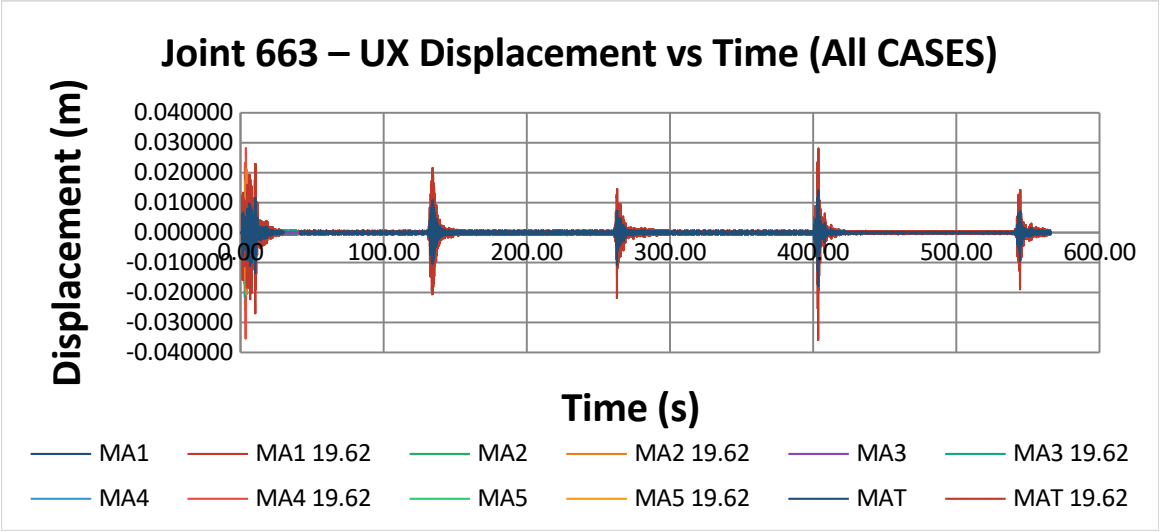
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.8: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

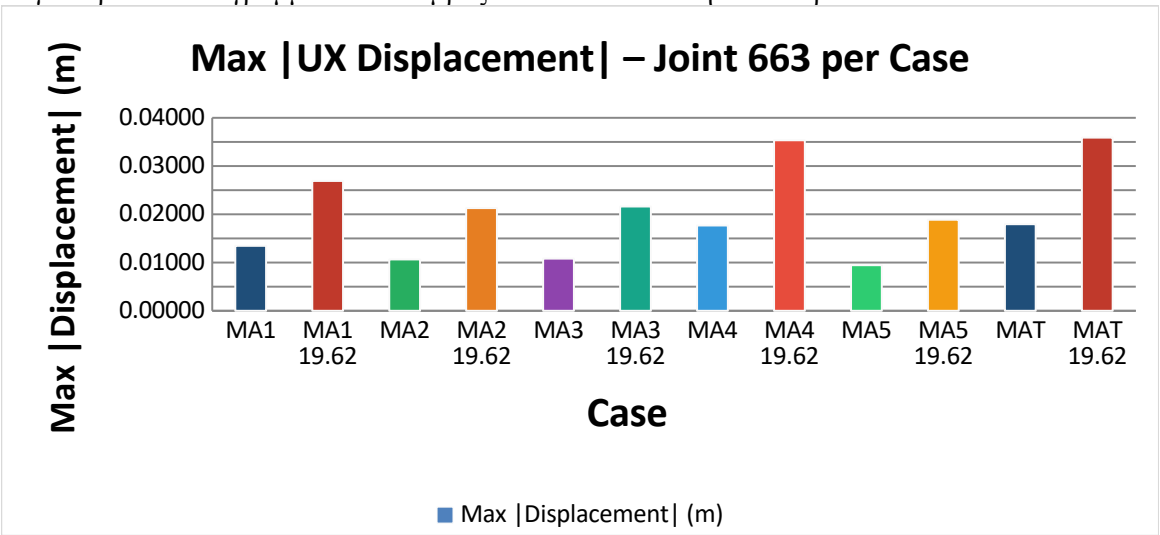
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01462	0.01462
MA1 19.62	10.27	-0.02923	0.02923
MA2	4.23	0.01148	0.01148
MA2 19.62	4.23	0.02296	0.02296
MA3	3.07	-0.01165	0.01165
MA3 19.62	3.07	-0.02331	0.02331
MA4	3.62	-0.01872	0.01872
MA4 19.62	3.62	-0.03745	0.03745
MA5	4.60	-0.01014	0.01014
MA5 19.62	4.60	-0.02027	0.02027
MAT	403.52	-0.01904	0.01904
MAT 19.62	403.52	-0.03809	0.03809

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.9: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Mammoth – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.13: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.14: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

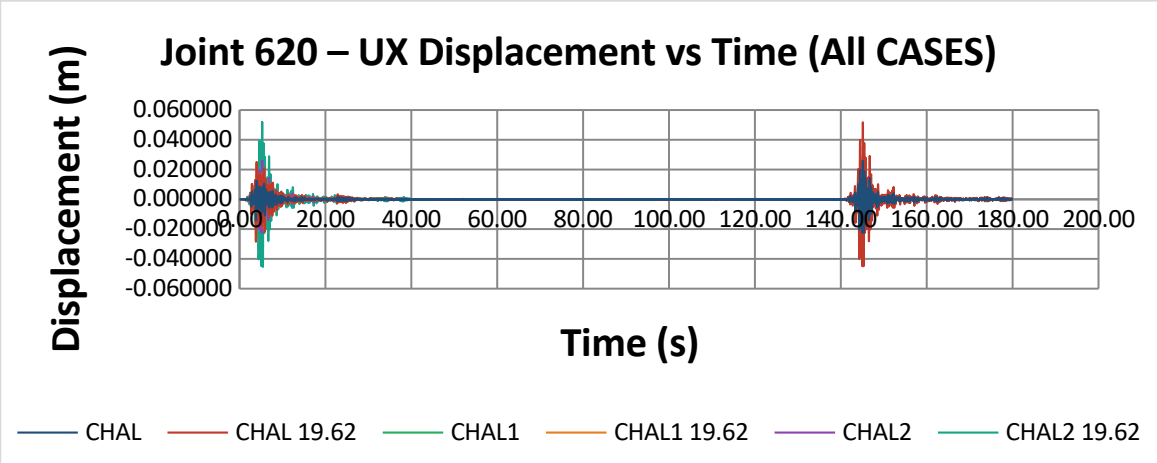
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01346	0.01346
MA1 19.62	10.27	-0.02691	0.02691
MA2	4.23	0.01064	0.01064
MA2 19.62	4.23	0.02128	0.02128
MA3	3.07	-0.01080	0.01080
MA3 19.62	3.07	-0.02160	0.02160
MA4	3.62	-0.01767	0.01767
MA4 19.62	3.62	-0.03534	0.03534
MA5	4.61	-0.00944	0.00944
MA5 19.62	4.61	-0.01887	0.01887
MAT	403.52	-0.01794	0.01794
MAT 19.62	403.52	-0.03589	0.03589

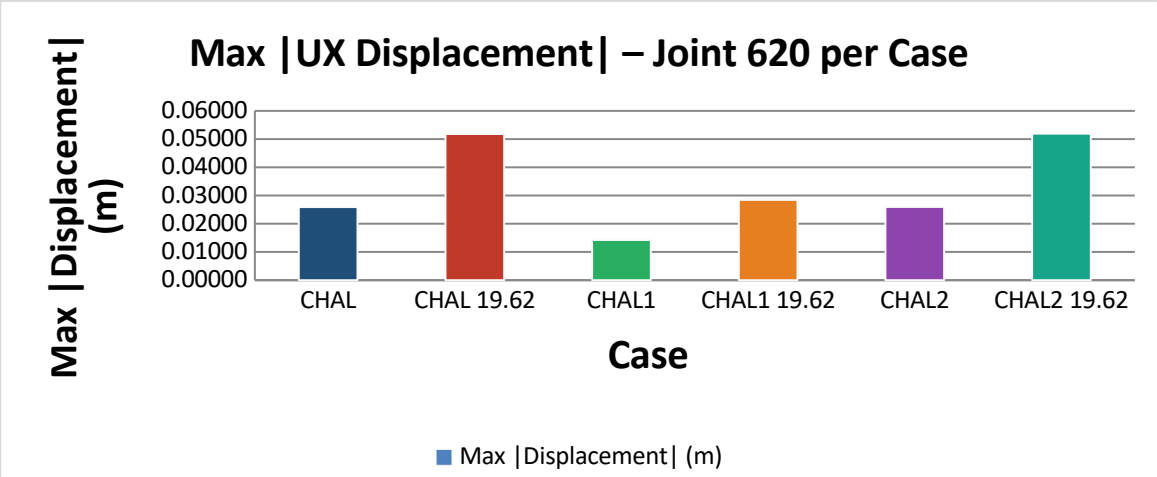
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.15: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.1-02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.17: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



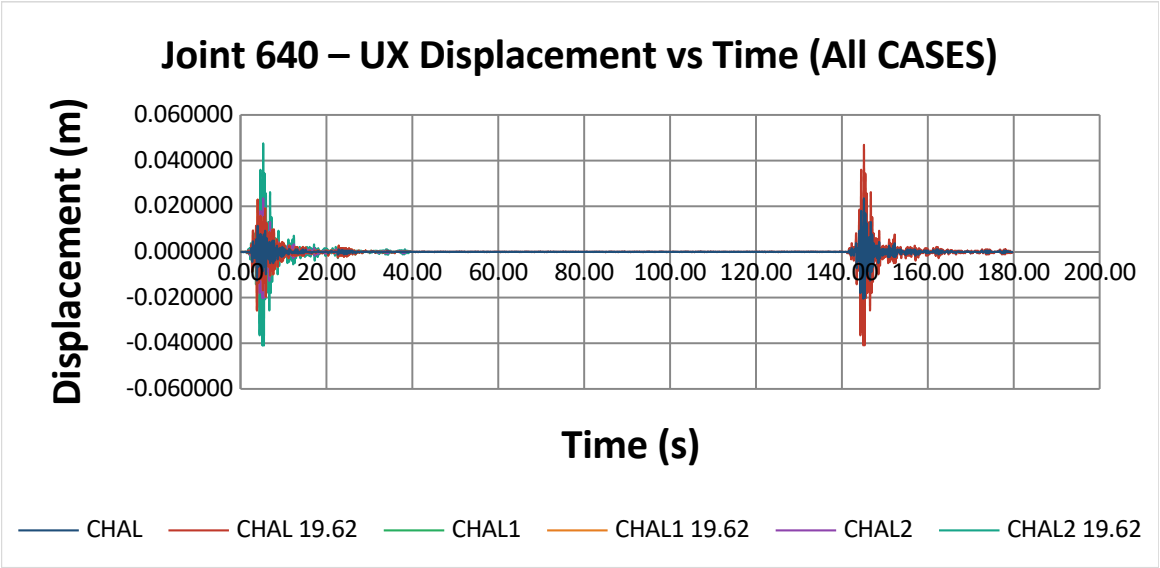
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.18: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

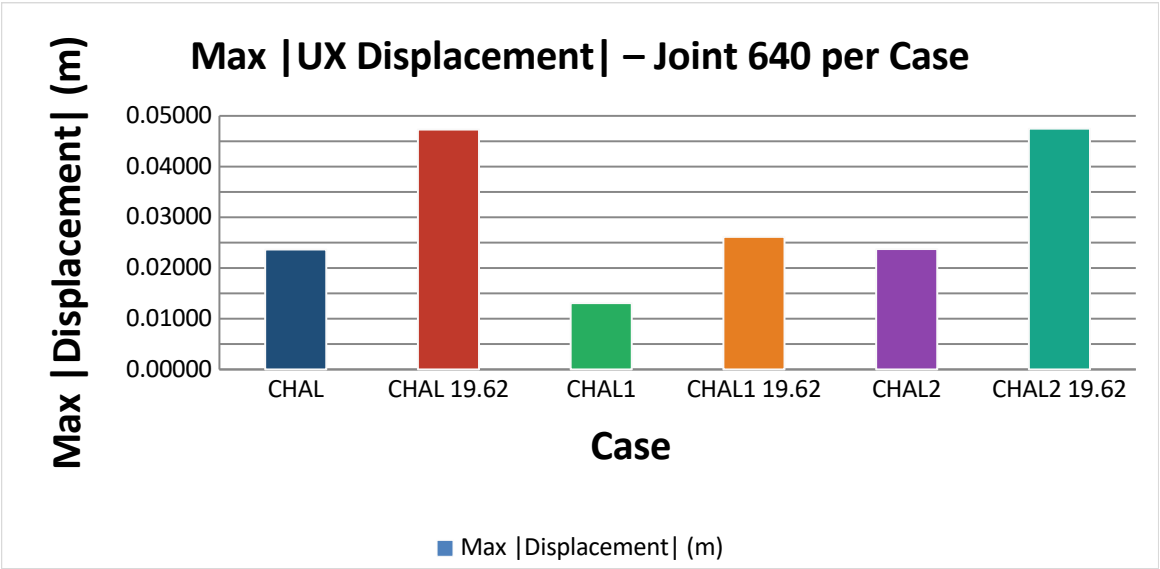
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02589	0.02589
CHAL 19.62	145.14	0.05178	0.05178
CHAL1	3.84	-0.01423	0.01423
CHAL1 19.62	3.84	-0.02845	0.02845
CHAL2	5.29	0.02595	0.02595
CHAL2 19.62	5.29	0.05191	0.05191

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.19: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chalfant -Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.20: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



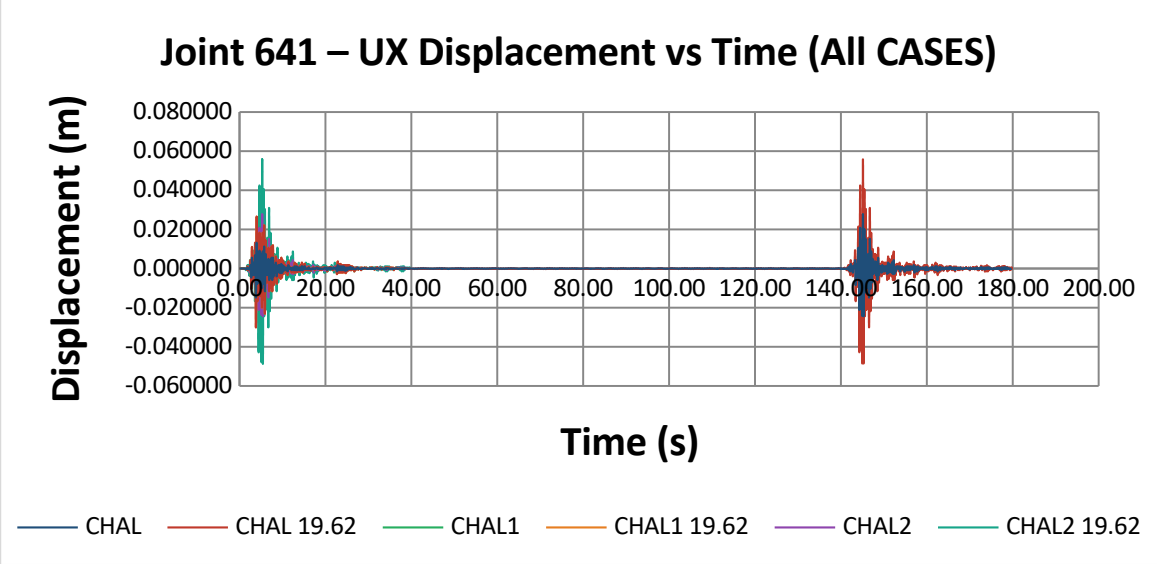
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.21: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

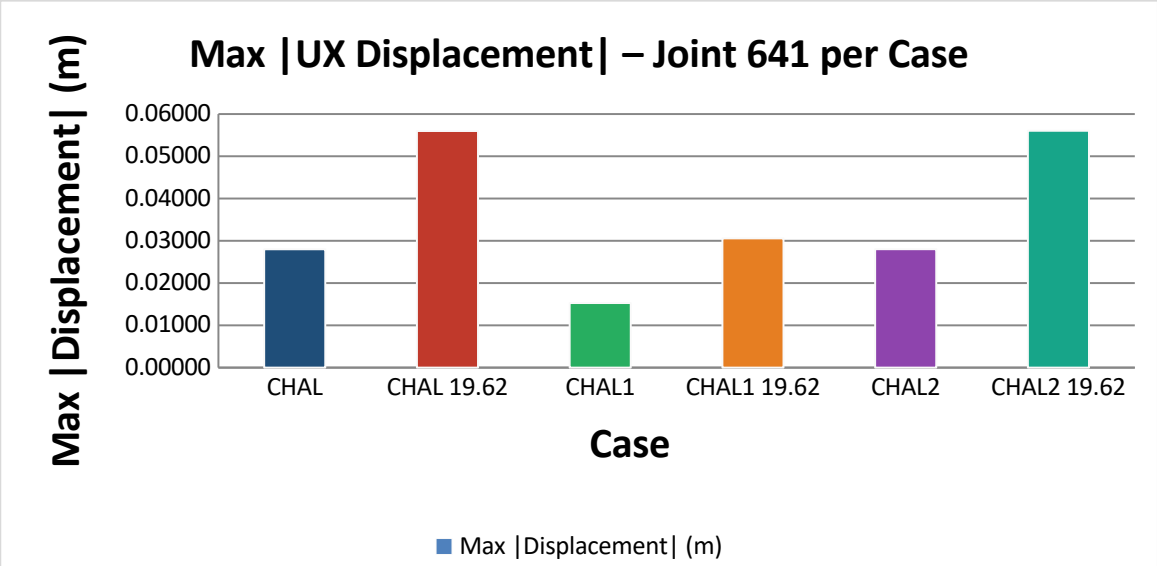
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02365	0.02365
CHAL 19.62	145.14	0.04731	0.04731
CHAL1	3.83	-0.01307	0.01307
CHAL1 19.62	3.83	-0.02614	0.02614
CHAL2	5.29	0.02374	0.02374
CHAL2 19.62	5.29	0.04748	0.04748

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.22: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chalfant – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.23: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



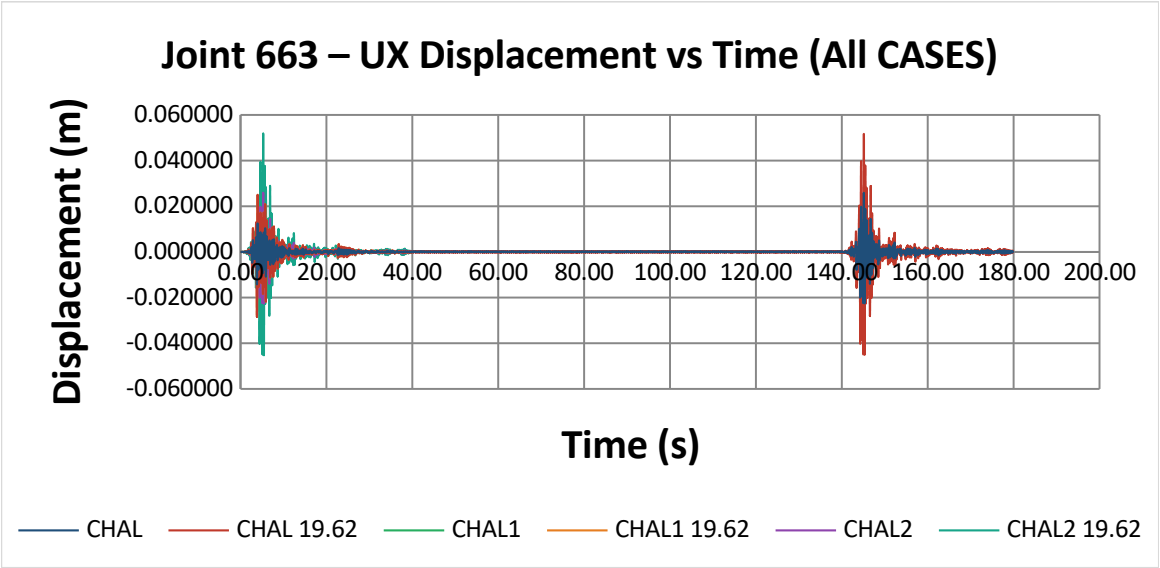
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.24: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

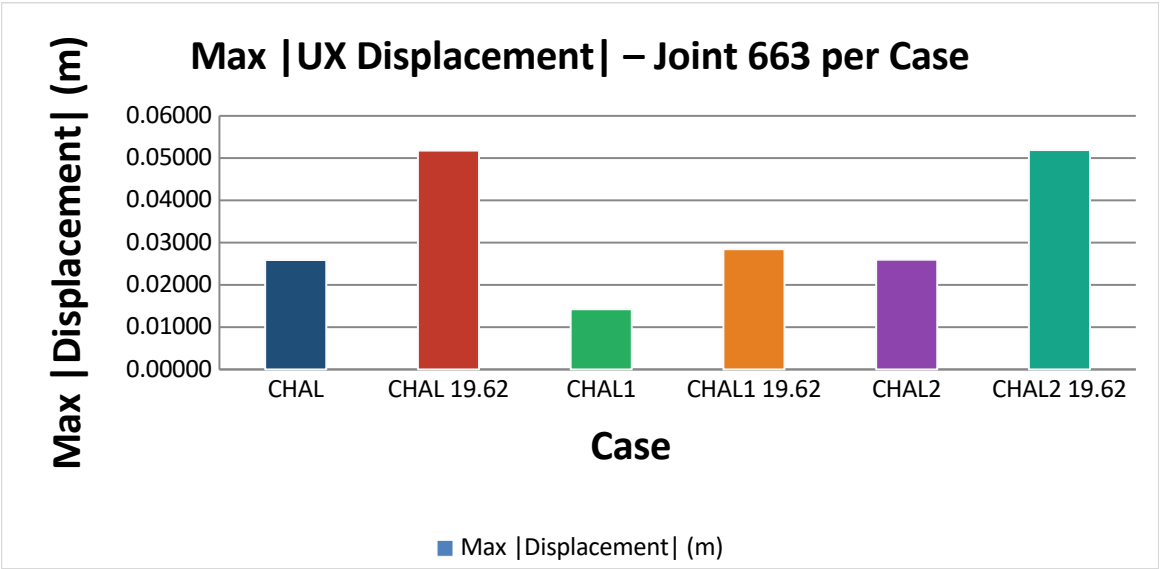
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02799	0.02799
CHAL 19.62	145.14	0.05598	0.05598
CHAL1	3.84	-0.01528	0.01528
CHAL1 19.62	3.84	-0.03057	0.03057
CHAL2	5.29	0.02802	0.02802
CHAL2 19.62	5.29	0.05604	0.05604

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.25: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chalfant – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.29: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.30: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

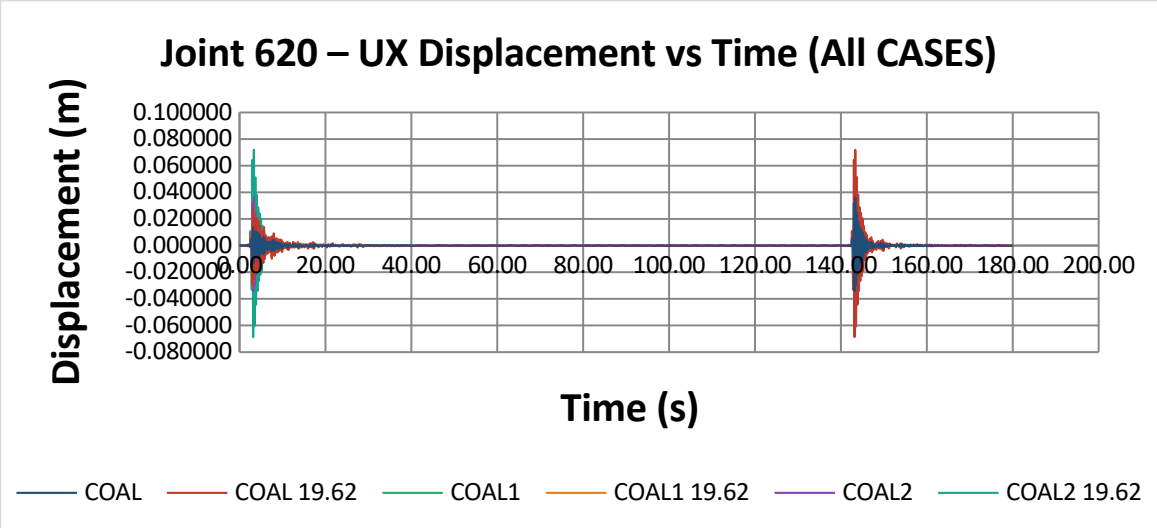
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02589	0.02589
CHAL 19.62	145.14	0.05178	0.05178
CHAL1	3.84	-0.01423	0.01423
CHAL1 19.62	3.84	-0.02845	0.02845
CHAL2	5.29	0.02595	0.02595
CHAL2 19.62	5.29	0.05191	0.05191

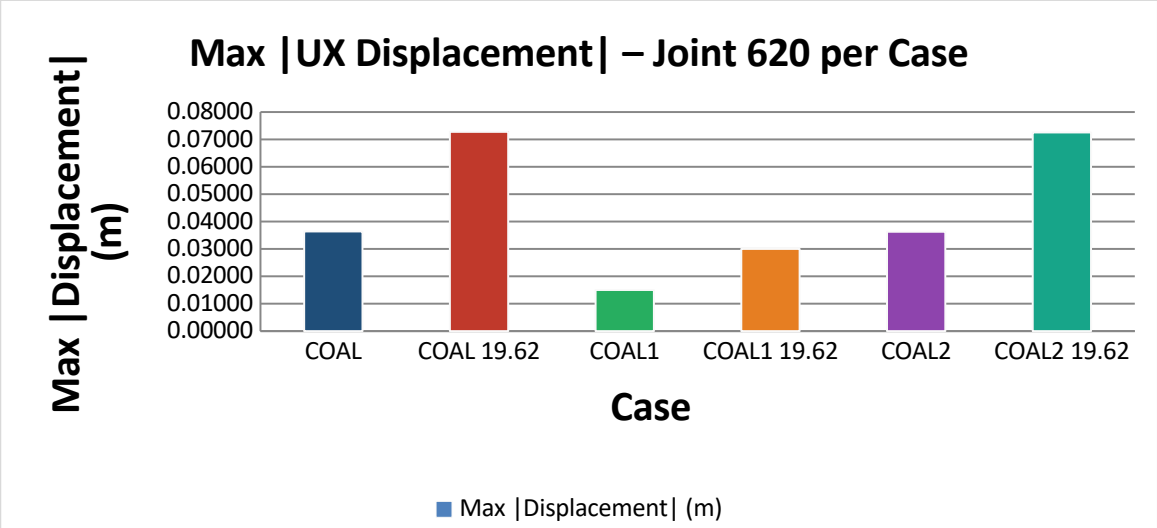
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.31: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.1-03 Σεισμός Coalinga

Coalinga – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.33: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



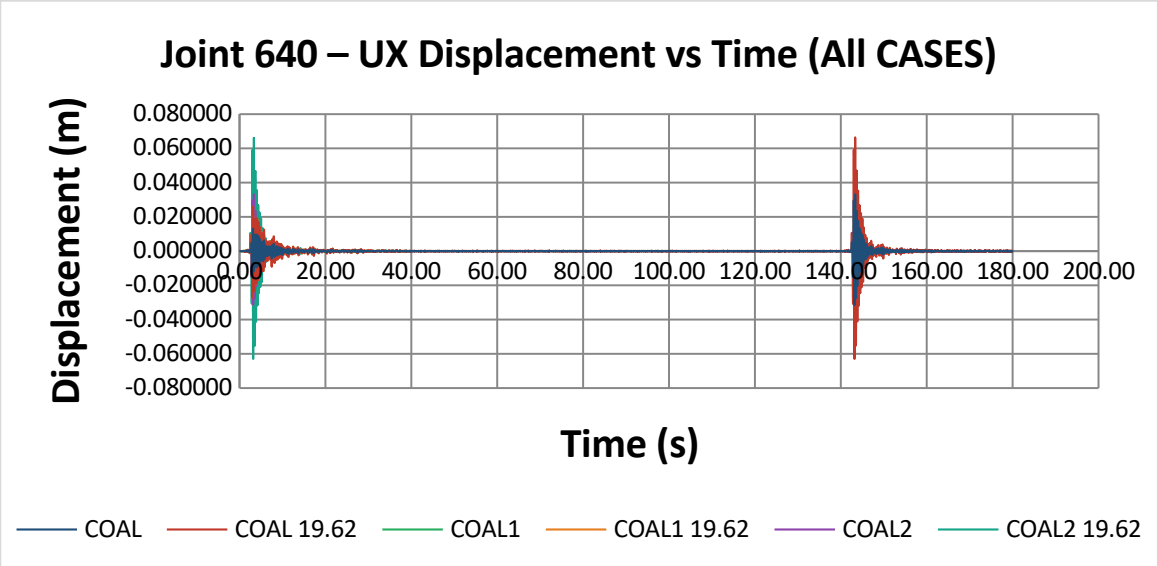
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.34: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

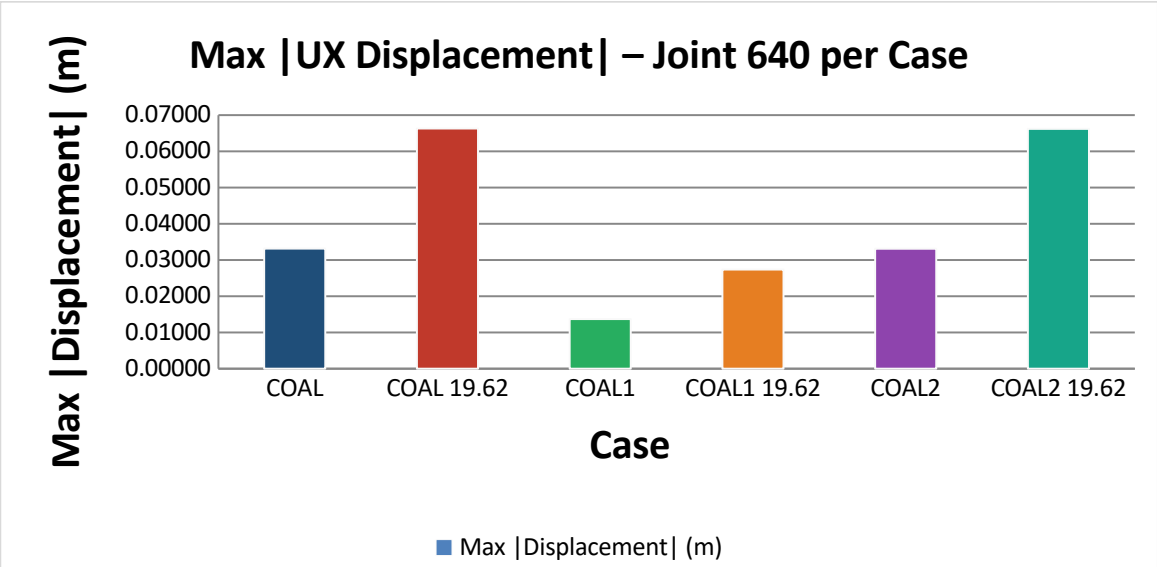
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.35	0.03638	0.03638
COAL 19.62	143.35	0.07275	0.07275
COAL1	2.97	-0.01500	0.01500
COAL1 19.62	2.97	-0.03001	0.03001
COAL2	3.36	0.03627	0.03627
COAL2 19.62	3.36	0.07254	0.07254

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.35: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Coalinga - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.36: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



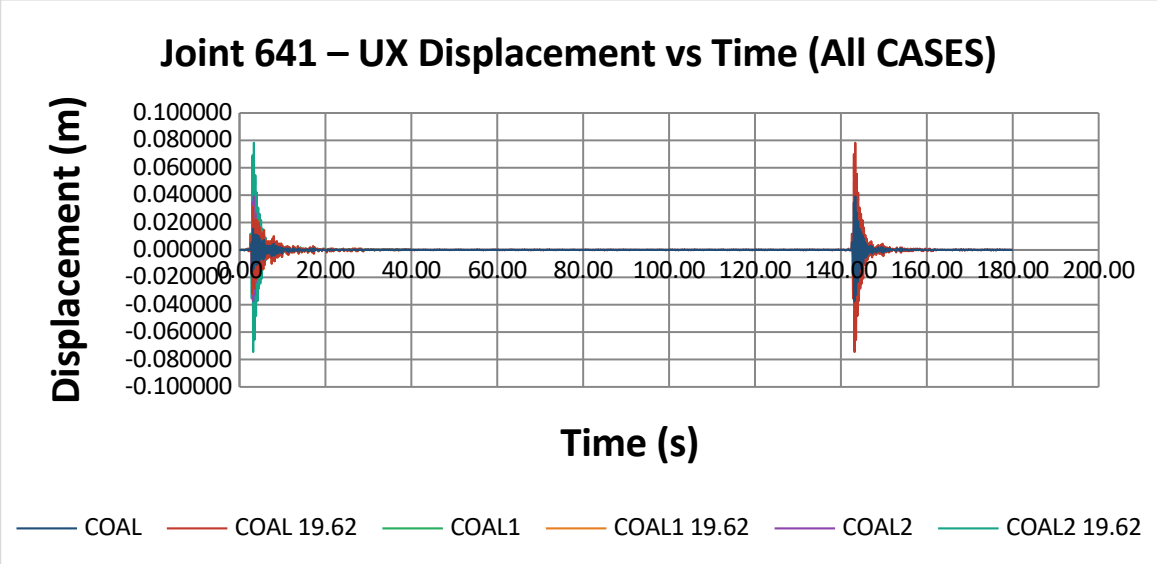
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.37: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

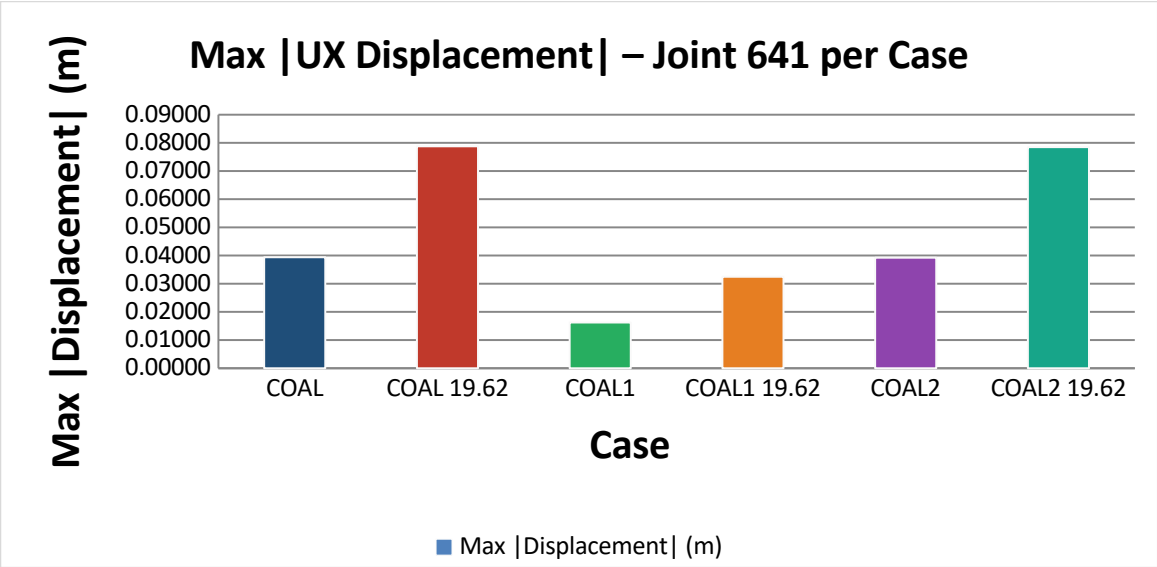
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.36	0.03316	0.03316
COAL 19.62	143.36	0.06632	0.06632
COAL1	2.97	-0.01368	0.01368
COAL1 19.62	2.97	-0.02736	0.02736
COAL2	3.36	0.03310	0.03310
COAL2 19.62	3.36	0.06620	0.06620

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.38: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Coalinga - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.39: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



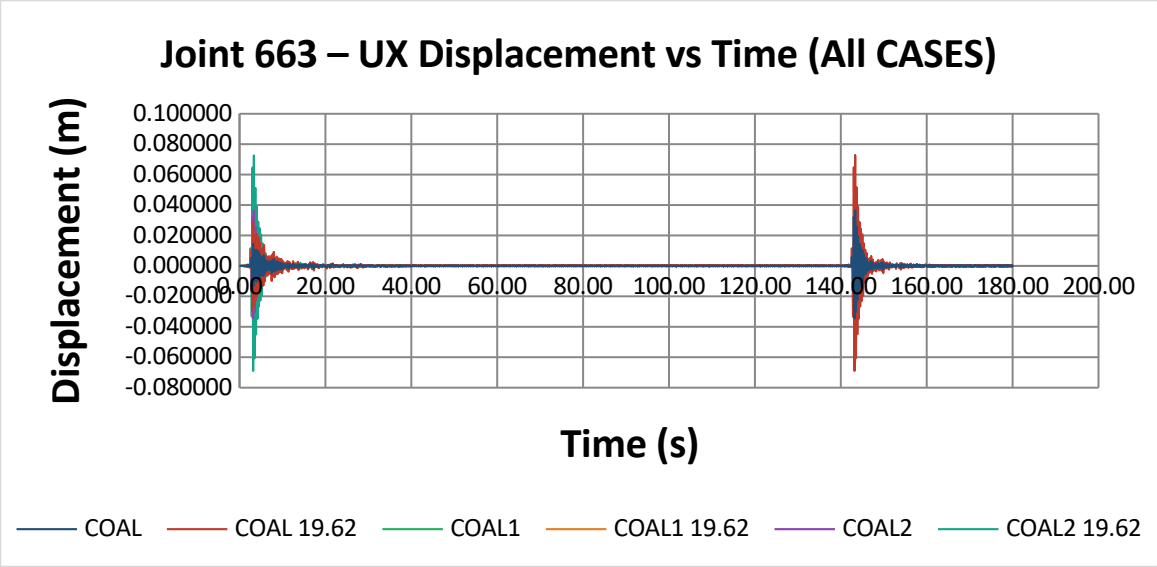
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.40: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

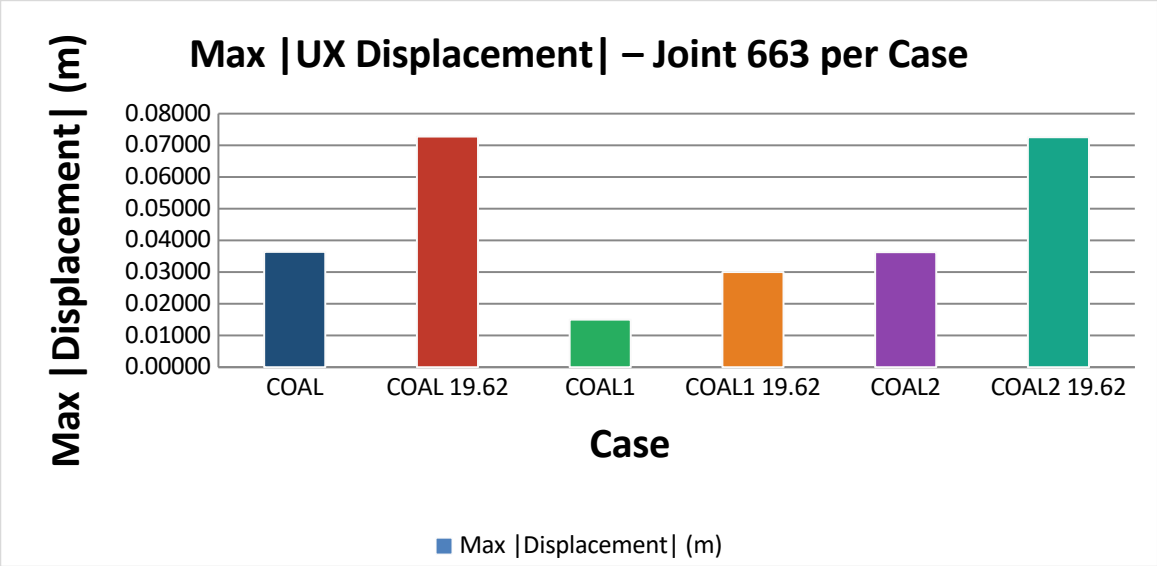
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.35	0.03938	0.03938
COAL 19.62	143.35	0.07876	0.07876
COAL1	2.97	-0.01623	0.01623
COAL1 19.62	2.97	-0.03246	0.03246
COAL2	3.36	0.03923	0.03923
COAL2 19.62	3.36	0.07846	0.07846

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.41: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Coalinga - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.45: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.46: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

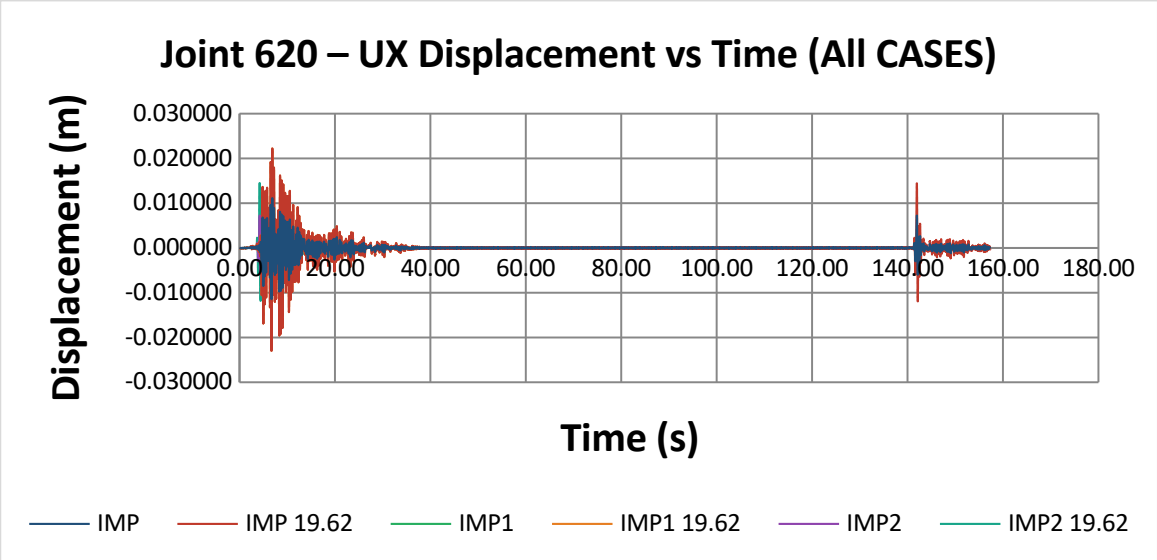
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.35	0.03638	0.03638
COAL 19.62	143.35	0.07275	0.07275
COAL1	2.97	-0.01500	0.01500
COAL1 19.62	2.97	-0.03000	0.03000
COAL2	3.36	0.03627	0.03627
COAL2 19.62	3.36	0.07254	0.07254

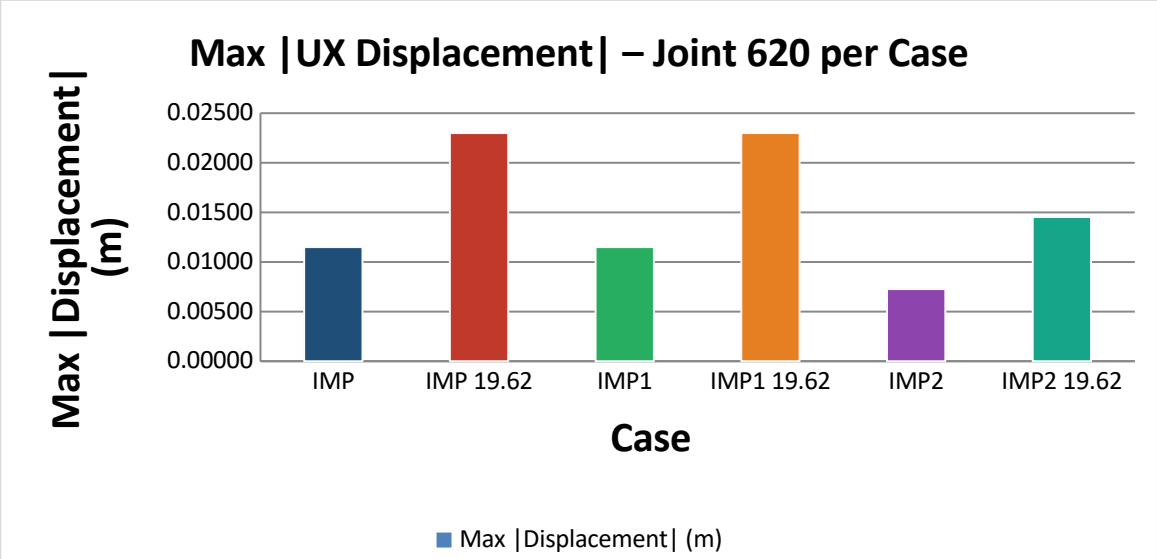
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.47: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.1-04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.49: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



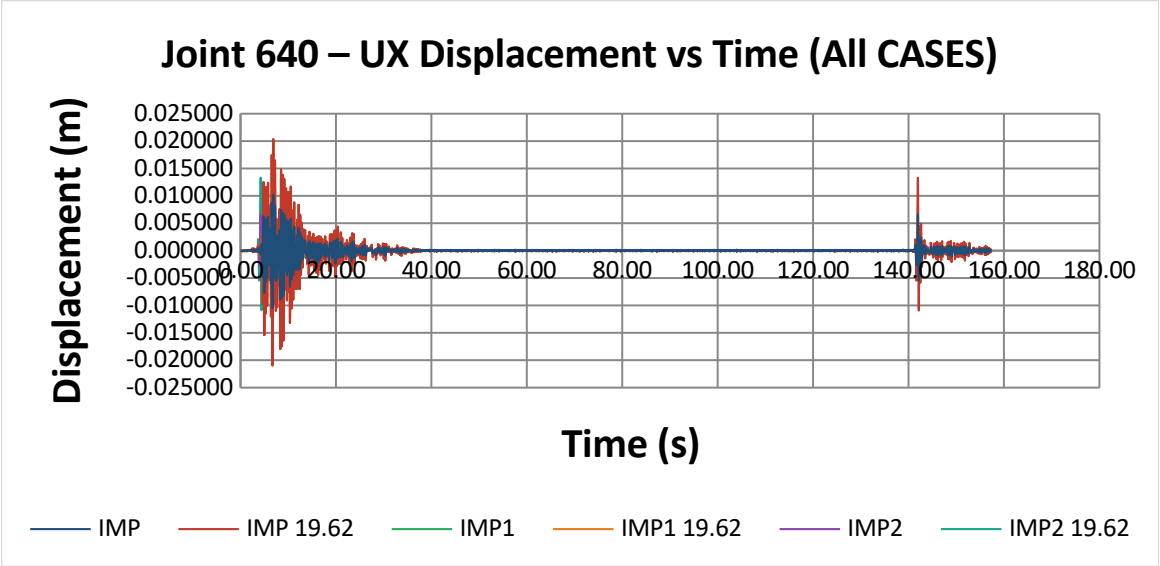
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.50: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

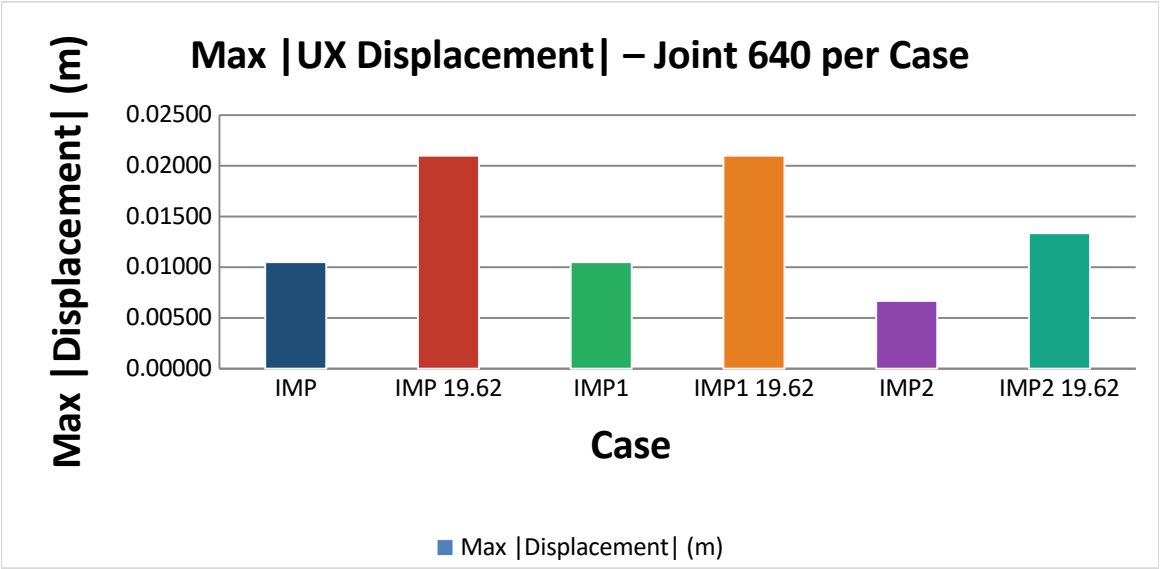
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01150	0.01150
IMP 19.62	6.71	-0.02299	0.02299
IMP1	6.71	-0.01150	0.01150
IMP1 19.62	6.71	-0.02299	0.02299
IMP2	4.23	0.00727	0.00727
IMP2 19.62	4.23	0.01453	0.01453

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.51: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Imperial Valley – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.52: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



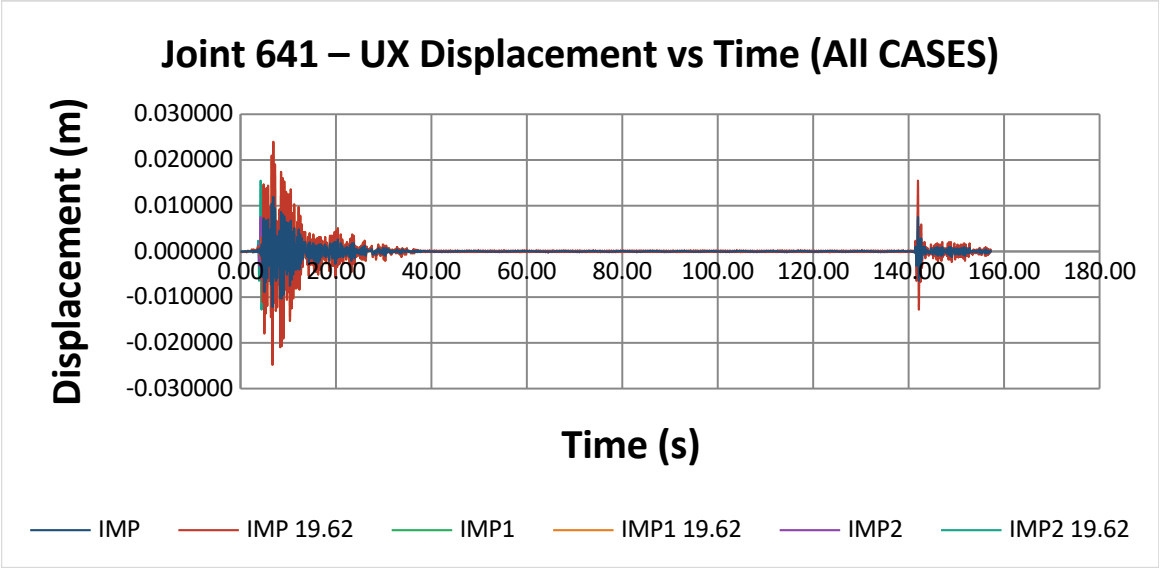
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.53: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

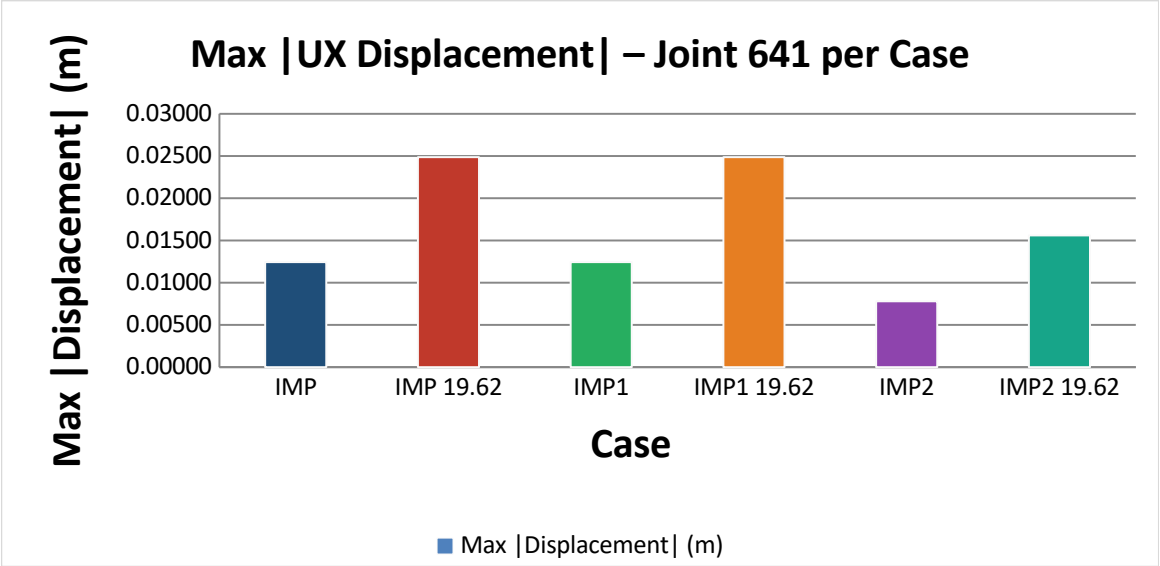
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01050	0.01050
IMP 19.62	6.71	-0.02100	0.02100
IMP1	6.71	-0.01050	0.01050
IMP1 19.62	6.71	-0.02100	0.02100
IMP2	4.23	0.00668	0.00668
IMP2 19.62	4.23	0.01336	0.01336

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.54: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.55: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



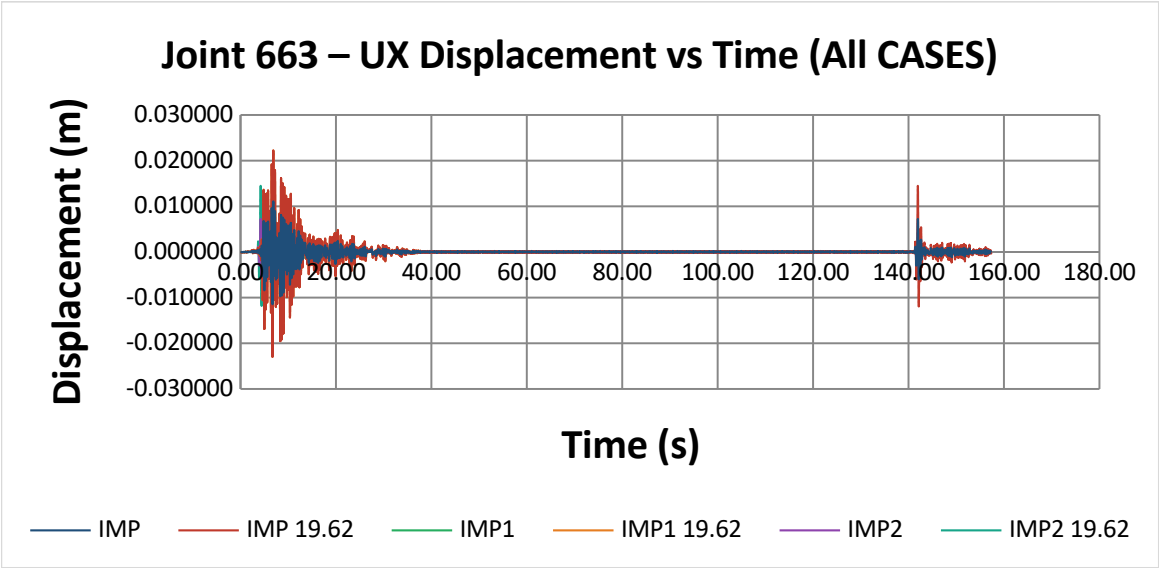
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.56: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Max UX Displacement Summary – Joint 641

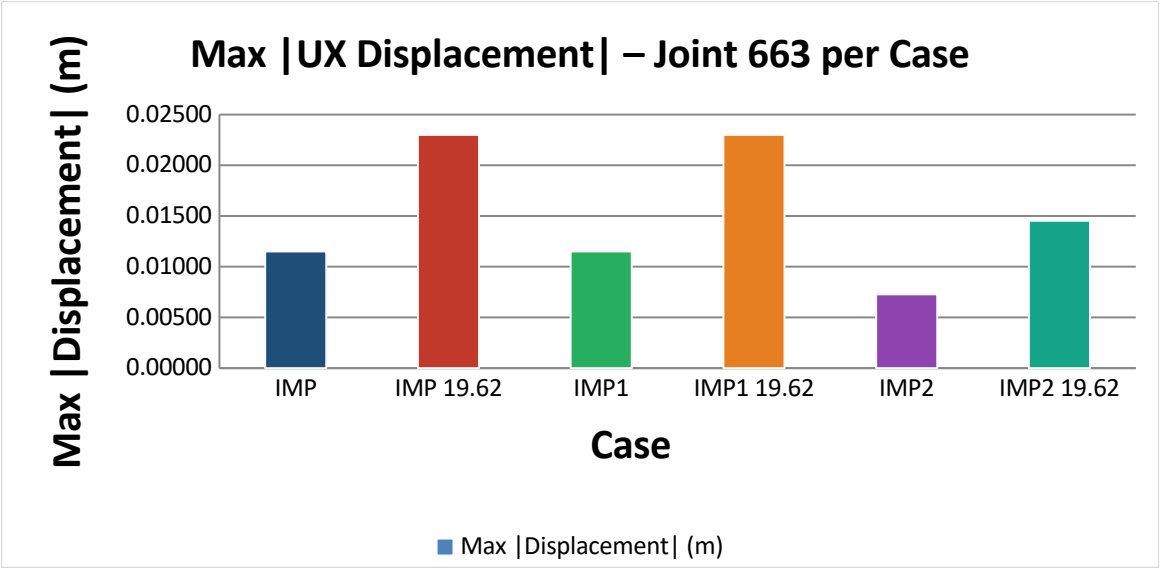
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01243	0.01243
IMP 19.62	6.71	-0.02486	0.02486
IMP1	6.71	-0.01243	0.01243
IMP1 19.62	6.71	-0.02486	0.02486
IMP2	4.23	0.00780	0.00780
IMP2 19.62	4.23	0.01560	0.01560

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.57: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.61: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



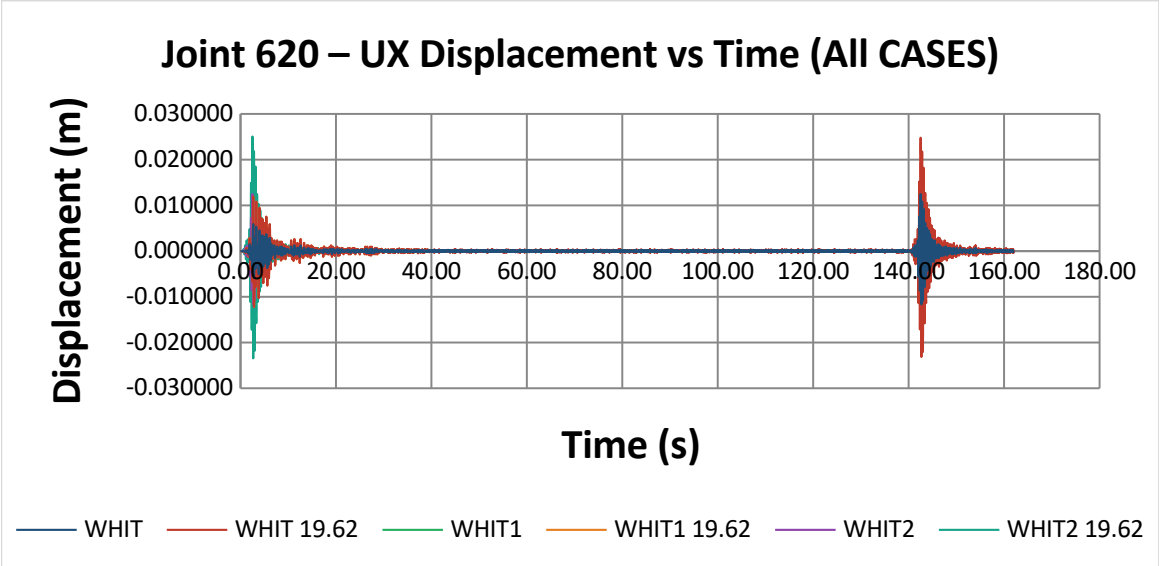
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.62: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663

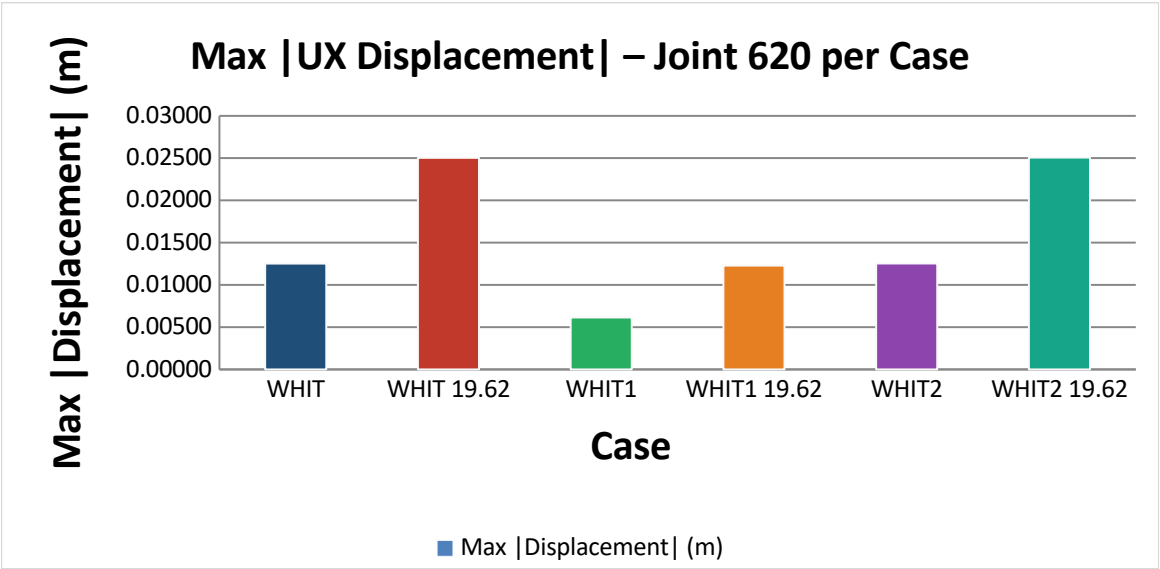
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01150	0.01150
IMP 19.62	6.71	-0.02299	0.02299
IMP1	6.71	-0.01150	0.01150
IMP1 19.62	6.71	-0.02299	0.02299
IMP2	4.23	0.00727	0.00727
IMP2 19.62	4.23	0.01453	0.01453

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.63: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

Whittier Narrows – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.65: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



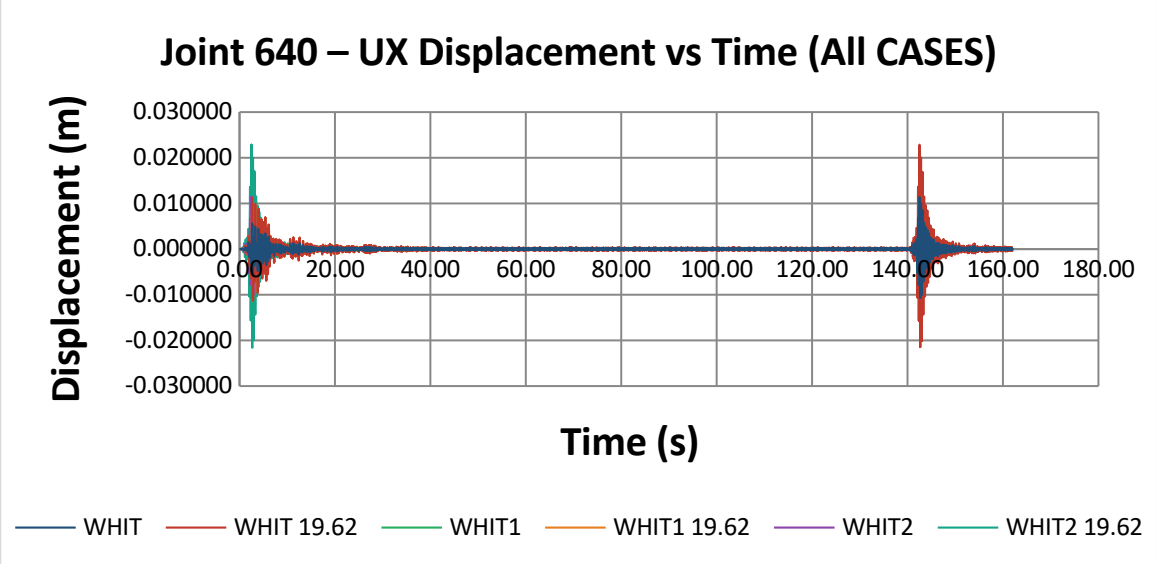
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.66: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

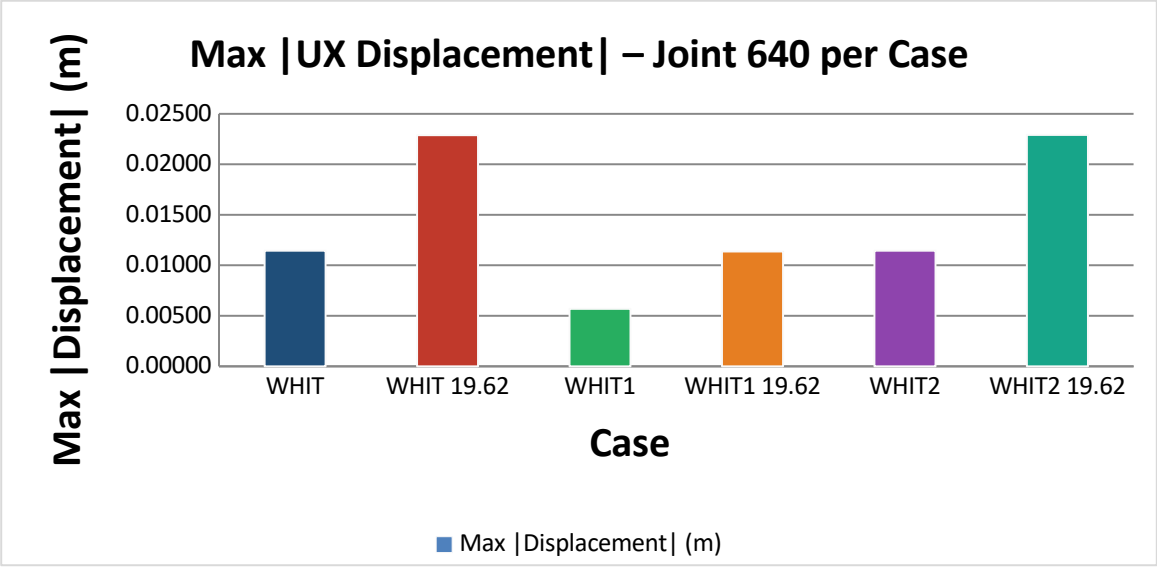
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01252	0.01252
WHIT 19.62	142.51	0.02503	0.02503
WHIT1	2.84	-0.00614	0.00614
WHIT1 19.62	2.84	-0.01228	0.01228
WHIT2	2.51	0.01253	0.01253
WHIT2 19.62	2.51	0.02507	0.02507

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.67: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Whittier Narrows – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.68: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



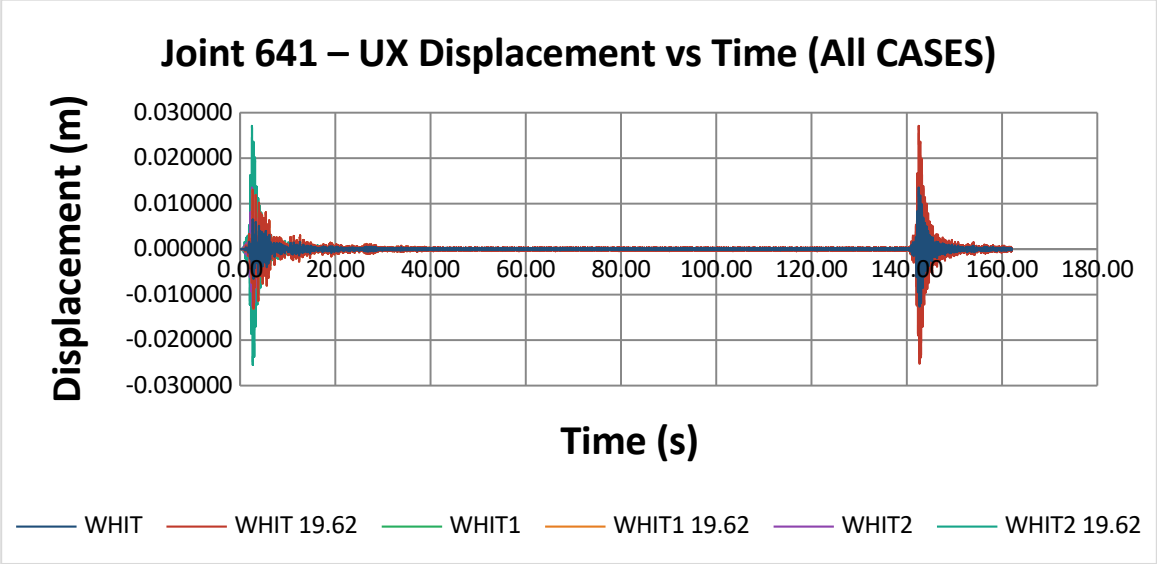
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.69: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

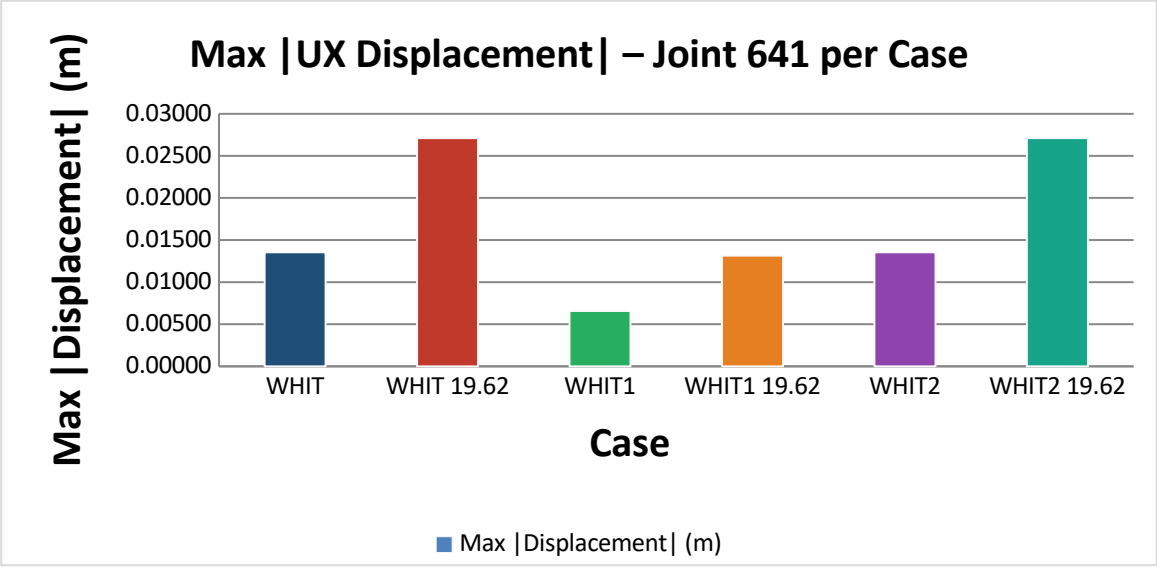
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01144	0.01144
WHIT 19.62	142.51	0.02287	0.02287
WHIT1	2.84	-0.00569	0.00569
WHIT1 19.62	2.84	-0.01137	0.01137
WHIT2	2.51	0.01145	0.01145
WHIT2 19.62	2.51	0.02290	0.02290

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.70: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Whittier Narrows – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.71: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



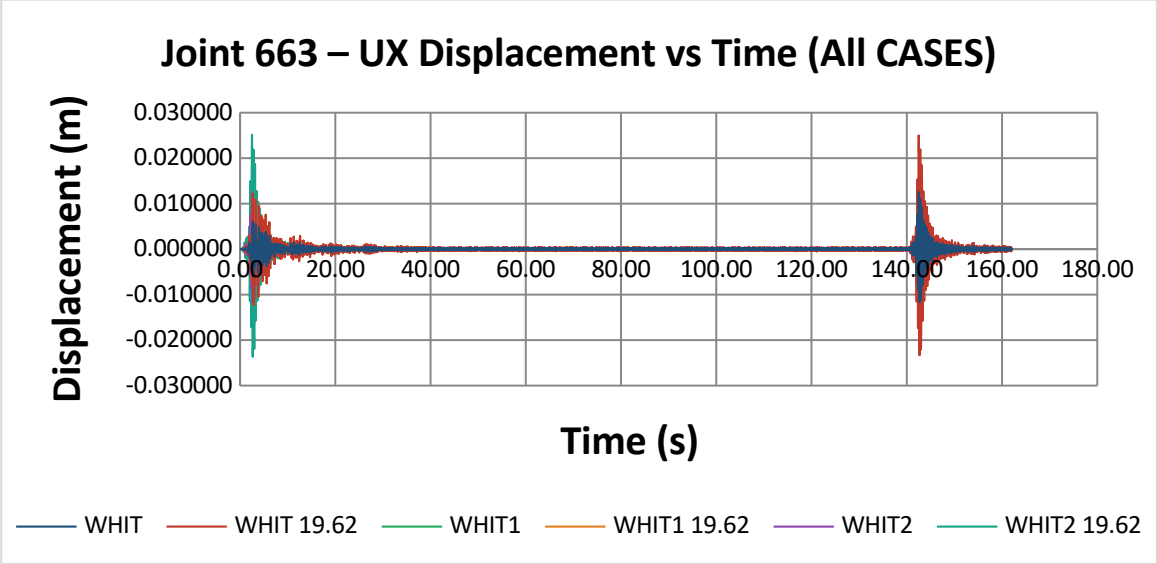
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.72: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

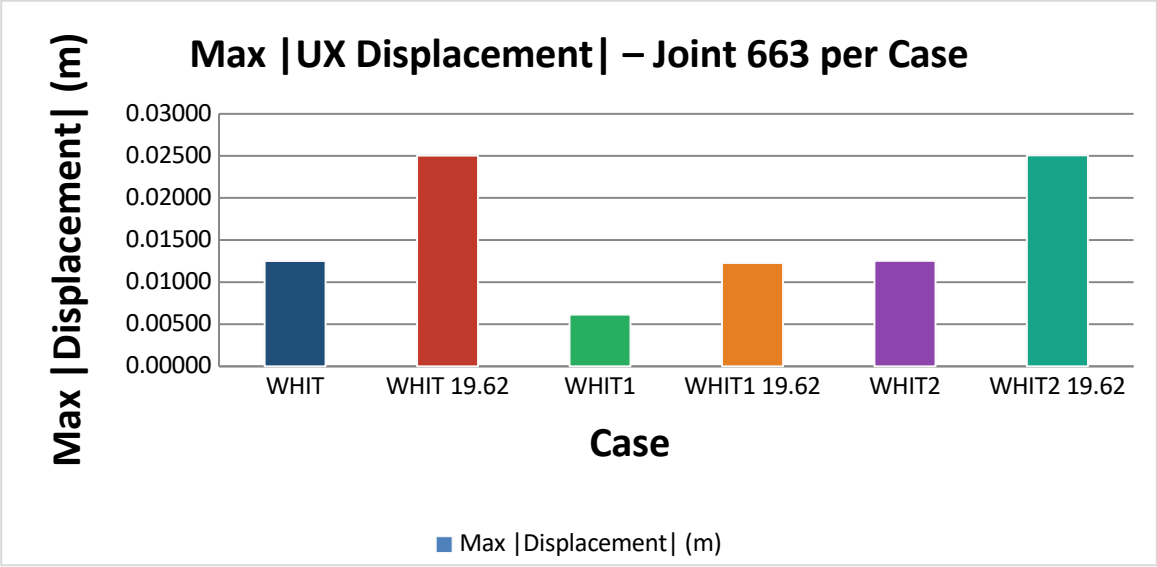
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01355	0.01355
WHIT 19.62	142.51	0.02710	0.02710
WHIT1	2.84	-0.00658	0.00658
WHIT1 19.62	2.84	-0.01315	0.01315
WHIT2	2.51	0.01355	0.01355
WHIT2 19.62	2.51	0.02711	0.02711

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.73: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Whittier Narrows – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.77: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.78: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

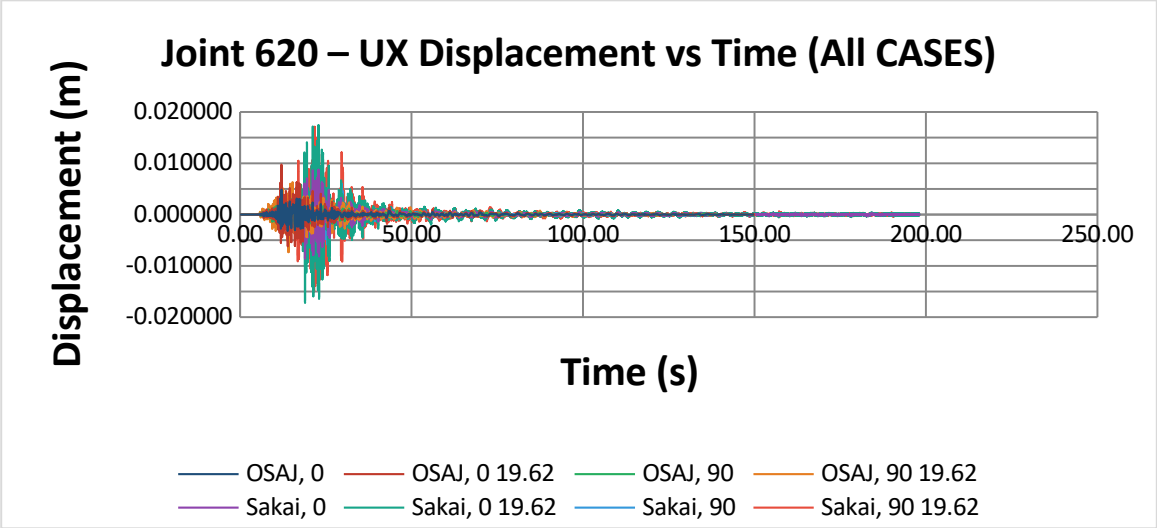
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01252	0.01252
WHIT 19.62	142.51	0.02503	0.02503
WHIT1	2.84	-0.00614	0.00614
WHIT1 19.62	2.84	-0.01228	0.01228
WHIT2	2.51	0.01253	0.01253
WHIT2 19.62	2.51	0.02507	0.02507

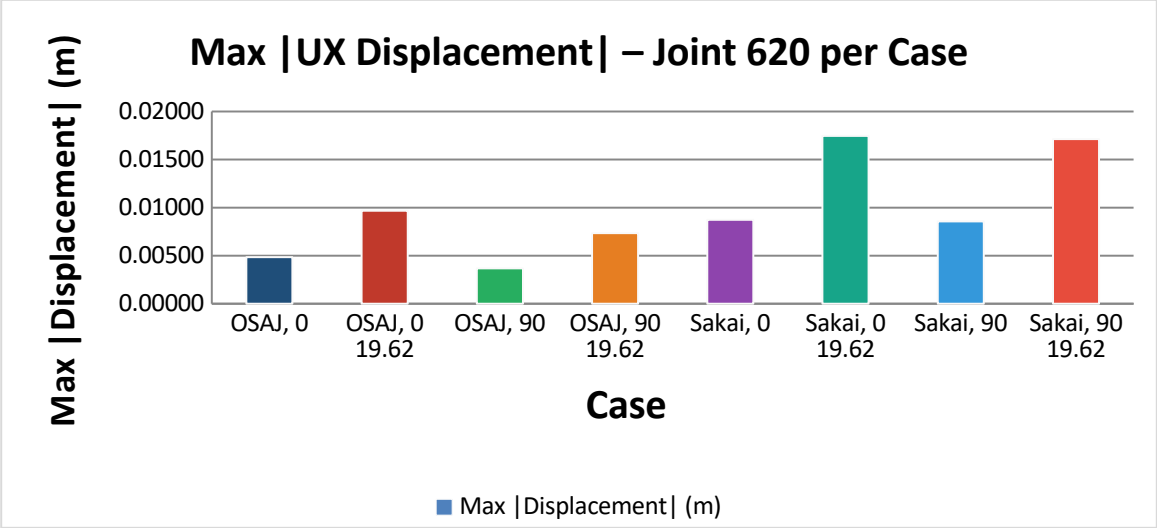
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.79: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.1-06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.81: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.82: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

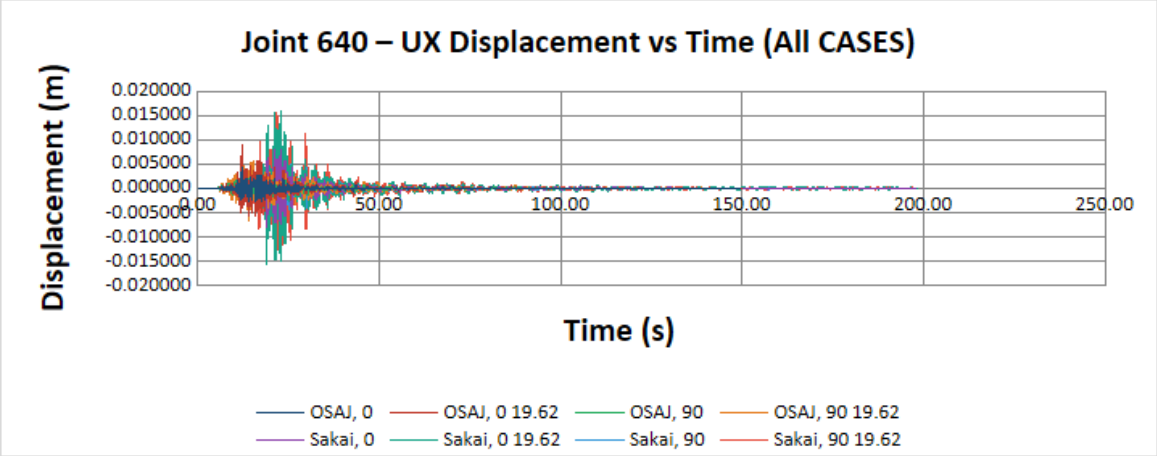
Max UX Displacement Summary – Joint 620

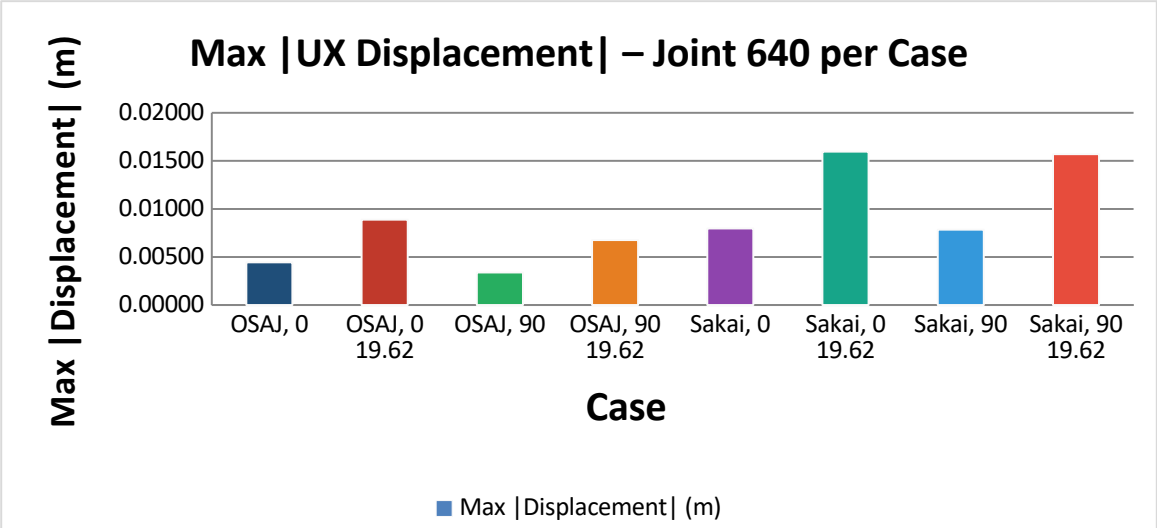
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.10	0.00484	0.00484
OSAJ, 0 19.62	12.10	0.00967	0.00967
OSAJ, 90	14.14	-0.00367	0.00367
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00734	0.00734
Sakai, 0	22.88	0.00873	0.00873
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01746	0.01746
Sakai, 90	21.78	0.00856	0.00856
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01712	0.01712

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.83: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Kobe Japan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.

Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.84: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου





Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.85: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

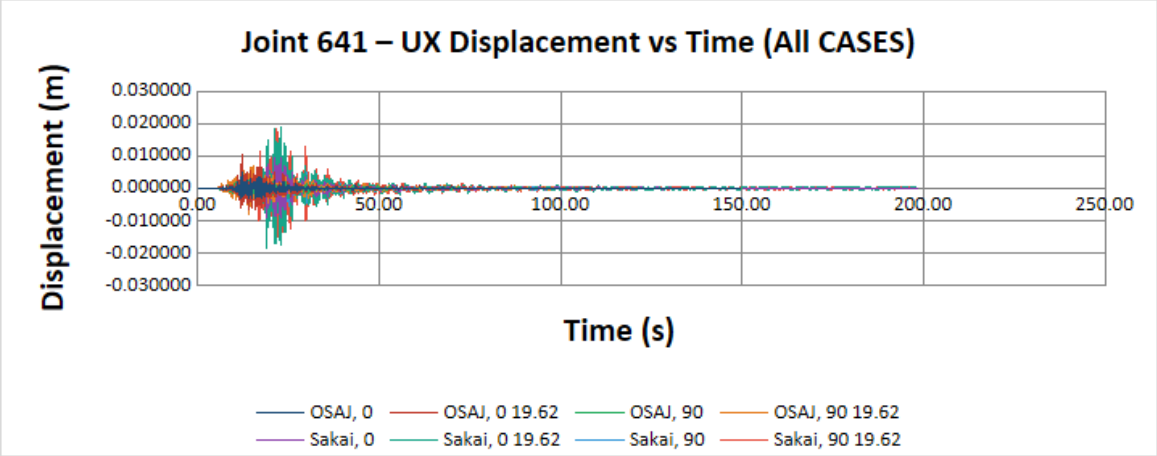
Max UX Displacement Summary – Joint 640

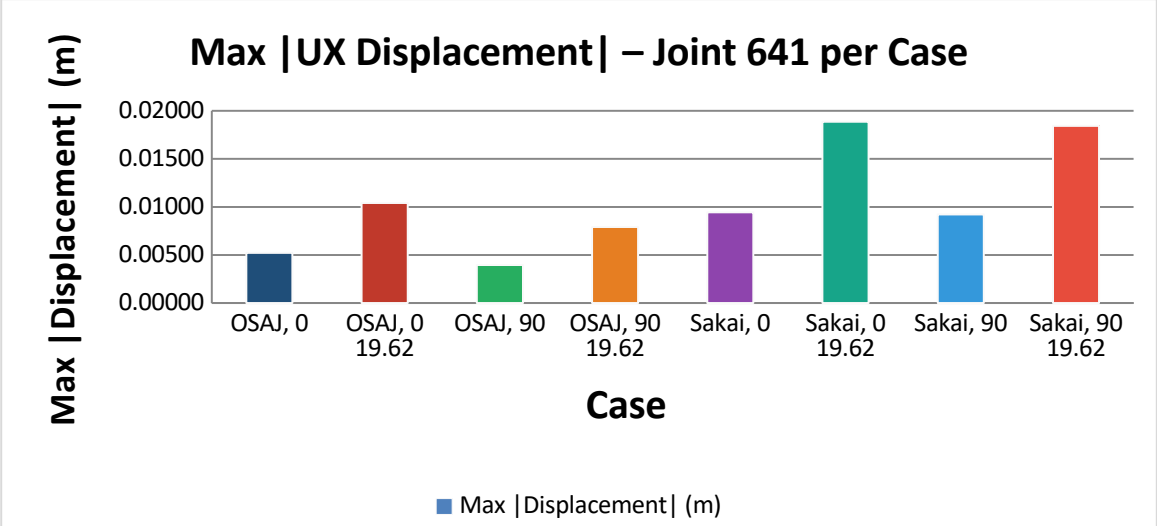
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.10	0.00444	0.00444
OSAJ, 0 19.62	12.10	0.00888	0.00888
OSAJ, 90	14.14	-0.00338	0.00338
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00675	0.00675
Sakai, 0	22.88	0.00797	0.00797
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01595	0.01595
Sakai, 90	21.78	0.00784	0.00784
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01569	0.01569

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.86: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Kobe Japan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.

Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.87: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου





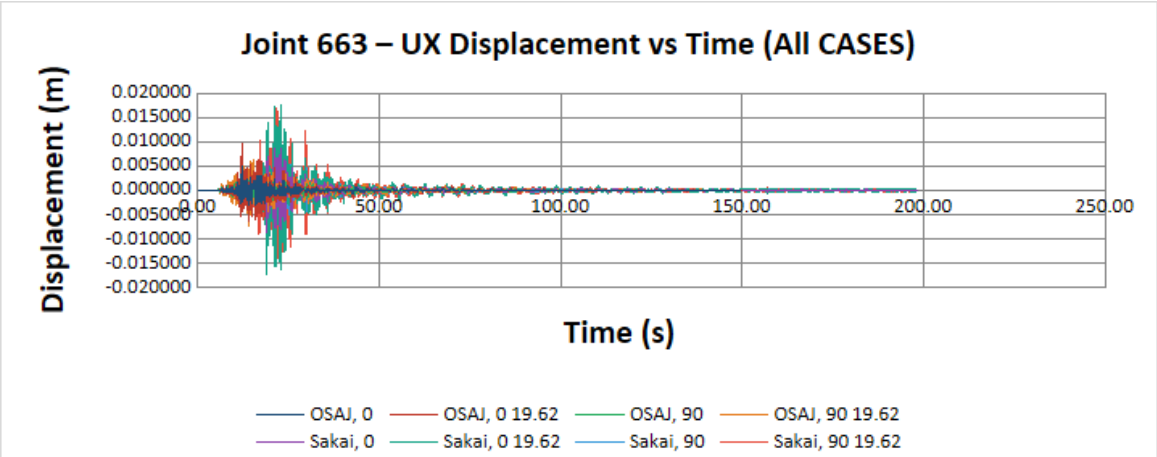
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.88: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

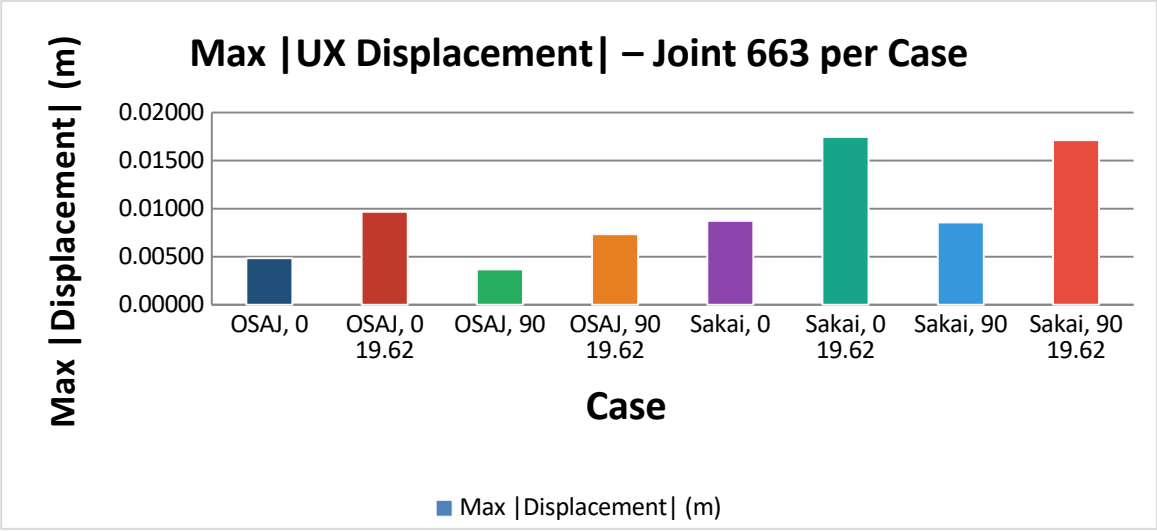
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.10	0.00521	0.00521
OSAJ, 0 19.62	12.10	0.01041	0.01041
OSAJ, 90	14.14	-0.00395	0.00395
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00790	0.00790
Sakai, 0	22.88	0.00943	0.00943
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01886	0.01886
Sakai, 90	21.78	0.00921	0.00921
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01843	0.01843

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.89: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Kobe Japan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.93: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.94: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

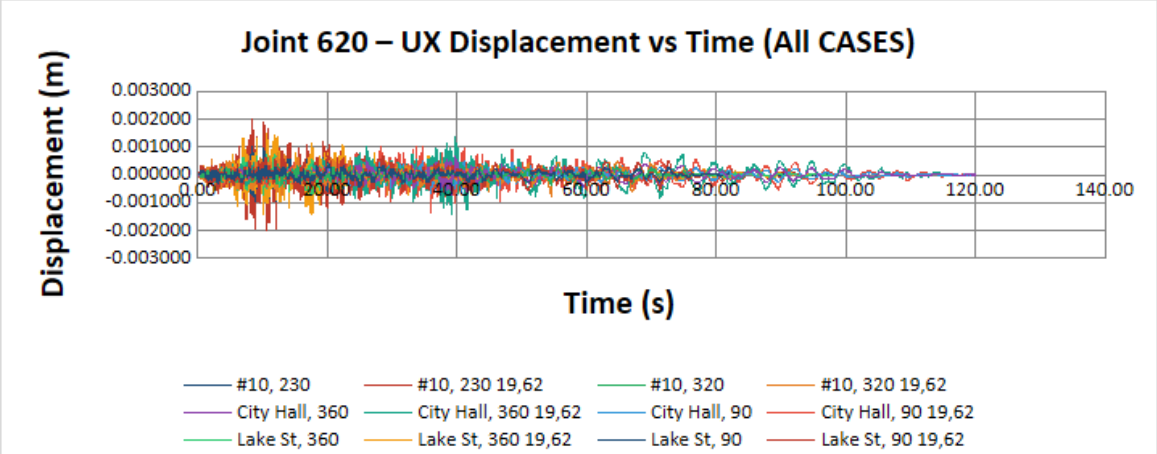
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.10	0.00484	0.00484
OSAJ, 0 19.62	12.10	0.00967	0.00967
OSAJ, 90	14.14	-0.00367	0.00367
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00734	0.00734
Sakai, 0	22.88	0.00873	0.00873
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01746	0.01746
Sakai, 90	21.78	0.00856	0.00856
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01712	0.01712

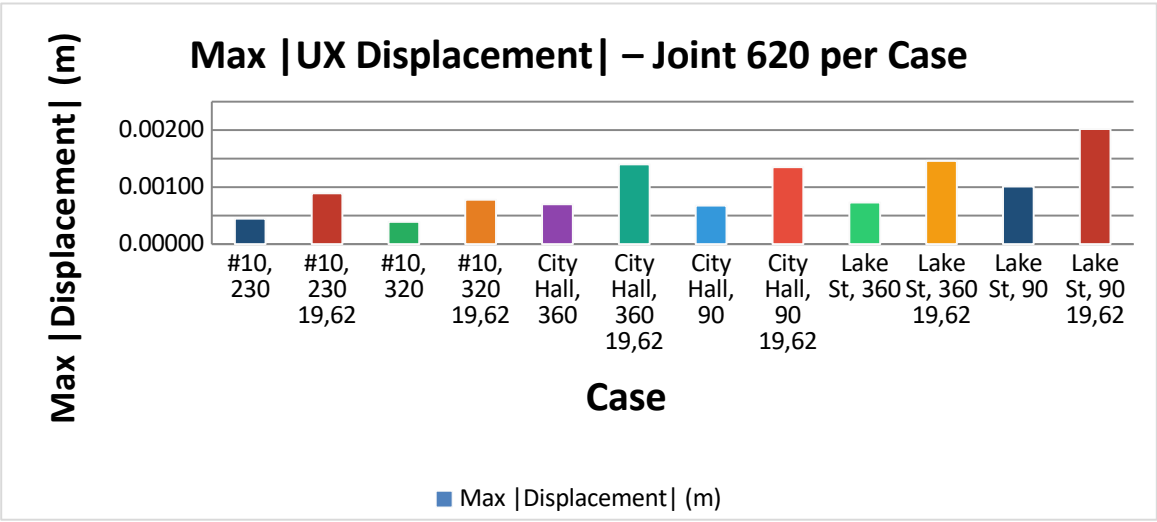
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.95: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.1-07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.97: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



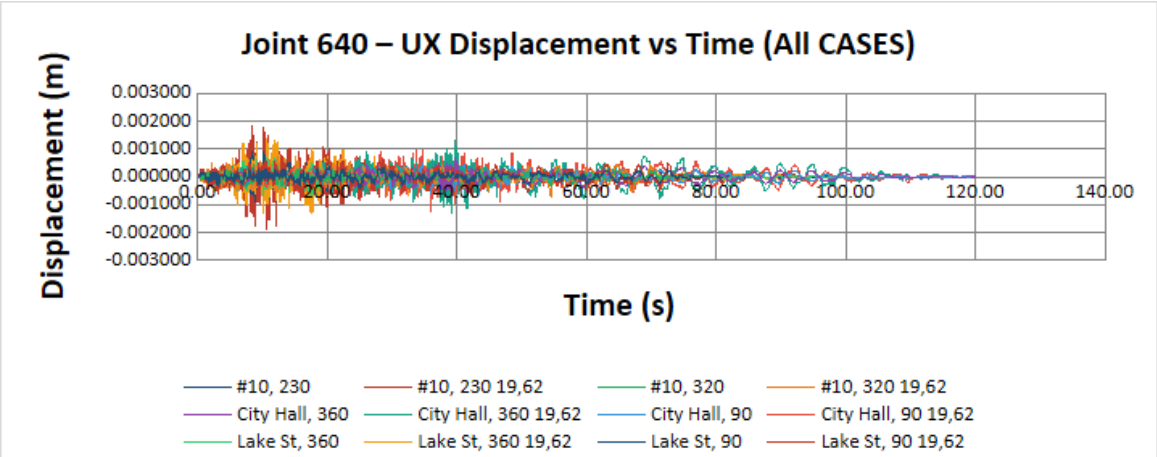
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.98: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

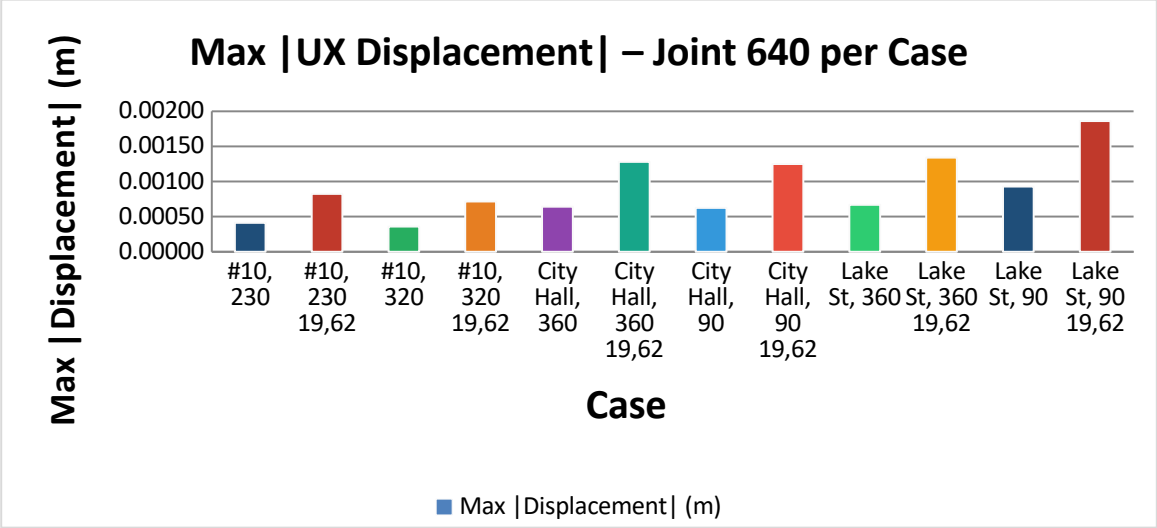
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00089	0.00089
#10, 320	12.41	0.00039	0.00039
#10, 320 19,62	12.41	0.00078	0.00078
City Hall, 360	39.22	-0.00070	0.00070
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00140	0.00140
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00135	0.00135
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00101	0.00101
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00202	0.00202

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.99: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Hector Mine - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.100: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



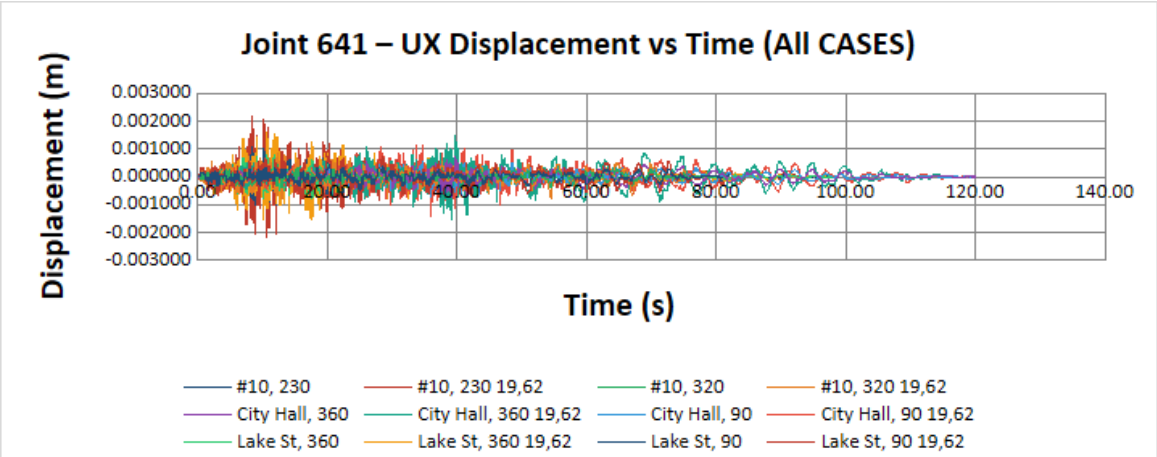
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.101: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

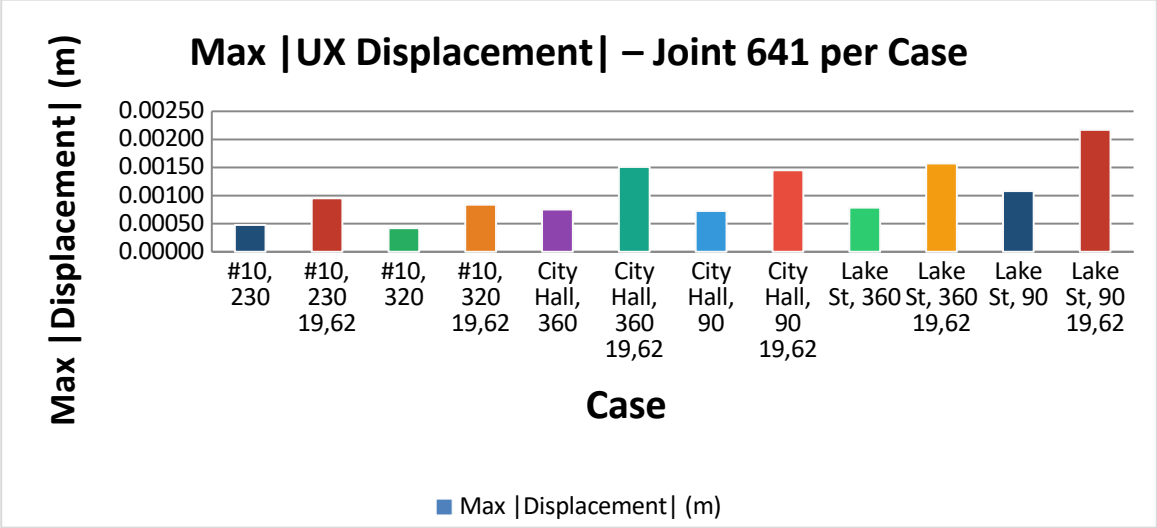
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00041	0.00041
#10, 230 19,62	25.10	-0.00082	0.00082
#10, 320	12.41	0.00036	0.00036
#10, 320 19,62	12.41	0.00072	0.00072
City Hall, 360	39.68	0.00064	0.00064
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00128	0.00128
City Hall, 90	35.94	-0.00062	0.00062
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00125	0.00125
Lake St, 360	10.55	0.00067	0.00067
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00134	0.00134
Lake St, 90	10.69	-0.00093	0.00093
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00186	0.00186

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.102: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Hector Mine - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.103: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



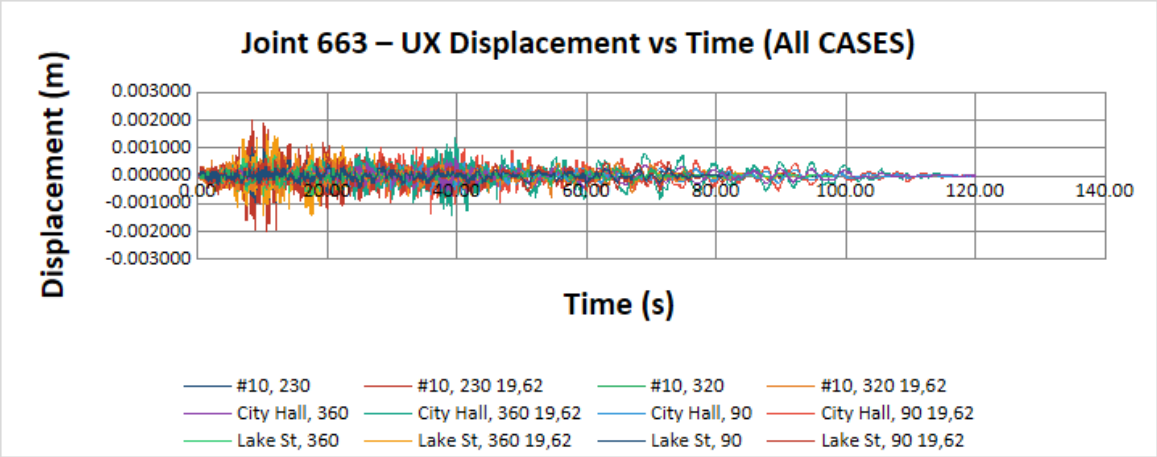
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.104: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

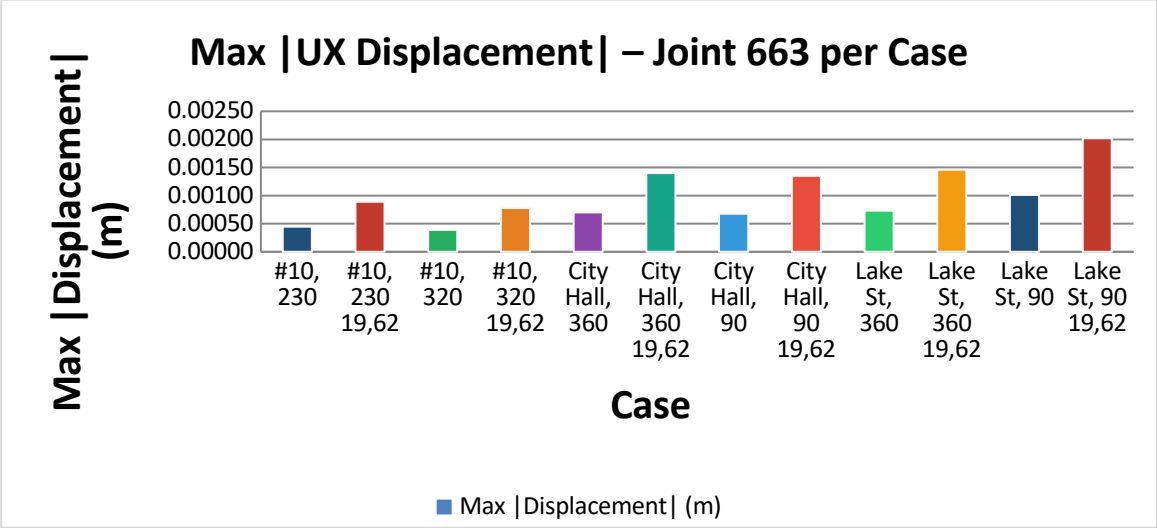
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00048	0.00048
#10, 230 19,62	25.10	-0.00095	0.00095
#10, 320	12.41	0.00042	0.00042
#10, 320 19,62	12.41	0.00084	0.00084
City Hall, 360	39.22	-0.00075	0.00075
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00151	0.00151
City Hall, 90	35.94	-0.00073	0.00073
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00145	0.00145
Lake St, 360	10.56	0.00079	0.00079
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00157	0.00157
Lake St, 90	8.35	0.00108	0.00108
Lake St, 90 19,62	8.35	0.00217	0.00217

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.105: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Hector Mine - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.109: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.110: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

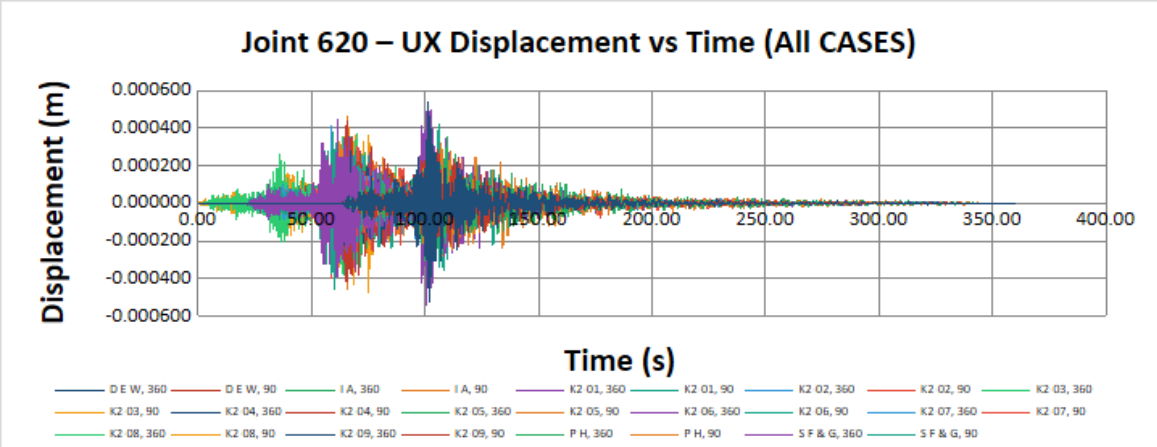
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00089	0.00089
#10, 320	12.41	0.00039	0.00039
#10, 320 19,62	12.41	0.00078	0.00078
City Hall, 360	39.22	-0.00070	0.00070
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00140	0.00140
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00135	0.00135
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00101	0.00101
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00202	0.00202

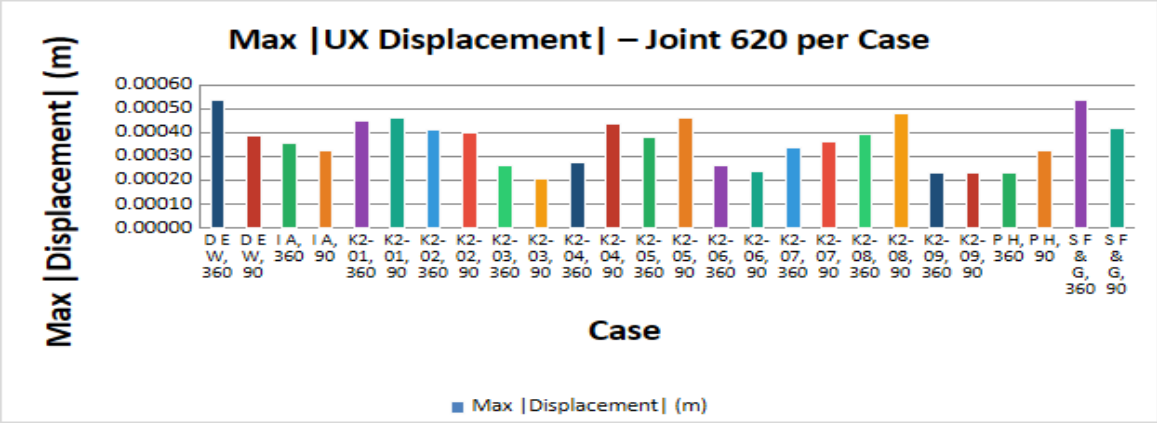
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.111: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.1-08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.113: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



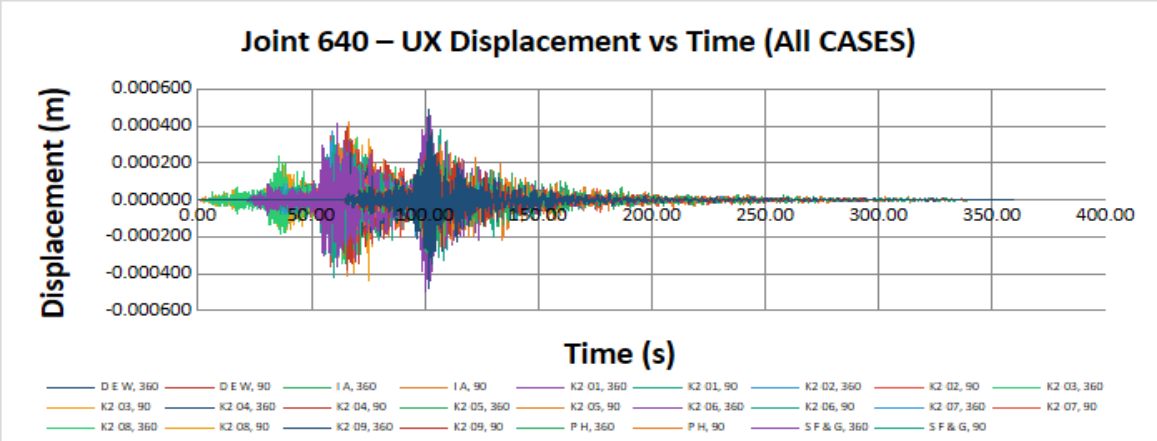
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.114: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

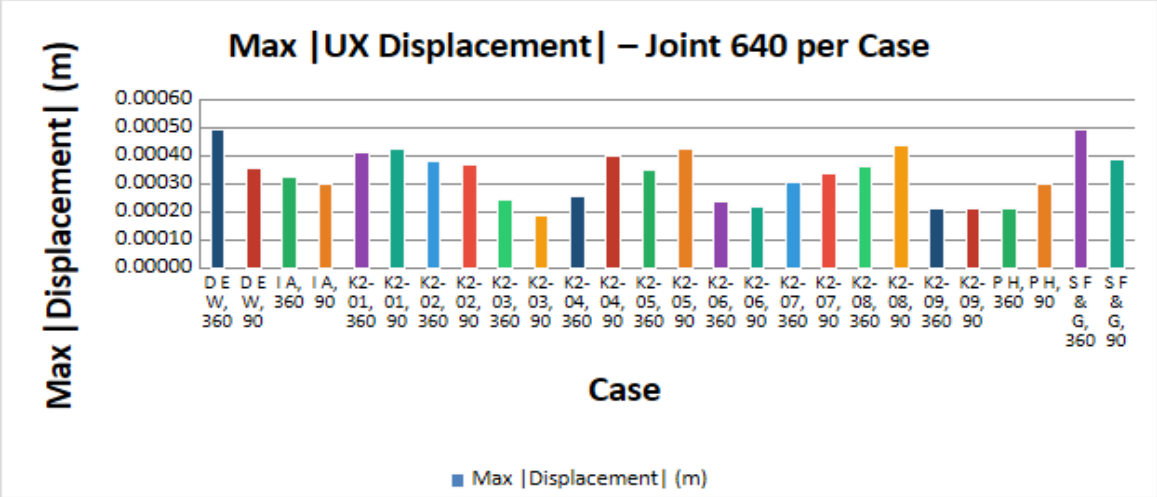
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00054	0.00054
D E W, 90	102.54	0.00039	0.00039
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
I A, 90	107.13	0.00032	0.00032
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00041	0.00041
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00020	0.00020
K2-04, 360	67.14	0.00027	0.00027
K2-04, 90	65.62	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00046	0.00046
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	64.80	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023
P H, 360	98.61	0.00023	0.00023
P H, 90	102.41	-0.00033	0.00033
S F & G, 360	100.41	-0.00054	0.00054
S F & G, 90	106.57	0.00042	0.00042

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.115: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.116: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



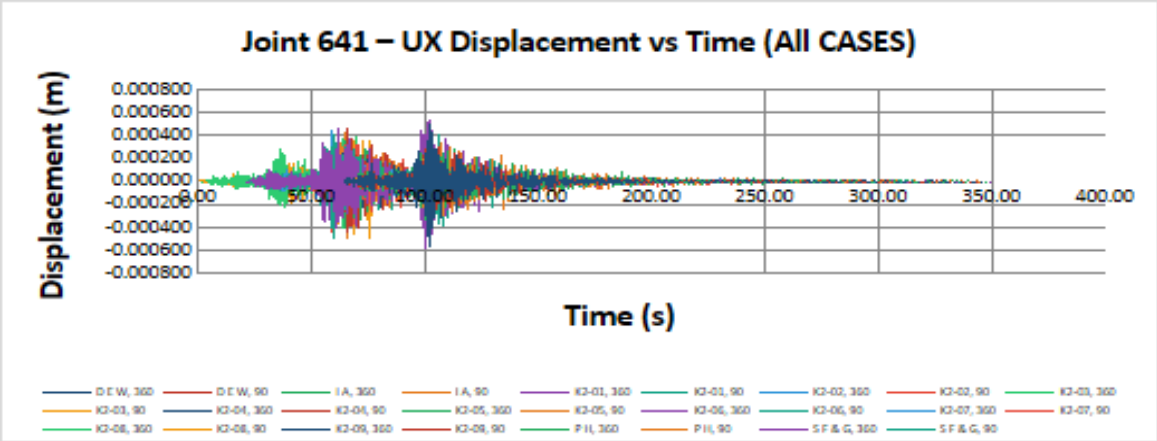
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.117: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

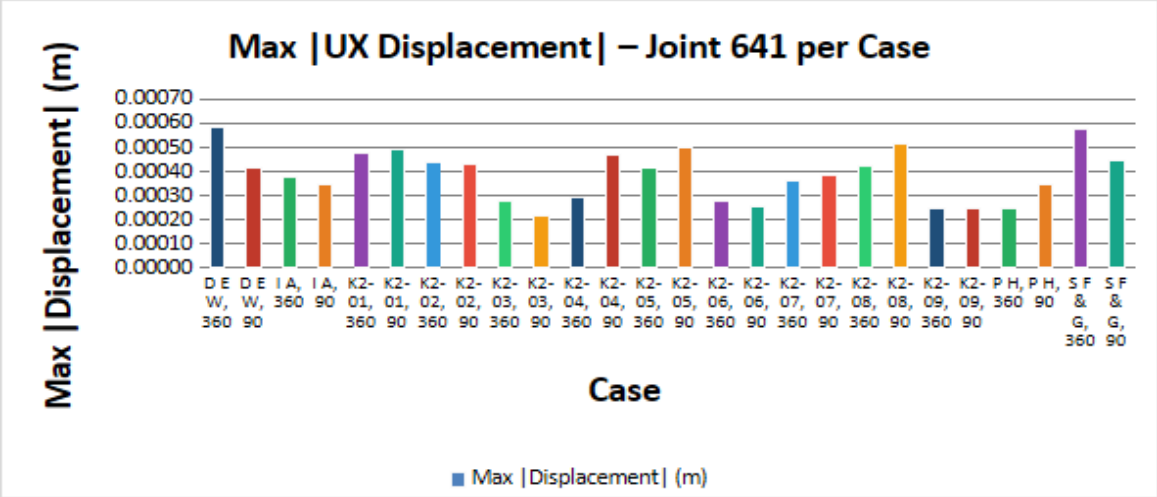
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00049	0.00049
D E W, 90	102.54	0.00036	0.00036
I A, 360	109.58	0.00033	0.00033
I A, 90	107.13	0.00030	0.00030
K2-01, 360	61.38	0.00041	0.00041
K2-01, 90	60.04	-0.00042	0.00042
K2-02, 360	58.90	0.00038	0.00038
K2-02, 90	58.70	-0.00037	0.00037
K2-03, 360	35.88	0.00024	0.00024
K2-03, 90	38.19	0.00019	0.00019
K2-04, 360	67.14	0.00025	0.00025
K2-04, 90	65.62	0.00040	0.00040
K2-05, 360	64.72	-0.00035	0.00035
K2-05, 90	66.14	0.00042	0.00042
K2-06, 360	60.72	-0.00024	0.00024
K2-06, 90	67.78	-0.00022	0.00022
K2-07, 360	66.30	0.00031	0.00031
K2-07, 90	69.24	-0.00033	0.00033
K2-08, 360	64.80	0.00036	0.00036
K2-08, 90	75.19	-0.00044	0.00044
K2-09, 360	60.31	-0.00021	0.00021
K2-09, 90	63.78	-0.00021	0.00021
P H, 360	98.61	0.00021	0.00021
P H, 90	102.41	-0.00030	0.00030
S F & G, 360	100.41	-0.00049	0.00049
S F & G, 90	106.57	0.00039	0.00039

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.118: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.119: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



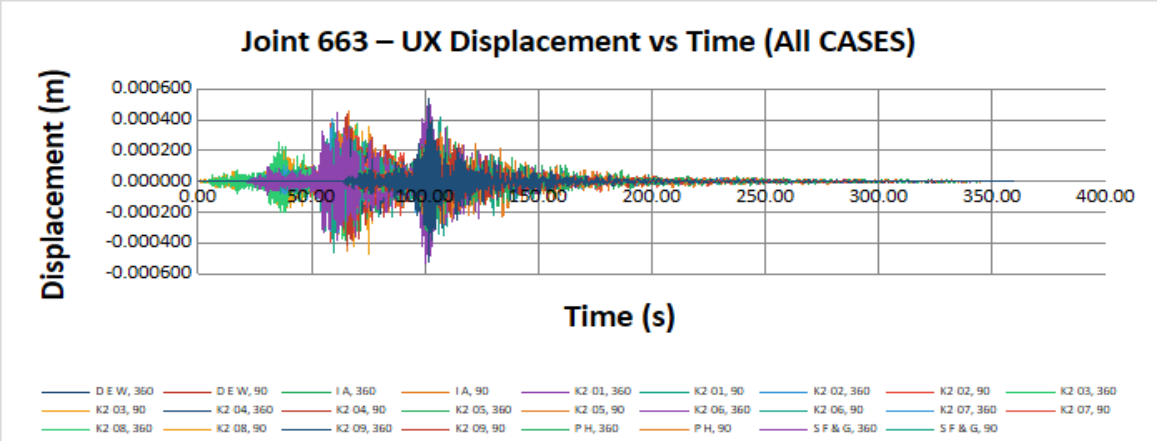
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.120: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

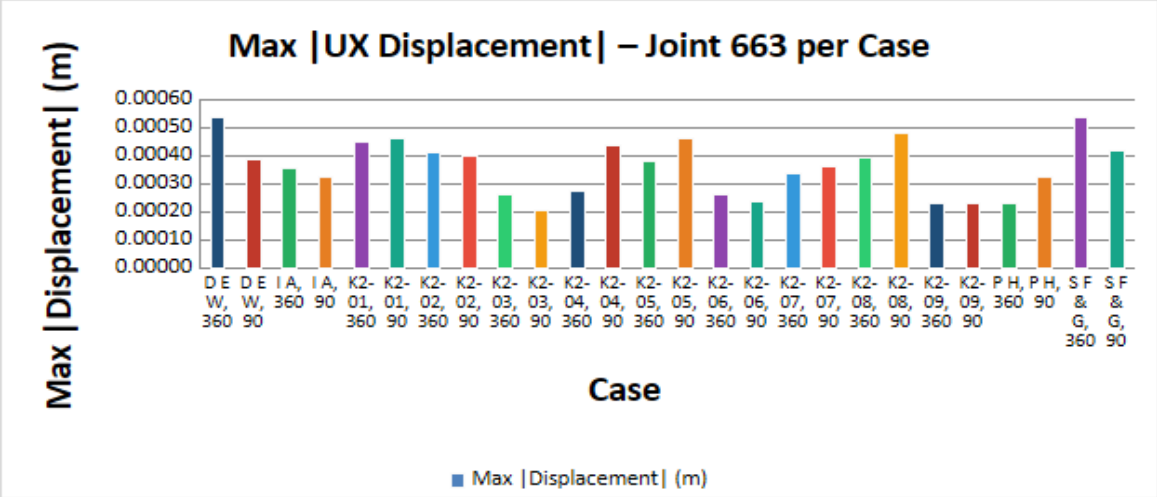
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00058	0.00058
D E W, 90	102.54	0.00042	0.00042
I A, 360	109.58	0.00038	0.00038
I A, 90	107.13	0.00035	0.00035
K2-01, 360	61.38	0.00048	0.00048
K2-01, 90	60.04	-0.00049	0.00049
K2-02, 360	58.90	0.00044	0.00044
K2-02, 90	58.70	-0.00043	0.00043
K2-03, 360	35.88	0.00028	0.00028
K2-03, 90	38.19	0.00022	0.00022
K2-04, 360	67.14	0.00029	0.00029
K2-04, 90	65.62	0.00047	0.00047
K2-05, 360	64.72	-0.00041	0.00041
K2-05, 90	66.14	0.00050	0.00050
K2-06, 360	60.72	-0.00028	0.00028
K2-06, 90	67.78	-0.00026	0.00026
K2-07, 360	66.30	0.00036	0.00036
K2-07, 90	69.24	-0.00039	0.00039
K2-08, 360	64.80	0.00042	0.00042
K2-08, 90	75.19	-0.00051	0.00051
K2-09, 360	60.31	-0.00025	0.00025
K2-09, 90	63.78	-0.00025	0.00025
P H, 360	98.61	0.00025	0.00025
P H, 90	102.41	-0.00035	0.00035
S F & G, 360	100.41	-0.00058	0.00058
S F & G, 90	106.57	0.00045	0.00045

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.121: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.125: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.126: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

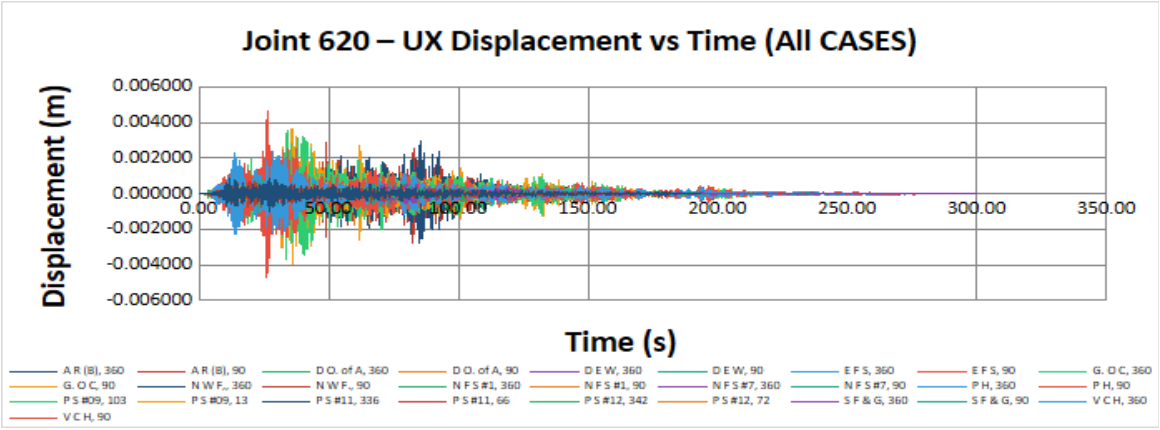
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00054	0.00054
D E W, 90	102.54	0.00039	0.00039
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
I A, 90	107.13	0.00032	0.00032
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00041	0.00041
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00020	0.00020
K2-04, 360	67.14	0.00027	0.00027
K2-04, 90	65.62	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00046	0.00046
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	64.80	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023
P H, 360	98.61	0.00023	0.00023
P H, 90	102.41	-0.00033	0.00033
S F & G, 360	100.41	-0.00054	0.00054
S F & G, 90	106.57	0.00042	0.00042

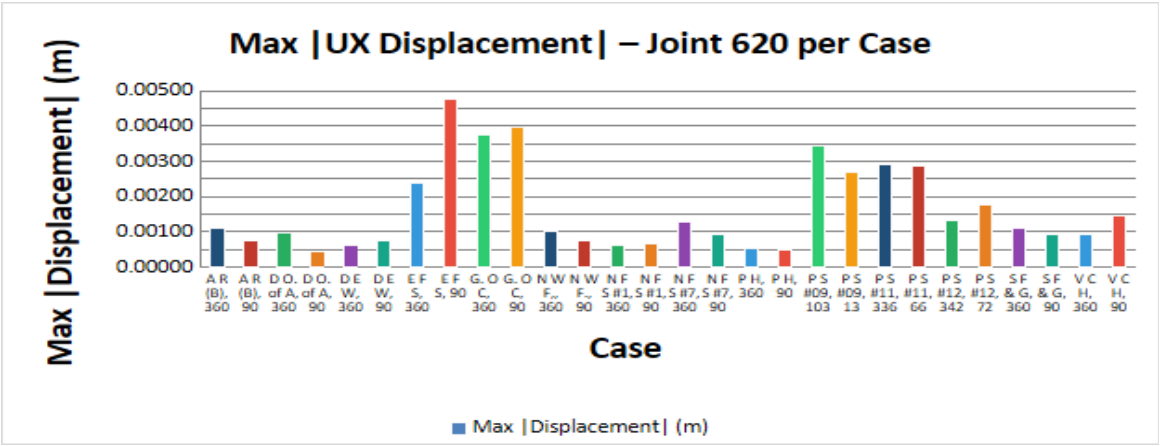
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.127: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.1-09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.129: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



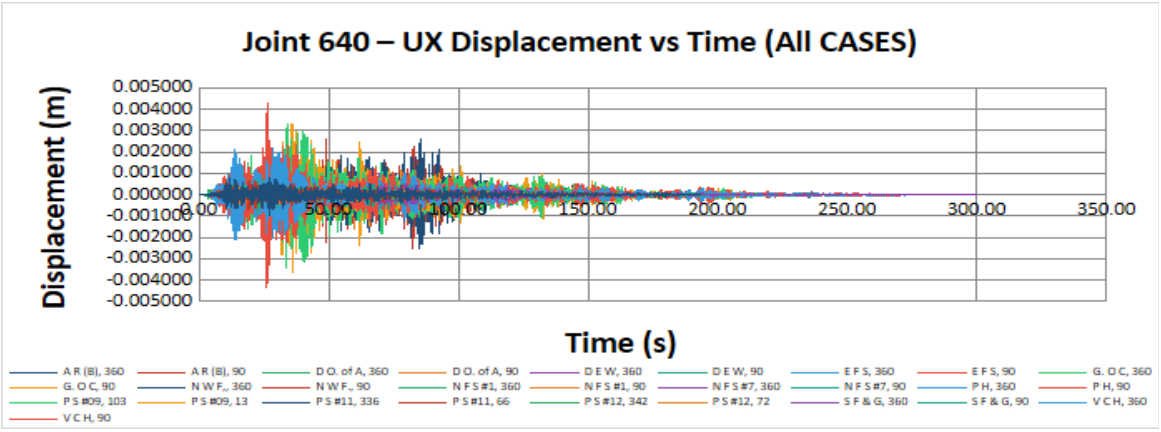
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.130: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

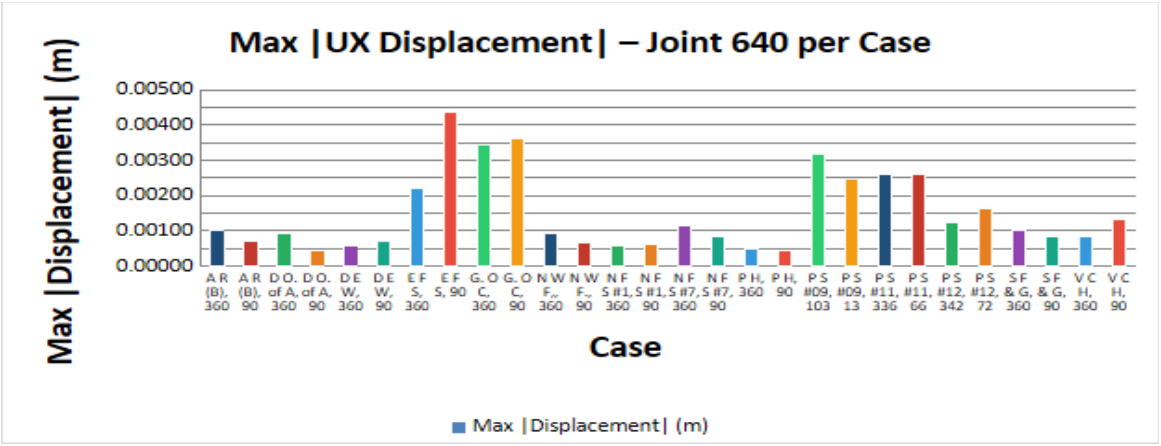
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00109	0.00109
A R (B), 90	24.23	-0.00076	0.00076
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	15.99	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00238	0.00238
E F S, 90	26.18	-0.00476	0.00476
G. O C, 360	33.78	-0.00376	0.00376
G. O C, 90	36.38	-0.00396	0.00396
N W F., 360	17.75	0.00102	0.00102
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00061	0.00061
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00127	0.00127
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	40.95	-0.00346	0.00346
P S #09, 13	62.11	0.00271	0.00271
P S #11, 336	85.65	0.00293	0.00293
P S #11, 66	48.99	0.00286	0.00286
P S #12, 342	62.32	-0.00134	0.00134
P S #12, 72	60.08	-0.00178	0.00178
S F & G, 360	69.63	0.00112	0.00112
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.65	0.00092	0.00092
V C H, 90	51.49	0.00145	0.00145

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.131: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Denali Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.132: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



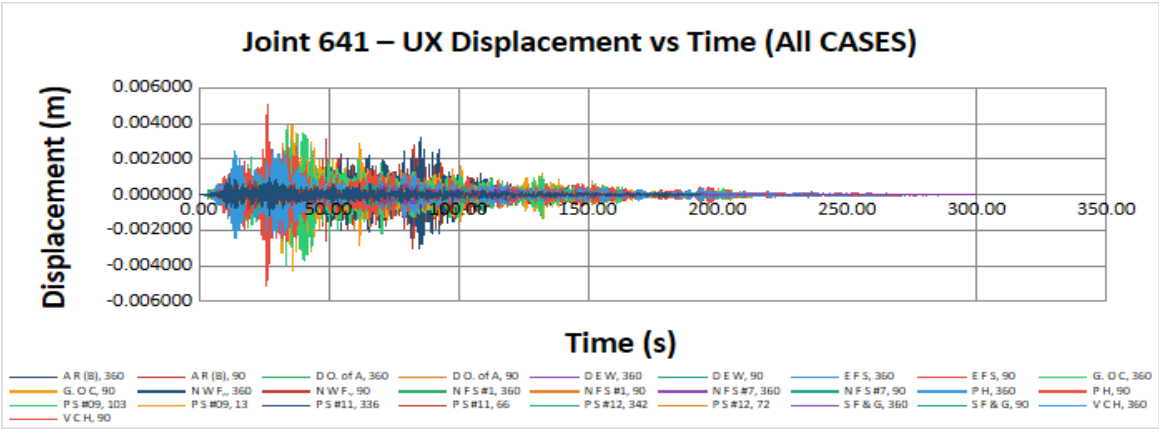
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.133: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

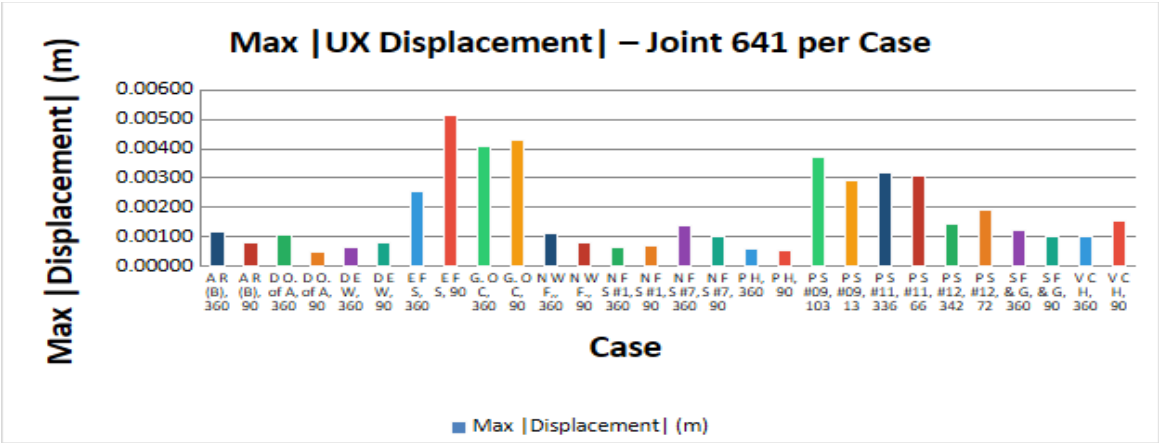
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00100	0.00100
A R (B), 90	24.23	-0.00069	0.00069
D O. of A, 360	22.74	-0.00091	0.00091
D O. of A, 90	15.99	-0.00043	0.00043
D E W, 360	80.03	-0.00055	0.00055
D E W, 90	73.31	-0.00069	0.00069
E F S, 360	28.49	0.00219	0.00219
E F S, 90	26.18	-0.00437	0.00437
G. O C, 360	33.78	-0.00345	0.00345
G. O C, 90	36.38	-0.00363	0.00363
N W F,, 360	17.76	0.00094	0.00094
N W F., 90	32.23	-0.00067	0.00067
N F S #1, 360	23.10	0.00056	0.00056
N F S #1, 90	26.62	-0.00060	0.00060
N F S #7, 360	35.89	0.00116	0.00116
N F S #7, 90	43.72	-0.00085	0.00085
P H, 360	84.72	0.00049	0.00049
P H, 90	66.32	-0.00046	0.00046
P S #09, 103	40.95	-0.00317	0.00317
P S #09, 13	62.11	0.00248	0.00248
P S #11, 336	85.65	0.00262	0.00262
P S #11, 66	48.99	0.00259	0.00259
P S #12, 342	62.32	-0.00123	0.00123
P S #12, 72	60.08	-0.00162	0.00162
S F & G, 360	69.63	0.00102	0.00102
S F & G, 90	73.98	0.00085	0.00085
V C H, 360	55.65	0.00084	0.00084
V C H, 90	51.48	0.00133	0.00133

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.134: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Denali Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.135: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



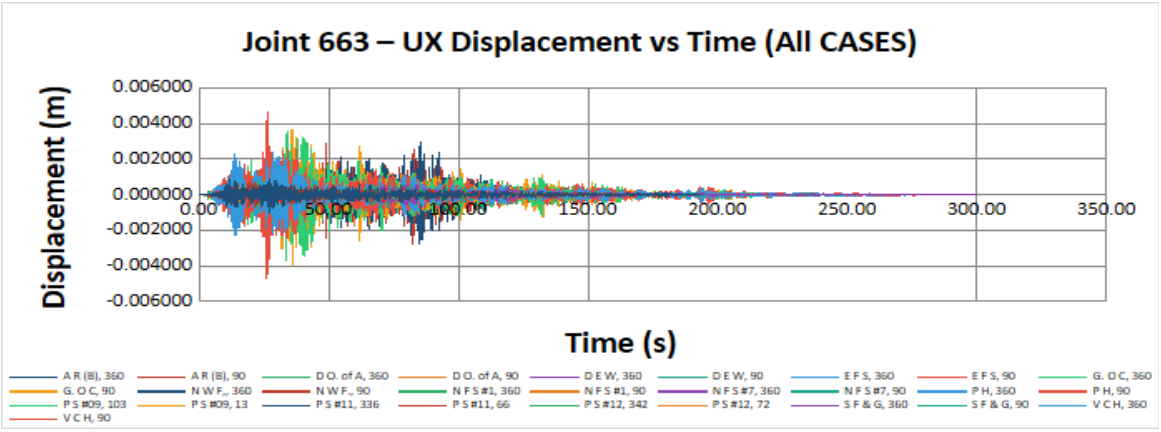
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.136: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

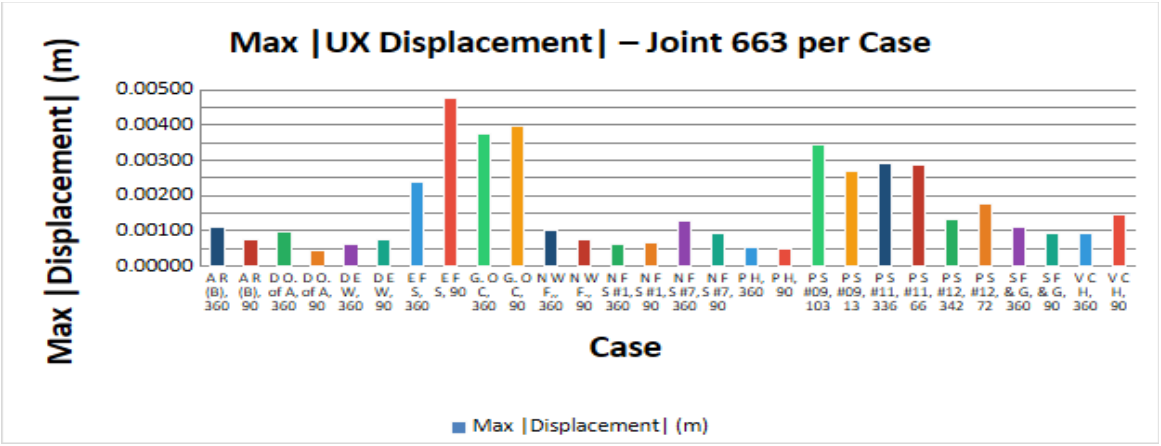
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00118	0.00118
A R (B), 90	24.23	-0.00081	0.00081
D O. of A, 360	22.74	-0.00106	0.00106
D O. of A, 90	15.99	-0.00050	0.00050
D E W, 360	80.03	-0.00065	0.00065
D E W, 90	73.31	-0.00081	0.00081
E F S, 360	28.48	0.00256	0.00256
E F S, 90	26.18	-0.00512	0.00512
G. O C, 360	33.78	-0.00406	0.00406
G. O C, 90	36.38	-0.00428	0.00428
N W F,, 360	17.75	0.00110	0.00110
N W F., 90	32.23	-0.00079	0.00079
N F S #1, 360	23.10	0.00066	0.00066
N F S #1, 90	26.62	-0.00070	0.00070
N F S #7, 360	35.90	0.00137	0.00137
N F S #7, 90	37.19	-0.00099	0.00099
P H, 360	84.72	0.00058	0.00058
P H, 90	66.32	-0.00054	0.00054
P S #09, 103	40.95	-0.00372	0.00372
P S #09, 13	62.11	0.00292	0.00292
P S #11, 336	85.65	0.00318	0.00318
P S #11, 66	48.99	0.00309	0.00309
P S #12, 342	62.32	-0.00144	0.00144
P S #12, 72	60.08	-0.00192	0.00192
S F & G, 360	69.63	0.00121	0.00121
S F & G, 90	73.98	0.00100	0.00100
V C H, 360	55.65	0.00098	0.00098
V C H, 90	51.49	0.00156	0.00156

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.137: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Denali Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.141: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.142: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

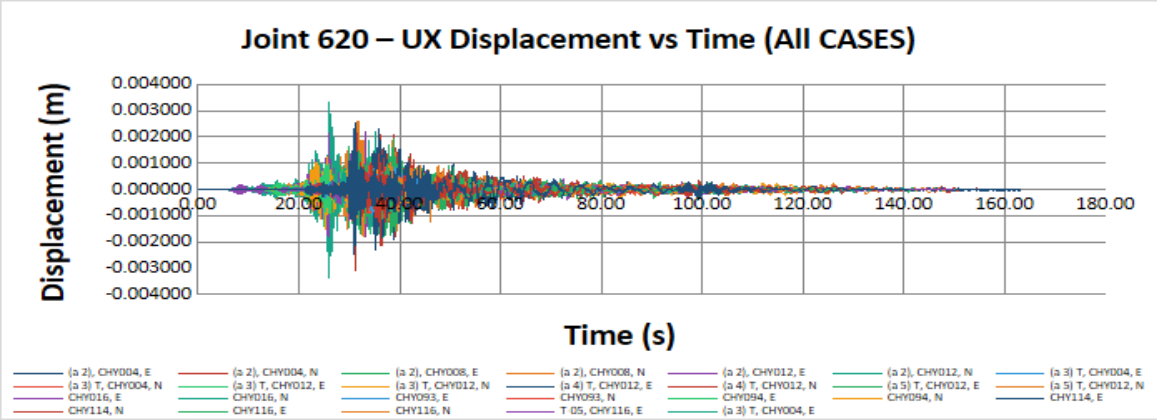
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00109	0.00109
A R (B), 90	24.23	-0.00076	0.00076
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	15.99	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00238	0.00238
E F S, 90	26.18	-0.00476	0.00476
G. O C, 360	33.78	-0.00376	0.00376
G. O C, 90	36.38	-0.00396	0.00396
N W F,, 360	17.75	0.00102	0.00102
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00061	0.00061
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00127	0.00127
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	40.95	-0.00346	0.00346
P S #09, 13	62.11	0.00271	0.00271
P S #11, 336	85.65	0.00293	0.00293
P S #11, 66	48.99	0.00286	0.00286
P S #12, 342	62.32	-0.00134	0.00134
P S #12, 72	60.08	-0.00178	0.00178
S F & G, 360	69.63	0.00112	0.00112
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.65	0.00092	0.00092
V C H, 90	51.49	0.00145	0.00145

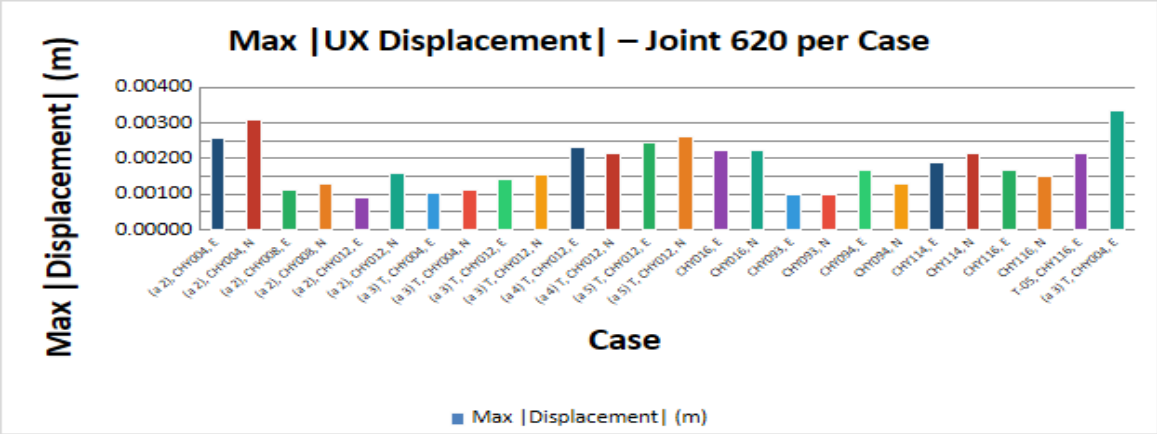
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.143: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.1-10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.145: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



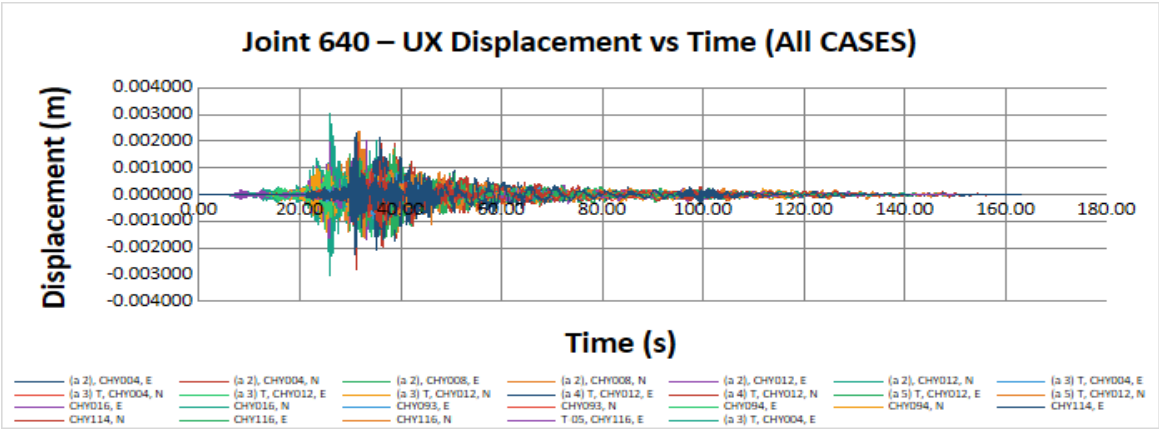
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.146: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

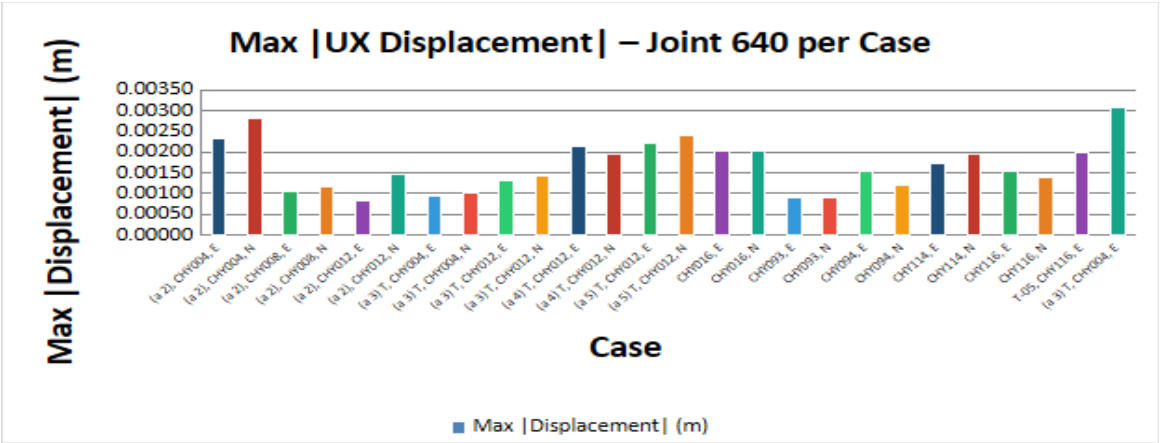
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00113	0.00113
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00128	0.00128
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00159	0.00159
(a 3) T, CHY004, E	31.54	0.00101	0.00101
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00111	0.00111
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00142	0.00142
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00153	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00232	0.00232
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00215	0.00215
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00243	0.00243
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00261	0.00261
CHY016, E	33.25	0.00221	0.00221
CHY016, N	35.08	-0.00222	0.00222
CHY093, E	34.80	-0.00097	0.00097
CHY093, N	30.67	-0.00097	0.00097
CHY094, E	34.28	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00129	0.00129
CHY114, E	38.78	-0.00189	0.00189
CHY114, N	38.70	0.00213	0.00213
CHY116, E	29.97	0.00168	0.00168
CHY116, N	29.48	-0.00152	0.00152
T-05, CHY116, E	25.86	0.00216	0.00216
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00336	0.00336

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.147: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.148: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



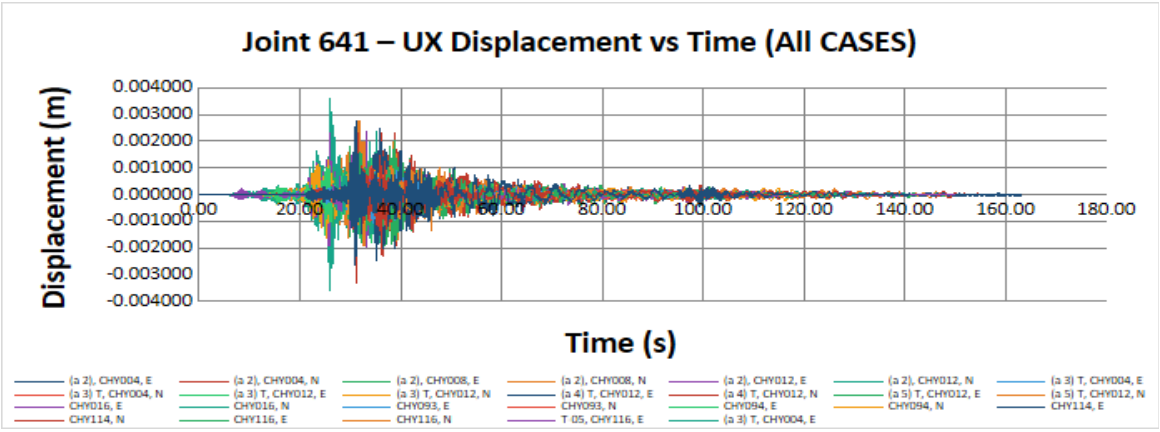
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.149: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

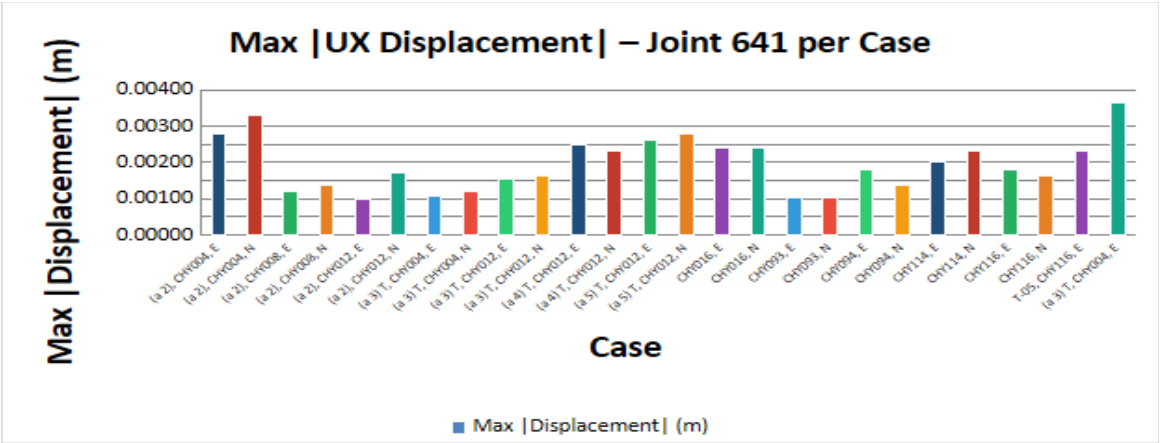
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00233	0.00233
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00283	0.00283
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00104	0.00104
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00118	0.00118
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00084	0.00084
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00147	0.00147
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00094	0.00094
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00102	0.00102
(a 3) T, CHY012, E	25.02	-0.00130	0.00130
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00141	0.00141
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00215	0.00215
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00197	0.00197
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00222	0.00222
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00240	0.00240
CHY016, E	33.25	0.00203	0.00203
CHY016, N	35.08	-0.00203	0.00203
CHY093, E	34.80	-0.00089	0.00089
CHY093, N	30.67	-0.00089	0.00089
CHY094, E	34.28	-0.00155	0.00155
CHY094, N	31.22	0.00119	0.00119
CHY114, E	38.78	-0.00174	0.00174
CHY114, N	38.70	0.00195	0.00195
CHY116, E	29.97	0.00154	0.00154
CHY116, N	29.48	-0.00139	0.00139
T-05, CHY116, E	25.86	0.00198	0.00198
(a 3) T, CHY004, E	25.89	0.00307	0.00307

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.150: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.151: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



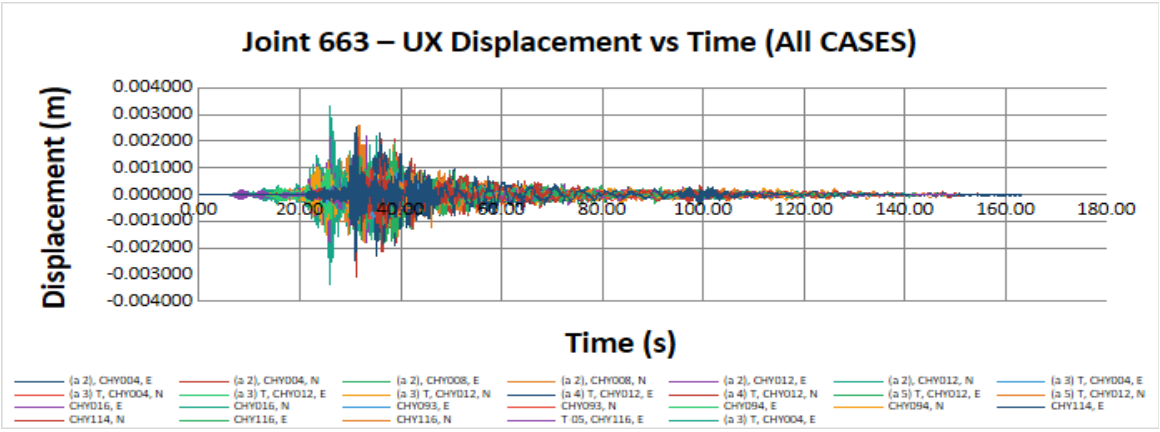
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.152: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

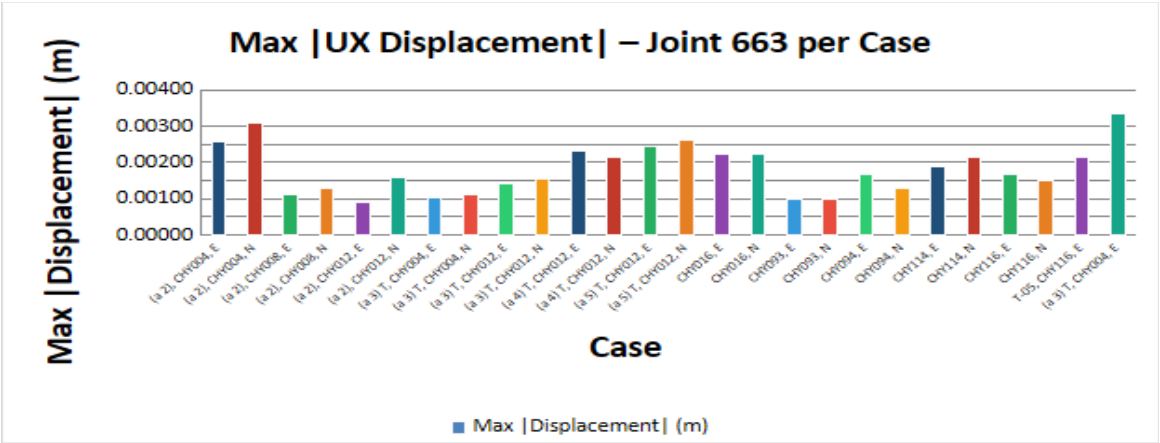
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00279	0.00279
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00332	0.00332
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00122	0.00122
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00137	0.00137
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00099	0.00099
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00171	0.00171
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00109	0.00109
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00120	0.00120
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00153	0.00153
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00164	0.00164
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00248	0.00248
(a 4) T, CHY012, N	36.26	0.00233	0.00233
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00262	0.00262
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00280	0.00280
CHY016, E	33.25	0.00239	0.00239
CHY016, N	35.08	-0.00241	0.00241
CHY093, E	34.79	-0.00105	0.00105
CHY093, N	30.66	-0.00105	0.00105
CHY094, E	34.28	-0.00182	0.00182
CHY094, N	31.22	0.00139	0.00139
CHY114, E	38.78	-0.00202	0.00202
CHY114, N	38.70	0.00231	0.00231
CHY116, E	29.97	0.00181	0.00181
CHY116, N	29.48	-0.00164	0.00164
T-05, CHY116, E	25.86	0.00233	0.00233
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00363	0.00363

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.153: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.157: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.158: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663

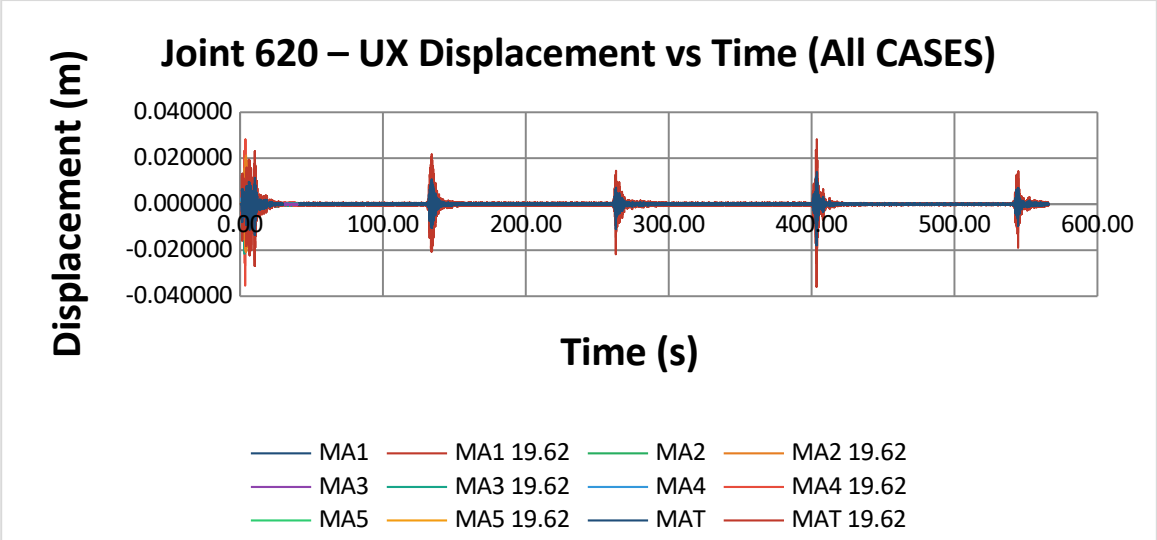
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00113	0.00113
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00128	0.00128
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00159	0.00159
(a 3) T, CHY004, E	31.54	0.00101	0.00101
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00111	0.00111
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00142	0.00142
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00153	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00232	0.00232
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00215	0.00215
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00243	0.00243
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00261	0.00261
CHY016, E	33.25	0.00221	0.00221
CHY016, N	35.08	-0.00222	0.00222
CHY093, E	34.80	-0.00097	0.00097
CHY093, N	30.67	-0.00097	0.00097
CHY094, E	34.28	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00129	0.00129
CHY114, E	38.78	-0.00189	0.00189
CHY114, N	38.70	0.00213	0.00213
CHY116, E	29.97	0.00168	0.00168
CHY116, N	29.48	-0.00152	0.00152
T-05, CHY116, E	25.86	0.00216	0.00216
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00336	0.00336

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.159: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

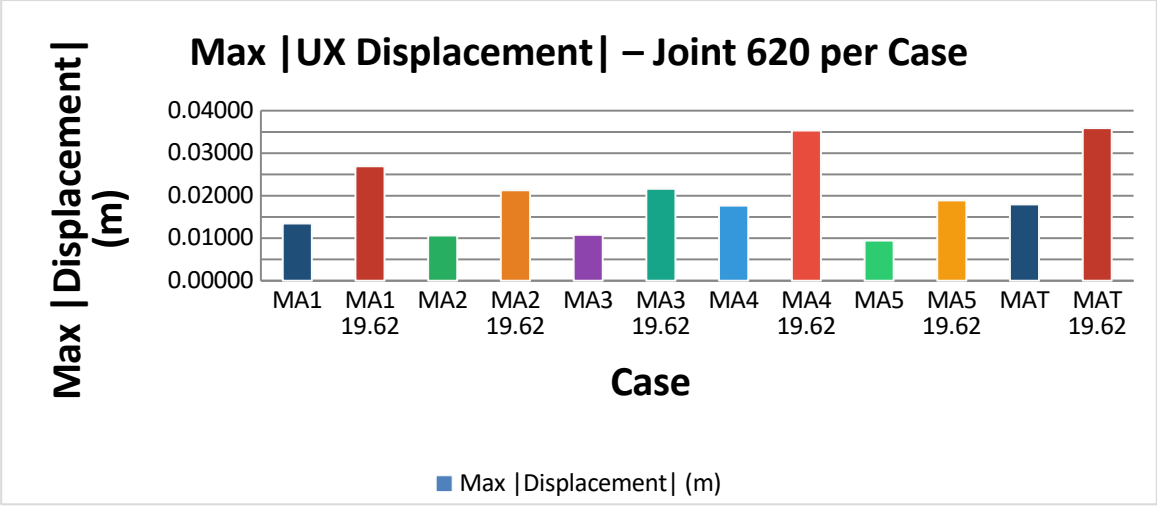
5.2 Μοντέλο 2ο – NEWDMF30NULLS

5.2-01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 620 Αριστερά από τον αγωγό. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.1: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



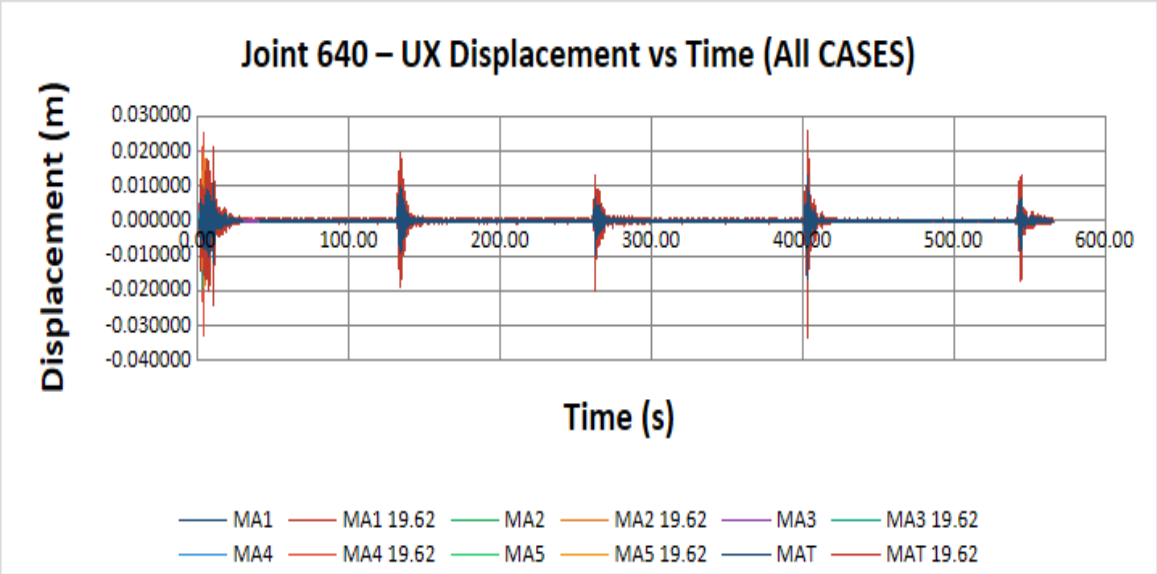
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.2: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

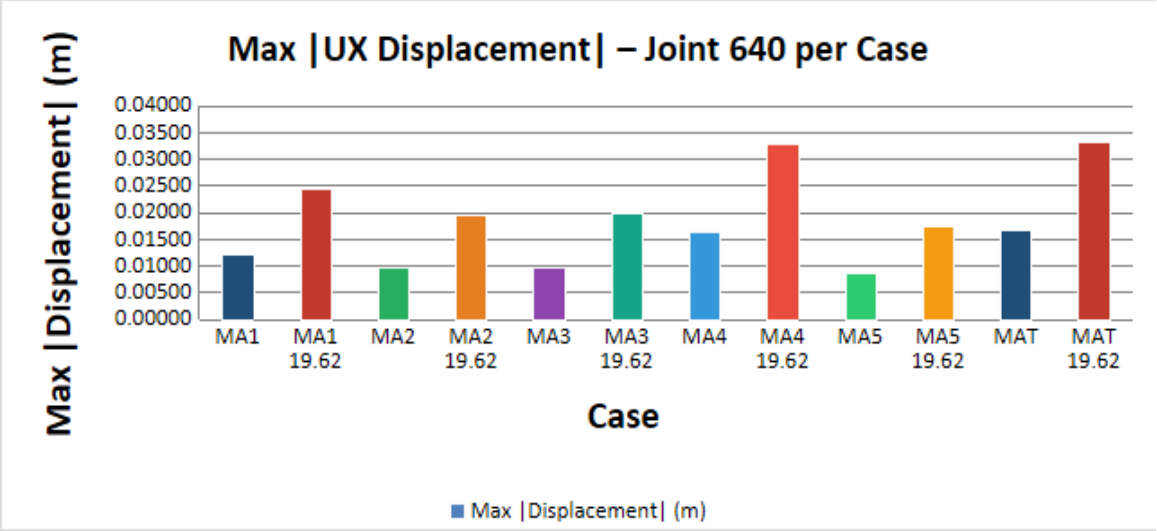
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01346	0.01346
MA1 19.62	10.27	-0.02691	0.02691
MA2	4.23	0.01064	0.01064
MA2 19.62	4.23	0.02128	0.02128
MA3	3.07	-0.01080	0.01080
MA3 19.62	3.07	-0.02160	0.02160
MA4	3.62	-0.01767	0.01767
MA4 19.62	3.62	-0.03534	0.03534
MA5	4.61	-0.00944	0.00944
MA5 19.62	4.61	-0.01887	0.01887
MAT	403.52	-0.01794	0.01794
MAT 19.62	403.52	-0.03589	0.03589

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.3: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Mammoth – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.4: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



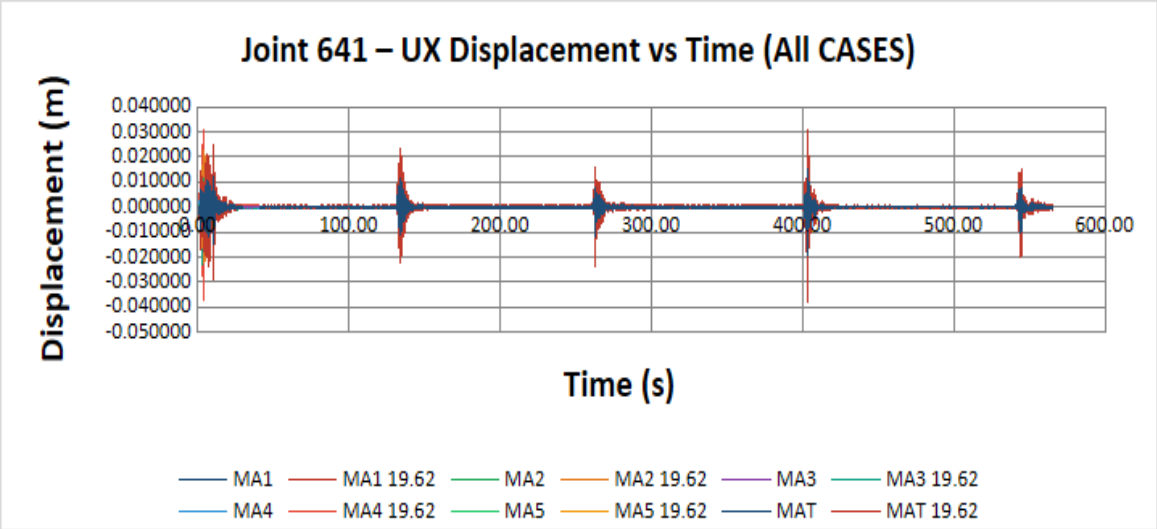
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.5: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

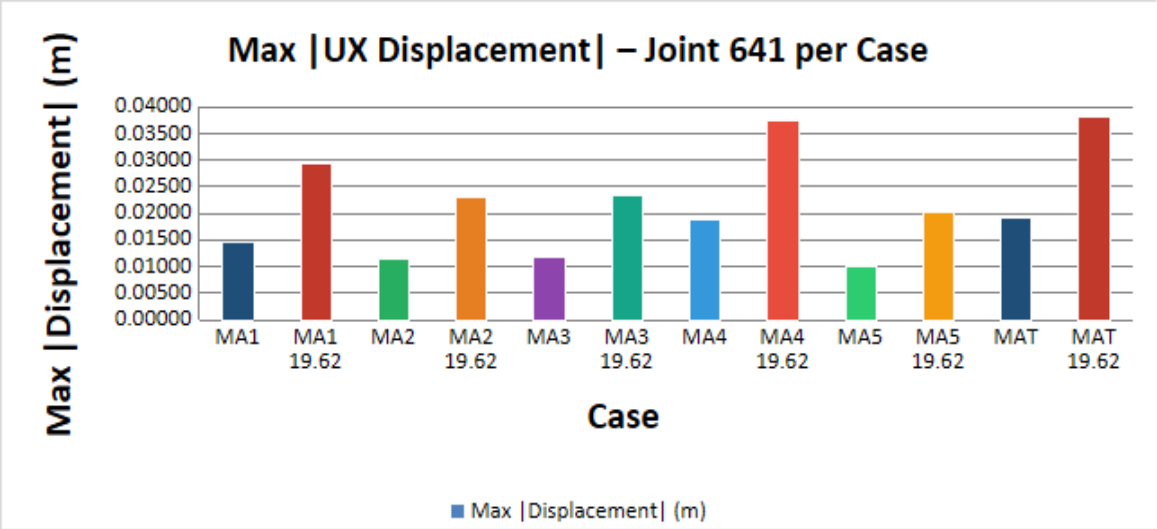
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01220	0.01220
MA1 19.62	10.27	-0.02439	0.02439
MA2	4.23	0.00974	0.00974
MA2 19.62	4.23	0.01948	0.01948
MA3	3.07	-0.00989	0.00989
MA3 19.62	3.07	-0.01977	0.01977
MA4	3.62	-0.01647	0.01647
MA4 19.62	3.62	-0.03294	0.03294
MA5	4.61	-0.00869	0.00869
MA5 19.62	4.61	-0.01738	0.01738
MAT	403.52	-0.01669	0.01669
MAT 19.62	403.52	-0.03337	0.03337

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.6: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Mammoth – Κόμβος 641 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.7: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



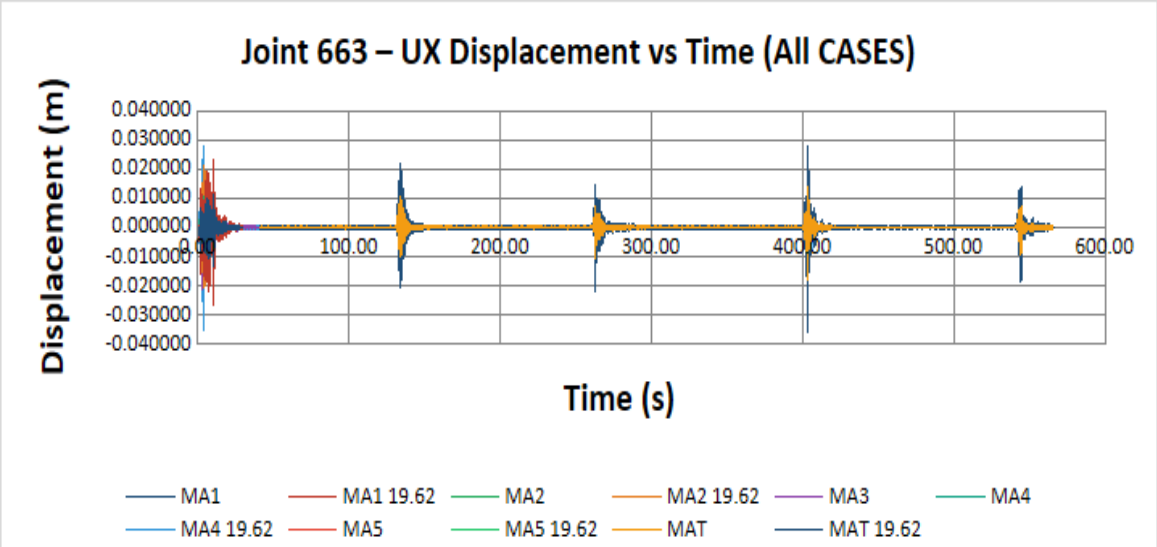
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.8: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

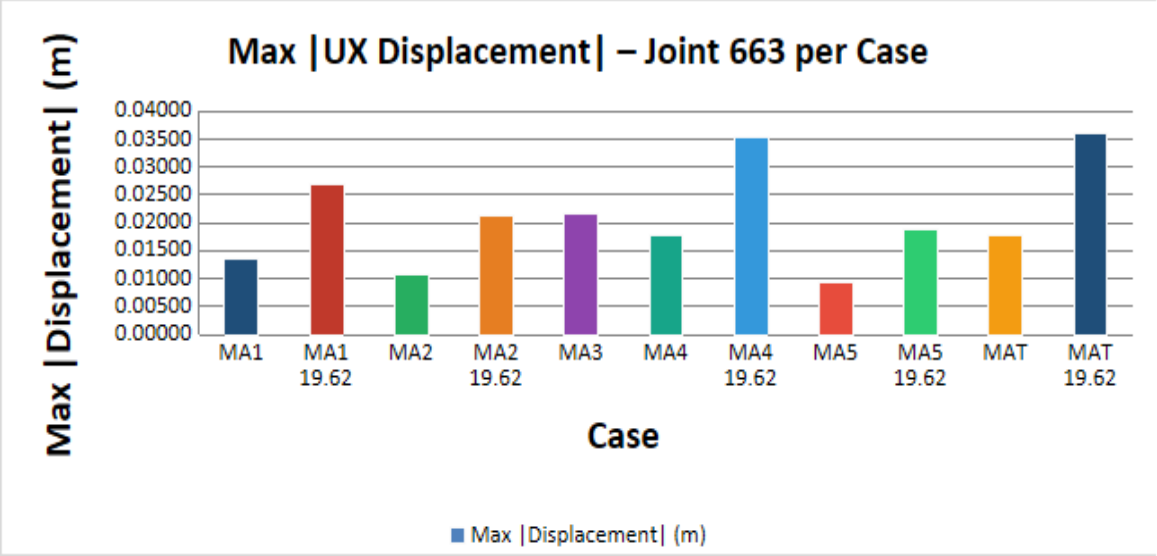
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01462	0.01462
MA1 19.62	10.27	-0.02923	0.02923
MA2	4.23	0.01148	0.01148
MA2 19.62	4.23	0.02296	0.02296
MA3	3.07	-0.01165	0.01165
MA3 19.62	3.07	-0.02331	0.02331
MA4	3.62	-0.01872	0.01872
MA4 19.62	3.62	-0.03745	0.03745
MA5	4.60	-0.01014	0.01014
MA5 19.62	4.60	-0.02027	0.02027
MAT	403.52	-0.01904	0.01904
MAT 19.62	403.52	-0.03809	0.03809

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.9: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Mammoth – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.13: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.14: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

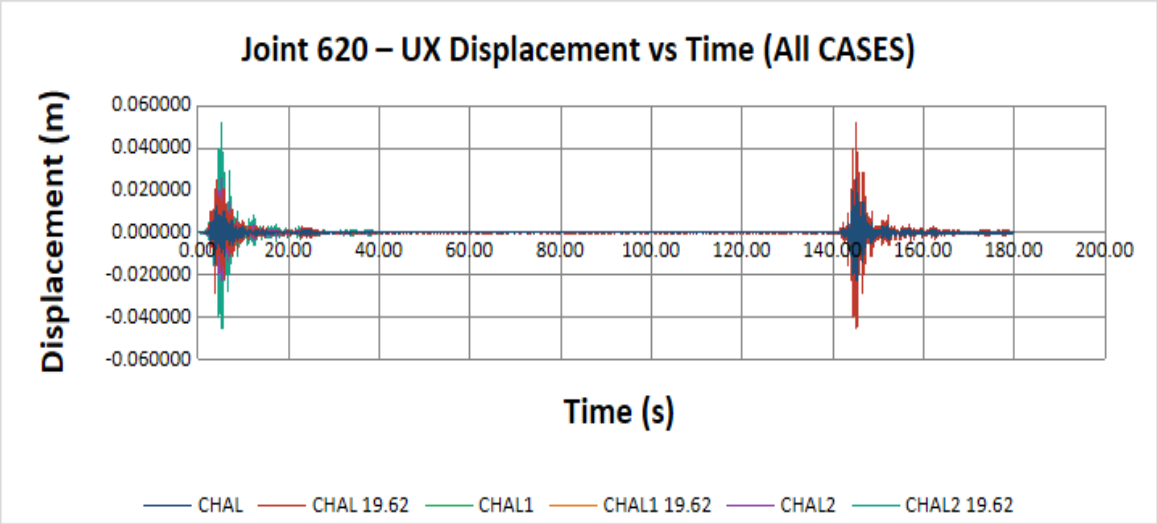
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01346	0.01346
MA1 19.62	10.27	-0.02691	0.02691
MA2	4.23	0.01064	0.01064
MA2 19.62	4.23	0.02128	0.02128
MA3	3.07	-0.02160	0.02160
MA4	3.62	-0.01767	0.01767
MA4 19.62	3.62	-0.03534	0.03534
MA5	4.61	-0.00944	0.00944
MA5 19.62	4.61	-0.01887	0.01887
MAT	403.52	-0.01794	0.01794
MAT 19.62	403.52	-0.03589	0.03589

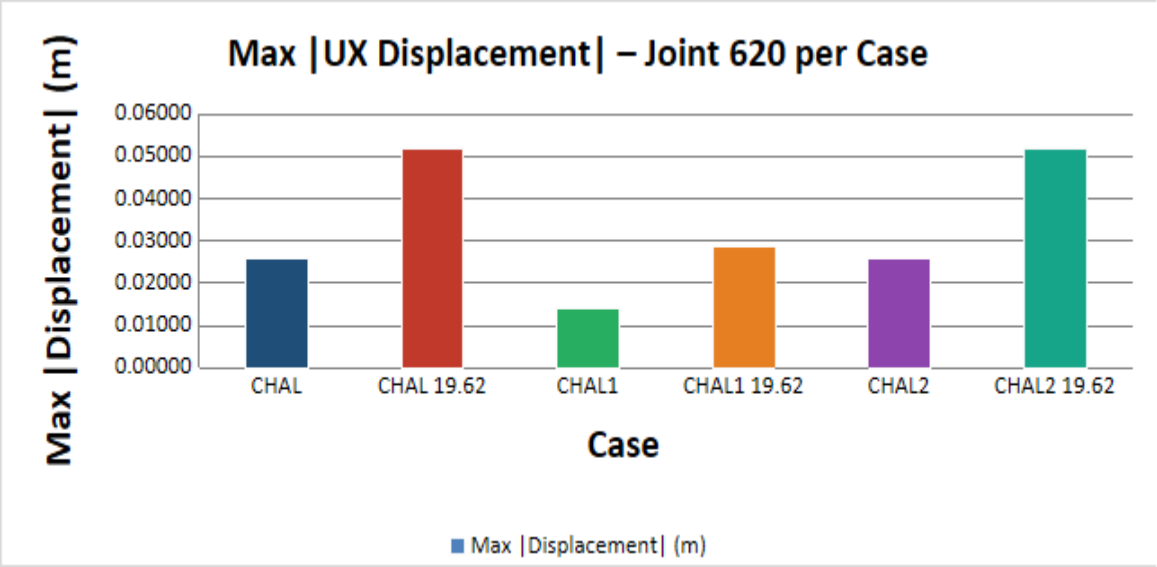
Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.15: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.2-02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.17: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



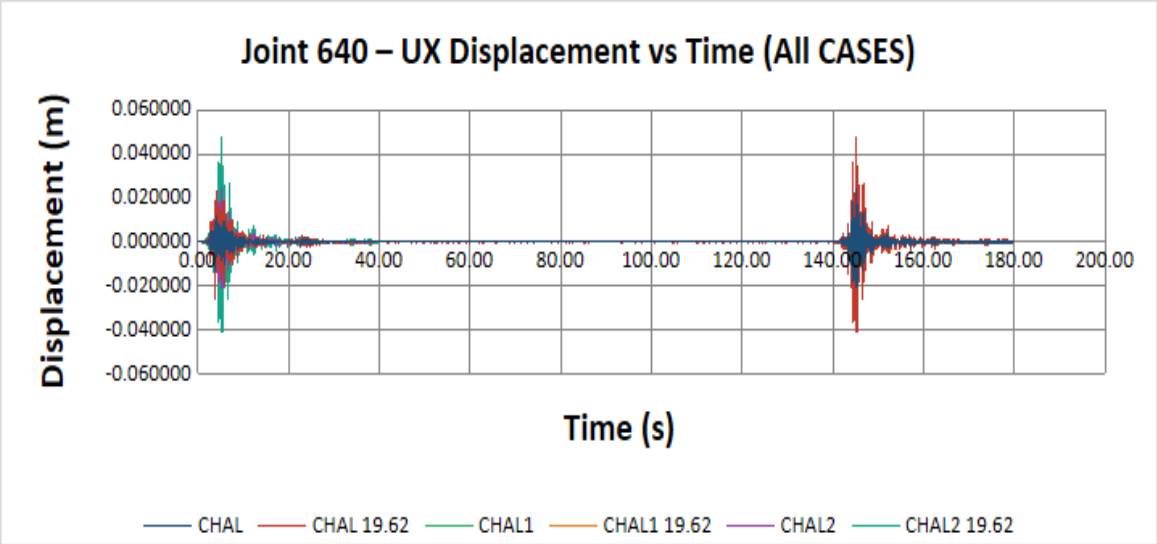
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.18: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

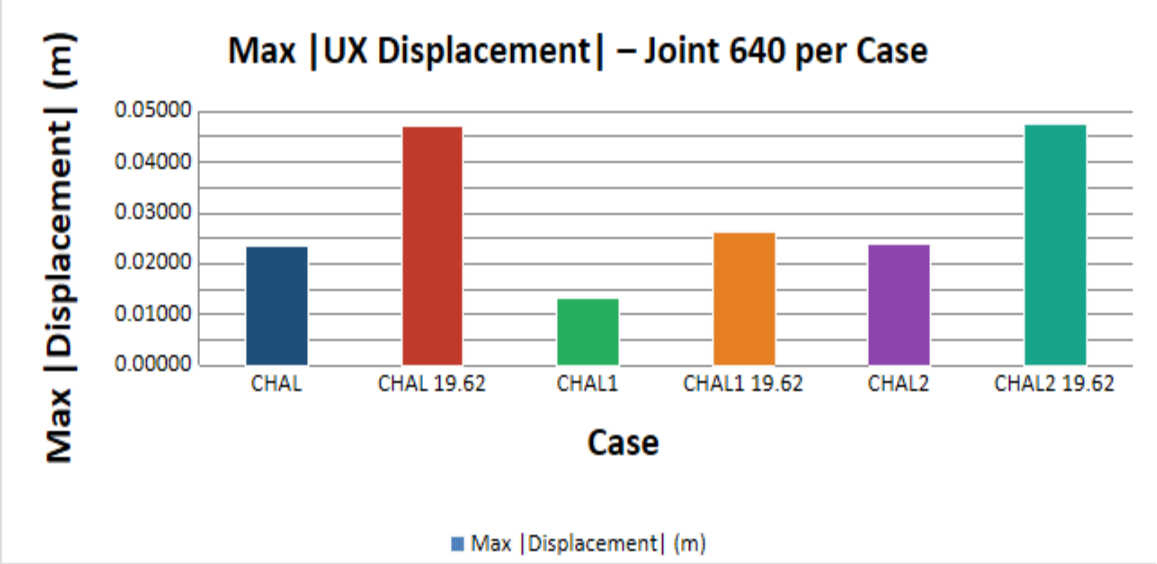
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02589	0.02589
CHAL 19.62	145.14	0.05178	0.05178
CHAL1	3.84	-0.01423	0.01423
CHAL1 19.62	3.84	-0.02845	0.02845
CHAL2	5.29	0.02595	0.02595
CHAL2 19.62	5.29	0.05191	0.05191

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.19: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chalfant -Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.20: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



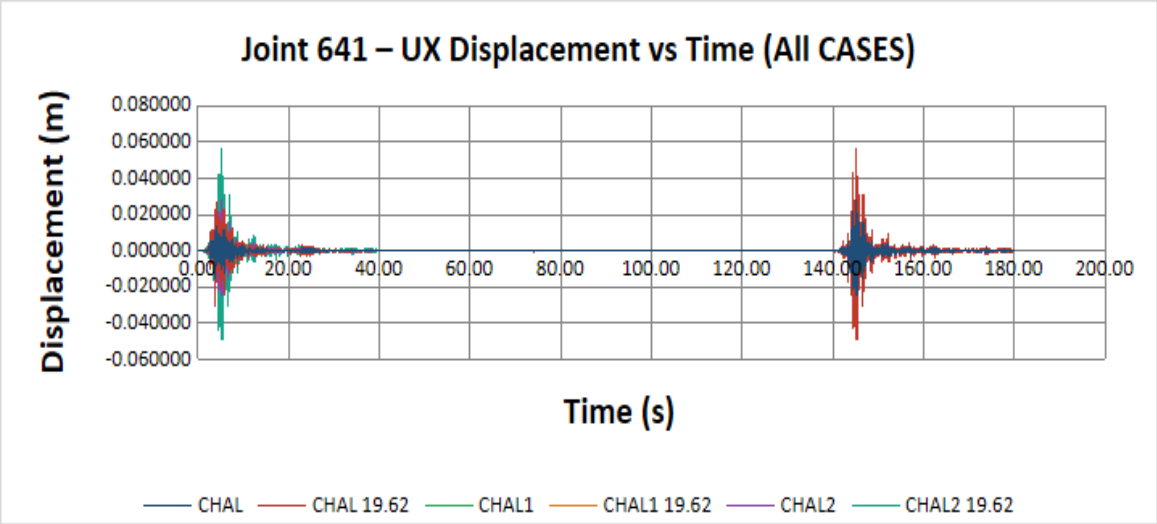
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.21: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

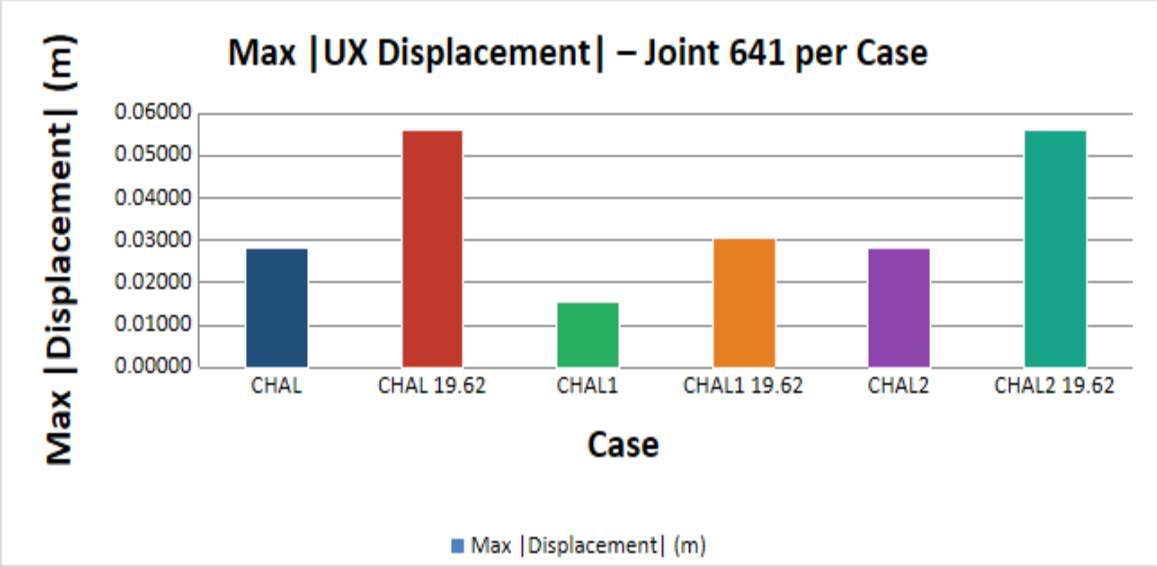
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02365	0.02365
CHAL 19.62	145.14	0.04731	0.04731
CHAL1	3.83	-0.01307	0.01307
CHAL1 19.62	3.83	-0.02614	0.02614
CHAL2	5.29	0.02374	0.02374
CHAL2 19.62	5.29	0.04748	0.04748

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.22: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chalfant – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.23: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



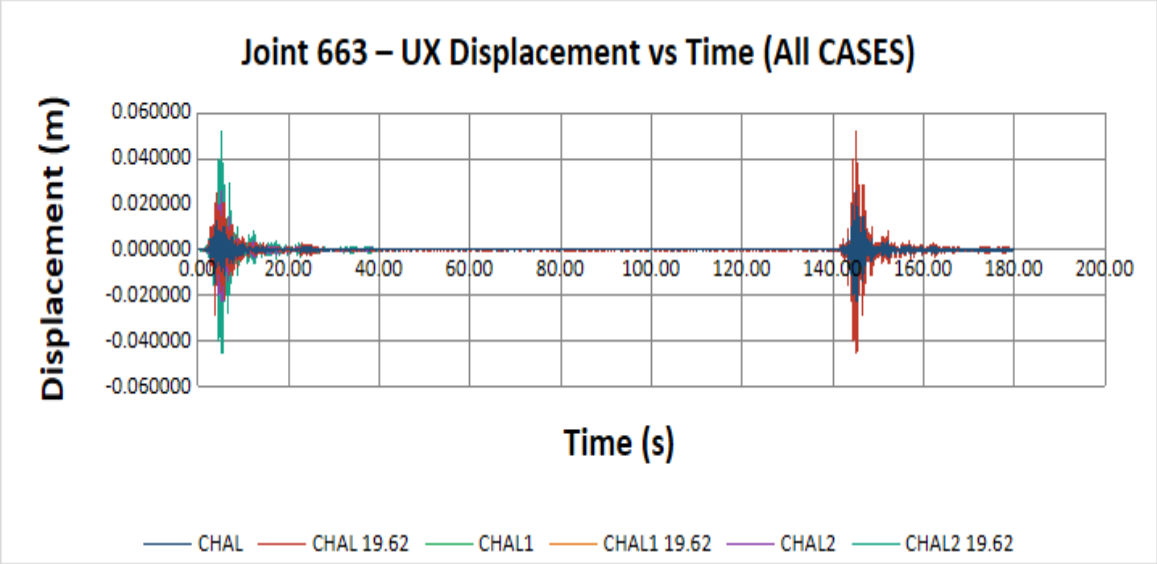
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.24: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

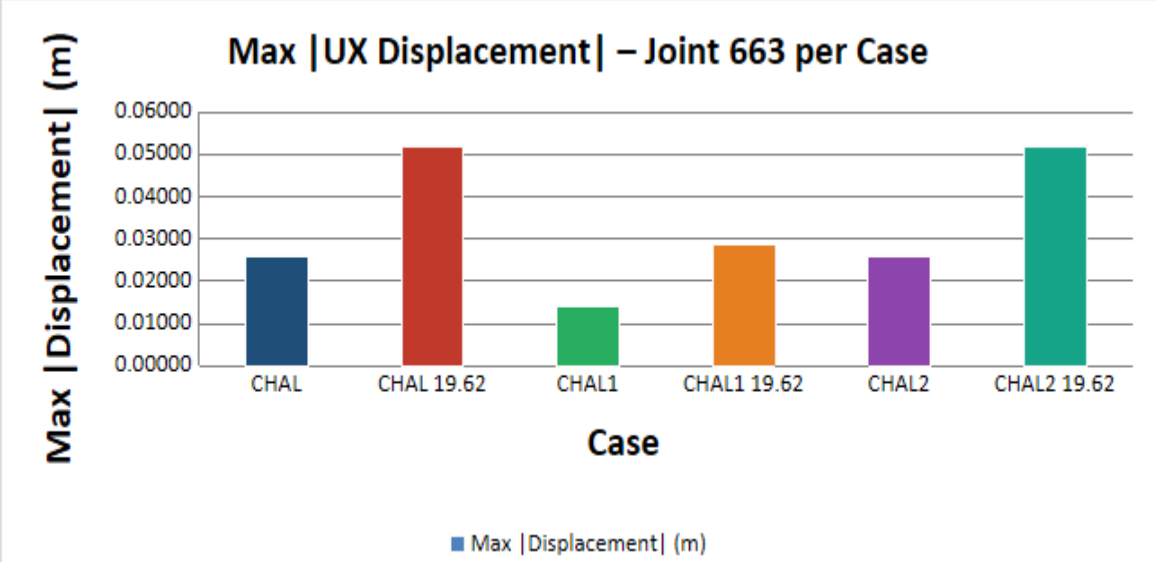
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02799	0.02799
CHAL 19.62	145.14	0.05598	0.05598
CHAL1	3.84	-0.01528	0.01528
CHAL1 19.62	3.84	-0.03057	0.03057
CHAL2	5.29	0.02802	0.02802
CHAL2 19.62	5.29	0.05604	0.05604

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.25: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chalfant – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.29: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.30: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

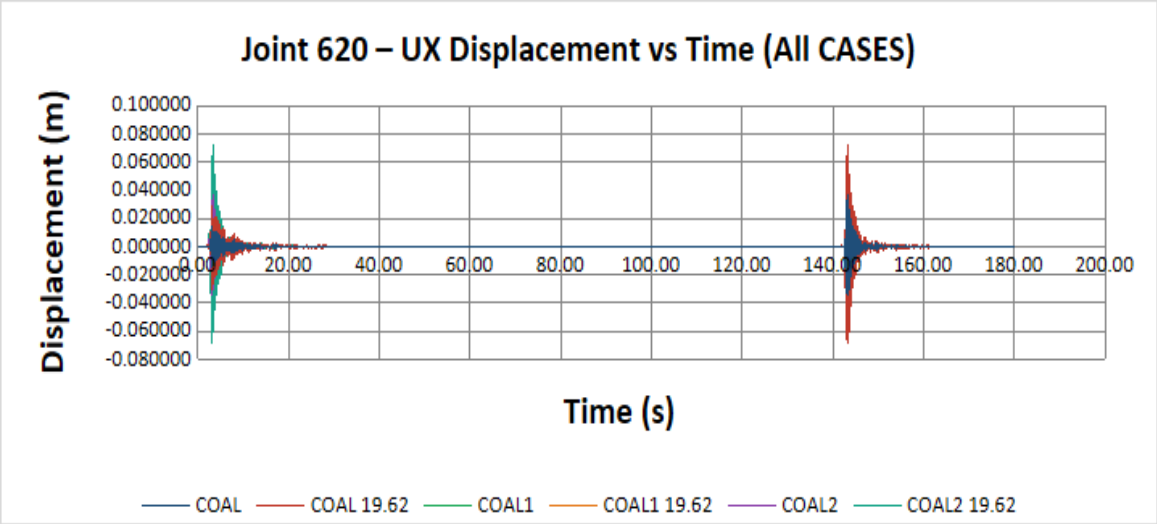
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02589	0.02589
CHAL 19.62	145.14	0.05178	0.05178
CHAL1	3.84	-0.01423	0.01423
CHAL1 19.62	3.84	-0.02845	0.02845
CHAL2	5.29	0.02595	0.02595
CHAL2 19.62	5.29	0.05191	0.05191

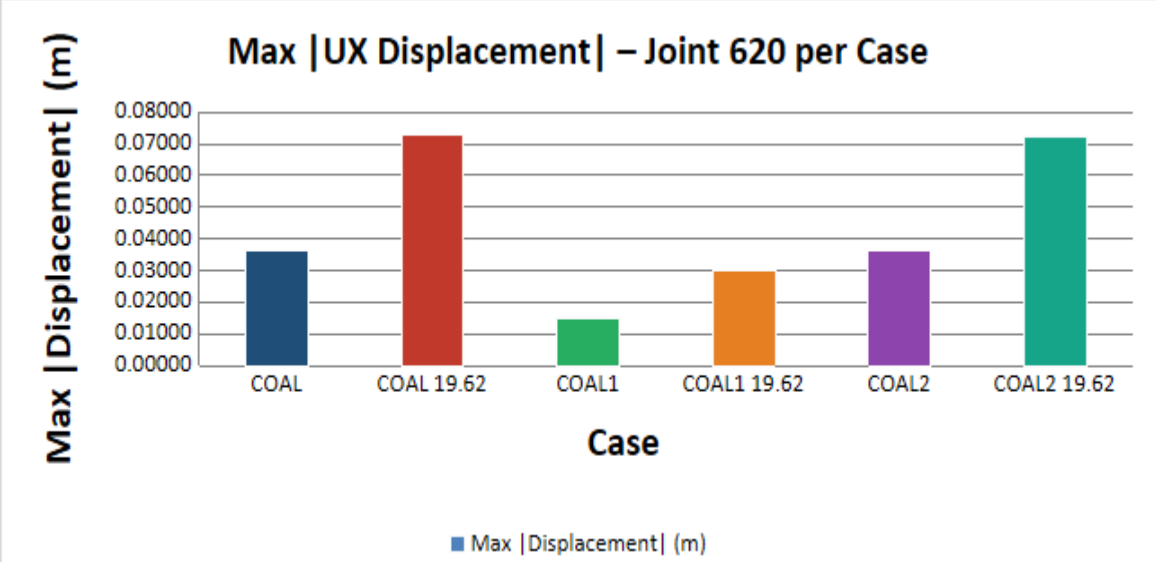
Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.31: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.2-03 Σεισμός Coalinga

Coalinga – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.33: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



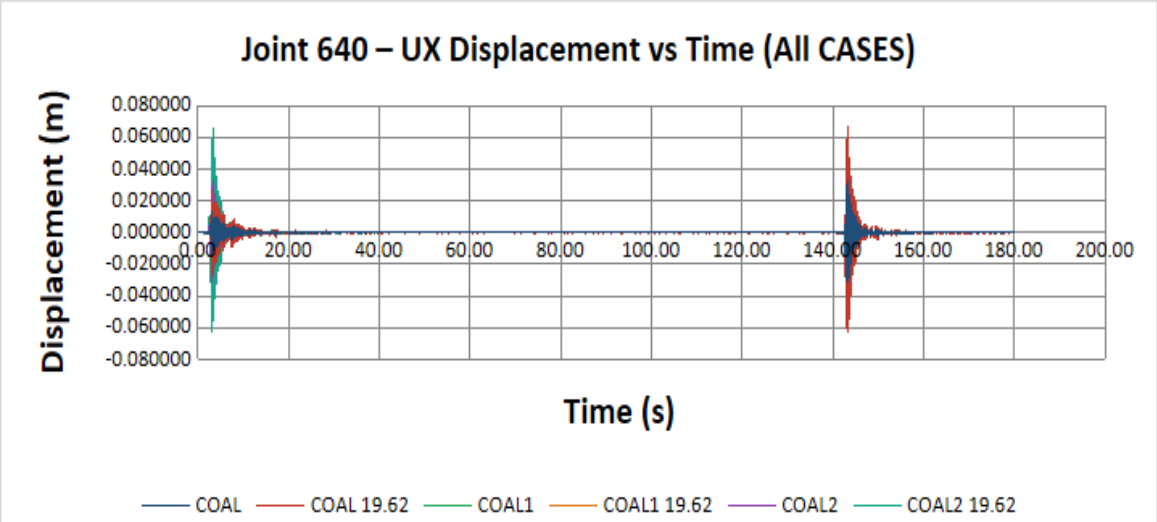
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.34: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

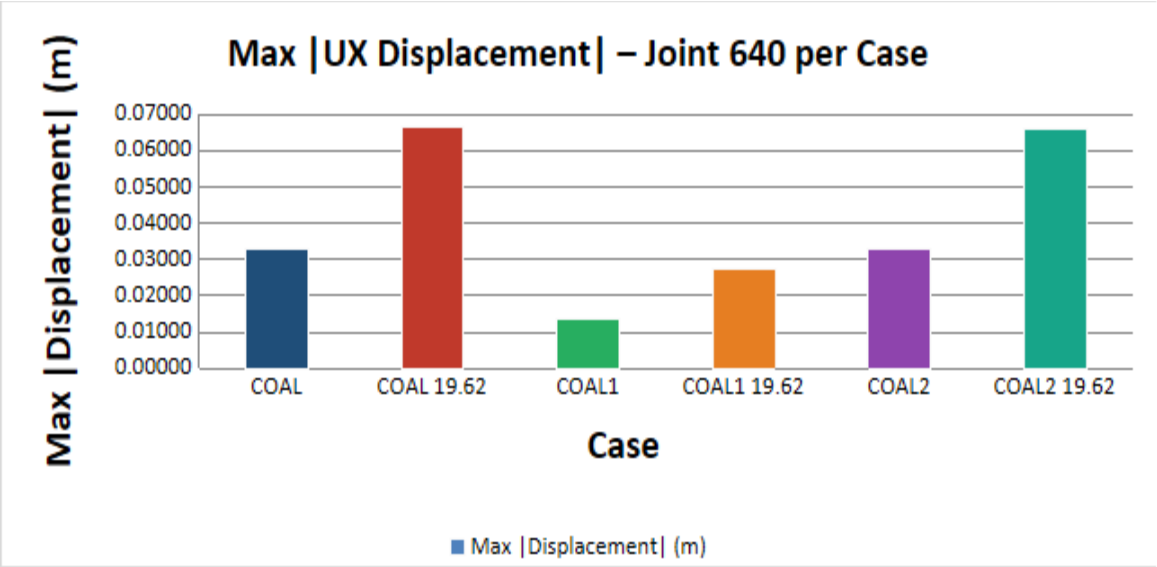
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.35	0.03638	0.03638
COAL 19.62	143.35	0.07275	0.07275
COAL1	2.97	-0.01500	0.01500
COAL1 19.62	2.97	-0.03001	0.03001
COAL2	3.36	0.03627	0.03627
COAL2 19.62	3.36	0.07254	0.07254

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.35: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Coalinga - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.36: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



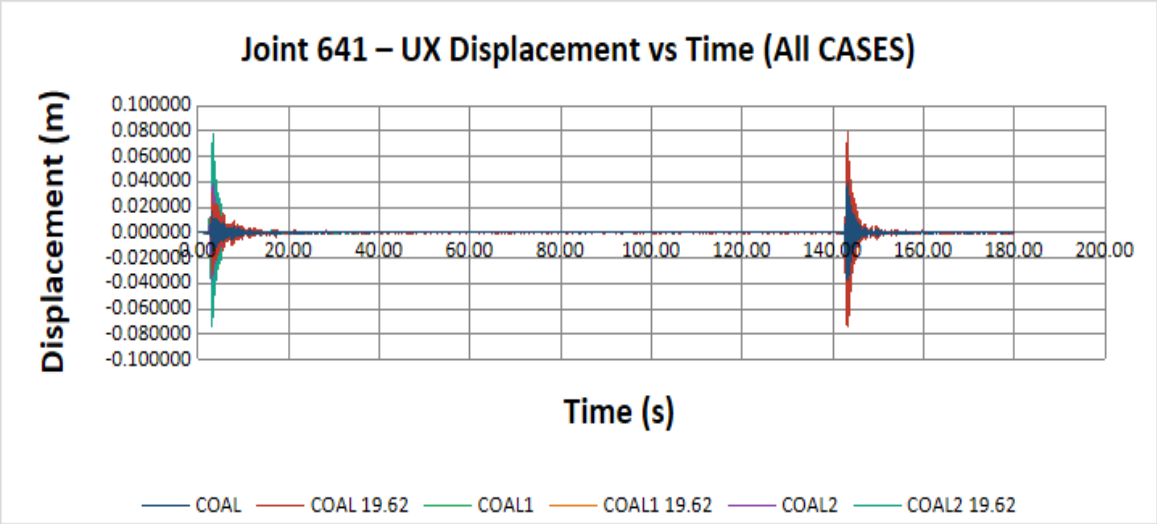
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.37: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

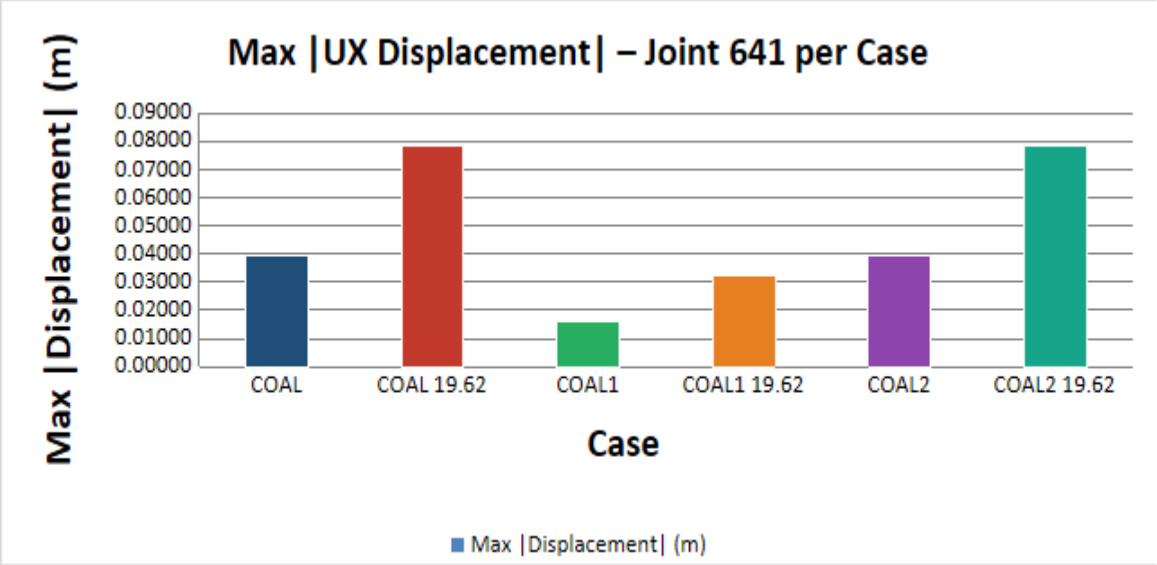
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.36	0.03316	0.03316
COAL 19.62	143.36	0.06632	0.06632
COAL1	2.97	-0.01368	0.01368
COAL1 19.62	2.97	-0.02736	0.02736
COAL2	3.36	0.03310	0.03310
COAL2 19.62	3.36	0.06620	0.06620

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.38: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Coalinga - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.39: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



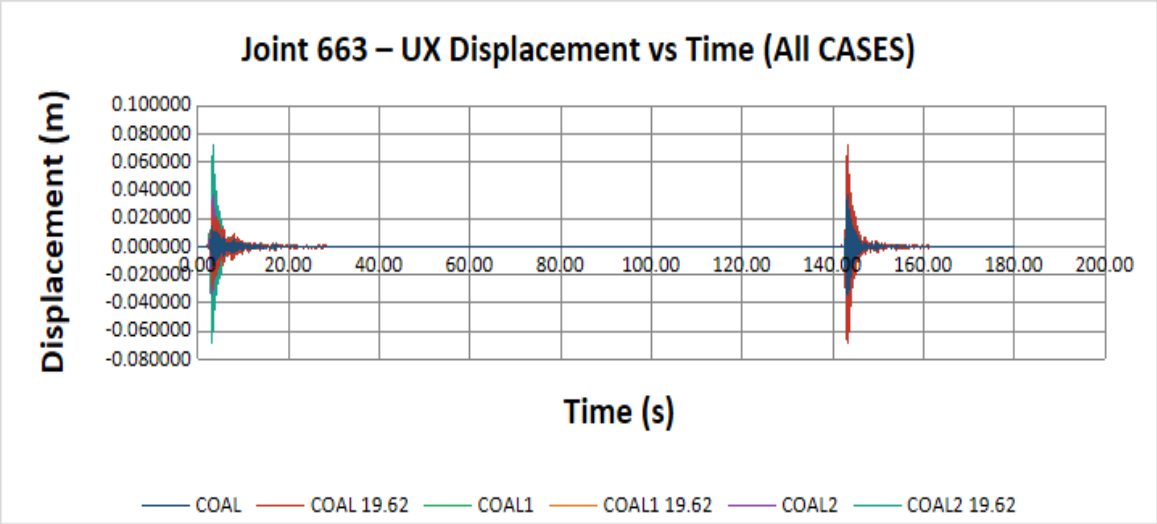
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.40: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

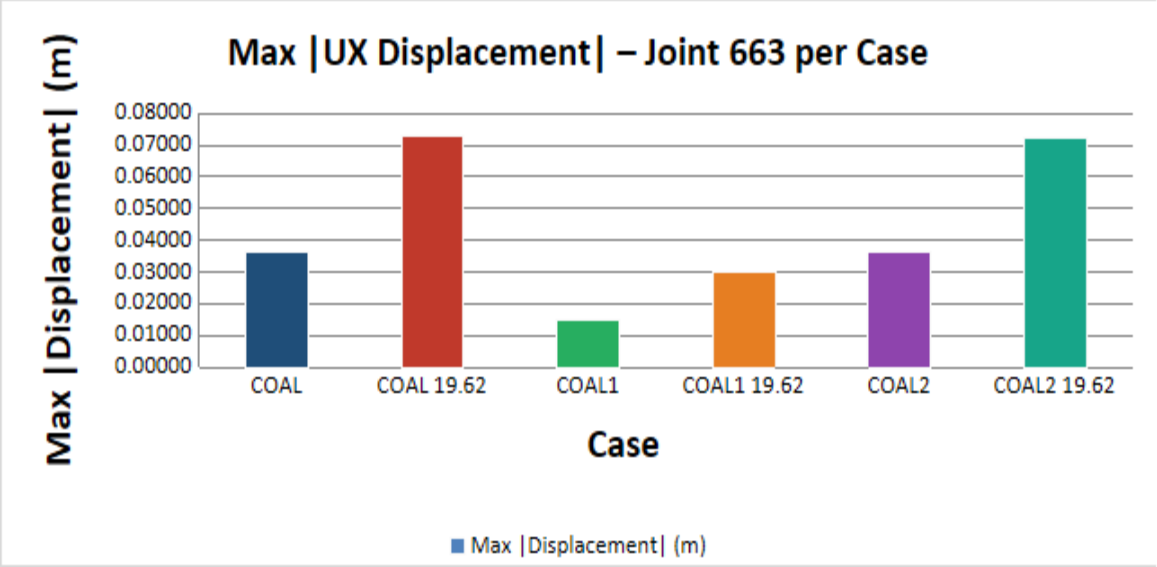
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.35	0.03938	0.03938
COAL 19.62	143.35	0.07876	0.07876
COAL1	2.97	-0.01623	0.01623
COAL1 19.62	2.97	-0.03246	0.03246
COAL2	3.36	0.03923	0.03923
COAL2 19.62	3.36	0.07846	0.07846

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.41: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Coalinga - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.45: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.46: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

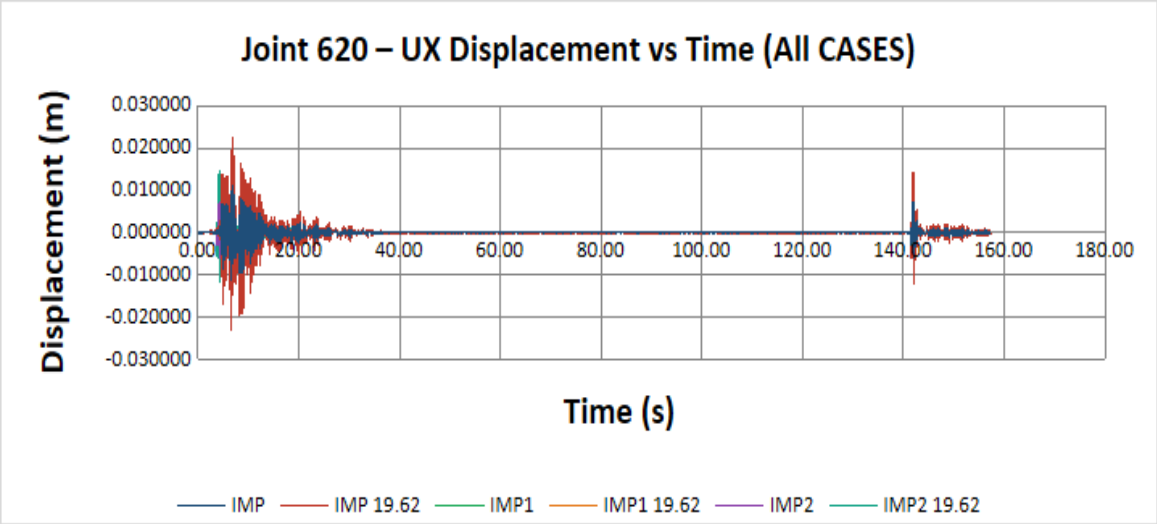
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.35	0.03638	0.03638
COAL 19.62	143.35	0.07275	0.07275
COAL1	2.97	-0.01500	0.01500
COAL1 19.62	2.97	-0.03000	0.03000
COAL2	3.36	0.03627	0.03627
COAL2 19.62	3.36	0.07254	0.07254

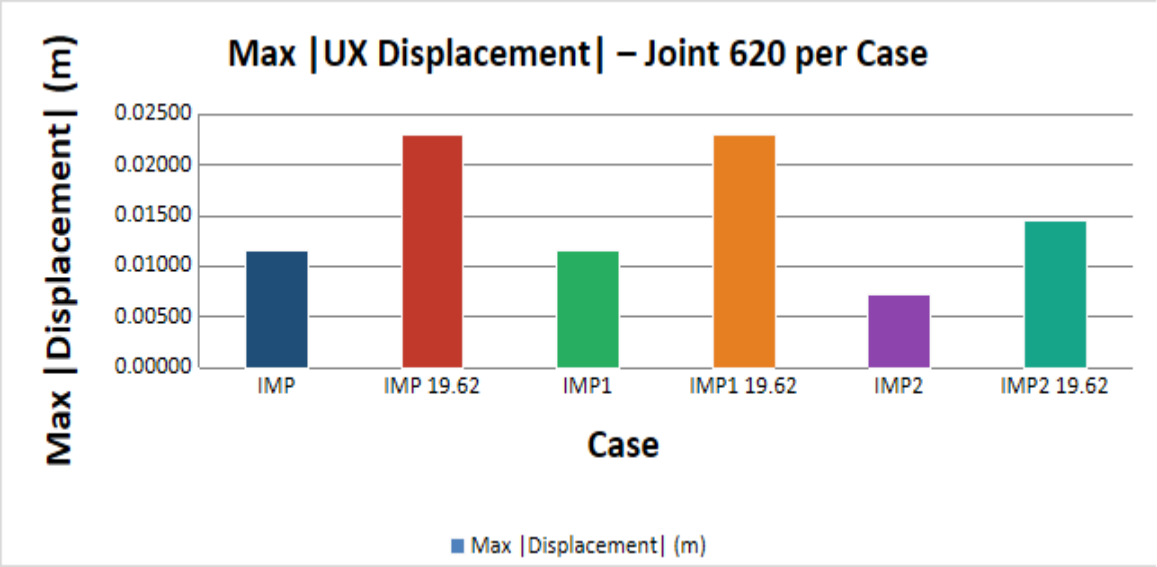
Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.47: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.2-04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.49: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



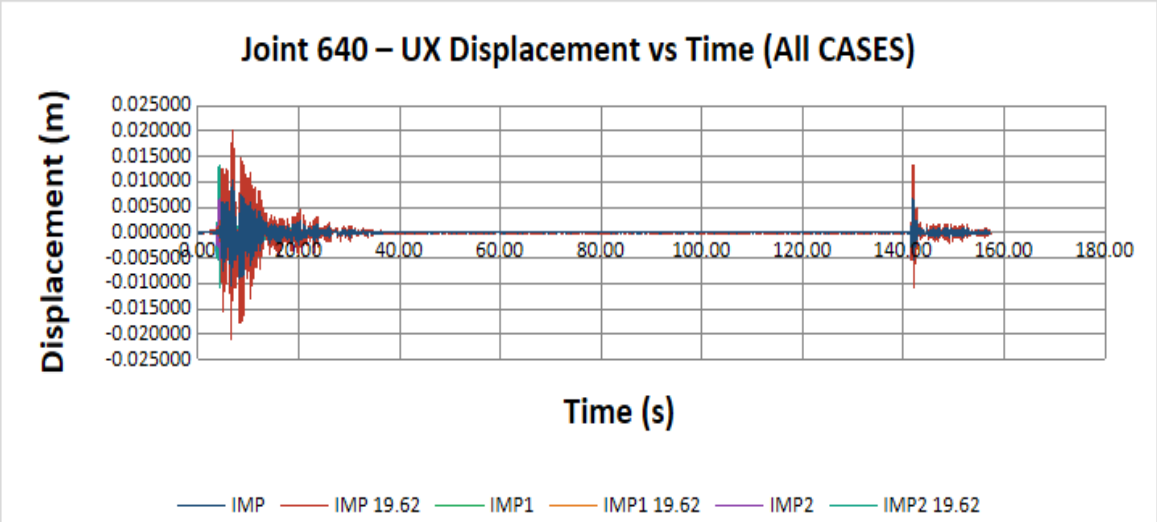
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.50: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

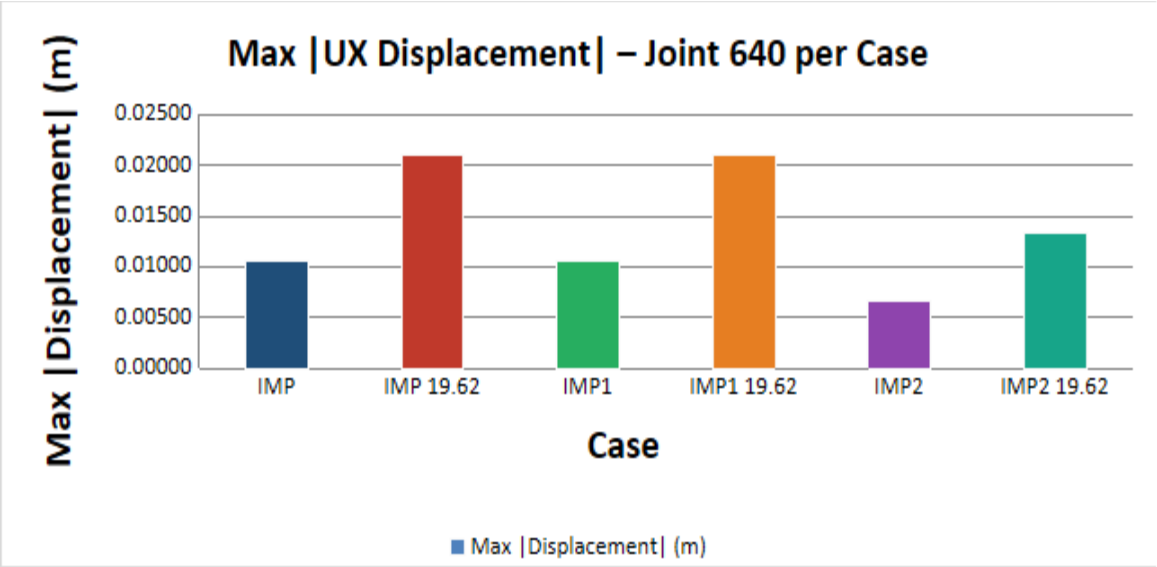
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01150	0.01150
IMP 19.62	6.71	-0.02299	0.02299
IMP1	6.71	-0.01150	0.01150
IMP1 19.62	6.71	-0.02299	0.02299
IMP2	4.23	0.00727	0.00727
IMP2 19.62	4.23	0.01453	0.01453

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.51: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Imperial Valley – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.52: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



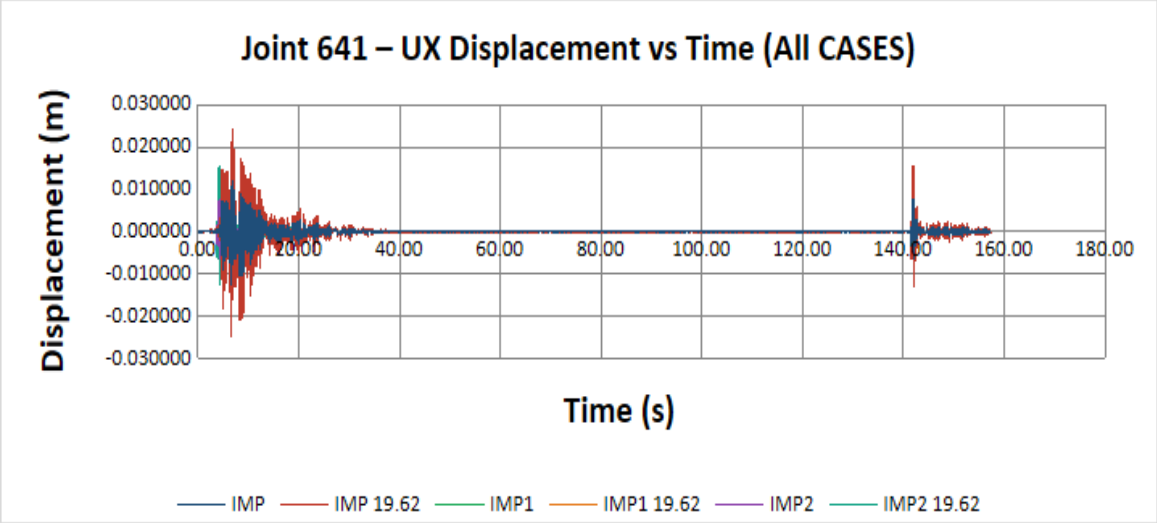
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.53: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

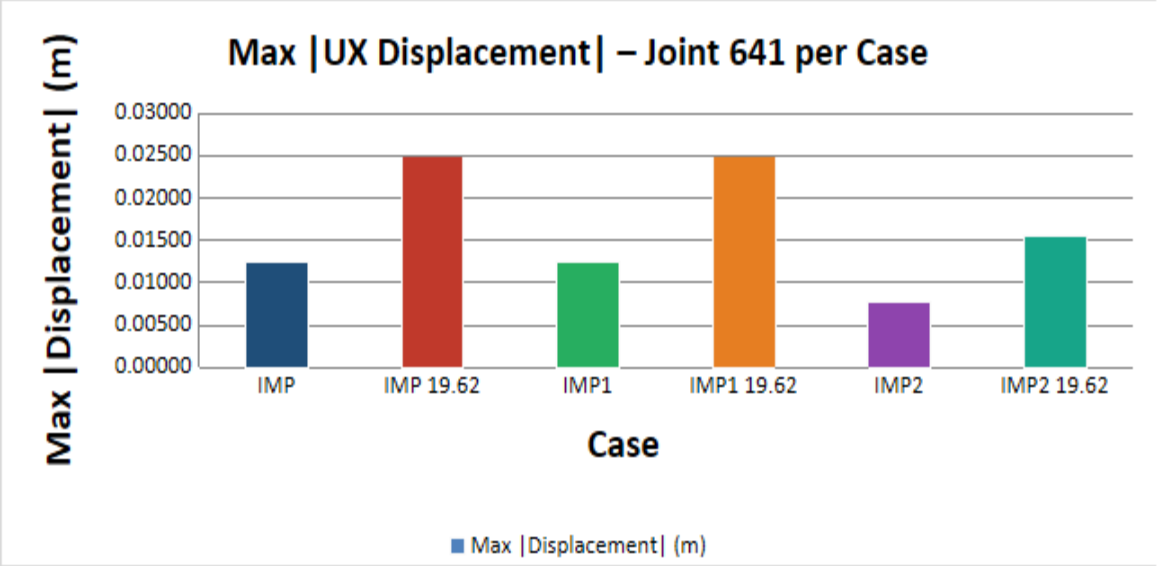
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01050	0.01050
IMP 19.62	6.71	-0.02100	0.02100
IMP1	6.71	-0.01050	0.01050
IMP1 19.62	6.71	-0.02100	0.02100
IMP2	4.23	0.00668	0.00668
IMP2 19.62	4.23	0.01336	0.01336

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.54: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.55: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



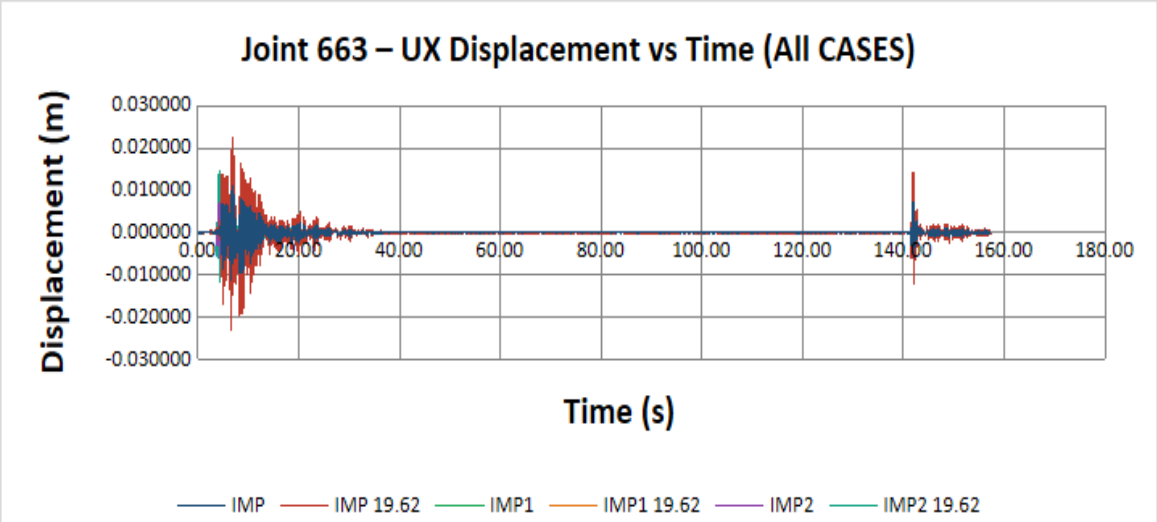
Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.56: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Max UX Displacement Summary – Joint 641

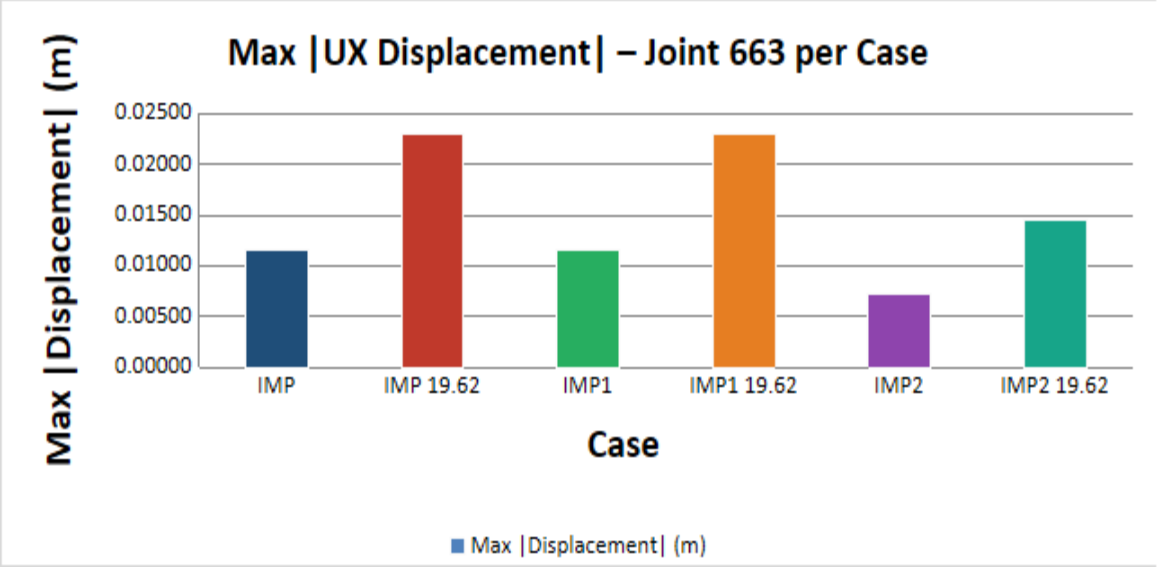
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01243	0.01243
IMP 19.62	6.71	-0.02486	0.02486
IMP1	6.71	-0.01243	0.01243
IMP1 19.62	6.71	-0.02486	0.02486
IMP2	4.23	0.00780	0.00780
IMP2 19.62	4.23	0.01560	0.01560

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.57: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.61: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.62: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

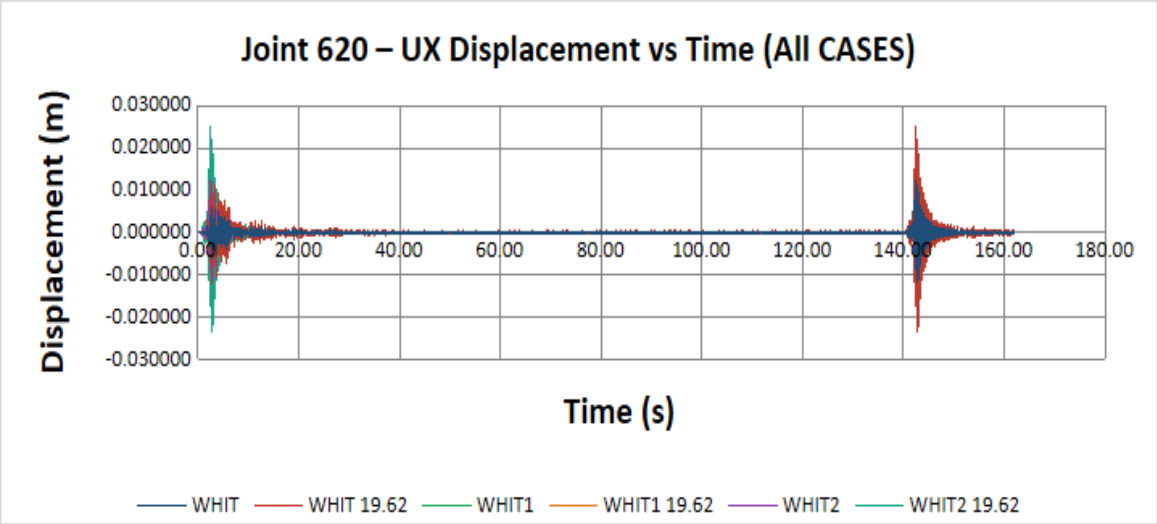
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01150	0.01150
IMP 19.62	6.71	-0.02299	0.02299
IMP1	6.71	-0.01150	0.01150
IMP1 19.62	6.71	-0.02299	0.02299
IMP2	4.23	0.00727	0.00727
IMP2 19.62	4.23	0.01453	0.01453

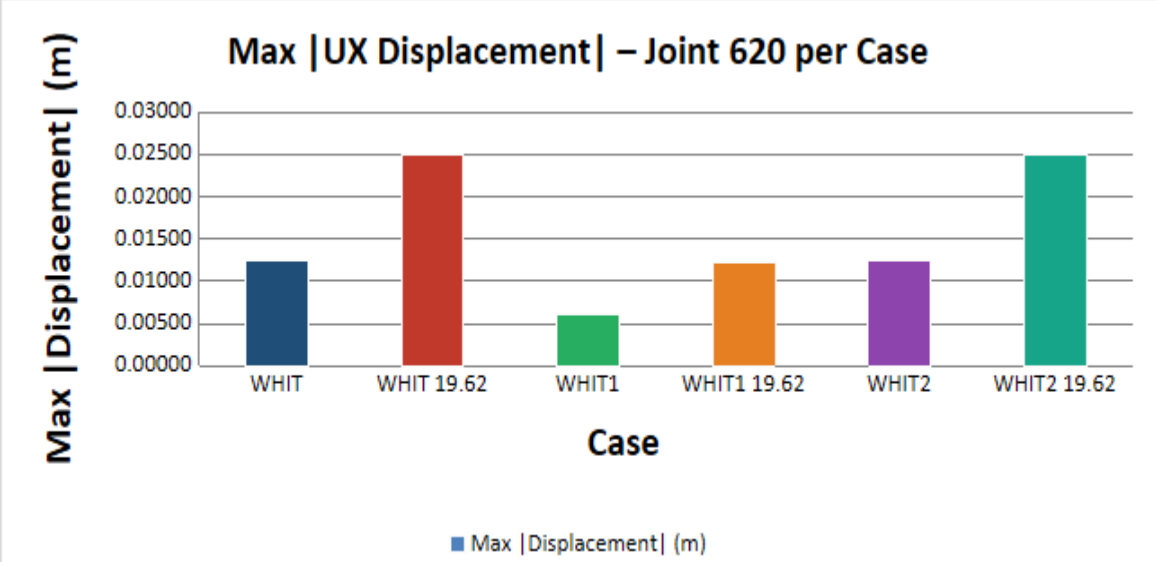
Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.63: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.2-05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.65: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



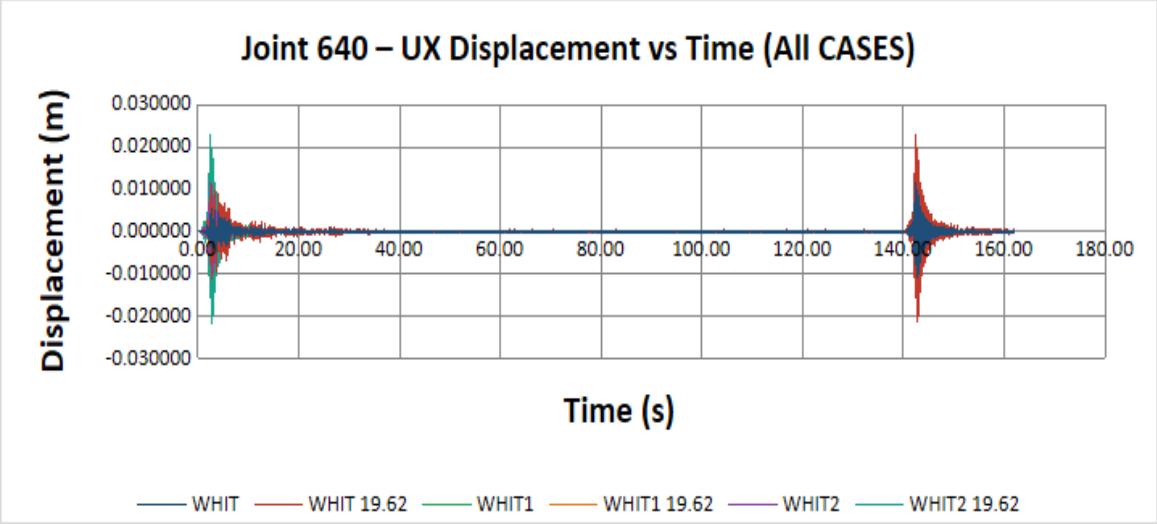
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.66: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

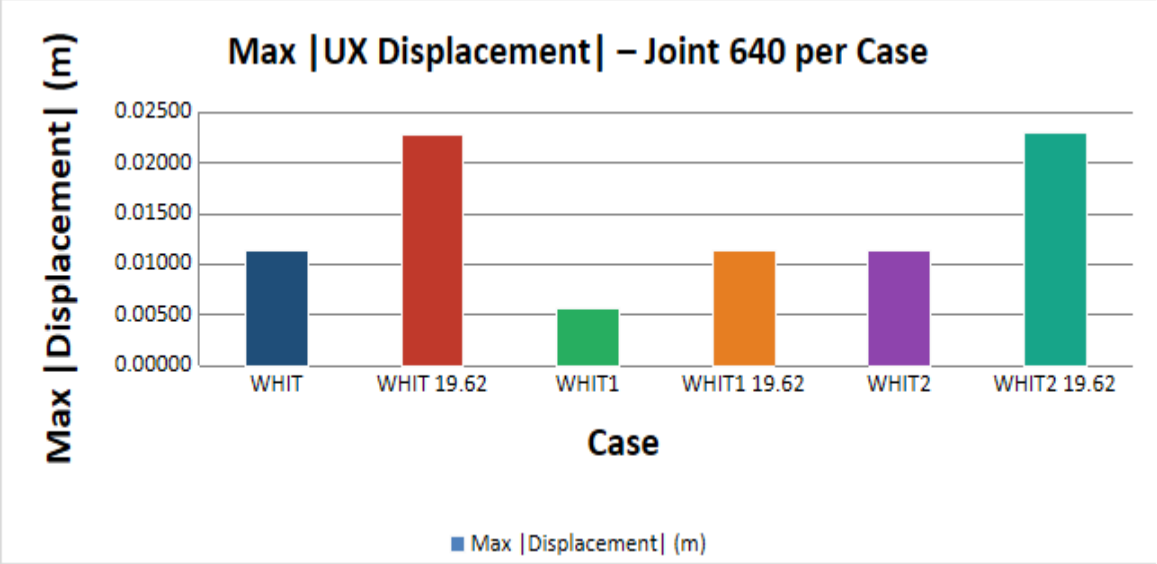
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01252	0.01252
WHIT 19.62	142.51	0.02503	0.02503
WHIT1	2.84	-0.00614	0.00614
WHIT1 19.62	2.84	-0.01228	0.01228
WHIT2	2.51	0.01253	0.01253
WHIT2 19.62	2.51	0.02507	0.02507

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.67: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Whittier Narrows – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.68: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



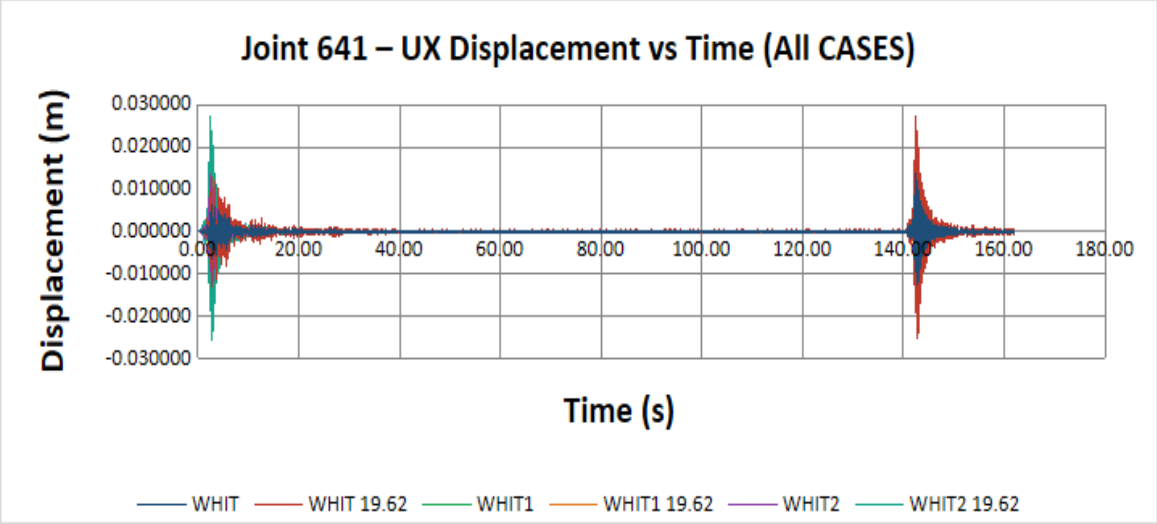
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.69: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

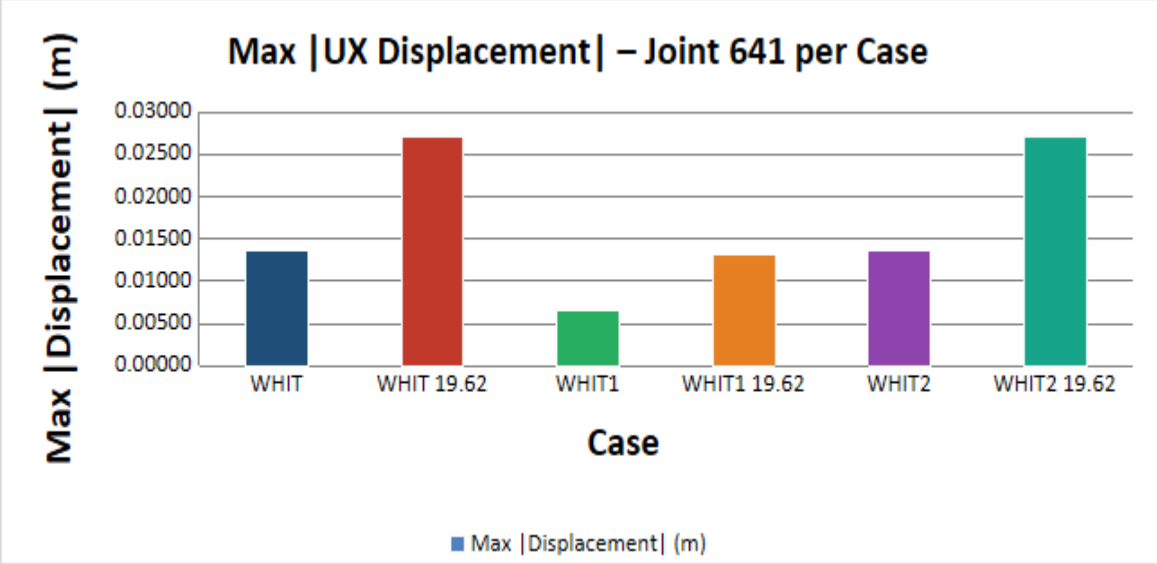
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01144	0.01144
WHIT 19.62	142.51	0.02287	0.02287
WHIT1	2.84	-0.00569	0.00569
WHIT1 19.62	2.84	-0.01137	0.01137
WHIT2	2.51	0.01145	0.01145
WHIT2 19.62	2.51	0.02290	0.02290

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.70: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Whittier Narrows – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.71: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



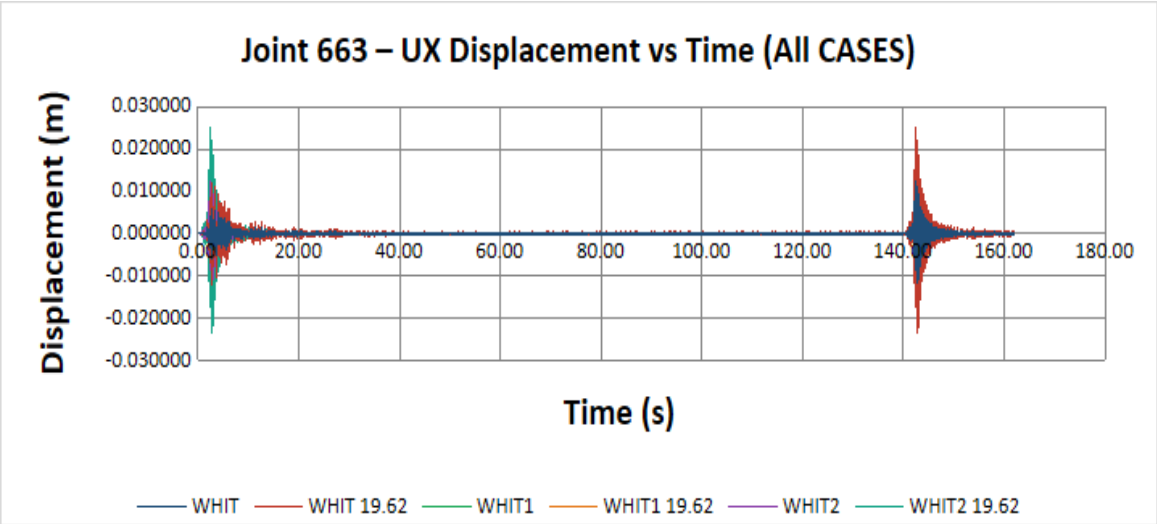
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.72: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

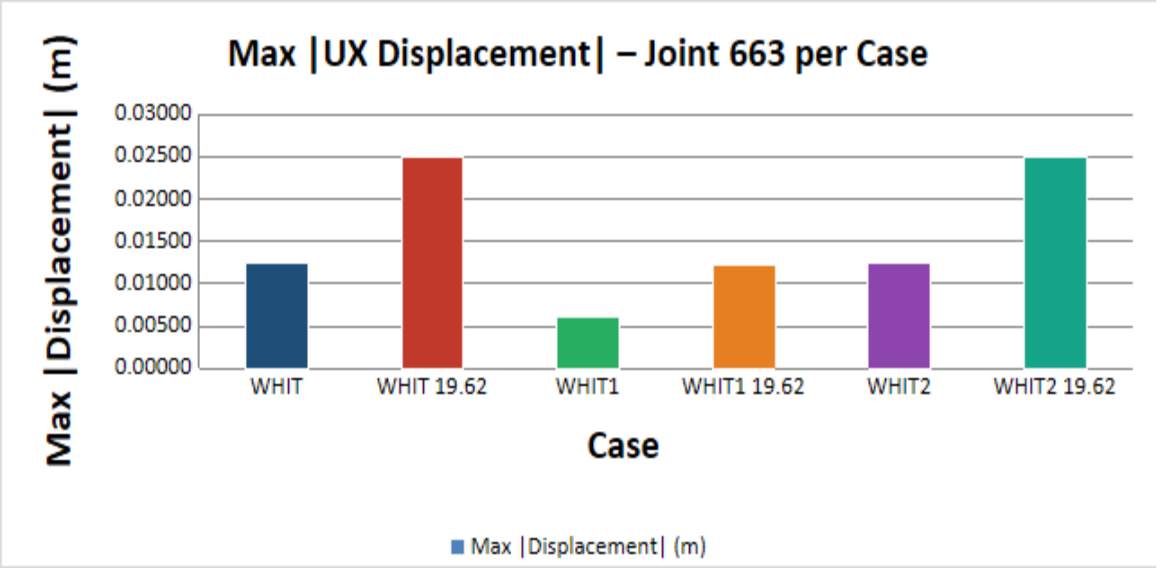
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01355	0.01355
WHIT 19.62	142.51	0.02710	0.02710
WHIT1	2.84	-0.00658	0.00658
WHIT1 19.62	2.84	-0.01315	0.01315
WHIT2	2.51	0.01355	0.01355
WHIT2 19.62	2.51	0.02711	0.02711

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.73: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Whittier Narrows – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.77: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.78: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

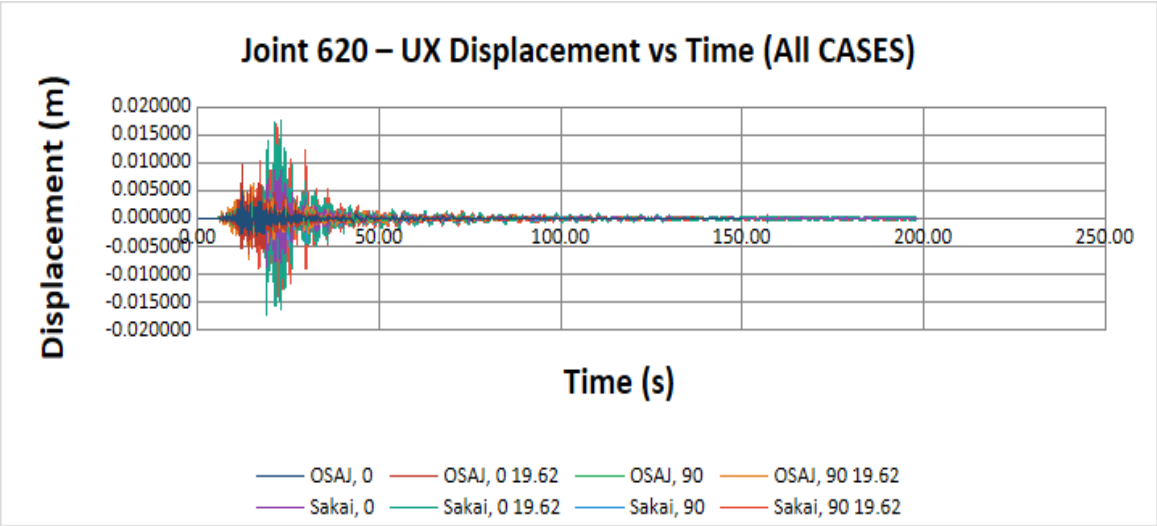
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01252	0.01252
WHIT 19.62	142.51	0.02503	0.02503
WHIT1	2.84	-0.00614	0.00614
WHIT1 19.62	2.84	-0.01228	0.01228
WHIT2	2.51	0.01253	0.01253
WHIT2 19.62	2.51	0.02507	0.02507

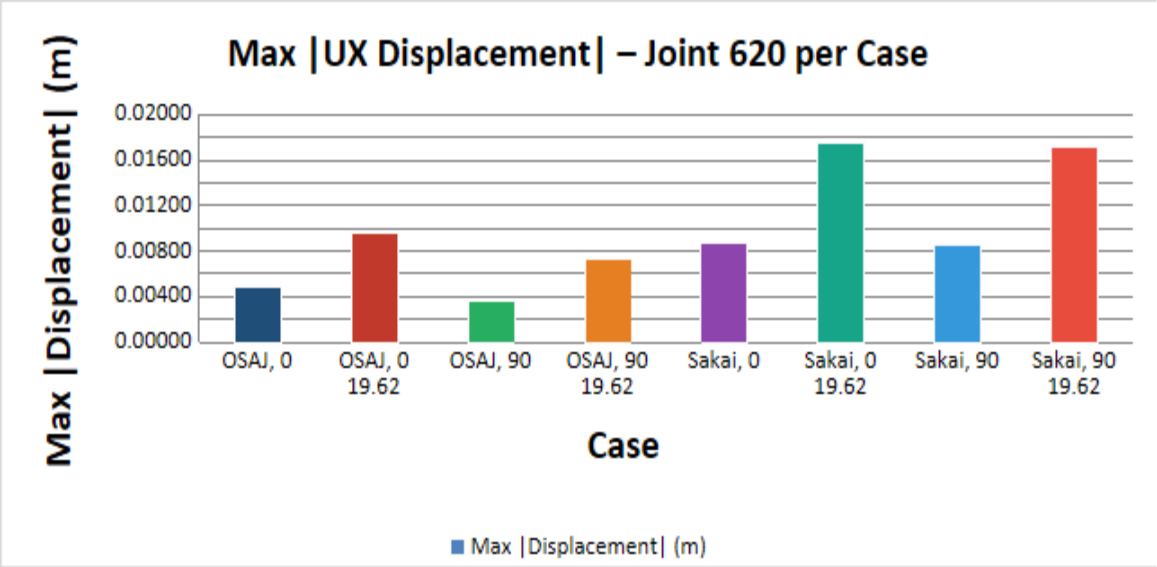
Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.79: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.2-06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.81: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



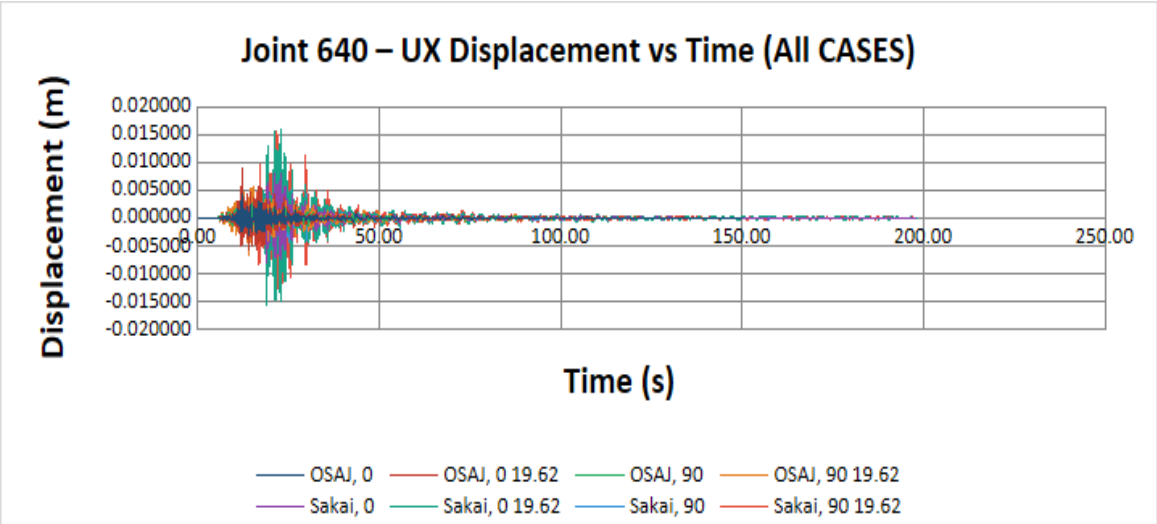
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.82: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

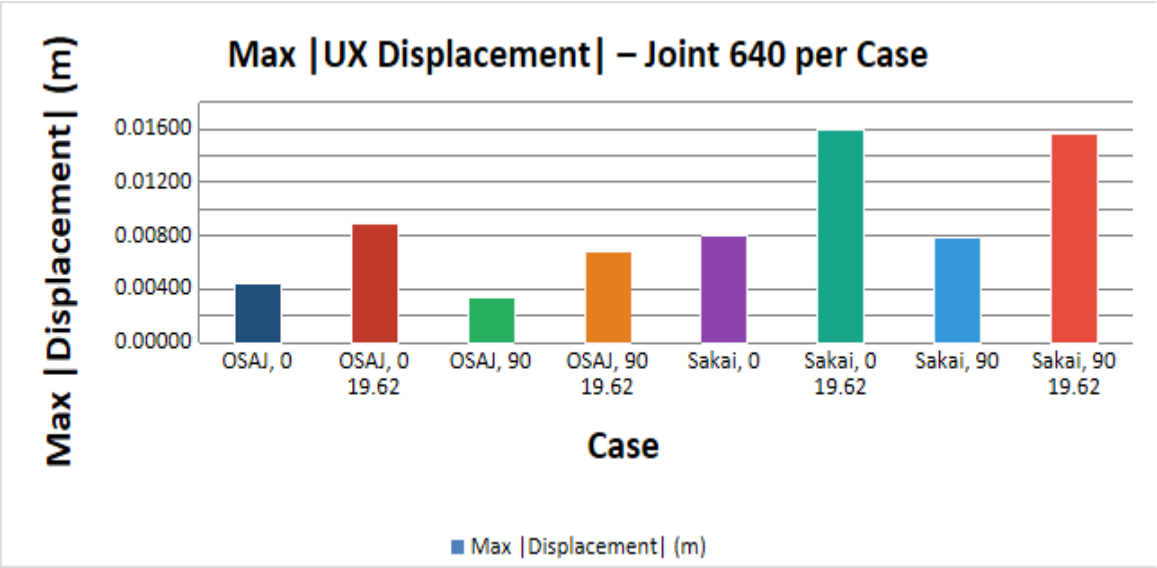
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00484	0.00484
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00967	0.00967
OSAJ, 90	14.14	-0.00367	0.00367
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00734	0.00734
Sakai, 0	22.88	0.00873	0.00873
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01746	0.01746
Sakai, 90	21.78	0.00856	0.00856
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01712	0.01712

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.83: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Kobe Japan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.84: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



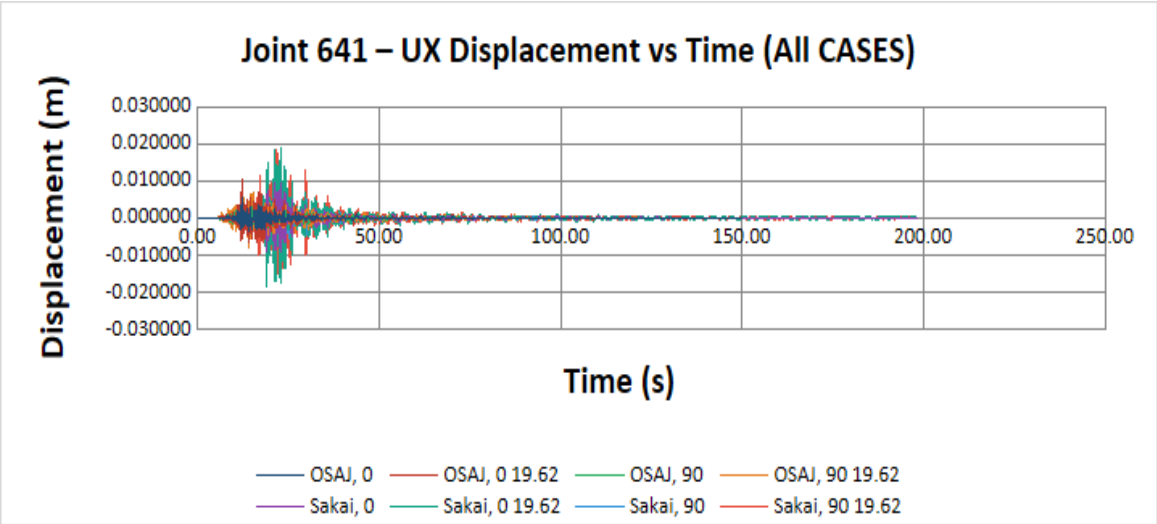
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.85: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

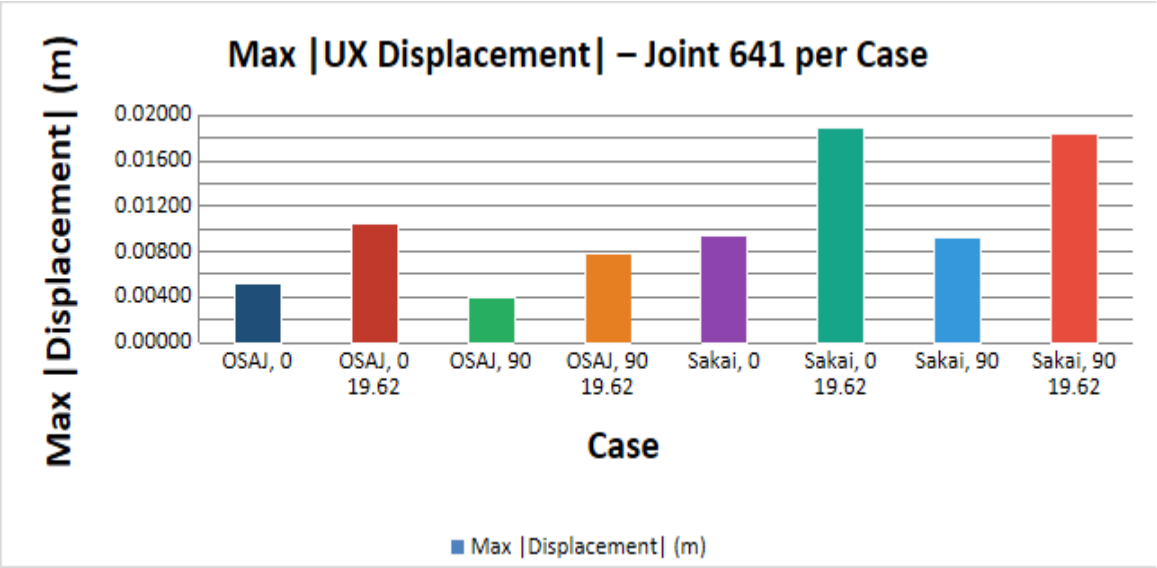
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00444	0.00444
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00888	0.00888
OSAJ, 90	14.14	-0.00338	0.00338
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00675	0.00675
Sakai, 0	22.88	0.00797	0.00797
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01595	0.01595
Sakai, 90	21.78	0.00784	0.00784
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01569	0.01569

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.86: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Kobe Japan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.87: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



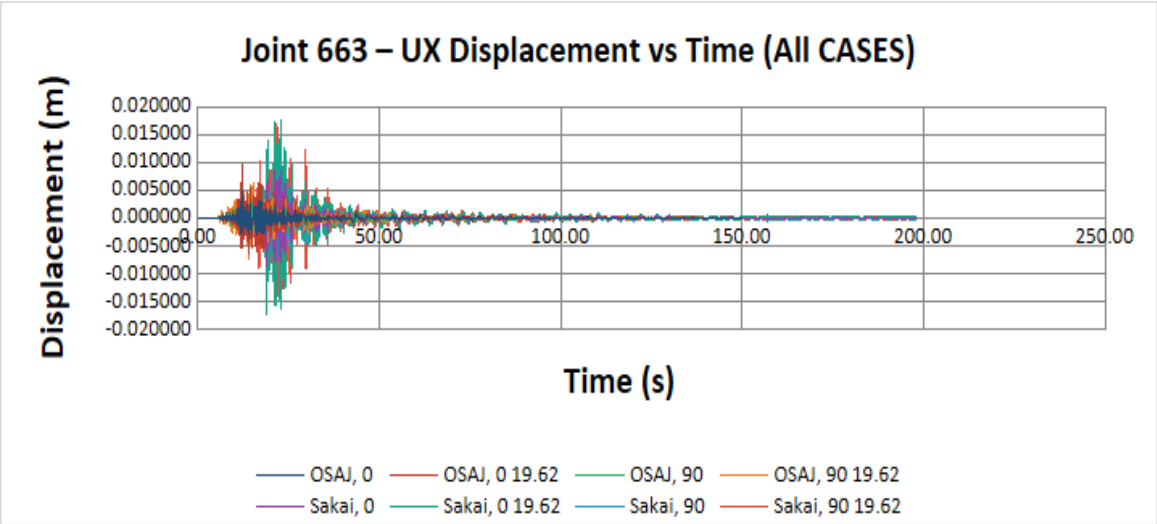
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.88: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

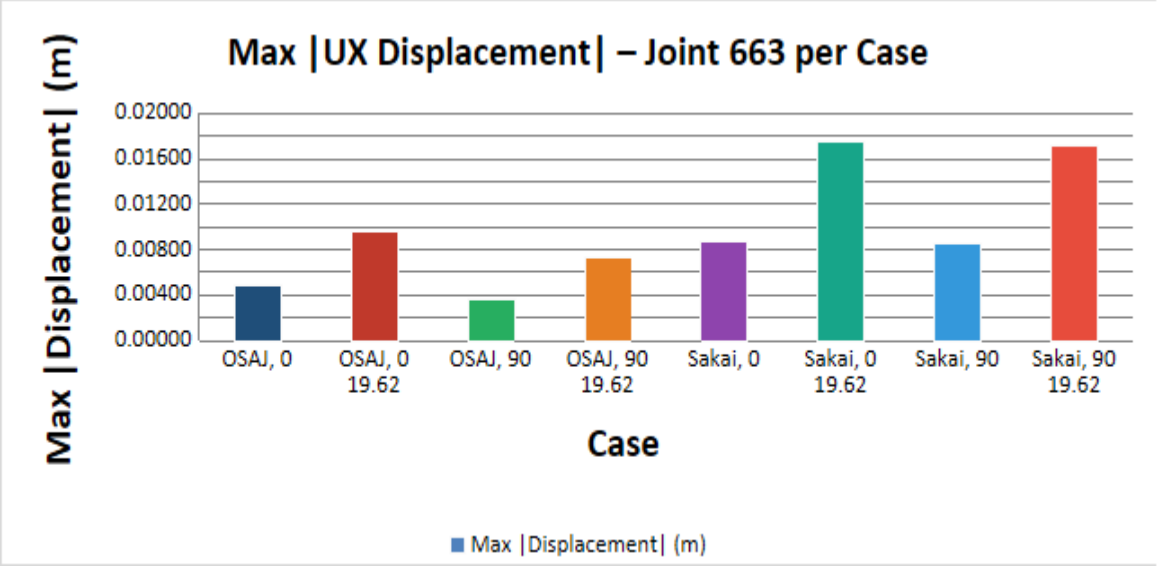
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00521	0.00521
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.01041	0.01041
OSAJ, 90	14.14	-0.00395	0.00395
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00790	0.00790
Sakai, 0	22.88	0.00943	0.00943
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01886	0.01886
Sakai, 90	21.78	0.00921	0.00921
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01843	0.01843

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.89: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Kobe Japan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.93: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.94: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

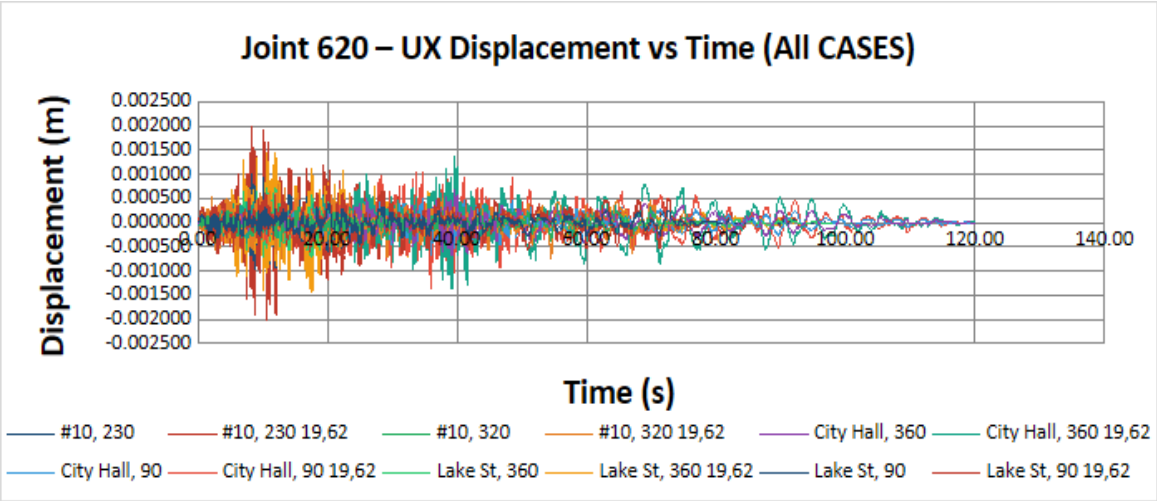
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00484	0.00484
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00967	0.00967
OSAJ, 90	14.14	-0.00367	0.00367
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00734	0.00734
Sakai, 0	22.88	0.00873	0.00873
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01746	0.01746
Sakai, 90	21.78	0.00856	0.00856
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01712	0.01712

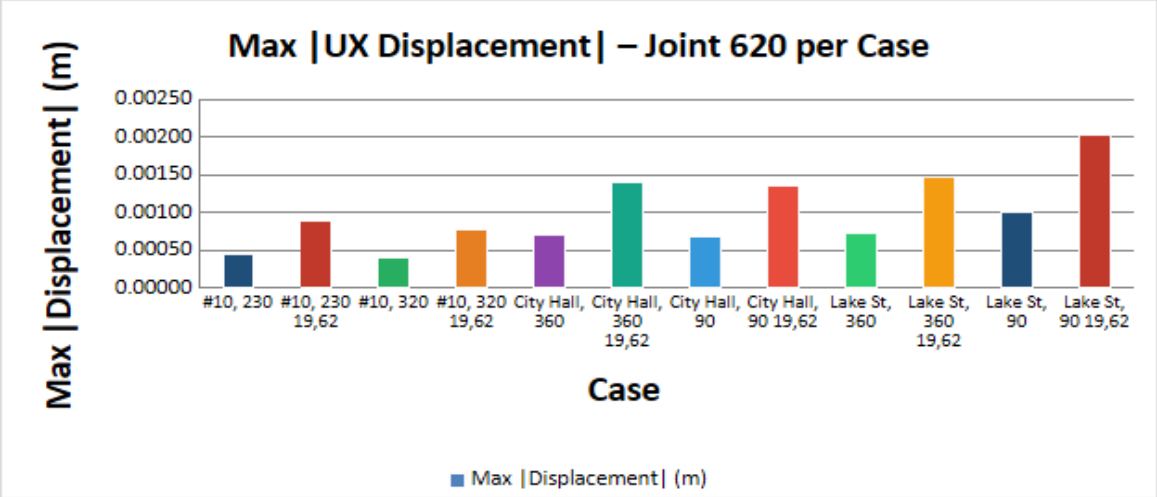
Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.95: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.2-07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.97: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



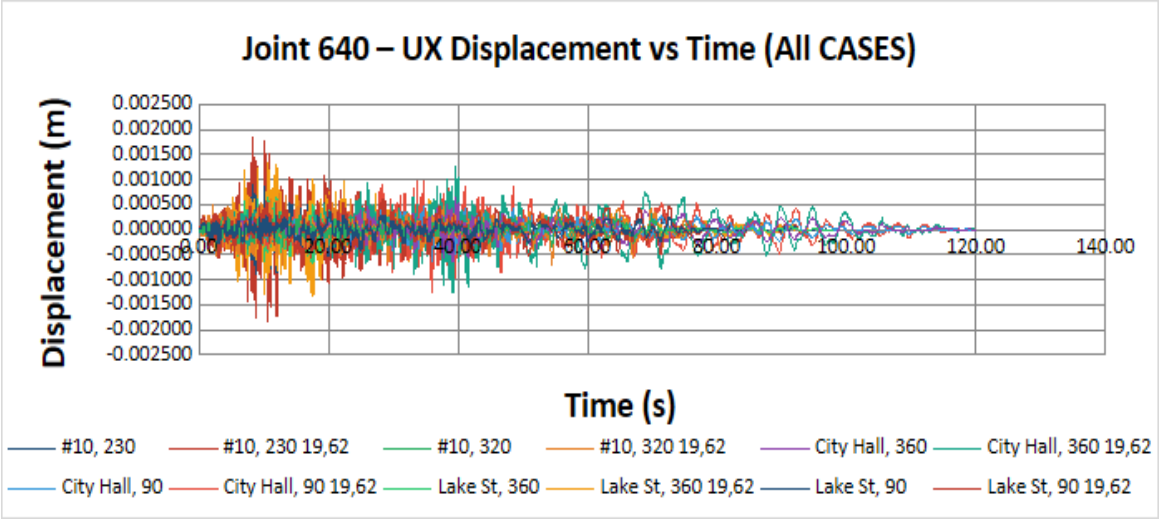
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.98: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

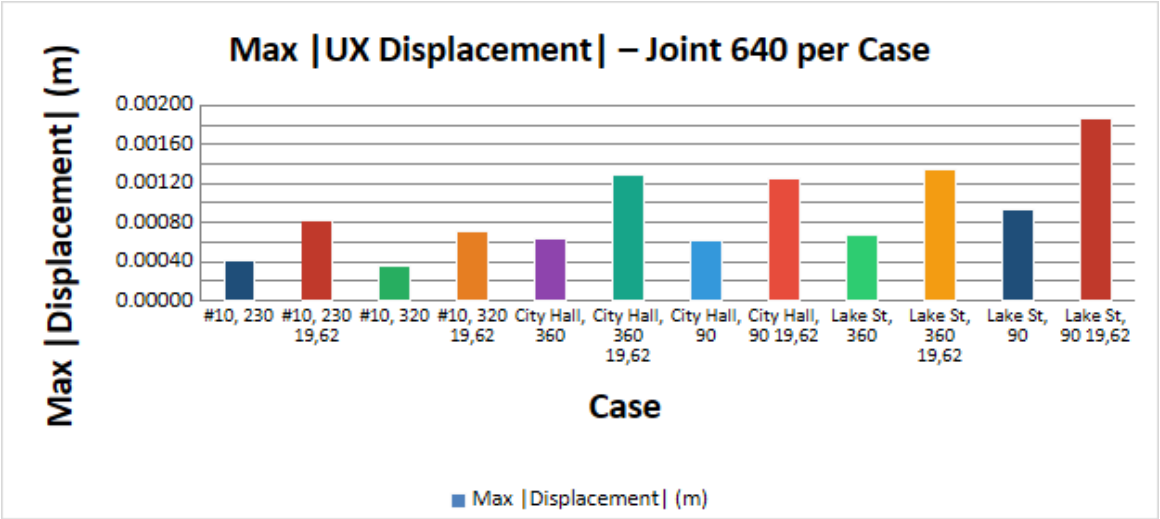
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00089	0.00089
#10, 320	12.41	0.00039	0.00039
#10, 320 19,62	12.41	0.00078	0.00078
City Hall, 360	39.22	-0.00070	0.00070
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00140	0.00140
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00135	0.00135
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00101	0.00101
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00202	0.00202

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.99: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Hector Mine - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.100: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



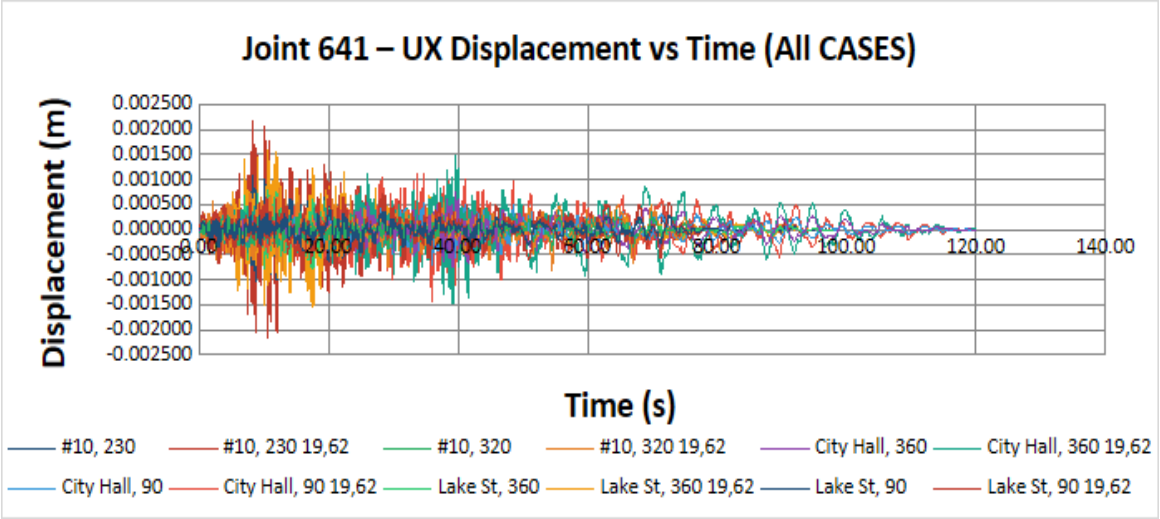
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.101: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

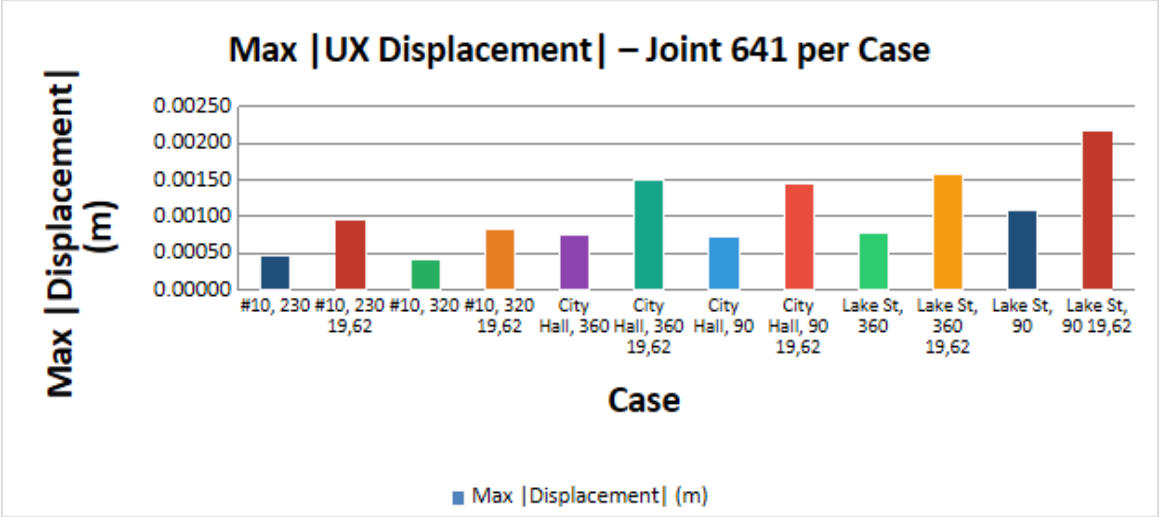
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00041	0.00041
#10, 230 19,62	25.10	-0.00082	0.00082
#10, 320	12.41	0.00036	0.00036
#10, 320 19,62	12.41	0.00072	0.00072
City Hall, 360	39.68	0.00064	0.00064
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00128	0.00128
City Hall, 90	35.94	-0.00062	0.00062
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00125	0.00125
Lake St, 360	10.55	0.00067	0.00067
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00134	0.00134
Lake St, 90	10.69	-0.00093	0.00093
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00186	0.00186

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.102: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Hector Mine - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.103: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



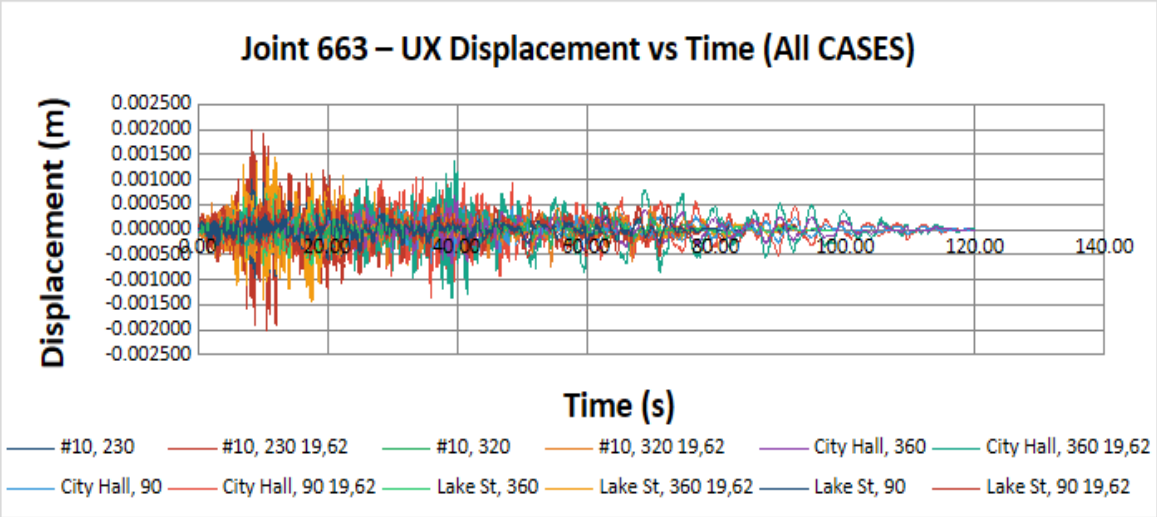
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.104: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

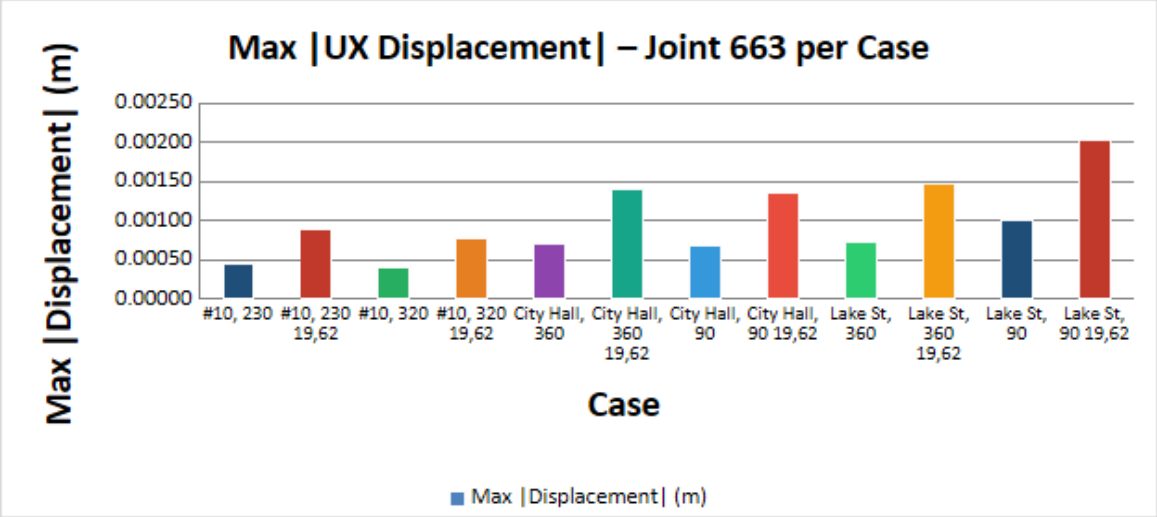
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00048	0.00048
#10, 230 19,62	25.10	-0.00095	0.00095
#10, 320	12.41	0.00042	0.00042
#10, 320 19,62	12.41	0.00084	0.00084
City Hall, 360	39.22	-0.00075	0.00075
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00151	0.00151
City Hall, 90	35.94	-0.00073	0.00073
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00145	0.00145
Lake St, 360	10.56	0.00079	0.00079
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00157	0.00157
Lake St, 90	8.35	0.00108	0.00108
Lake St, 90 19,62	8.35	0.00217	0.00217

Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.105: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Hector Mine - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.109: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 2.110: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

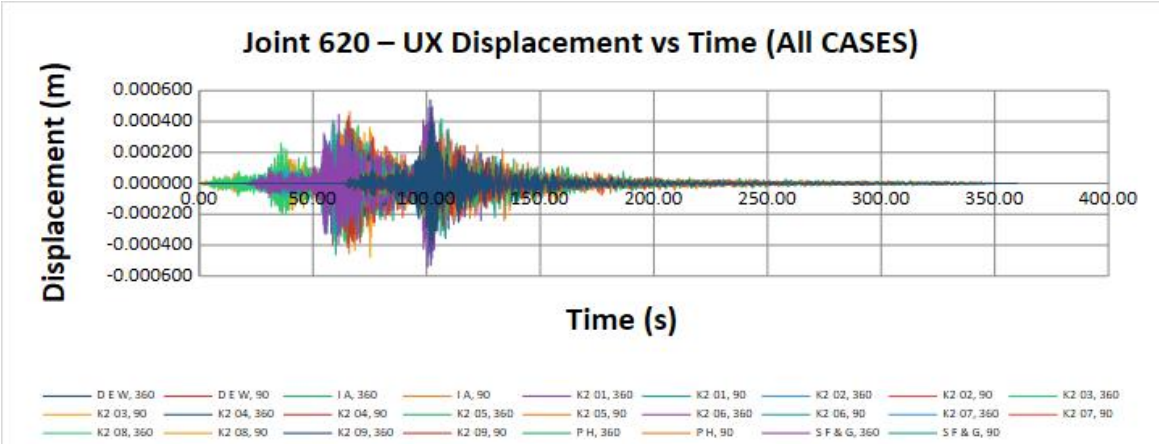
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00089	0.00089
#10, 320	12.41	0.00039	0.00039
#10, 320 19,62	12.41	0.00078	0.00078
City Hall, 360	39.22	-0.00070	0.00070
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00140	0.00140
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00135	0.00135
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00101	0.00101
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00202	0.00202

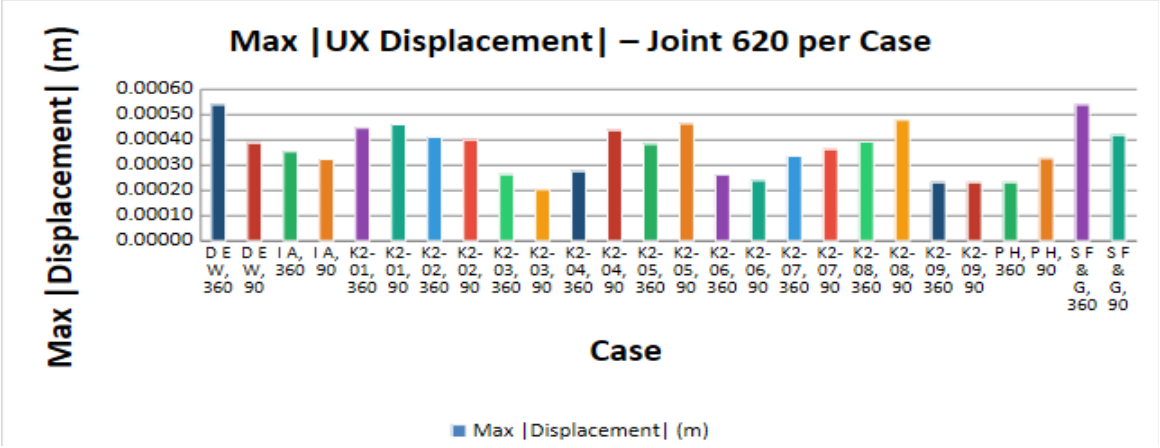
Συγκεντρωτικός Πίνακας 2.111: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.2-08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.161: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



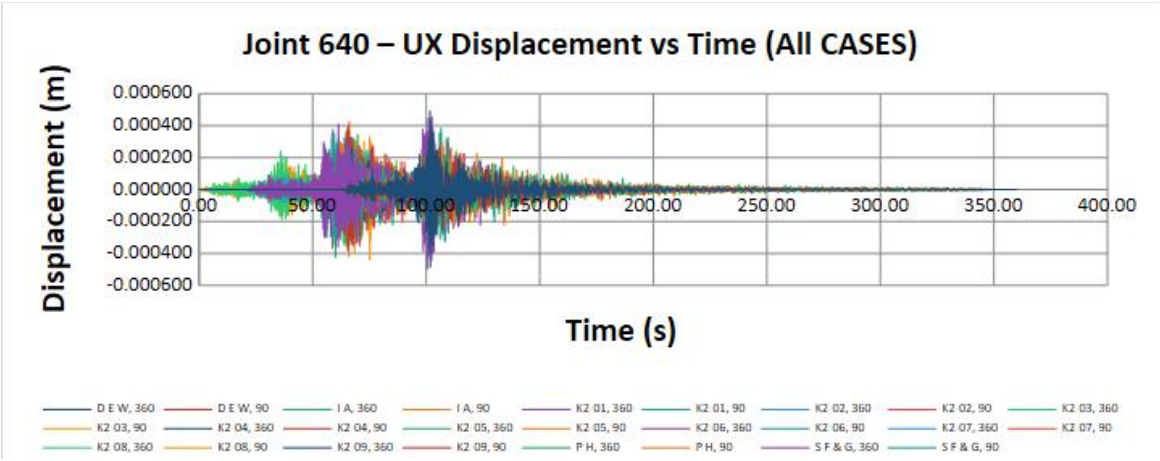
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.162: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

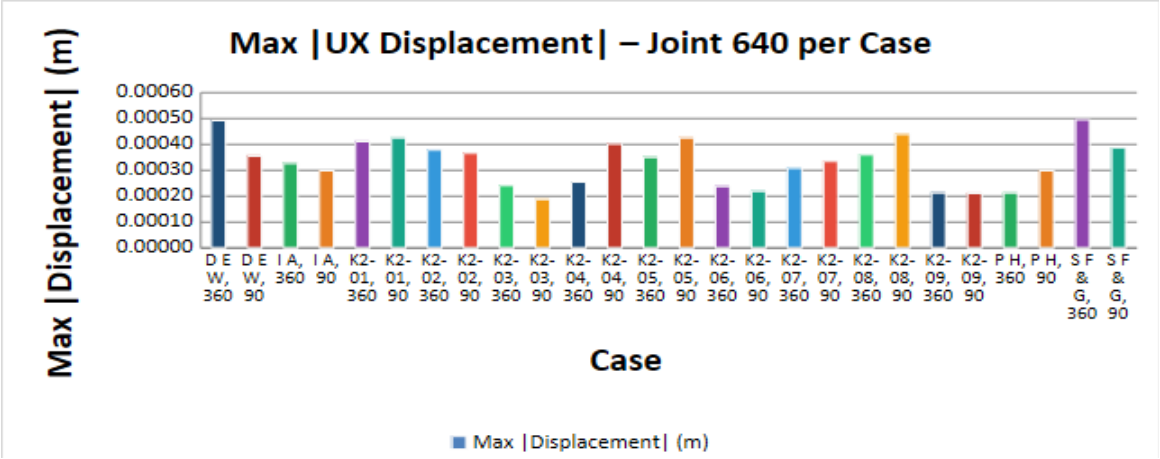
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00054	0.00054
D E W, 90	102.54	0.00039	0.00039
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
I A, 90	107.13	0.00032	0.00032
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00041	0.00041
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00020	0.00020
K2-04, 360	67.14	0.00027	0.00027
K2-04, 90	65.62	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00046	0.00046
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	64.80	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023
P H, 360	98.61	0.00023	0.00023
P H, 90	102.41	-0.00033	0.00033
S F & G, 360	100.41	-0.00054	0.00054
S F & G, 90	106.57	0.00042	0.00042

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.163: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.164: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



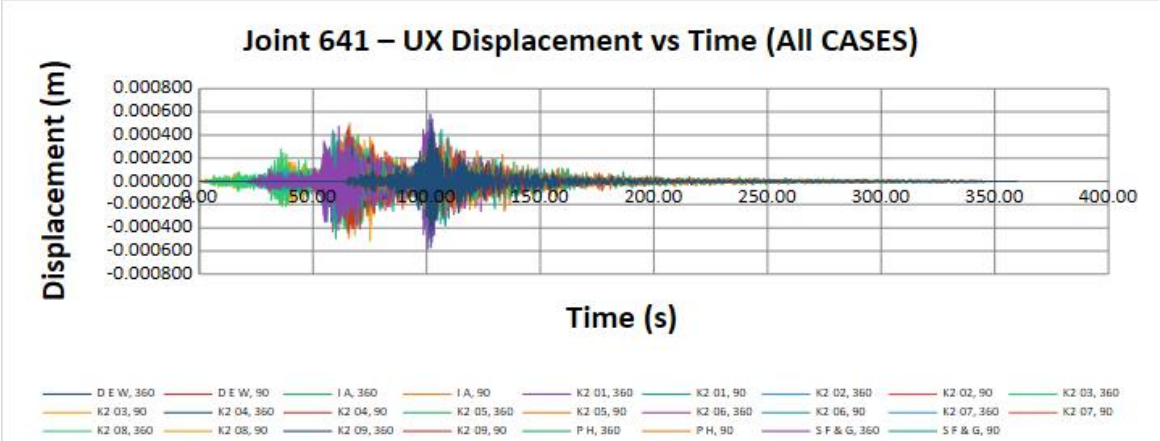
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.165: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

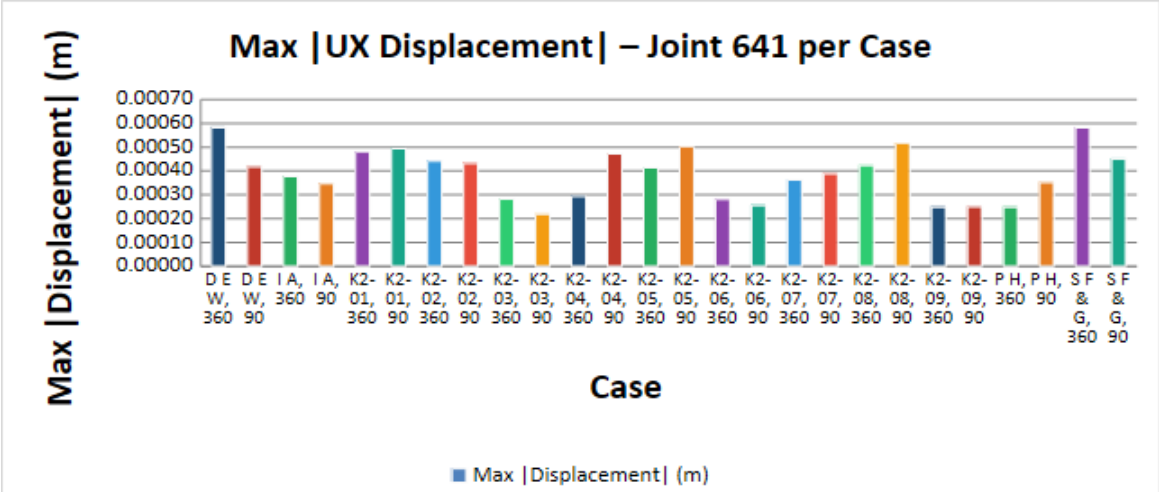
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00049	0.00049
D E W, 90	102.54	0.00036	0.00036
I A, 360	109.58	0.00033	0.00033
I A, 90	107.13	0.00030	0.00030
K2-01, 360	61.38	0.00041	0.00041
K2-01, 90	60.04	-0.00042	0.00042
K2-02, 360	58.90	0.00038	0.00038
K2-02, 90	58.70	-0.00037	0.00037
K2-03, 360	35.88	0.00024	0.00024
K2-03, 90	38.19	0.00019	0.00019
K2-04, 360	67.14	0.00025	0.00025
K2-04, 90	65.62	0.00040	0.00040
K2-05, 360	64.72	-0.00035	0.00035
K2-05, 90	66.14	0.00042	0.00042
K2-06, 360	60.72	-0.00024	0.00024
K2-06, 90	67.78	-0.00022	0.00022
K2-07, 360	66.30	0.00031	0.00031
K2-07, 90	69.24	-0.00033	0.00033
K2-08, 360	64.80	0.00036	0.00036
K2-08, 90	75.19	-0.00044	0.00044
K2-09, 360	60.31	-0.00021	0.00021
K2-09, 90	63.78	-0.00021	0.00021
P H, 360	98.61	0.00021	0.00021
P H, 90	102.41	-0.00030	0.00030
S F & G, 360	100.41	-0.00049	0.00049
S F & G, 90	106.57	0.00039	0.00039

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.166: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.167: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



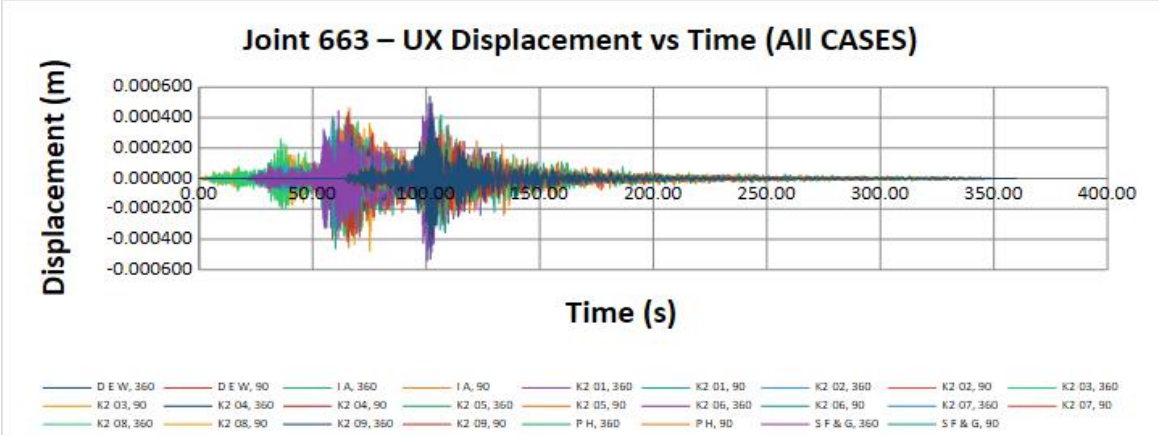
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.168: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

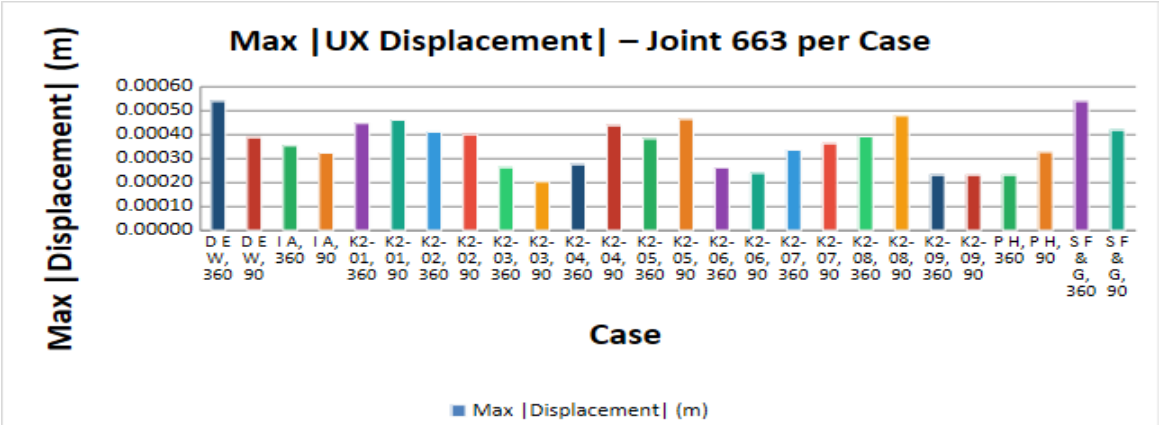
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00058	0.00058
D E W, 90	102.54	0.00042	0.00042
I A, 360	109.58	0.00038	0.00038
I A, 90	107.13	0.00035	0.00035
K2-01, 360	61.38	0.00048	0.00048
K2-01, 90	60.04	-0.00049	0.00049
K2-02, 360	58.90	0.00044	0.00044
K2-02, 90	58.70	-0.00043	0.00043
K2-03, 360	35.88	0.00028	0.00028
K2-03, 90	38.19	0.00022	0.00022
K2-04, 360	67.14	0.00029	0.00029
K2-04, 90	65.62	0.00047	0.00047
K2-05, 360	64.72	-0.00041	0.00041
K2-05, 90	66.14	0.00050	0.00050
K2-06, 360	60.72	-0.00028	0.00028
K2-06, 90	67.78	-0.00026	0.00026
K2-07, 360	66.30	0.00036	0.00036
K2-07, 90	69.24	-0.00039	0.00039
K2-08, 360	64.80	0.00042	0.00042
K2-08, 90	75.19	-0.00051	0.00051
K2-09, 360	60.31	-0.00025	0.00025
K2-09, 90	63.78	-0.00025	0.00025
P H, 360	98.61	0.00025	0.00025
P H, 90	102.41	-0.00035	0.00035
S F & G, 360	100.41	-0.00058	0.00058
S F & G, 90	106.57	0.00045	0.00045

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.169: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.173: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.174: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

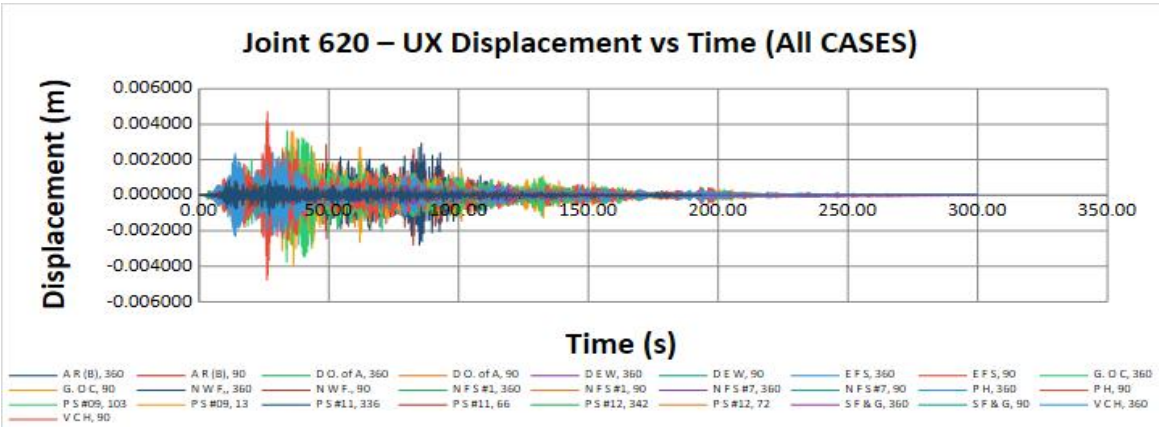
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00054	0.00054
D E W, 90	102.54	0.00039	0.00039
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
I A, 90	107.13	0.00032	0.00032
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00041	0.00041
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00020	0.00020
K2-04, 360	67.14	0.00027	0.00027
K2-04, 90	65.62	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00046	0.00046
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	64.80	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023
P H, 360	98.61	0.00023	0.00023
P H, 90	102.41	-0.00033	0.00033
S F & G, 360	100.41	-0.00054	0.00054
S F & G, 90	106.57	0.00042	0.00042

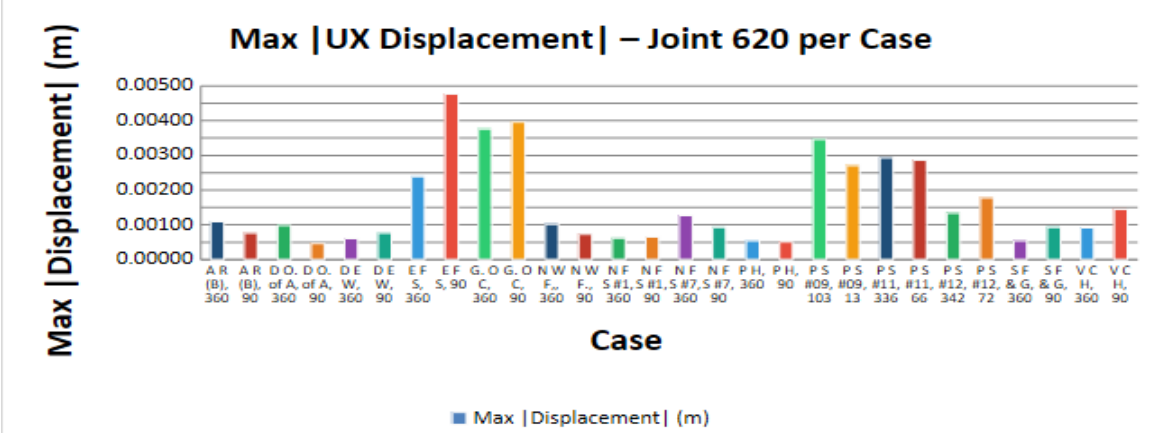
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.175: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.2-09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.177: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



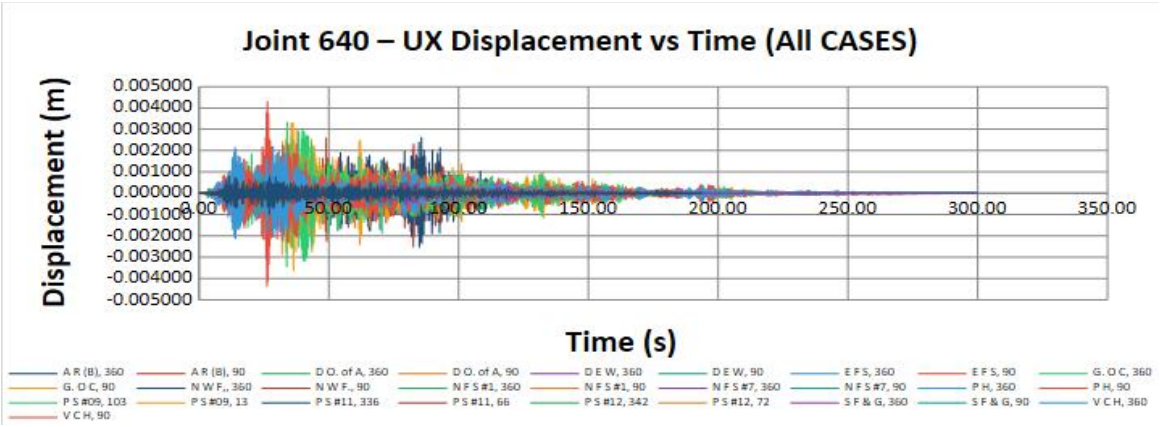
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.178: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

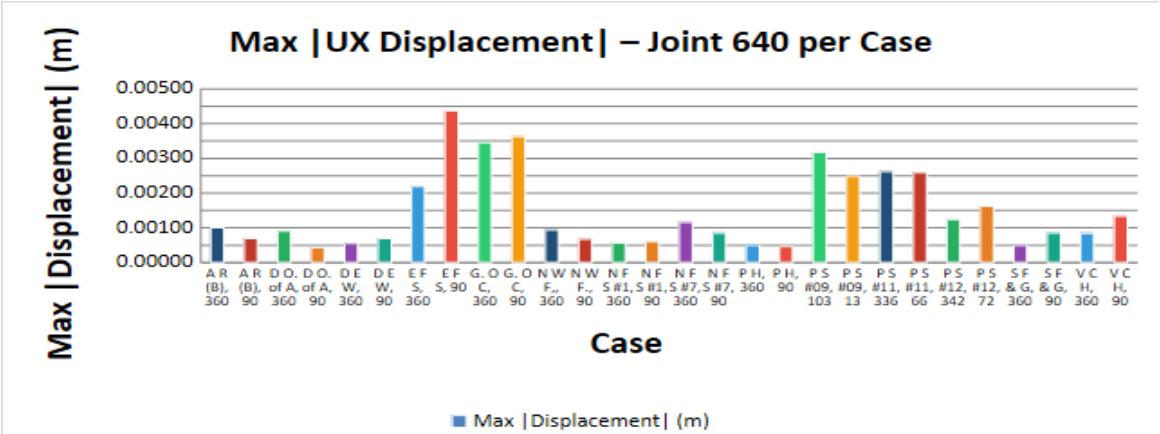
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00109	0.00109
A R (B), 90	24.23	-0.00076	0.00076
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	15.99	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00238	0.00238
E F S, 90	26.18	-0.00476	0.00476
G. O C, 360	33.78	-0.00376	0.00376
G. O C, 90	36.38	-0.00396	0.00396
N W F., 360	17.75	0.00102	0.00102
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00061	0.00061
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00127	0.00127
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	40.95	-0.00346	0.00346
P S #09, 13	62.11	0.00271	0.00271
P S #11, 336	85.65	0.00293	0.00293
P S #11, 66	48.99	0.00286	0.00286
P S #12, 342	62.32	-0.00134	0.00134
P S #12, 72	60.08	-0.00178	0.00178
S F & G, 360	39.48	-0.00054	0.00054
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.65	0.00092	0.00092
V C H, 90	51.49	0.00145	0.00145

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.179: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Denali Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.180: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



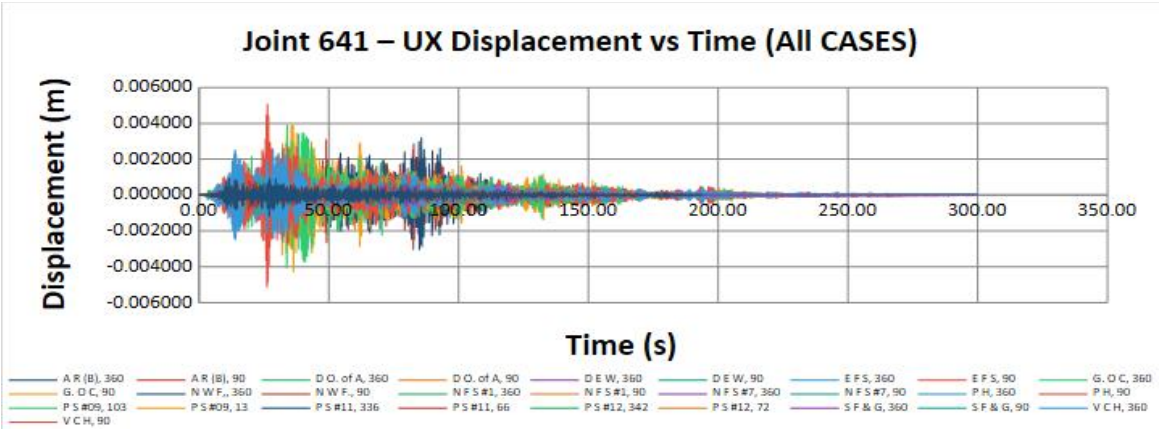
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.181: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

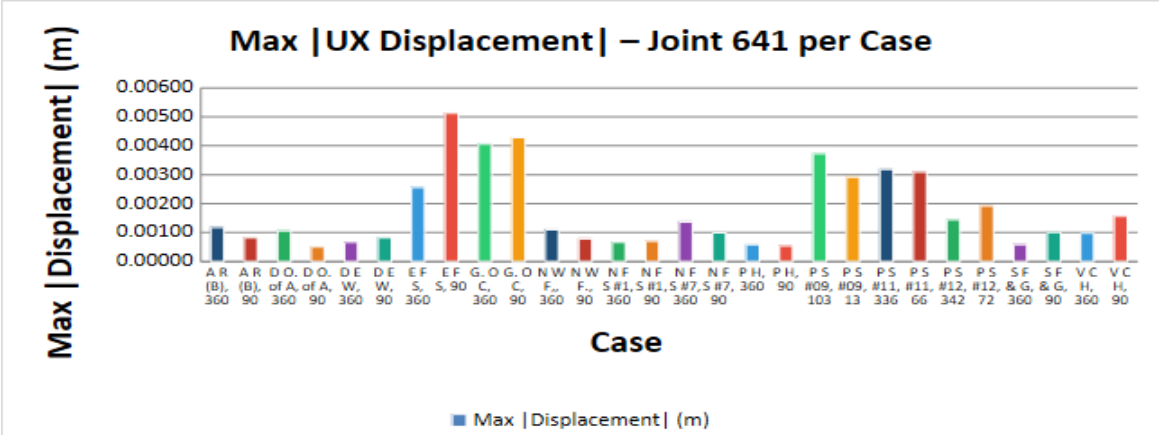
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00100	0.00100
A R (B), 90	24.23	-0.00069	0.00069
D O. of A, 360	22.74	-0.00091	0.00091
D O. of A, 90	15.99	-0.00043	0.00043
D E W, 360	80.03	-0.00055	0.00055
D E W, 90	73.31	-0.00069	0.00069
E F S, 360	28.49	0.00219	0.00219
E F S, 90	26.18	-0.00437	0.00437
G. O C, 360	33.78	-0.00345	0.00345
G. O C, 90	36.38	-0.00363	0.00363
N W F,, 360	17.76	0.00094	0.00094
N W F., 90	32.23	-0.00067	0.00067
N F S #1, 360	23.10	0.00056	0.00056
N F S #1, 90	26.62	-0.00060	0.00060
N F S #7, 360	35.89	0.00116	0.00116
N F S #7, 90	43.72	-0.00085	0.00085
P H, 360	84.72	0.00049	0.00049
P H, 90	66.32	-0.00046	0.00046
P S #09, 103	40.95	-0.00317	0.00317
P S #09, 13	62.11	0.00248	0.00248
P S #11, 336	85.65	0.00262	0.00262
P S #11, 66	48.99	0.00259	0.00259
P S #12, 342	62.32	-0.00123	0.00123
P S #12, 72	60.08	-0.00162	0.00162
S F & G, 360	39.48	-0.00050	0.00050
S F & G, 90	73.98	0.00085	0.00085
V C H, 360	55.65	0.00084	0.00084
V C H, 90	51.48	0.00133	0.00133

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.182: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Denali Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.183: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



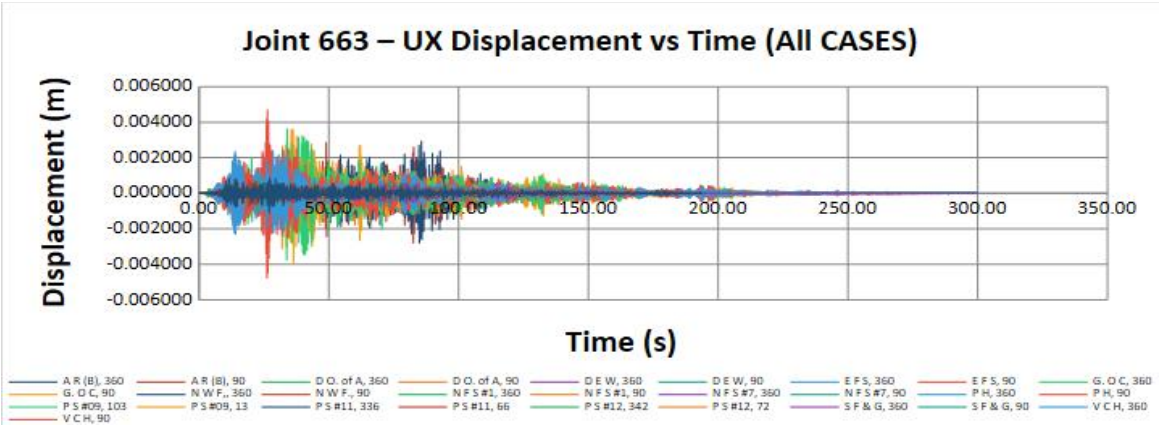
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.184: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

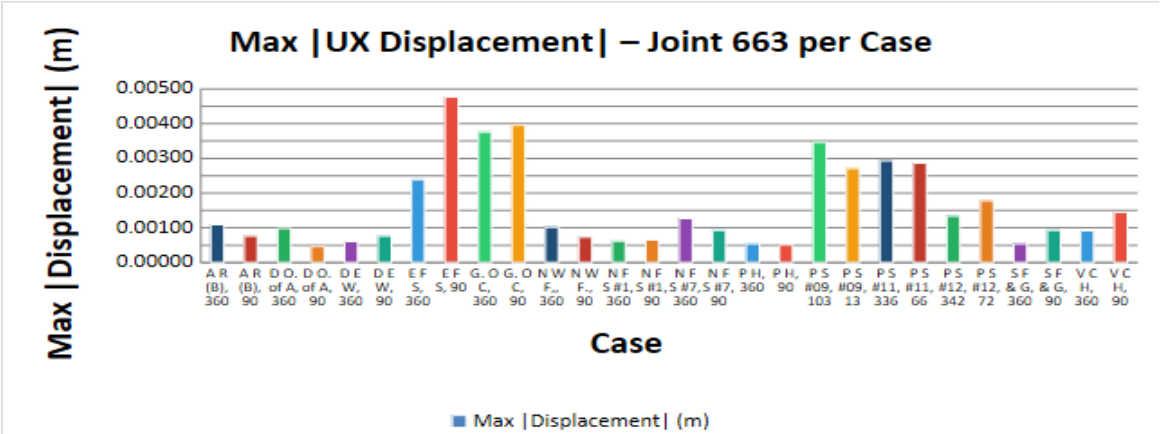
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00118	0.00118
A R (B), 90	24.23	-0.00081	0.00081
D O. of A, 360	22.74	-0.00106	0.00106
D O. of A, 90	15.99	-0.00050	0.00050
D E W, 360	80.03	-0.00065	0.00065
D E W, 90	73.31	-0.00081	0.00081
E F S, 360	28.48	0.00256	0.00256
E F S, 90	26.18	-0.00512	0.00512
G. O C, 360	33.78	-0.00406	0.00406
G. O C, 90	36.38	-0.00428	0.00428
N W F,, 360	17.75	0.00110	0.00110
N W F., 90	32.23	-0.00079	0.00079
N F S #1, 360	23.10	0.00066	0.00066
N F S #1, 90	26.62	-0.00070	0.00070
N F S #7, 360	35.90	0.00137	0.00137
N F S #7, 90	37.19	-0.00099	0.00099
P H, 360	84.72	0.00058	0.00058
P H, 90	66.32	-0.00054	0.00054
P S #09, 103	40.95	-0.00372	0.00372
P S #09, 13	62.11	0.00292	0.00292
P S #11, 336	85.65	0.00318	0.00318
P S #11, 66	48.99	0.00309	0.00309
P S #12, 342	62.32	-0.00144	0.00144
P S #12, 72	60.08	-0.00192	0.00192
S F & G, 360	39.48	-0.00058	0.00058
S F & G, 90	73.98	0.00100	0.00100
V C H, 360	55.65	0.00098	0.00098
V C H, 90	51.49	0.00156	0.00156

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.185: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Denali Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.189: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.190: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

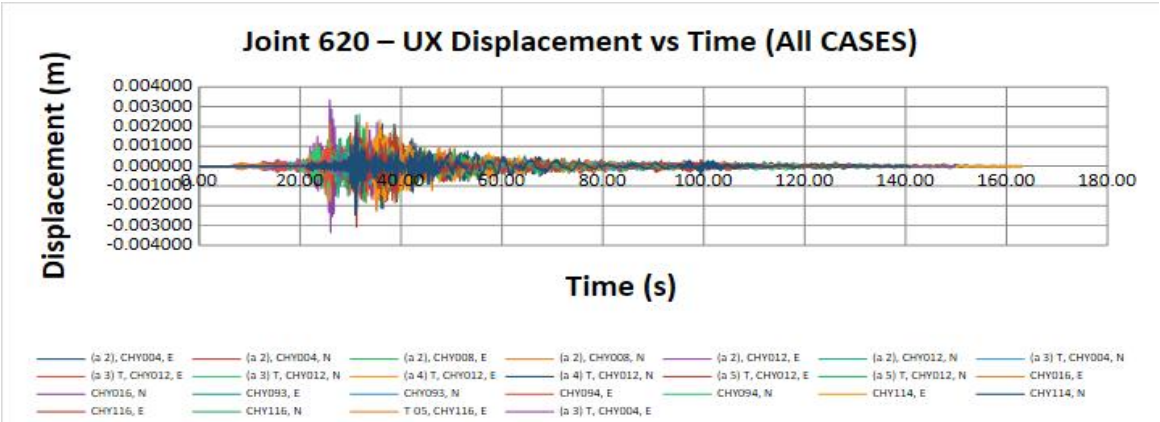
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00109	0.00109
A R (B), 90	24.23	-0.00076	0.00076
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	15.99	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00238	0.00238
E F S, 90	26.18	-0.00476	0.00476
G. O C, 360	33.78	-0.00376	0.00376
G. O C, 90	36.38	-0.00396	0.00396
N W F,, 360	17.75	0.00102	0.00102
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00061	0.00061
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00127	0.00127
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	40.95	-0.00346	0.00346
P S #09, 13	62.11	0.00271	0.00271
P S #11, 336	85.65	0.00293	0.00293
P S #11, 66	48.99	0.00286	0.00286
P S #12, 342	62.32	-0.00134	0.00134
P S #12, 72	60.08	-0.00178	0.00178
S F & G, 360	39.48	-0.00054	0.00054
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.65	0.00092	0.00092
V C H, 90	51.49	0.00145	0.00145

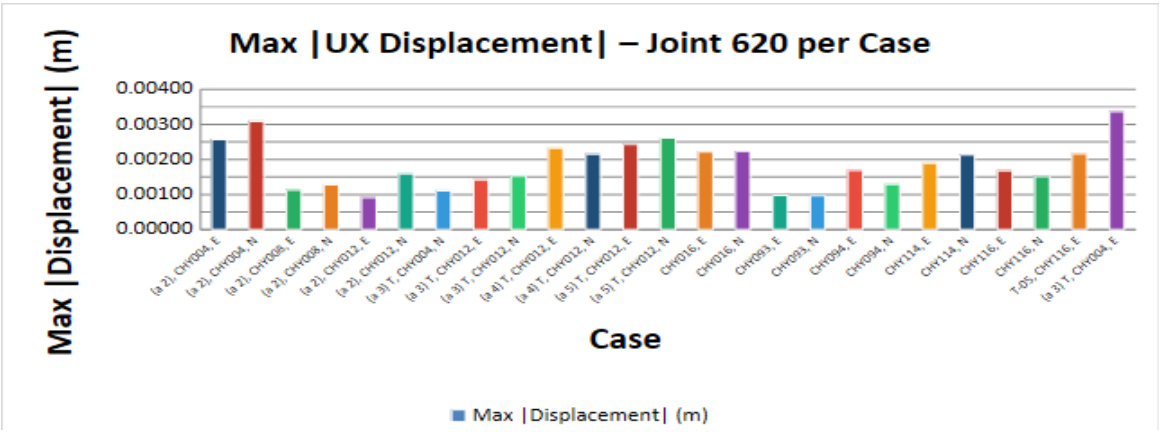
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.191: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.2-10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.193: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



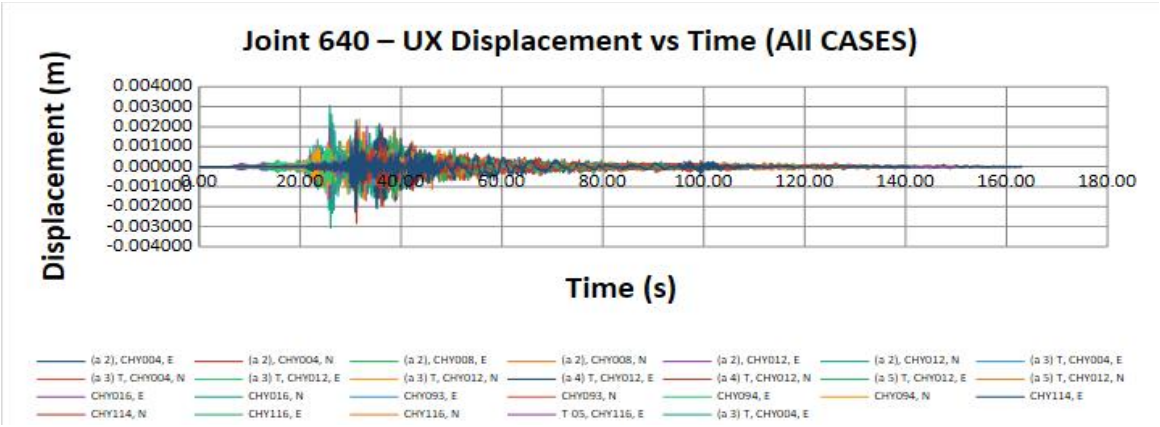
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.194: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

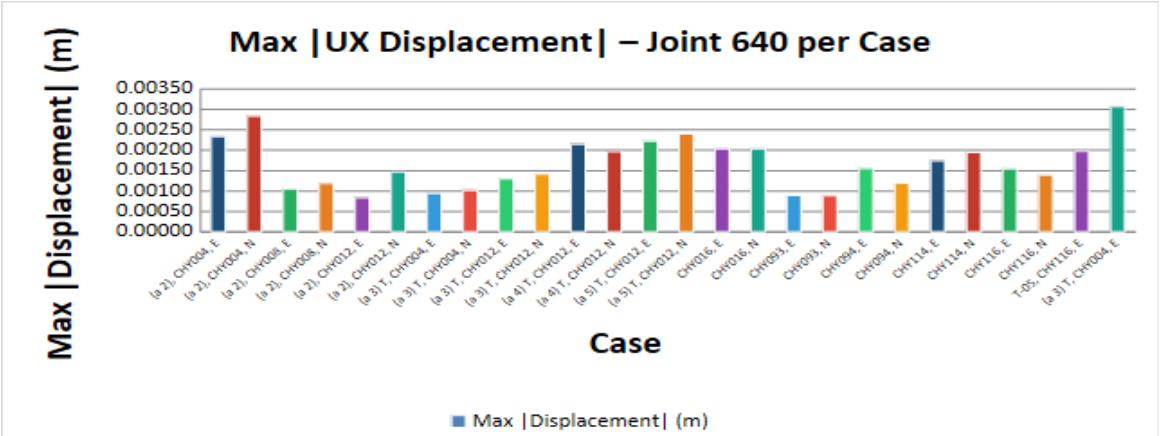
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00113	0.00113
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00128	0.00128
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00159	0.00159
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00111	0.00111
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00142	0.00142
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00153	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00232	0.00232
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00215	0.00215
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00243	0.00243
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00261	0.00261
CHY016, E	33.25	0.00221	0.00221
CHY016, N	35.08	-0.00222	0.00222
CHY093, E	34.80	-0.00097	0.00097
CHY093, N	30.67	-0.00097	0.00097
CHY094, E	34.28	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00129	0.00129
CHY114, E	38.78	-0.00189	0.00189
CHY114, N	38.70	0.00213	0.00213
CHY116, E	29.97	0.00168	0.00168
CHY116, N	29.48	-0.00152	0.00152
T-05, CHY116, E	25.86	0.00216	0.00216
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00336	0.00336

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.195: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.196: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



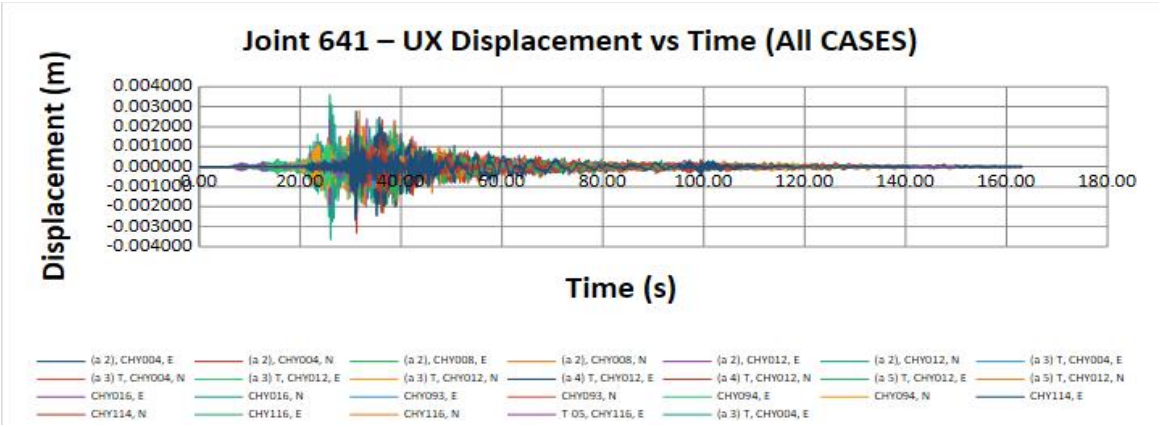
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.197: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

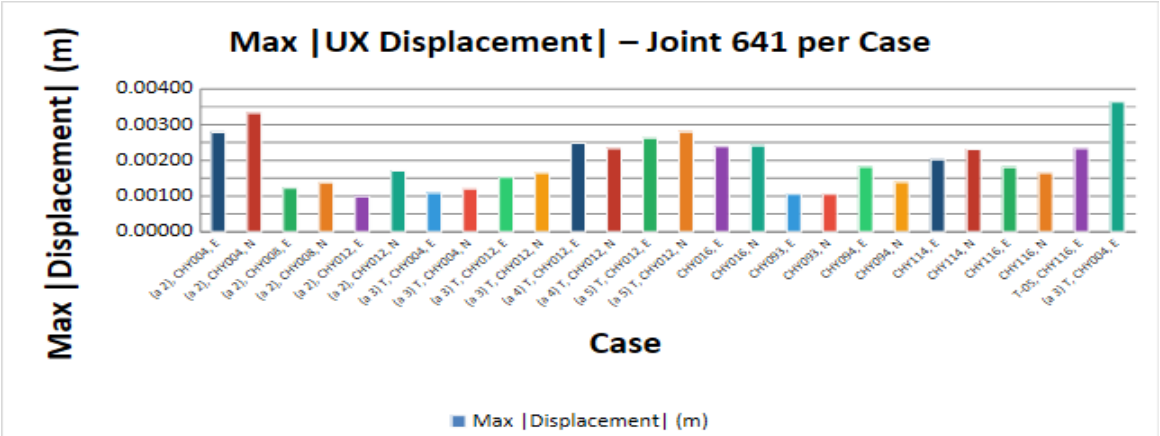
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00233	0.00233
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00283	0.00283
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00104	0.00104
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00118	0.00118
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00084	0.00084
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00147	0.00147
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00094	0.00094
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00102	0.00102
(a 3) T, CHY012, E	25.02	-0.00130	0.00130
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00141	0.00141
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00215	0.00215
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00197	0.00197
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00222	0.00222
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00240	0.00240
CHY016, E	33.25	0.00203	0.00203
CHY016, N	35.08	-0.00203	0.00203
CHY093, E	34.80	-0.00089	0.00089
CHY093, N	30.67	-0.00089	0.00089
CHY094, E	34.28	-0.00155	0.00155
CHY094, N	31.22	0.00119	0.00119
CHY114, E	38.78	-0.00174	0.00174
CHY114, N	38.70	0.00195	0.00195
CHY116, E	29.97	0.00154	0.00154
CHY116, N	29.48	-0.00139	0.00139
T-05, CHY116, E	25.86	0.00198	0.00198
(a 3) T, CHY004, E	25.89	0.00307	0.00307

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.198: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.199: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



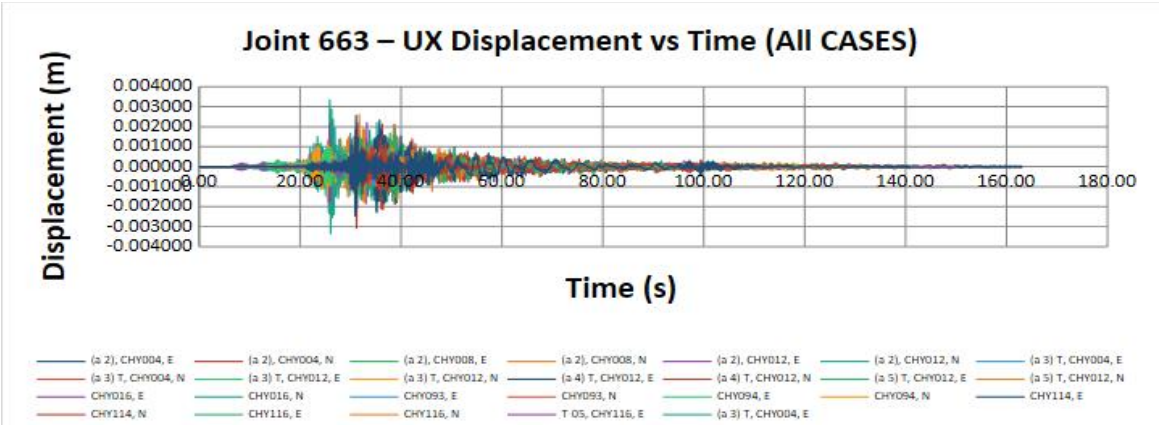
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.200: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

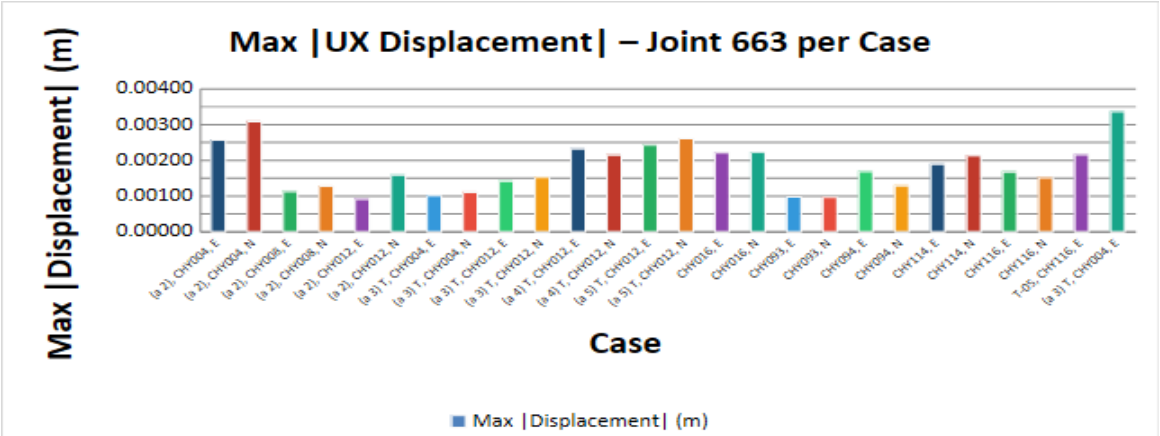
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00279	0.00279
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00332	0.00332
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00122	0.00122
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00137	0.00137
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00099	0.00099
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00171	0.00171
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00109	0.00109
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00120	0.00120
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00153	0.00153
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00164	0.00164
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00248	0.00248
(a 4) T, CHY012, N	36.26	0.00233	0.00233
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00262	0.00262
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00280	0.00280
CHY016, E	33.25	0.00239	0.00239
CHY016, N	35.08	-0.00241	0.00241
CHY093, E	34.79	-0.00105	0.00105
CHY093, N	30.66	-0.00105	0.00105
CHY094, E	34.28	-0.00182	0.00182
CHY094, N	31.22	0.00139	0.00139
CHY114, E	38.78	-0.00202	0.00202
CHY114, N	38.70	0.00231	0.00231
CHY116, E	29.97	0.00181	0.00181
CHY116, N	29.48	-0.00164	0.00164
T-05, CHY116, E	25.86	0.00233	0.00233
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00363	0.00363

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.201: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.205: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.206: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00113	0.00113
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00128	0.00128
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00159	0.00159
(a 3) T, CHY004, E	31.54	0.00101	0.00101
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00111	0.00111
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00142	0.00142
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00153	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00232	0.00232
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00215	0.00215
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00243	0.00243
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00261	0.00261
CHY016, E	33.25	0.00221	0.00221
CHY016, N	35.08	-0.00222	0.00222
CHY093, E	34.80	-0.00097	0.00097
CHY093, N	30.67	-0.00097	0.00097
CHY094, E	34.28	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00129	0.00129
CHY114, E	38.78	-0.00189	0.00189
CHY114, N	38.70	0.00213	0.00213
CHY116, E	29.97	0.00168	0.00168
CHY116, N	29.48	-0.00152	0.00152
T-05, CHY116, E	25.86	0.00216	0.00216
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00336	0.00336

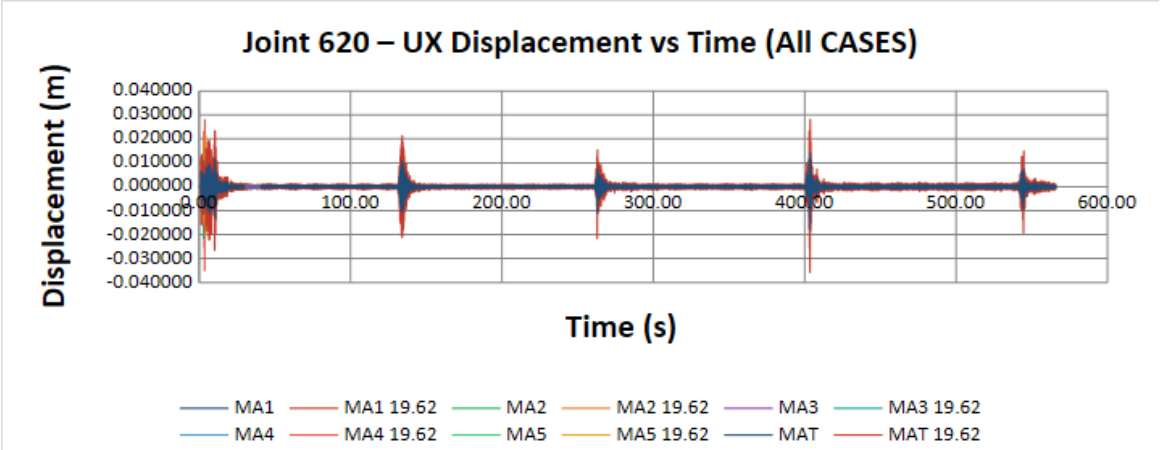
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.207: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3 Μοντέλο 3ο – MEAGWGOKAIPLAISOKSEESAW

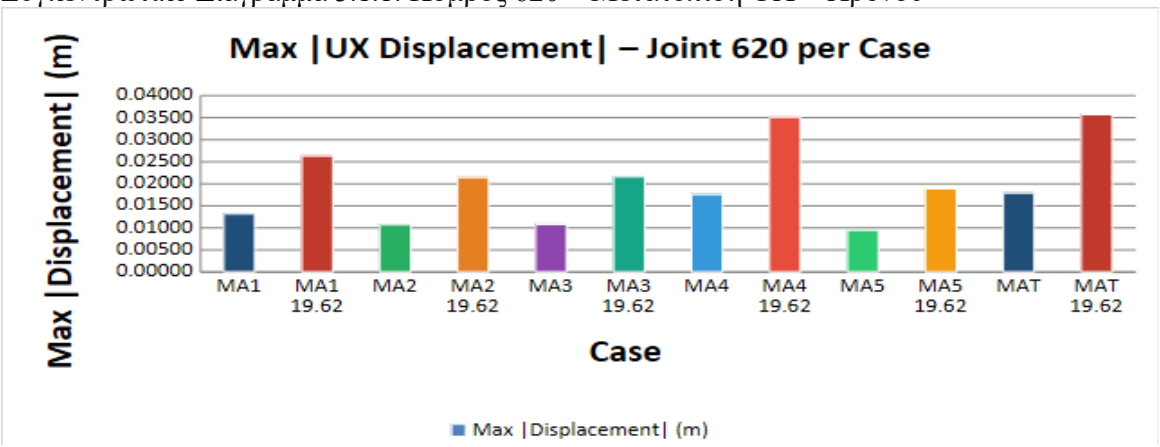
- **5.3.1-03.01 NEWDMF30AGWGOSSPLAISIOSKETO**

5.3.1-03.01.01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 620 Αριστερά από τον αγωγό. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.1: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



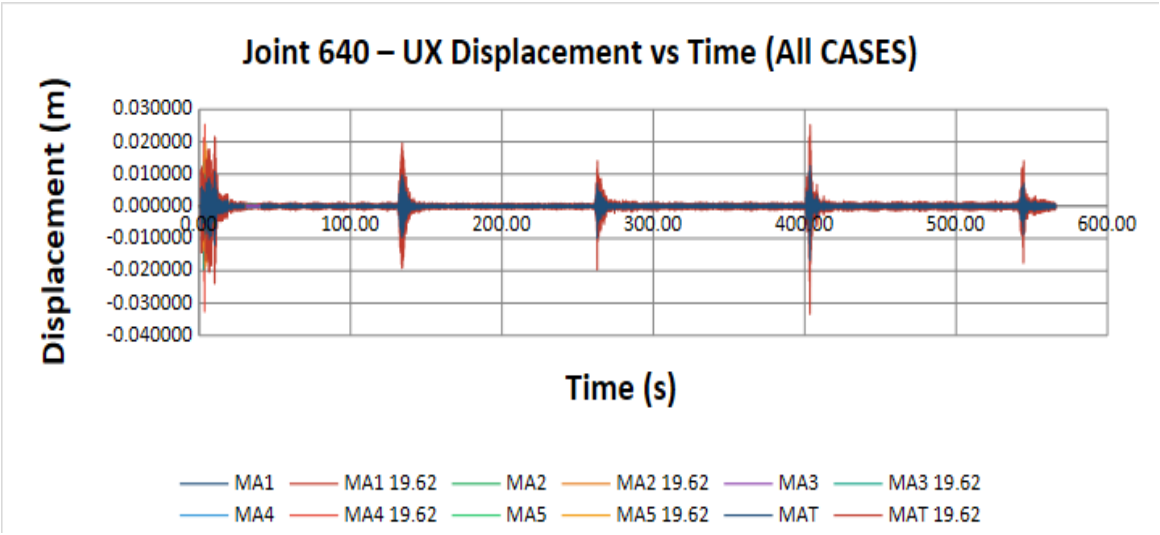
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.2: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

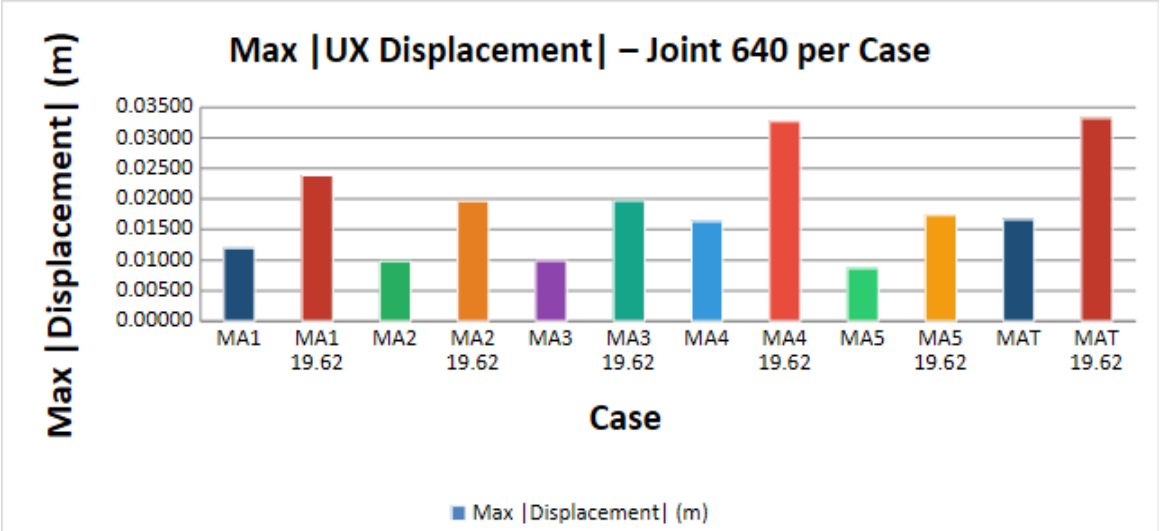
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01313	0.01313
MA1 19.62	10.27	-0.02627	0.02627
MA2	4.23	0.01070	0.01070
MA2 19.62	4.23	0.02141	0.02141
MA3	3.07	-0.01079	0.01079
MA3 19.62	3.07	-0.02157	0.02157
MA4	3.62	-0.01756	0.01756
MA4 19.62	3.62	-0.03512	0.03512
MA5	4.61	-0.00941	0.00941
MA5 19.62	4.61	-0.01881	0.01881
MAT	403.52	-0.01786	0.01786
MAT 19.62	403.52	-0.03571	0.03571

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.3: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Mammoth – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.4: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



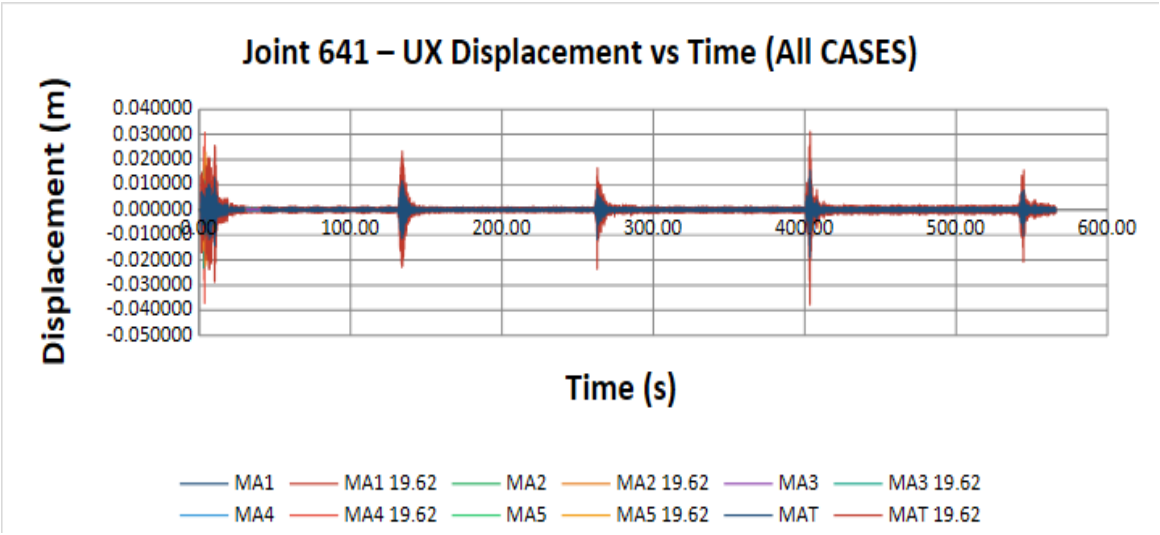
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.5: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

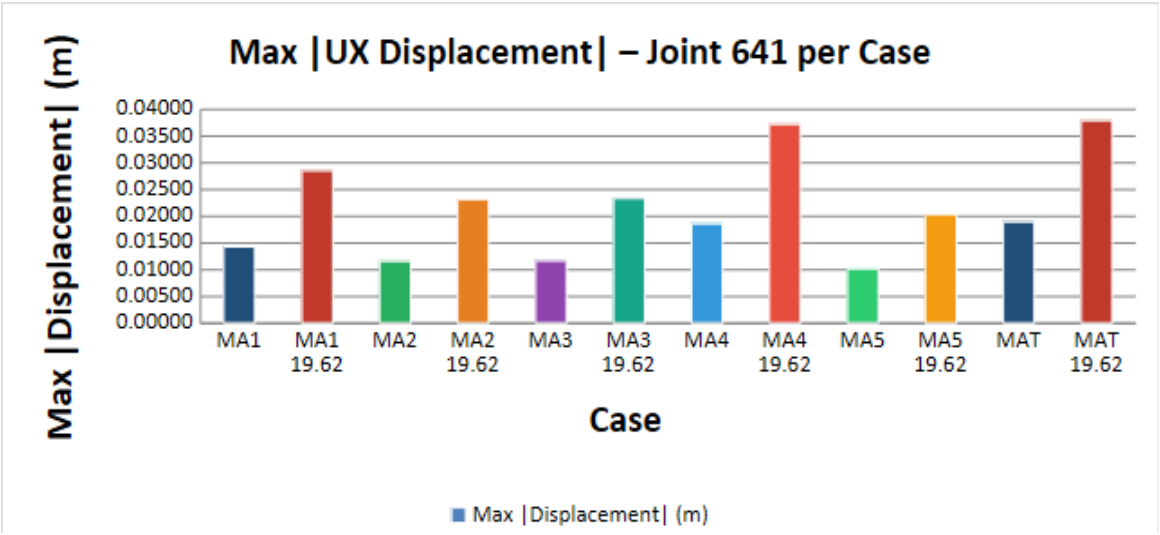
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01192	0.01192
MA1 19.62	10.27	-0.02384	0.02384
MA2	4.23	0.00981	0.00981
MA2 19.62	4.23	0.01961	0.01961
MA3	3.07	-0.00987	0.00987
MA3 19.62	3.07	-0.01974	0.01974
MA4	3.62	-0.01637	0.01637
MA4 19.62	3.62	-0.03273	0.03273
MA5	4.61	-0.00866	0.00866
MA5 19.62	4.61	-0.01732	0.01732
MAT	403.52	-0.01664	0.01664
MAT 19.62	403.52	-0.03328	0.03328

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.6: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Mammoth – Κόμβος 641 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.7: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



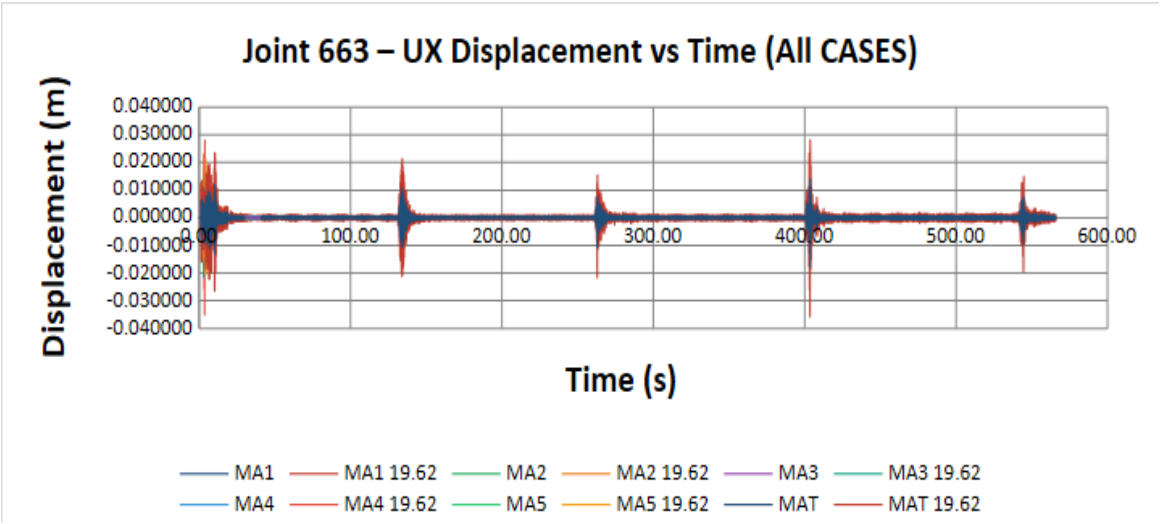
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.8: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

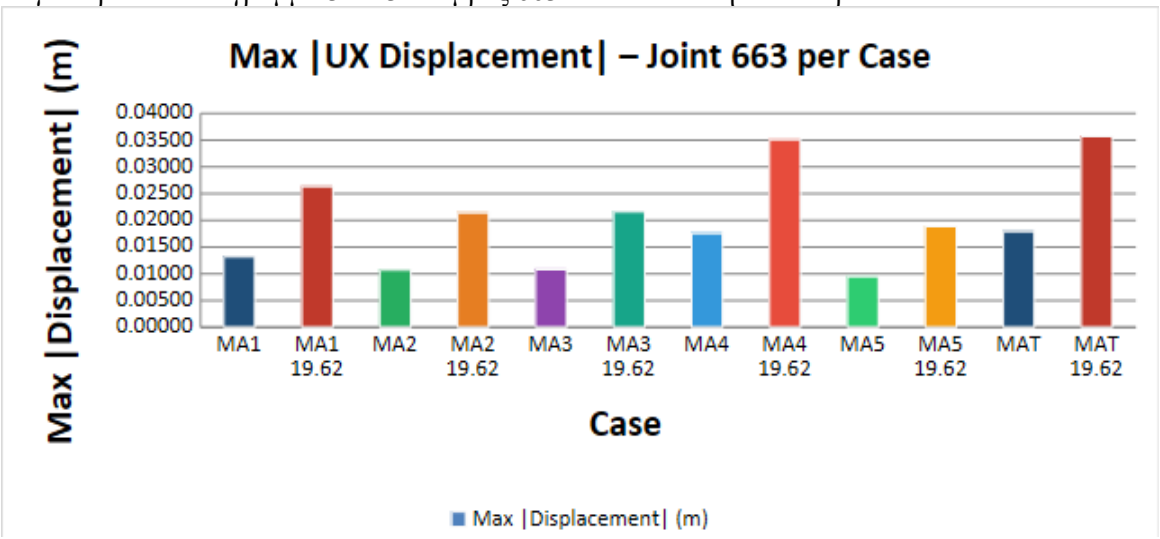
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01427	0.01427
MA1 19.62	10.27	-0.02853	0.02853
MA2	4.23	0.01155	0.01155
MA2 19.62	4.23	0.02310	0.02310
MA3	3.07	-0.01164	0.01164
MA3 19.62	3.07	-0.02328	0.02328
MA4	3.62	-0.01861	0.01861
MA4 19.62	3.62	-0.03722	0.03722
MA5	4.60	-0.01010	0.01010
MA5 19.62	4.60	-0.02021	0.02021
MAT	403.52	-0.01894	0.01894
MAT 19.62	403.52	-0.03788	0.03788

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.9: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Mammoth – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.13: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.14: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

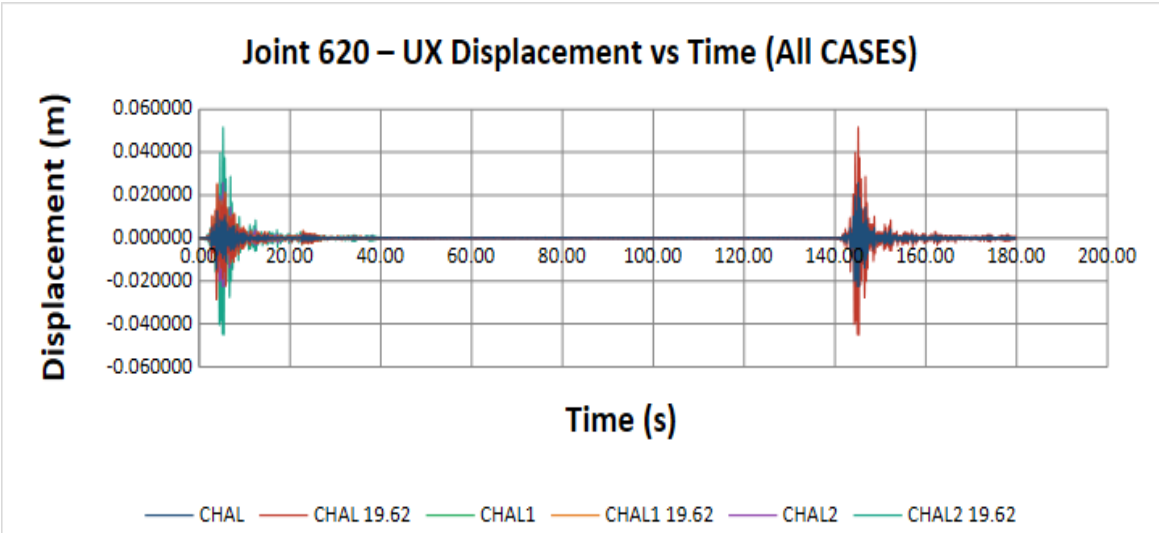
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01313	0.01313
MA1 19.62	10.27	-0.02627	0.02627
MA2	4.23	0.01070	0.01070
MA2 19.62	4.23	0.02141	0.02141
MA3	3.07	-0.01079	0.01079
MA3 19.62	3.07	-0.02157	0.02157
MA4	3.62	-0.01756	0.01756
MA4 19.62	3.62	-0.03512	0.03512
MA5	4.61	-0.00941	0.00941
MA5 19.62	4.61	-0.01881	0.01881
MAT	403.52	-0.01786	0.01786
MAT 19.62	403.52	-0.03571	0.03571

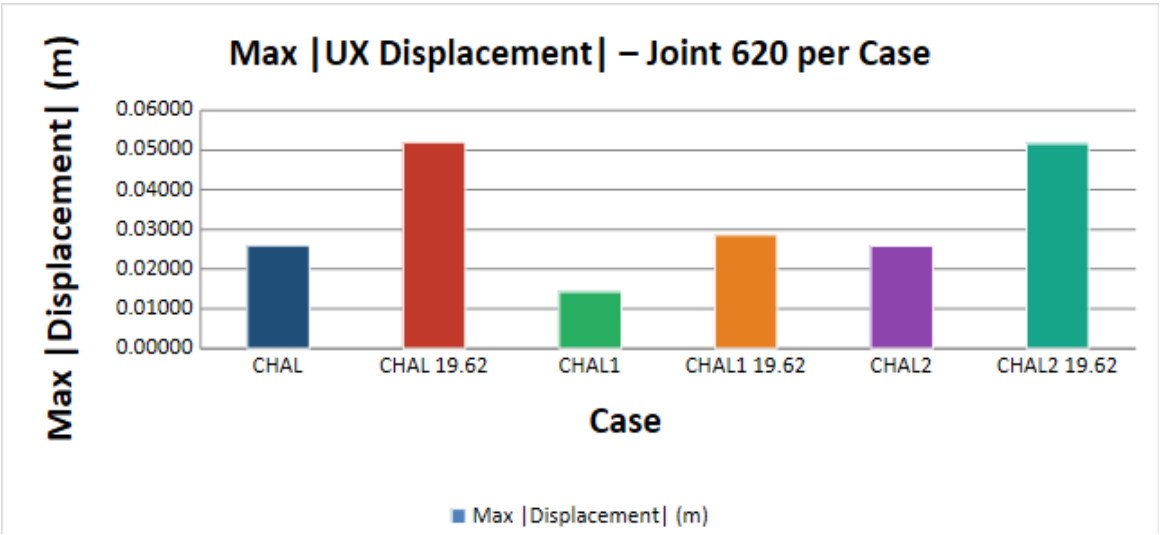
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.15: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.1-03.01.02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.16: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



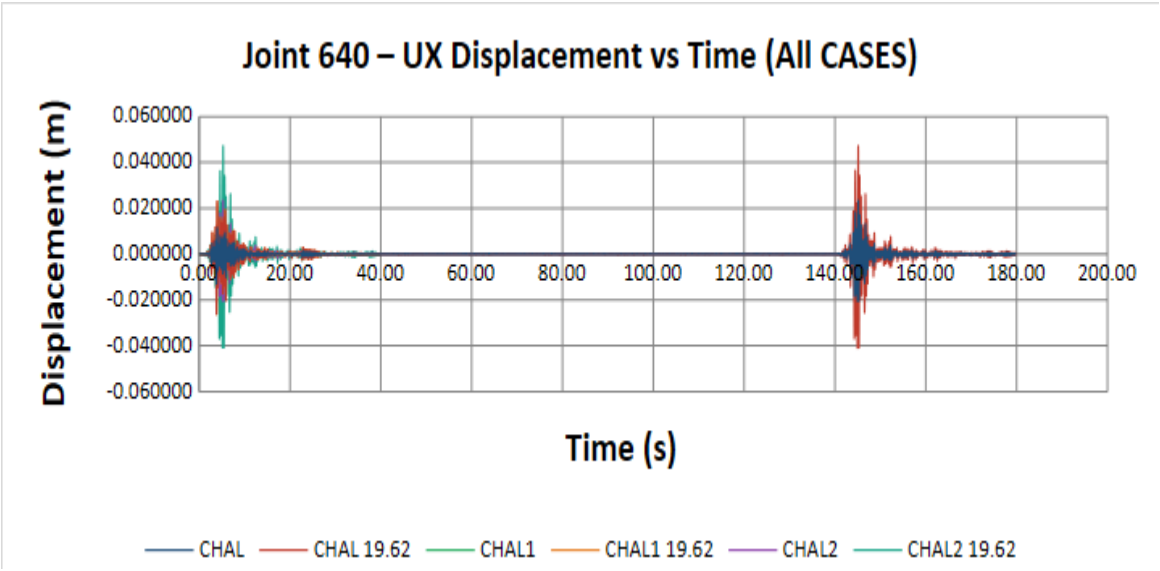
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.17: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

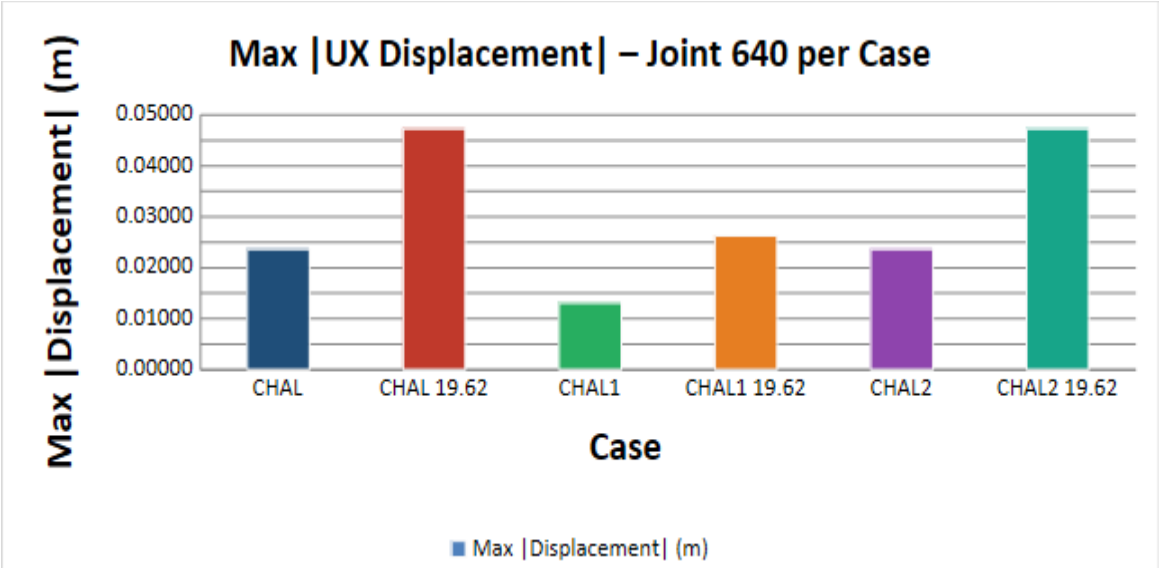
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02590	0.02590
CHAL 19.62	145.12	0.05179	0.05179
CHAL1	3.83	-0.01428	0.01428
CHAL1 19.62	3.84	-0.02857	0.02857
CHAL2	5.29	0.02582	0.02582
CHAL2 19.62	5.29	0.05164	0.05164

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.18: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chalfant -Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.19: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



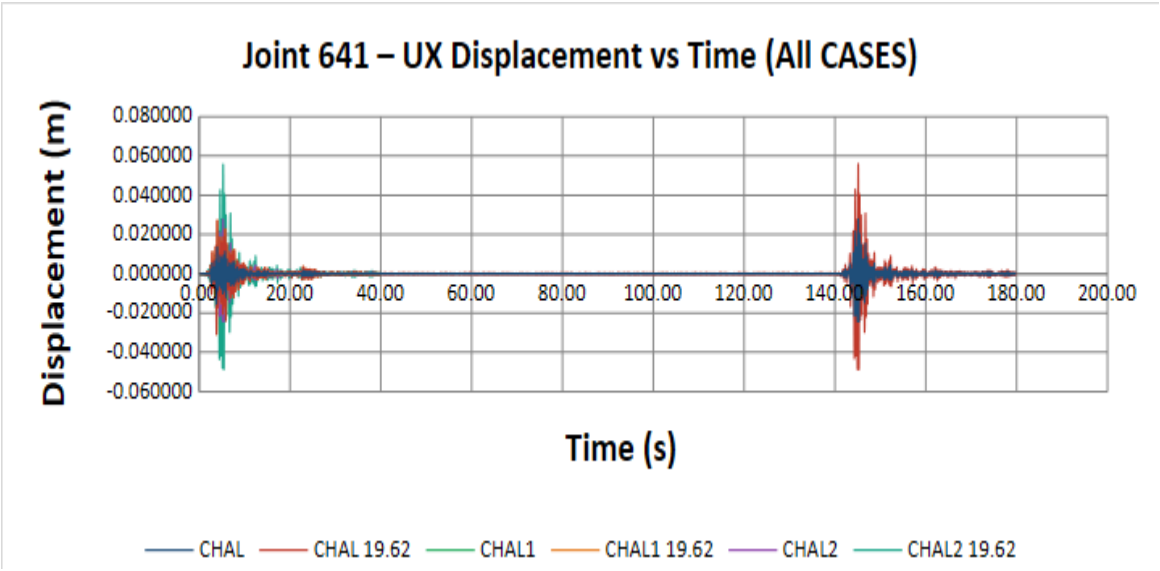
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.20: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

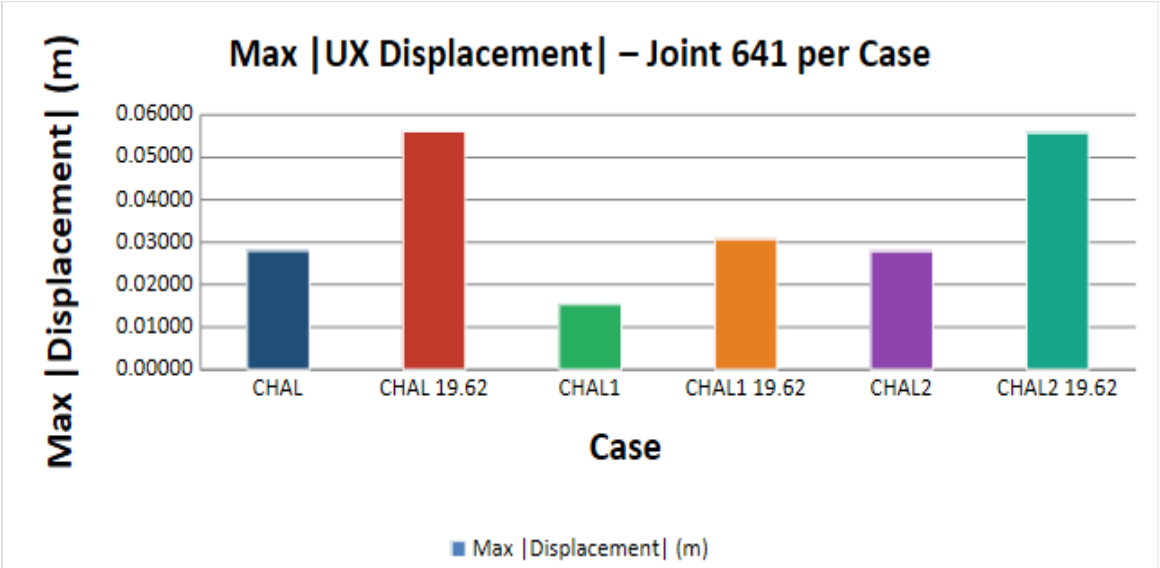
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02362	0.02362
CHAL 19.62	145.12	0.04724	0.04724
CHAL1	3.83	-0.01312	0.01312
CHAL1 19.62	3.83	-0.02624	0.02624
CHAL2	5.29	0.02362	0.02362
CHAL2 19.62	5.29	0.04724	0.04724

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.21: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chalfant – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.22: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



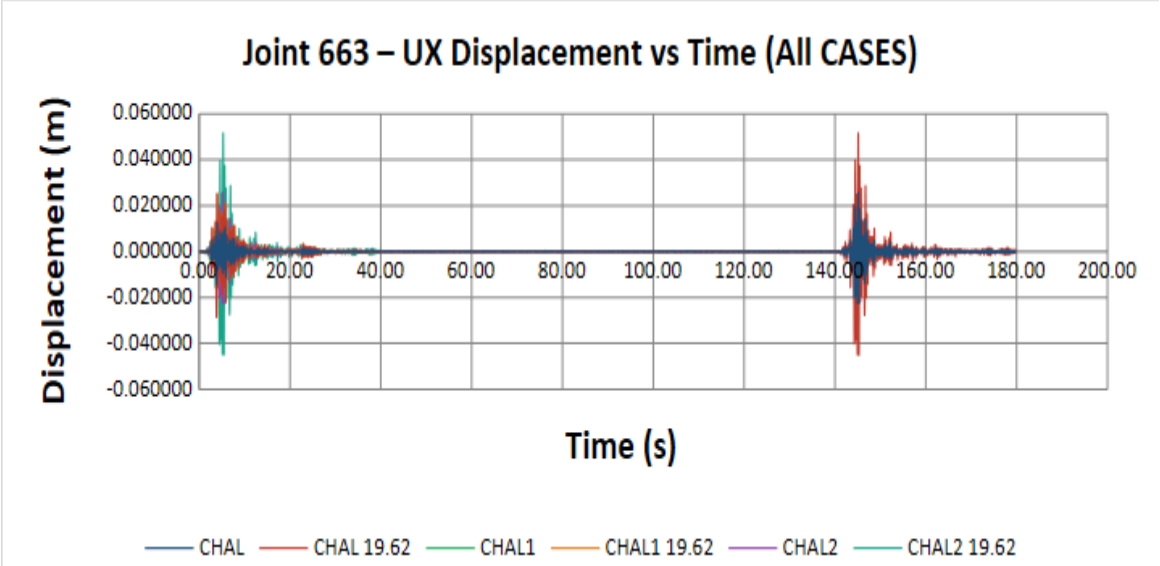
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.23: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

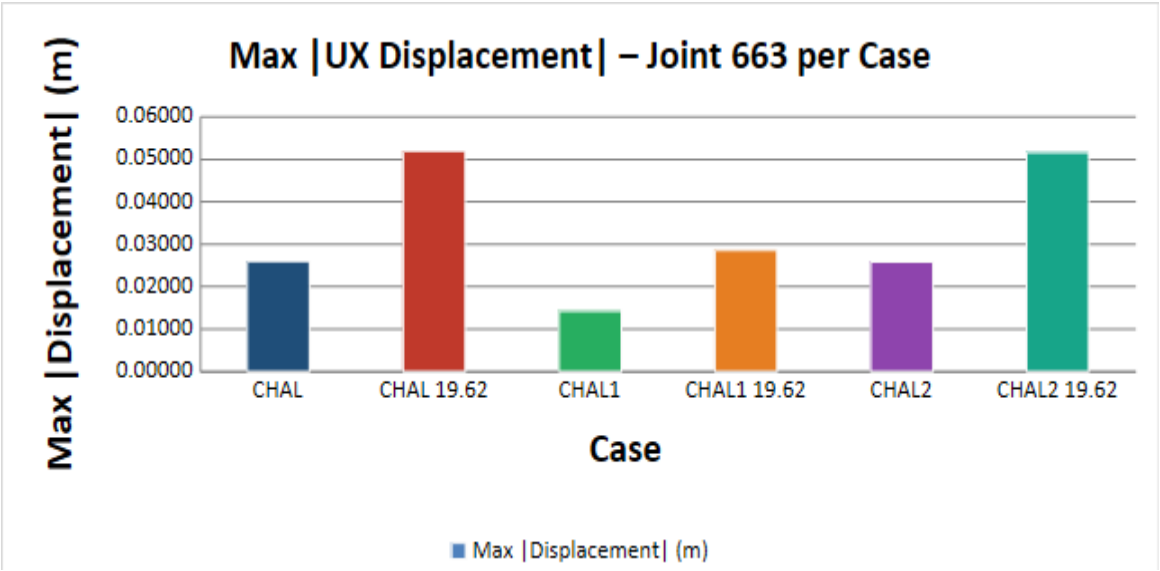
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02803	0.02803
CHAL 19.62	145.12	0.05607	0.05607
CHAL1	3.83	-0.01535	0.01535
CHAL1 19.62	3.84	-0.03071	0.03071
CHAL2	5.29	0.02786	0.02786
CHAL2 19.62	5.29	0.05573	0.05573

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.24: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chalfant – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.28: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.29: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

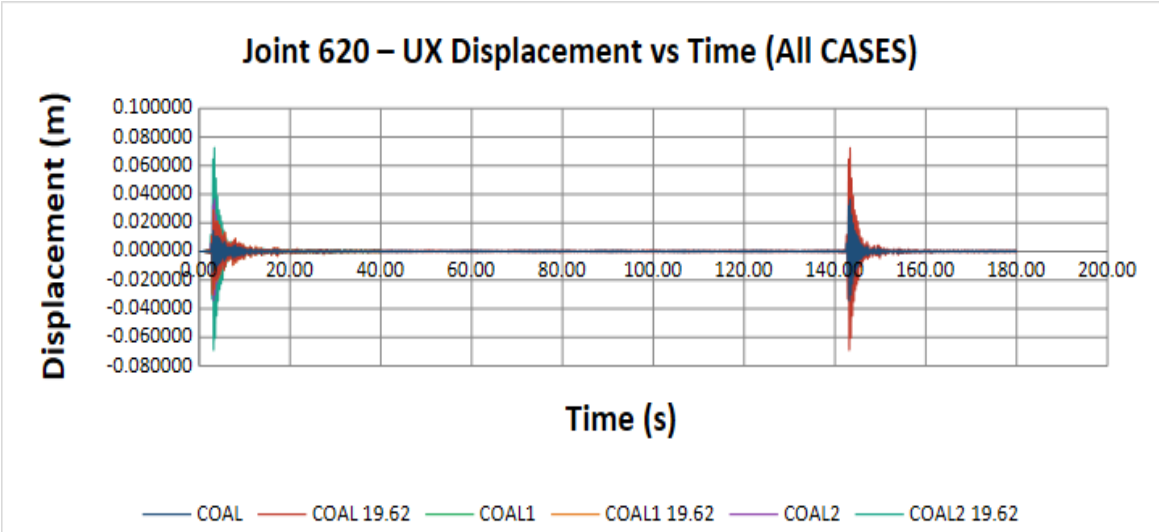
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02590	0.02590
CHAL 19.62	145.12	0.05179	0.05179
CHAL1	3.83	-0.01428	0.01428
CHAL1 19.62	3.83	-0.02856	0.02856
CHAL2	5.29	0.02582	0.02582
CHAL2 19.62	5.29	0.05163	0.05163

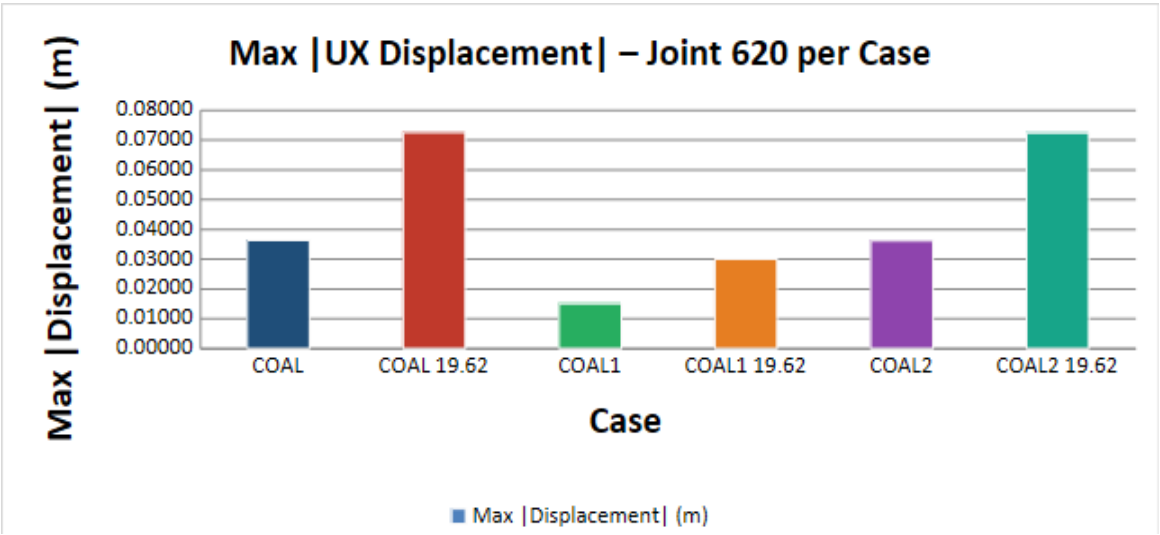
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.30: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.1-03.01.03 Σεισμός Coalinga

Coalinga – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.31: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



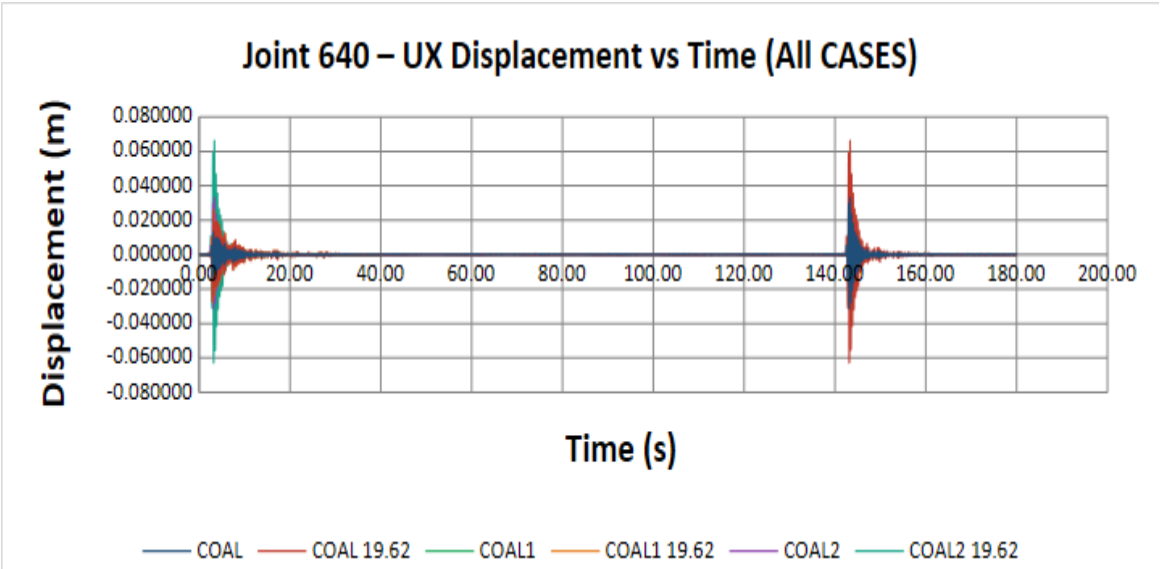
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.32: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

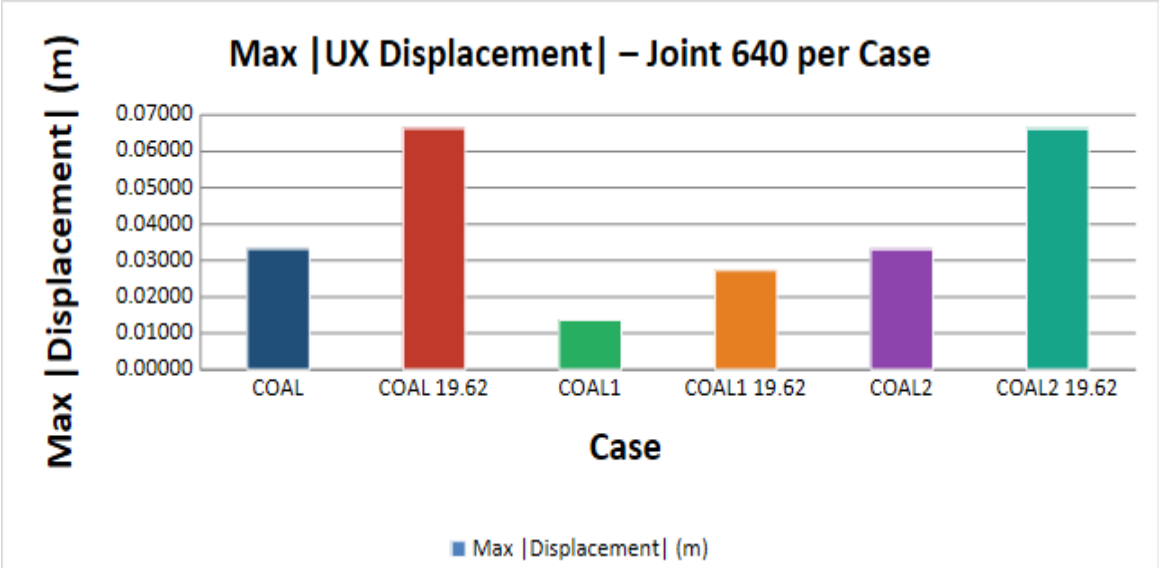
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03629	0.03629
COAL 19.62	143.33	0.07258	0.07258
COAL1	2.97	-0.01499	0.01499
COAL1 19.62	2.97	-0.02998	0.02998
COAL2	3.36	0.03625	0.03625
COAL2 19.62	3.36	0.07250	0.07250

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.33: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Coalinga - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.34: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



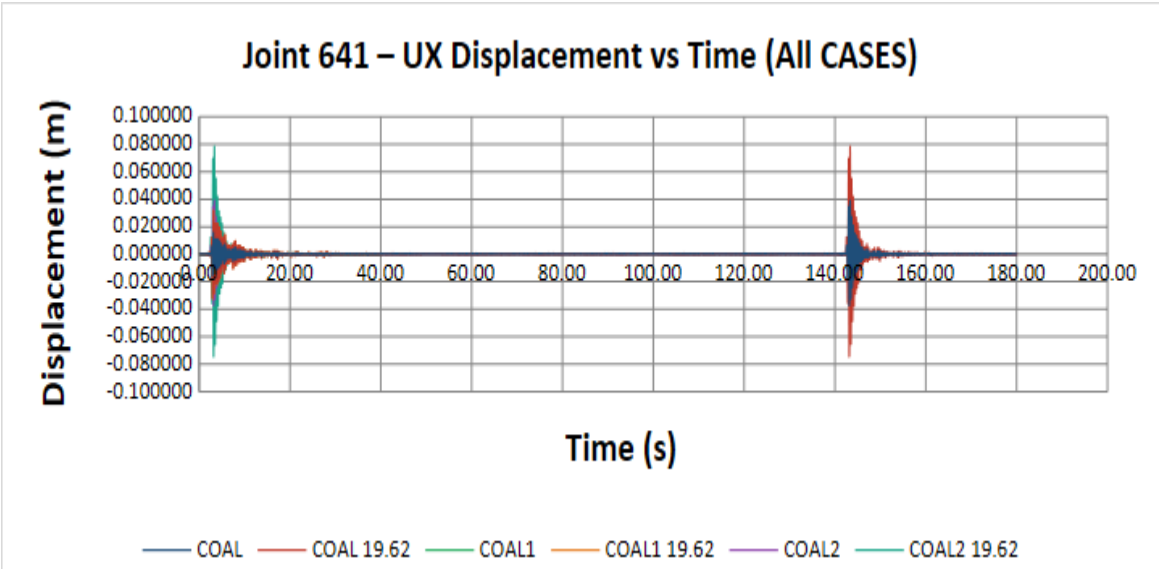
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.35: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

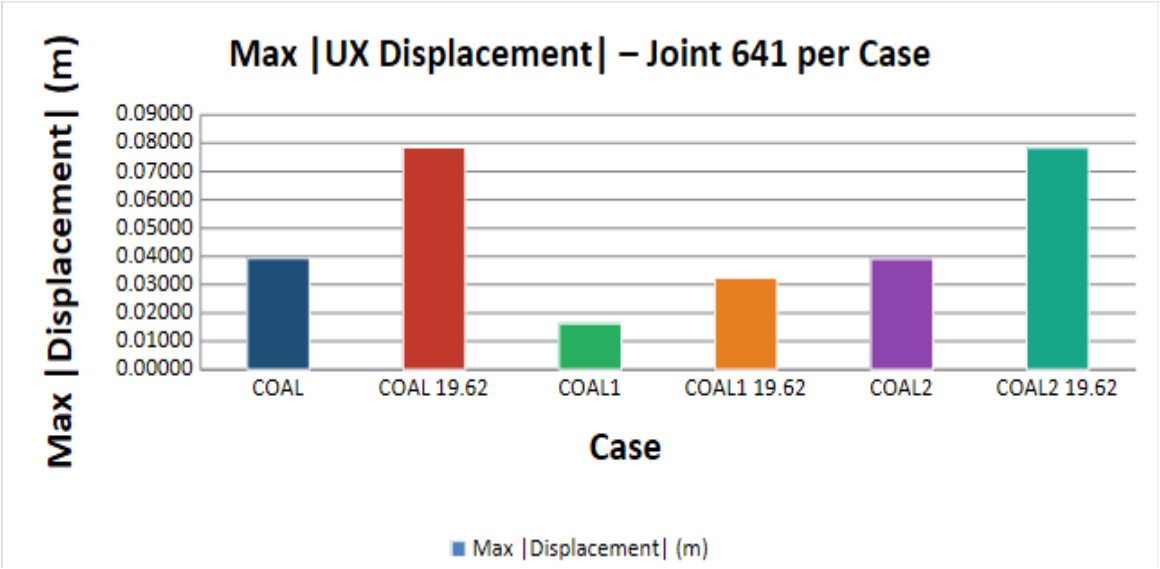
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03312	0.03312
COAL 19.62	143.33	0.06625	0.06625
COAL1	2.97	-0.01367	0.01367
COAL1 19.62	2.97	-0.02733	0.02733
COAL2	3.36	0.03309	0.03309
COAL2 19.62	3.36	0.06618	0.06618

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.36: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Coalinga - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.37: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



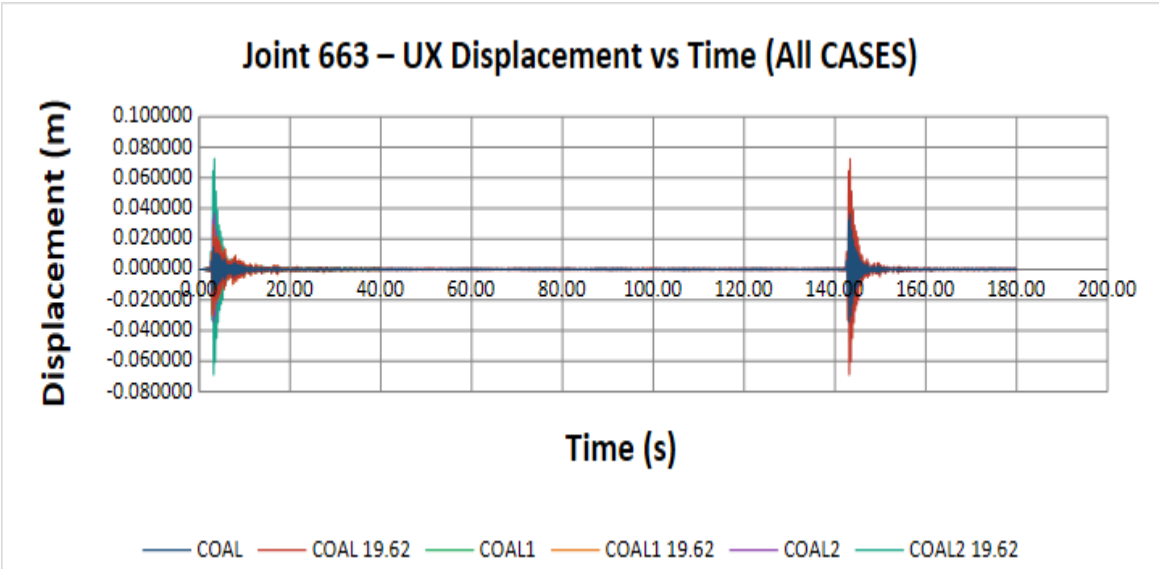
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.38: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

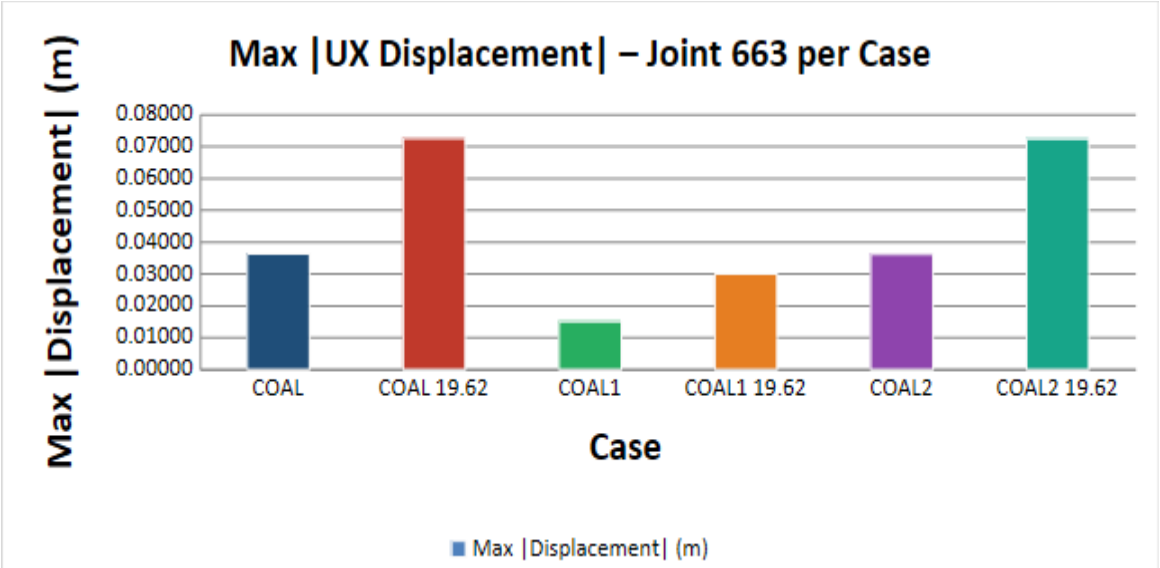
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03925	0.03925
COAL 19.62	143.33	0.07850	0.07850
COAL1	2.97	-0.01622	0.01622
COAL1 19.62	2.97	-0.03244	0.03244
COAL2	3.36	0.03920	0.03920
COAL2 19.62	3.36	0.07839	0.07839

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.39: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Coalinga - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.43: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.44: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

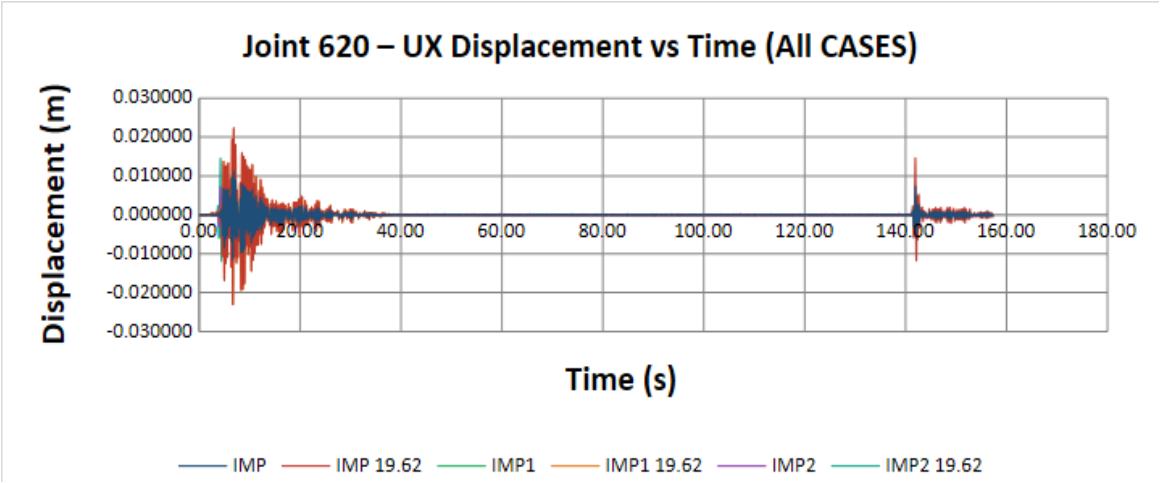
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03629	0.03629
COAL 19.62	143.33	0.07258	0.07258
COAL1	2.97	-0.01499	0.01499
COAL1 19.62	2.97	-0.02998	0.02998
COAL2	3.36	0.03625	0.03625
COAL2 19.62	3.36	0.07250	0.07250

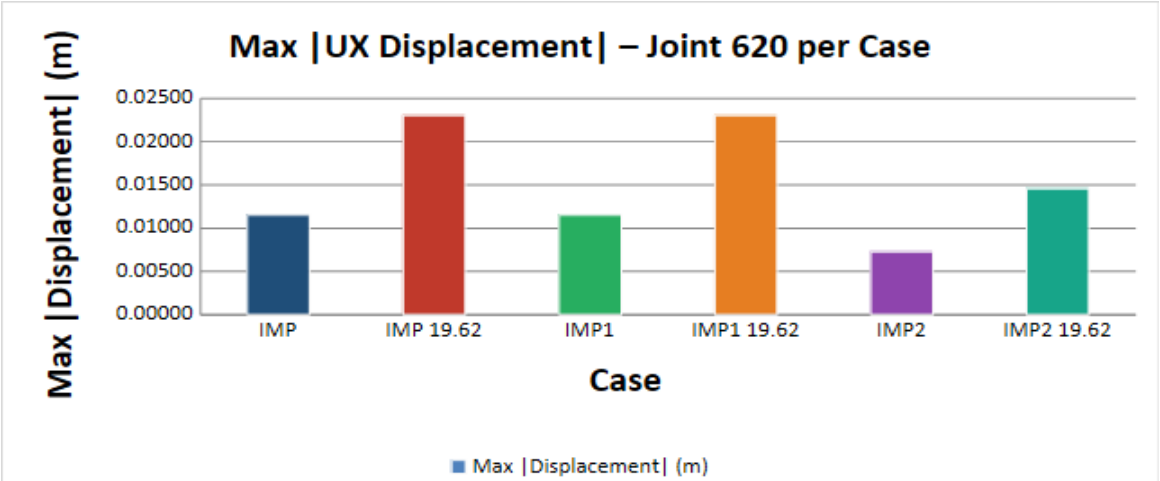
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.45: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.1-03.01.04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.46: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



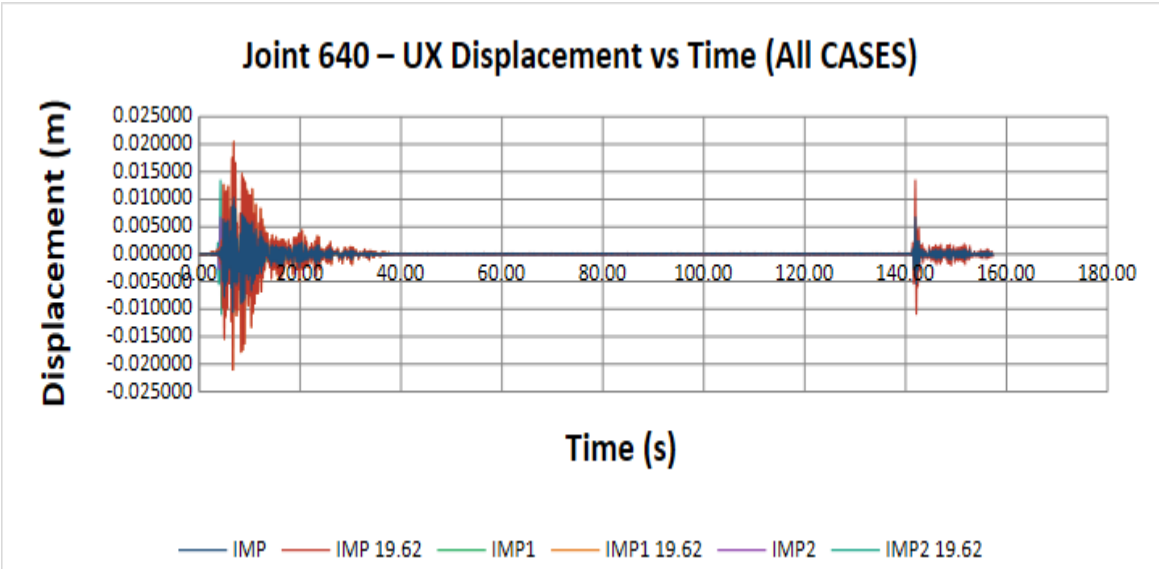
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.47: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

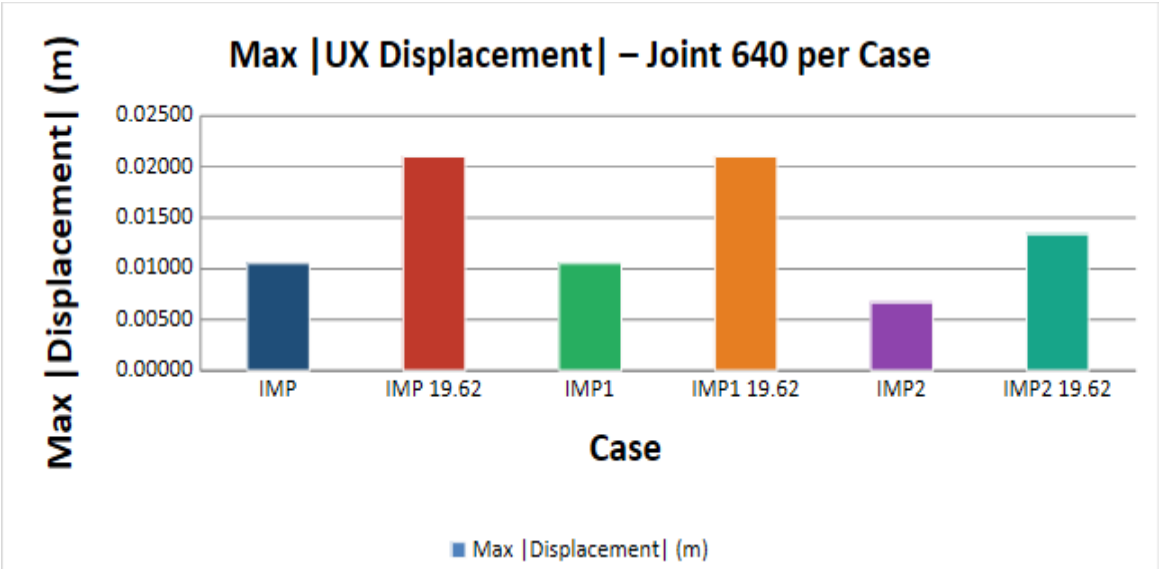
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01150	0.01150
IMP 19.62	6.68	-0.02301	0.02301
IMP1	6.71	-0.01150	0.01150
IMP1 19.62	6.71	-0.02301	0.02301
IMP2	4.23	0.00729	0.00729
IMP2 19.62	4.23	0.01457	0.01457

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.48: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Imperial Valley – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.49: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



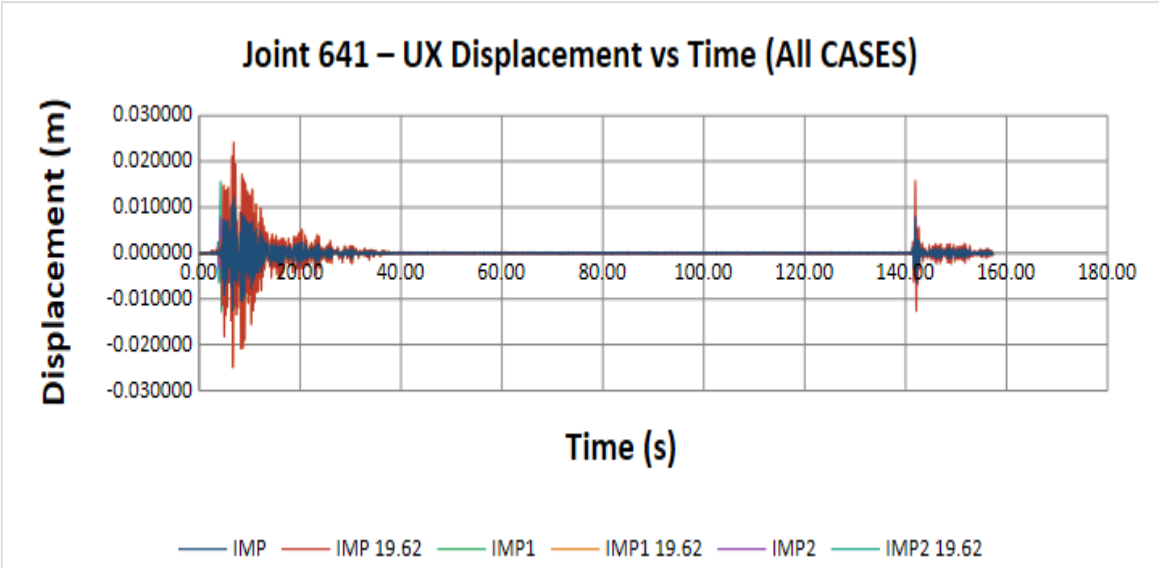
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.50: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

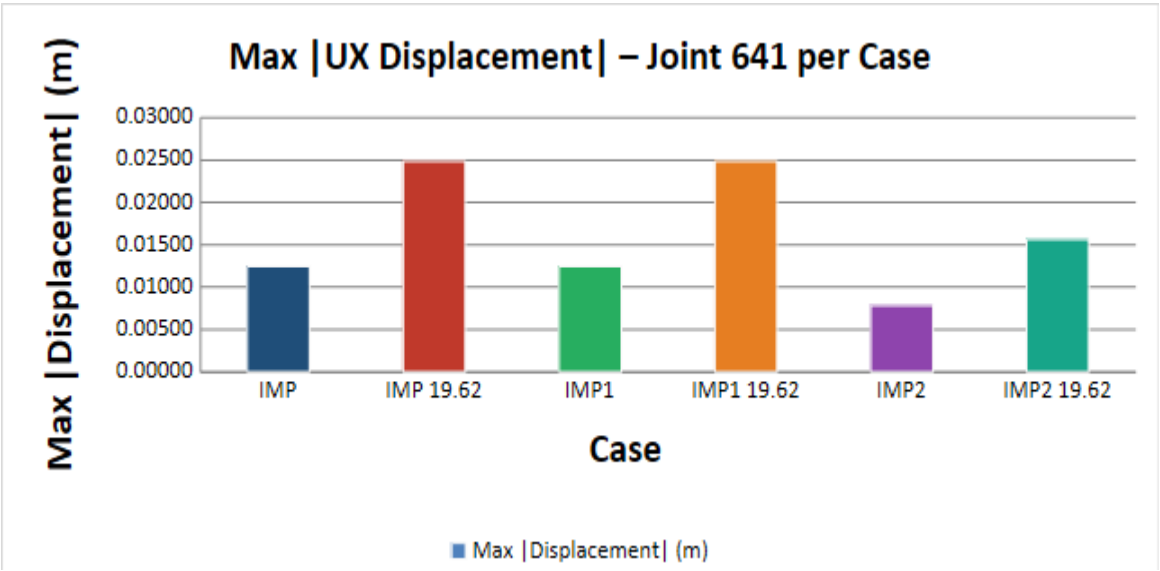
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01050	0.01050
IMP 19.62	6.68	-0.02101	0.02101
IMP1	6.71	-0.01050	0.01050
IMP1 19.62	6.71	-0.02101	0.02101
IMP2	4.23	0.00670	0.00670
IMP2 19.62	4.23	0.01340	0.01340

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.51: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.52: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



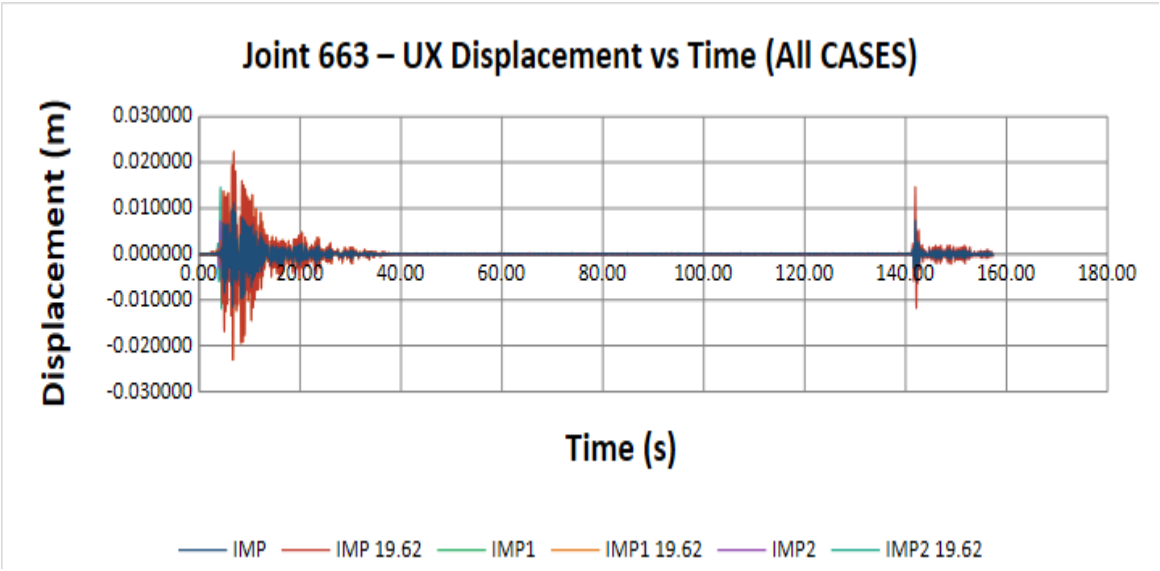
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.53: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Max UX Displacement Summary – Joint 641

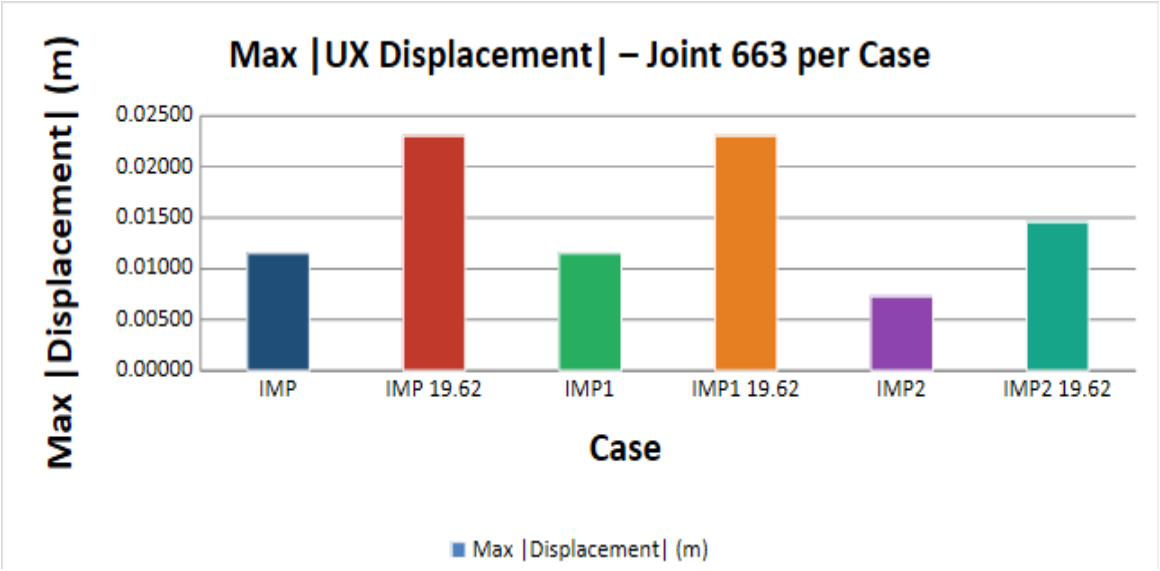
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01244	0.01244
IMP 19.62	6.68	-0.02488	0.02488
IMP1	6.71	-0.01244	0.01244
IMP1 19.62	6.71	-0.02488	0.02488
IMP2	4.23	0.00782	0.00782
IMP2 19.62	4.23	0.01564	0.01564

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.54: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.58: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.59: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

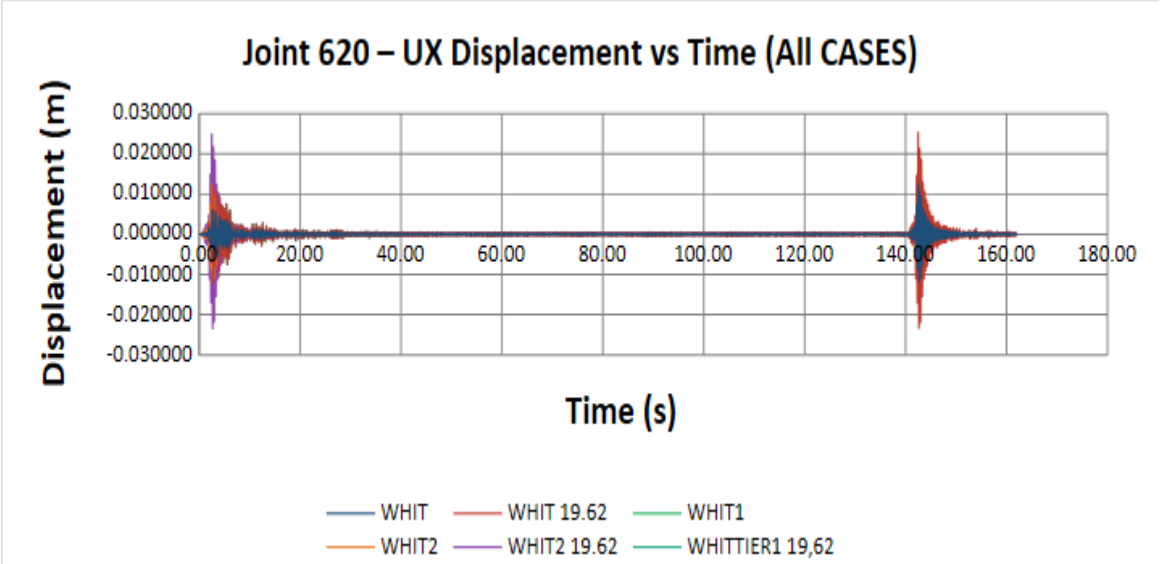
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01150	0.01150
IMP 19.62	6.68	-0.02301	0.02301
IMP1	6.71	-0.01150	0.01150
IMP1 19.62	6.71	-0.02301	0.02301
IMP2	4.23	0.00729	0.00729
IMP2 19.62	4.23	0.01457	0.01457

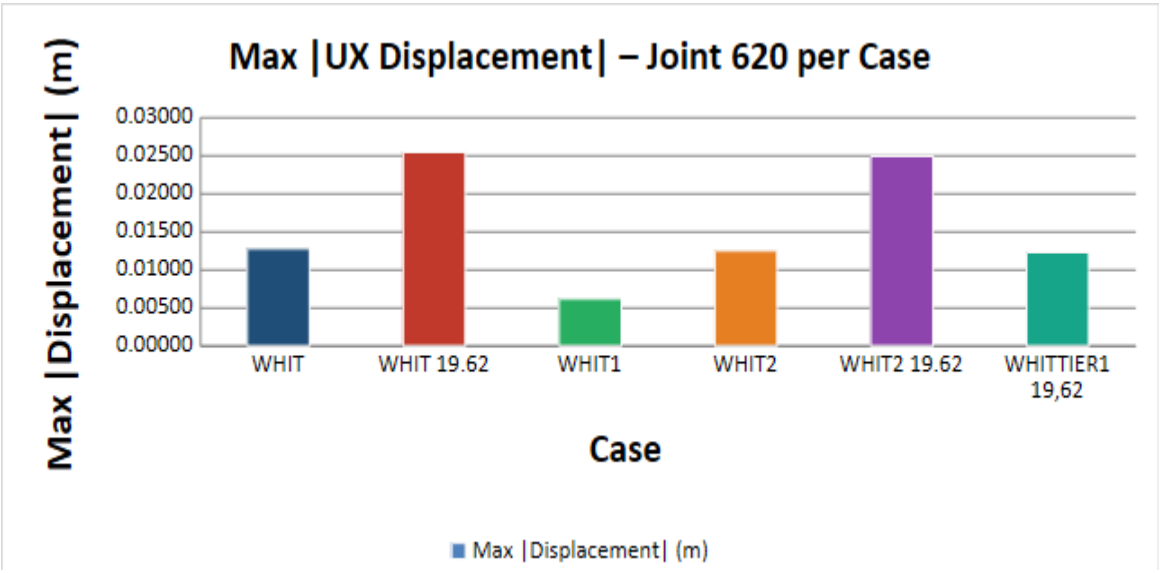
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.60: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.1-03.01.05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.61: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



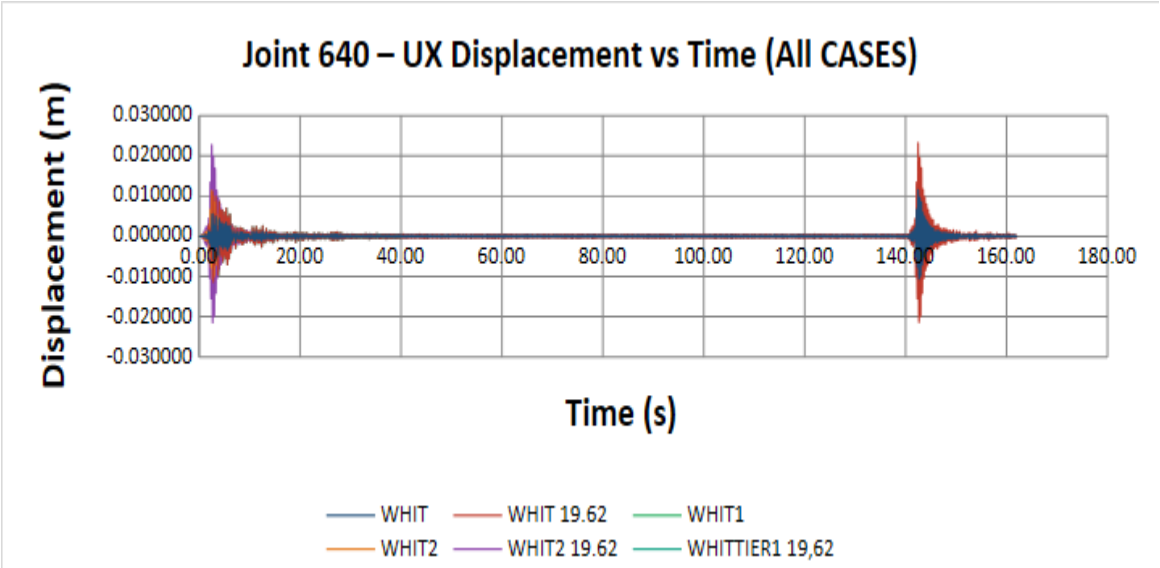
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.62: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

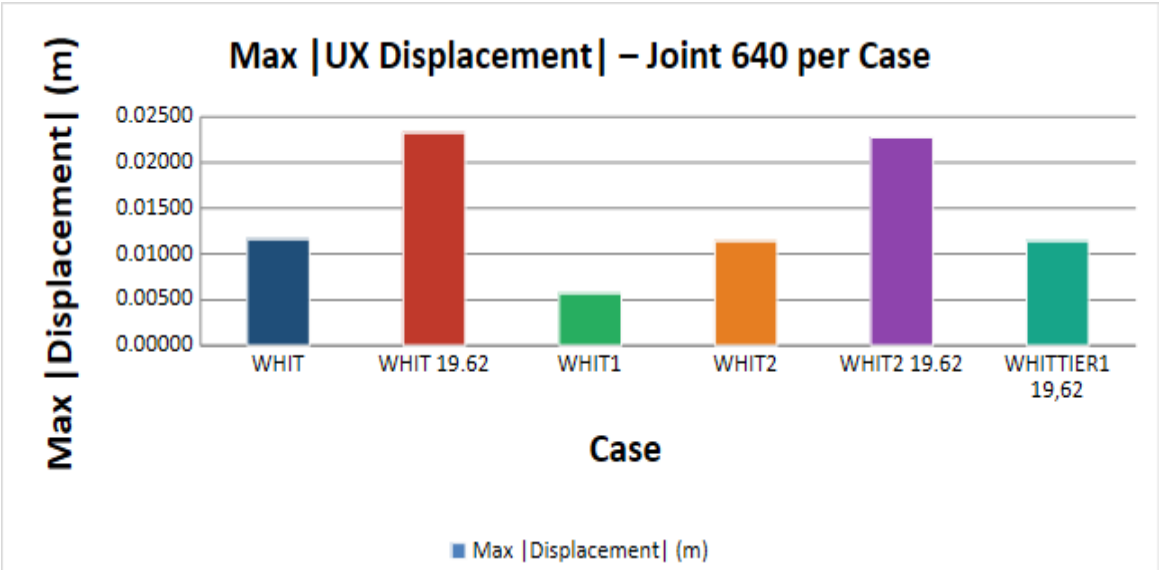
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01272	0.01272
WHIT 19.62	142.49	0.02545	0.02545
WHIT1	2.84	-0.00615	0.00615
WHIT2	2.51	0.01246	0.01246
WHIT2 19.62	2.51	0.02492	0.02492
WHITTIER1 19,62	2.84	-0.01230	0.01230

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.63: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Whittier Narrows – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.64: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



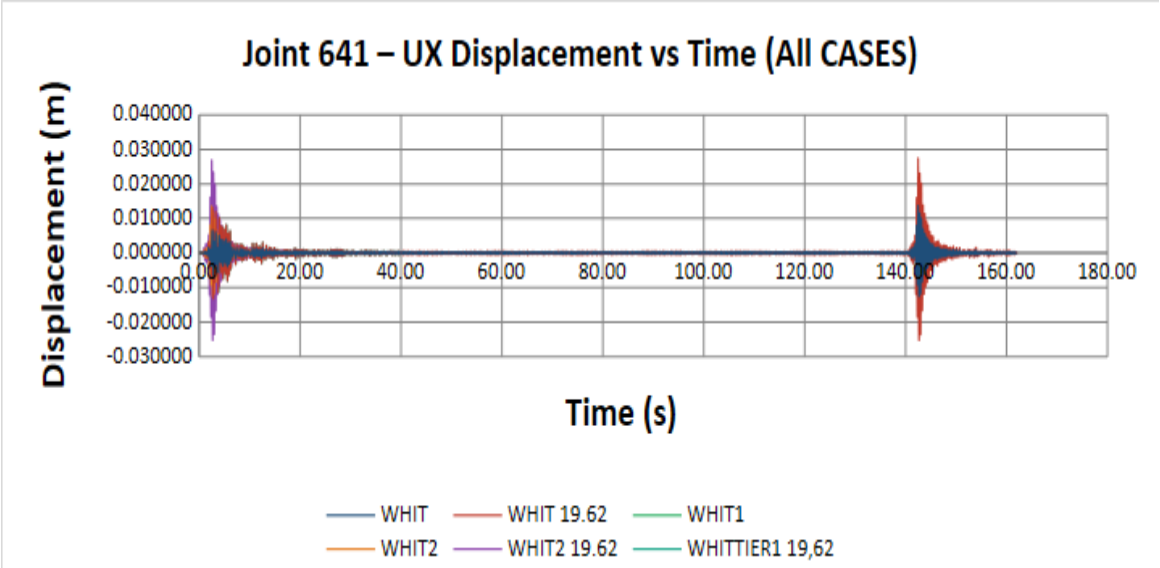
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.65: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

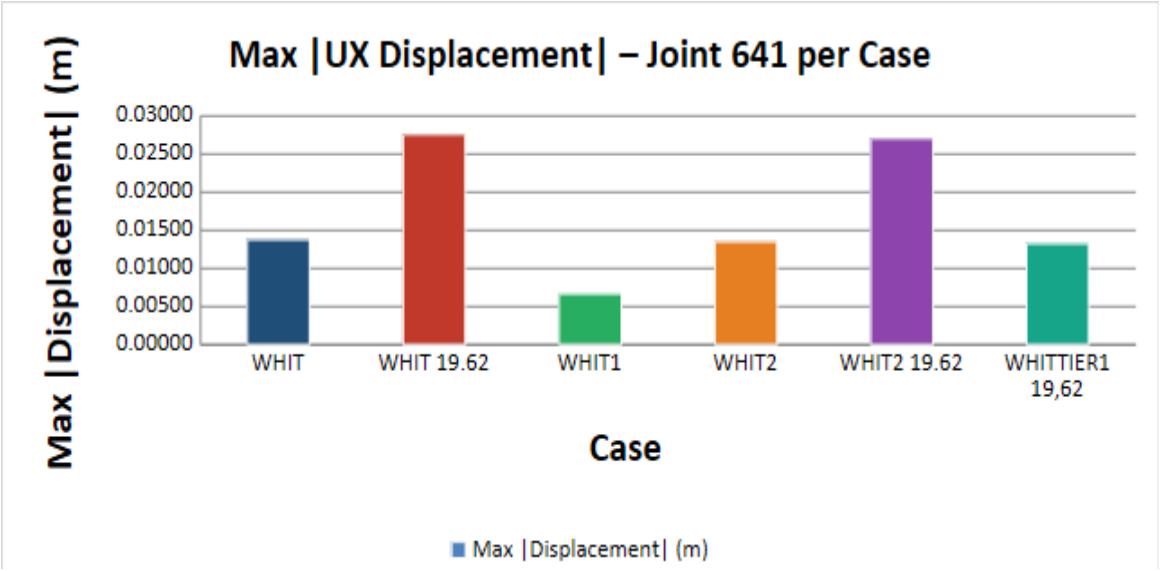
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01162	0.01162
WHIT 19.62	142.49	0.02324	0.02324
WHIT1	2.84	-0.00569	0.00569
WHIT2	2.51	0.01139	0.01139
WHIT2 19.62	2.51	0.02277	0.02277
WHITTIER1 19,62	2.84	-0.01138	0.01138

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.66: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Whittier Narrows – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.67: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



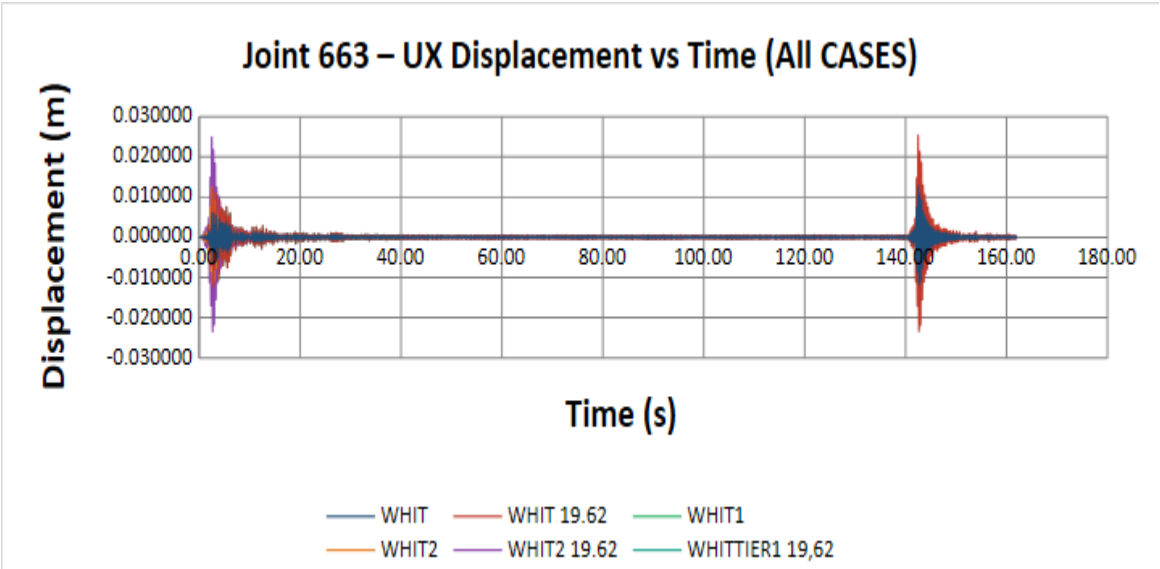
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.68: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

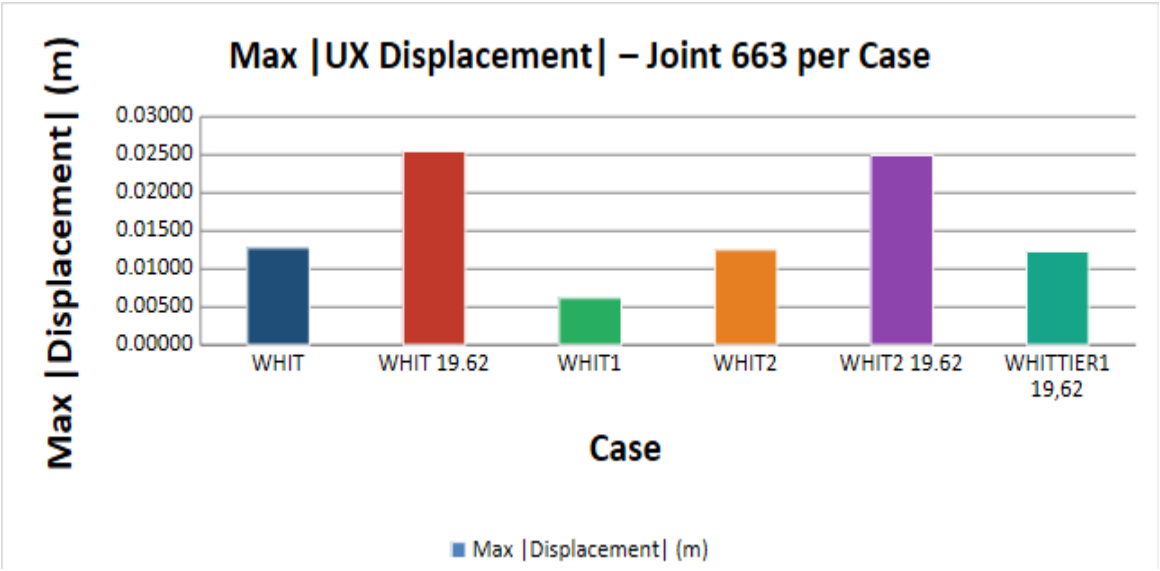
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01373	0.01373
WHIT 19.62	142.49	0.02747	0.02747
WHIT1	2.84	-0.00659	0.00659
WHIT2	2.51	0.01347	0.01347
WHIT2 19.62	2.51	0.02694	0.02694
WHITTIER1 19,62	2.84	-0.01319	0.01319

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.69: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Whittier Narrows – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.73: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.74: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

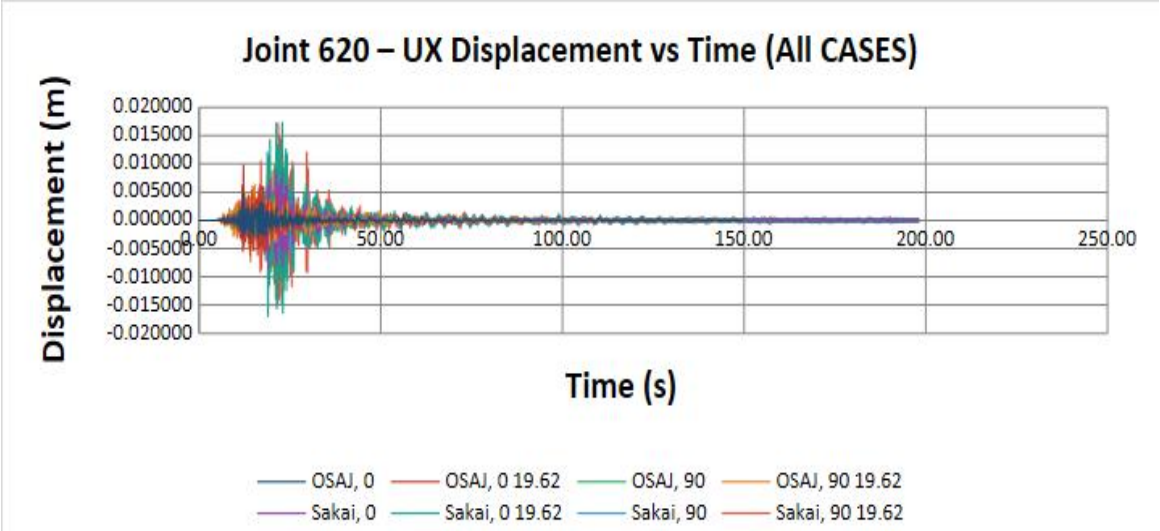
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01272	0.01272
WHIT 19.62	142.49	0.02545	0.02545
WHIT1	2.84	-0.00615	0.00615
WHIT2	2.51	0.01246	0.01246
WHIT2 19.62	2.51	0.02492	0.02492
WHITTIER1 19,62	2.84	-0.01230	0.01230

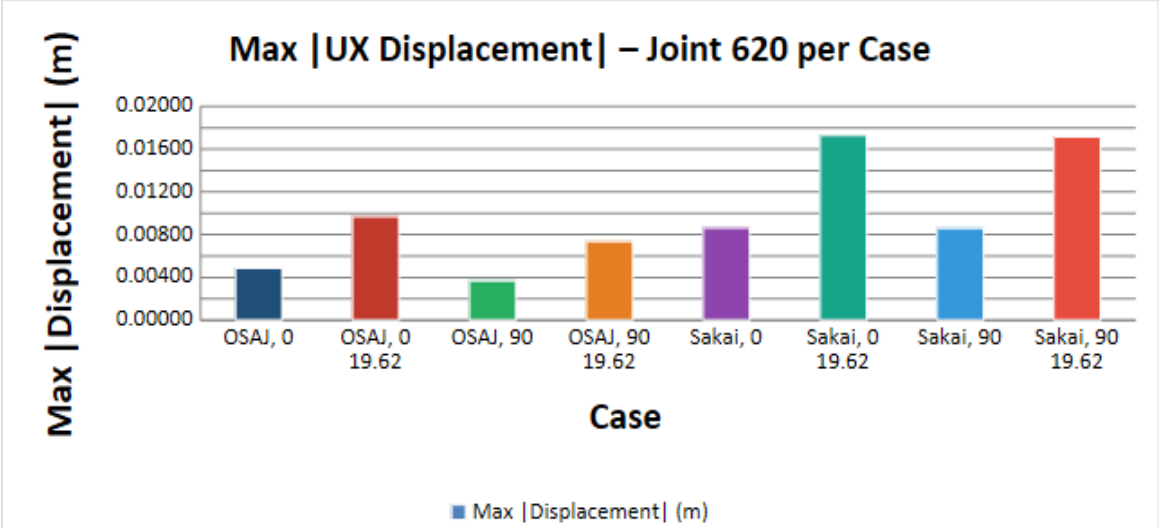
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.75: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.1-03.01.06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.76: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



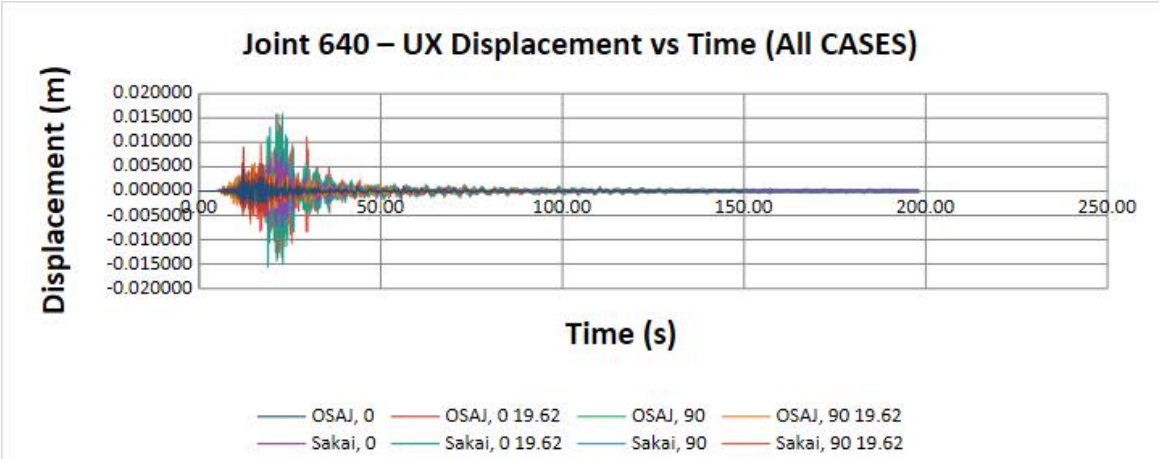
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.77: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

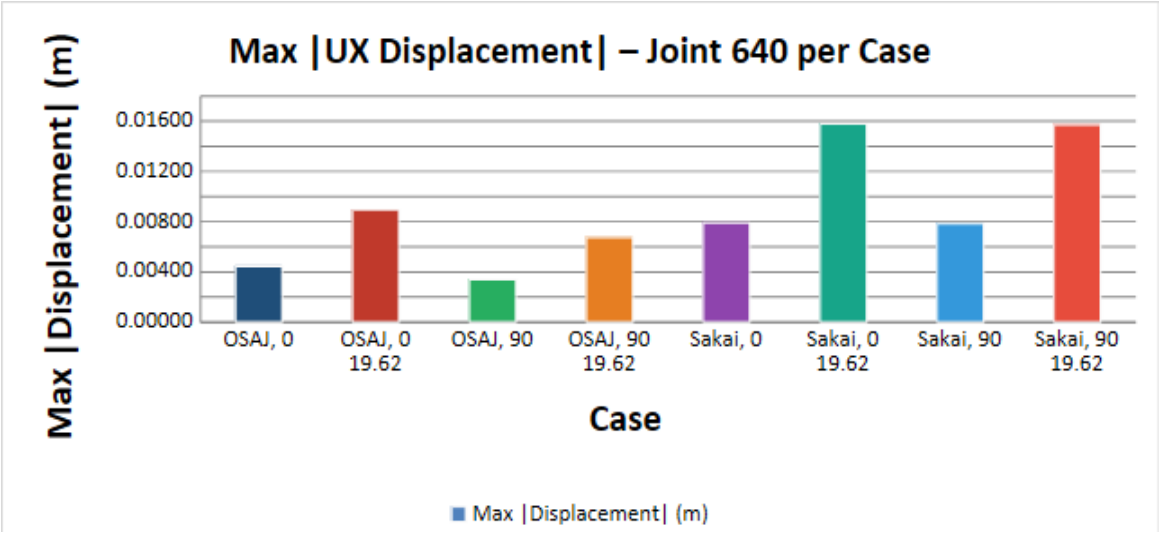
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00485	0.00485
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00969	0.00969
OSAJ, 90	14.14	-0.00367	0.00367
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00735	0.00735
Sakai, 0	22.88	0.00864	0.00864
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01729	0.01729
Sakai, 90	21.78	0.00858	0.00858
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01716	0.01716

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.78: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Kobe Japan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.79: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



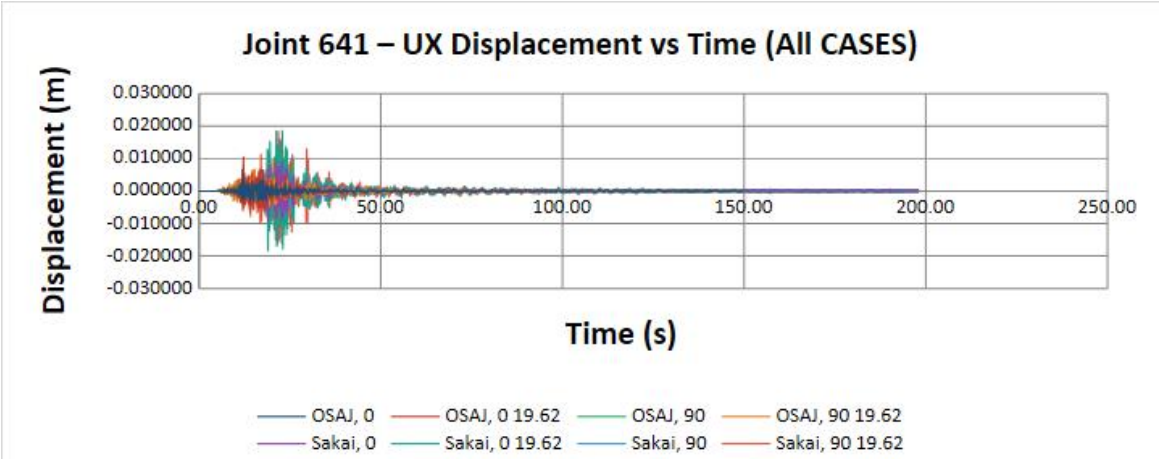
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.80: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

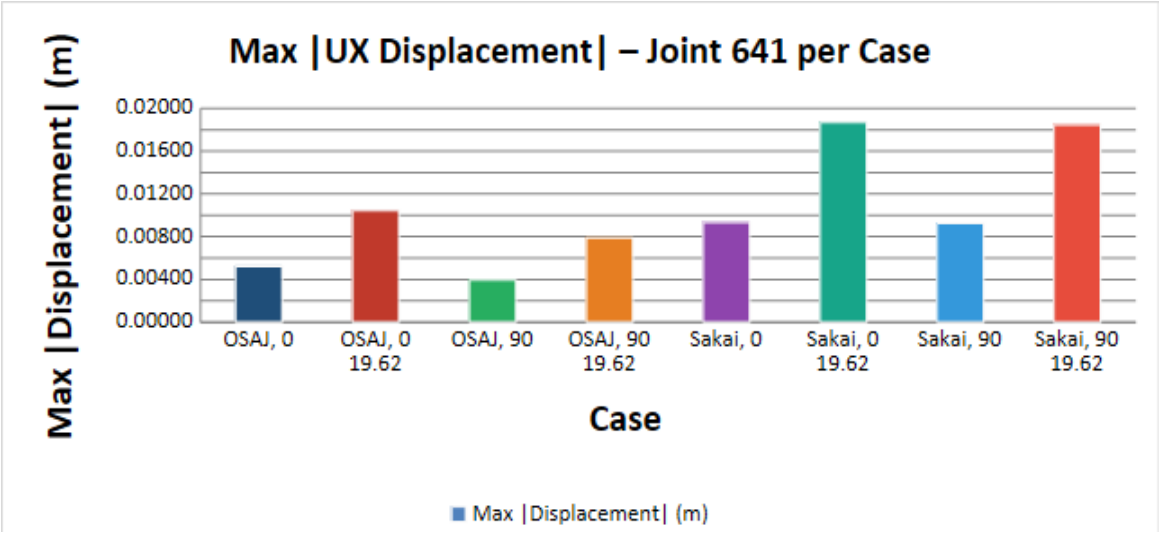
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00445	0.00445
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00890	0.00890
OSAJ, 90	14.14	-0.00338	0.00338
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00676	0.00676
Sakai, 0	22.88	0.00790	0.00790
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01580	0.01580
Sakai, 90	21.78	0.00785	0.00785
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01571	0.01571

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.81: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Kobe Japan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.82: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



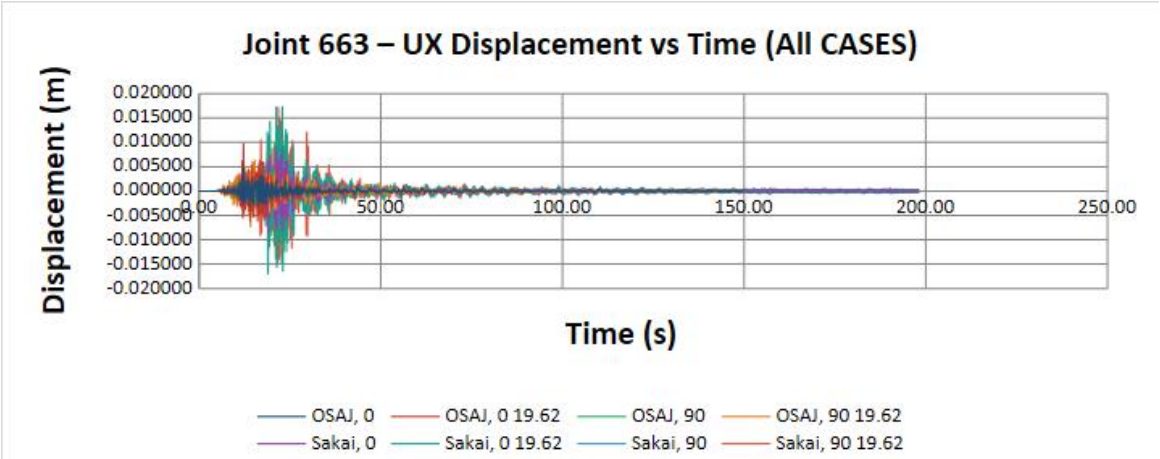
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.83: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

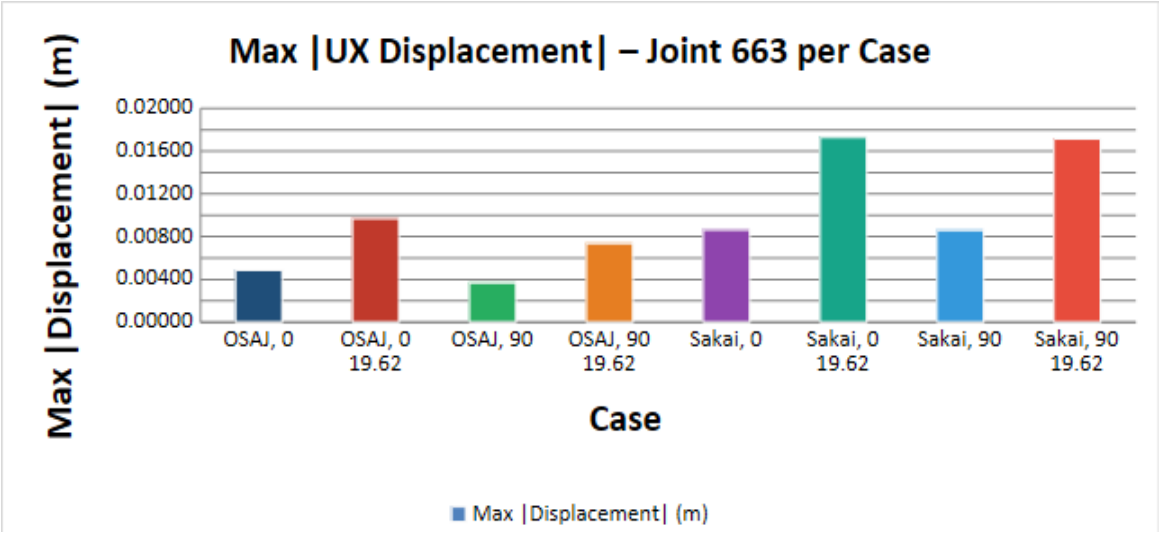
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00522	0.00522
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.01043	0.01043
OSAJ, 90	14.14	-0.00395	0.00395
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00790	0.00790
Sakai, 0	22.88	0.00933	0.00933
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01866	0.01866
Sakai, 90	21.78	0.00924	0.00924
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01848	0.01848

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.84: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Kobe Japan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.88: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.89: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

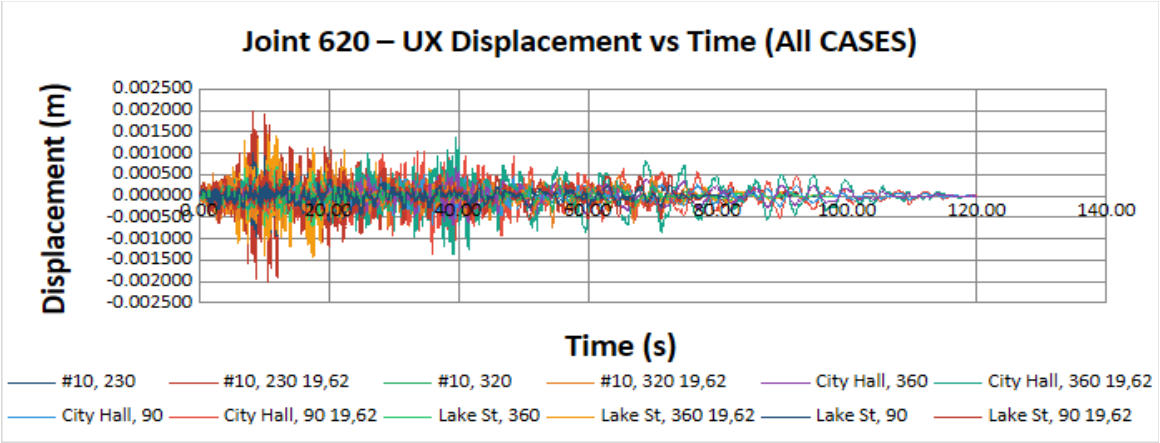
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00485	0.00485
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00969	0.00969
OSAJ, 90	14.14	-0.00367	0.00367
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00735	0.00735
Sakai, 0	22.88	0.00864	0.00864
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01729	0.01729
Sakai, 90	21.78	0.00858	0.00858
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01716	0.01716

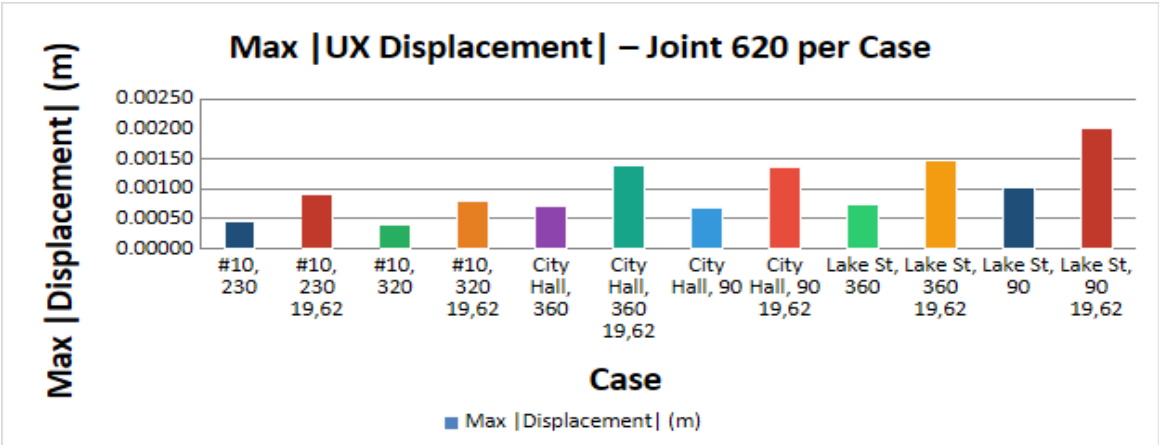
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.90: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.1-03.01.07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.91: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



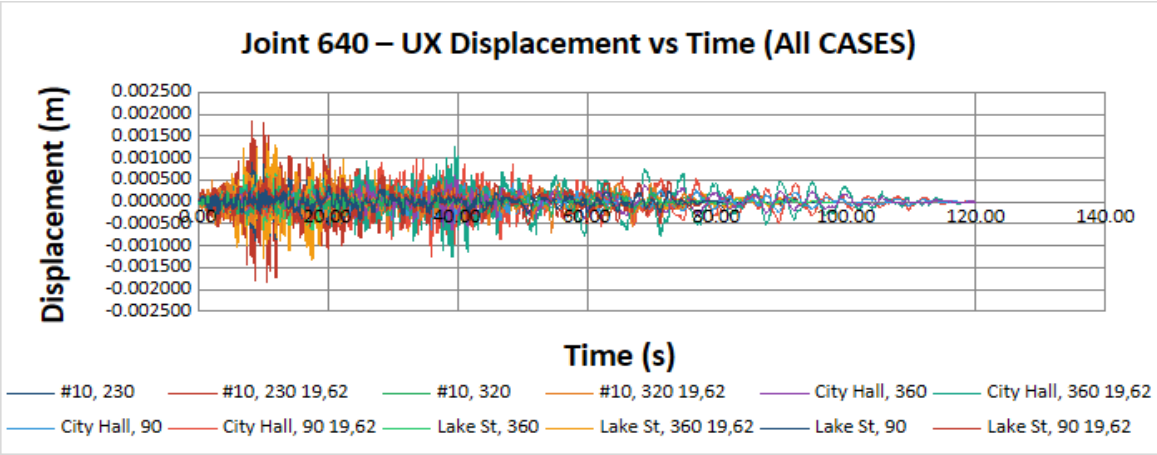
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.92: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

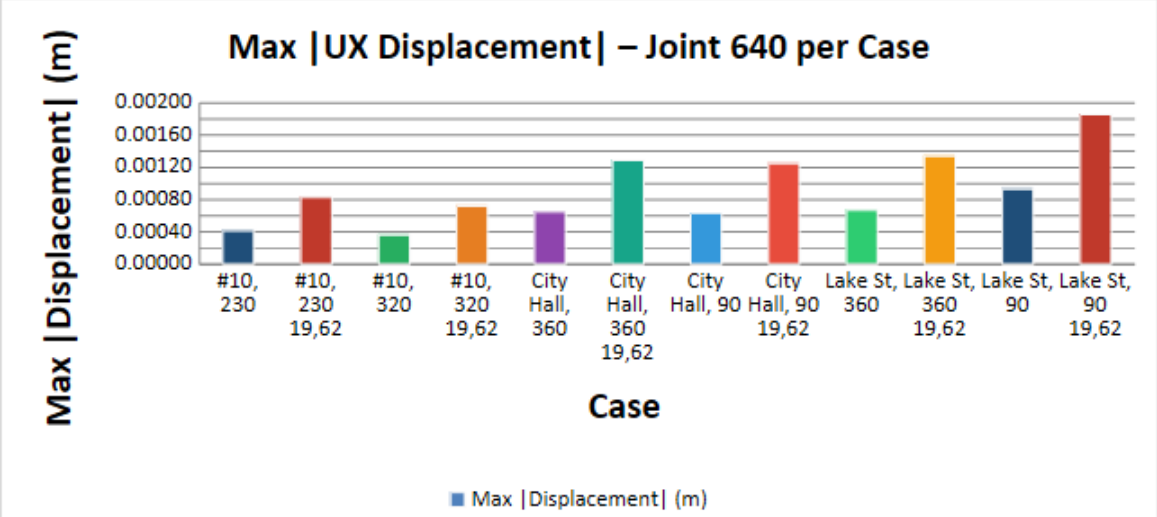
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00089	0.00089
#10, 320	12.41	0.00039	0.00039
#10, 320 19,62	12.41	0.00079	0.00079
City Hall, 360	39.22	-0.00070	0.00070
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00140	0.00140
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00136	0.00136
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00101	0.00101
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00202	0.00202

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.93: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Hector Mine - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.94: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



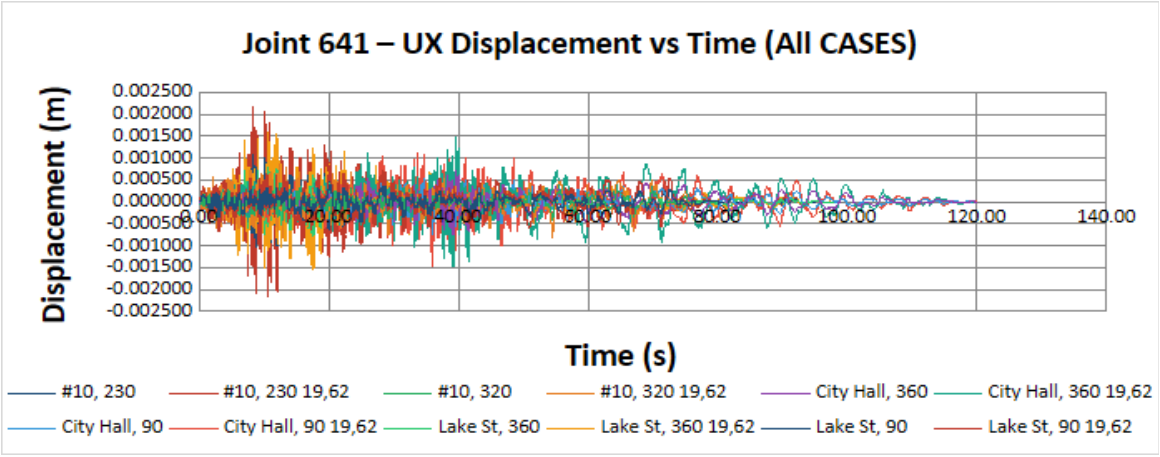
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.95: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

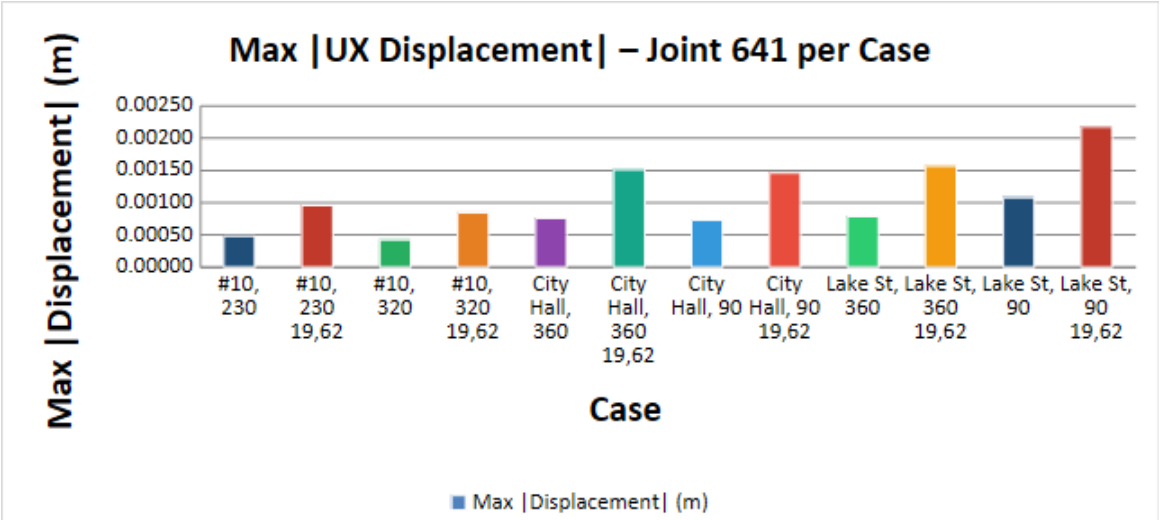
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00041	0.00041
#10, 230 19,62	25.10	-0.00083	0.00083
#10, 320	12.41	0.00036	0.00036
#10, 320 19,62	12.41	0.00072	0.00072
City Hall, 360	39.22	-0.00064	0.00064
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00129	0.00129
City Hall, 90	35.94	-0.00063	0.00063
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00125	0.00125
Lake St, 360	10.56	0.00067	0.00067
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00134	0.00134
Lake St, 90	10.69	-0.00093	0.00093
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00186	0.00186

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.96: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Hector Mine - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.97: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



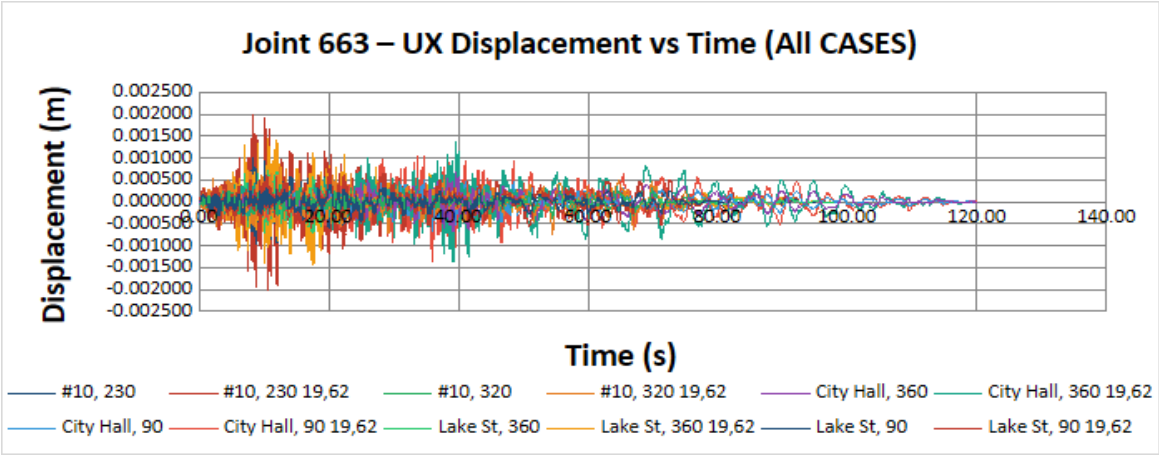
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.98: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

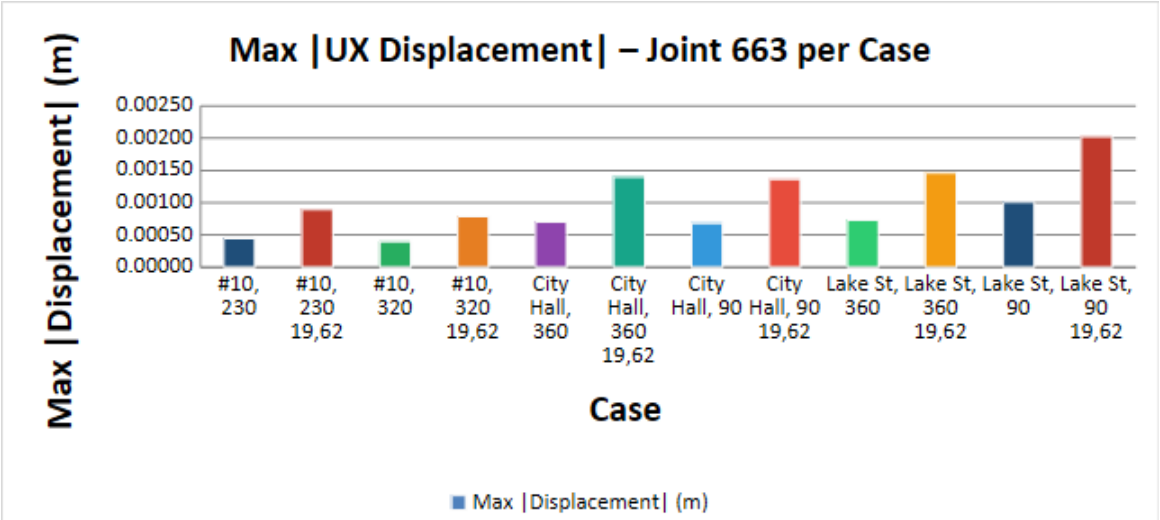
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00048	0.00048
#10, 230 19,62	25.10	-0.00096	0.00096
#10, 320	12.41	0.00042	0.00042
#10, 320 19,62	12.41	0.00085	0.00085
City Hall, 360	39.22	-0.00076	0.00076
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00151	0.00151
City Hall, 90	35.94	-0.00073	0.00073
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00146	0.00146
Lake St, 360	10.56	0.00079	0.00079
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00157	0.00157
Lake St, 90	8.35	0.00108	0.00108
Lake St, 90 19,62	8.35	0.00217	0.00217

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.99: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Hector Mine - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.103: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.1.104: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

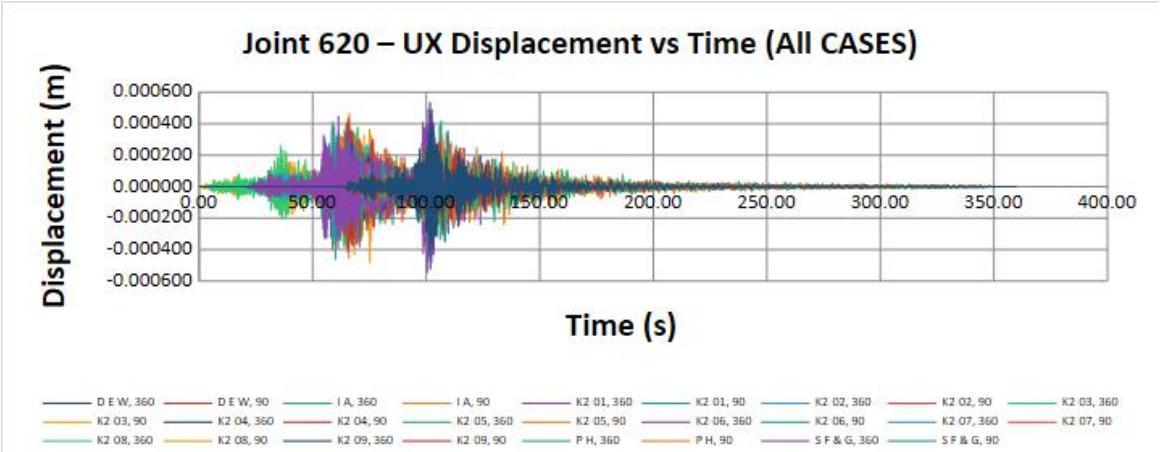
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00089	0.00089
#10, 320	12.41	0.00039	0.00039
#10, 320 19,62	12.41	0.00079	0.00079
City Hall, 360	39.22	-0.00070	0.00070
City Hall, 360 19,62	39.21	-0.00140	0.00140
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00136	0.00136
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00101	0.00101
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00202	0.00202

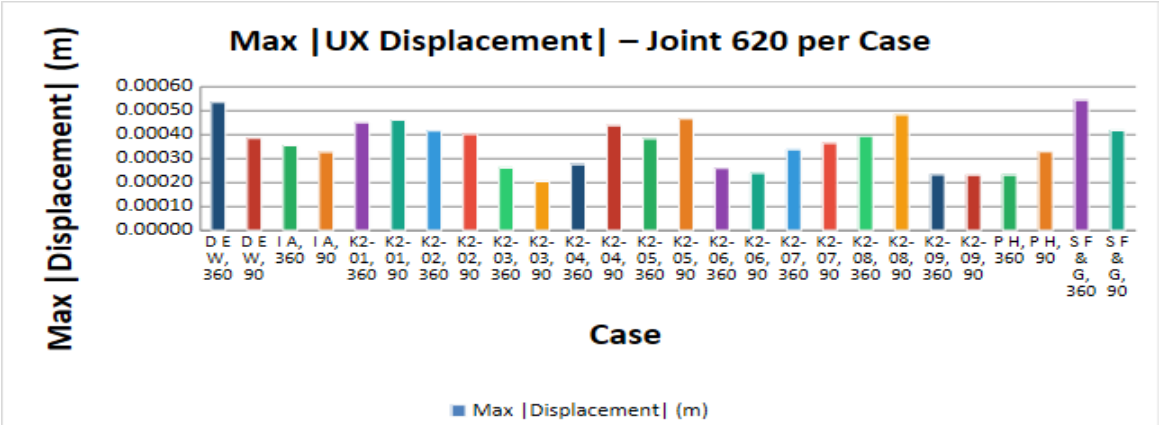
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.1.105: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.1-03.01.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.209: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



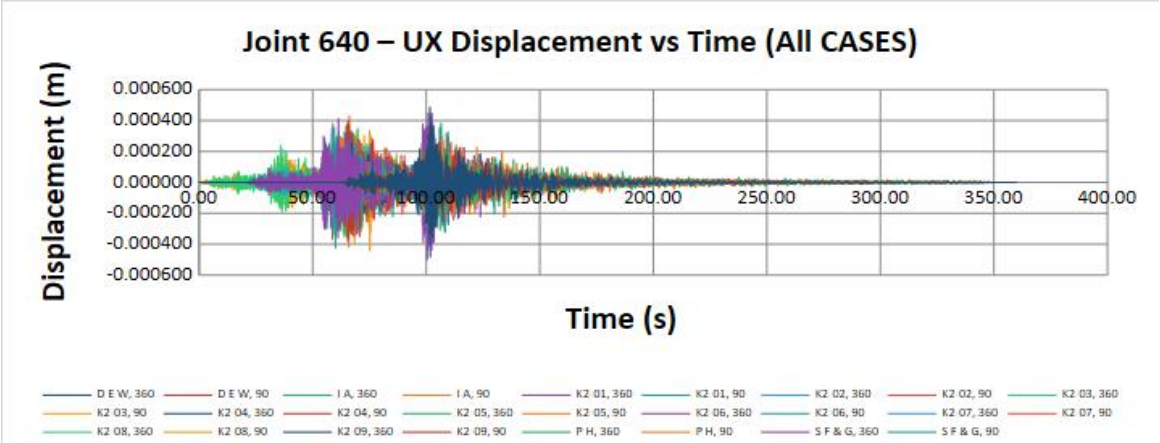
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.210: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

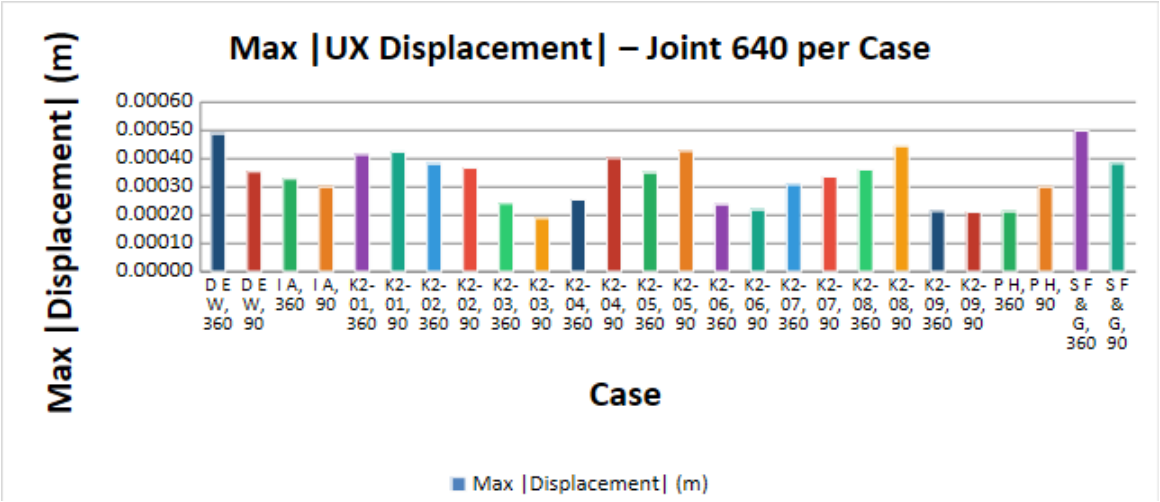
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00053	0.00053
D E W, 90	102.54	0.00038	0.00038
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
I A, 90	107.13	0.00033	0.00033
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00041	0.00041
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00020	0.00020
K2-04, 360	67.14	0.00028	0.00028
K2-04, 90	65.62	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00047	0.00047
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	65.17	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023
P H, 360	98.61	0.00023	0.00023
P H, 90	102.41	-0.00033	0.00033
S F & G, 360	100.41	-0.00054	0.00054
S F & G, 90	106.57	0.00042	0.00042

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.211: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.212: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



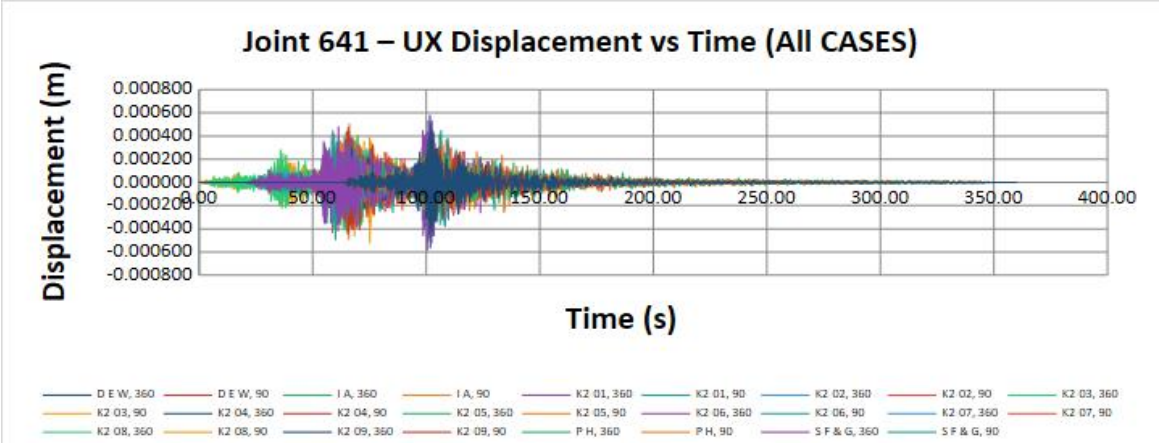
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.213: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

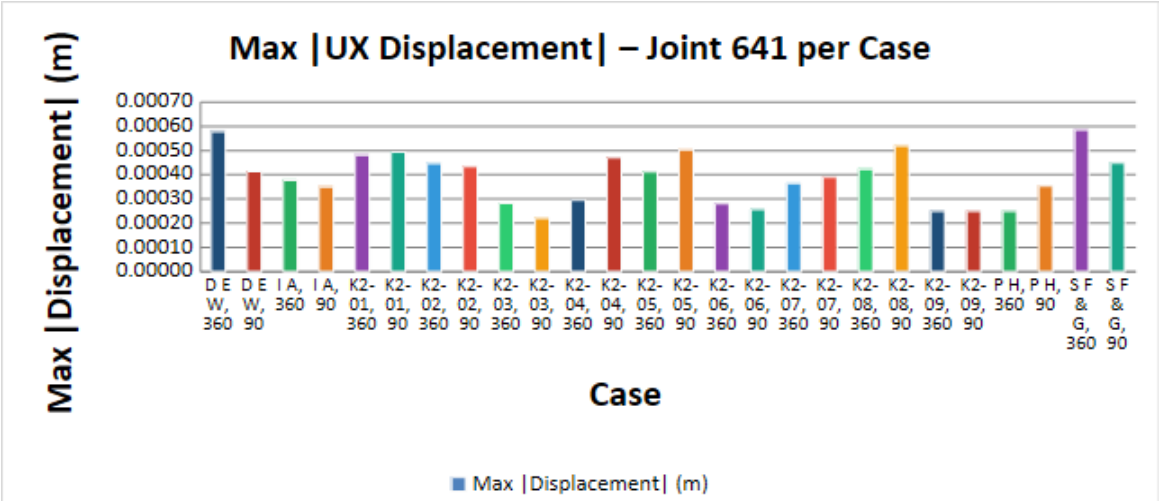
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00049	0.00049
D E W, 90	102.54	0.00035	0.00035
I A, 360	109.58	0.00033	0.00033
I A, 90	107.13	0.00030	0.00030
K2-01, 360	61.38	0.00041	0.00041
K2-01, 90	60.04	-0.00042	0.00042
K2-02, 360	58.90	0.00038	0.00038
K2-02, 90	58.70	-0.00037	0.00037
K2-03, 360	35.88	0.00024	0.00024
K2-03, 90	38.19	0.00019	0.00019
K2-04, 360	67.14	0.00025	0.00025
K2-04, 90	65.62	0.00040	0.00040
K2-05, 360	64.72	-0.00035	0.00035
K2-05, 90	66.14	0.00043	0.00043
K2-06, 360	60.72	-0.00024	0.00024
K2-06, 90	67.78	-0.00022	0.00022
K2-07, 360	66.30	0.00031	0.00031
K2-07, 90	69.24	-0.00034	0.00034
K2-08, 360	65.17	0.00036	0.00036
K2-08, 90	75.19	-0.00044	0.00044
K2-09, 360	60.31	-0.00021	0.00021
K2-09, 90	63.78	-0.00021	0.00021
P H, 360	98.61	0.00021	0.00021
P H, 90	102.41	-0.00030	0.00030
S F & G, 360	100.41	-0.00050	0.00050
S F & G, 90	106.57	0.00038	0.00038

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.214: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.215: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



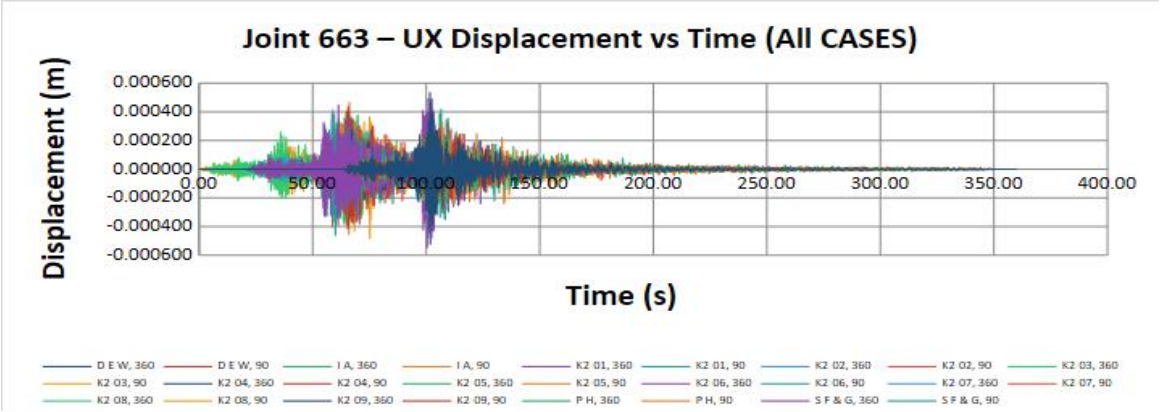
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.216: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

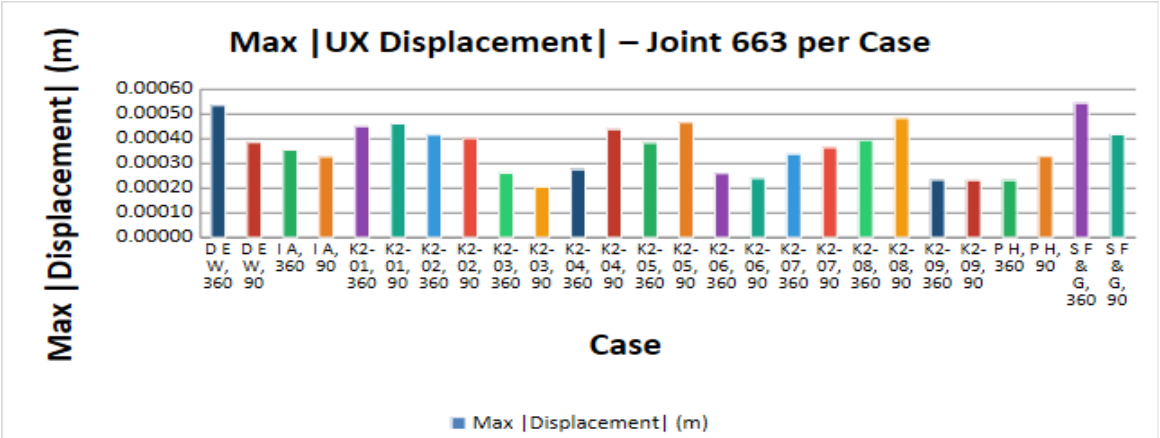
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00058	0.00058
D E W, 90	102.54	0.00041	0.00041
I A, 360	109.58	0.00038	0.00038
I A, 90	107.13	0.00035	0.00035
K2-01, 360	61.38	0.00048	0.00048
K2-01, 90	60.04	-0.00049	0.00049
K2-02, 360	58.91	0.00045	0.00045
K2-02, 90	58.70	-0.00043	0.00043
K2-03, 360	35.88	0.00028	0.00028
K2-03, 90	38.19	0.00022	0.00022
K2-04, 360	67.14	0.00029	0.00029
K2-04, 90	65.62	0.00047	0.00047
K2-05, 360	64.72	-0.00041	0.00041
K2-05, 90	66.14	0.00050	0.00050
K2-06, 360	60.72	-0.00028	0.00028
K2-06, 90	67.78	-0.00026	0.00026
K2-07, 360	66.30	0.00036	0.00036
K2-07, 90	69.24	-0.00039	0.00039
K2-08, 360	65.17	0.00042	0.00042
K2-08, 90	75.19	-0.00052	0.00052
K2-09, 360	60.31	-0.00025	0.00025
K2-09, 90	63.78	-0.00025	0.00025
P H, 360	98.61	0.00025	0.00025
P H, 90	102.41	-0.00035	0.00035
S F & G, 360	100.41	-0.00058	0.00058
S F & G, 90	106.57	0.00045	0.00045

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.217: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.221: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



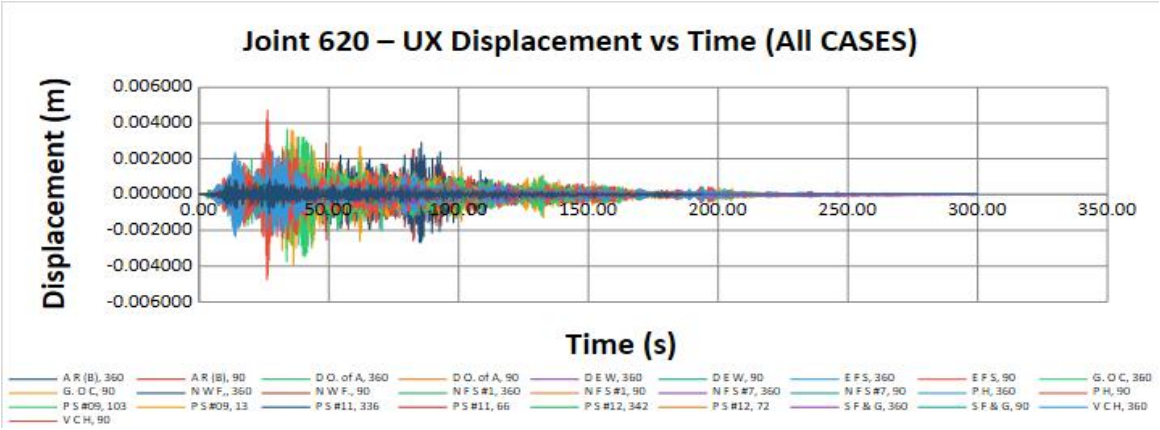
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.222: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663

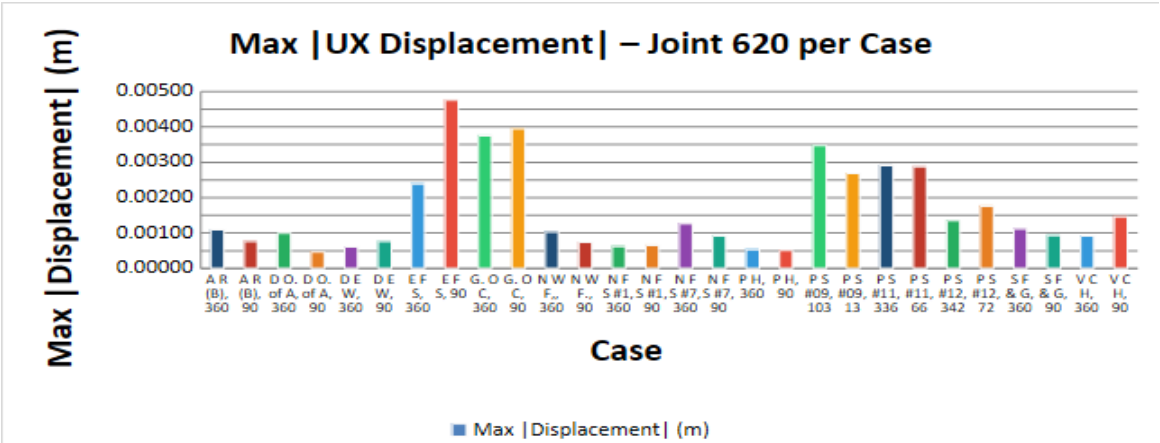
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00053	0.00053
D E W, 90	102.54	0.00038	0.00038
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
I A, 90	107.13	0.00033	0.00033
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00041	0.00041
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00020	0.00020
K2-04, 360	67.14	0.00028	0.00028
K2-04, 90	65.62	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00047	0.00047
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	65.17	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023
P H, 360	98.61	0.00023	0.00023
P H, 90	102.41	-0.00033	0.00033
S F & G, 360	100.41	-0.00054	0.00054
S F & G, 90	106.57	0.00042	0.00042

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.223: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.1-03.01.09 Σεισμός Denali Alaska
Denali Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.225: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



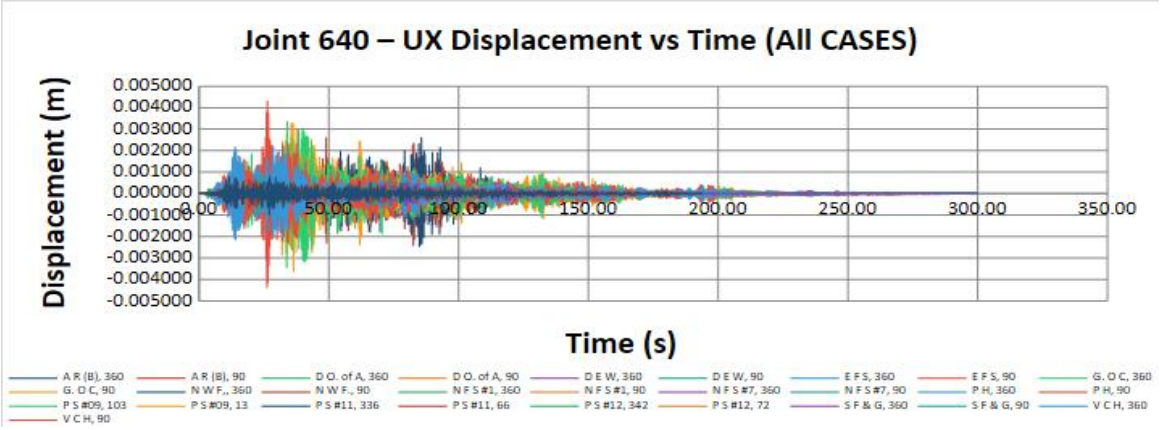
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.226: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

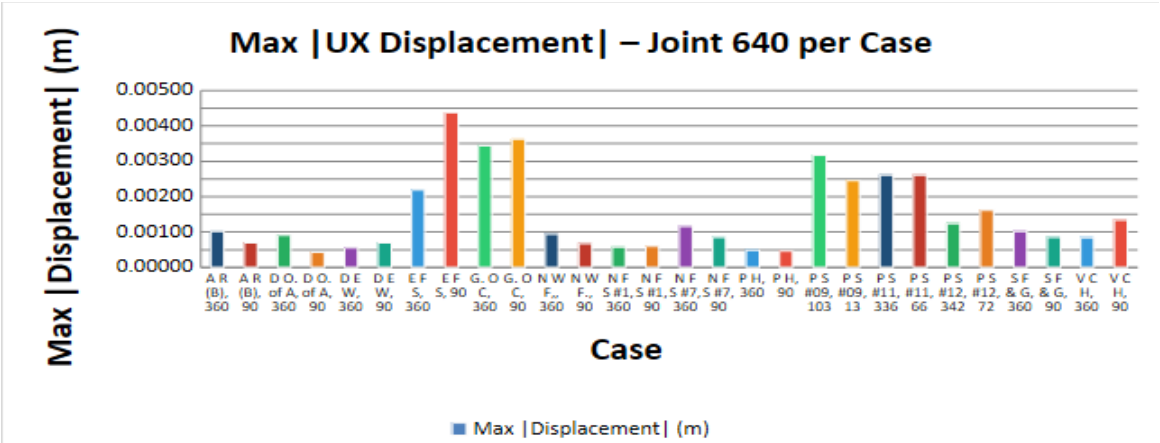
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00109	0.00109
A R (B), 90	19.05	-0.00075	0.00075
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	16.00	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00239	0.00239
E F S, 90	26.18	-0.00475	0.00475
G. O C, 360	33.78	-0.00375	0.00375
G. O C, 90	36.38	-0.00395	0.00395
N W F,, 360	17.76	0.00103	0.00103
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00062	0.00062
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00126	0.00126
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	40.95	-0.00347	0.00347
P S #09, 13	62.11	0.00268	0.00268
P S #11, 336	85.66	0.00291	0.00291
P S #11, 66	48.99	0.00287	0.00287
P S #12, 342	62.32	-0.00135	0.00135
P S #12, 72	60.08	-0.00176	0.00176
S F & G, 360	69.63	0.00111	0.00111
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.66	0.00092	0.00092
V C H, 90	51.49	0.00146	0.00146

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.227: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Denali Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.228: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



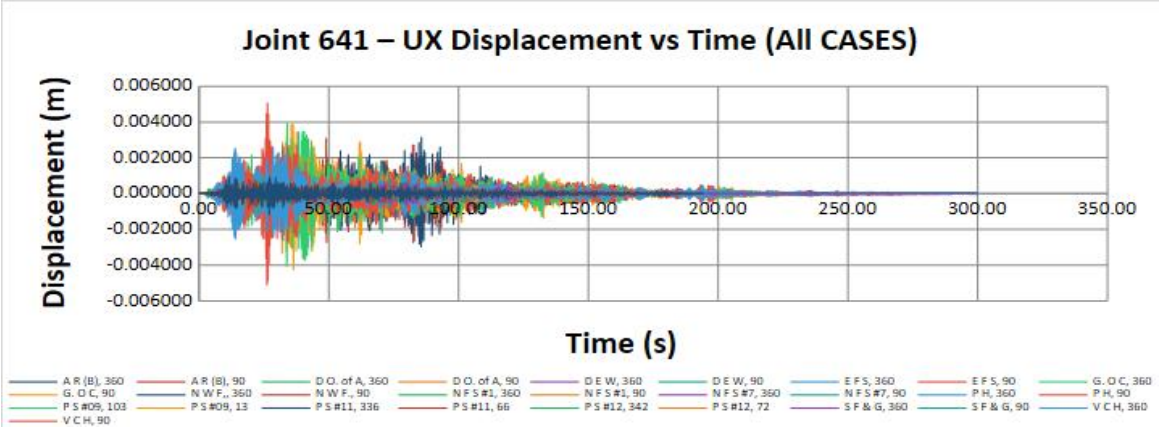
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.229: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

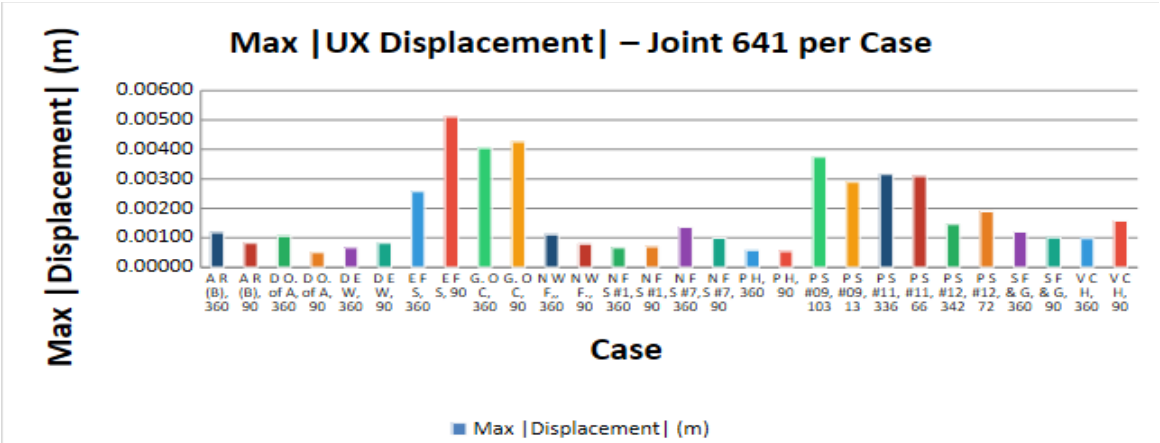
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00101	0.00101
A R (B), 90	19.05	-0.00069	0.00069
D O. of A, 360	22.74	-0.00091	0.00091
D O. of A, 90	16.00	-0.00042	0.00042
D E W, 360	80.03	-0.00055	0.00055
D E W, 90	73.31	-0.00070	0.00070
E F S, 360	28.49	0.00219	0.00219
E F S, 90	26.18	-0.00436	0.00436
G. O C, 360	33.78	-0.00344	0.00344
G. O C, 90	36.38	-0.00362	0.00362
N W F,, 360	17.76	0.00094	0.00094
N W F., 90	32.23	-0.00067	0.00067
N F S #1, 360	23.10	0.00057	0.00057
N F S #1, 90	26.62	-0.00060	0.00060
N F S #7, 360	35.90	0.00116	0.00116
N F S #7, 90	43.72	-0.00084	0.00084
P H, 360	84.72	0.00049	0.00049
P H, 90	66.32	-0.00046	0.00046
P S #09, 103	40.95	-0.00317	0.00317
P S #09, 13	62.11	0.00245	0.00245
P S #11, 336	85.66	0.00261	0.00261
P S #11, 66	48.99	0.00261	0.00261
P S #12, 342	62.32	-0.00124	0.00124
P S #12, 72	60.08	-0.00161	0.00161
S F & G, 360	69.63	0.00102	0.00102
S F & G, 90	73.98	0.00085	0.00085
V C H, 360	55.66	0.00084	0.00084
V C H, 90	51.48	0.00134	0.00134

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.230: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Denali Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.231: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



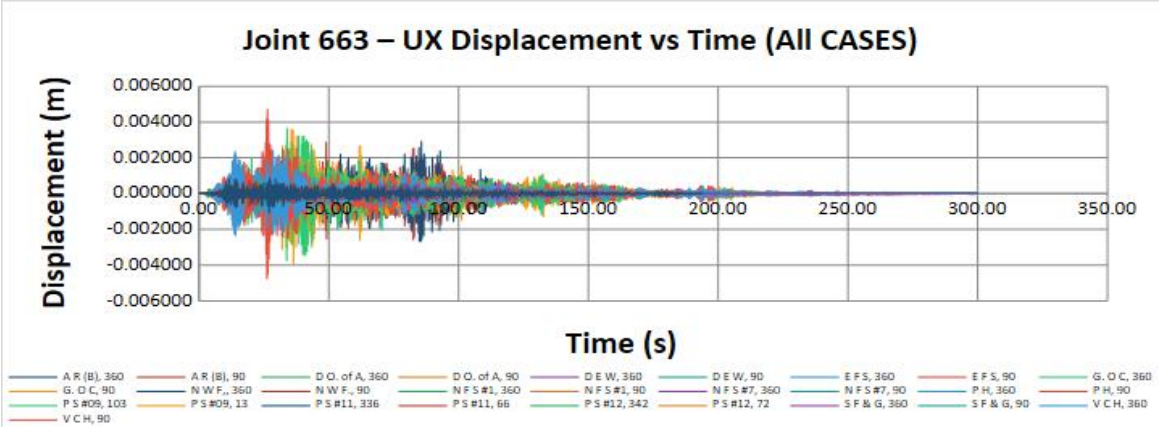
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.232: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

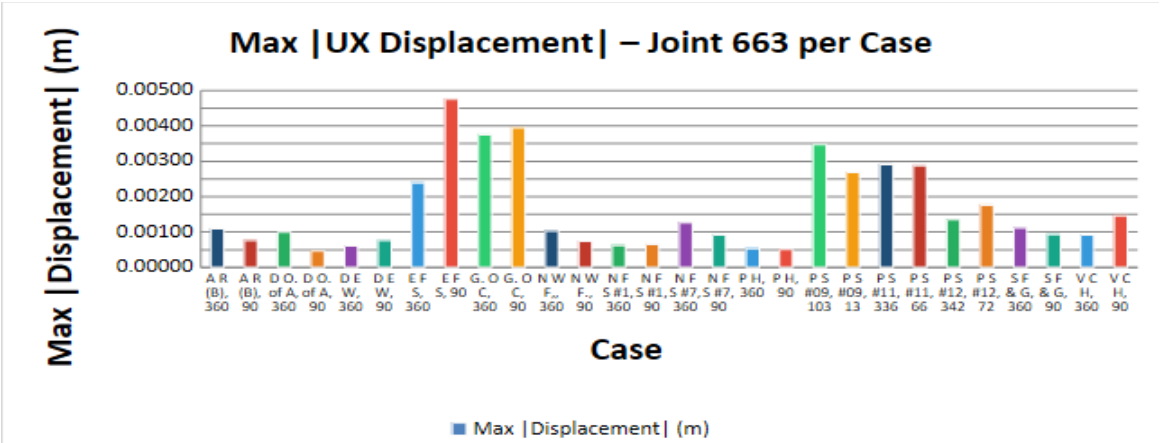
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00118	0.00118
A R (B), 90	19.05	-0.00081	0.00081
D O. of A, 360	22.74	-0.00106	0.00106
D O. of A, 90	16.00	-0.00050	0.00050
D E W, 360	80.03	-0.00065	0.00065
D E W, 90	73.31	-0.00082	0.00082
E F S, 360	28.49	0.00257	0.00257
E F S, 90	26.18	-0.00511	0.00511
G. O C, 360	33.78	-0.00404	0.00404
G. O C, 90	36.38	-0.00426	0.00426
N W F,, 360	17.76	0.00111	0.00111
N W F., 90	32.23	-0.00079	0.00079
N F S #1, 360	23.10	0.00067	0.00067
N F S #1, 90	26.62	-0.00070	0.00070
N F S #7, 360	35.90	0.00136	0.00136
N F S #7, 90	43.72	-0.00099	0.00099
P H, 360	84.72	0.00057	0.00057
P H, 90	66.32	-0.00054	0.00054
P S #09, 103	40.95	-0.00374	0.00374
P S #09, 13	62.11	0.00289	0.00289
P S #11, 336	85.66	0.00315	0.00315
P S #11, 66	48.99	0.00309	0.00309
P S #12, 342	62.32	-0.00146	0.00146
P S #12, 72	60.08	-0.00190	0.00190
S F & G, 360	69.63	0.00120	0.00120
S F & G, 90	73.98	0.00100	0.00100
V C H, 360	55.66	0.00098	0.00098
V C H, 90	51.49	0.00157	0.00157

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.233: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Denali Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.237: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.238: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

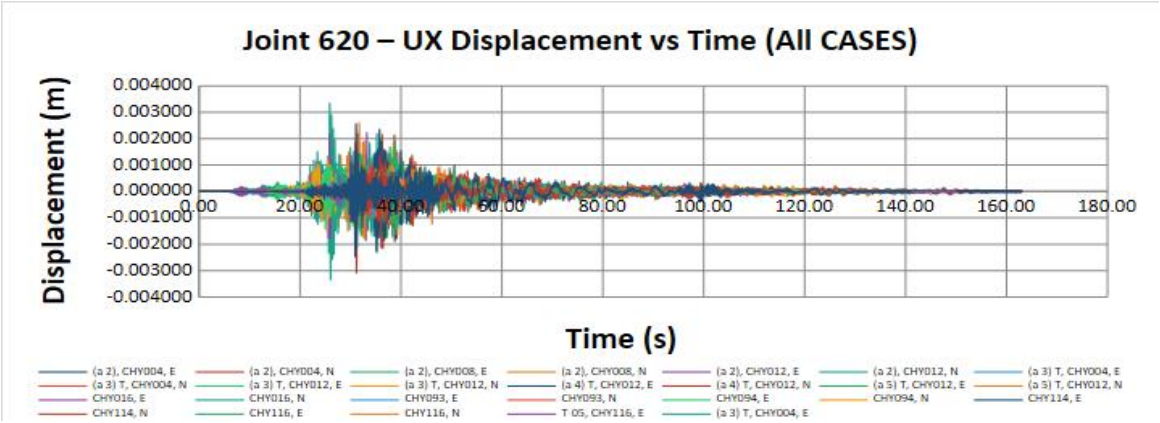
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00109	0.00109
A R (B), 90	19.05	-0.00075	0.00075
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	16.00	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00239	0.00239
E F S, 90	26.18	-0.00475	0.00475
G. O C, 360	33.78	-0.00375	0.00375
G. O C, 90	36.38	-0.00395	0.00395
N W F,, 360	17.76	0.00103	0.00103
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00062	0.00062
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00126	0.00126
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	40.95	-0.00347	0.00347
P S #09, 13	62.11	0.00268	0.00268
P S #11, 336	85.66	0.00291	0.00291
P S #11, 66	48.99	0.00287	0.00287
P S #12, 342	62.32	-0.00135	0.00135
P S #12, 72	60.08	-0.00176	0.00176
S F & G, 360	69.63	0.00111	0.00111
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.66	0.00092	0.00092
V C H, 90	51.49	0.00146	0.00146

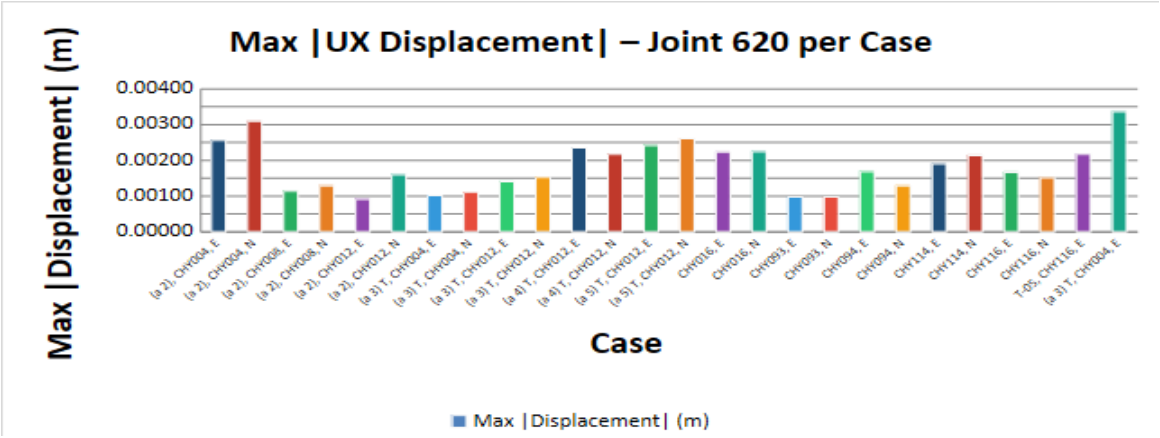
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.239: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.1-03.01.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.241: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



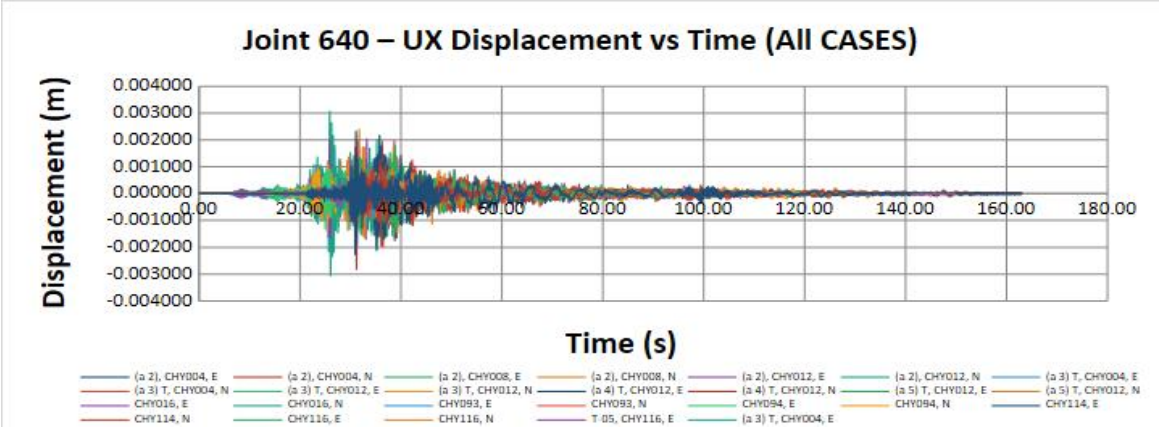
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.242: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

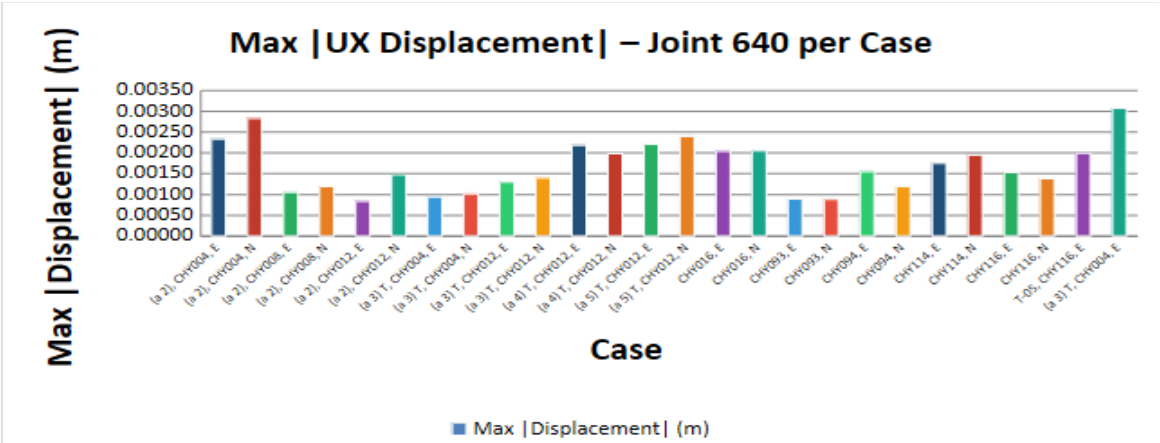
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00256	0.00256
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	32.01	0.00114	0.00114
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00129	0.00129
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00160	0.00160
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00102	0.00102
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00110	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	25.02	-0.00141	0.00141
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00153	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00235	0.00235
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00217	0.00217
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00242	0.00242
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00261	0.00261
CHY016, E	33.25	0.00223	0.00223
CHY016, N	35.08	-0.00224	0.00224
CHY093, E	34.80	-0.00098	0.00098
CHY093, N	30.67	-0.00097	0.00097
CHY094, E	34.28	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00129	0.00129
CHY114, E	38.78	-0.00190	0.00190
CHY114, N	38.70	0.00214	0.00214
CHY116, E	29.97	0.00167	0.00167
CHY116, N	29.48	-0.00151	0.00151
T-05, CHY116, E	25.86	0.00217	0.00217
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00336	0.00336

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.243: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.244: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



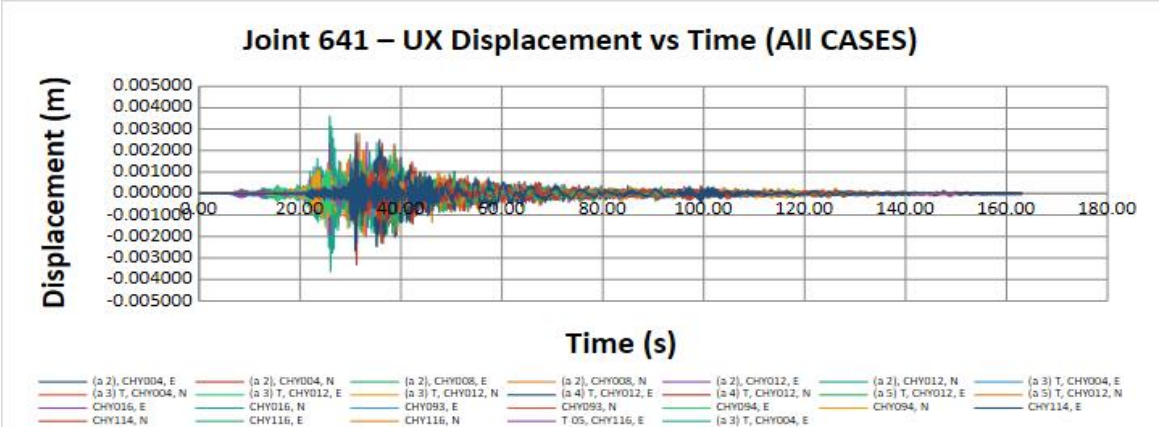
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.245: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

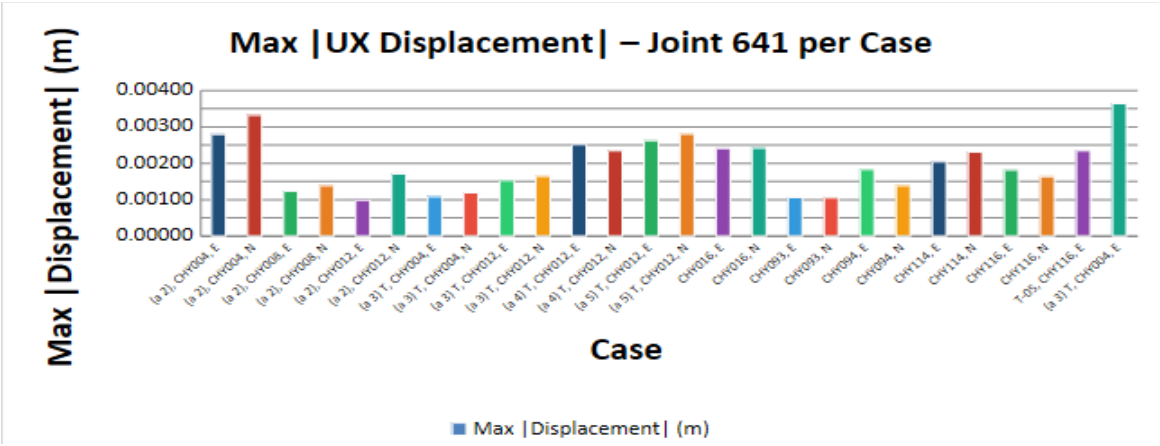
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00233	0.00233
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00283	0.00283
(a 2), CHY008, E	36.48	-0.00105	0.00105
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00119	0.00119
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00084	0.00084
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00147	0.00147
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00094	0.00094
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00101	0.00101
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00130	0.00130
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00140	0.00140
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00218	0.00218
(a 4) T, CHY012, N	36.44	-0.00198	0.00198
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00221	0.00221
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00240	0.00240
CHY016, E	33.24	0.00204	0.00204
CHY016, N	35.08	-0.00205	0.00205
CHY093, E	34.80	-0.00089	0.00089
CHY093, N	30.67	-0.00088	0.00088
CHY094, E	34.28	-0.00155	0.00155
CHY094, N	31.22	0.00119	0.00119
CHY114, E	38.78	-0.00175	0.00175
CHY114, N	38.70	0.00195	0.00195
CHY116, E	29.97	0.00153	0.00153
CHY116, N	29.48	-0.00138	0.00138
T-05, CHY116, E	25.86	0.00199	0.00199
(a 3) T, CHY004, E	25.89	0.00307	0.00307

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.246: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.247: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



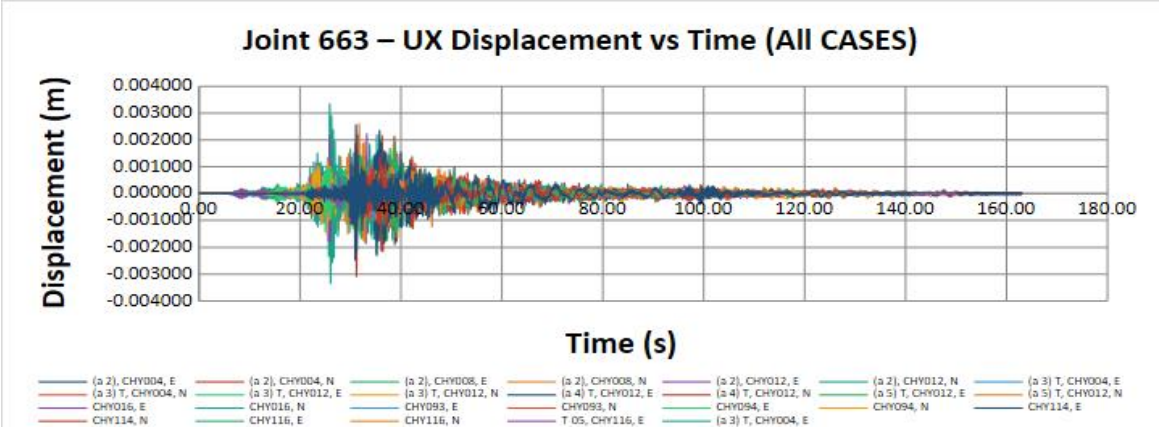
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.248: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

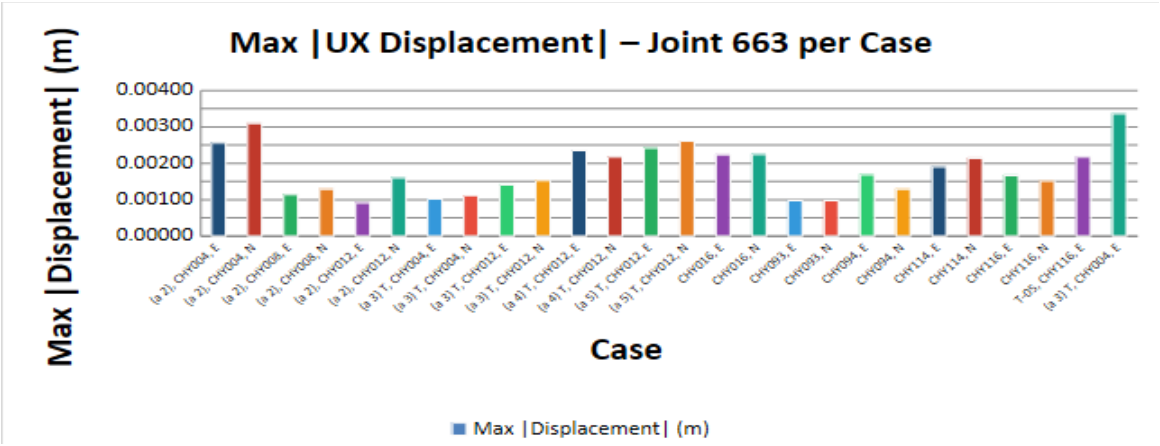
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.10	0.00279	0.00279
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00332	0.00332
(a 2), CHY008, E	32.01	0.00123	0.00123
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00138	0.00138
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00099	0.00099
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00171	0.00171
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00109	0.00109
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00119	0.00119
(a 3) T, CHY012, E	25.02	-0.00152	0.00152
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00164	0.00164
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00251	0.00251
(a 4) T, CHY012, N	36.26	0.00234	0.00234
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00262	0.00262
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00280	0.00280
CHY016, E	33.25	0.00240	0.00240
CHY016, N	35.08	-0.00242	0.00242
CHY093, E	34.80	-0.00106	0.00106
CHY093, N	30.67	-0.00105	0.00105
CHY094, E	34.27	-0.00182	0.00182
CHY094, N	31.22	0.00139	0.00139
CHY114, E	38.78	-0.00204	0.00204
CHY114, N	38.70	0.00231	0.00231
CHY116, E	29.97	0.00181	0.00181
CHY116, N	29.48	-0.00163	0.00163
T-05, CHY116, E	25.86	0.00234	0.00234
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00364	0.00364

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.249: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.253: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.254: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

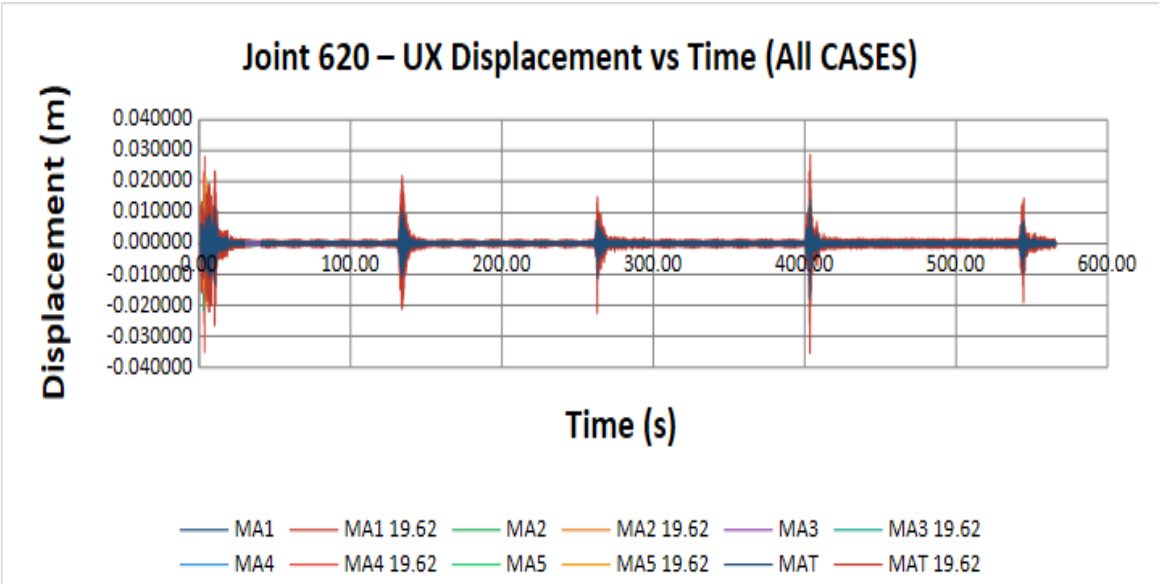
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00256	0.00256
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	32.01	0.00114	0.00114
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00129	0.00129
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00160	0.00160
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00102	0.00102
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00110	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	25.02	-0.00141	0.00141
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00153	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00235	0.00235
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00217	0.00217
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00242	0.00242
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00261	0.00261
CHY016, E	33.25	0.00223	0.00223
CHY016, N	35.08	-0.00224	0.00224
CHY093, E	34.80	-0.00098	0.00098
CHY093, N	30.67	-0.00097	0.00097
CHY094, E	34.28	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00129	0.00129
CHY114, E	38.78	-0.00190	0.00190
CHY114, N	38.70	0.00214	0.00214
CHY116, E	29.97	0.00167	0.00167
CHY116, N	29.48	-0.00151	0.00151
T-05, CHY116, E	25.86	0.00217	0.00217
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00336	0.00336

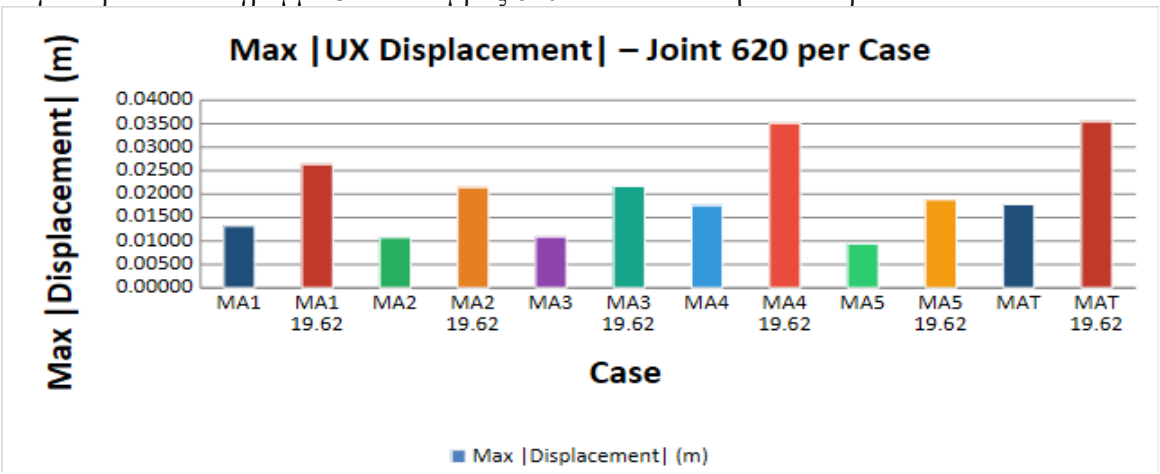
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.255: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.2-03.02.01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 620 Αριστερά από τον αγωγό. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.1: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



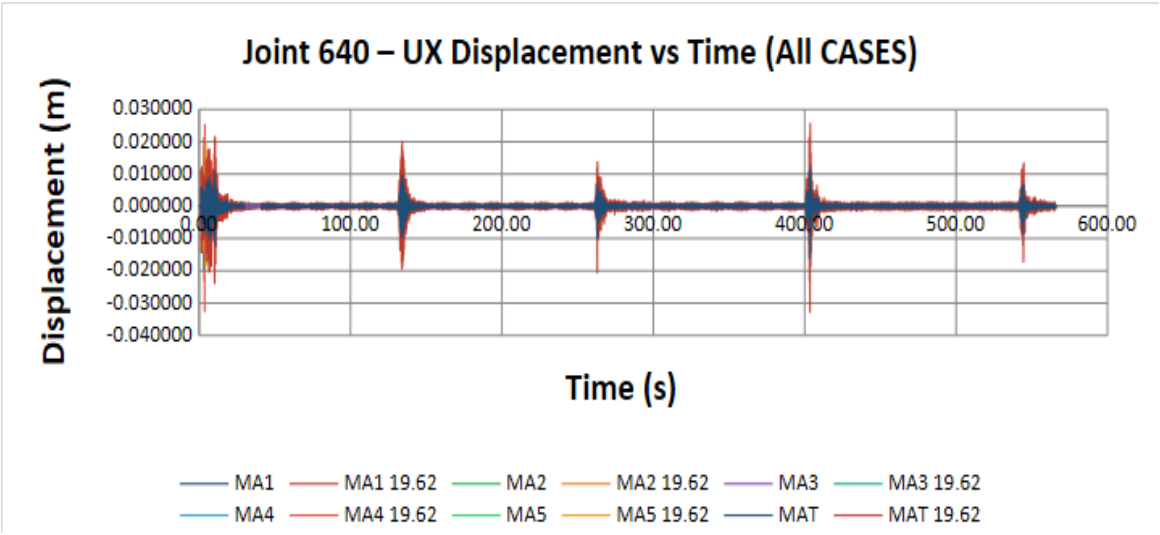
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.2: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

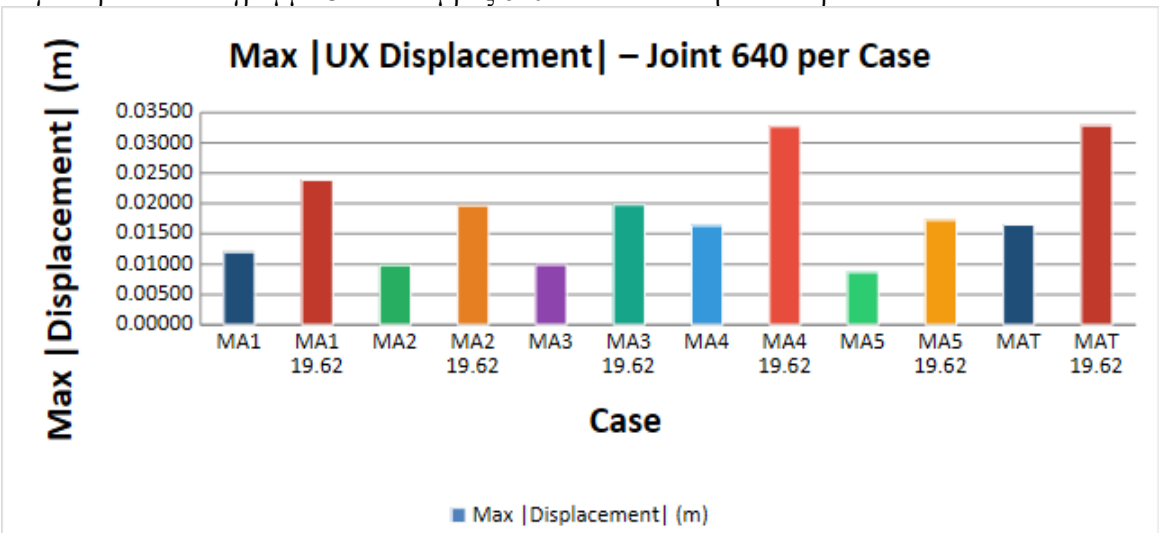
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01316	0.01316
MA1 19.62	10.27	-0.02631	0.02631
MA2	4.23	0.01071	0.01071
MA2 19.62	4.23	0.02142	0.02142
MA3	3.07	-0.01082	0.01082
MA3 19.62	3.07	-0.02165	0.02165
MA4	3.62	-0.01754	0.01754
MA4 19.62	3.62	-0.03507	0.03507
MA5	4.61	-0.00939	0.00939
MA5 19.62	4.60	-0.01877	0.01877
MAT	403.51	-0.01781	0.01781
MAT 19.62	403.51	-0.03544	0.03544

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.3: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Mammoth – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.4: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



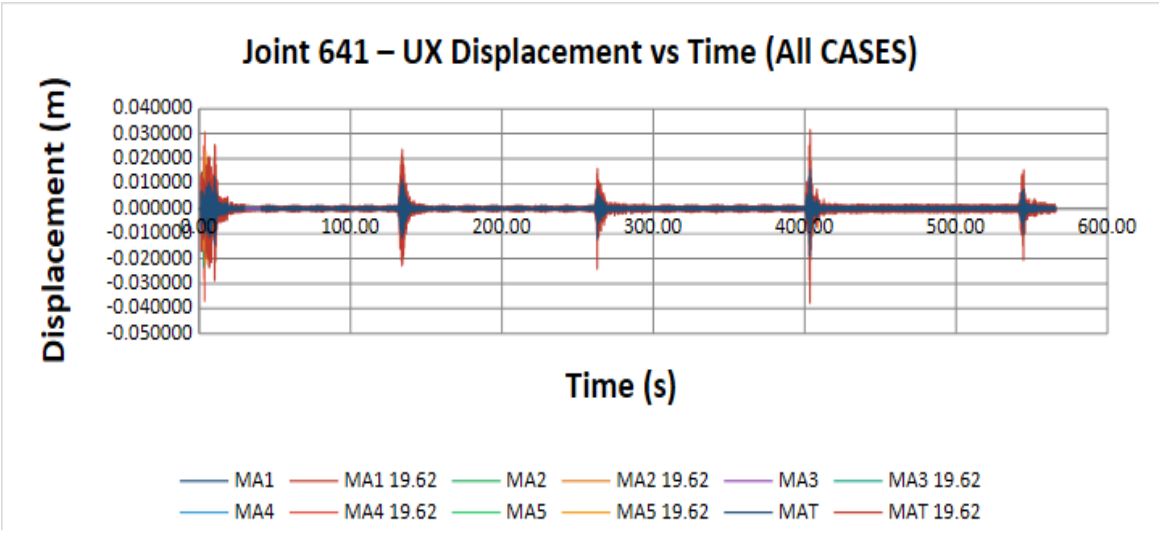
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.5: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

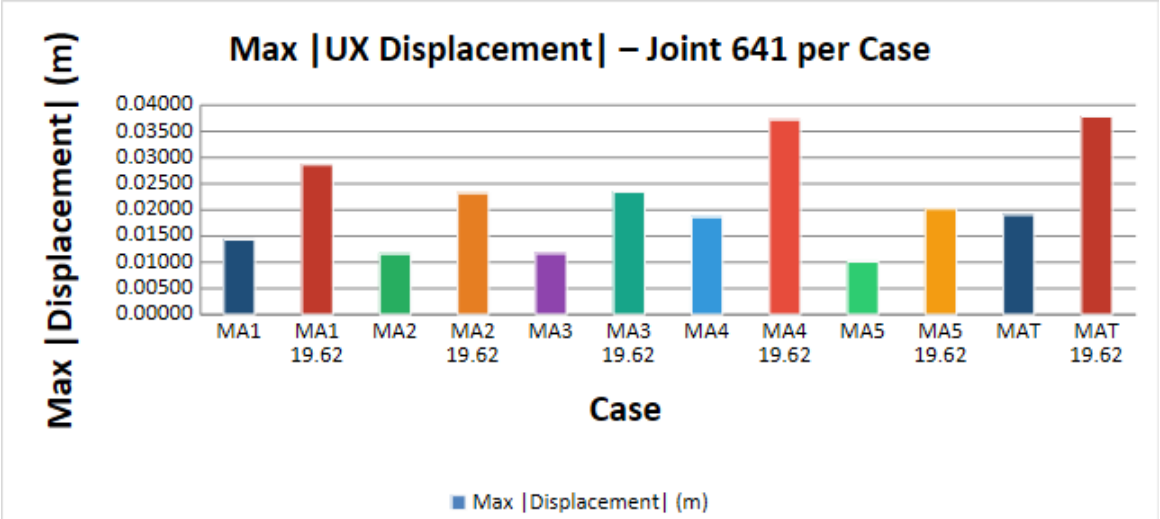
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01193	0.01193
MA1 19.62	10.27	-0.02387	0.02387
MA2	4.23	0.00982	0.00982
MA2 19.62	4.23	0.01963	0.01963
MA3	3.07	-0.00990	0.00990
MA3 19.62	3.07	-0.01980	0.01980
MA4	3.62	-0.01634	0.01634
MA4 19.62	3.62	-0.03268	0.03268
MA5	4.61	-0.00864	0.00864
MA5 19.62	4.61	-0.01728	0.01728
MAT	403.51	-0.01649	0.01649
MAT 19.62	403.51	-0.03283	0.03283

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.6: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Mammoth – Κόμβος 641 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.7: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



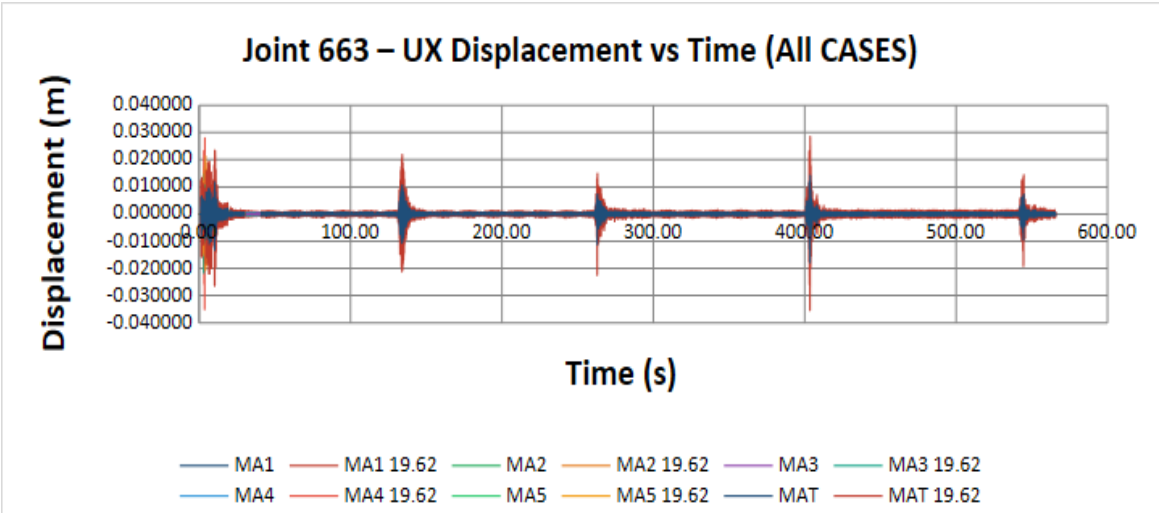
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.8: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

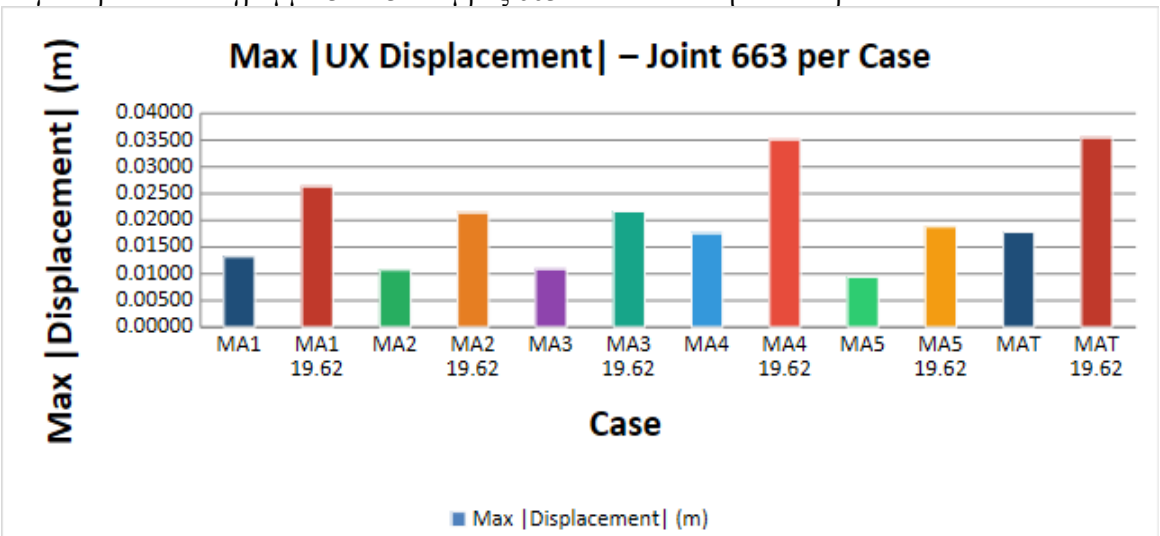
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01430	0.01430
MA1 19.62	10.27	-0.02859	0.02859
MA2	4.23	0.01156	0.01156
MA2 19.62	4.23	0.02311	0.02311
MA3	3.07	-0.01169	0.01169
MA3 19.62	3.07	-0.02339	0.02339
MA4	3.62	-0.01859	0.01859
MA4 19.62	3.62	-0.03717	0.03717
MA5	4.60	-0.01008	0.01008
MA5 19.62	4.60	-0.02016	0.02016
MAT	403.51	-0.01900	0.01900
MAT 19.62	403.51	-0.03782	0.03782

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.9: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Mammoth – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.13: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.14: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

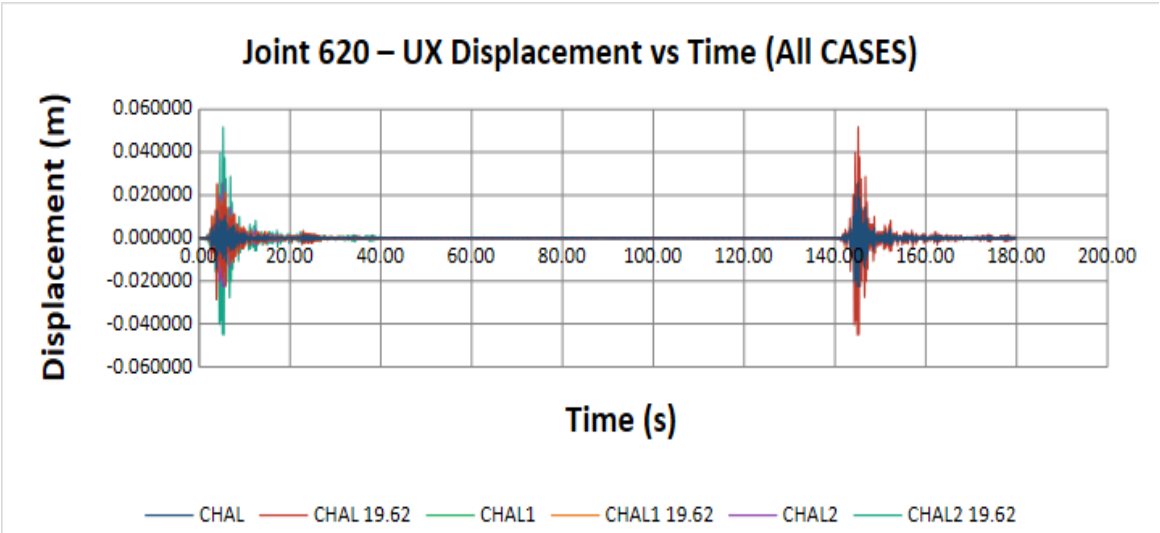
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01317	0.01317
MA1 19.62	10.27	-0.02633	0.02633
MA2	4.23	0.01071	0.01071
MA2 19.62	4.23	0.02142	0.02142
MA3	3.07	-0.01083	0.01083
MA3 19.62	3.07	-0.02166	0.02166
MA4	3.62	-0.01754	0.01754
MA4 19.62	3.62	-0.03508	0.03508
MA5	4.60	-0.00938	0.00938
MA5 19.62	4.61	-0.01877	0.01877
MAT	403.51	-0.01781	0.01781
MAT 19.62	403.51	-0.03546	0.03546

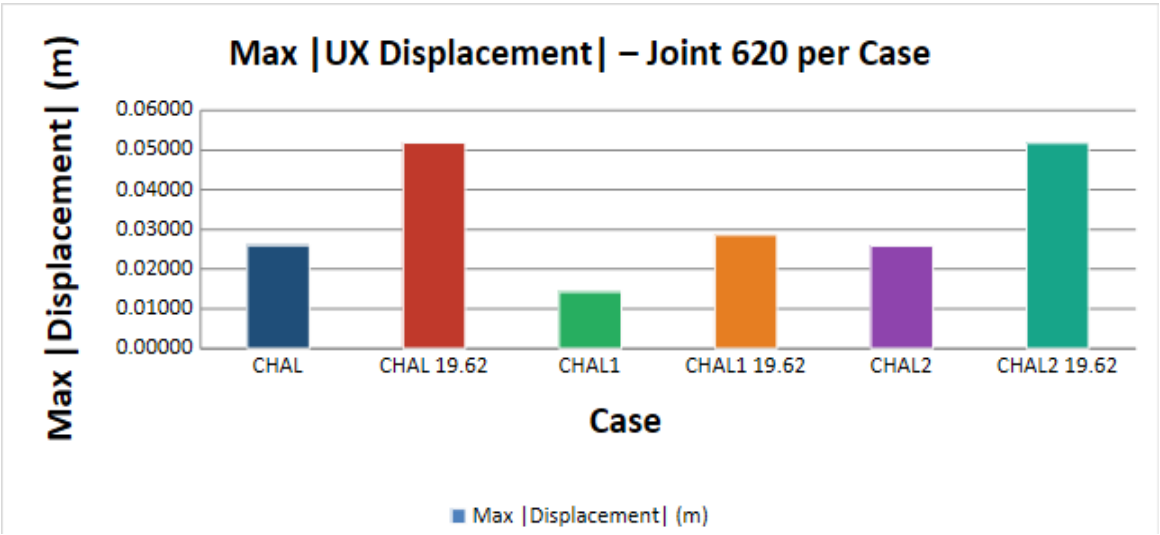
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.15: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.2-03.02.02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.16: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



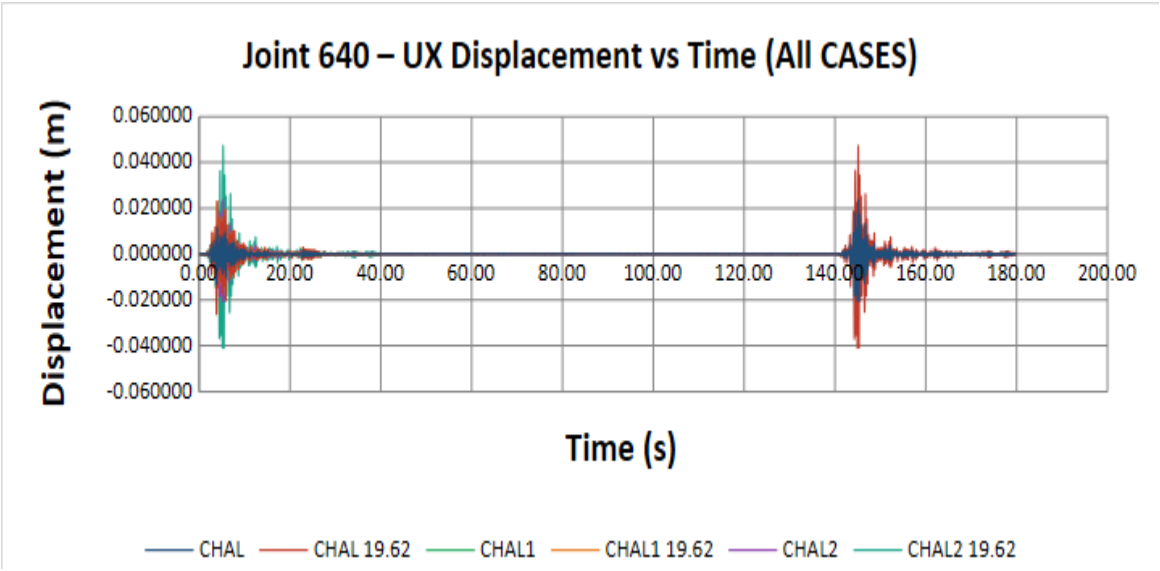
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.17: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

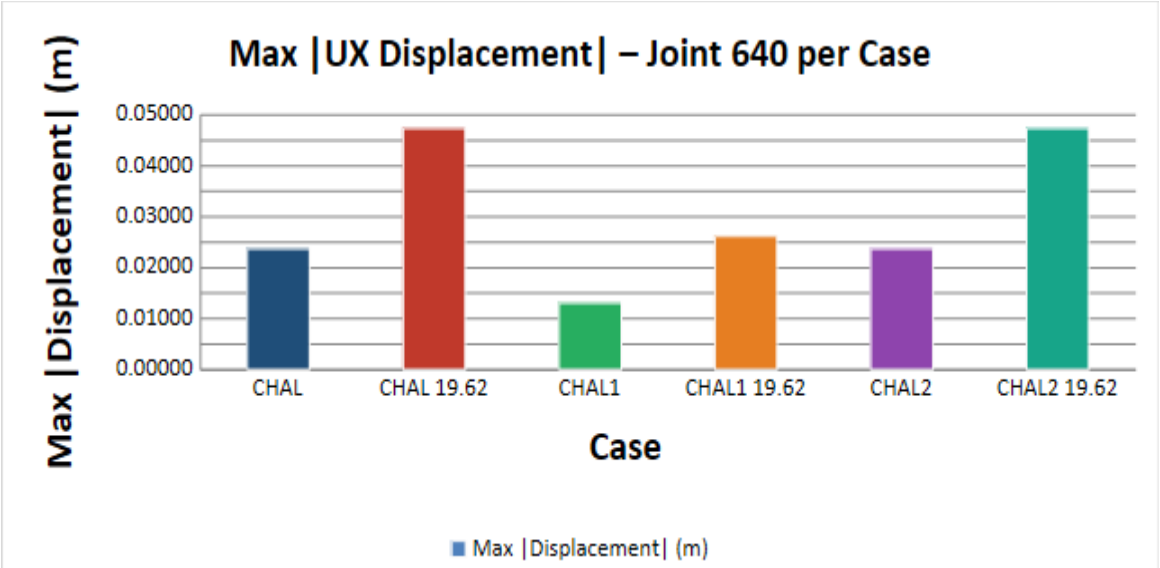
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02595	0.02595
CHAL 19.62	145.12	0.05181	0.05181
CHAL1	3.83	-0.01426	0.01426
CHAL1 19.62	3.83	-0.02852	0.02852
CHAL2	5.29	0.02588	0.02588
CHAL2 19.62	5.29	0.05175	0.05175

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.18: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chalfant -Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.19: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



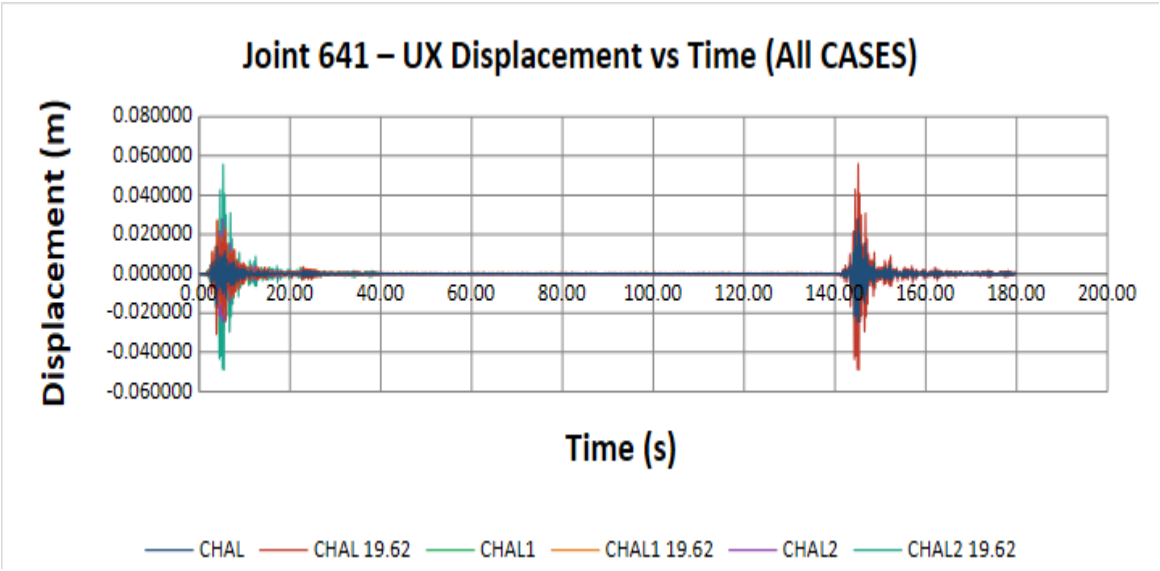
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.20: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

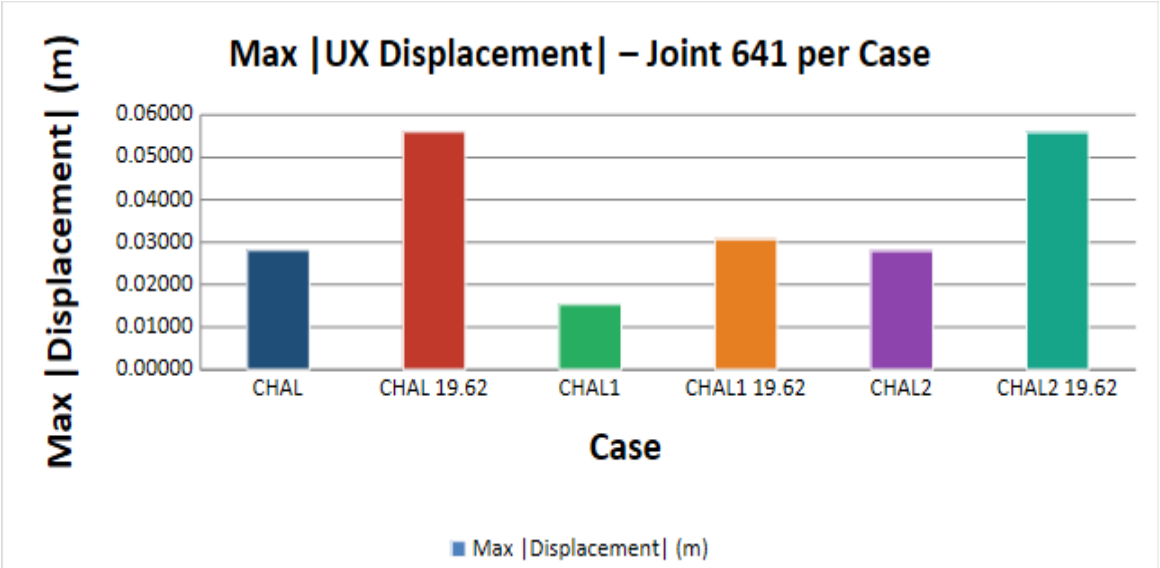
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02368	0.02368
CHAL 19.62	145.12	0.04731	0.04731
CHAL1	3.83	-0.01310	0.01310
CHAL1 19.62	3.83	-0.02621	0.02621
CHAL2	5.29	0.02368	0.02368
CHAL2 19.62	5.29	0.04736	0.04736

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.21: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chalfant – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.22: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



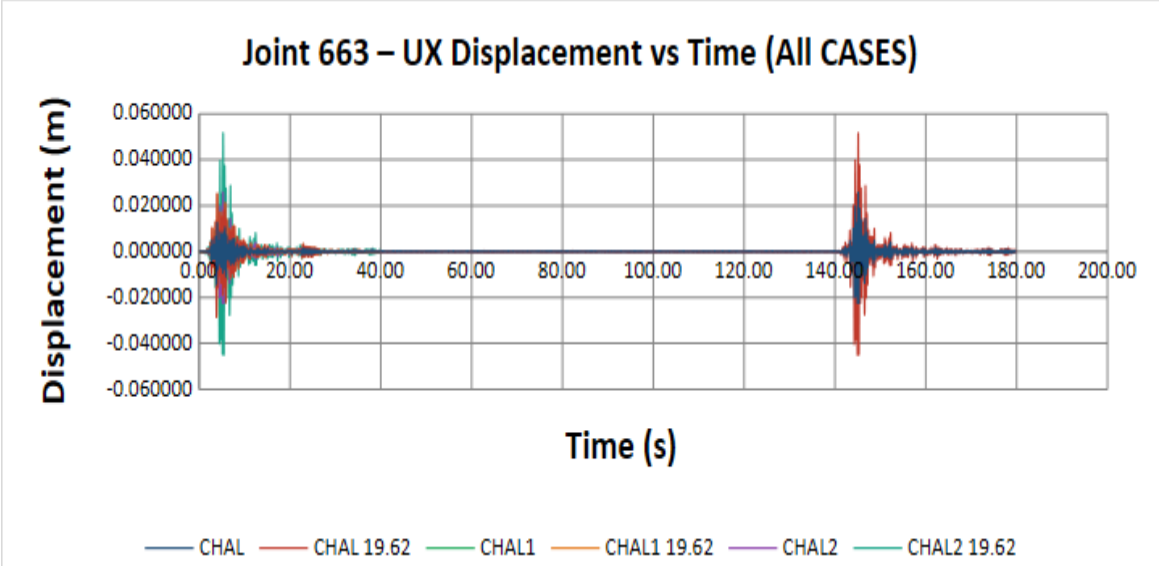
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.23: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

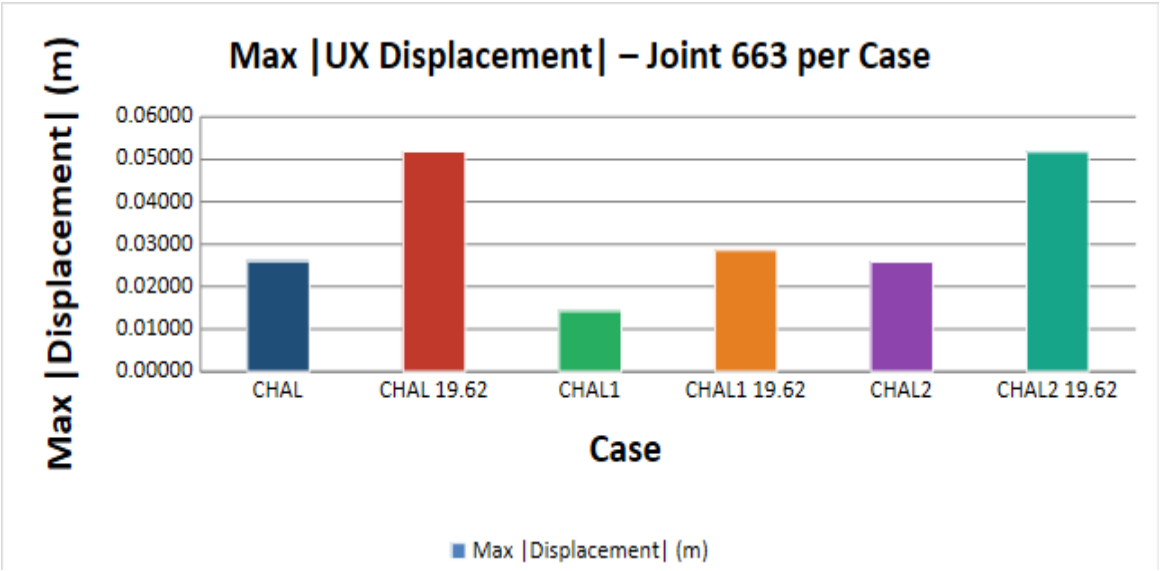
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02807	0.02807
CHAL 19.62	145.12	0.05600	0.05600
CHAL1	3.83	-0.01533	0.01533
CHAL1 19.62	3.84	-0.03066	0.03066
CHAL2	5.29	0.02792	0.02792
CHAL2 19.62	5.29	0.05584	0.05584

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.24: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chalfant – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.28: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.29: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

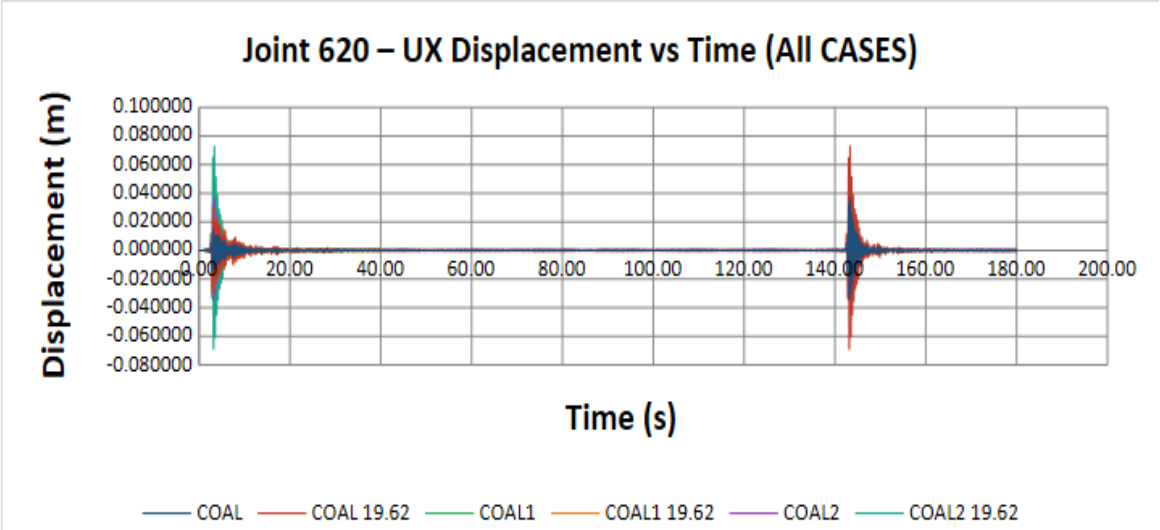
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02594	0.02594
CHAL 19.62	145.12	0.05180	0.05180
CHAL1	3.83	-0.01426	0.01426
CHAL1 19.62	3.83	-0.02853	0.02853
CHAL2	5.29	0.02587	0.02587
CHAL2 19.62	5.29	0.05174	0.05174

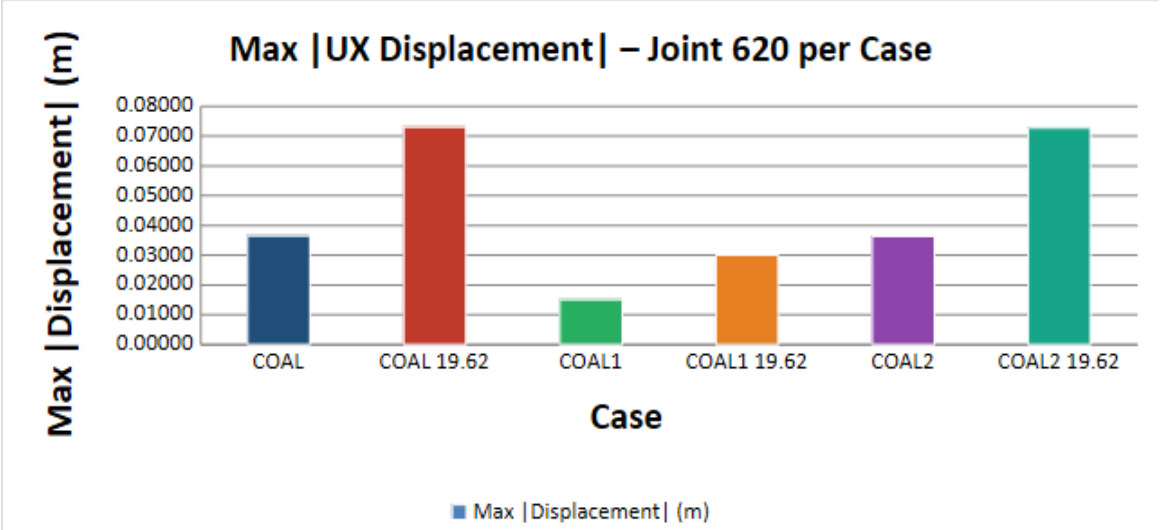
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.30: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.2-03.02.03 Σεισμός Coalinga

Coalinga – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.31: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



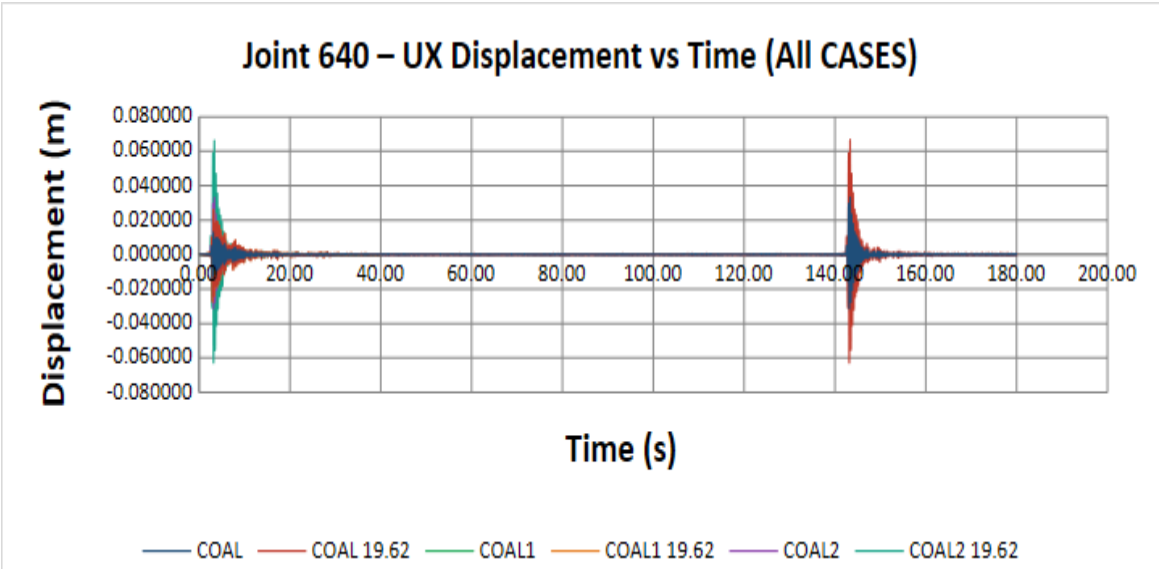
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.32: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

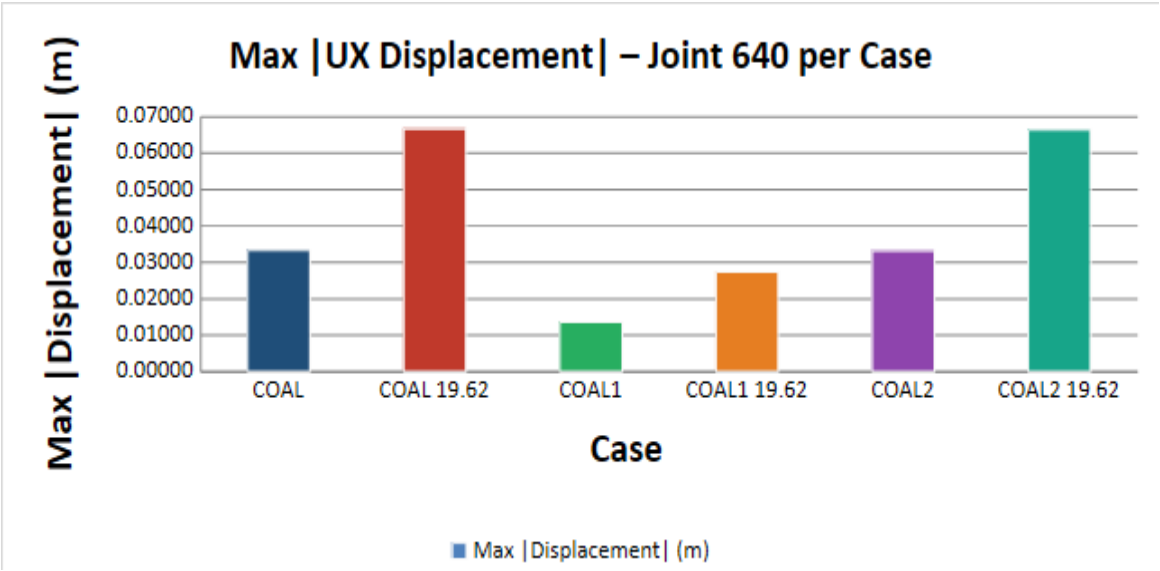
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03651	0.03651
COAL 19.62	143.33	0.07301	0.07301
COAL1	2.97	-0.01499	0.01499
COAL1 19.62	2.97	-0.02999	0.02999
COAL2	3.36	0.03635	0.03635
COAL2 19.62	3.36	0.07269	0.07269

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.33: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Coalinga - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.34: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



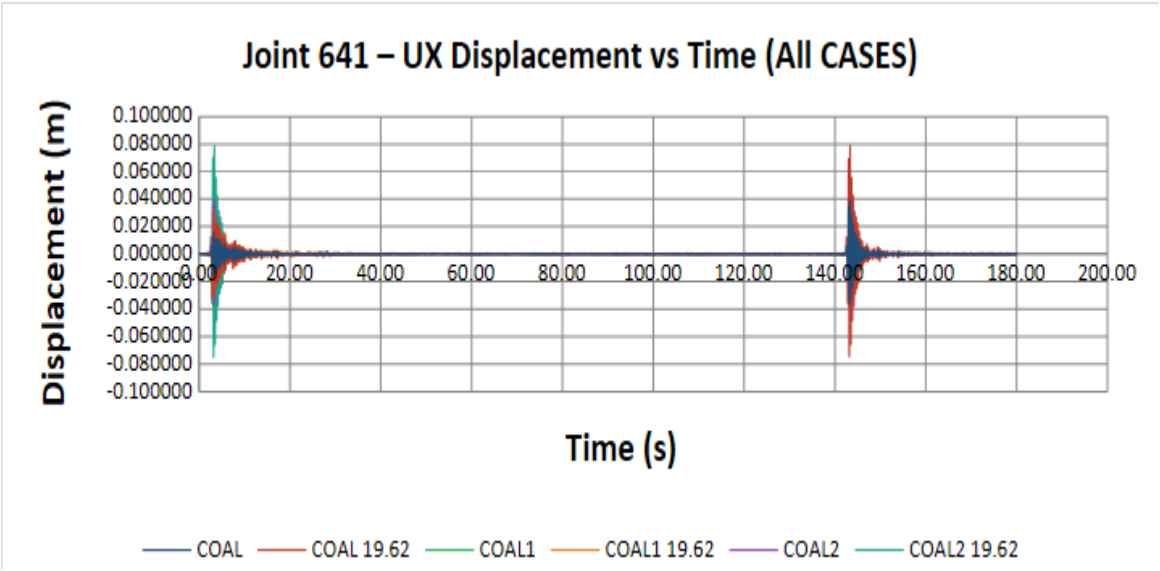
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.35: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

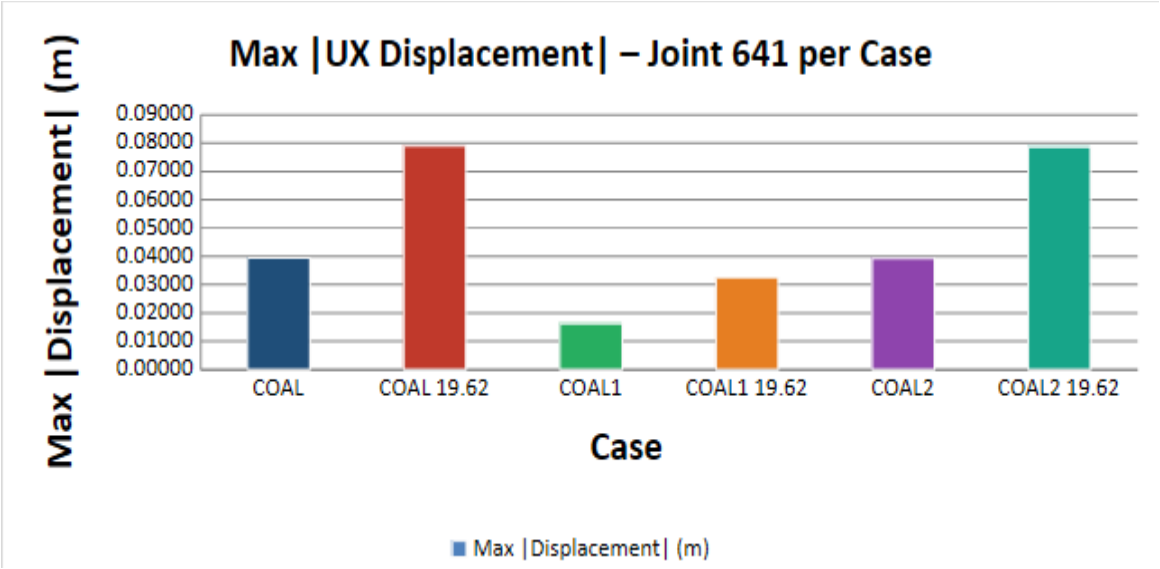
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03333	0.03333
COAL 19.62	143.33	0.06666	0.06666
COAL1	2.97	-0.01367	0.01367
COAL1 19.62	2.97	-0.02734	0.02734
COAL2	3.36	0.03318	0.03318
COAL2 19.62	3.36	0.06637	0.06637

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.36: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Coalinga - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.37: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



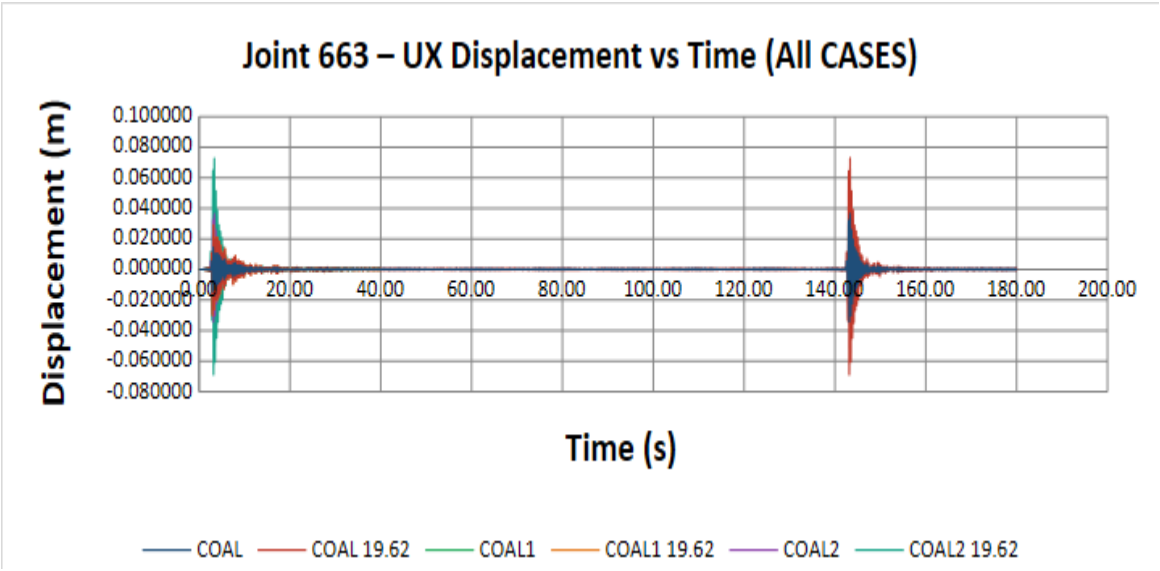
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.38: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

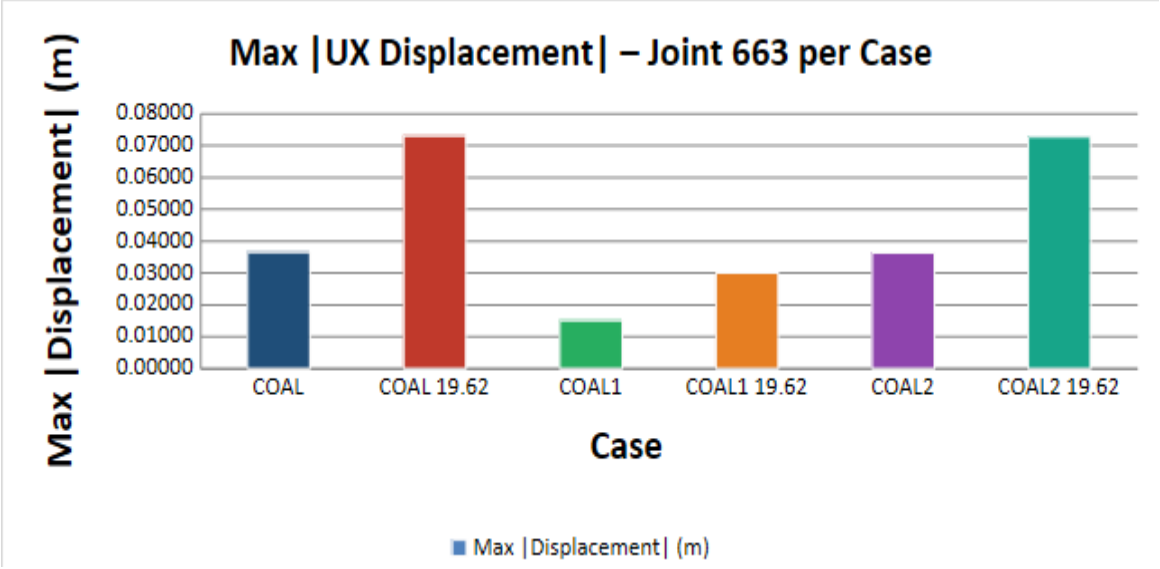
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03949	0.03949
COAL 19.62	143.33	0.07898	0.07898
COAL1	2.97	-0.01623	0.01623
COAL1 19.62	2.97	-0.03245	0.03245
COAL2	3.36	0.03930	0.03930
COAL2 19.62	3.36	0.07859	0.07859

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.39: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Coalinga - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.43: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.44: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

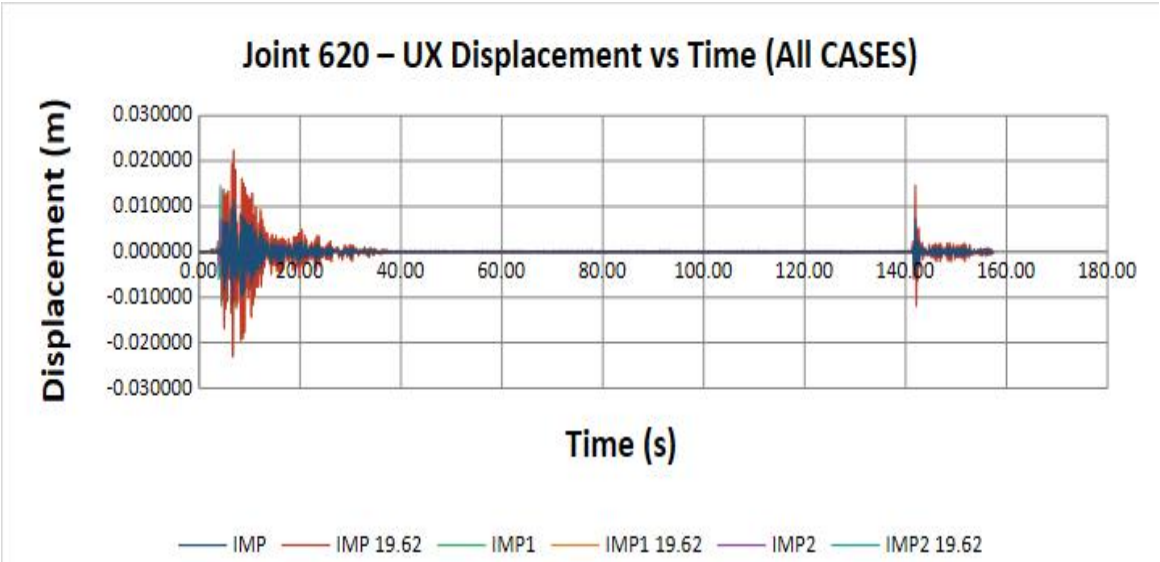
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03651	0.03651
COAL 19.62	143.33	0.07302	0.07302
COAL1	2.97	-0.01500	0.01500
COAL1 19.62	2.97	-0.02999	0.02999
COAL2	3.36	0.03634	0.03634
COAL2 19.62	3.36	0.07269	0.07269

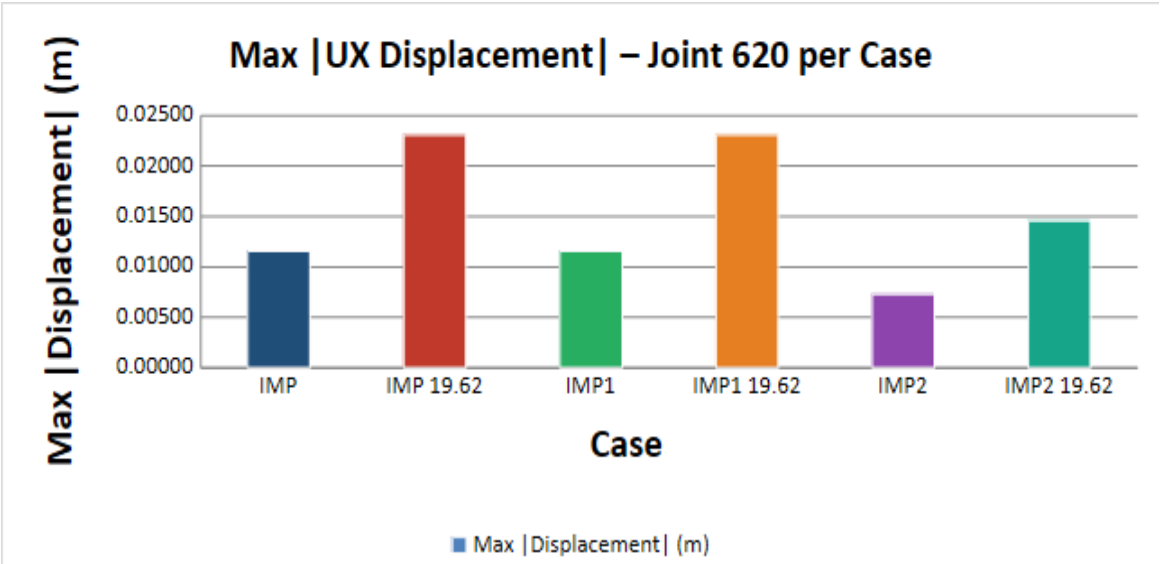
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.45: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.2-03.02.04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.46: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



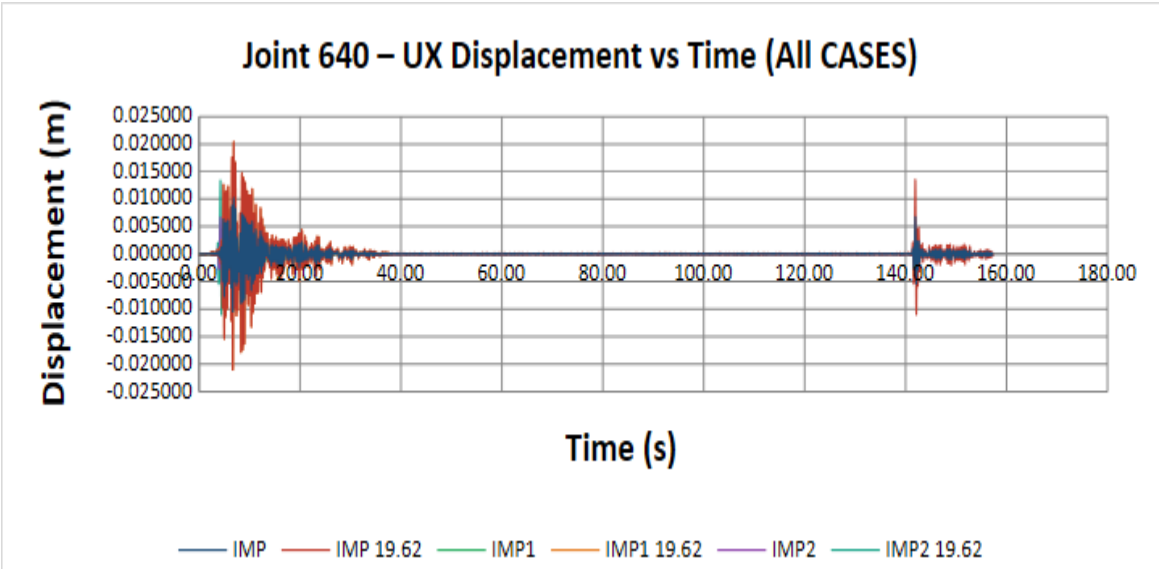
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.47: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

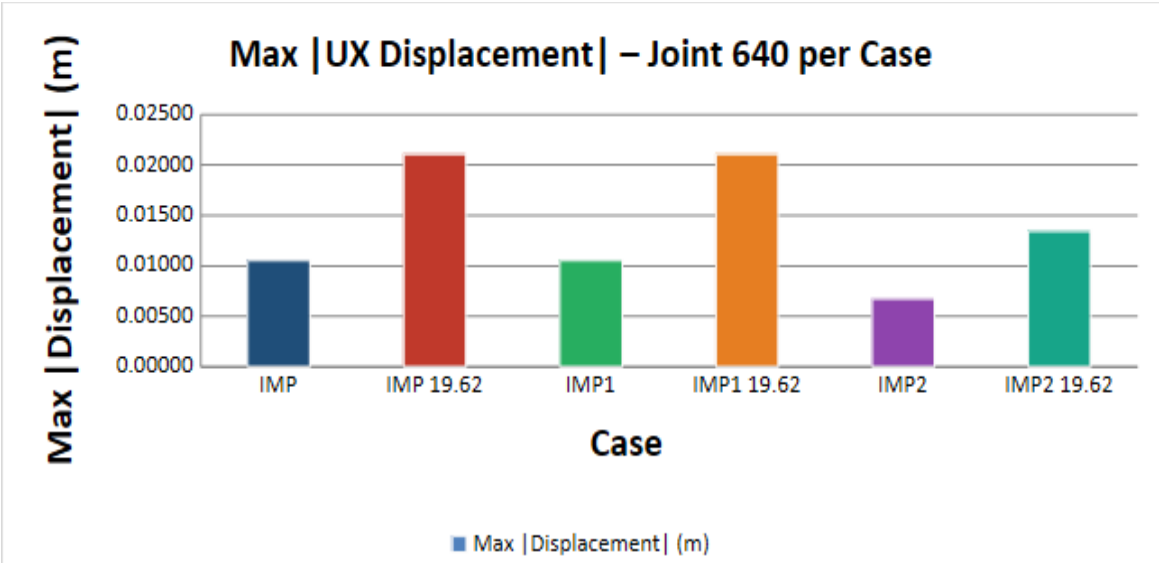
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01153	0.01153
IMP 19.62	6.68	-0.02305	0.02305
IMP1	6.71	-0.01153	0.01153
IMP1 19.62	6.71	-0.02305	0.02305
IMP2	4.23	0.00728	0.00728
IMP2 19.62	4.23	0.01456	0.01456

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.48: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Imperial Valley – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.49: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



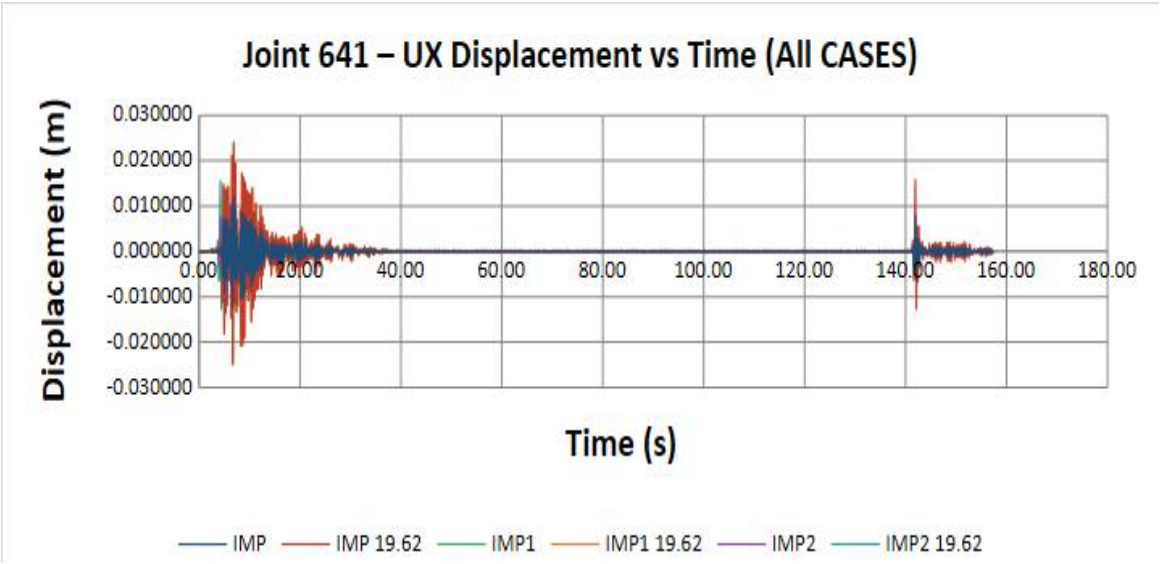
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.50: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

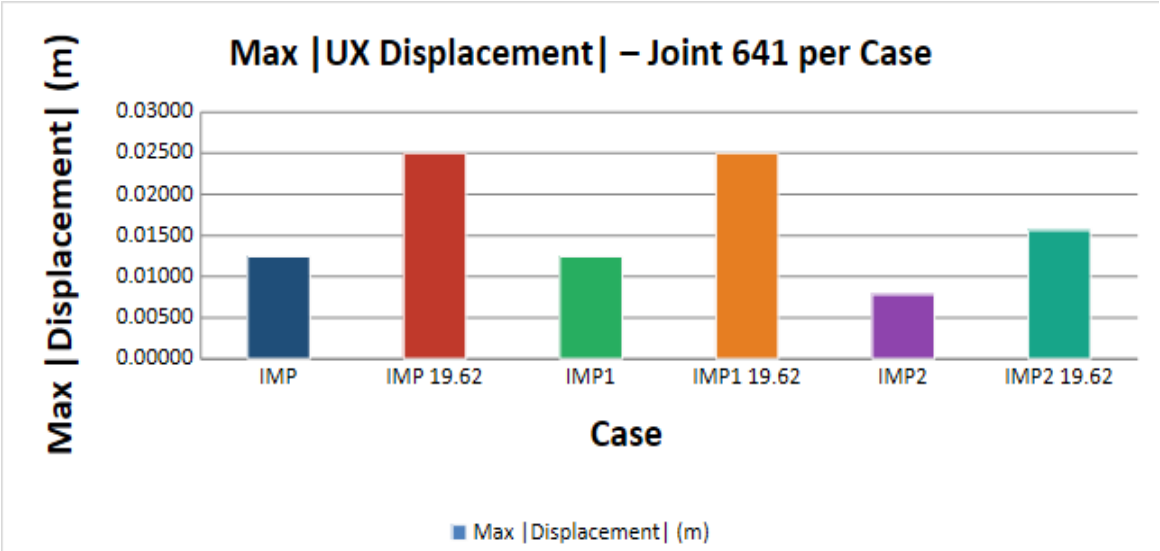
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01053	0.01053
IMP 19.62	6.68	-0.02105	0.02105
IMP1	6.71	-0.01053	0.01053
IMP1 19.62	6.71	-0.02106	0.02106
IMP2	4.23	0.00670	0.00670
IMP2 19.62	4.23	0.01340	0.01340

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.51: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.52: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



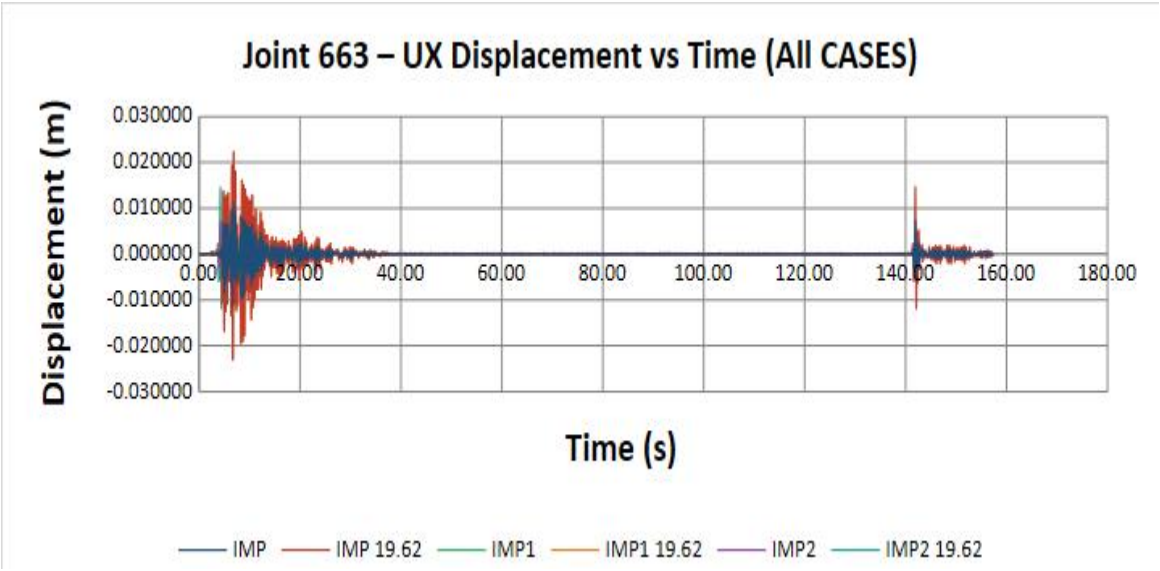
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.53: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Max UX Displacement Summary – Joint 641

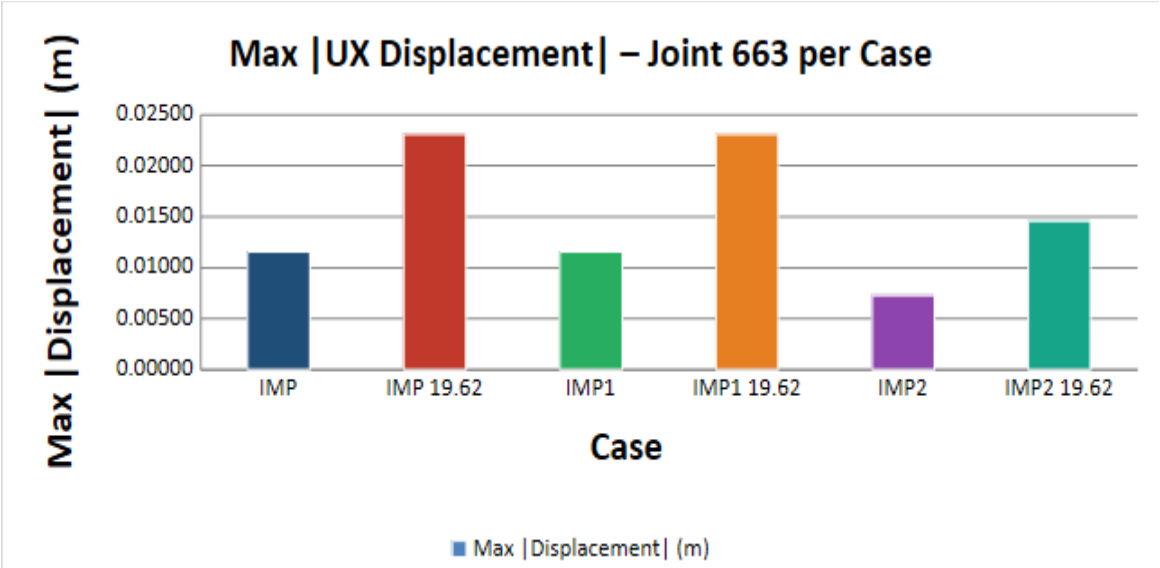
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01246	0.01246
IMP 19.62	6.68	-0.02493	0.02493
IMP1	6.71	-0.01246	0.01246
IMP1 19.62	6.71	-0.02493	0.02493
IMP2	4.23	0.00781	0.00781
IMP2 19.62	4.23	0.01563	0.01563

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.54: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.58: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.59: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

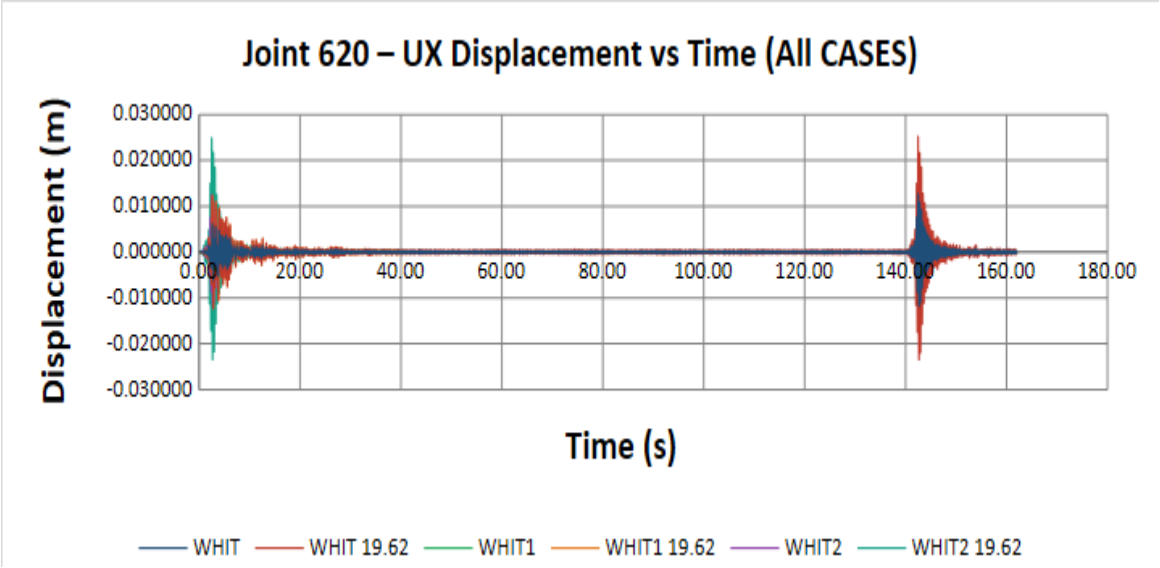
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01153	0.01153
IMP 19.62	6.68	-0.02306	0.02306
IMP1	6.71	-0.01153	0.01153
IMP1 19.62	6.71	-0.02306	0.02306
IMP2	4.23	0.00728	0.00728
IMP2 19.62	4.23	0.01456	0.01456

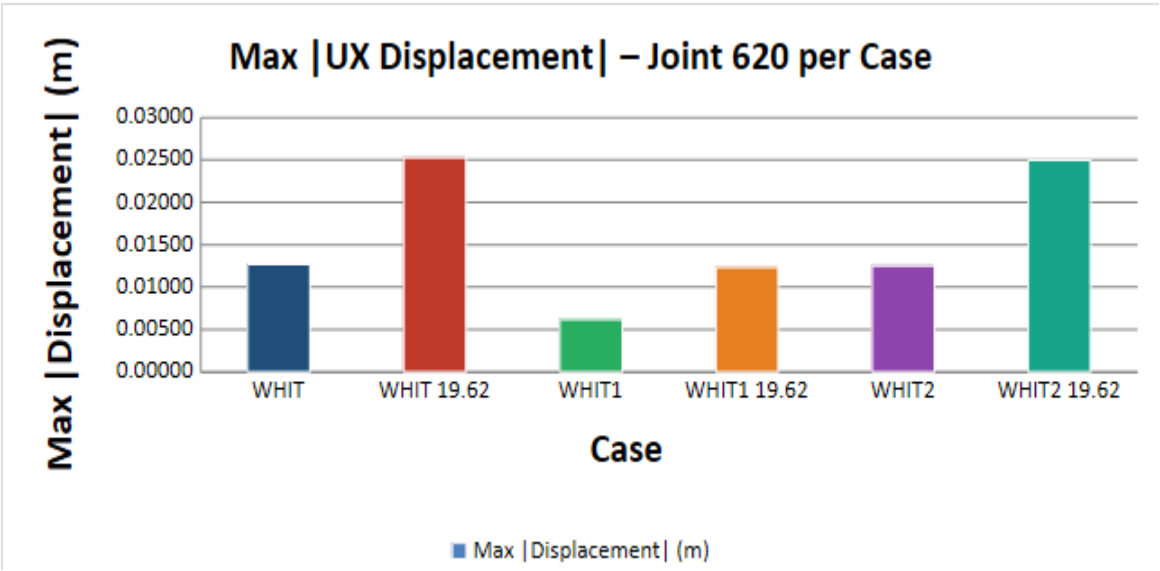
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.60: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.2-03.02.05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.61: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



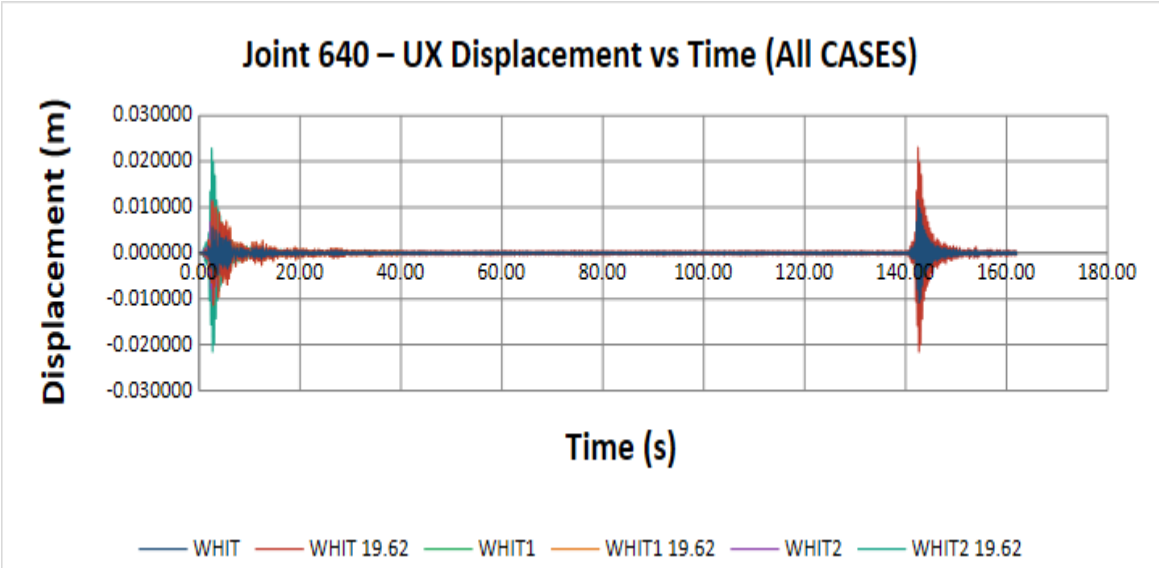
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.62: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

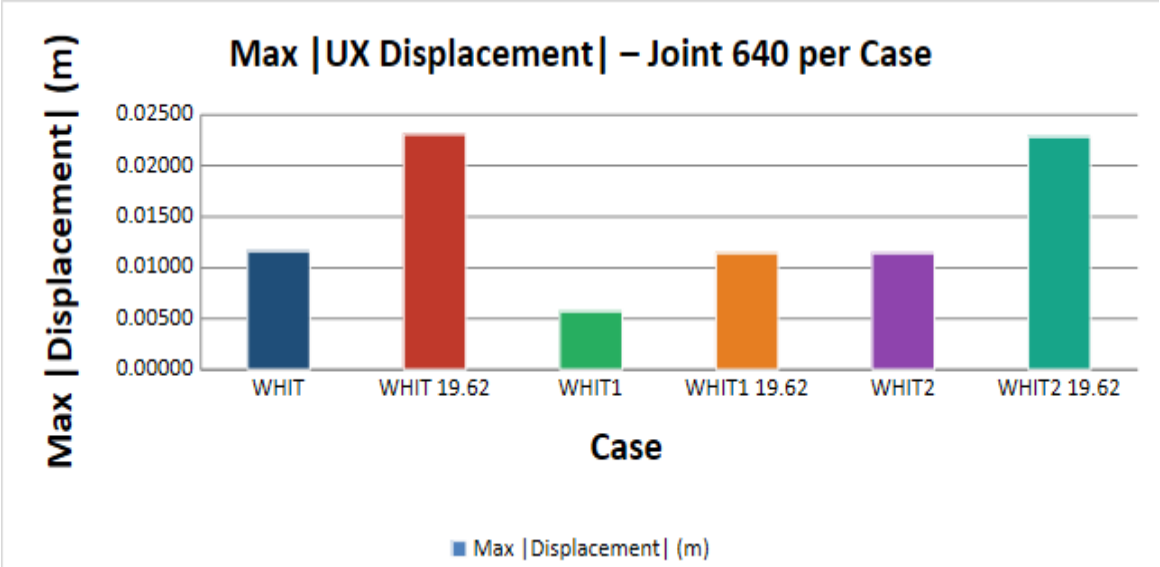
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01268	0.01268
WHIT 19.62	142.48	0.02525	0.02525
WHIT1	2.84	-0.00616	0.00616
WHIT1 19.62	2.84	-0.01232	0.01232
WHIT2	2.51	0.01248	0.01248
WHIT2 19.62	2.51	0.02496	0.02496

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.63: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Whittier Narrows – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.64: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



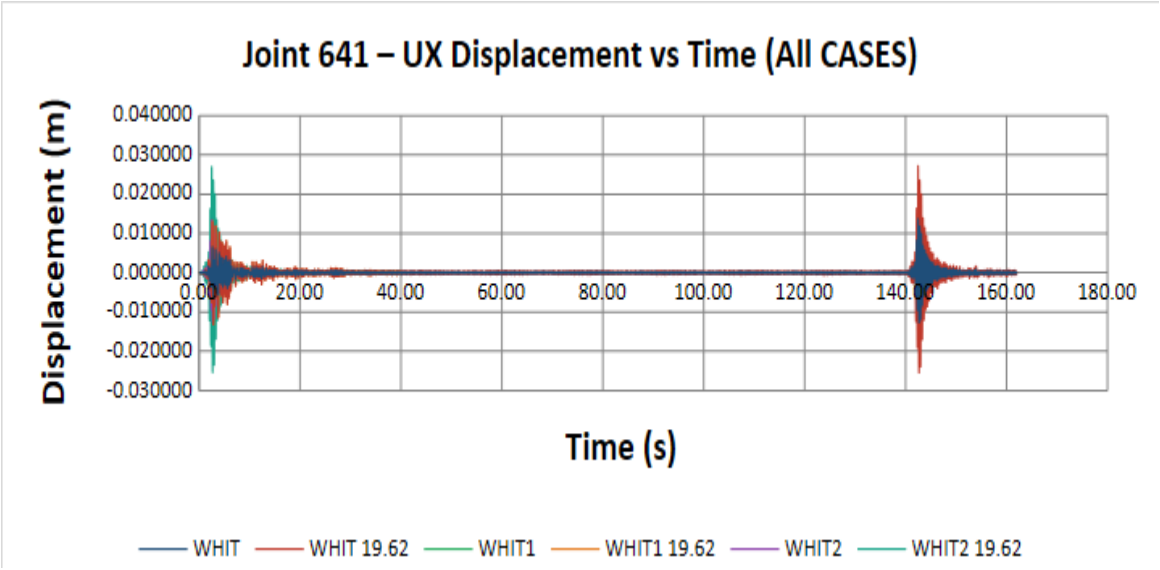
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.65: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

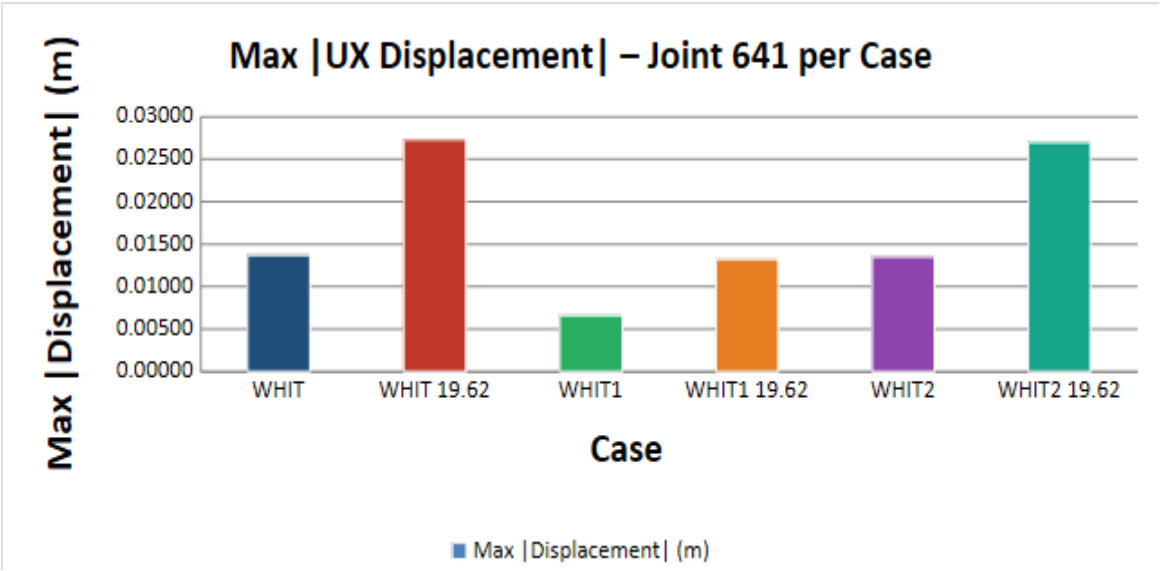
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01159	0.01159
WHIT 19.62	142.48	0.02306	0.02306
WHIT1	2.84	-0.00570	0.00570
WHIT1 19.62	2.84	-0.01139	0.01139
WHIT2	2.51	0.01141	0.01141
WHIT2 19.62	2.51	0.02281	0.02281

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.66: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Whittier Narrows – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.67: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



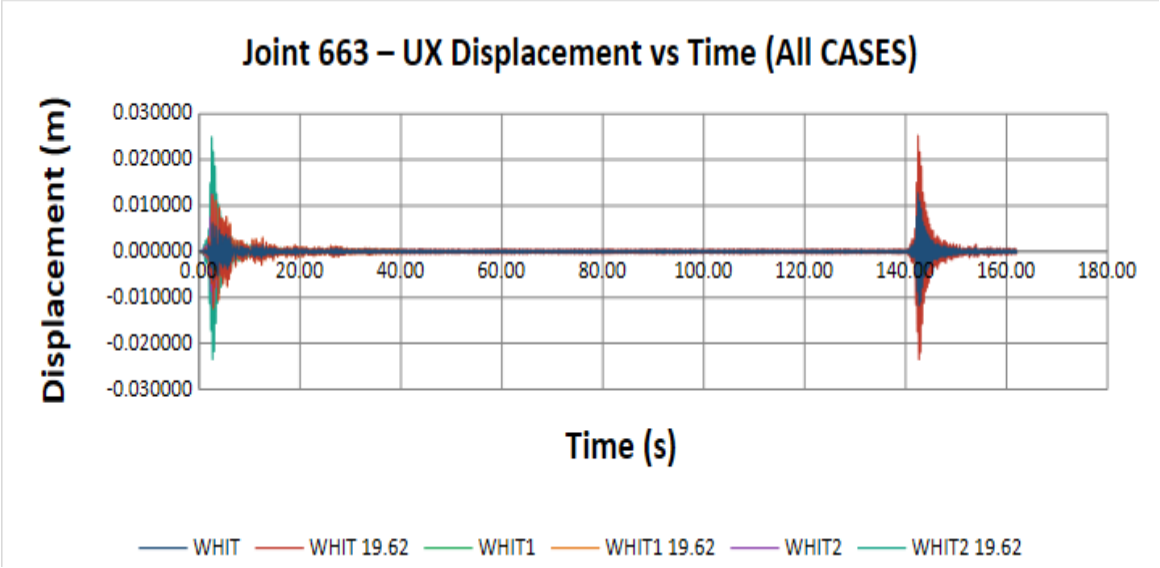
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.68: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

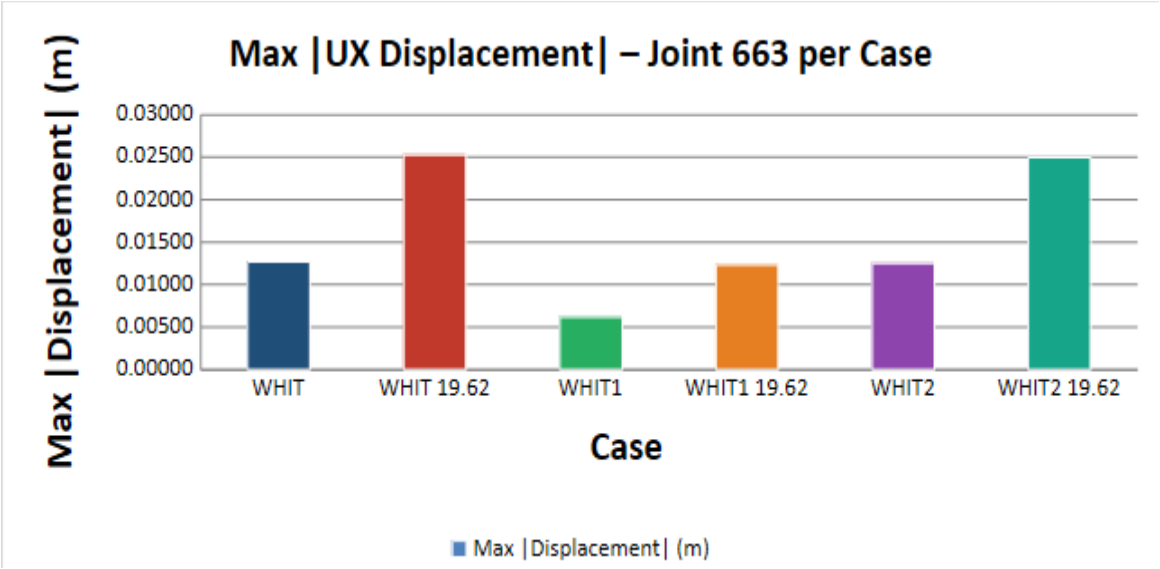
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01368	0.01368
WHIT 19.62	142.48	0.02724	0.02724
WHIT1	2.84	-0.00662	0.00662
WHIT1 19.62	2.84	-0.01323	0.01323
WHIT2	2.51	0.01349	0.01349
WHIT2 19.62	2.51	0.02698	0.02698

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.69: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Whittier Narrows – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.73: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.74: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

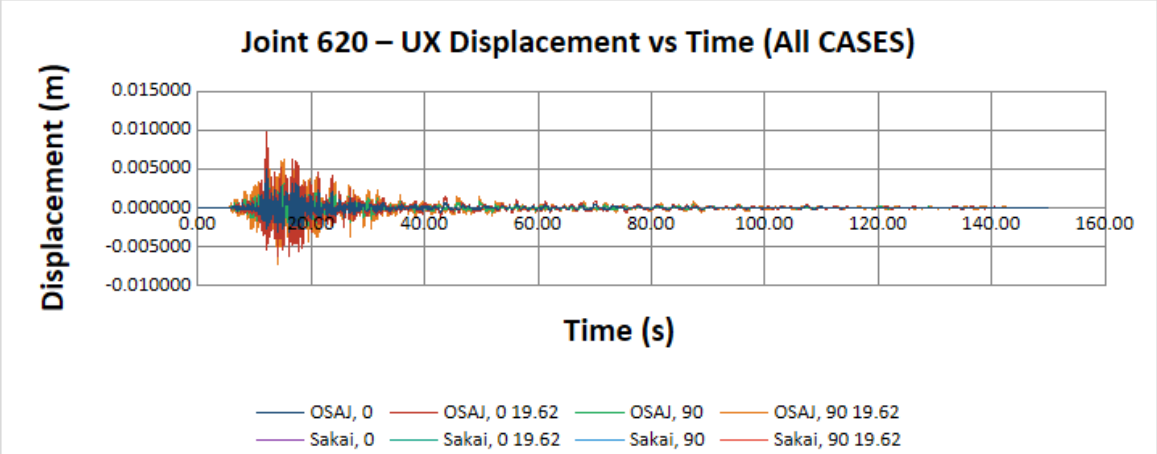
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01268	0.01268
WHIT 19.62	142.48	0.02524	0.02524
WHIT1	2.84	-0.00616	0.00616
WHIT1 19.62	2.84	-0.01232	0.01232
WHIT2	2.51	0.01248	0.01248
WHIT2 19.62	2.51	0.02496	0.02496

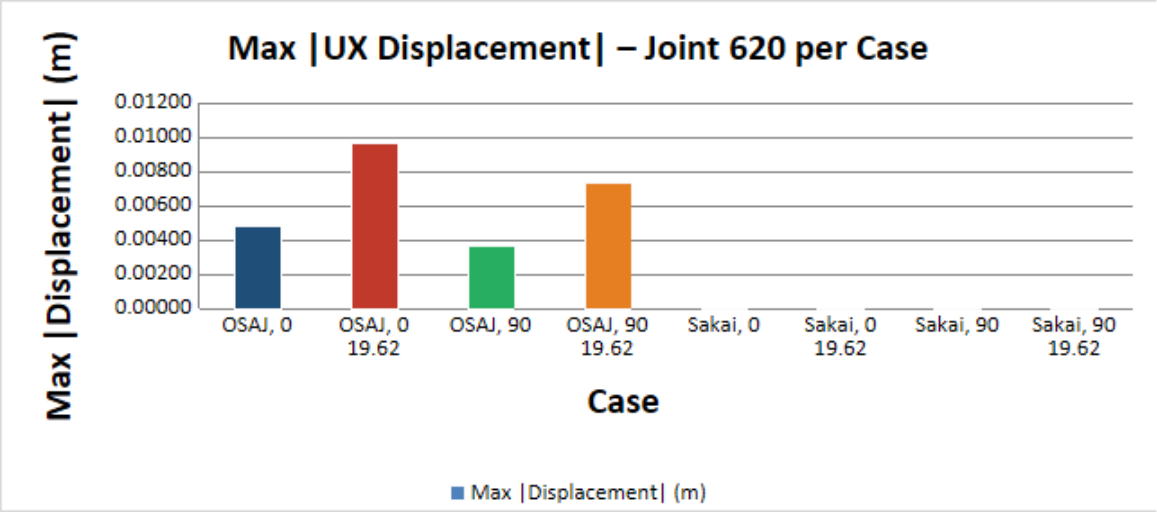
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.75: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.2-03.02.06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.76: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.77: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

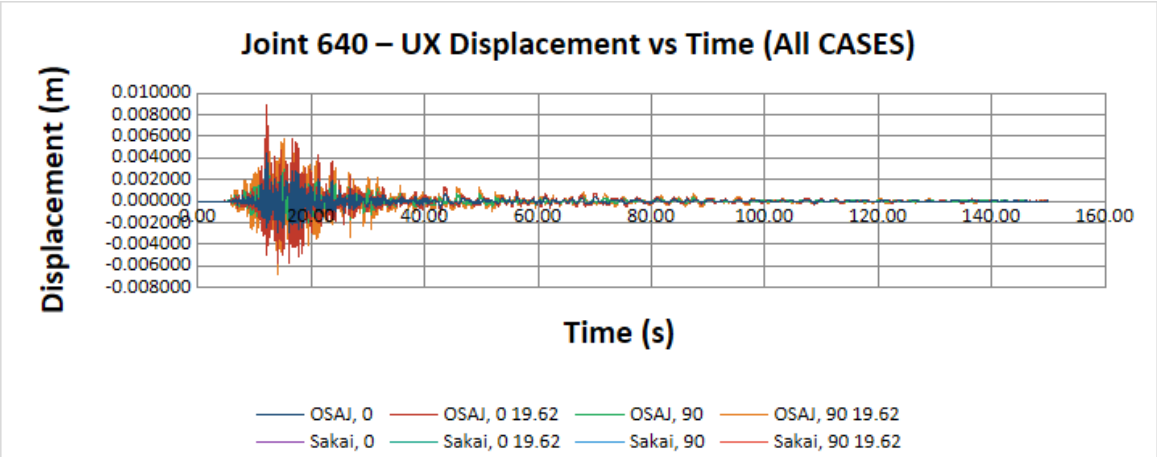
Max UX Displacement Summary – Joint 620

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00485	0.00485
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00970	0.00970
OSAJ, 90	14.14	-0.00368	0.00368
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00736	0.00736
Sakai, 0	191.18	1.97934	1.97934
Sakai, 0 19.62	183.22	2.54166	2.54166
Sakai, 90	182.14	0.68228	0.68228
Sakai, 90 19.62	179.48	-2.34974	2.34974

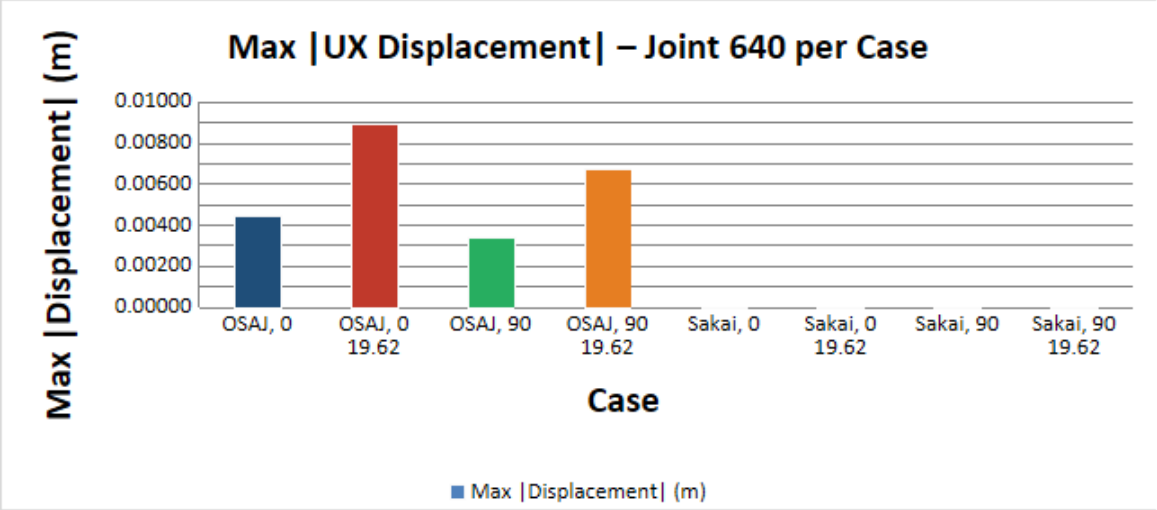
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.78: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

Kobe Japan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.79: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.80: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

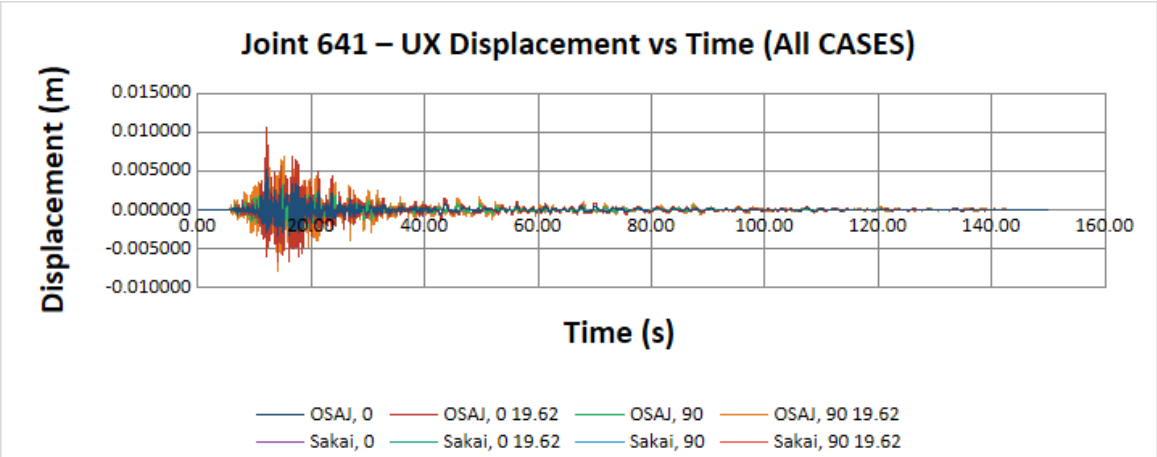
Max UX Displacement Summary – Joint 640

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00445	0.00445
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00891	0.00891
OSAJ, 90	14.14	-0.00338	0.00338
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00677	0.00677
Sakai, 0	197.97	2.47252	2.47252
Sakai, 0 19.62	165.10	-2.79056	2.79056
Sakai, 90	197.22	-0.59084	0.59084
Sakai, 90 19.62	197.25	-2.82967	2.82967

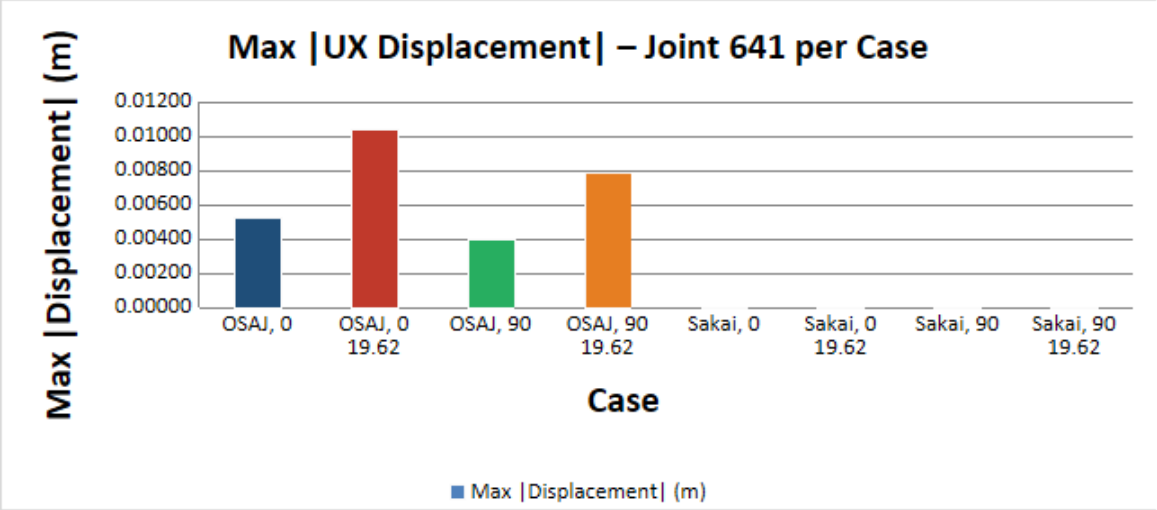
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.81: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

Kobe Japan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.82: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.83: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

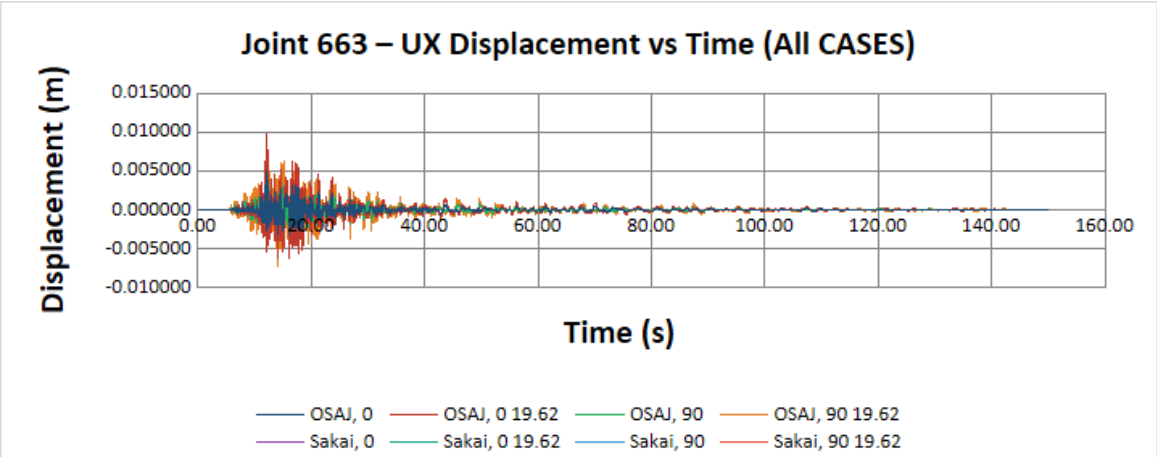
Max UX Displacement Summary – Joint 641

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00522	0.00522
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.01044	0.01044
OSAJ, 90	14.14	-0.00395	0.00395
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00791	0.00791
Sakai, 0	178.01	3.09920	3.09920
Sakai, 0 19.62	172.08	-3.52244	3.52244
Sakai, 90	192.88	0.88025	0.88025
Sakai, 90 19.62	194.67	3.55061	3.55061

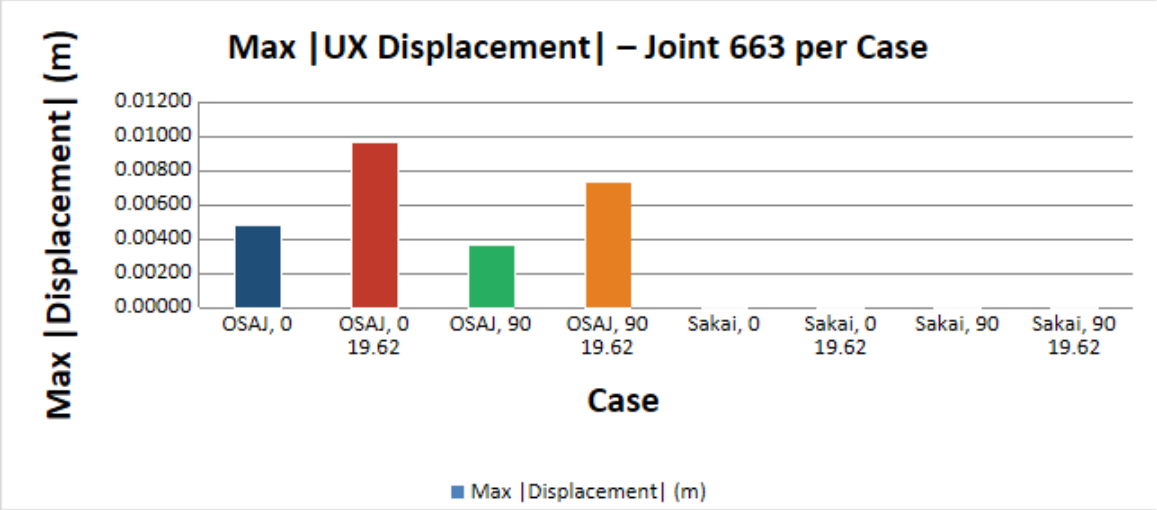
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.84: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

Kobe Japan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.88: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.89: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663

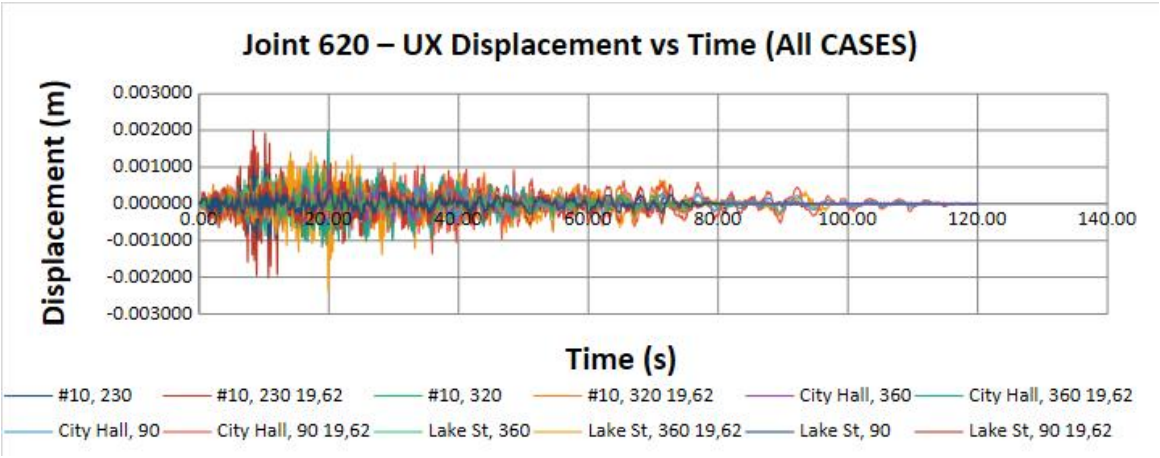
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00485	0.00485
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00970	0.00970
OSAJ, 90	14.14	-0.00368	0.00368
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00736	0.00736
Sakai, 0	190.69	-2.00629	2.00629
Sakai, 0 19.62	186.98	2.55719	2.55719
Sakai, 90	184.76	-0.64077	0.64077
Sakai, 90 19.62	179.67	-2.54116	2.54116

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.90: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

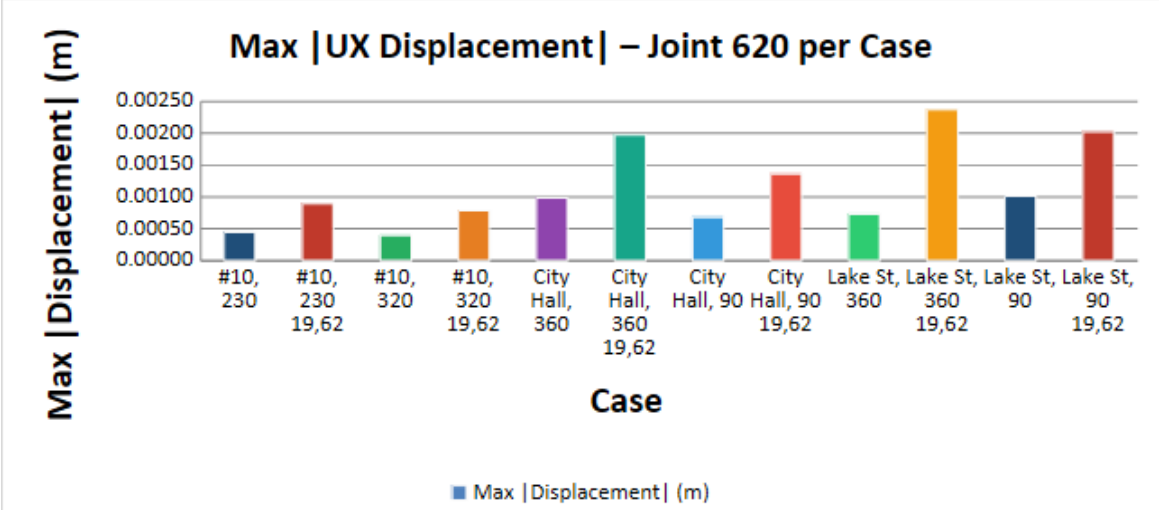
***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

5.3.2-03.02.07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.91: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



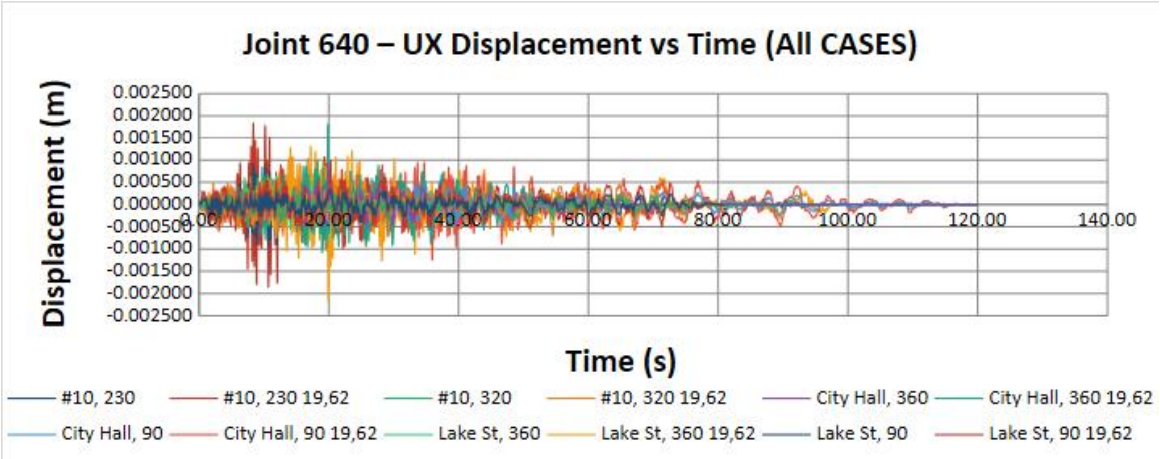
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.92: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

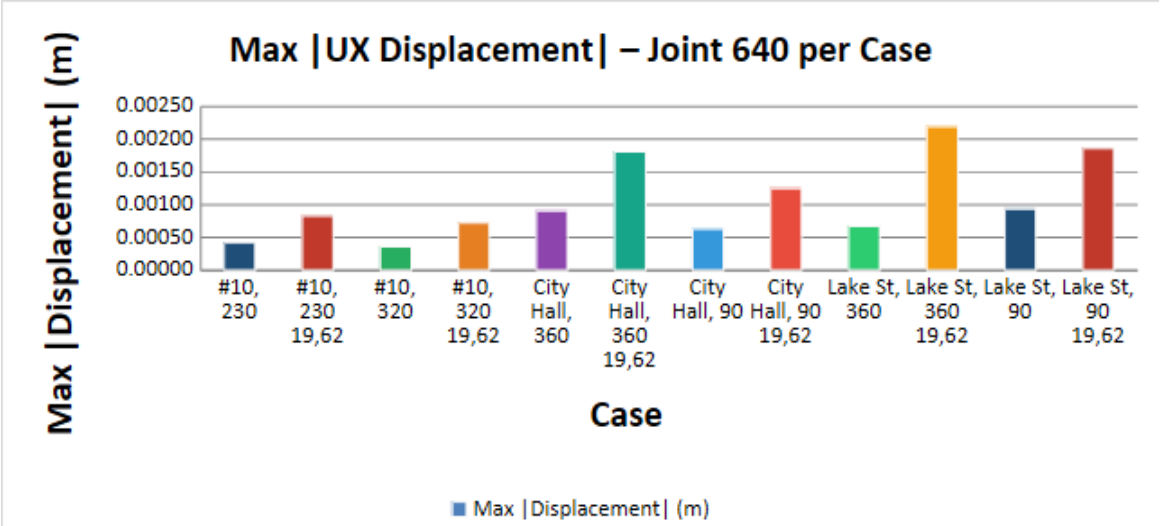
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00089	0.00089
#10, 320	12.41	0.00039	0.00039
#10, 320 19,62	12.41	0.00078	0.00078
City Hall, 360	19.87	0.00098	0.00098
City Hall, 360 19,62	19.87	0.00197	0.00197
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00136	0.00136
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	19.95	-0.00237	0.00237
Lake St, 90	10.69	-0.00101	0.00101
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00202	0.00202

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.93: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Hector Mine - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.94: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



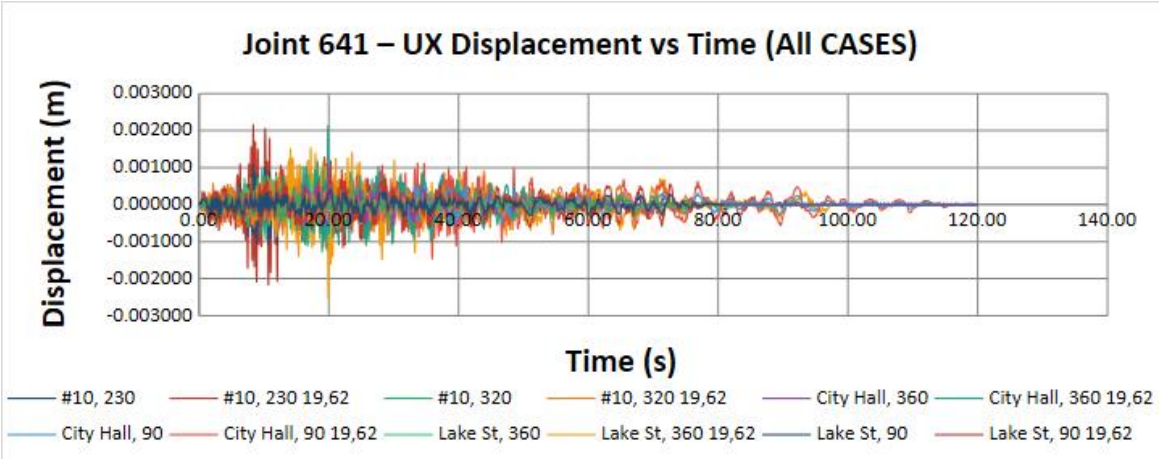
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.95: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

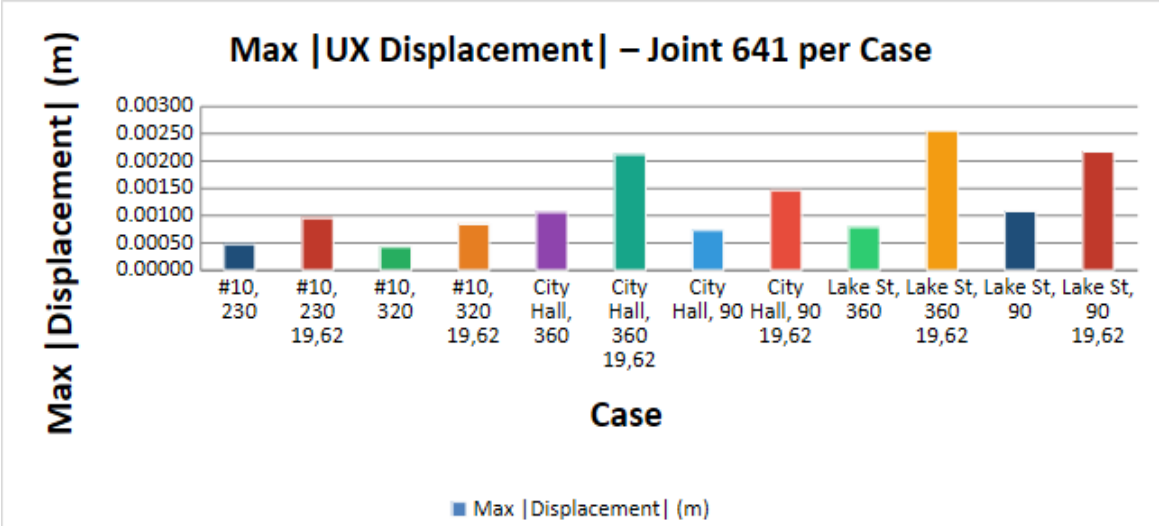
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00041	0.00041
#10, 230 19,62	25.10	-0.00083	0.00083
#10, 320	12.41	0.00036	0.00036
#10, 320 19,62	12.41	0.00072	0.00072
City Hall, 360	19.87	0.00091	0.00091
City Hall, 360 19,62	19.87	0.00181	0.00181
City Hall, 90	35.94	-0.00063	0.00063
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00125	0.00125
Lake St, 360	10.56	0.00067	0.00067
Lake St, 360 19,62	19.96	-0.00219	0.00219
Lake St, 90	10.69	-0.00093	0.00093
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00186	0.00186

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.96: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Hector Mine - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.97: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



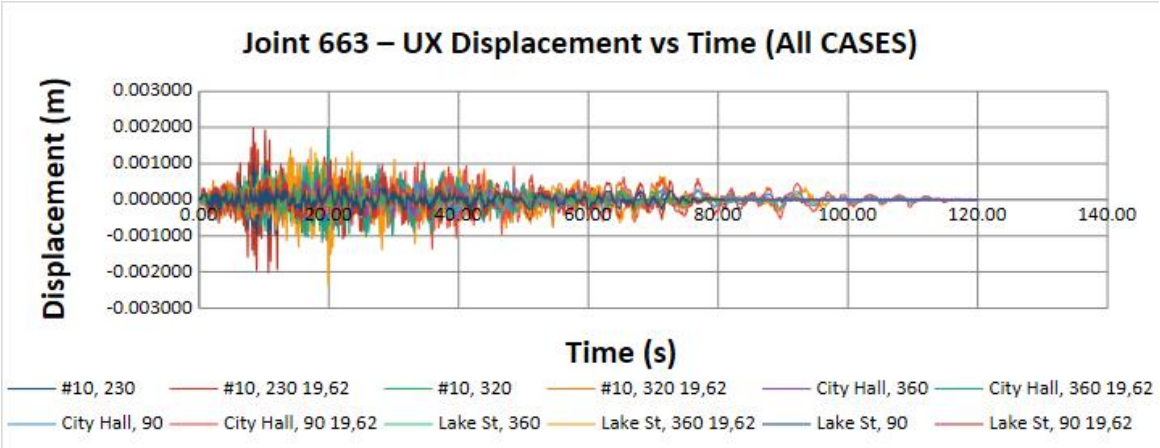
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.98: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

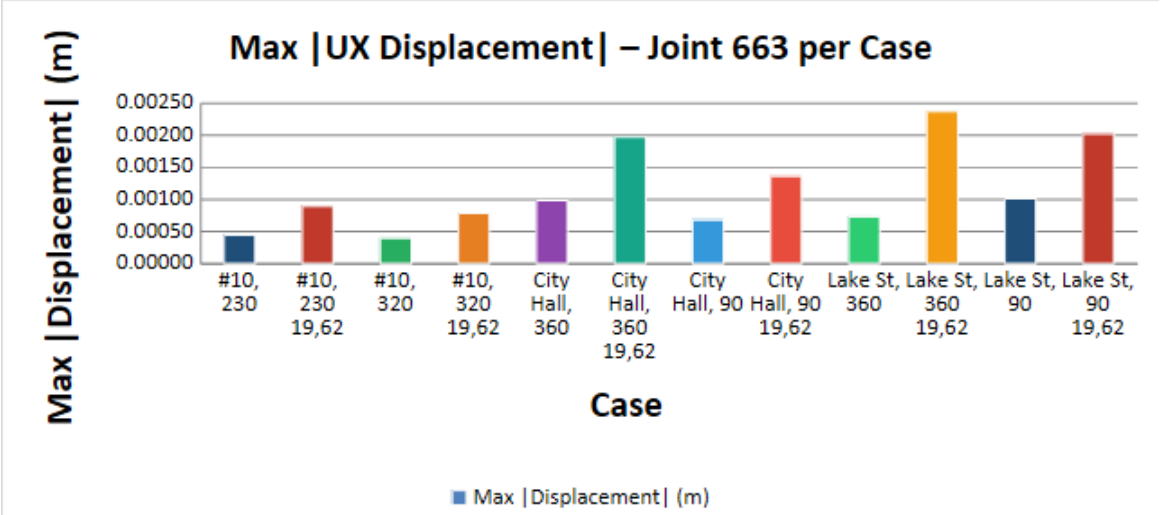
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00048	0.00048
#10, 230 19,62	25.10	-0.00096	0.00096
#10, 320	12.41	0.00042	0.00042
#10, 320 19,62	12.41	0.00084	0.00084
City Hall, 360	19.87	0.00106	0.00106
City Hall, 360 19,62	19.87	0.00212	0.00212
City Hall, 90	35.94	-0.00073	0.00073
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00146	0.00146
Lake St, 360	10.56	0.00079	0.00079
Lake St, 360 19,62	19.96	-0.00255	0.00255
Lake St, 90	8.35	0.00108	0.00108
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00217	0.00217

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.99: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Hector Mine - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.103: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.104: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

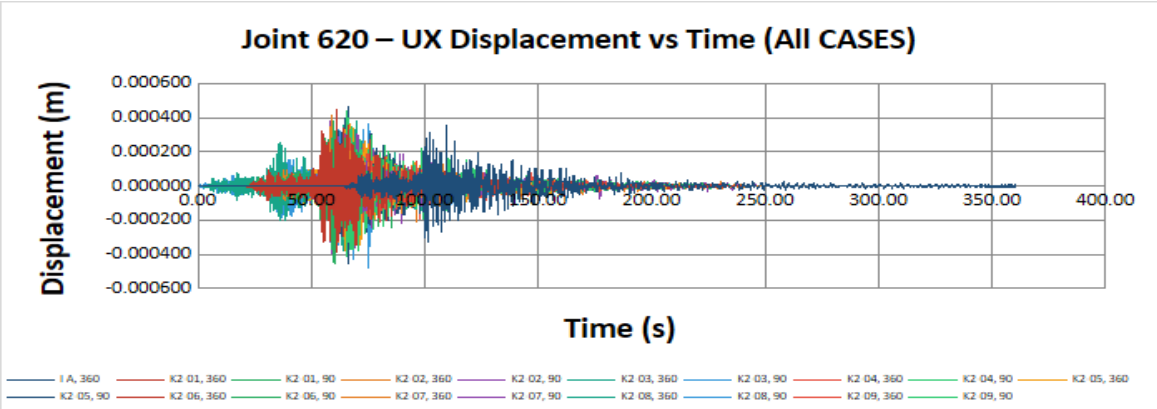
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00089	0.00089
#10, 320	12.41	0.00039	0.00039
#10, 320 19,62	12.41	0.00078	0.00078
City Hall, 360	19.87	0.00098	0.00098
City Hall, 360 19,62	19.87	0.00197	0.00197
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00136	0.00136
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	19.95	-0.00237	0.00237
Lake St, 90	10.69	-0.00101	0.00101
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00202	0.00202

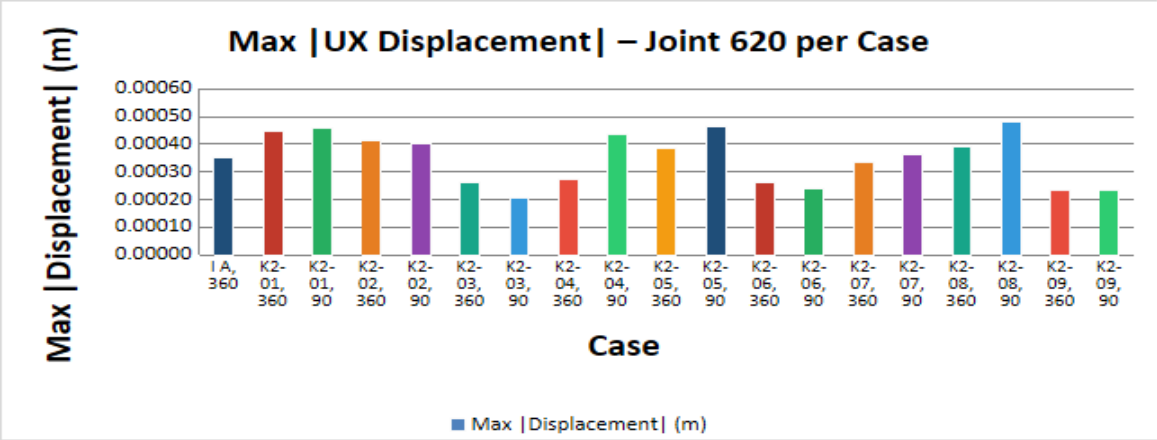
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.105: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.2-03.02.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.106: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



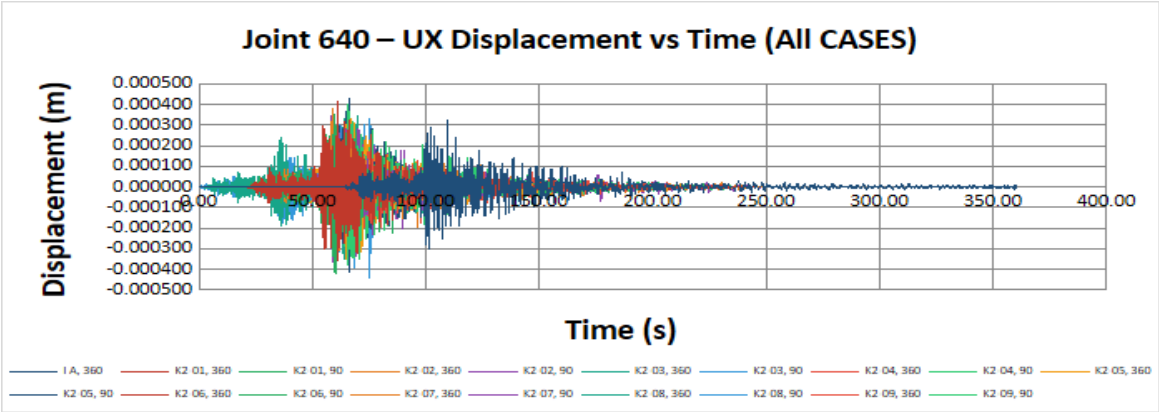
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.107: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

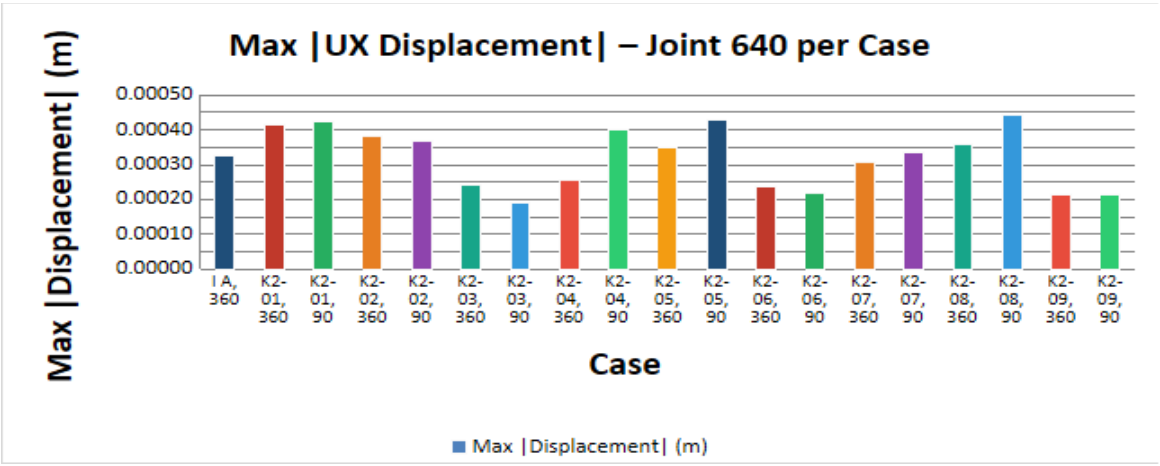
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00041	0.00041
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00020	0.00020
K2-04, 360	67.14	0.00028	0.00028
K2-04, 90	65.62	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00047	0.00047
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	64.80	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.108: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.109: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



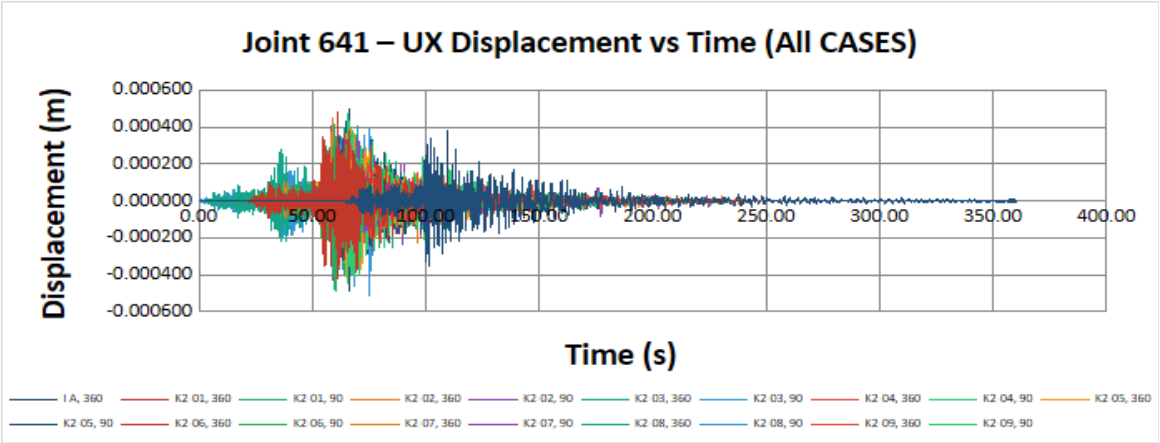
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.110: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

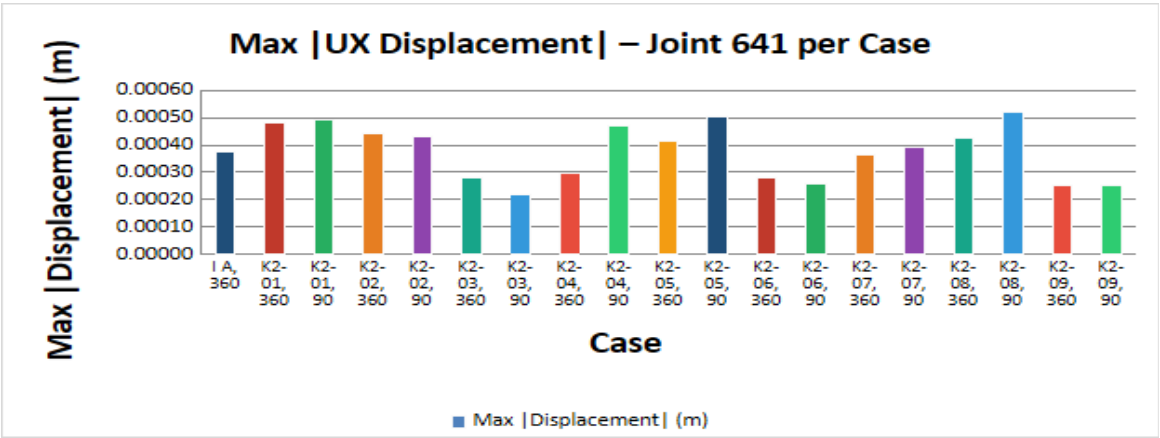
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00033	0.00033
K2-01, 360	61.38	0.00041	0.00041
K2-01, 90	60.04	-0.00042	0.00042
K2-02, 360	58.90	0.00038	0.00038
K2-02, 90	58.70	-0.00037	0.00037
K2-03, 360	35.88	0.00024	0.00024
K2-03, 90	38.19	0.00019	0.00019
K2-04, 360	67.14	0.00025	0.00025
K2-04, 90	65.62	0.00040	0.00040
K2-05, 360	64.72	-0.00035	0.00035
K2-05, 90	66.14	0.00043	0.00043
K2-06, 360	60.72	-0.00024	0.00024
K2-06, 90	67.78	-0.00022	0.00022
K2-07, 360	66.30	0.00031	0.00031
K2-07, 90	69.24	-0.00033	0.00033
K2-08, 360	64.80	0.00036	0.00036
K2-08, 90	75.19	-0.00044	0.00044
K2-09, 360	60.31	-0.00021	0.00021
K2-09, 90	63.78	-0.00021	0.00021

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.111: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.112: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

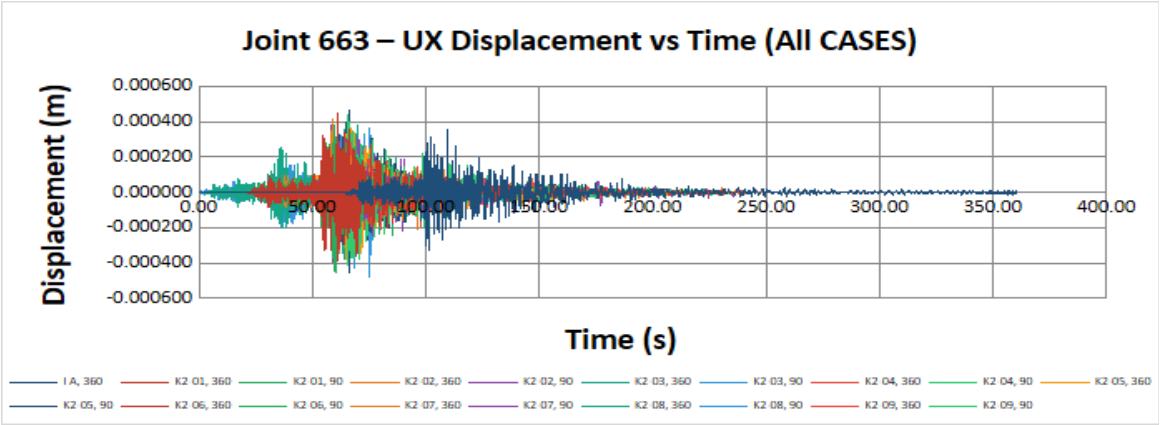


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.113: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

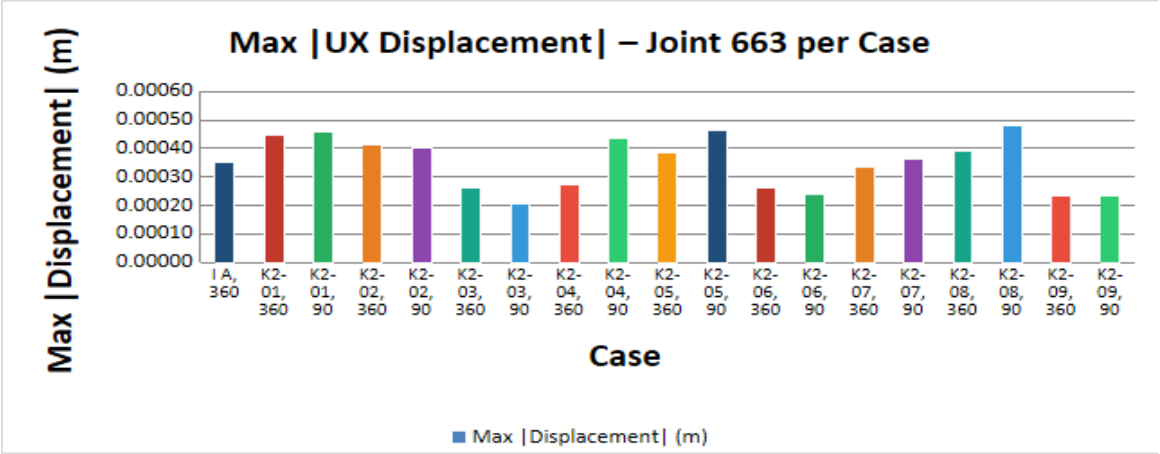
Max UX Displacement Summary – Joint 641

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00038	0.00038
K2-01, 360	61.38	0.00048	0.00048
K2-01, 90	60.04	-0.00049	0.00049
K2-02, 360	58.90	0.00044	0.00044
K2-02, 90	58.70	-0.00043	0.00043
K2-03, 360	35.88	0.00028	0.00028
K2-03, 90	38.19	0.00022	0.00022
K2-04, 360	67.14	0.00029	0.00029
K2-04, 90	65.62	0.00047	0.00047
K2-05, 360	64.72	-0.00041	0.00041
K2-05, 90	66.14	0.00050	0.00050
K2-06, 360	60.72	-0.00028	0.00028
K2-06, 90	67.78	-0.00026	0.00026
K2-07, 360	66.30	0.00036	0.00036
K2-07, 90	69.24	-0.00039	0.00039
K2-08, 360	64.80	0.00042	0.00042
K2-08, 90	75.19	-0.00052	0.00052
K2-09, 360	60.31	-0.00025	0.00025
K2-09, 90	63.78	-0.00025	0.00025

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.114: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.118: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.119: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

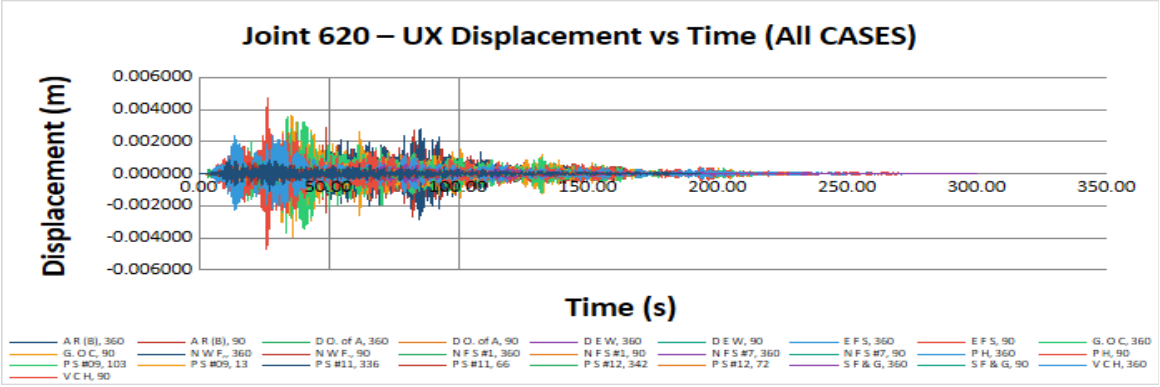
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00041	0.00041
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00020	0.00020
K2-04, 360	67.14	0.00028	0.00028
K2-04, 90	65.62	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00047	0.00047
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	64.80	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023

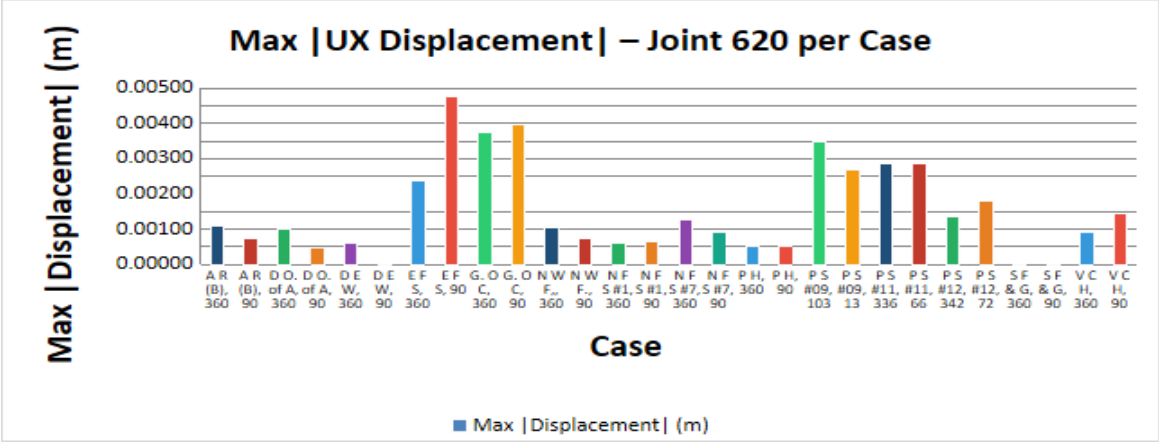
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.120: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.2-03.02.09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.121: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



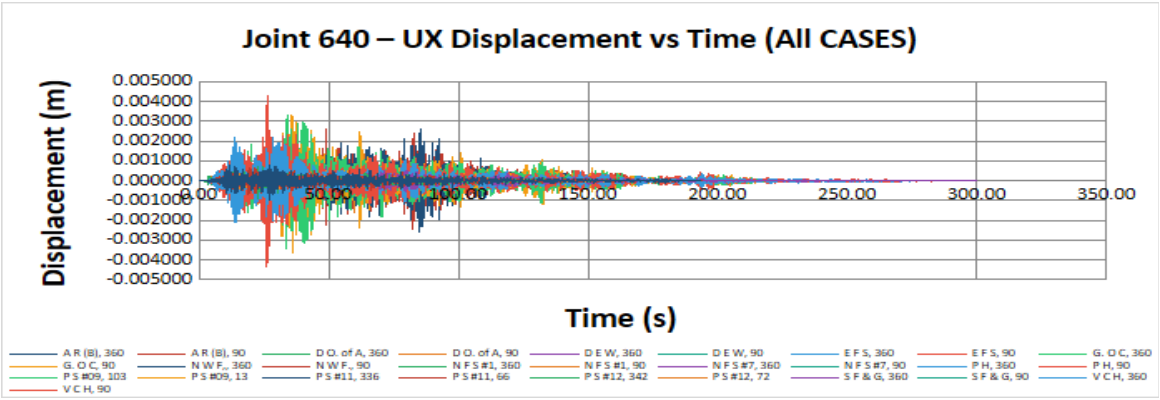
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.122: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

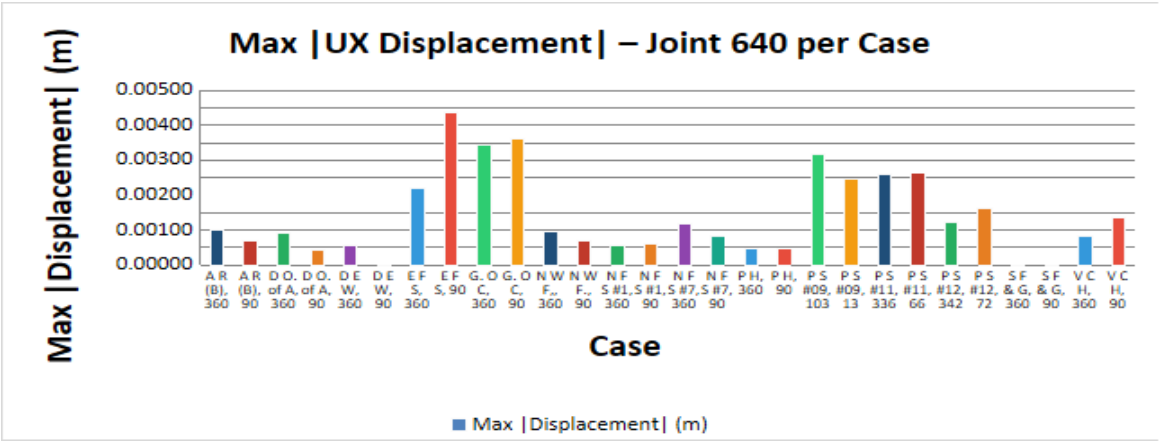
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00109	0.00109
A R (B), 90	19.05	-0.00075	0.00075
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	15.99	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	0.00	0.00000	0.00000
E F S, 360	28.49	0.00238	0.00238
E F S, 90	26.18	-0.00476	0.00476
G. O C, 360	33.78	-0.00376	0.00376
G. O C, 90	36.38	-0.00397	0.00397
N W F,, 360	17.76	0.00103	0.00103
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00062	0.00062
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00127	0.00127
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	40.95	-0.00348	0.00348
P S #09, 13	62.11	0.00268	0.00268
P S #11, 336	84.89	-0.00285	0.00285
P S #11, 66	48.99	0.00288	0.00288
P S #12, 342	62.32	-0.00135	0.00135
P S #12, 72	60.08	-0.00179	0.00179
S F & G, 360	0.00	0.00000	0.00000
S F & G, 90	0.00	0.00000	0.00000
V C H, 360	55.66	0.00091	0.00091
V C H, 90	51.49	0.00146	0.00146

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.123: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Denali Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.124: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



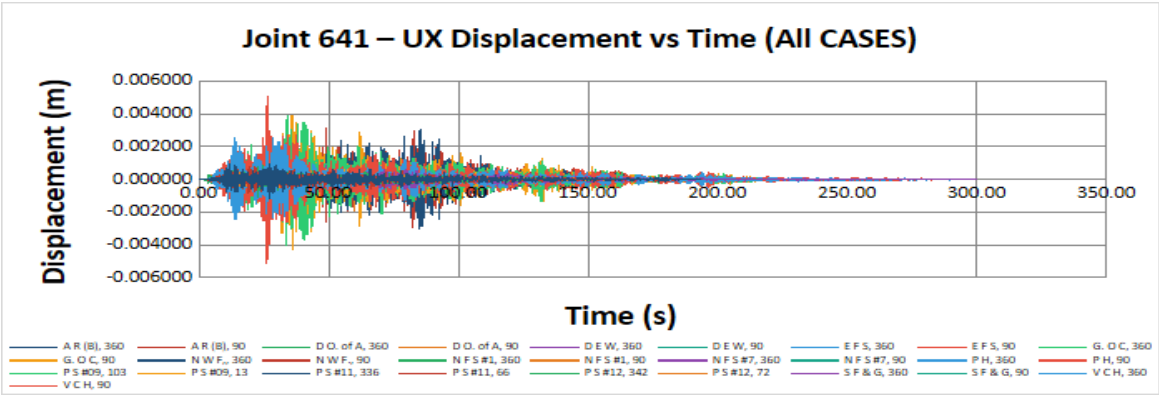
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.125: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

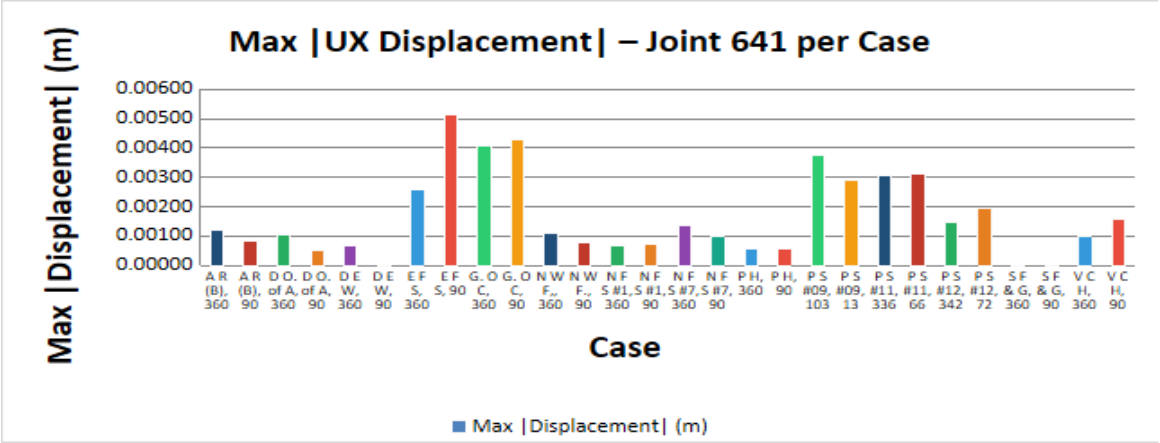
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00101	0.00101
A R (B), 90	19.05	-0.00069	0.00069
D O. of A, 360	22.74	-0.00091	0.00091
D O. of A, 90	15.99	-0.00042	0.00042
D E W, 360	80.03	-0.00056	0.00056
D E W, 90	296.39	-2.86839	2.86839
E F S, 360	28.49	0.00219	0.00219
E F S, 90	26.18	-0.00437	0.00437
G. O C, 360	33.78	-0.00344	0.00344
G. O C, 90	36.38	-0.00363	0.00363
N W F,, 360	17.76	0.00094	0.00094
N W F., 90	32.23	-0.00067	0.00067
N F S #1, 360	23.10	0.00057	0.00057
N F S #1, 90	26.62	-0.00060	0.00060
N F S #7, 360	35.90	0.00116	0.00116
N F S #7, 90	43.72	-0.00085	0.00085
P H, 360	84.72	0.00049	0.00049
P H, 90	66.32	-0.00046	0.00046
P S #09, 103	40.95	-0.00319	0.00319
P S #09, 13	62.11	0.00245	0.00245
P S #11, 336	85.66	0.00260	0.00260
P S #11, 66	48.99	0.00262	0.00262
P S #12, 342	62.32	-0.00124	0.00124
P S #12, 72	60.08	-0.00163	0.00163
S F & G, 360	278.00	2.11806	2.11806
S F & G, 90	292.72	-2.08055	2.08055
V C H, 360	55.66	0.00084	0.00084
V C H, 90	51.49	0.00134	0.00134

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.126: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Denali Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.127: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



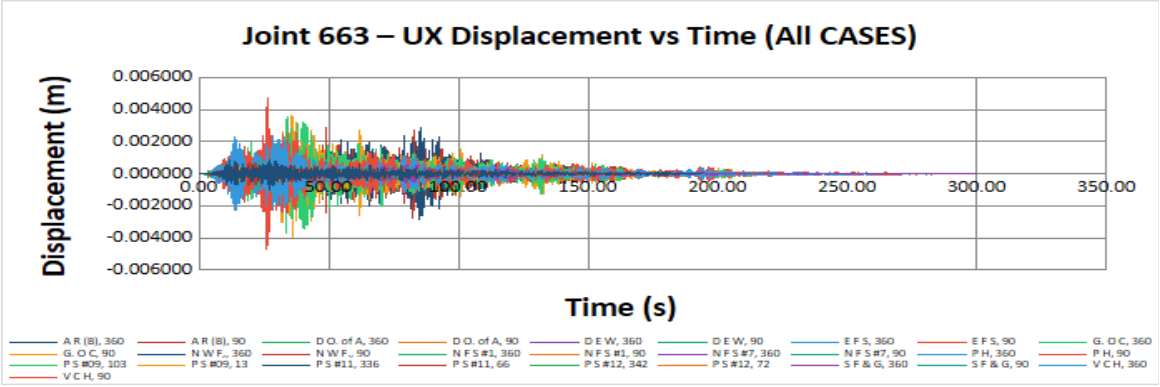
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.128: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

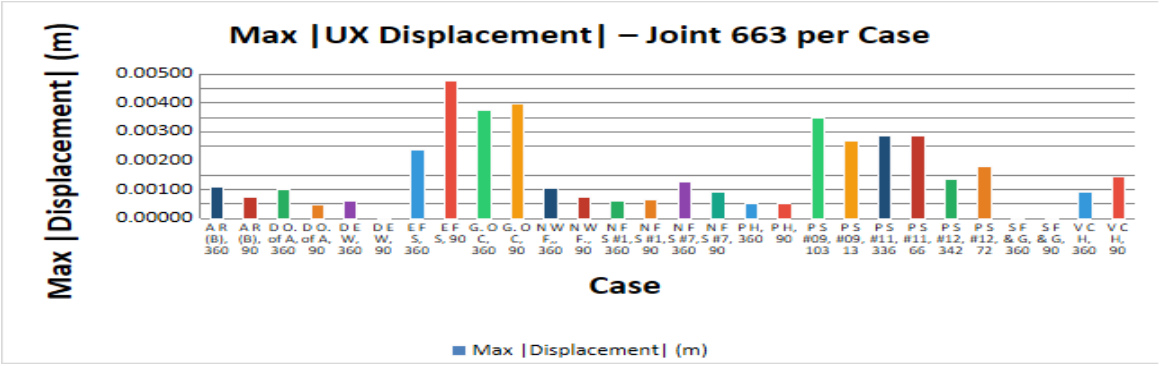
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00118	0.00118
A R (B), 90	19.05	-0.00081	0.00081
D O. of A, 360	22.74	-0.00106	0.00106
D O. of A, 90	15.99	-0.00050	0.00050
D E W, 360	80.03	-0.00065	0.00065
D E W, 90	293.15	2.93258	2.93258
E F S, 360	28.49	0.00256	0.00256
E F S, 90	26.18	-0.00512	0.00512
G. O C, 360	33.78	-0.00406	0.00406
G. O C, 90	36.38	-0.00428	0.00428
N W F,, 360	17.75	0.00110	0.00110
N W F., 90	32.23	-0.00079	0.00079
N F S #1, 360	23.10	0.00067	0.00067
N F S #1, 90	26.62	-0.00070	0.00070
N F S #7, 360	35.90	0.00137	0.00137
N F S #7, 90	43.72	-0.00099	0.00099
P H, 360	84.72	0.00058	0.00058
P H, 90	66.32	-0.00054	0.00054
P S #09, 103	40.95	-0.00375	0.00375
P S #09, 13	61.77	0.00289	0.00289
P S #11, 336	84.89	-0.00307	0.00307
P S #11, 66	48.99	0.00310	0.00310
P S #12, 342	62.32	-0.00146	0.00146
P S #12, 72	60.08	-0.00194	0.00194
S F & G, 360	270.28	-3.16936	3.16936
S F & G, 90	270.63	-3.05939	3.05939
V C H, 360	55.65	0.00098	0.00098
V C H, 90	51.49	0.00157	0.00157

Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.129: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Denali Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.133: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 3.2.134: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

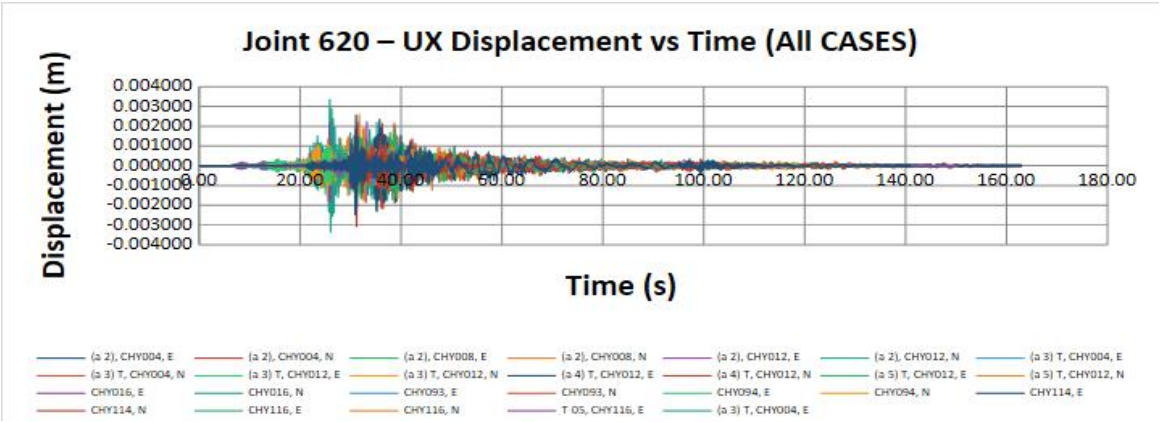
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00109	0.00109
A R (B), 90	19.05	-0.00076	0.00076
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	15.99	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	272.47	-2.04729	2.04729
E F S, 360	28.49	0.00238	0.00238
E F S, 90	26.18	-0.00476	0.00476
G. O C, 360	33.78	-0.00376	0.00376
G. O C, 90	36.38	-0.00397	0.00397
N W F,, 360	17.76	0.00103	0.00103
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00062	0.00062
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00127	0.00127
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	40.95	-0.00348	0.00348
P S #09, 13	61.77	0.00268	0.00268
P S #11, 336	84.89	-0.00285	0.00285
P S #11, 66	48.99	0.00288	0.00288
P S #12, 342	62.32	-0.00135	0.00135
P S #12, 72	60.08	-0.00179	0.00179
S F & G, 360	298.46	1.89462	1.89462
S F & G, 90	292.72	-2.31528	2.31528
V C H, 360	55.66	0.00091	0.00091
V C H, 90	51.49	0.00146	0.00146

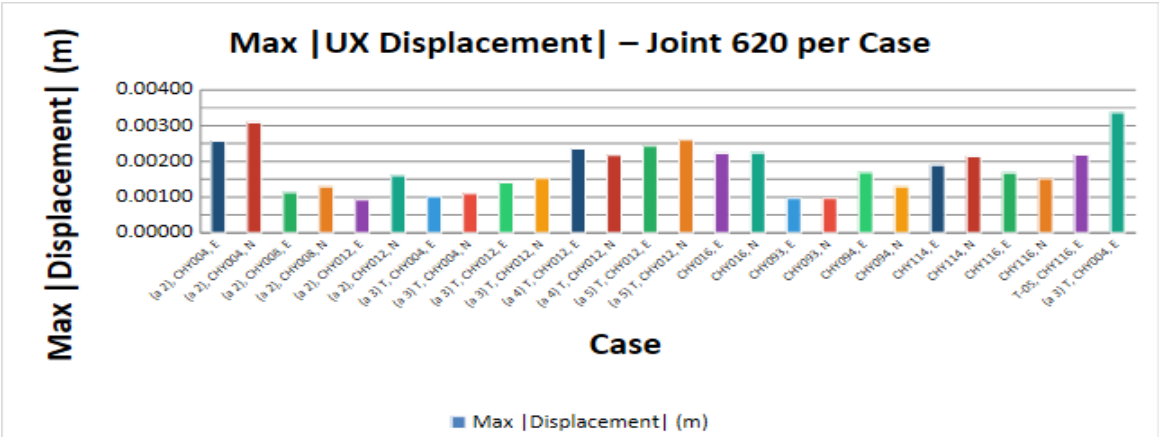
Συγκεντρωτικός Πίνακας 3.2.135: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.3.2-03.02.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.257: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



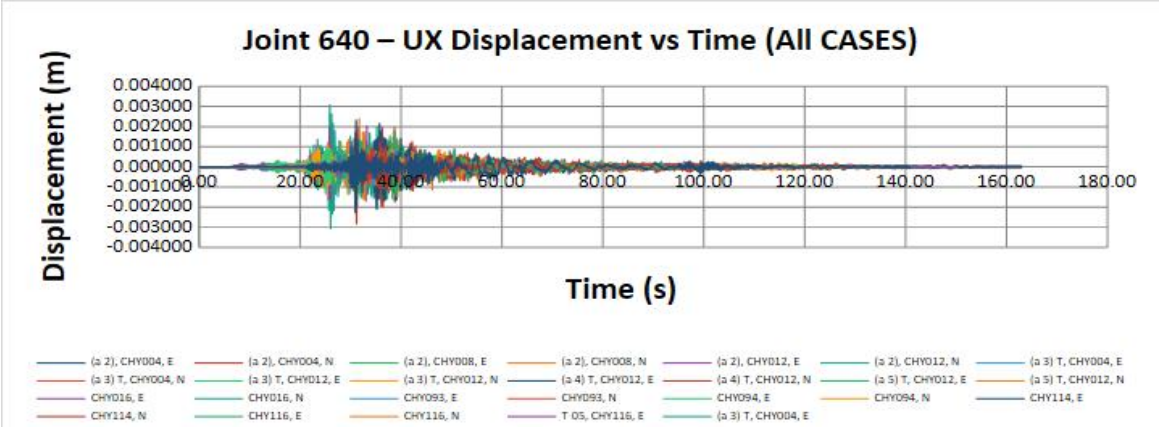
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.258: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

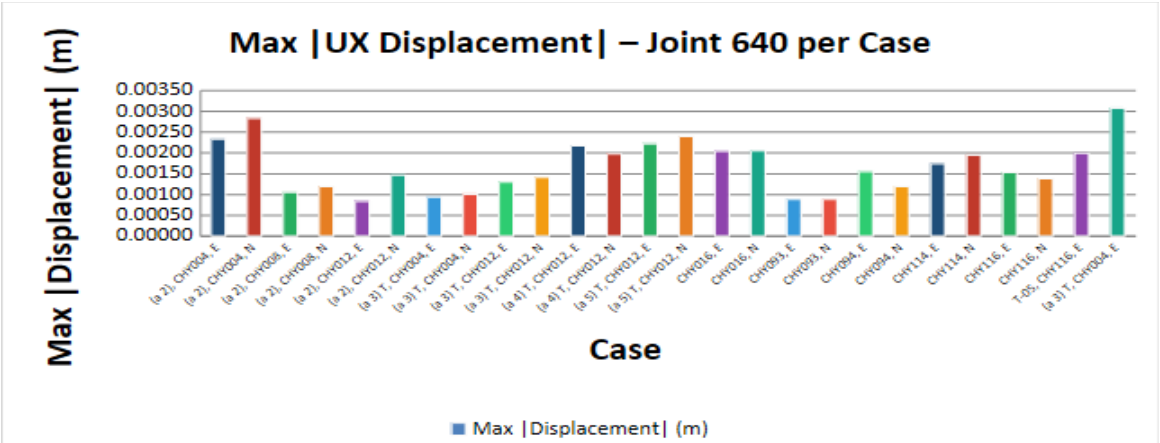
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00113	0.00113
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00129	0.00129
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00160	0.00160
(a 3) T, CHY004, E	31.54	0.00101	0.00101
(a 3) T, CHY004, N	31.87	0.00110	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	25.02	-0.00141	0.00141
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00153	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00235	0.00235
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00217	0.00217
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00243	0.00243
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00260	0.00260
CHY016, E	33.25	0.00223	0.00223
CHY016, N	35.08	-0.00224	0.00224
CHY093, E	34.79	-0.00097	0.00097
CHY093, N	30.67	-0.00096	0.00096
CHY094, E	34.27	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00129	0.00129
CHY114, E	38.78	-0.00189	0.00189
CHY114, N	38.70	0.00214	0.00214
CHY116, E	29.97	0.00168	0.00168
CHY116, N	29.48	-0.00151	0.00151
T-05, CHY116, E	25.86	0.00218	0.00218
(a 3) T, CHY004, E	25.89	0.00336	0.00336

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.259: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.260: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



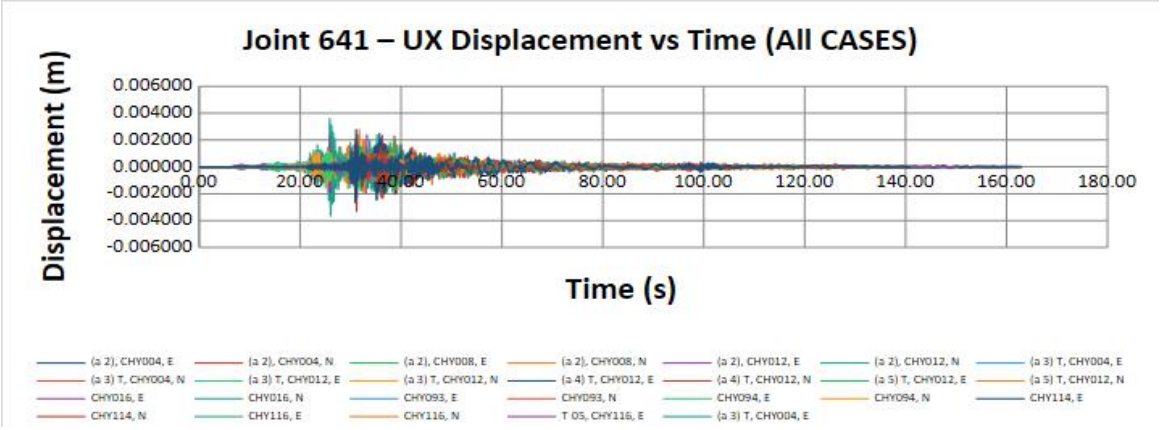
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.261: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

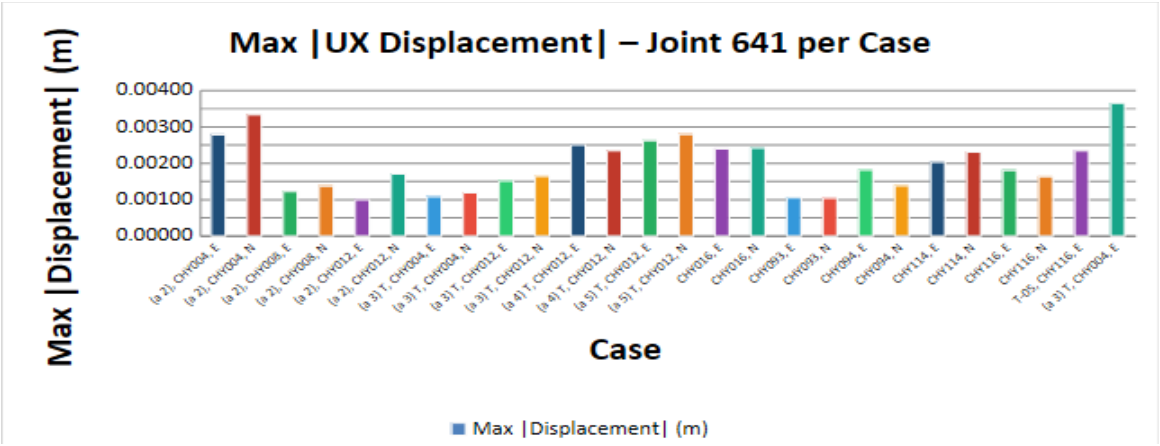
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00233	0.00233
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00283	0.00283
(a 2), CHY008, E	36.48	-0.00105	0.00105
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00119	0.00119
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00084	0.00084
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00147	0.00147
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00094	0.00094
(a 3) T, CHY004, N	31.87	0.00101	0.00101
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00130	0.00130
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00141	0.00141
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00217	0.00217
(a 4) T, CHY012, N	36.44	-0.00198	0.00198
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00222	0.00222
(a 5) T, CHY012, N	31.73	0.00240	0.00240
CHY016, E	33.25	0.00204	0.00204
CHY016, N	35.08	-0.00205	0.00205
CHY093, E	34.79	-0.00088	0.00088
CHY093, N	30.67	-0.00088	0.00088
CHY094, E	34.27	-0.00155	0.00155
CHY094, N	31.22	0.00119	0.00119
CHY114, E	38.77	-0.00174	0.00174
CHY114, N	38.70	0.00195	0.00195
CHY116, E	29.97	0.00153	0.00153
CHY116, N	29.48	-0.00138	0.00138
T-05, CHY116, E	25.86	0.00199	0.00199
(a 3) T, CHY004, E	25.89	0.00308	0.00308

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.262: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.263: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



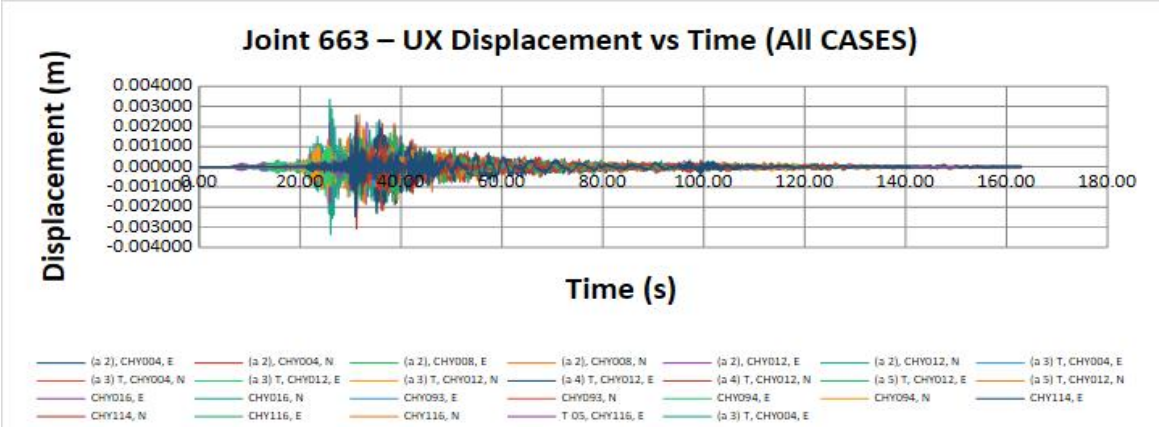
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.264: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

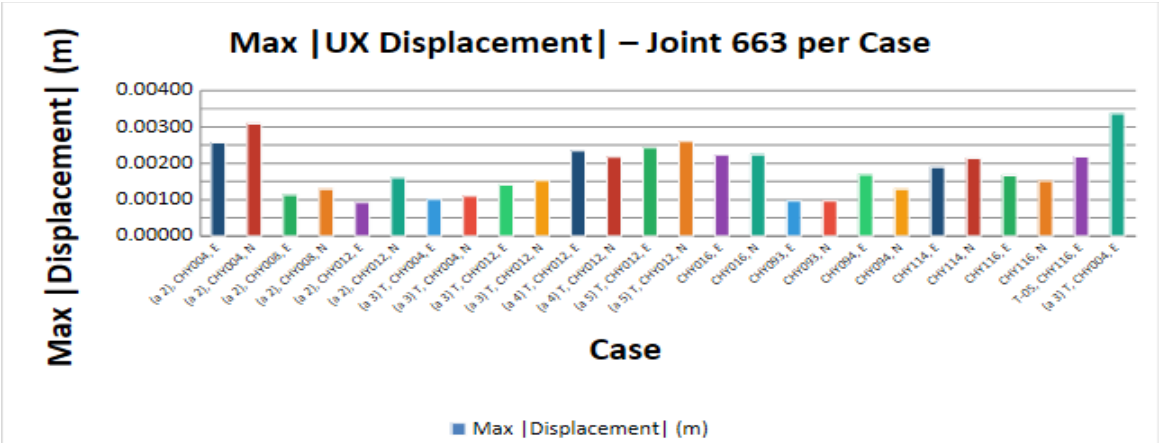
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00279	0.00279
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00333	0.00333
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00122	0.00122
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00138	0.00138
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00099	0.00099
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00171	0.00171
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00109	0.00109
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00119	0.00119
(a 3) T, CHY012, E	25.02	-0.00152	0.00152
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00164	0.00164
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00250	0.00250
(a 4) T, CHY012, N	36.26	0.00234	0.00234
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00262	0.00262
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00280	0.00280
CHY016, E	33.25	0.00240	0.00240
CHY016, N	35.08	-0.00242	0.00242
CHY093, E	34.79	-0.00105	0.00105
CHY093, N	30.50	0.00104	0.00104
CHY094, E	34.27	-0.00182	0.00182
CHY094, N	31.22	0.00139	0.00139
CHY114, E	38.78	-0.00203	0.00203
CHY114, N	38.70	0.00231	0.00231
CHY116, E	29.97	0.00181	0.00181
CHY116, N	29.48	-0.00163	0.00163
T-05, CHY116, E	25.86	0.00234	0.00234
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00364	0.00364

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.265: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.269: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.270: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00113	0.00113
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00129	0.00129
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00160	0.00160
(a 3) T, CHY004, E	31.54	0.00101	0.00101
(a 3) T, CHY004, N	31.87	0.00110	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	25.02	-0.00141	0.00141
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00153	0.00153
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00234	0.00234
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00217	0.00217
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00243	0.00243
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00260	0.00260
CHY016, E	33.24	0.00222	0.00222
CHY016, N	35.08	-0.00224	0.00224
CHY093, E	34.79	-0.00097	0.00097
CHY093, N	30.67	-0.00096	0.00096
CHY094, E	34.27	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00129	0.00129
CHY114, E	38.78	-0.00189	0.00189
CHY114, N	38.70	0.00214	0.00214
CHY116, E	29.97	0.00167	0.00167
CHY116, N	29.48	-0.00151	0.00151
T-05, CHY116, E	25.86	0.00218	0.00218
(a 3) T, CHY004, E	25.89	0.00336	0.00336

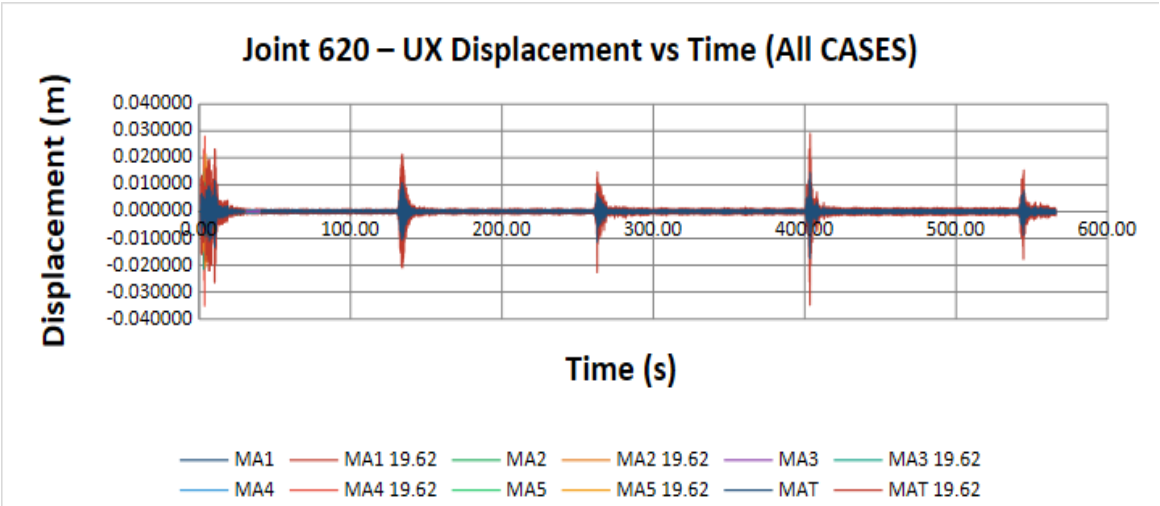
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.271: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4 Μοντέλο 4ο – XWRISAGWGOKAIPLASIOKSEESAW

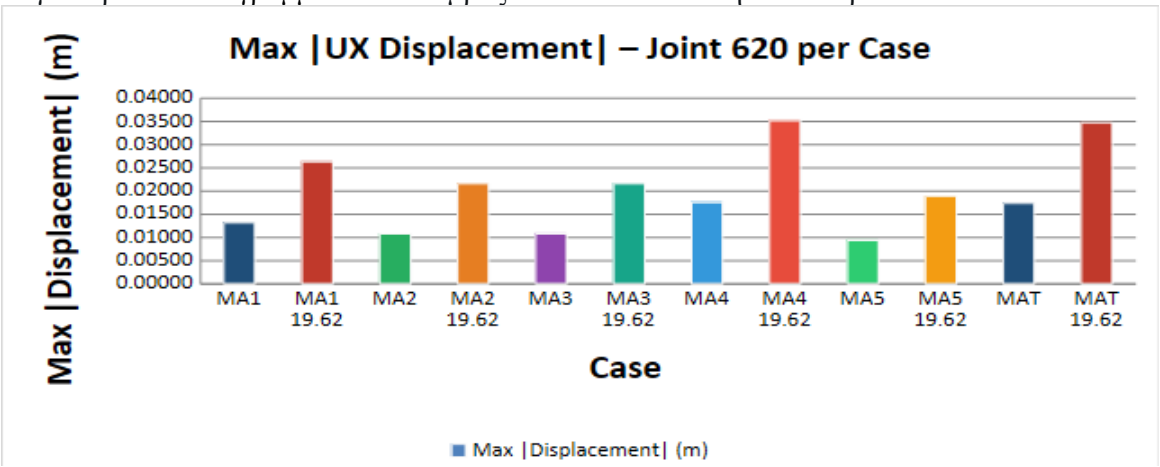
- **5.4.1-04.01 NEWDMF30NULLSPLAISIOSKETO**

5.4.1-04.01.01 Σεισμός Mammoth Lakes

Mammoth – Κόμβος 620 Αριστερά από τον αγωγό. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.1: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



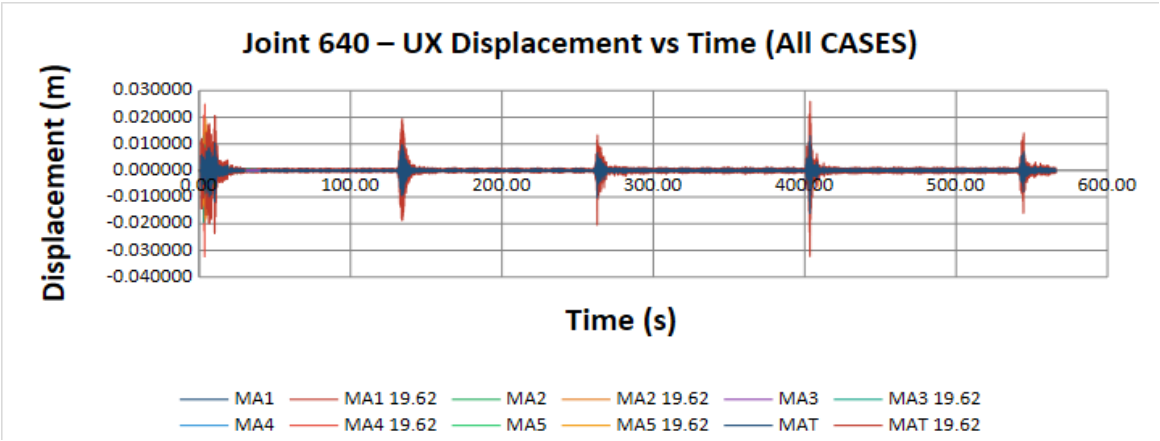
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.2: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

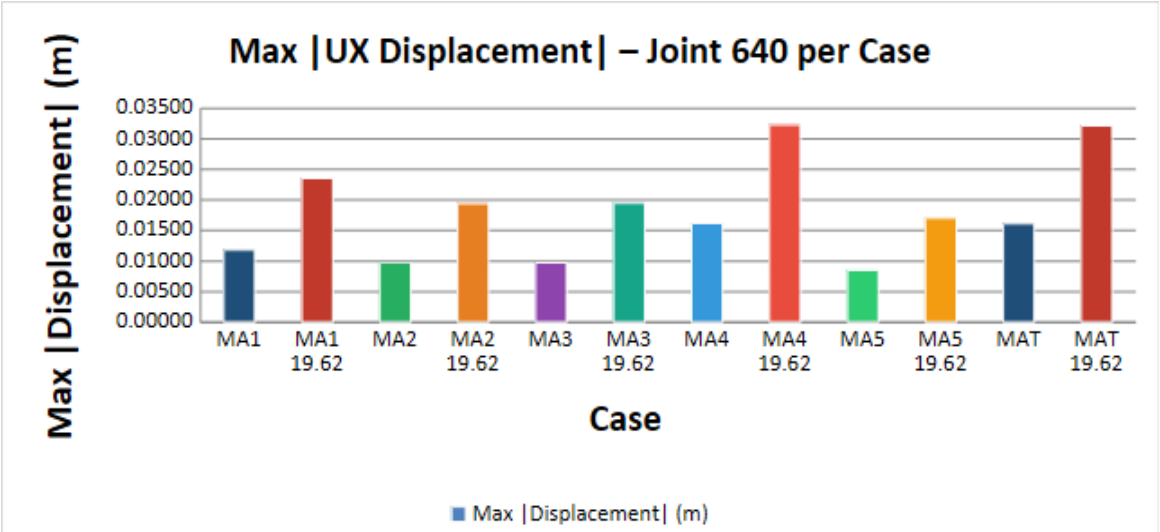
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01317	0.01317
MA1 19.62	10.27	-0.02633	0.02633
MA2	4.23	0.01076	0.01076
MA2 19.62	4.23	0.02152	0.02152
MA3	3.07	-0.01080	0.01080
MA3 19.62	3.07	-0.02160	0.02160
MA4	3.62	-0.01757	0.01757
MA4 19.62	3.62	-0.03513	0.03513
MA5	4.61	-0.00940	0.00940
MA5 19.62	4.61	-0.01880	0.01880
MAT	403.52	-0.01736	0.01736
MAT 19.62	403.52	-0.03473	0.03473

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.3: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Mammoth – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.4: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



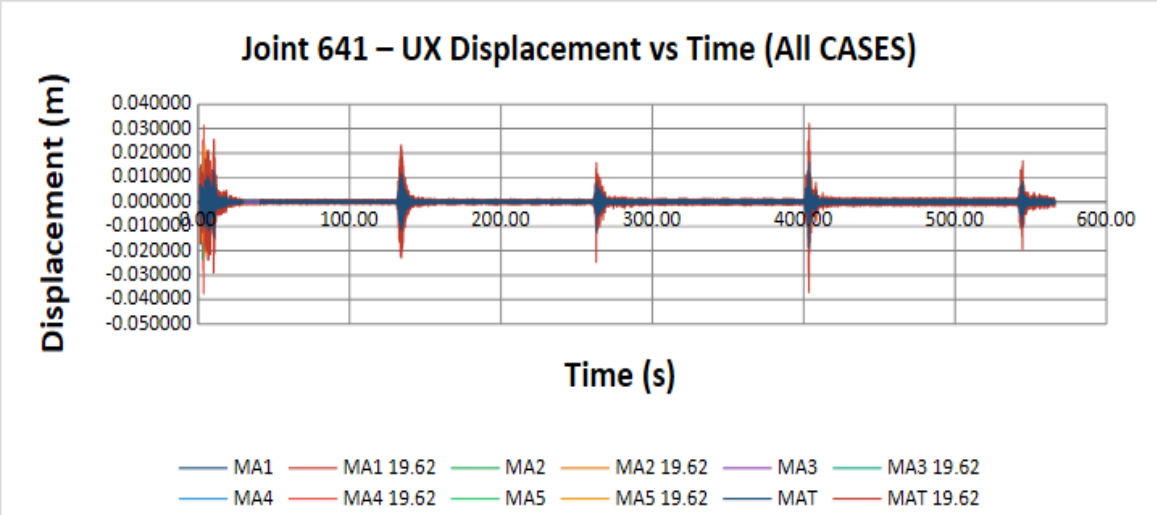
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.5: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

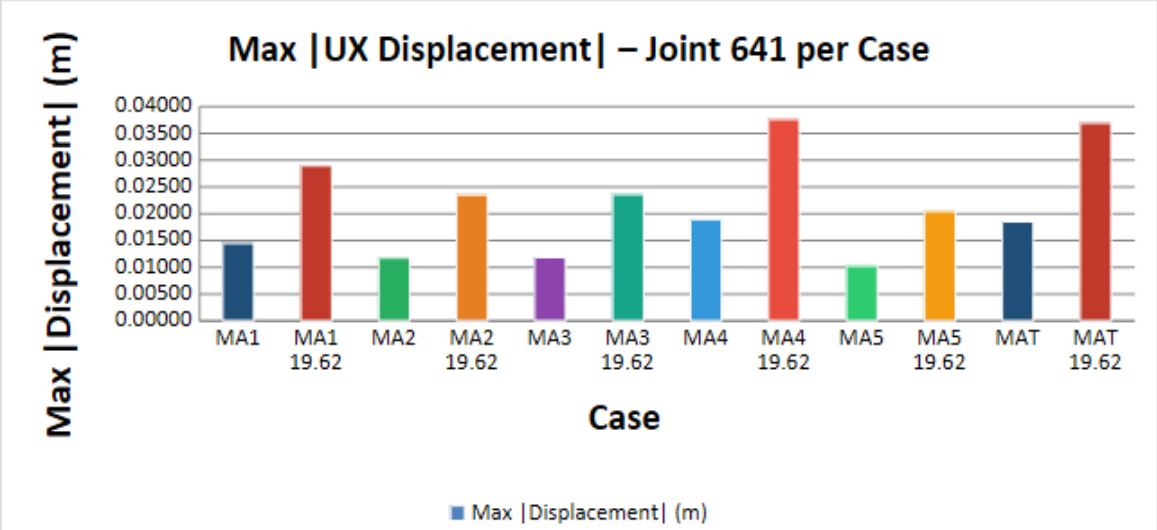
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01178	0.01178
MA1 19.62	10.27	-0.02355	0.02355
MA2	4.23	0.00969	0.00969
MA2 19.62	4.23	0.01938	0.01938
MA3	3.07	-0.00974	0.00974
MA3 19.62	3.07	-0.01948	0.01948
MA4	3.62	-0.01618	0.01618
MA4 19.62	3.62	-0.03235	0.03235
MA5	4.61	-0.00852	0.00852
MA5 19.62	4.61	-0.01703	0.01703
MAT	403.52	-0.01609	0.01609
MAT 19.62	403.52	-0.03219	0.03219

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.6: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Mammoth – Κόμβος 641 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.7: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



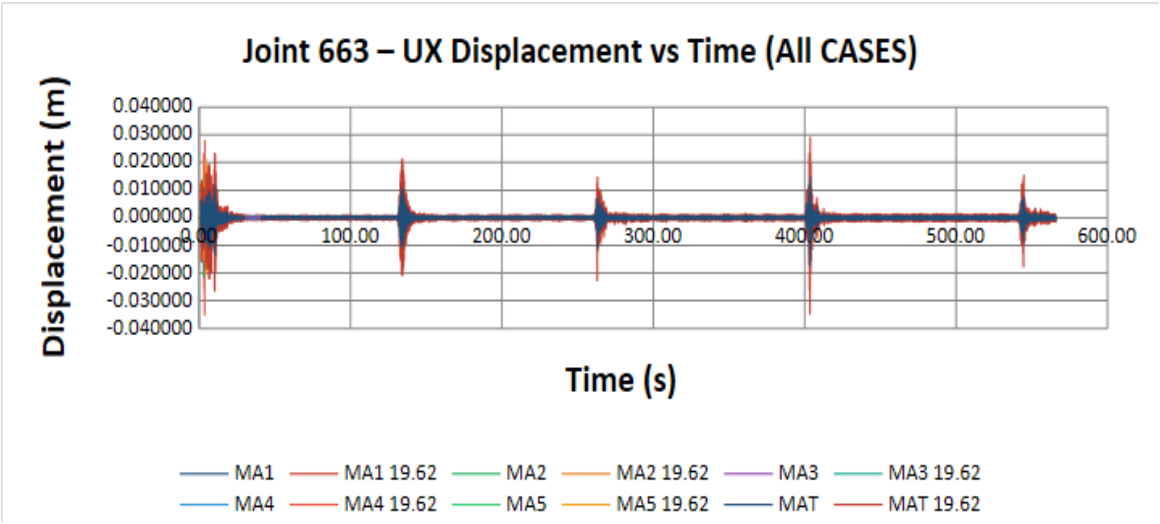
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.8: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

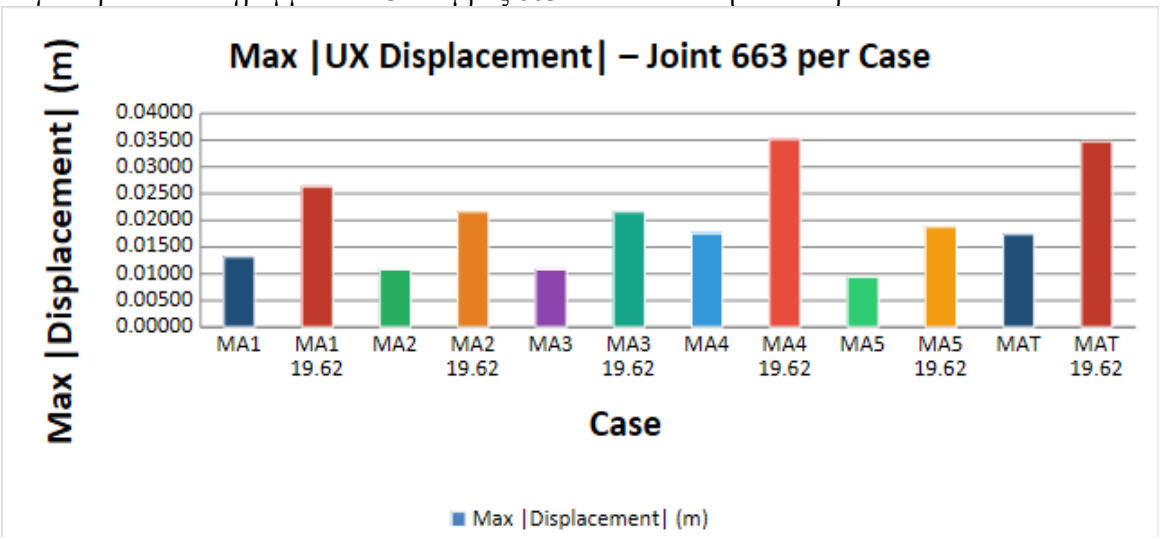
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01447	0.01447
MA1 19.62	10.27	-0.02895	0.02895
MA2	4.23	0.01176	0.01176
MA2 19.62	4.23	0.02352	0.02352
MA3	3.07	-0.01179	0.01179
MA3 19.62	3.07	-0.02359	0.02359
MA4	3.62	-0.01880	0.01880
MA4 19.62	3.62	-0.03759	0.03759
MA5	4.60	-0.01022	0.01022
MA5 19.62	4.60	-0.02044	0.02044
MAT	403.52	-0.01848	0.01848
MAT 19.62	403.52	-0.03697	0.03697

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.9: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Mammoth – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.13: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.14: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

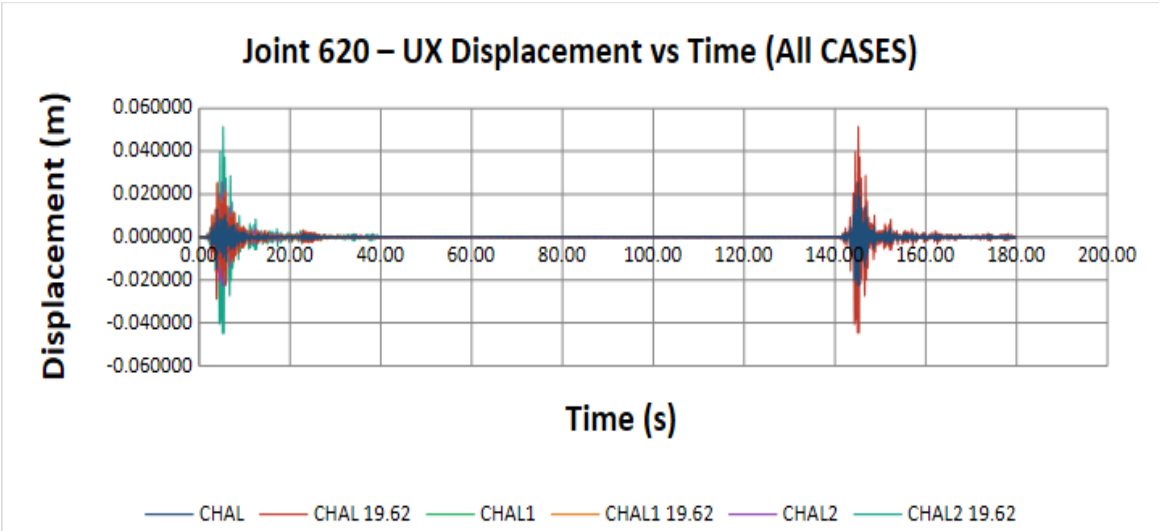
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01317	0.01317
MA1 19.62	10.27	-0.02633	0.02633
MA2	4.23	0.01076	0.01076
MA2 19.62	4.23	0.02152	0.02152
MA3	3.07	-0.01080	0.01080
MA3 19.62	3.07	-0.02160	0.02160
MA4	3.62	-0.01757	0.01757
MA4 19.62	3.62	-0.03513	0.03513
MA5	4.61	-0.00940	0.00940
MA5 19.62	4.61	-0.01879	0.01879
MAT	403.52	-0.01736	0.01736
MAT 19.62	403.52	-0.03473	0.03473

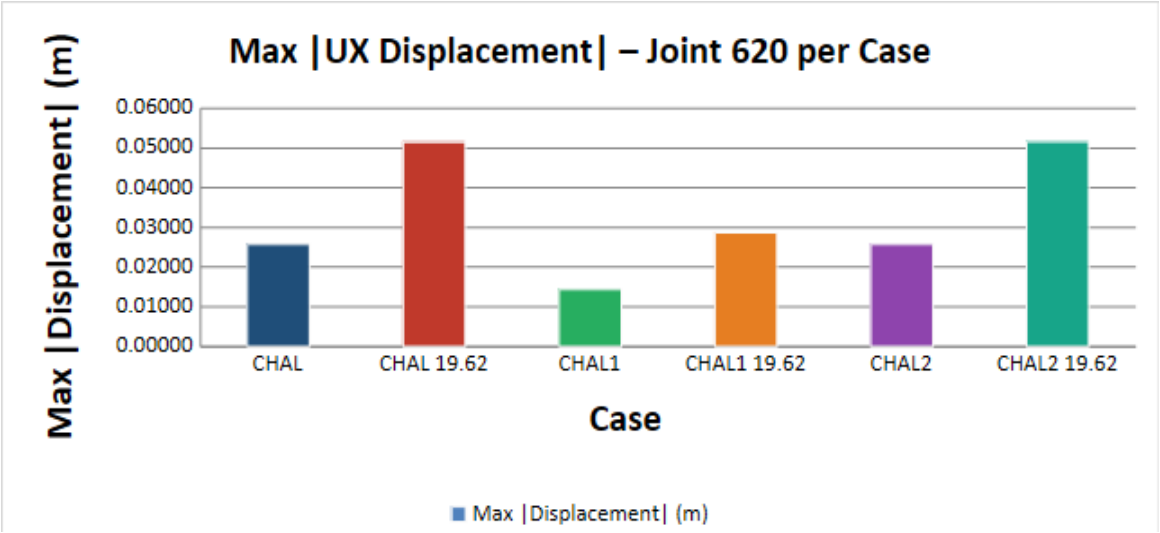
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.15: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.1-04.01.02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.16: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



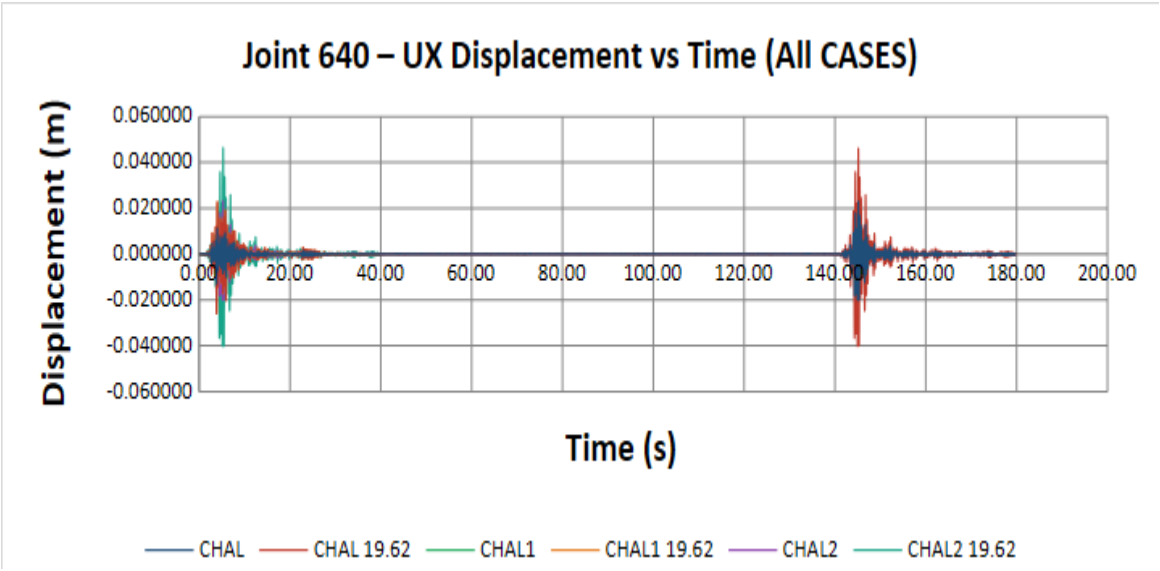
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.17: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

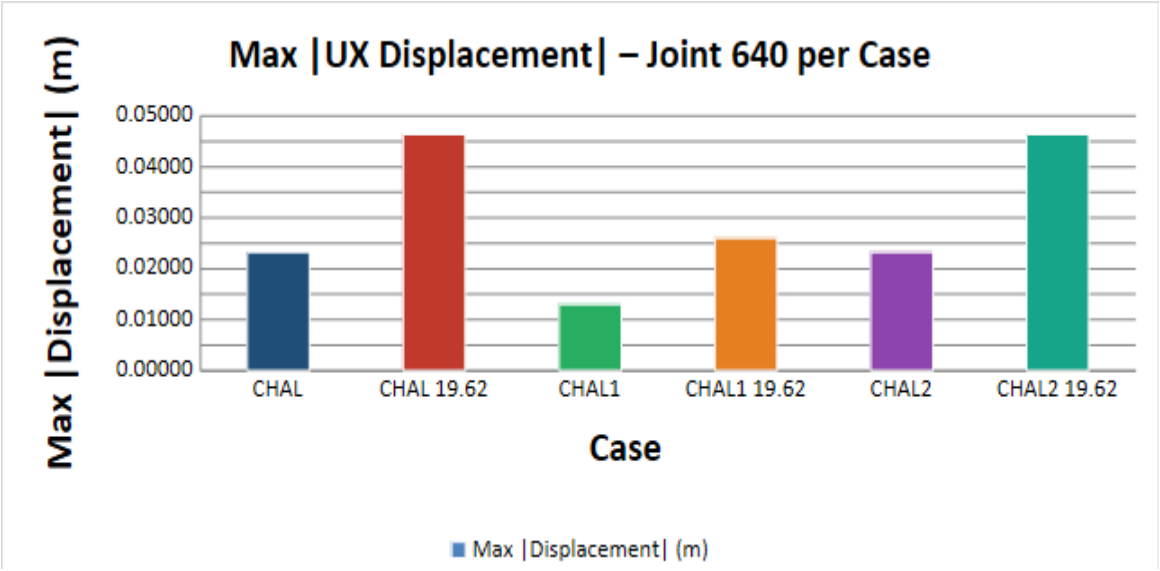
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02577	0.02577
CHAL 19.62	145.14	0.05153	0.05153
CHAL1	3.83	-0.01434	0.01434
CHAL1 19.62	3.83	-0.02869	0.02869
CHAL2	5.29	0.02578	0.02578
CHAL2 19.62	5.30	0.05157	0.05157

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.18: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chalfant -Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.19: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



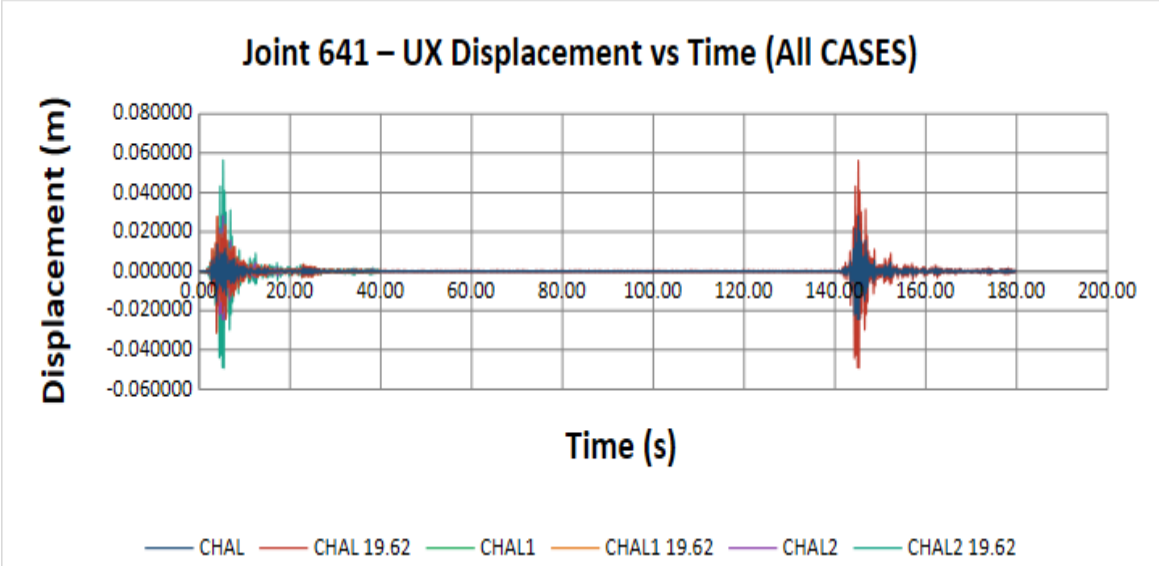
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.20: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

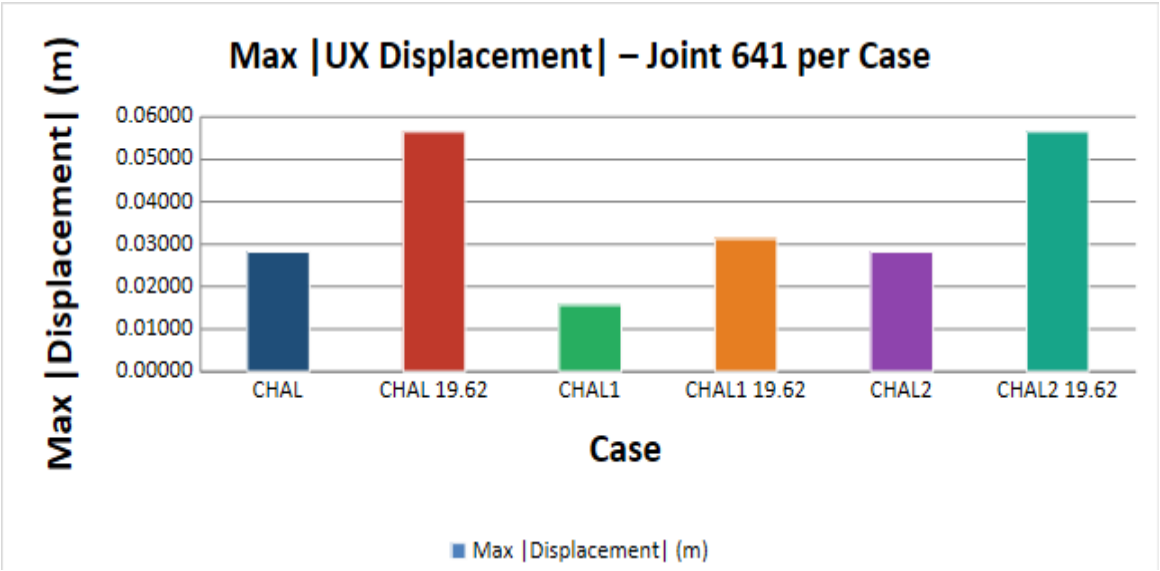
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02317	0.02317
CHAL 19.62	145.14	0.04635	0.04635
CHAL1	3.83	-0.01298	0.01298
CHAL1 19.62	3.83	-0.02597	0.02597
CHAL2	5.29	0.02320	0.02320
CHAL2 19.62	5.29	0.04640	0.04640

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.21: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chalfant – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.22: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



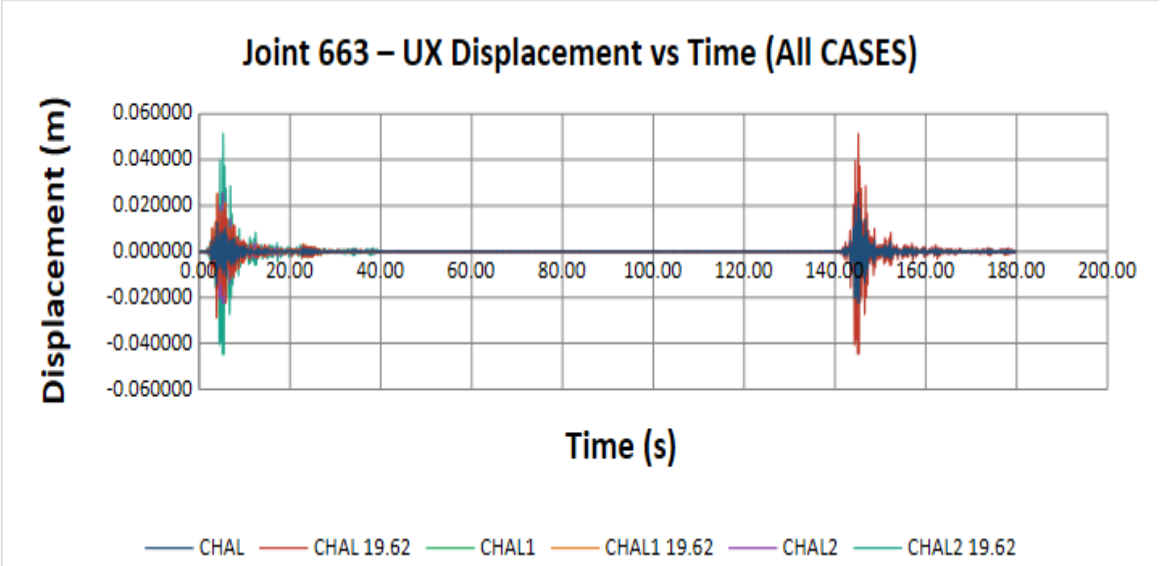
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.23: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

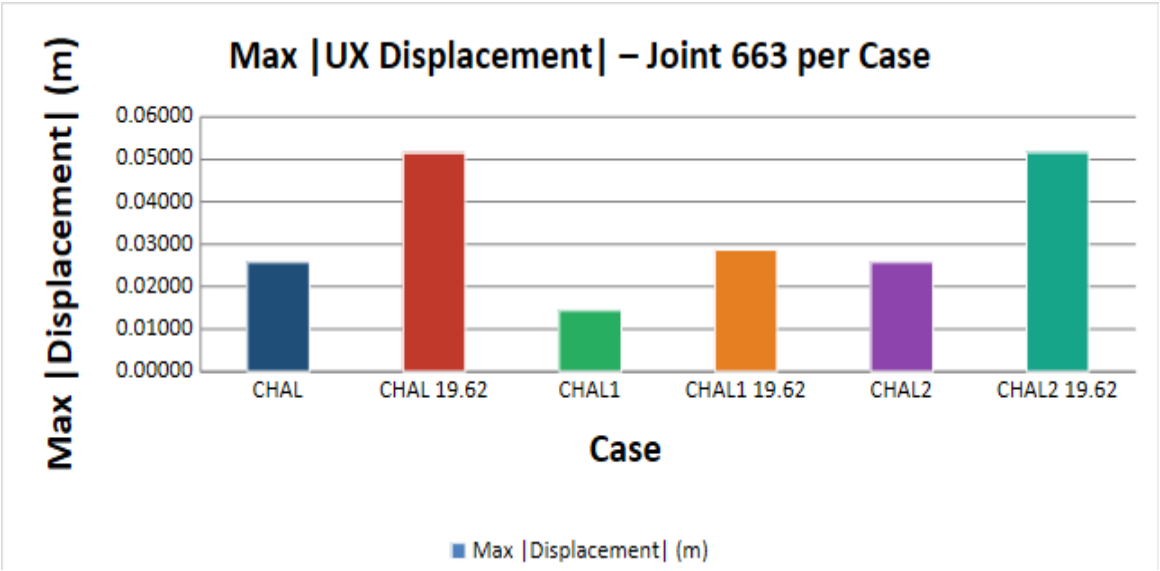
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02821	0.02821
CHAL 19.62	145.14	0.05642	0.05642
CHAL1	3.84	-0.01562	0.01562
CHAL1 19.62	3.84	-0.03123	0.03123
CHAL2	5.30	0.02822	0.02822
CHAL2 19.62	5.30	0.05644	0.05644

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.24: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chalfant – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.28: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.29: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

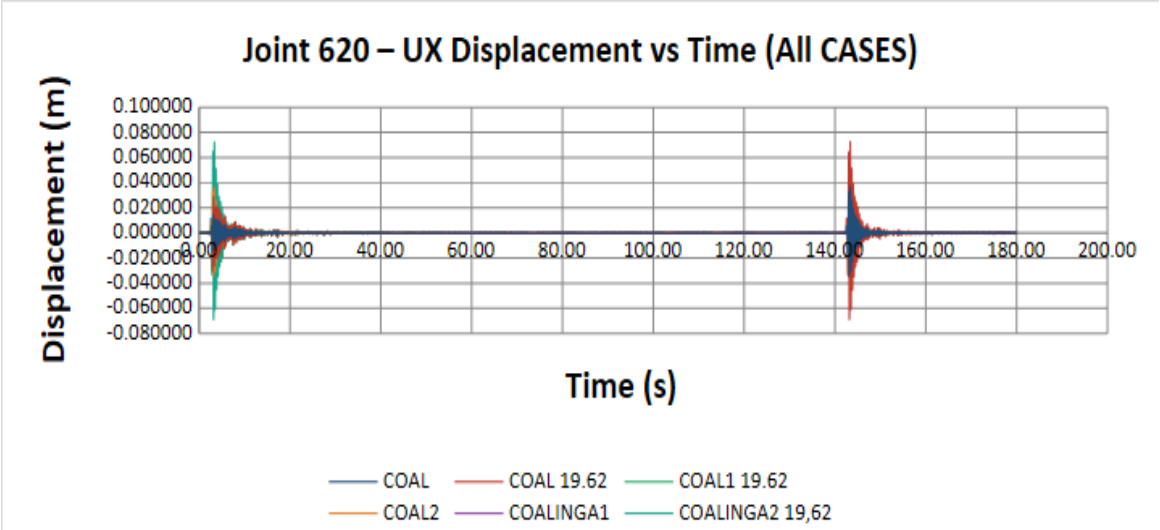
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.14	0.02577	0.02577
CHAL 19.62	145.14	0.05153	0.05153
CHAL1	3.83	-0.01434	0.01434
CHAL1 19.62	3.83	-0.02869	0.02869
CHAL2	5.29	0.02578	0.02578
CHAL2 19.62	5.29	0.05156	0.05156

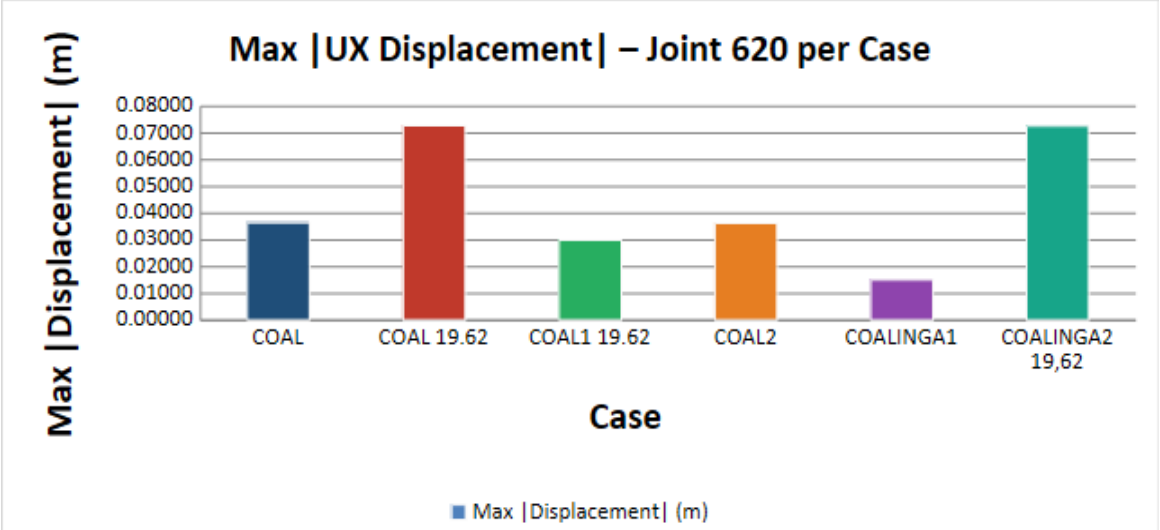
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.30: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.1-04.01.03 Σεισμός Coalinga

Coalinga – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.31: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



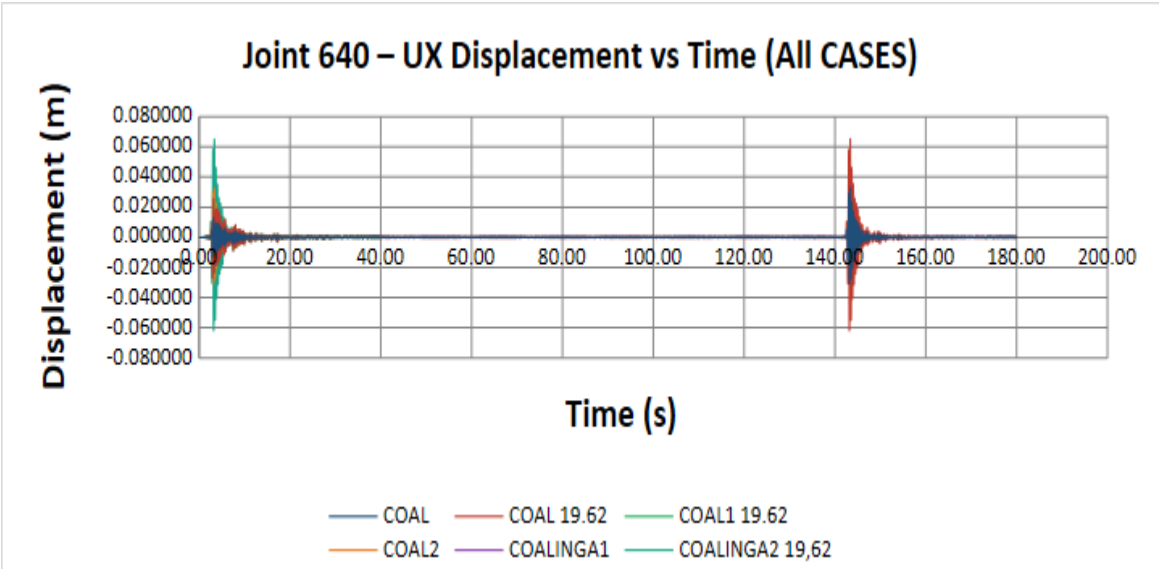
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.32: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

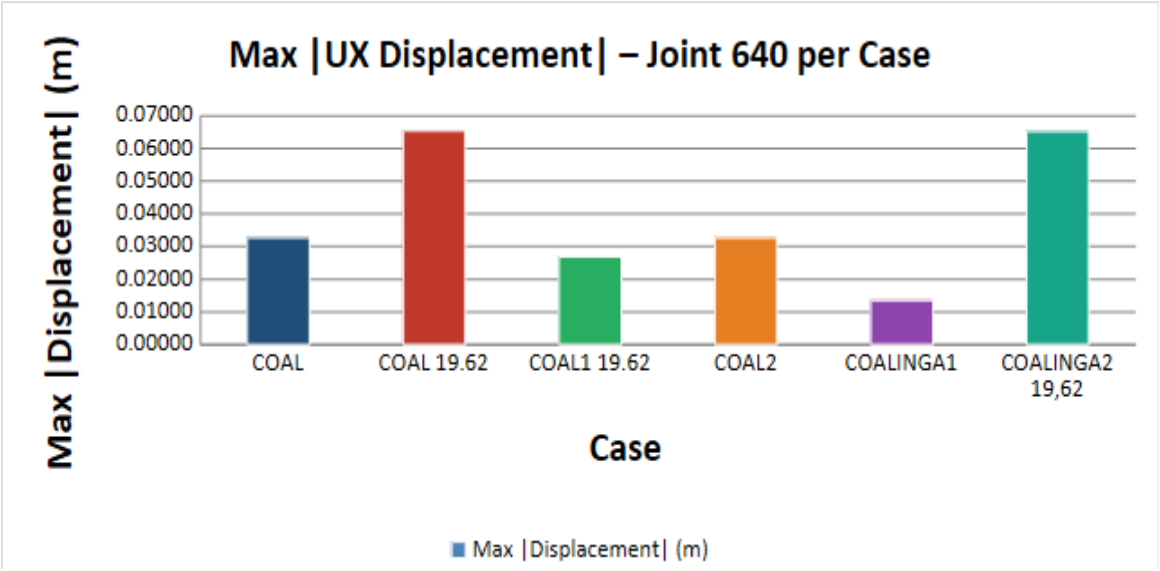
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.36	0.03641	0.03641
COAL 19.62	143.36	0.07282	0.07282
COAL1 19.62	2.97	-0.03001	0.03001
COAL2	3.36	0.03630	0.03630
COALINGA1	2.97	-0.01500	0.01500
COALINGA2 19,62	3.36	0.07261	0.07261

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.33: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Coalinga - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.34: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



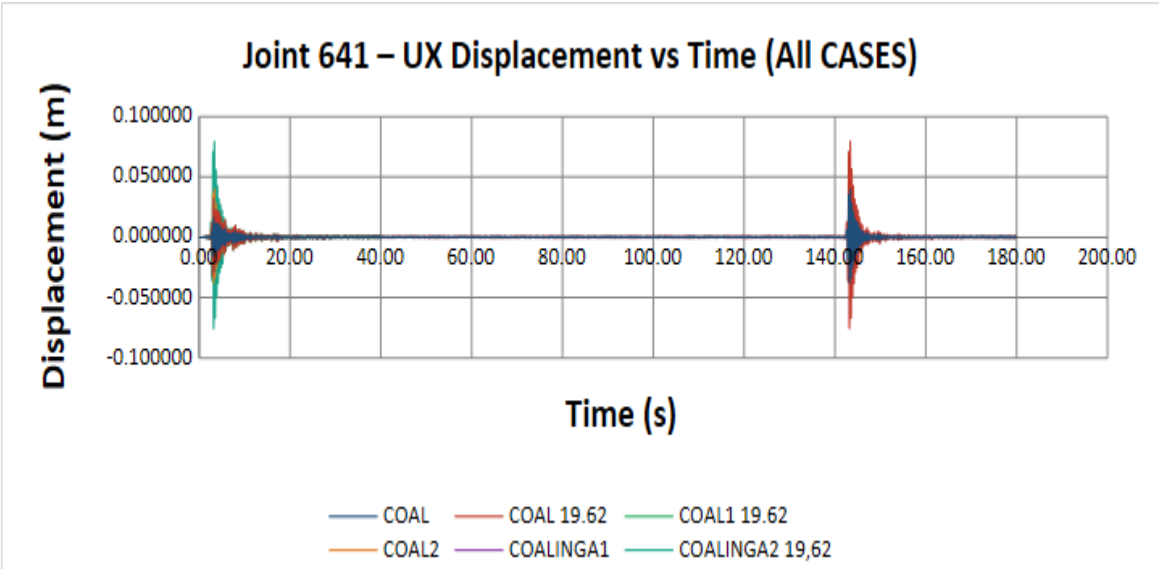
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.35: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

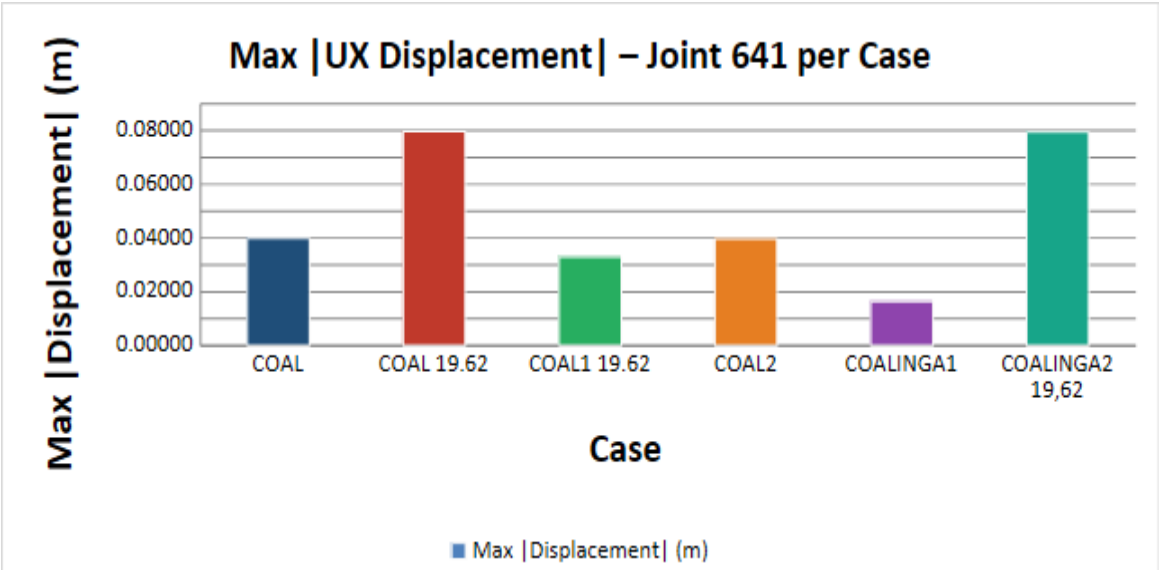
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.36	0.03271	0.03271
COAL 19.62	143.36	0.06541	0.06541
COAL1 19.62	2.97	-0.02689	0.02689
COAL2	3.36	0.03263	0.03263
COALINGA1	2.97	-0.01345	0.01345
COALINGA2 19,62	3.36	0.06526	0.06526

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.36: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Coalinga - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.37: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



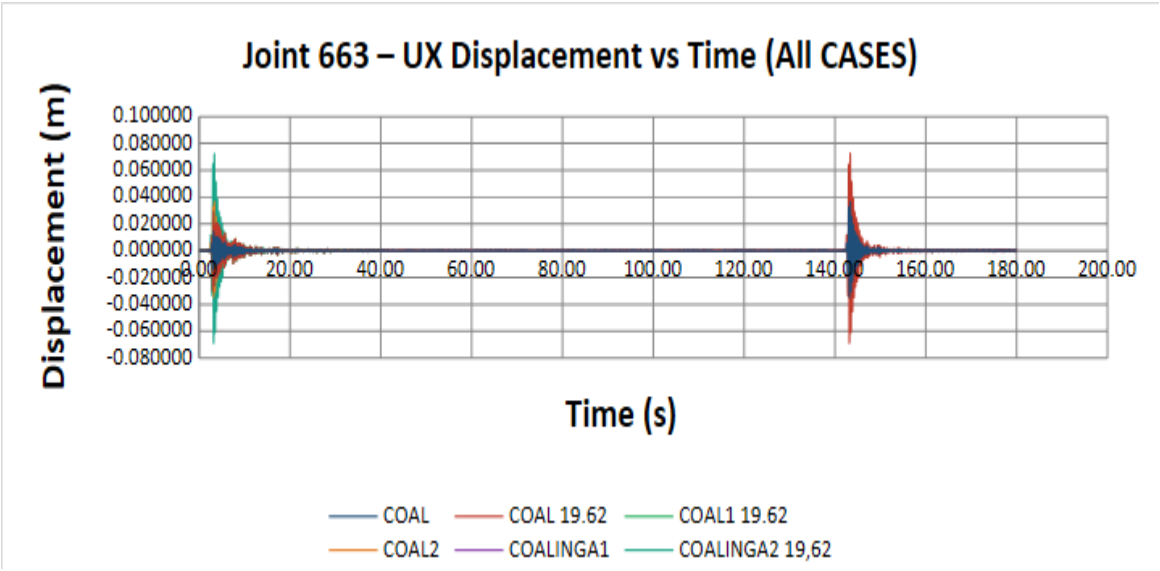
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.38: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

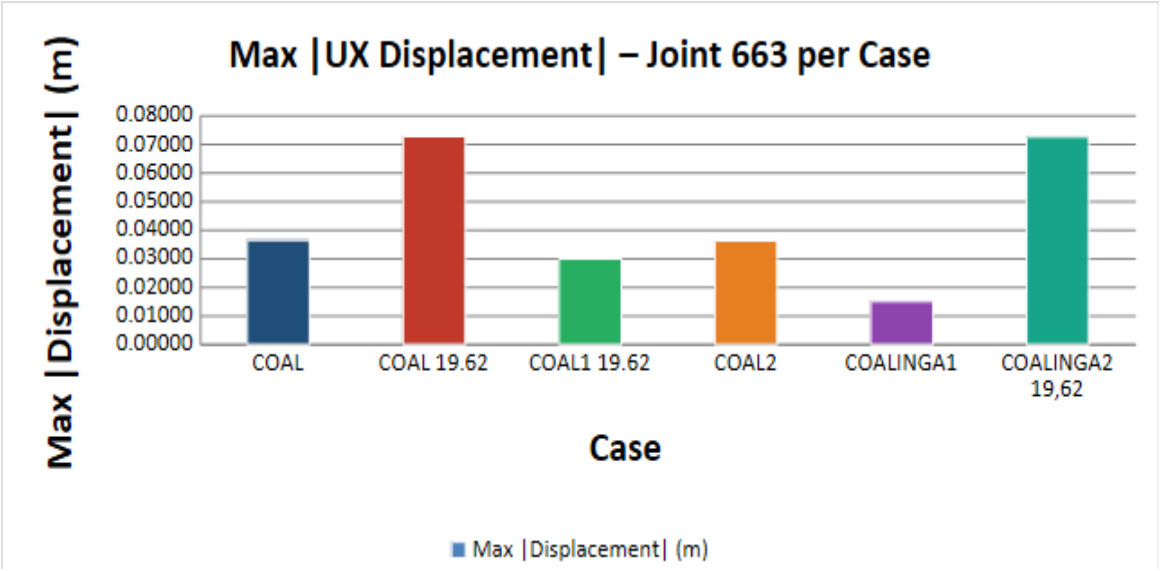
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.36	0.03987	0.03987
COAL 19.62	143.36	0.07973	0.07973
COAL1 19.62	2.97	-0.03292	0.03292
COAL2	3.36	0.03975	0.03975
COALINGA1	2.97	-0.01646	0.01646
COALINGA2 19,62	3.36	0.07949	0.07949

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.39: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Coalinga - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.43: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.44: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

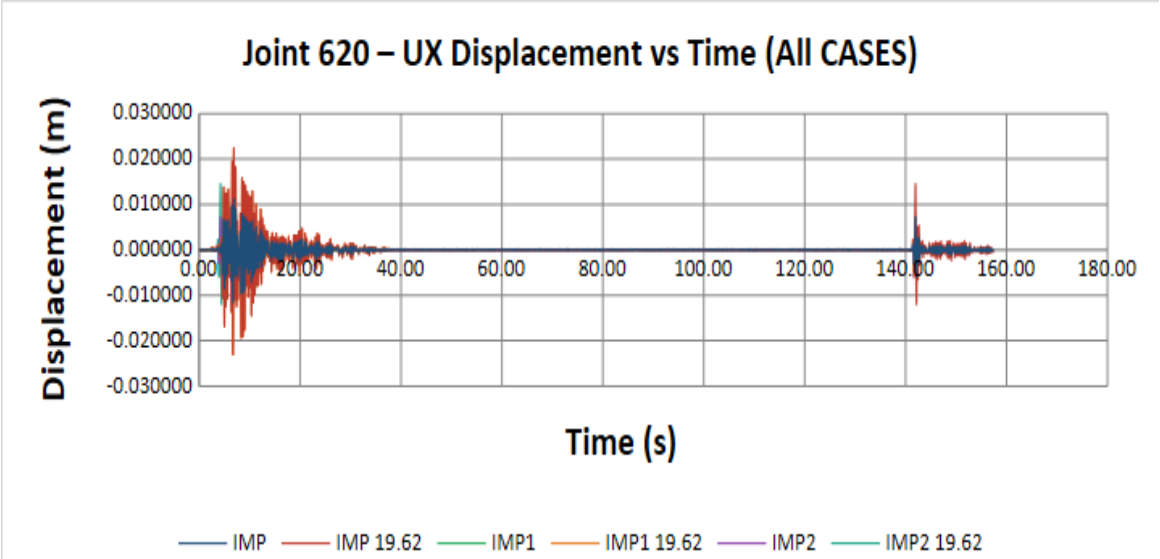
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.36	0.03641	0.03641
COAL 19.62	143.36	0.07282	0.07282
COAL1 19.62	2.97	-0.03001	0.03001
COAL2	3.36	0.03630	0.03630
COALINGA1	2.97	-0.01500	0.01500
COALINGA2 19,62	3.36	0.07261	0.07261

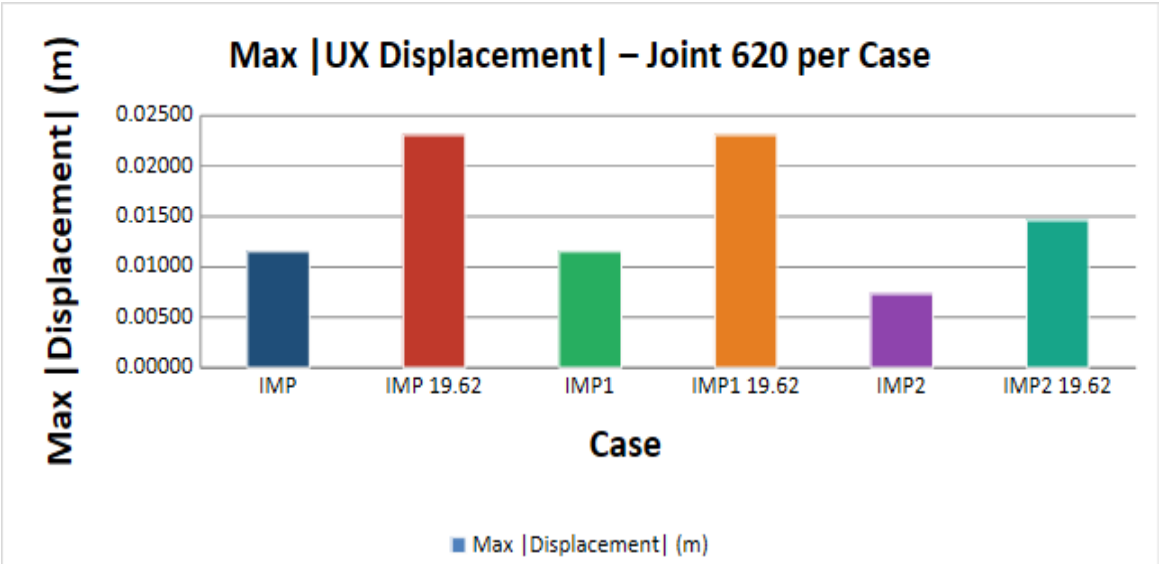
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.45: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.1-04.01.04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.46: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



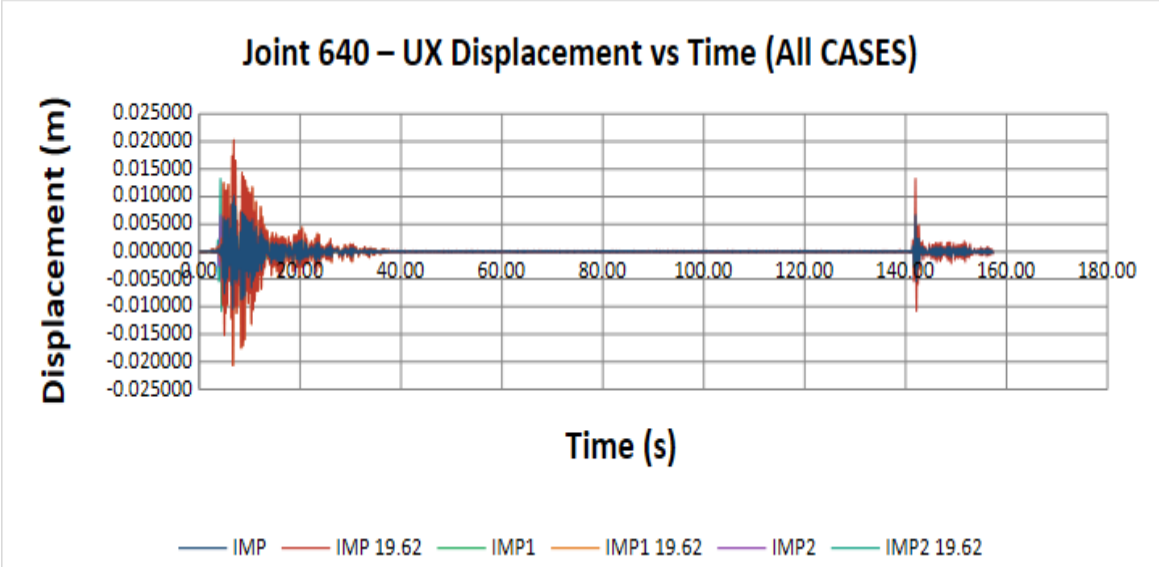
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.47: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

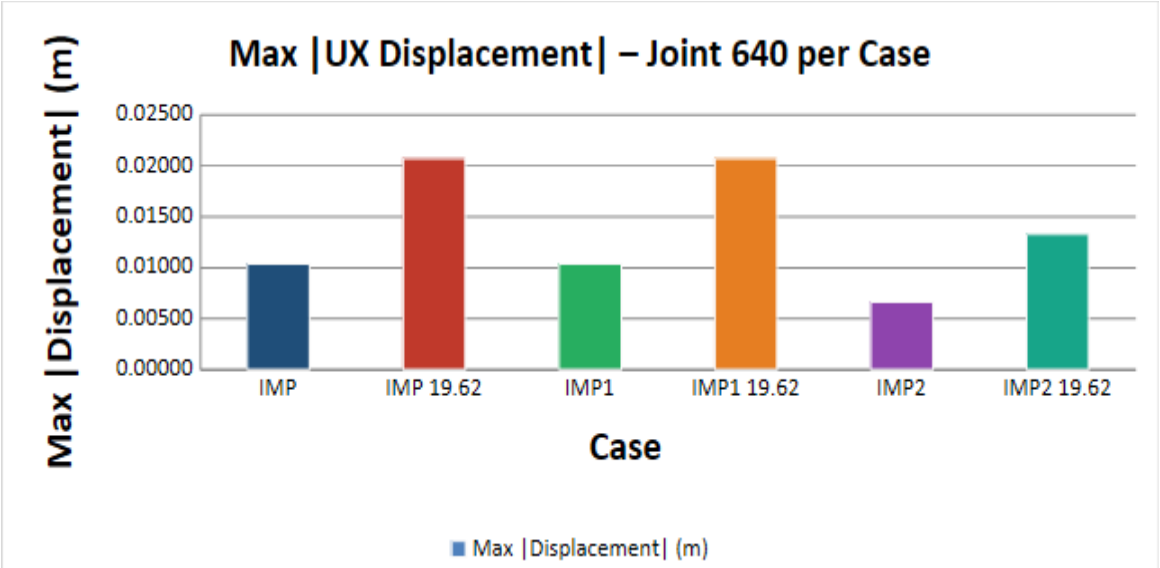
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01153	0.01153
IMP 19.62	6.71	-0.02307	0.02307
IMP1	6.71	-0.01153	0.01153
IMP1 19.62	6.71	-0.02307	0.02307
IMP2	4.23	0.00731	0.00731
IMP2 19.62	4.23	0.01462	0.01462

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.48: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Imperial Valley – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.49: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



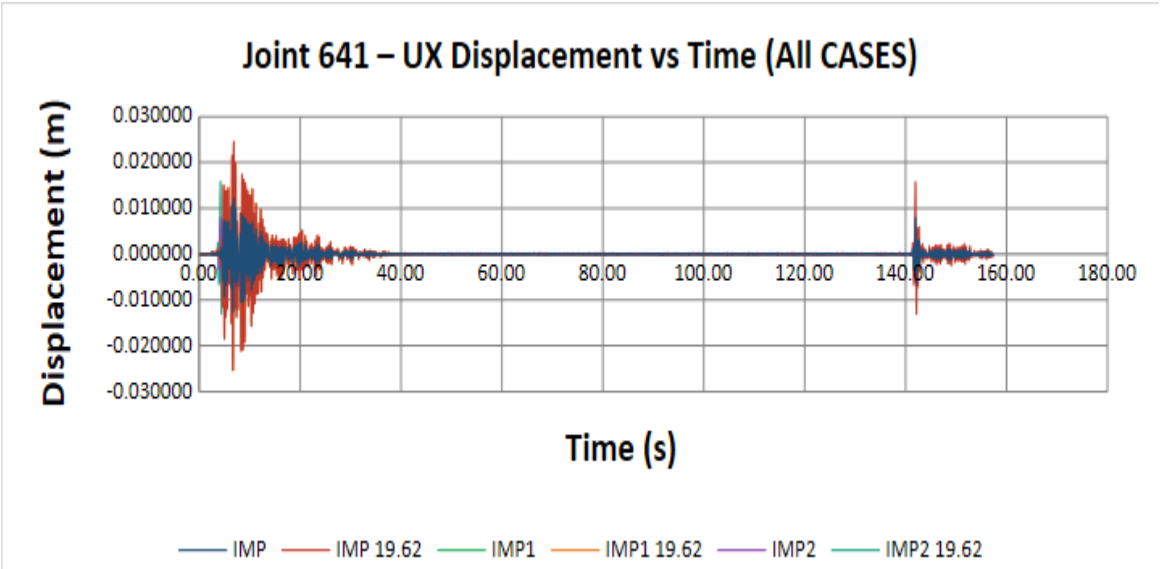
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.50: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

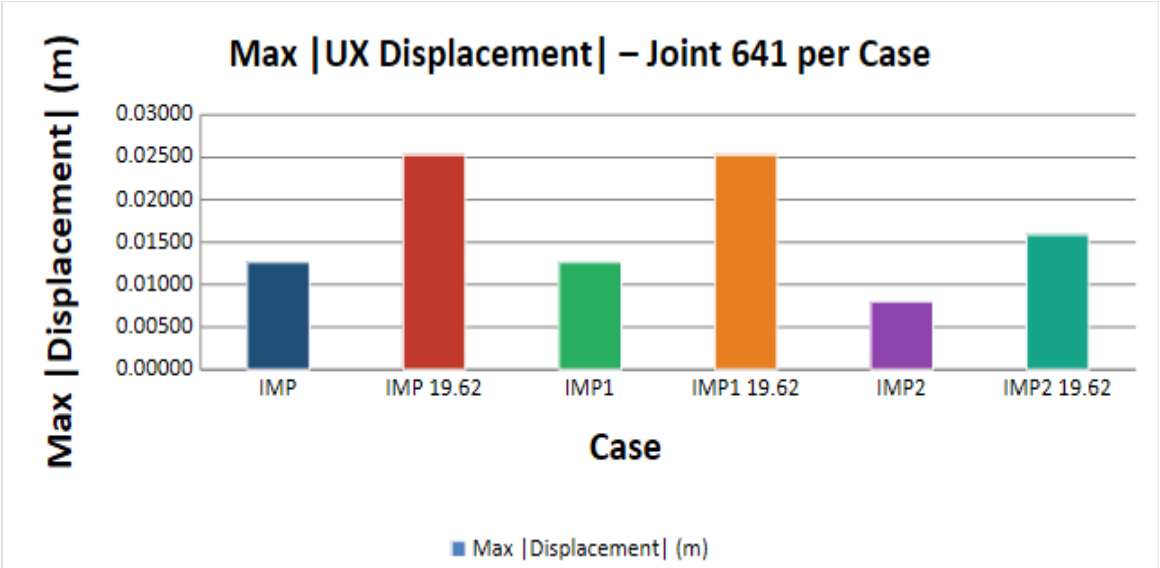
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01035	0.01035
IMP 19.62	6.71	-0.02070	0.02070
IMP1	6.71	-0.01035	0.01035
IMP1 19.62	6.71	-0.02070	0.02070
IMP2	4.23	0.00663	0.00663
IMP2 19.62	4.23	0.01327	0.01327

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.51: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.52: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



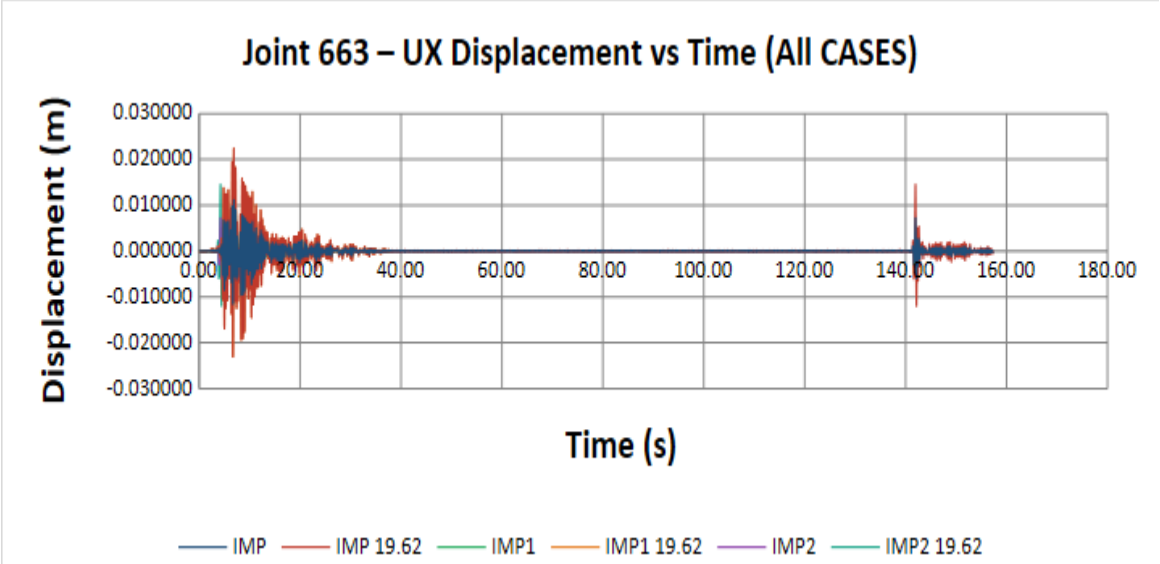
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.53: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Max UX Displacement Summary – Joint 641

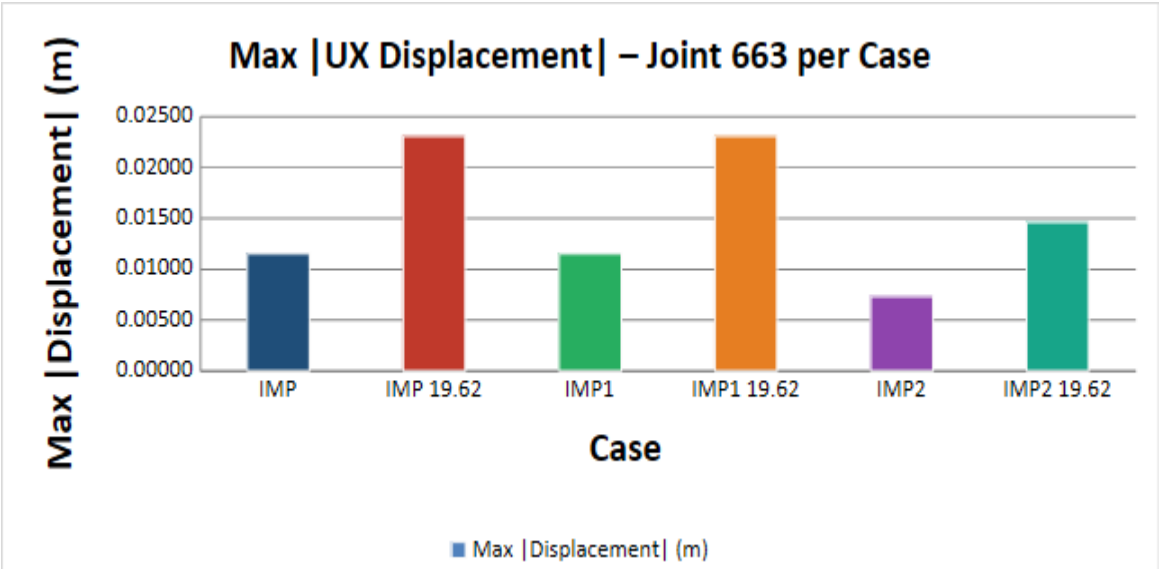
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01265	0.01265
IMP 19.62	6.71	-0.02530	0.02530
IMP1	6.71	-0.01265	0.01265
IMP1 19.62	6.71	-0.02530	0.02530
IMP2	4.23	0.00793	0.00793
IMP2 19.62	4.24	0.01587	0.01587

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.54: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.58: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.59: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

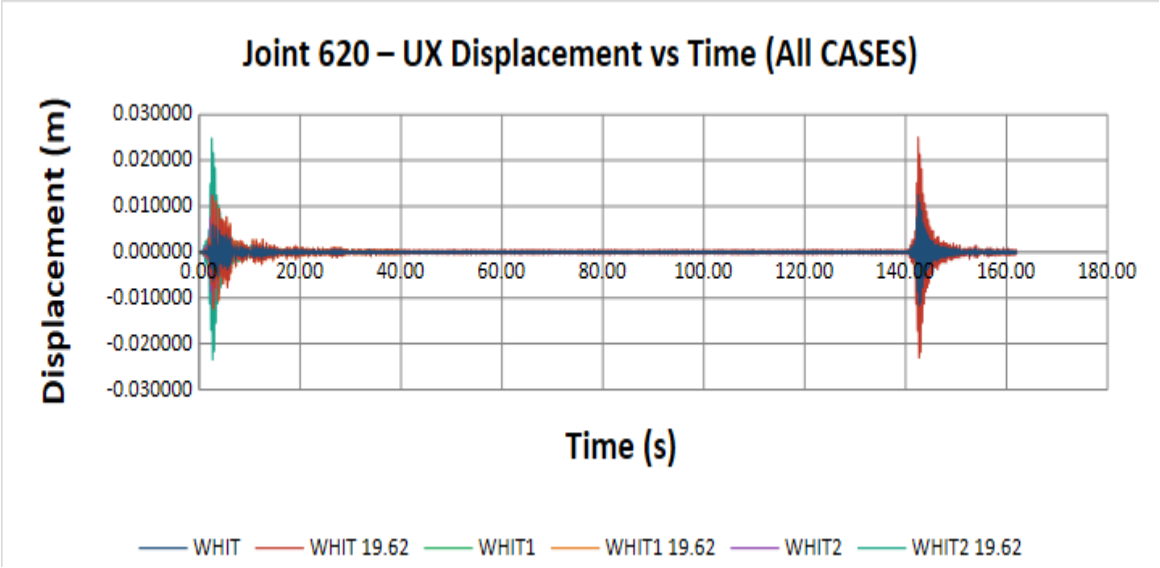
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.71	-0.01153	0.01153
IMP 19.62	6.71	-0.02307	0.02307
IMP1	6.71	-0.01153	0.01153
IMP1 19.62	6.71	-0.02307	0.02307
IMP2	4.23	0.00731	0.00731
IMP2 19.62	4.23	0.01462	0.01462

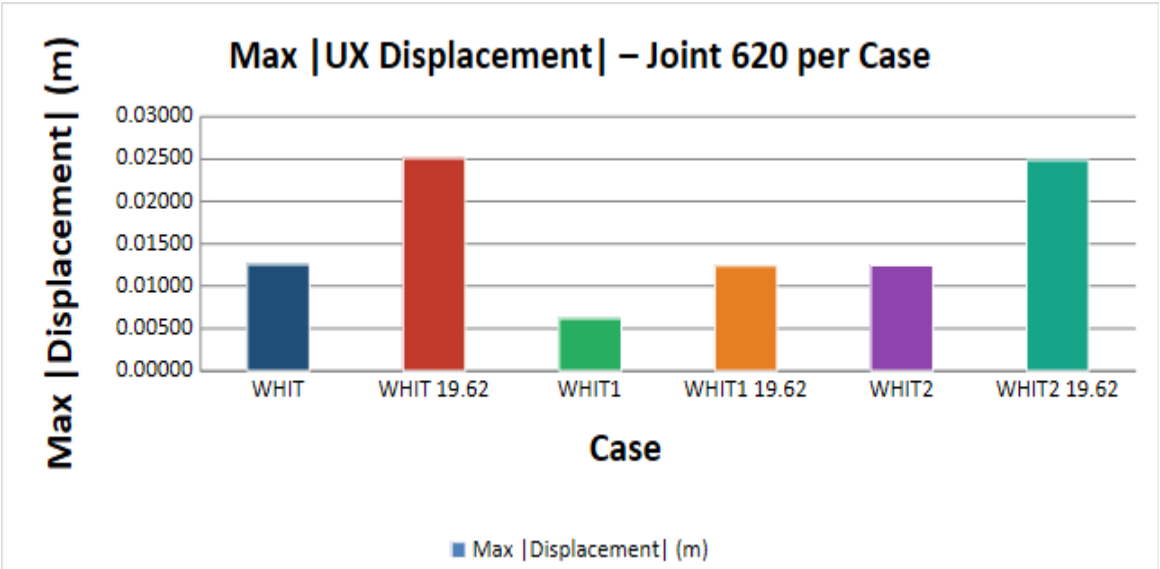
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.60: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.1-04.01.05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.61: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



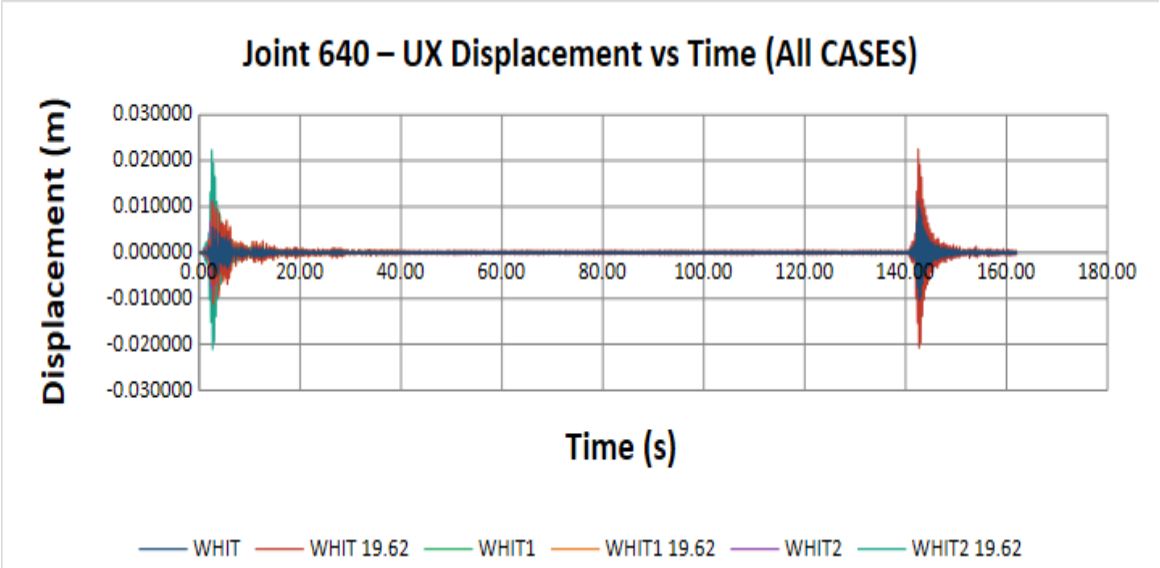
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.62: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

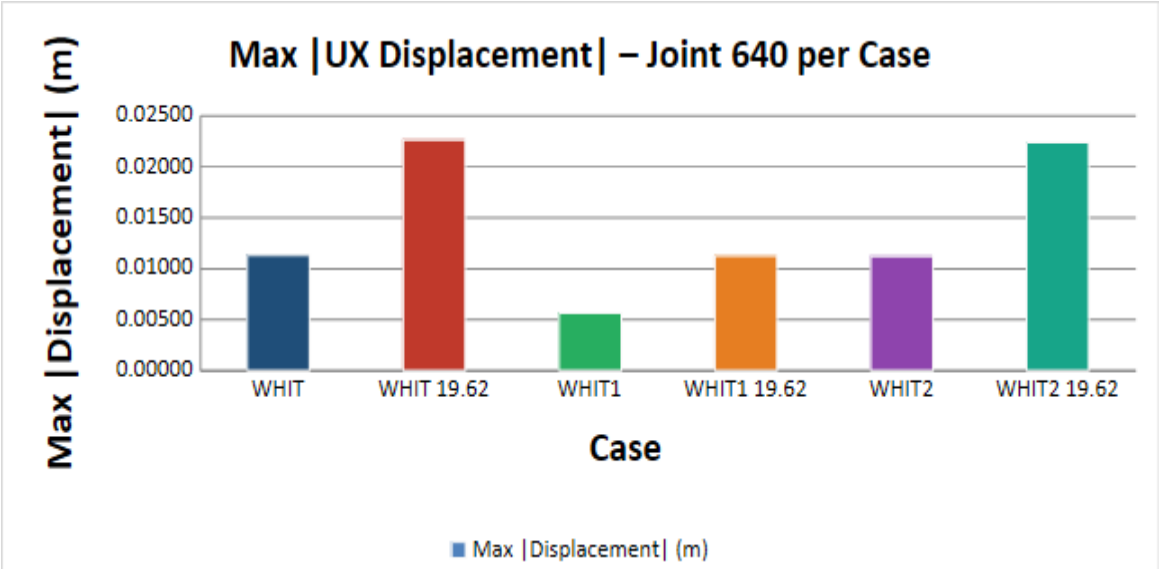
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01255	0.01255
WHIT 19.62	142.51	0.02510	0.02510
WHIT1	2.84	-0.00619	0.00619
WHIT1 19.62	2.84	-0.01237	0.01237
WHIT2	2.51	0.01244	0.01244
WHIT2 19.62	2.51	0.02488	0.02488

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.63: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Whittier Narrows – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.64: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



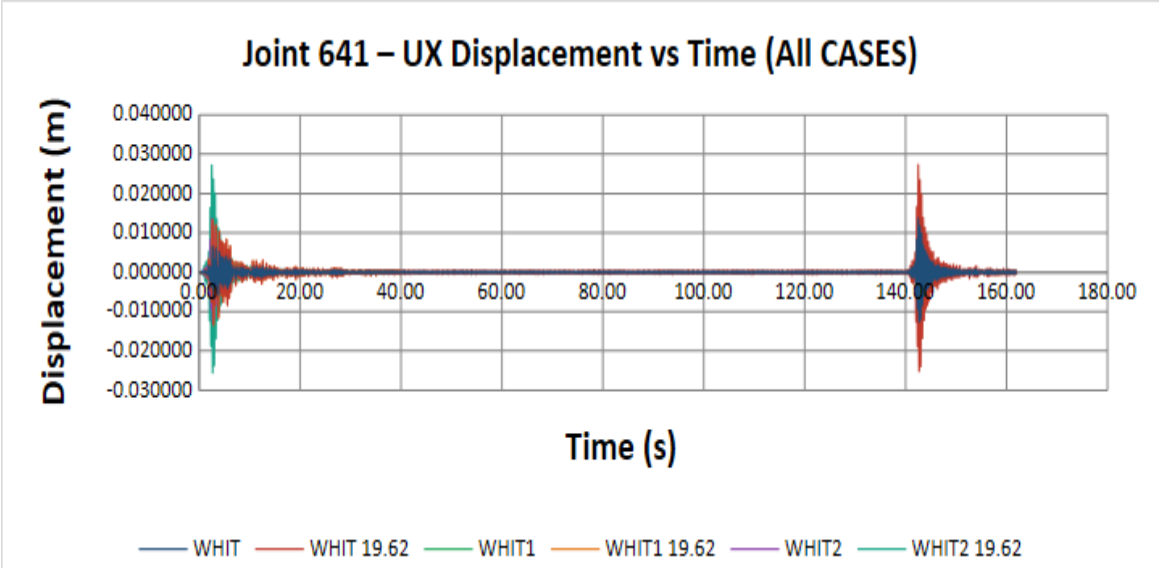
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.65: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

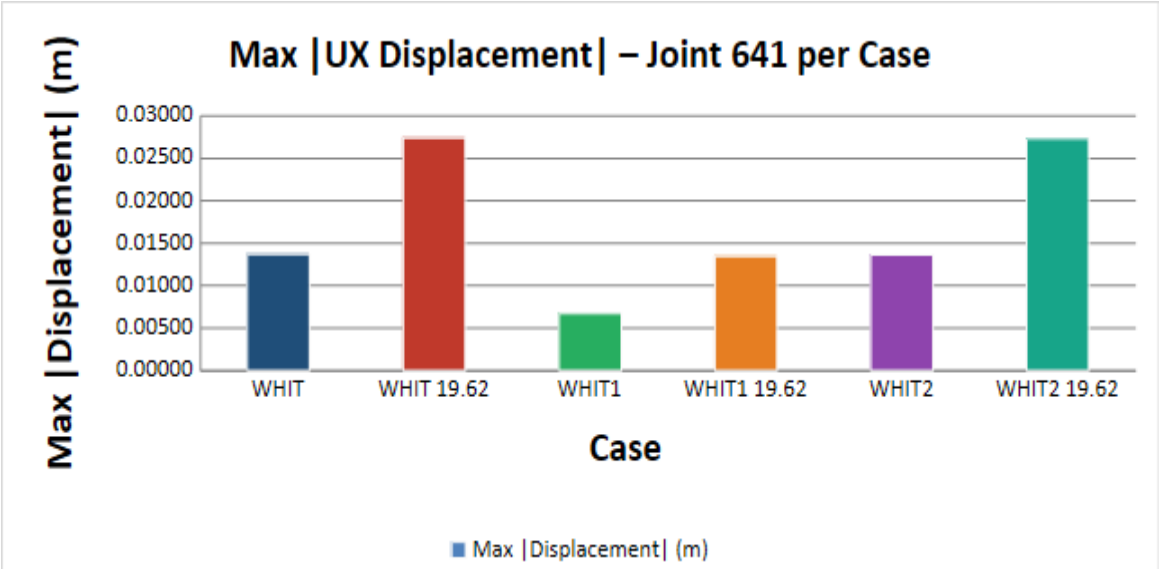
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01131	0.01131
WHIT 19.62	142.51	0.02262	0.02262
WHIT1	2.84	-0.00563	0.00563
WHIT1 19.62	2.84	-0.01127	0.01127
WHIT2	2.51	0.01119	0.01119
WHIT2 19.62	2.51	0.02237	0.02237

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.66: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Whittier Narrows – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.67: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



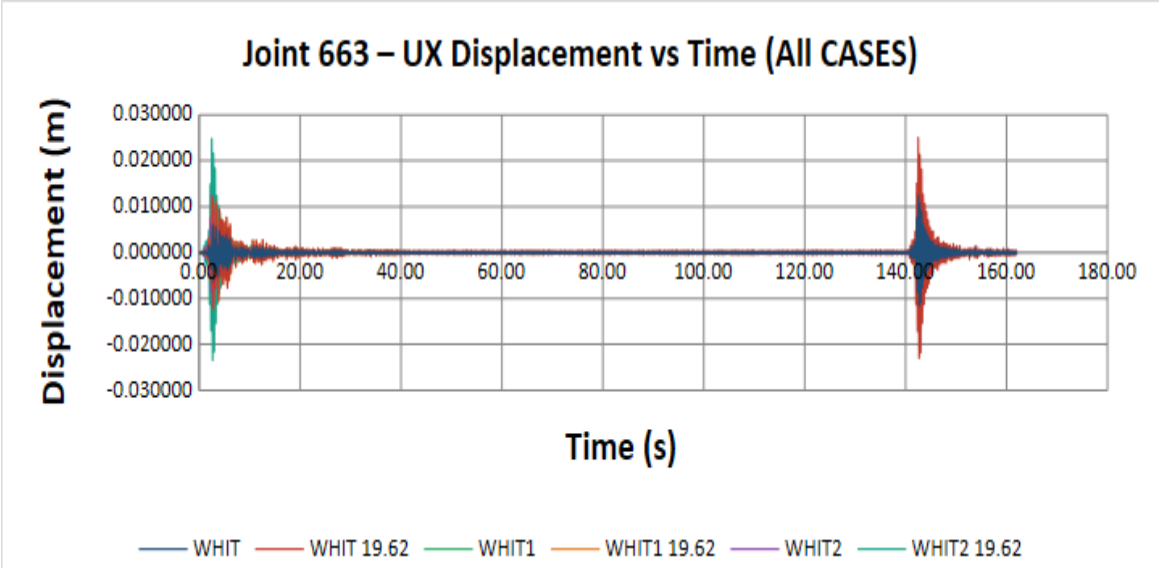
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.68: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

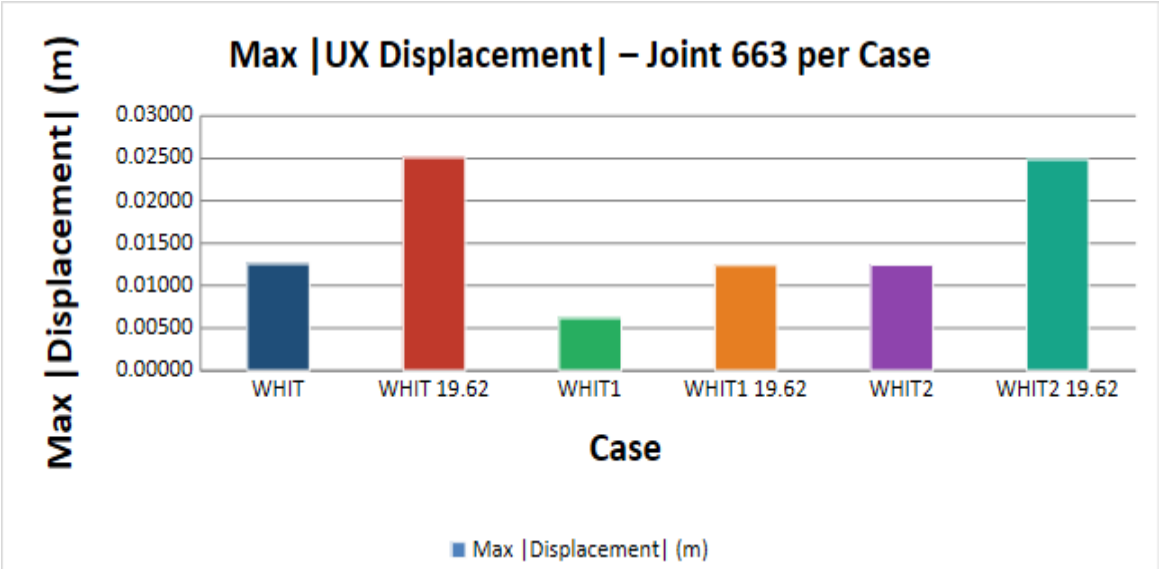
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01370	0.01370
WHIT 19.62	142.51	0.02739	0.02739
WHIT1	2.84	-0.00671	0.00671
WHIT1 19.62	2.84	-0.01343	0.01343
WHIT2	2.51	0.01362	0.01362
WHIT2 19.62	2.51	0.02725	0.02725

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.69: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Whittier Narrows – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.73: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.74: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

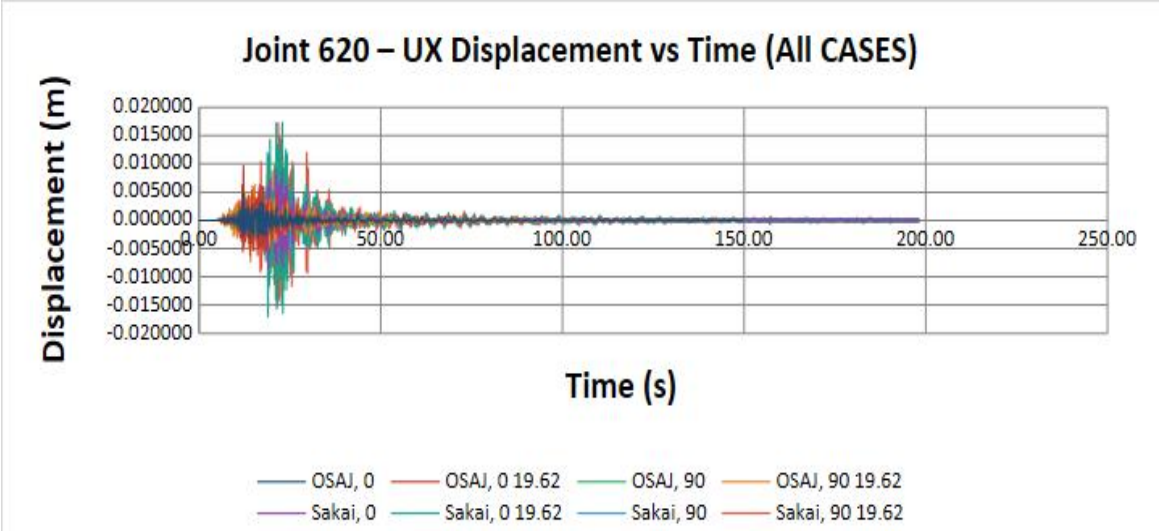
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.51	0.01255	0.01255
WHIT 19.62	142.51	0.02510	0.02510
WHIT1	2.84	-0.00619	0.00619
WHIT1 19.62	2.84	-0.01237	0.01237
WHIT2	2.51	0.01244	0.01244
WHIT2 19.62	2.51	0.02488	0.02488

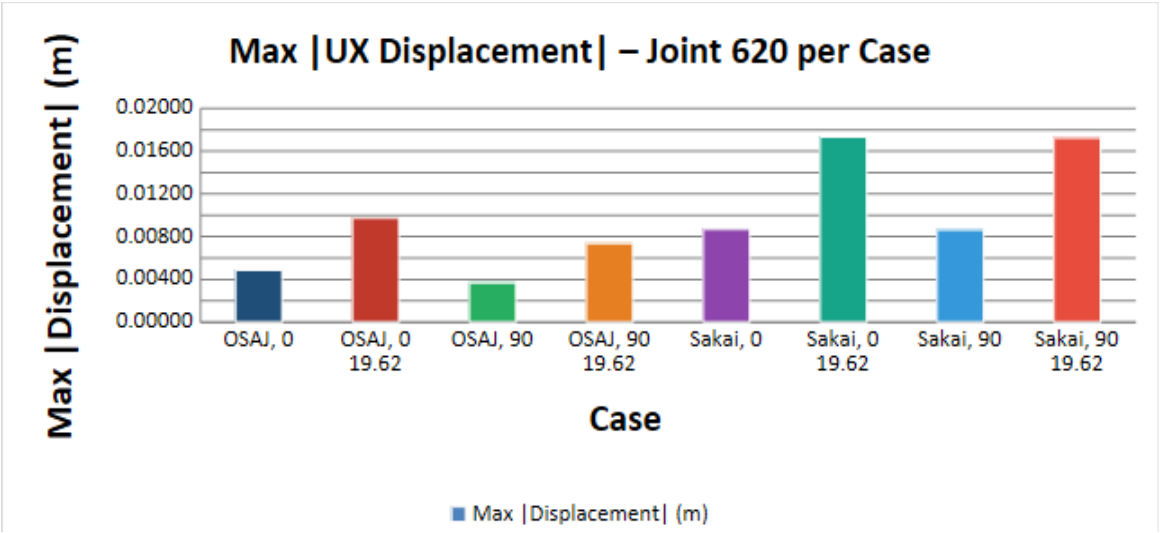
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.75: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.1-04.01.06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.76: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



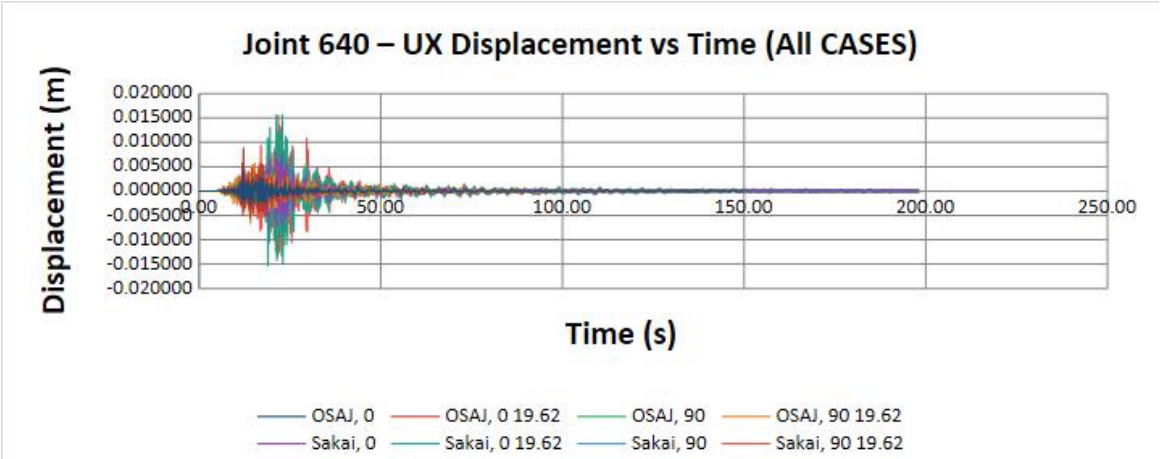
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.77: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

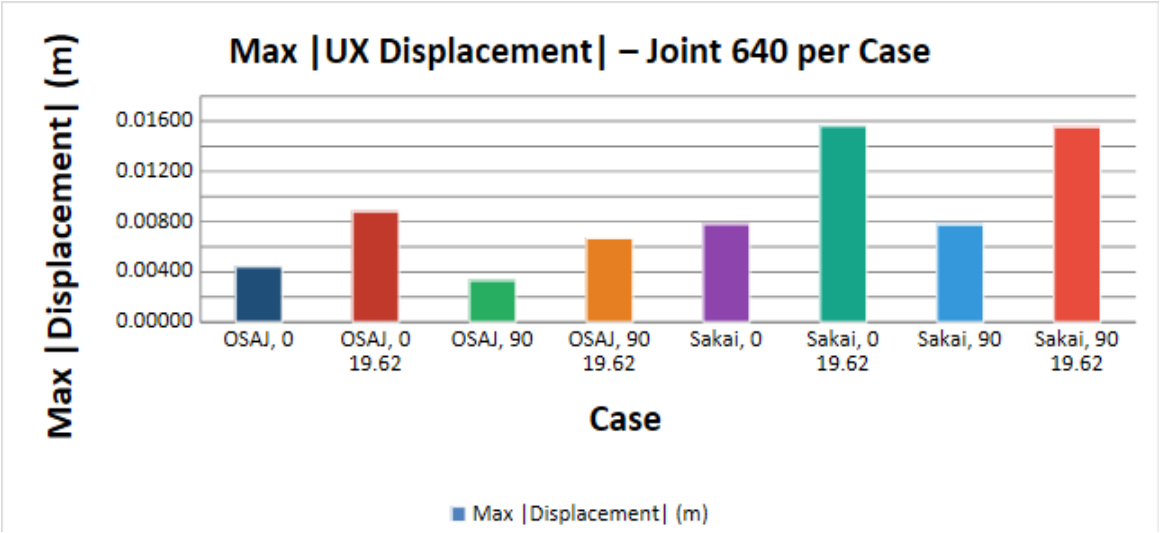
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00486	0.00486
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00972	0.00972
OSAJ, 90	14.14	-0.00368	0.00368
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00735	0.00735
Sakai, 0	22.88	0.00867	0.00867
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01734	0.01734
Sakai, 90	21.78	0.00862	0.00862
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01723	0.01723

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.78: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Kobe Japan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.79: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.80: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

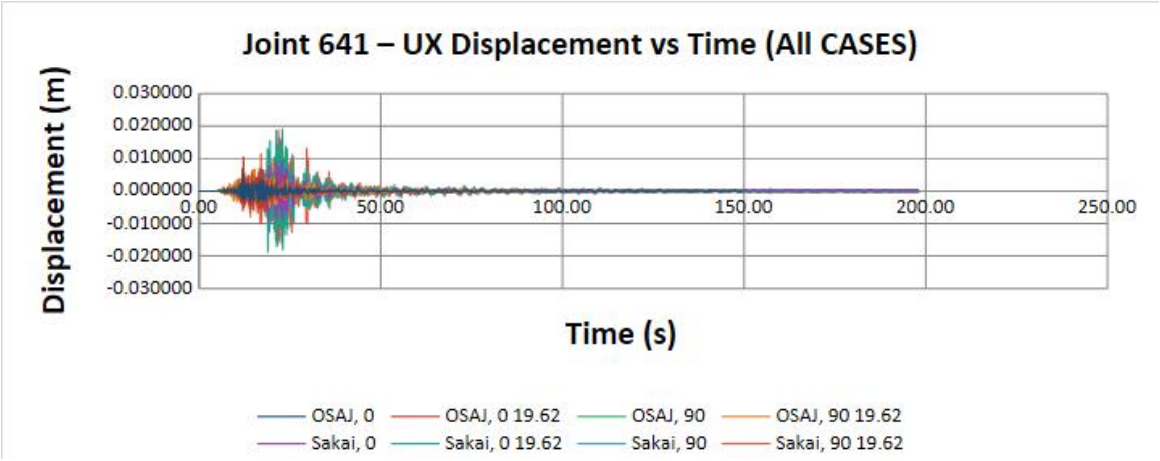
Max UX Displacement Summary – Joint 640

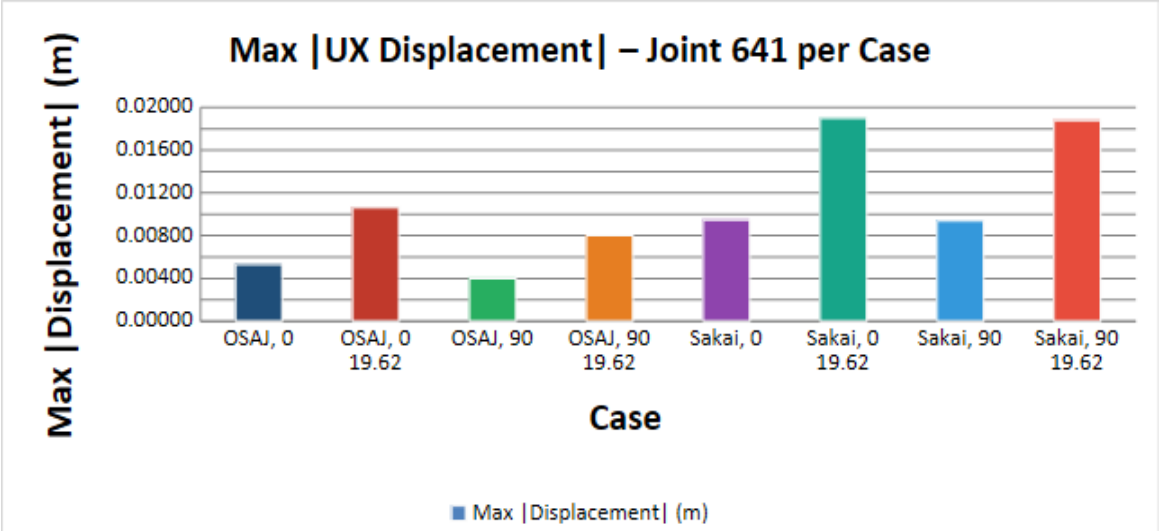
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00439	0.00439
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00879	0.00879
OSAJ, 90	14.14	-0.00333	0.00333
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00666	0.00666
Sakai, 0	22.88	0.00779	0.00779
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01559	0.01559
Sakai, 90	21.78	0.00777	0.00777
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01554	0.01554

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.81: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Kobe Japan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.

Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.82: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου





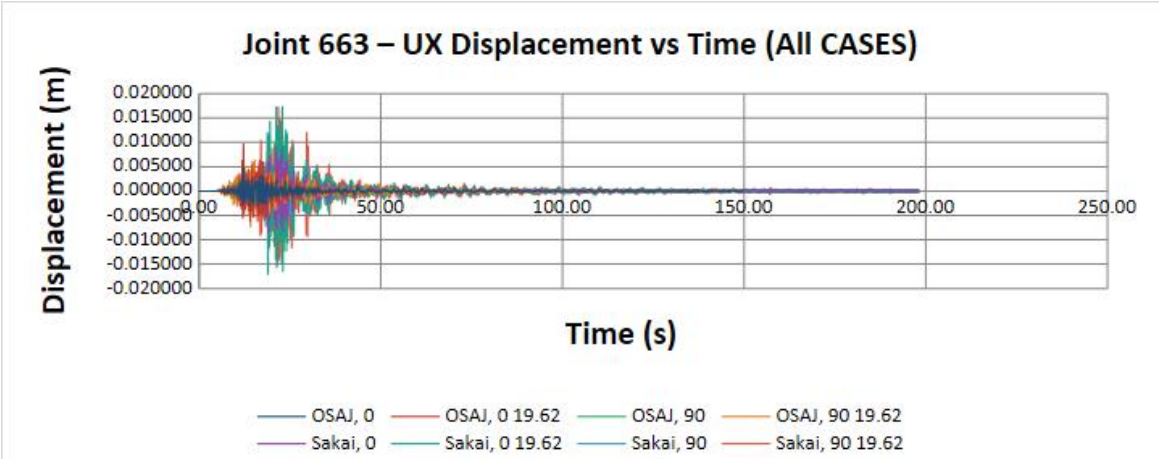
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.83: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

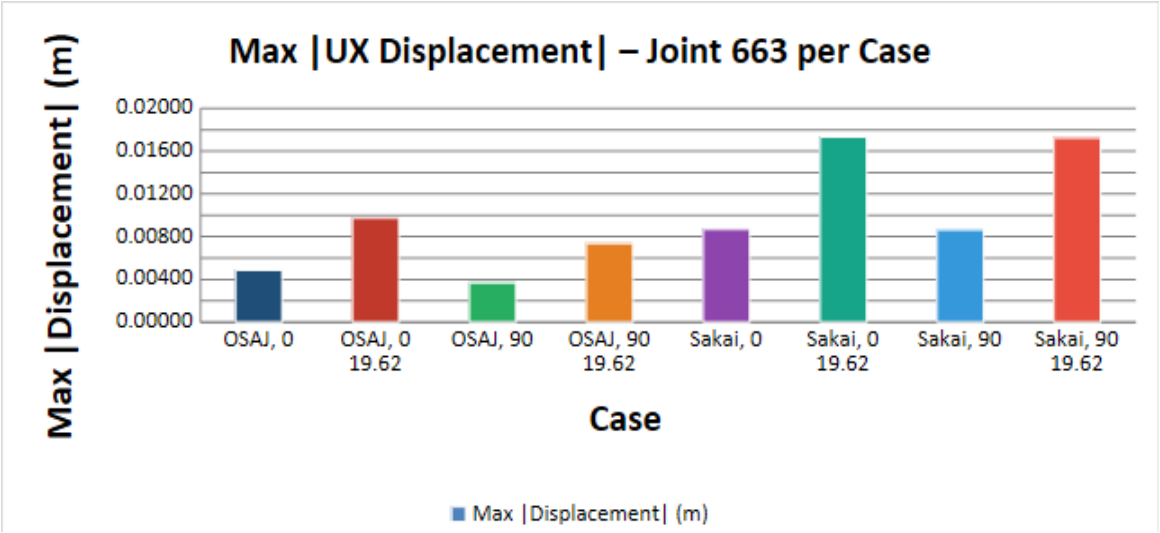
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00530	0.00530
OSAJ, 0 19.62	12.22	0.01060	0.01060
OSAJ, 90	14.14	-0.00400	0.00400
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00800	0.00800
Sakai, 0	22.88	0.00948	0.00948
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01897	0.01897
Sakai, 90	21.78	0.00939	0.00939
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01879	0.01879

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.84: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Kobe Japan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.88: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.89: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

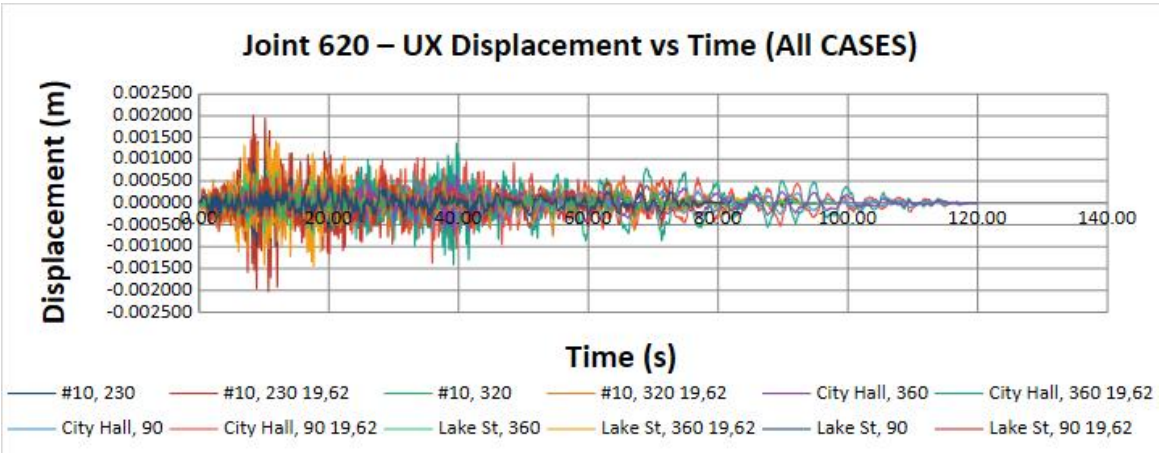
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00486	0.00486
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00972	0.00972
OSAJ, 90	14.14	-0.00368	0.00368
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00735	0.00735
Sakai, 0	22.88	0.00867	0.00867
Sakai, 0 19.62	22.88	0.01734	0.01734
Sakai, 90	21.78	0.00861	0.00861
Sakai, 90 19.62	21.78	0.01723	0.01723

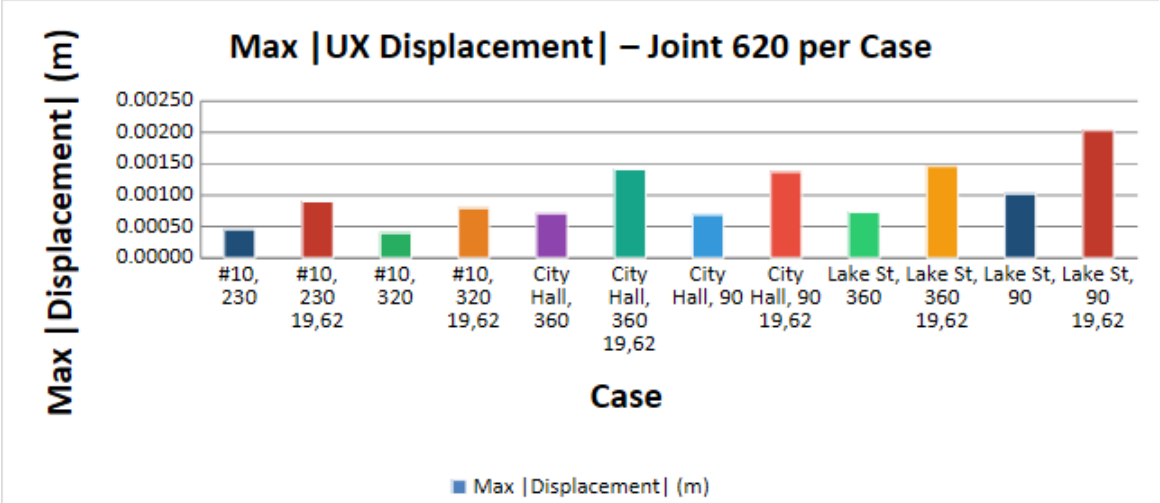
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.90: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.1-04.01.07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.91: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



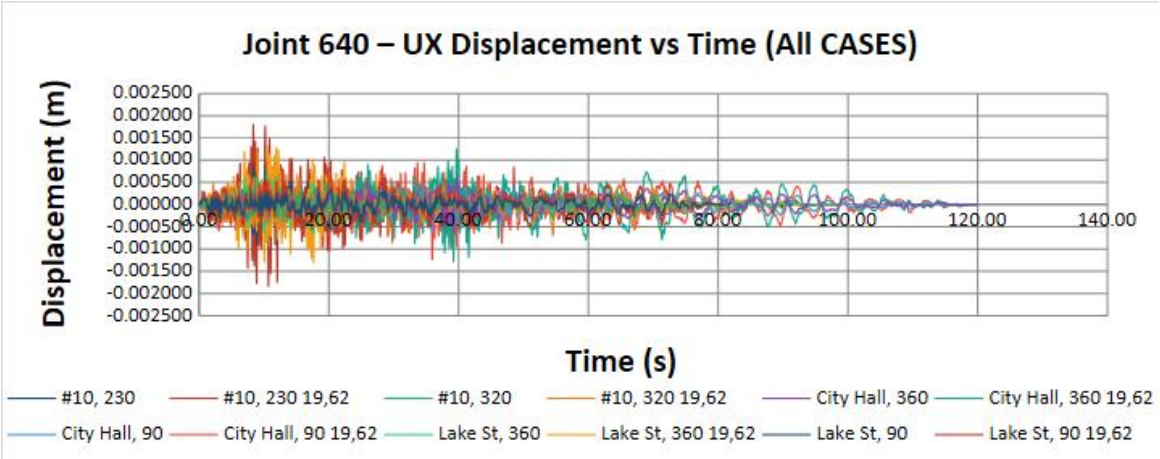
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.92: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

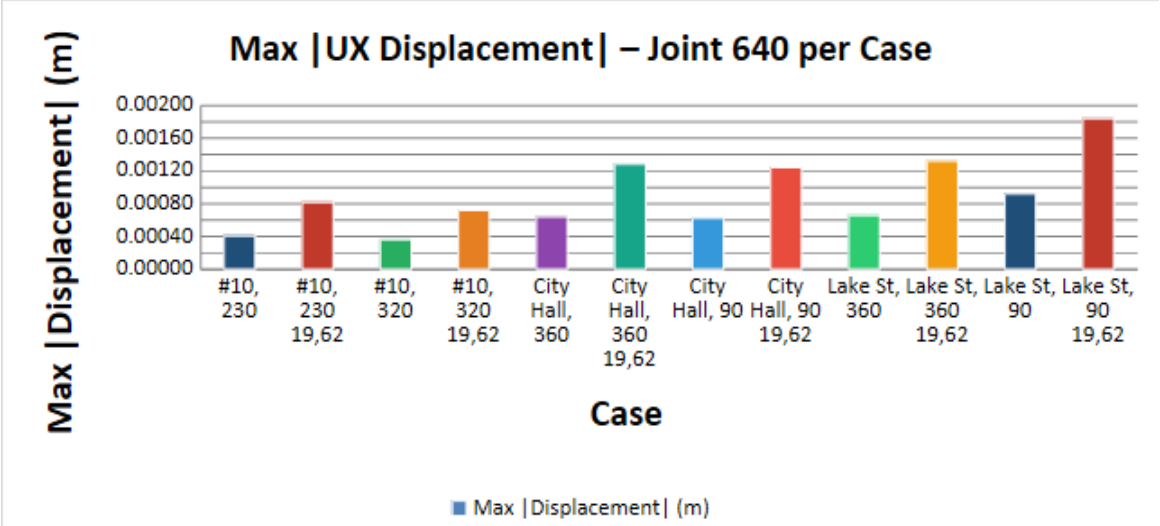
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00090	0.00090
#10, 320	12.41	0.00040	0.00040
#10, 320 19,62	12.41	0.00079	0.00079
City Hall, 360	39.22	-0.00071	0.00071
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00141	0.00141
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00137	0.00137
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00102	0.00102
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00203	0.00203

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.93: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Hector Mine - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.94: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



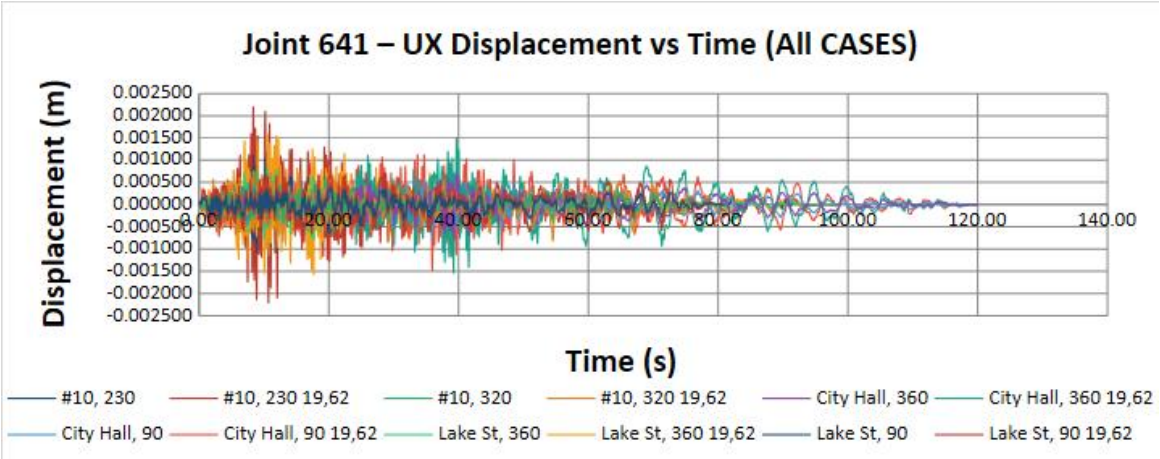
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.95: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

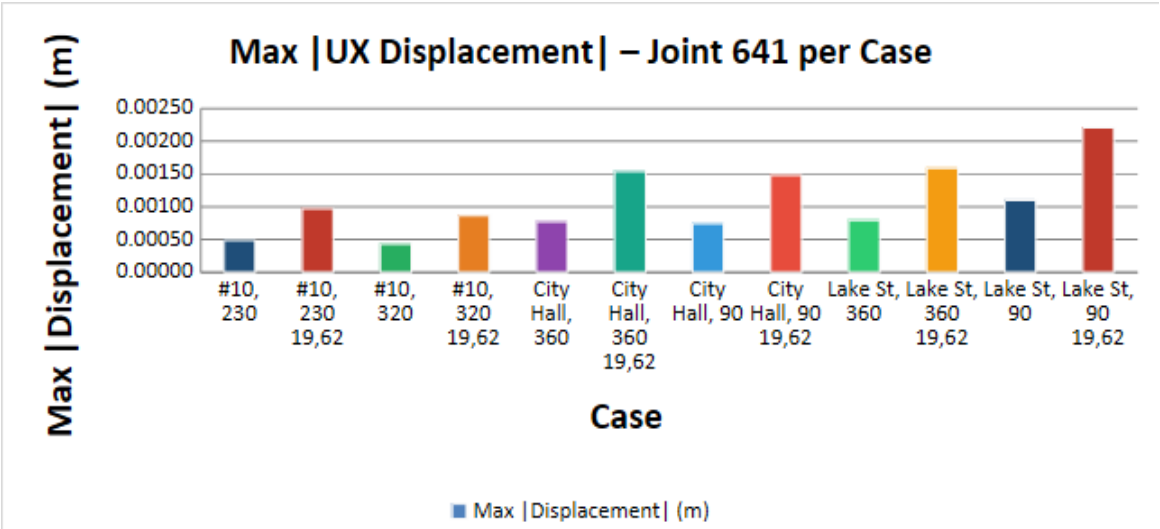
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00041	0.00041
#10, 230 19,62	25.10	-0.00082	0.00082
#10, 320	12.41	0.00036	0.00036
#10, 320 19,62	12.41	0.00072	0.00072
City Hall, 360	39.22	-0.00064	0.00064
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00128	0.00128
City Hall, 90	35.94	-0.00062	0.00062
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00124	0.00124
Lake St, 360	10.56	0.00066	0.00066
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00132	0.00132
Lake St, 90	10.69	-0.00092	0.00092
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00184	0.00184

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.96: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Hector Mine - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.97: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



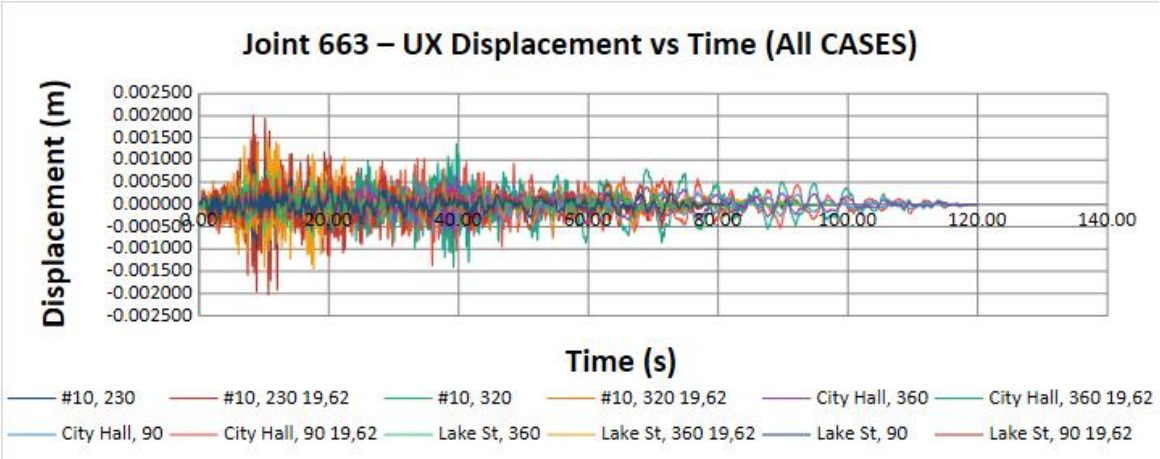
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.98: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

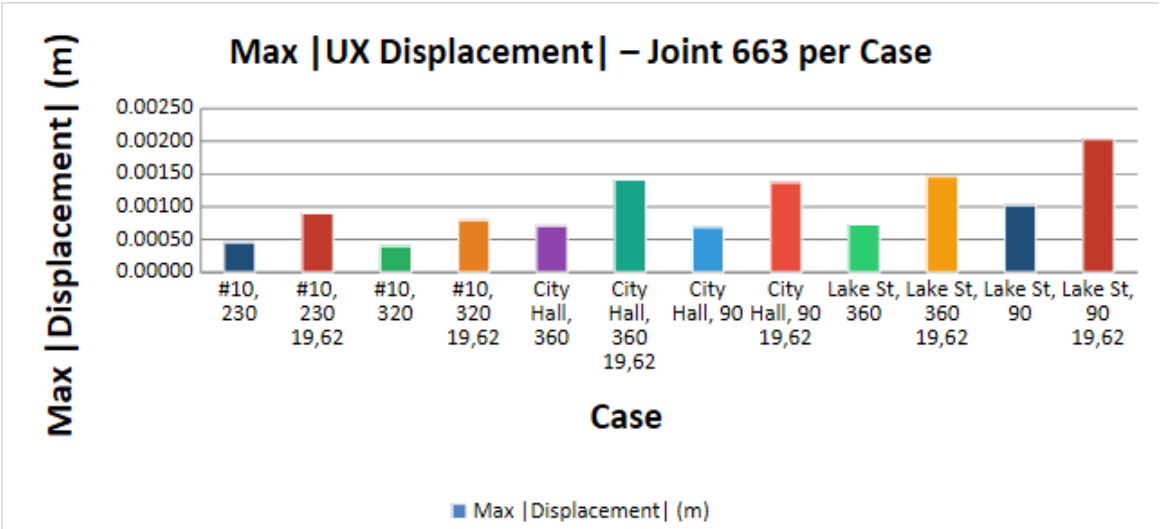
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00049	0.00049
#10, 230 19,62	25.10	-0.00097	0.00097
#10, 320	12.41	0.00043	0.00043
#10, 320 19,62	12.41	0.00086	0.00086
City Hall, 360	39.22	-0.00077	0.00077
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00154	0.00154
City Hall, 90	35.94	-0.00074	0.00074
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00148	0.00148
Lake St, 360	10.56	0.00080	0.00080
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00159	0.00159
Lake St, 90	8.35	0.00110	0.00110
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00221	0.00221

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.99: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Hector Mine - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.103: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.1.104: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

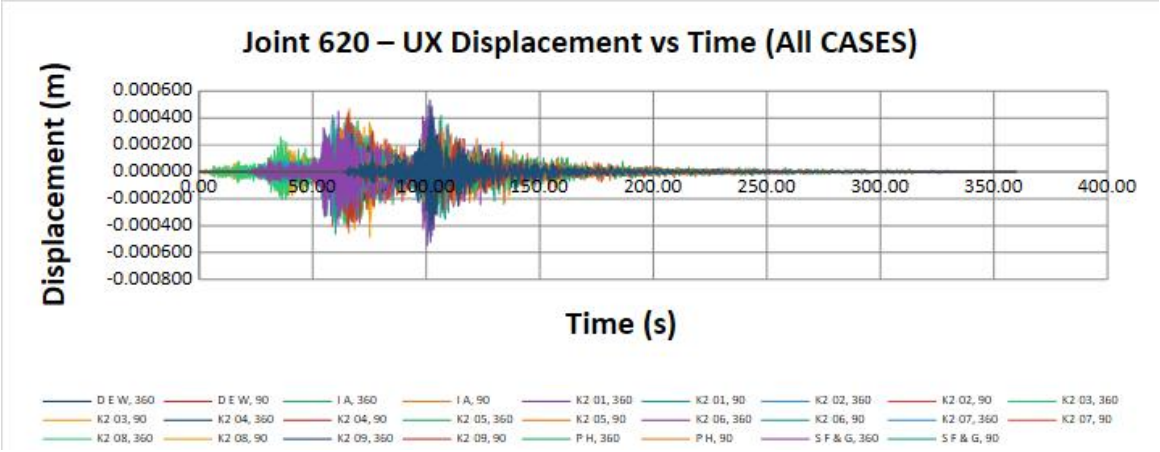
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00090	0.00090
#10, 320	12.41	0.00040	0.00040
#10, 320 19,62	12.41	0.00079	0.00079
City Hall, 360	39.22	-0.00071	0.00071
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00141	0.00141
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00137	0.00137
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00102	0.00102
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00203	0.00203

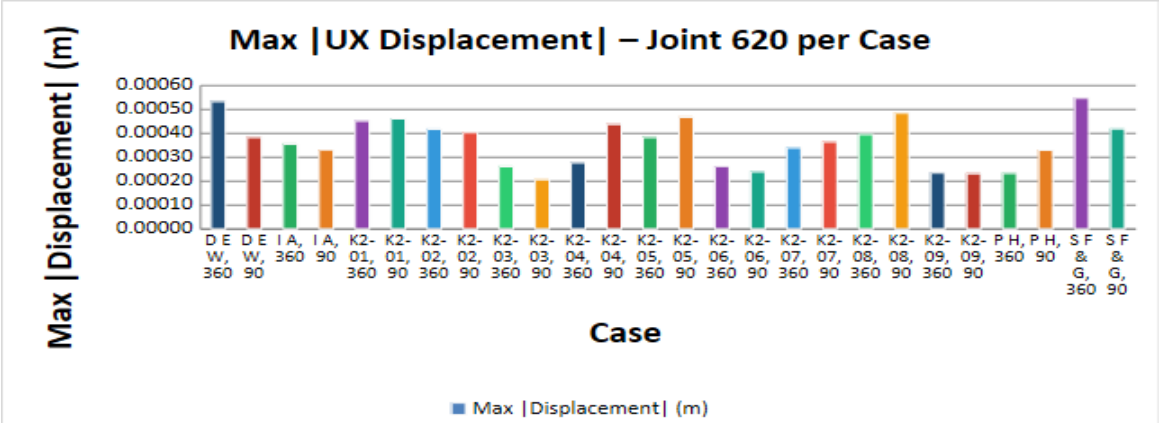
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.1.105: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.1-04.01.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.273: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



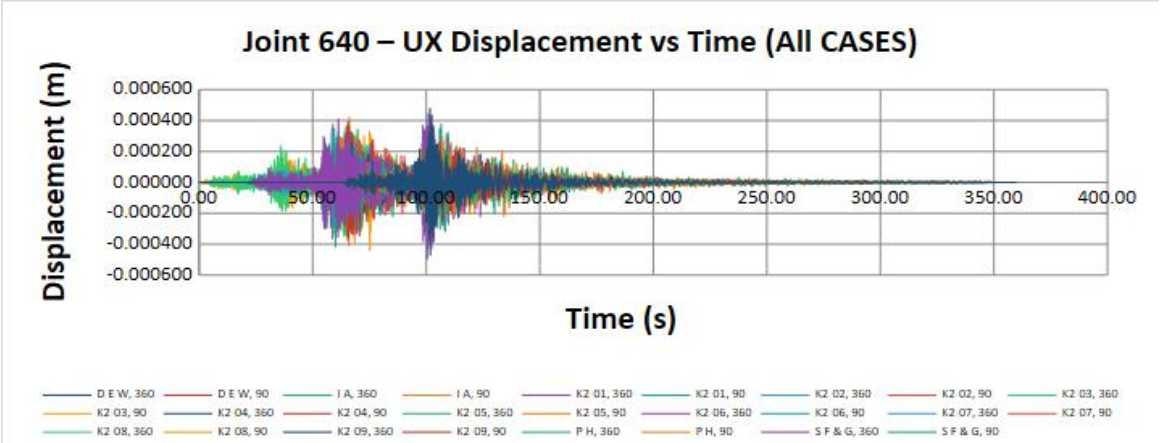
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.274: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

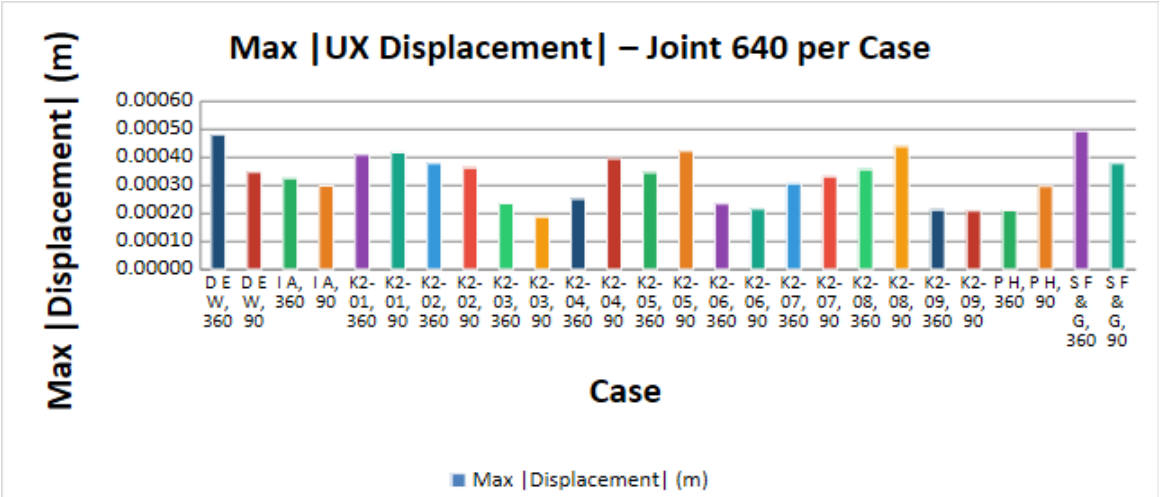
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00053	0.00053
D E W, 90	102.54	0.00038	0.00038
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
I A, 90	107.13	0.00033	0.00033
K2-01, 360	61.36	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00042	0.00042
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00021	0.00021
K2-04, 360	67.14	0.00028	0.00028
K2-04, 90	65.63	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00047	0.00047
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	65.17	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00049	0.00049
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023
P H, 360	98.61	0.00023	0.00023
P H, 90	102.41	-0.00033	0.00033
S F & G, 360	100.41	-0.00055	0.00055
S F & G, 90	106.57	0.00042	0.00042

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.275: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.276: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



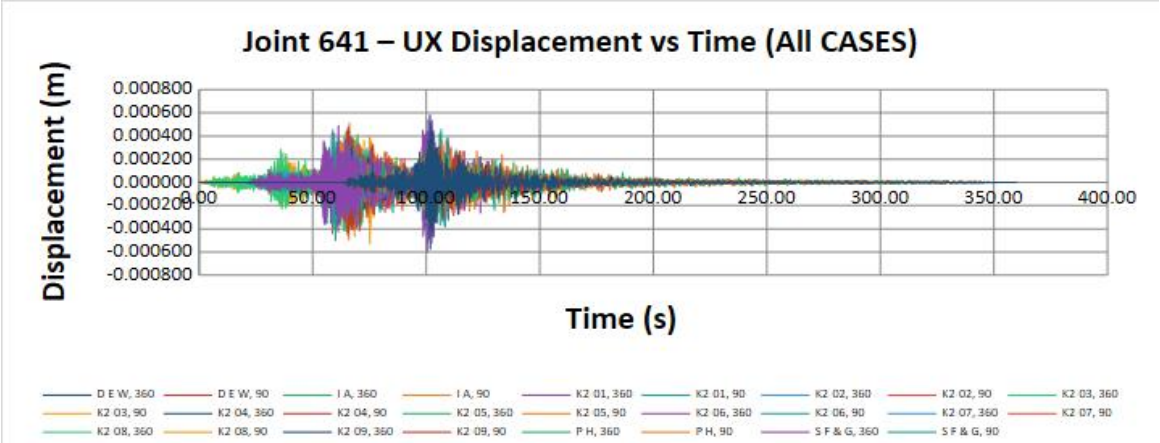
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.277: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

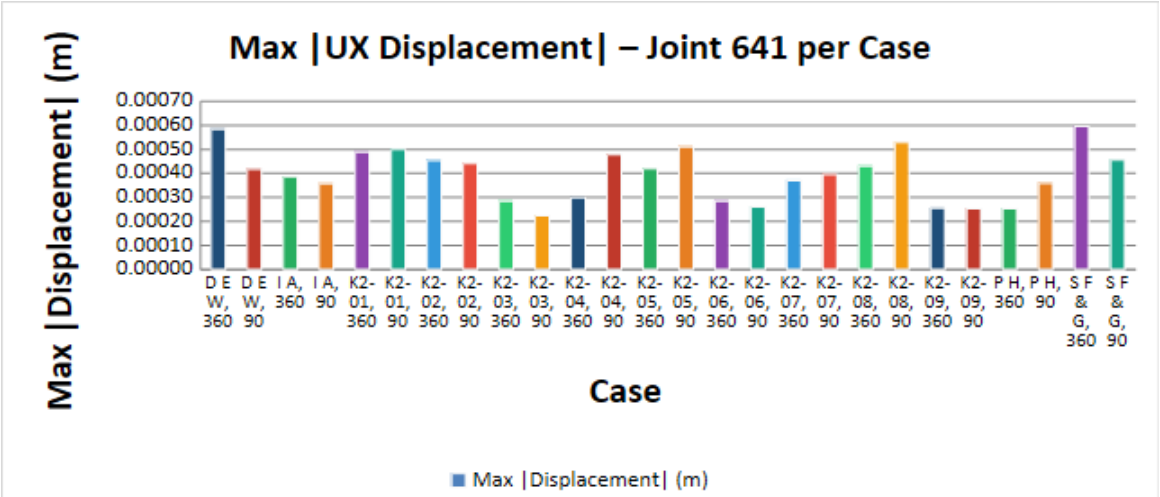
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00048	0.00048
D E W, 90	102.54	0.00035	0.00035
I A, 360	109.58	0.00032	0.00032
I A, 90	107.13	0.00030	0.00030
K2-01, 360	61.36	0.00041	0.00041
K2-01, 90	60.04	-0.00042	0.00042
K2-02, 360	58.90	0.00038	0.00038
K2-02, 90	58.70	-0.00036	0.00036
K2-03, 360	35.88	0.00024	0.00024
K2-03, 90	38.19	0.00019	0.00019
K2-04, 360	67.14	0.00025	0.00025
K2-04, 90	65.63	0.00040	0.00040
K2-05, 360	64.72	-0.00035	0.00035
K2-05, 90	66.14	0.00042	0.00042
K2-06, 360	60.72	-0.00023	0.00023
K2-06, 90	67.78	-0.00022	0.00022
K2-07, 360	66.30	0.00031	0.00031
K2-07, 90	69.24	-0.00033	0.00033
K2-08, 360	65.17	0.00036	0.00036
K2-08, 90	75.19	-0.00044	0.00044
K2-09, 360	60.31	-0.00021	0.00021
K2-09, 90	63.78	-0.00021	0.00021
P H, 360	98.61	0.00021	0.00021
P H, 90	102.41	-0.00030	0.00030
S F & G, 360	100.41	-0.00049	0.00049
S F & G, 90	106.57	0.00038	0.00038

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.278: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.279: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



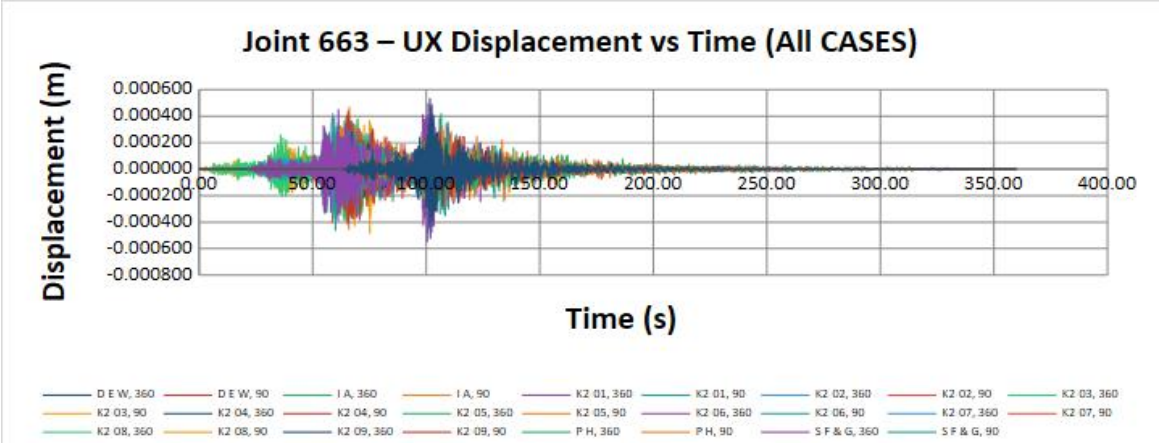
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.280: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

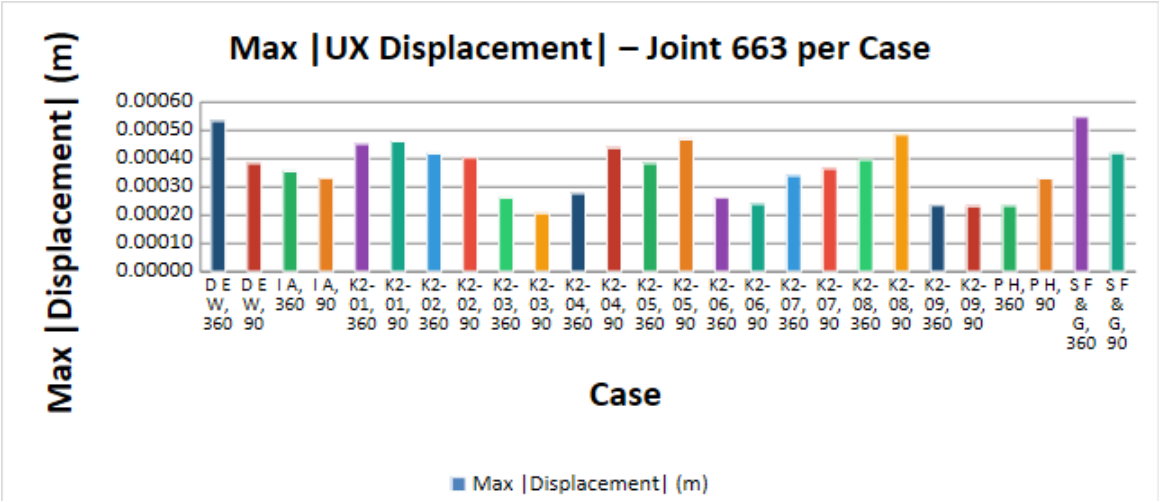
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00058	0.00058
D E W, 90	102.54	0.00042	0.00042
I A, 360	109.58	0.00038	0.00038
I A, 90	107.13	0.00036	0.00036
K2-01, 360	61.36	0.00049	0.00049
K2-01, 90	60.04	-0.00050	0.00050
K2-02, 360	58.91	0.00045	0.00045
K2-02, 90	58.70	-0.00044	0.00044
K2-03, 360	35.88	0.00028	0.00028
K2-03, 90	38.19	0.00022	0.00022
K2-04, 360	67.14	0.00030	0.00030
K2-04, 90	65.63	0.00048	0.00048
K2-05, 360	64.72	-0.00042	0.00042
K2-05, 90	66.14	0.00051	0.00051
K2-06, 360	60.72	-0.00028	0.00028
K2-06, 90	67.78	-0.00026	0.00026
K2-07, 360	66.30	0.00037	0.00037
K2-07, 90	69.24	-0.00040	0.00040
K2-08, 360	65.17	0.00043	0.00043
K2-08, 90	75.19	-0.00053	0.00053
K2-09, 360	60.31	-0.00025	0.00025
K2-09, 90	63.78	-0.00025	0.00025
P H, 360	98.61	0.00025	0.00025
P H, 90	102.41	-0.00036	0.00036
S F & G, 360	100.41	-0.00060	0.00060
S F & G, 90	106.57	0.00045	0.00045

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.281: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.285: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.286: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

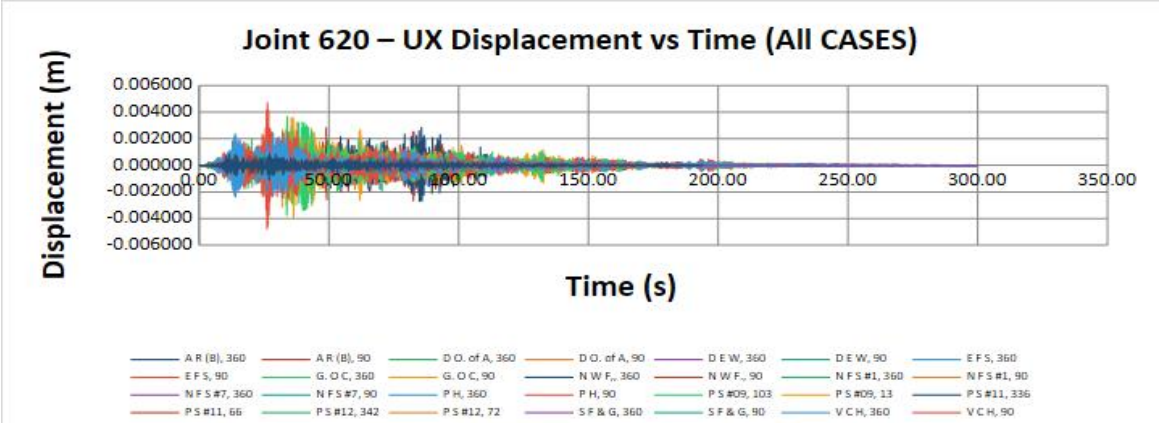
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
D E W, 360	101.65	0.00053	0.00053
D E W, 90	102.54	0.00038	0.00038
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
I A, 90	107.13	0.00033	0.00033
K2-01, 360	61.36	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00042	0.00042
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.88	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00021	0.00021
K2-04, 360	67.14	0.00028	0.00028
K2-04, 90	65.63	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00047	0.00047
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	65.17	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00049	0.00049
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023
P H, 360	98.61	0.00023	0.00023
P H, 90	102.41	-0.00033	0.00033
S F & G, 360	100.41	-0.00055	0.00055
S F & G, 90	106.57	0.00042	0.00042

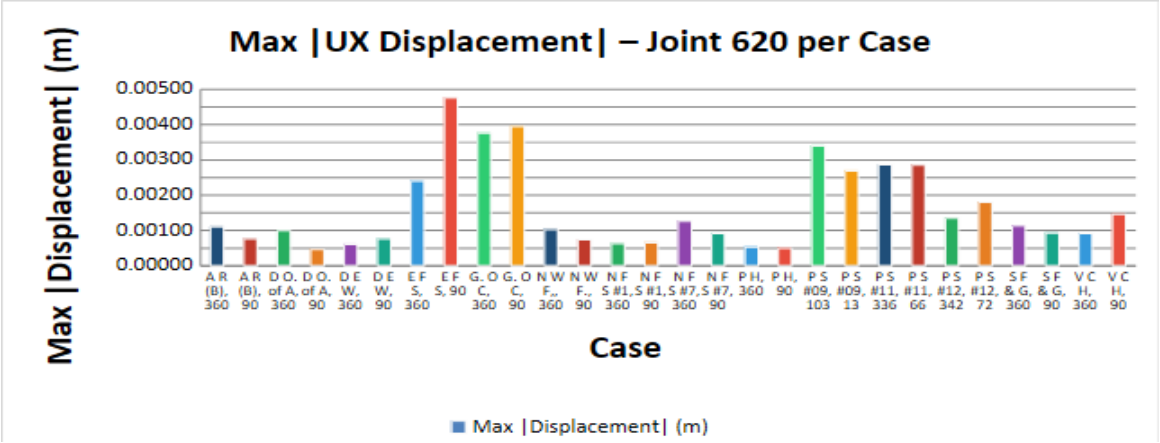
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.287: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.1-04.01.09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.289: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



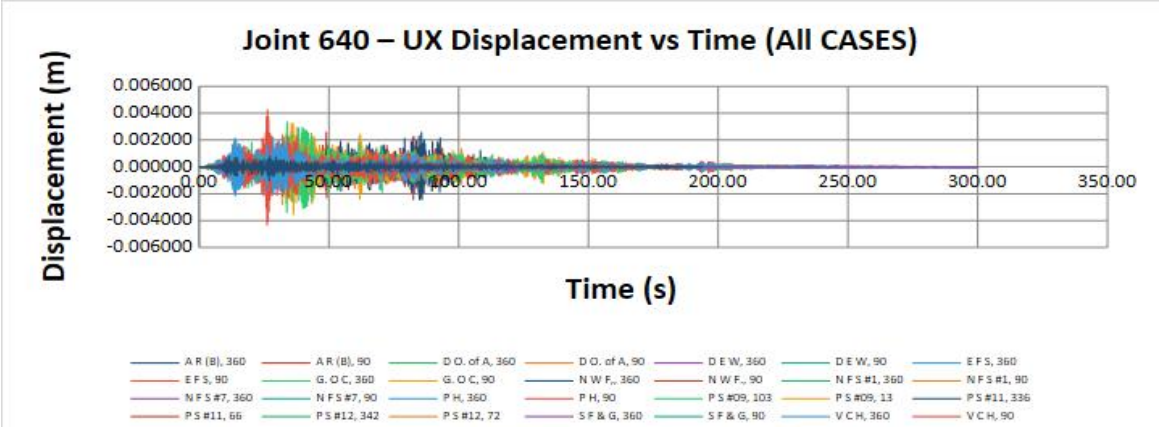
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.290: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

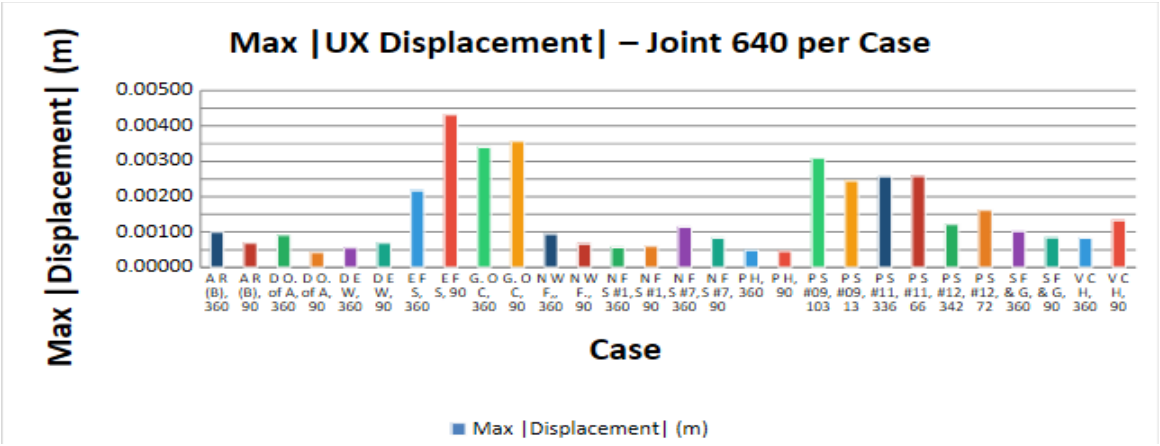
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00110	0.00110
A R (B), 90	19.05	-0.00076	0.00076
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	16.00	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00240	0.00240
E F S, 90	26.18	-0.00476	0.00476
G. O C, 360	33.78	-0.00376	0.00376
G. O C, 90	36.38	-0.00395	0.00395
N W F., 360	17.75	0.00103	0.00103
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00063	0.00063
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00126	0.00126
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	39.99	-0.00340	0.00340
P S #09, 13	62.11	0.00269	0.00269
P S #11, 336	85.66	0.00286	0.00286
P S #11, 66	48.99	0.00285	0.00285
P S #12, 342	62.32	-0.00135	0.00135
P S #12, 72	60.07	-0.00180	0.00180
S F & G, 360	69.64	0.00112	0.00112
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.66	0.00091	0.00091
V C H, 90	51.49	0.00146	0.00146

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.291: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Denali Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.292: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



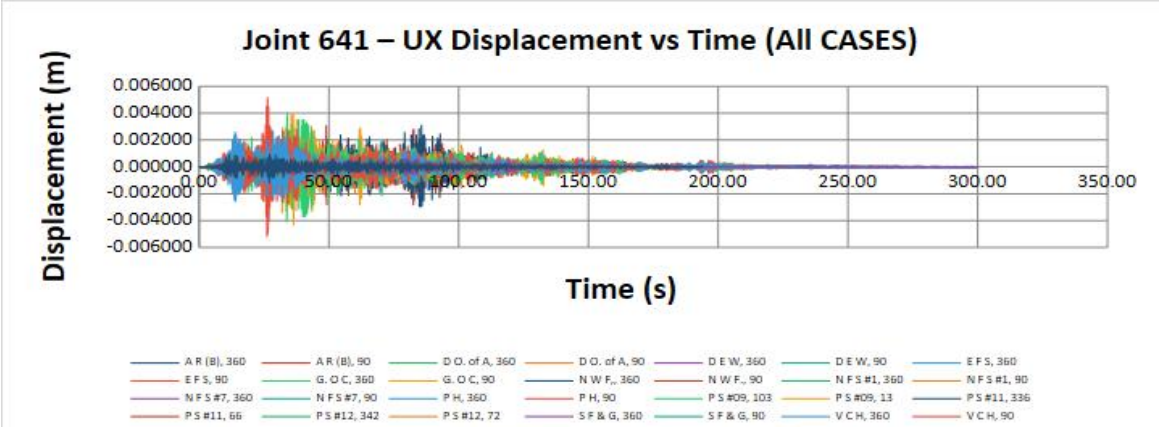
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.293: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

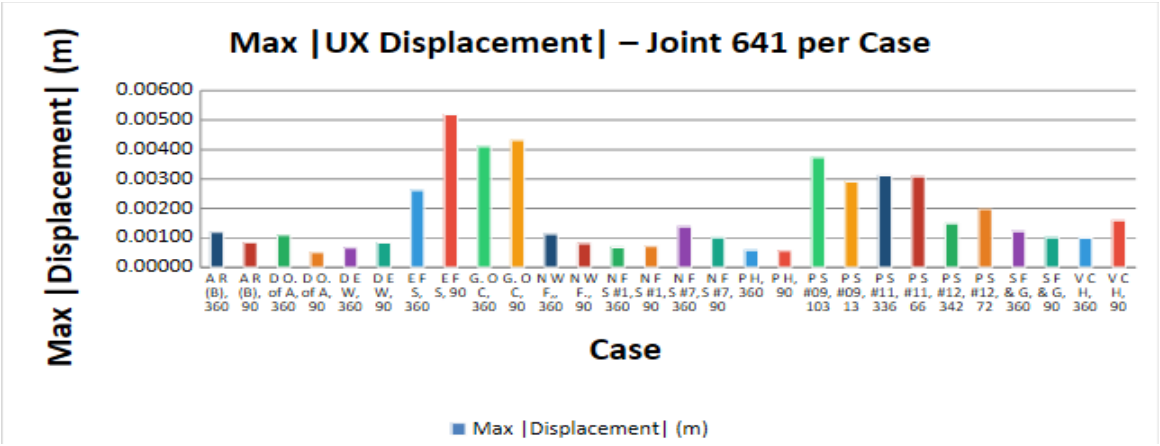
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00099	0.00099
A R (B), 90	19.05	-0.00068	0.00068
D O. of A, 360	22.74	-0.00090	0.00090
D O. of A, 90	16.00	-0.00042	0.00042
D E W, 360	80.03	-0.00055	0.00055
D E W, 90	73.31	-0.00069	0.00069
E F S, 360	28.49	0.00217	0.00217
E F S, 90	26.18	-0.00431	0.00431
G. O C, 360	33.78	-0.00340	0.00340
G. O C, 90	36.38	-0.00356	0.00356
N W F,, 360	17.76	0.00093	0.00093
N W F., 90	32.23	-0.00066	0.00066
N F S #1, 360	23.10	0.00057	0.00057
N F S #1, 90	26.62	-0.00059	0.00059
N F S #7, 360	35.90	0.00114	0.00114
N F S #7, 90	43.72	-0.00083	0.00083
P H, 360	84.72	0.00048	0.00048
P H, 90	66.32	-0.00045	0.00045
P S #09, 103	39.99	-0.00308	0.00308
P S #09, 13	62.11	0.00244	0.00244
P S #11, 336	85.66	0.00256	0.00256
P S #11, 66	48.99	0.00258	0.00258
P S #12, 342	62.32	-0.00121	0.00121
P S #12, 72	60.07	-0.00161	0.00161
S F & G, 360	69.64	0.00101	0.00101
S F & G, 90	73.98	0.00084	0.00084
V C H, 360	55.66	0.00083	0.00083
V C H, 90	51.49	0.00133	0.00133

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.294: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Denali Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.295: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



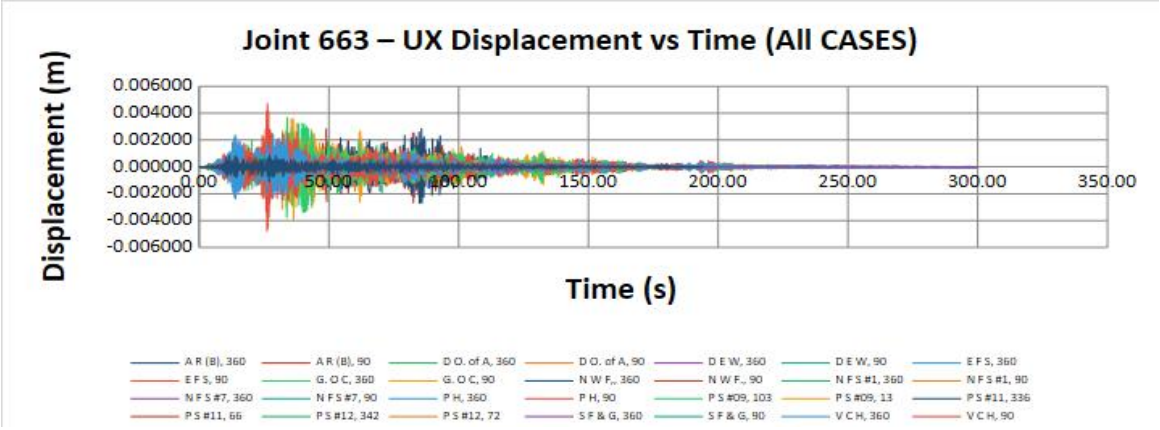
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.296: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

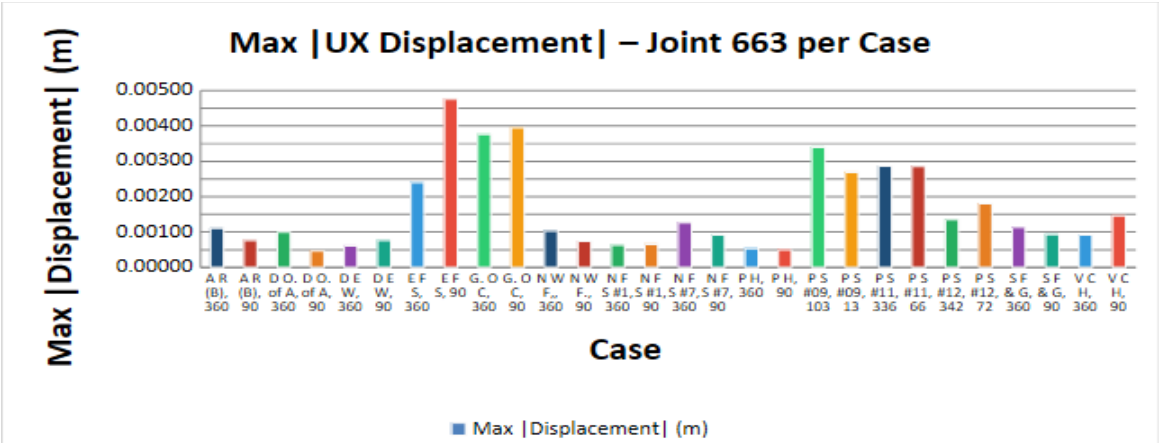
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00119	0.00119
A R (B), 90	19.05	-0.00083	0.00083
D O. of A, 360	22.74	-0.00108	0.00108
D O. of A, 90	16.00	-0.00050	0.00050
D E W, 360	80.03	-0.00066	0.00066
D E W, 90	73.31	-0.00083	0.00083
E F S, 360	28.48	0.00261	0.00261
E F S, 90	26.18	-0.00519	0.00519
G. O C, 360	33.78	-0.00410	0.00410
G. O C, 90	36.38	-0.00431	0.00431
N W F,, 360	17.75	0.00112	0.00112
N W F., 90	32.23	-0.00080	0.00080
N F S #1, 360	23.10	0.00068	0.00068
N F S #1, 90	26.62	-0.00071	0.00071
N F S #7, 360	35.90	0.00138	0.00138
N F S #7, 90	43.72	-0.00100	0.00100
P H, 360	84.72	0.00058	0.00058
P H, 90	66.32	-0.00055	0.00055
P S #09, 103	40.95	-0.00373	0.00373
P S #09, 13	62.11	0.00291	0.00291
P S #11, 336	85.66	0.00312	0.00312
P S #11, 66	48.99	0.00308	0.00308
P S #12, 342	62.32	-0.00148	0.00148
P S #12, 72	60.07	-0.00197	0.00197
S F & G, 360	69.63	0.00122	0.00122
S F & G, 90	73.98	0.00101	0.00101
V C H, 360	55.66	0.00100	0.00100
V C H, 90	51.49	0.00159	0.00159

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.297: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Denali Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.301: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.302: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

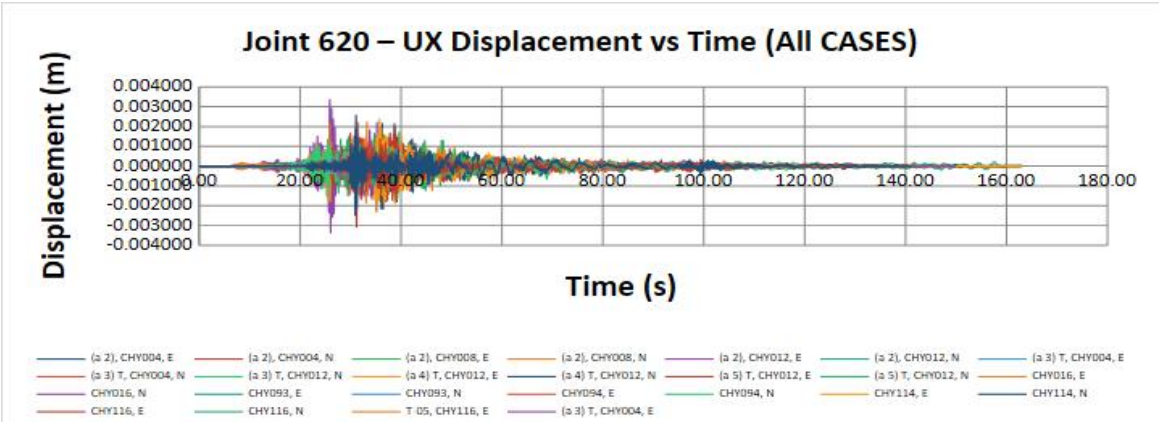
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00110	0.00110
A R (B), 90	19.05	-0.00076	0.00076
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	16.00	-0.00046	0.00046
D E W, 360	80.03	-0.00061	0.00061
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00240	0.00240
E F S, 90	26.18	-0.00476	0.00476
G. O C, 360	33.78	-0.00376	0.00376
G. O C, 90	36.38	-0.00395	0.00395
N W F,, 360	17.75	0.00103	0.00103
N W F., 90	32.23	-0.00073	0.00073
N F S #1, 360	23.10	0.00063	0.00063
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00126	0.00126
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	39.99	-0.00340	0.00340
P S #09, 13	62.11	0.00269	0.00269
P S #11, 336	85.66	0.00286	0.00286
P S #11, 66	48.99	0.00285	0.00285
P S #12, 342	62.32	-0.00135	0.00135
P S #12, 72	60.07	-0.00180	0.00180
S F & G, 360	69.64	0.00112	0.00112
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.66	0.00091	0.00091
V C H, 90	51.49	0.00146	0.00146

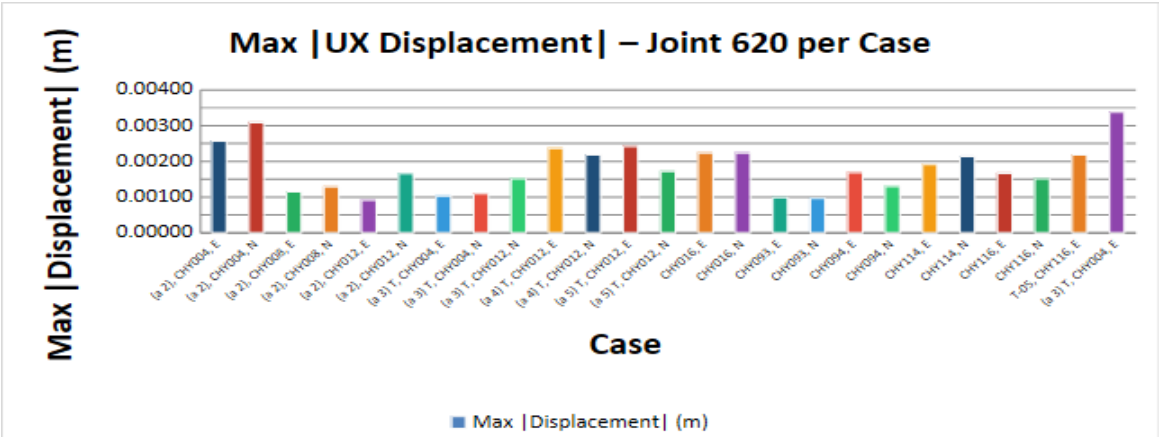
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.303: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.1-04.01.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.305: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



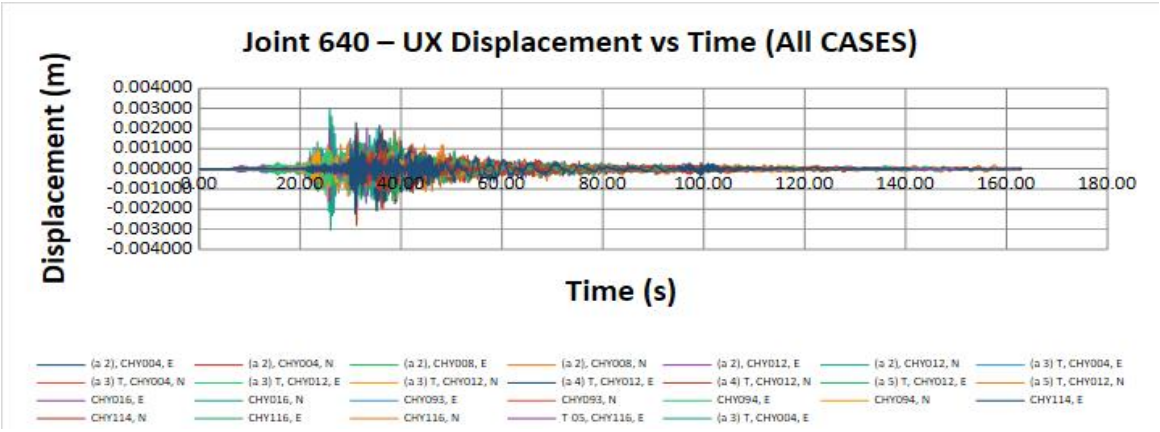
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.306: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

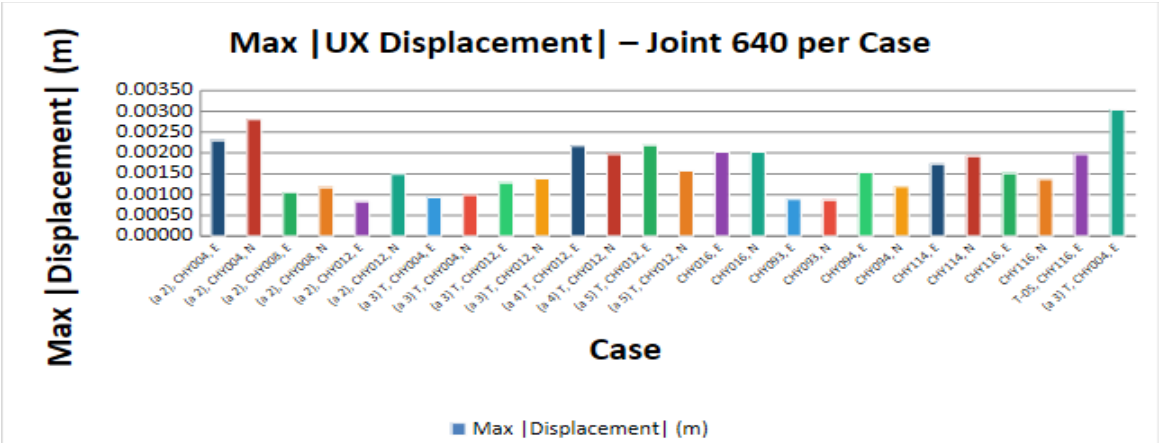
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	36.48	-0.00115	0.00115
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00129	0.00129
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	34.73	0.00165	0.00165
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00103	0.00103
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00110	0.00110
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00152	0.00152
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00237	0.00237
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00218	0.00218
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00242	0.00242
(a 5) T, CHY012, N	39.65	0.00172	0.00172
CHY016, E	33.25	0.00224	0.00224
CHY016, N	35.08	-0.00224	0.00224
CHY093, E	34.80	-0.00099	0.00099
CHY093, N	30.67	-0.00097	0.00097
CHY094, E	34.27	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00130	0.00130
CHY114, E	38.78	-0.00191	0.00191
CHY114, N	38.70	0.00214	0.00214
CHY116, E	29.97	0.00167	0.00167
CHY116, N	29.48	-0.00151	0.00151
T-05, CHY116, E	25.86	0.00218	0.00218
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00338	0.00338

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.307: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.308: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



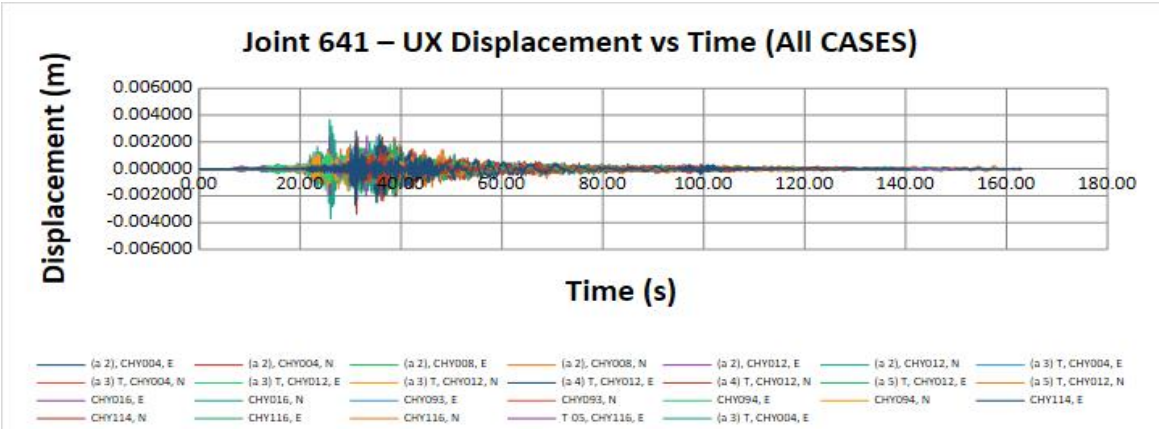
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.309: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

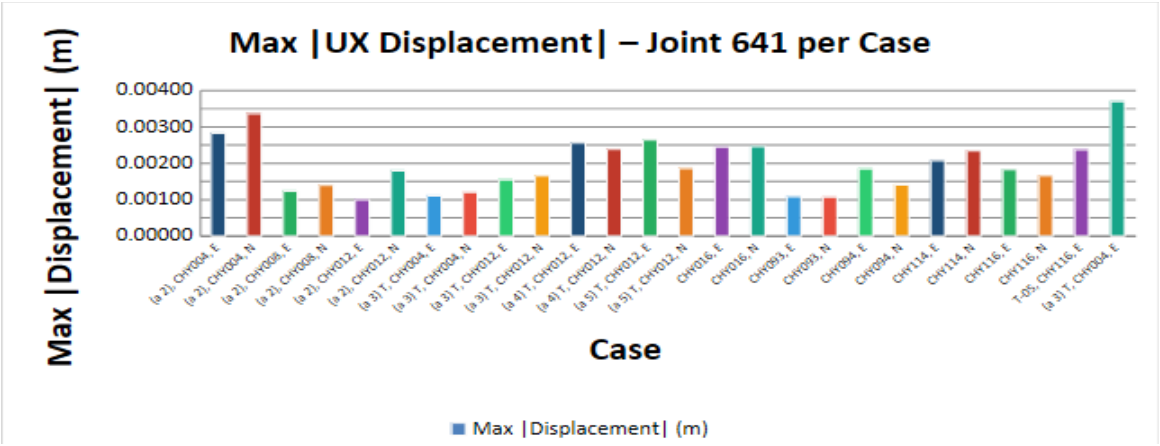
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00230	0.00230
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00280	0.00280
(a 2), CHY008, E	36.48	-0.00104	0.00104
(a 2), CHY008, N	31.03	-0.00117	0.00117
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00082	0.00082
(a 2), CHY012, N	34.73	0.00149	0.00149
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00093	0.00093
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00099	0.00099
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00128	0.00128
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00138	0.00138
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00216	0.00216
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00197	0.00197
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00218	0.00218
(a 5) T, CHY012, N	39.65	0.00157	0.00157
CHY016, E	33.25	0.00202	0.00202
CHY016, N	35.08	-0.00202	0.00202
CHY093, E	34.80	-0.00089	0.00089
CHY093, N	30.67	-0.00087	0.00087
CHY094, E	34.28	-0.00153	0.00153
CHY094, N	31.22	0.00118	0.00118
CHY114, E	38.78	-0.00173	0.00173
CHY114, N	38.70	0.00192	0.00192
CHY116, E	29.97	0.00151	0.00151
CHY116, N	29.48	-0.00136	0.00136
T-05, CHY116, E	25.86	0.00197	0.00197
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00304	0.00304

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.310: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.311: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



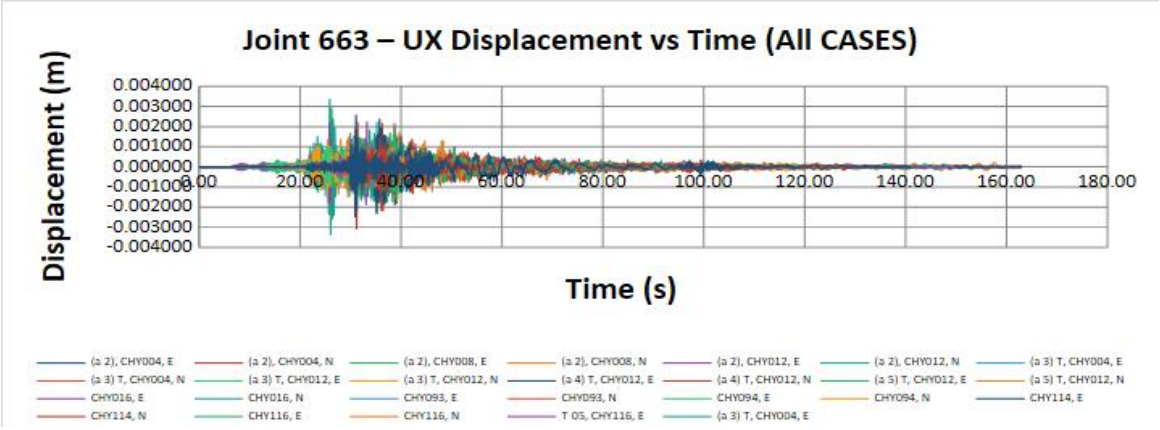
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.312: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

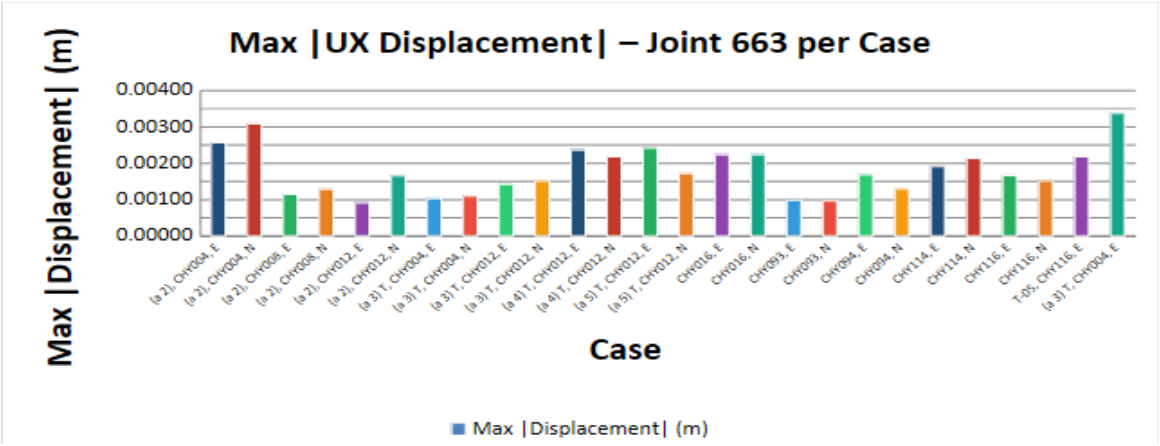
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00283	0.00283
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00337	0.00337
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00124	0.00124
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00140	0.00140
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00100	0.00100
(a 2), CHY012, N	34.74	0.00180	0.00180
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00111	0.00111
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00120	0.00120
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00155	0.00155
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00166	0.00166
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00256	0.00256
(a 4) T, CHY012, N	36.27	0.00239	0.00239
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00264	0.00264
(a 5) T, CHY012, N	39.65	0.00186	0.00186
CHY016, E	33.25	0.00245	0.00245
CHY016, N	35.08	-0.00246	0.00246
CHY093, E	34.80	-0.00108	0.00108
CHY093, N	30.67	-0.00107	0.00107
CHY094, E	34.28	-0.00185	0.00185
CHY094, N	31.22	0.00141	0.00141
CHY114, E	38.78	-0.00207	0.00207
CHY114, N	38.70	0.00234	0.00234
CHY116, E	29.97	0.00183	0.00183
CHY116, N	29.48	-0.00165	0.00165
T-05, CHY116, E	25.86	0.00238	0.00238
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00370	0.00370

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.313: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.317: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.318: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

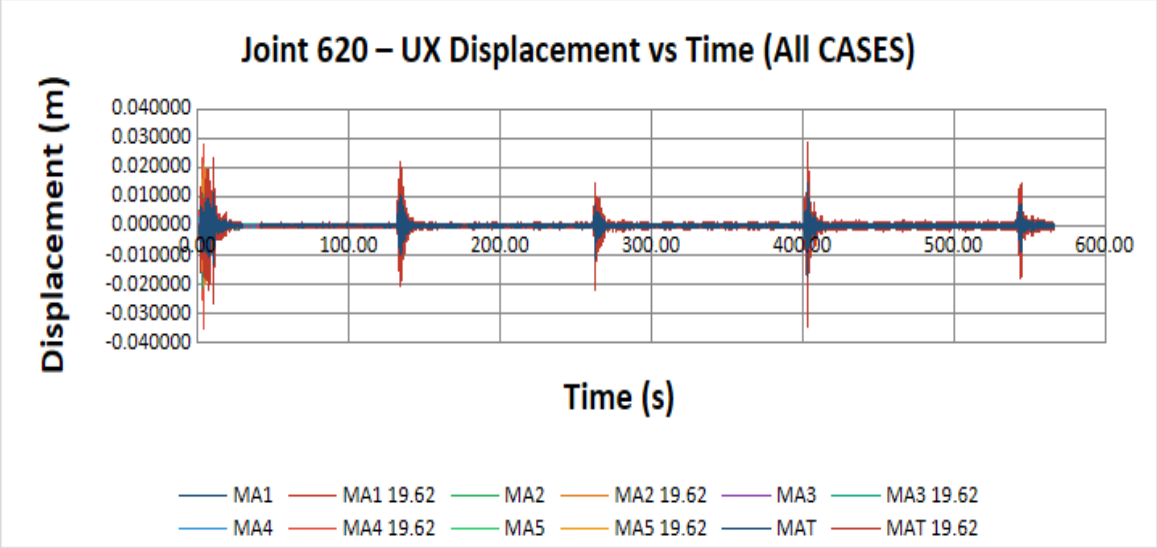
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00309	0.00309
(a 2), CHY008, E	36.48	-0.00115	0.00115
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00129	0.00129
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	34.73	0.00165	0.00165
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00103	0.00103
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00110	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00142	0.00142
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00152	0.00152
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00237	0.00237
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00218	0.00218
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00242	0.00242
(a 5) T, CHY012, N	39.65	0.00172	0.00172
CHY016, E	33.25	0.00224	0.00224
CHY016, N	35.08	-0.00224	0.00224
CHY093, E	34.80	-0.00099	0.00099
CHY093, N	30.67	-0.00097	0.00097
CHY094, E	34.27	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00130	0.00130
CHY114, E	38.78	-0.00191	0.00191
CHY114, N	38.70	0.00214	0.00214
CHY116, E	29.97	0.00167	0.00167
CHY116, N	29.48	-0.00151	0.00151
T-05, CHY116, E	25.86	0.00218	0.00218
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00338	0.00338

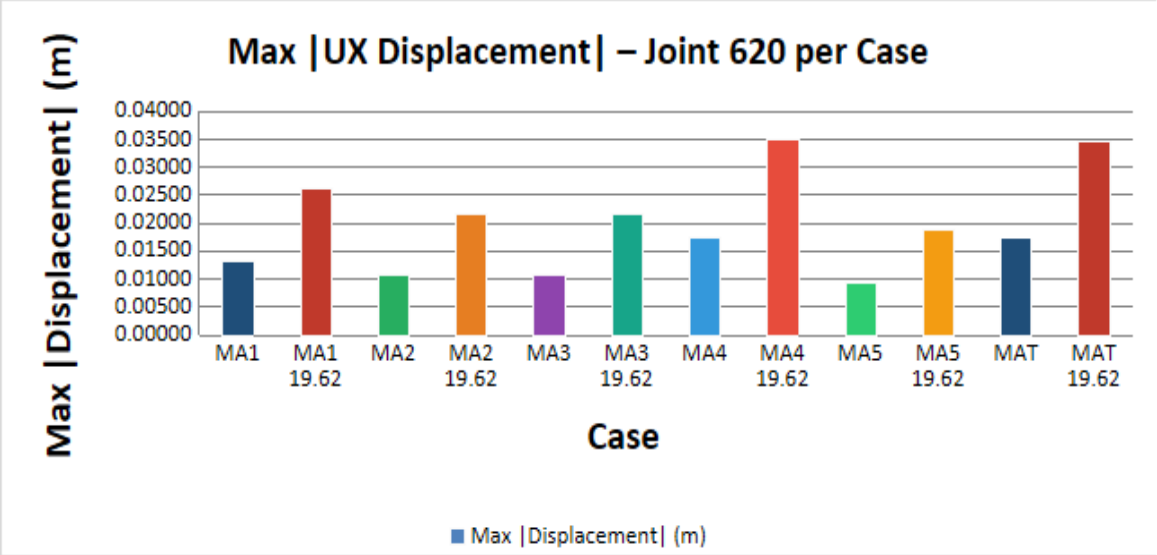
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.319: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

- **5.4.2-04.02.01 Σεισμός Mammoth Lakes**

Mammoth – Κόμβος 620 Αριστερά από τον αγωγό. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.1: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



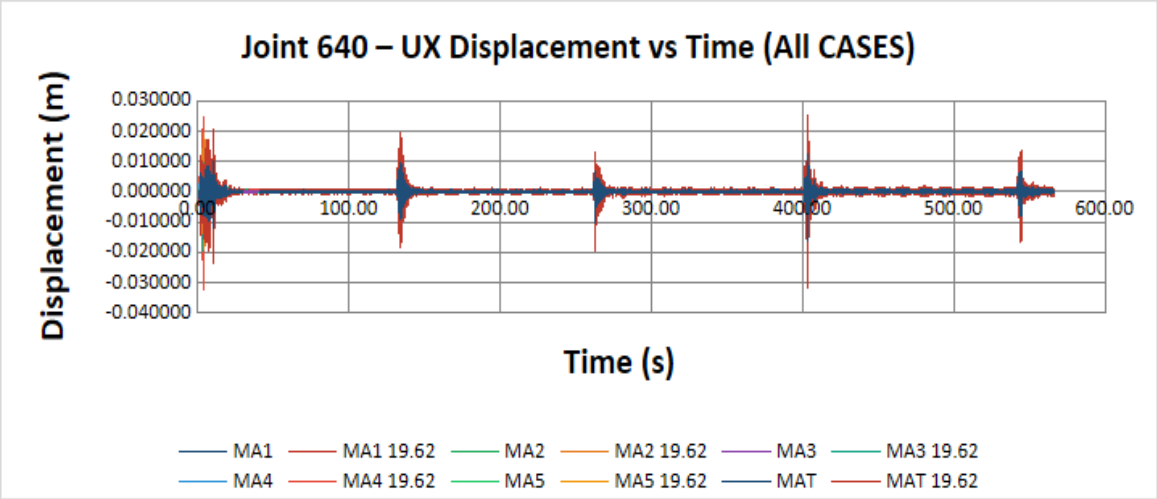
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.2: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

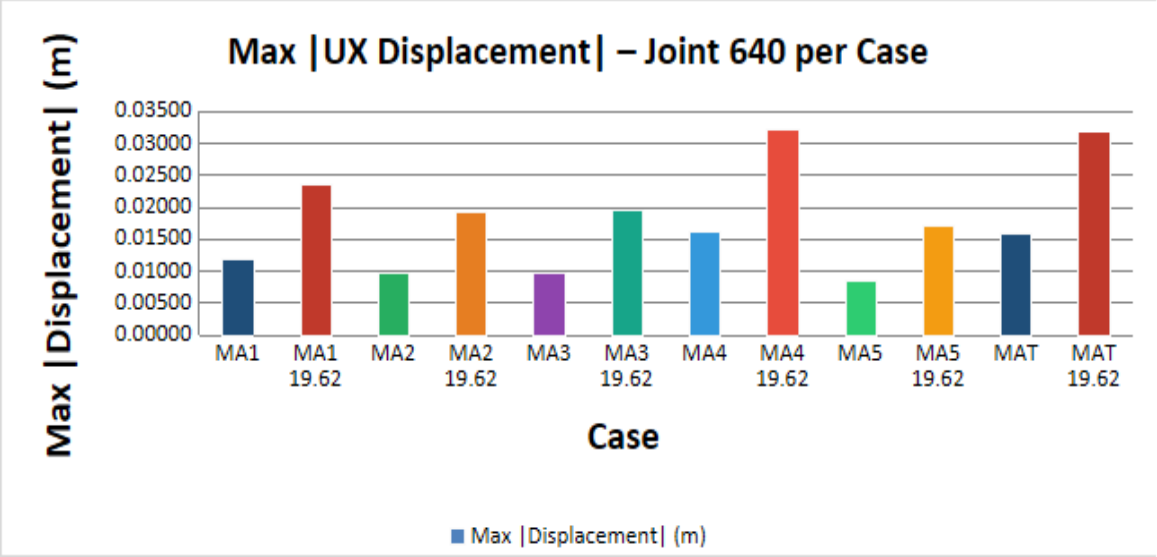
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01319	0.01319
MA1 19.62	10.27	-0.02637	0.02637
MA2	4.23	0.01077	0.01077
MA2 19.62	4.23	0.02154	0.02154
MA3	3.07	-0.01084	0.01084
MA3 19.62	3.07	-0.02167	0.02167
MA4	3.62	-0.01754	0.01754
MA4 19.62	3.62	-0.03509	0.03509
MA5	4.61	-0.00938	0.00938
MA5 19.62	4.61	-0.01875	0.01875
MAT	403.52	-0.01726	0.01726
MAT 19.62	403.52	-0.03456	0.03456

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.3: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Mammoth – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.4: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



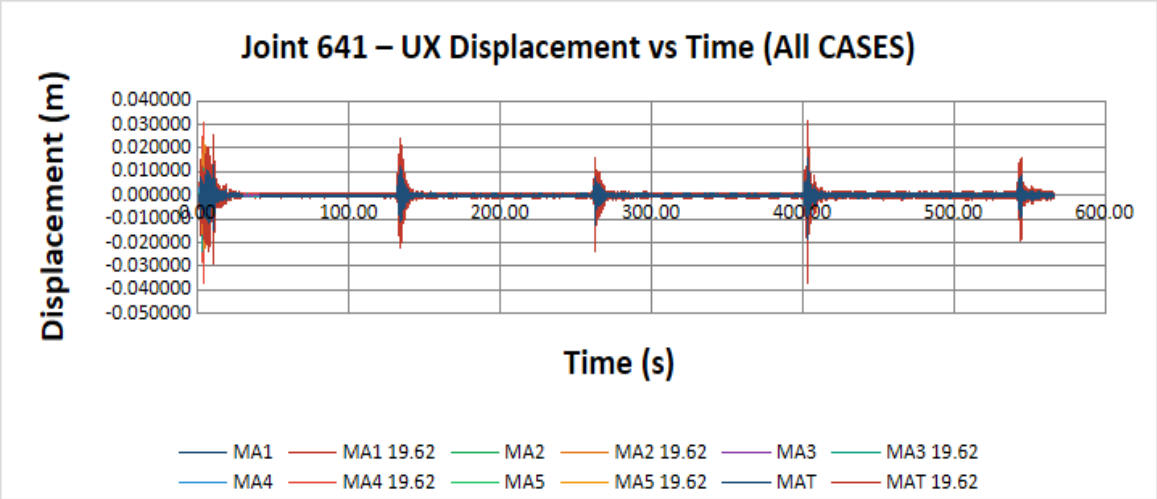
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.5: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

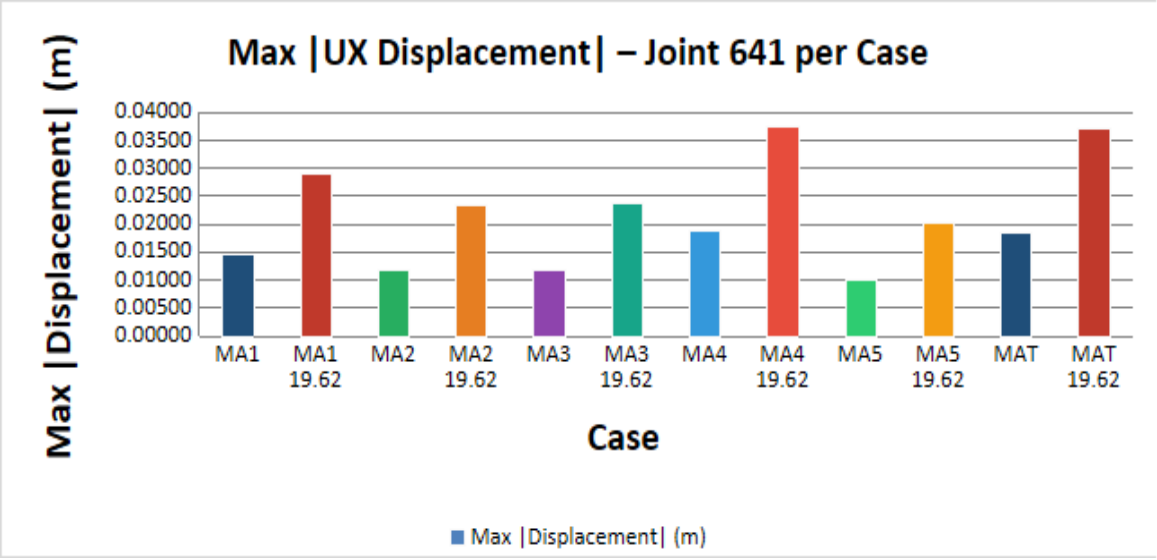
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01178	0.01178
MA1 19.62	10.27	-0.02356	0.02356
MA2	4.23	0.00970	0.00970
MA2 19.62	4.23	0.01940	0.01940
MA3	3.07	-0.00977	0.00977
MA3 19.62	3.07	-0.01954	0.01954
MA4	3.62	-0.01615	0.01615
MA4 19.62	3.62	-0.03230	0.03230
MA5	4.61	-0.00850	0.00850
MA5 19.62	4.61	-0.01699	0.01699
MAT	403.52	-0.01592	0.01592
MAT 19.62	403.52	-0.03171	0.03171

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.6: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Mammoth – Κόμβος 641 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.7: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



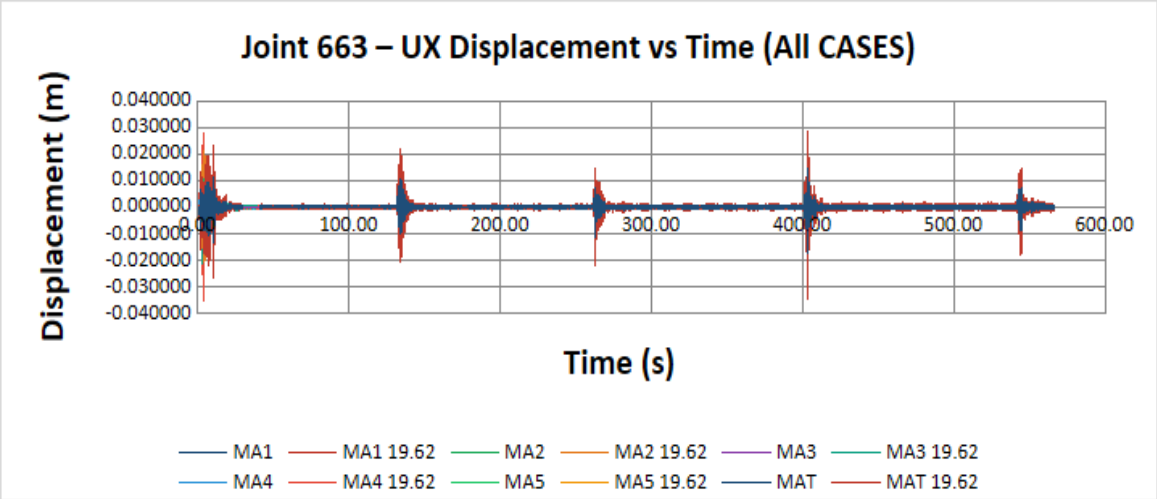
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.8: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

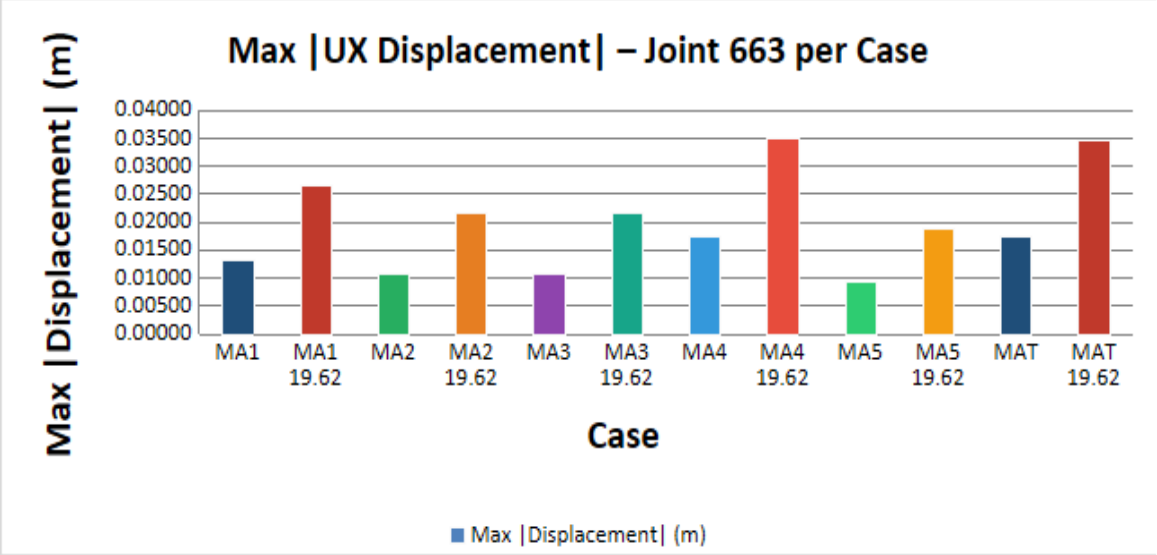
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01451	0.01451
MA1 19.62	10.27	-0.02902	0.02902
MA2	4.23	0.01177	0.01177
MA2 19.62	4.23	0.02354	0.02354
MA3	3.07	-0.01185	0.01185
MA3 19.62	3.07	-0.02370	0.02370
MA4	3.62	-0.01878	0.01878
MA4 19.62	3.62	-0.03755	0.03755
MA5	4.60	-0.01020	0.01020
MA5 19.62	4.60	-0.02040	0.02040
MAT	403.52	-0.01853	0.01853
MAT 19.62	403.52	-0.03720	0.03720

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.9: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Mammoth – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.13: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.14: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

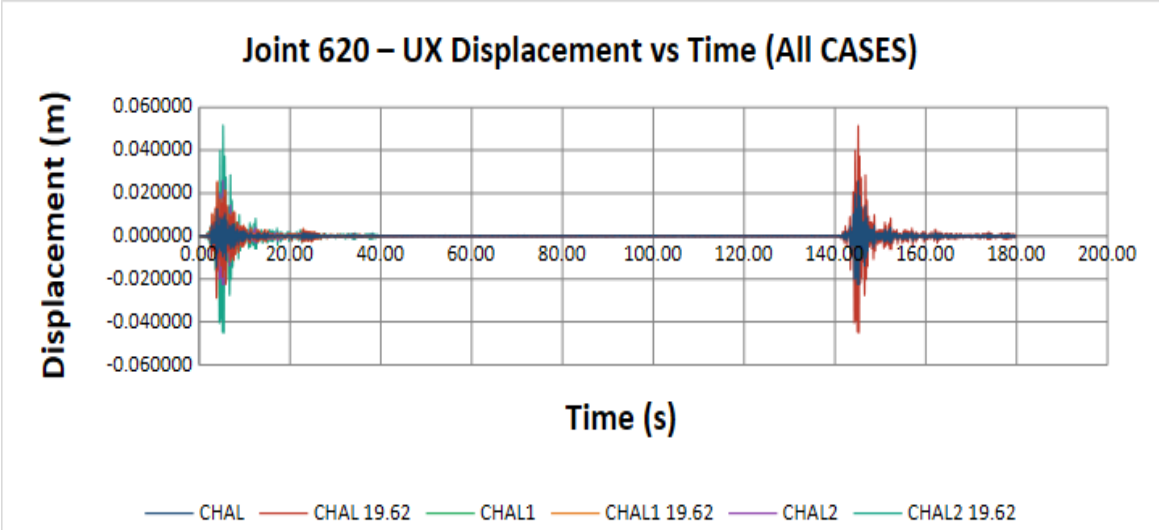
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
MA1	10.27	-0.01321	0.01321
MA1 19.62	10.27	-0.02642	0.02642
MA2	4.23	0.01076	0.01076
MA2 19.62	4.23	0.02153	0.02153
MA3	3.07	-0.01084	0.01084
MA3 19.62	3.07	-0.02169	0.02169
MA4	3.62	-0.01755	0.01755
MA4 19.62	3.62	-0.03509	0.03509
MA5	4.61	-0.00937	0.00937
MA5 19.62	4.61	-0.01875	0.01875
MAT	403.52	-0.01728	0.01728
MAT 19.62	403.52	-0.03458	0.03458

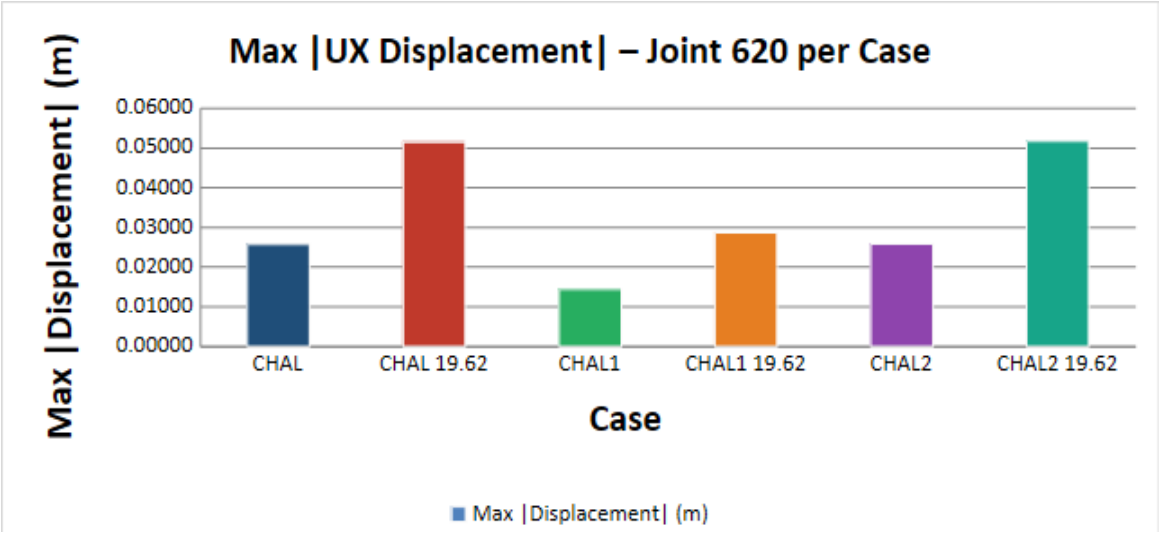
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.15: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.2-04.02.02 Σεισμός Chalfant

Chalfant – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.16: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

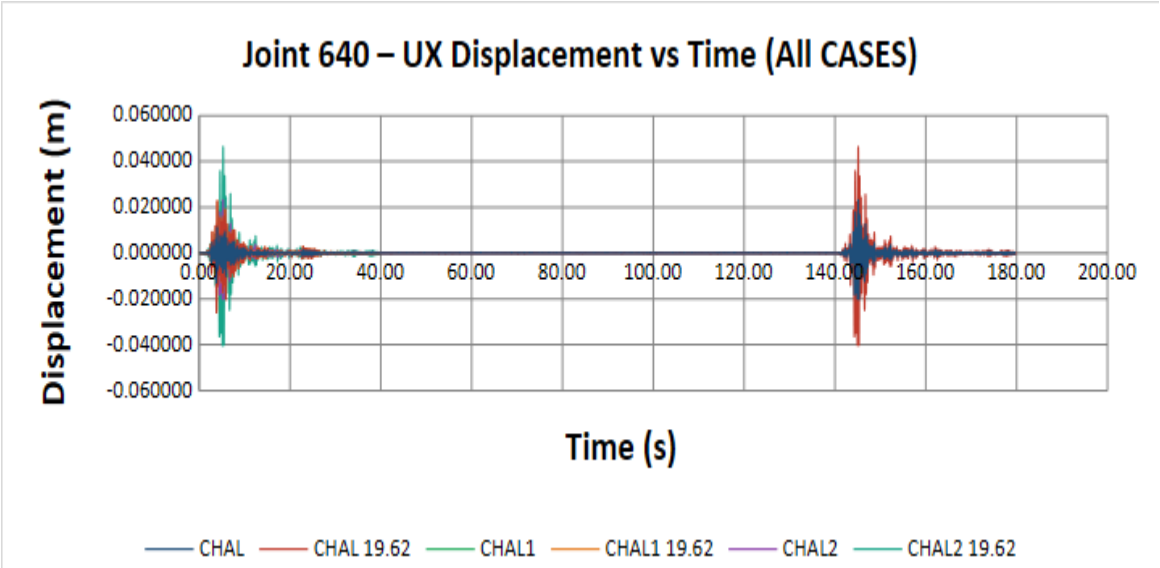


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.17: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

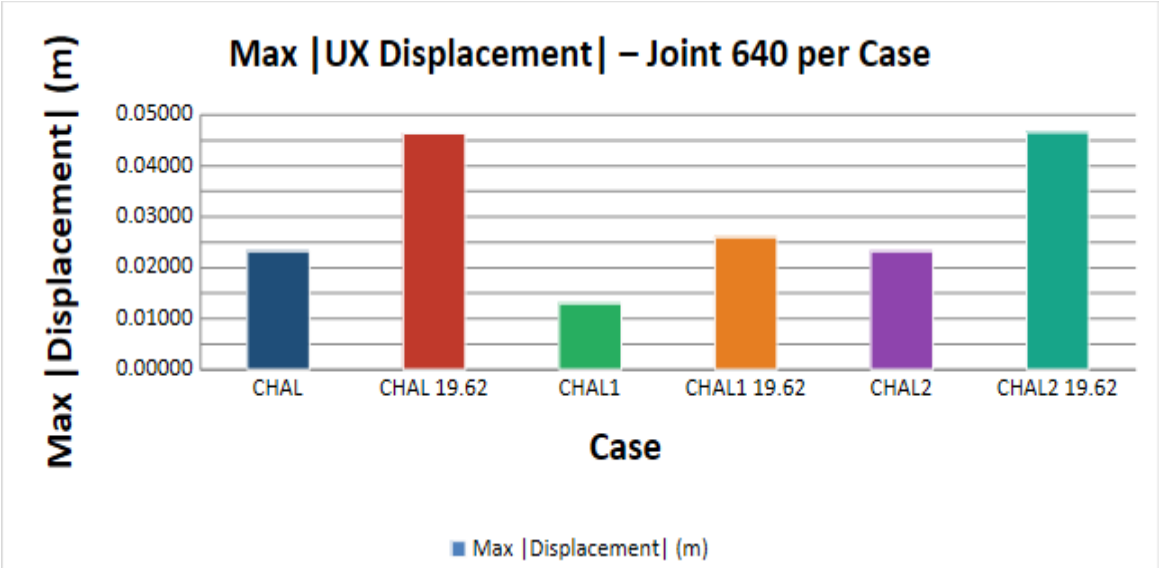
Max UX Displacement Summary – Joint 620

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02577	0.02577
CHAL 19.62	145.12	0.05154	0.05154
CHAL1	3.83	-0.01432	0.01432
CHAL1 19.62	3.83	-0.02864	0.02864
CHAL2	5.29	0.02584	0.02584
CHAL2 19.62	5.29	0.05168	0.05168

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.18: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620 Chalfant -Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.19: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



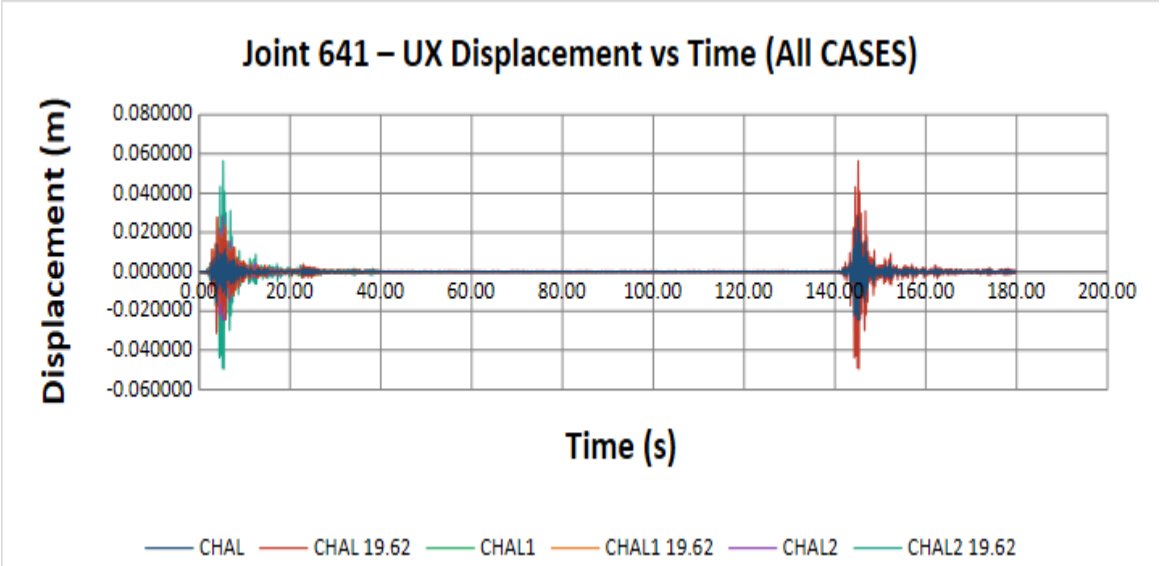
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.20: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

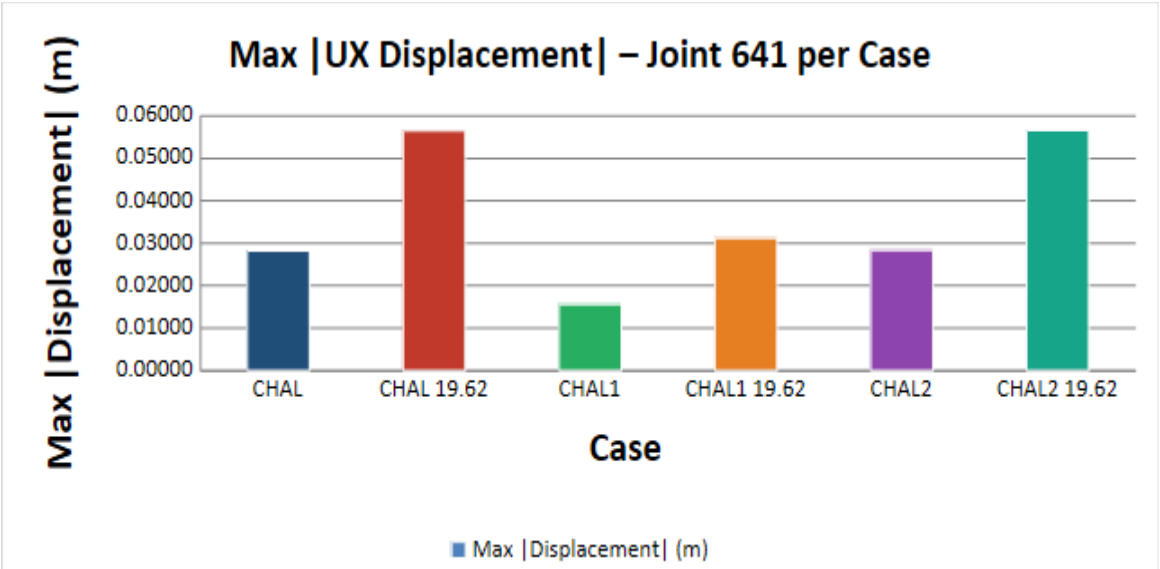
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02321	0.02321
CHAL 19.62	145.12	0.04640	0.04640
CHAL1	3.83	-0.01297	0.01297
CHAL1 19.62	3.83	-0.02594	0.02594
CHAL2	5.29	0.02326	0.02326
CHAL2 19.62	5.29	0.04652	0.04652

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.21: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chalfant – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.22: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

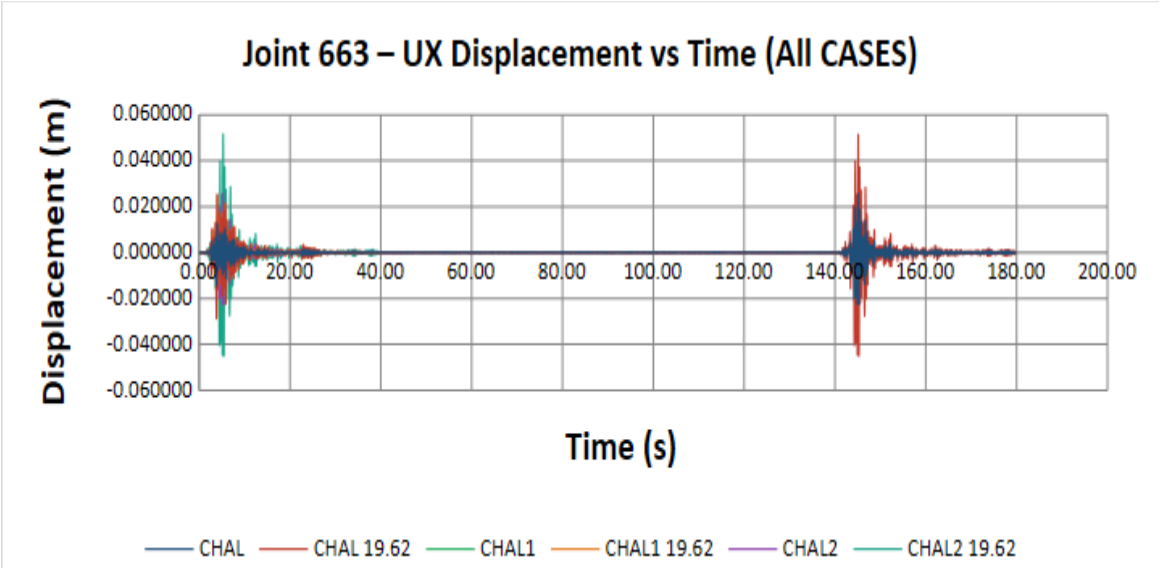


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.23: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

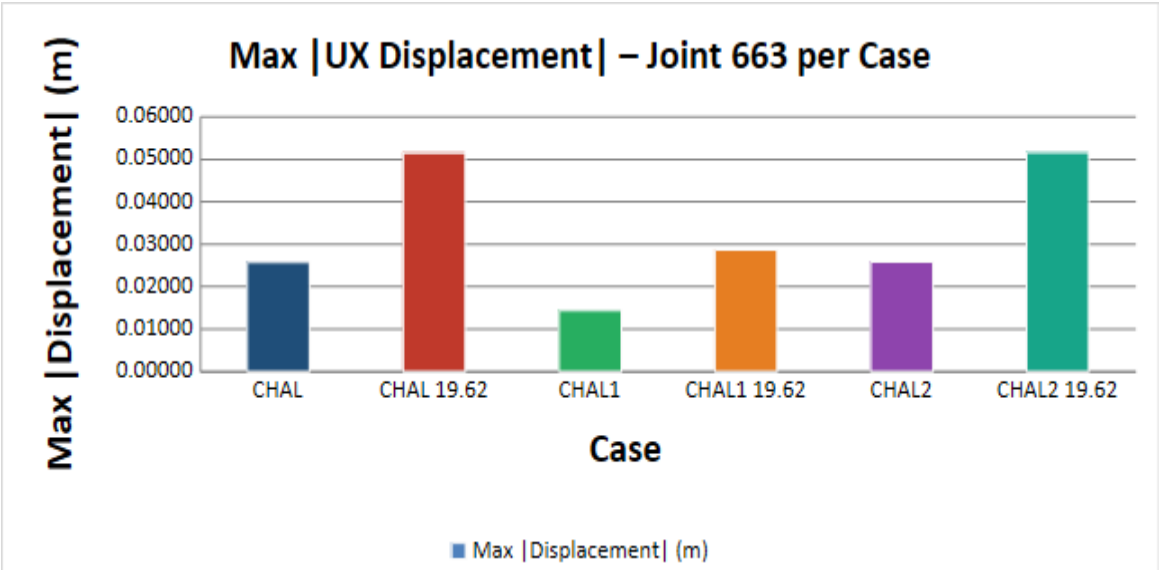
Max UX Displacement Summary – Joint 641			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02821	0.02821
CHAL 19.62	145.12	0.05644	0.05644
CHAL1	3.84	-0.01559	0.01559
CHAL1 19.62	3.84	-0.03119	0.03119
CHAL2	5.30	0.02827	0.02827
CHAL2 19.62	5.30	0.05654	0.05654

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.24: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chalfant – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.28: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.29: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

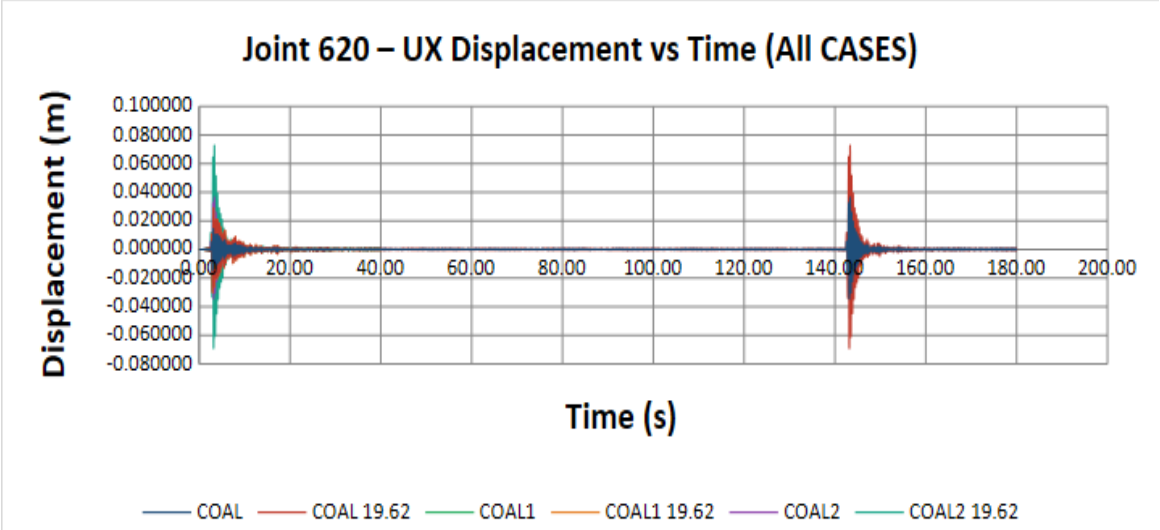
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
CHAL	145.12	0.02576	0.02576
CHAL 19.62	145.12	0.05151	0.05151
CHAL1	3.83	-0.01433	0.01433
CHAL1 19.62	3.83	-0.02866	0.02866
CHAL2	5.29	0.02583	0.02583
CHAL2 19.62	5.29	0.05165	0.05165

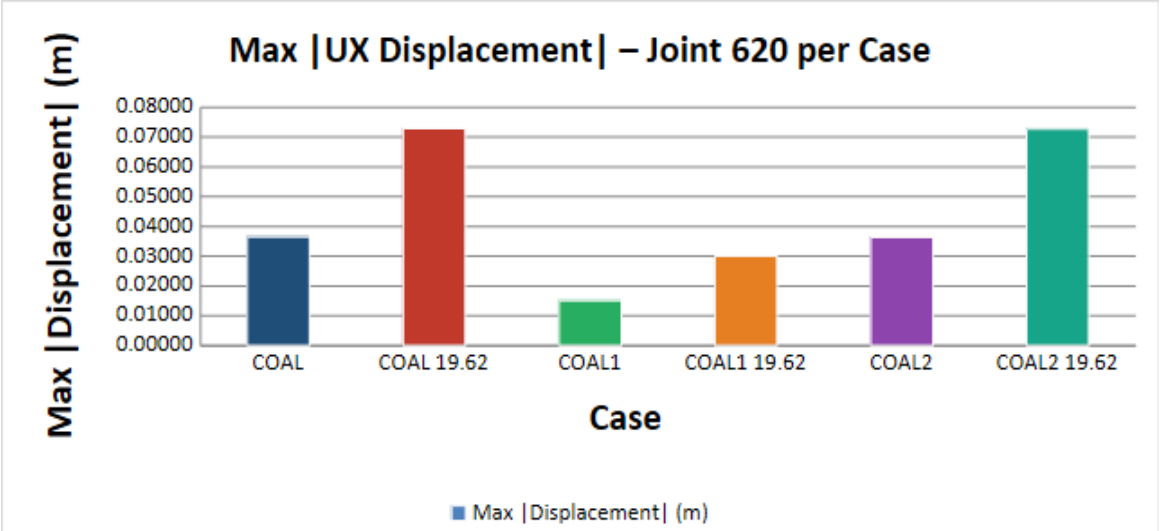
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.30: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.2-04.02.03 Σεισμός Coalinga

Coalinga – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.31: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



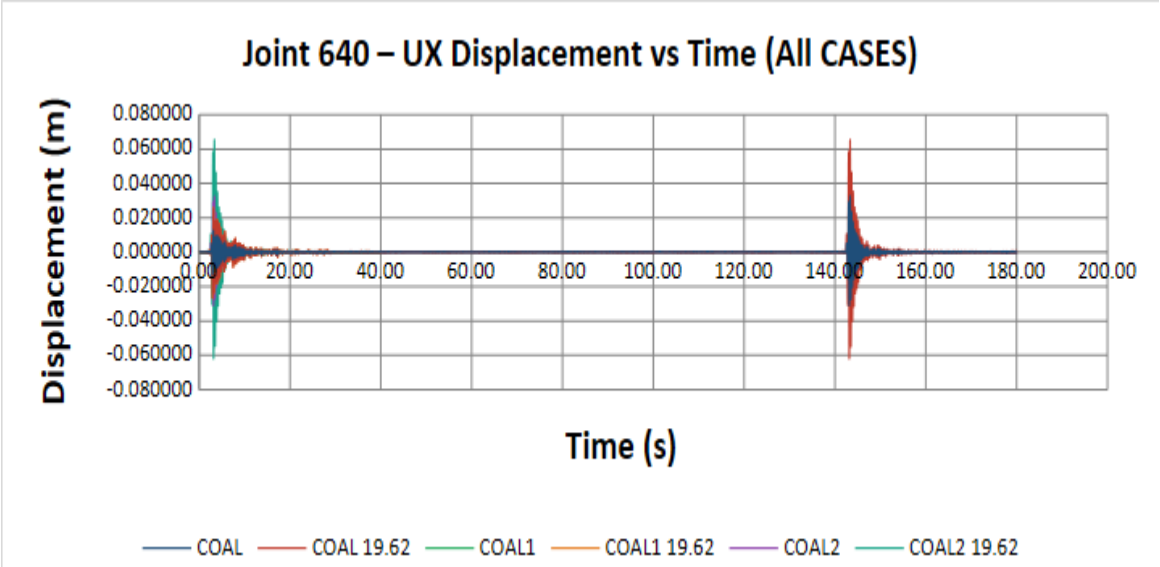
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.32: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

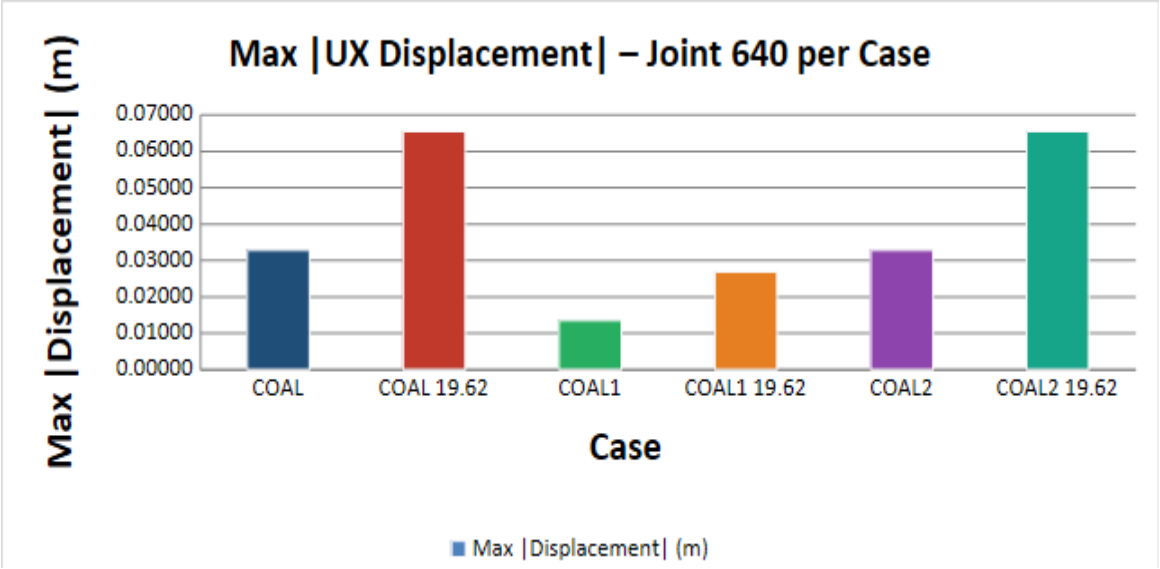
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03650	0.03650
COAL 19.62	143.33	0.07290	0.07290
COAL1	2.97	-0.01501	0.01501
COAL1 19.62	2.97	-0.03001	0.03001
COAL2	3.36	0.03640	0.03640
COAL2 19.62	3.36	0.07280	0.07280

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.33: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Coalinga - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.34: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



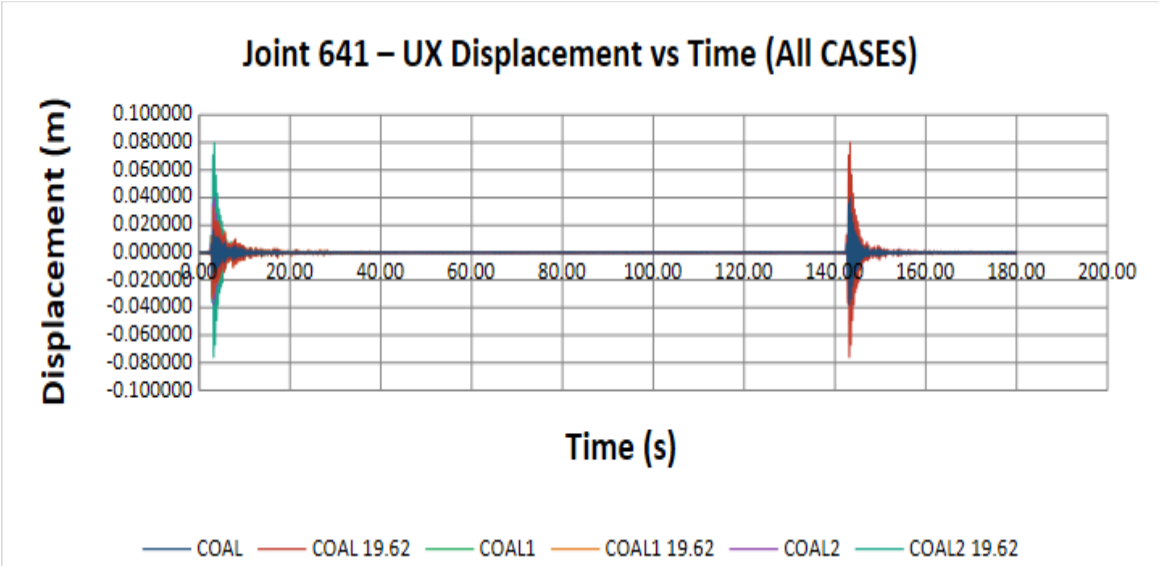
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.35: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

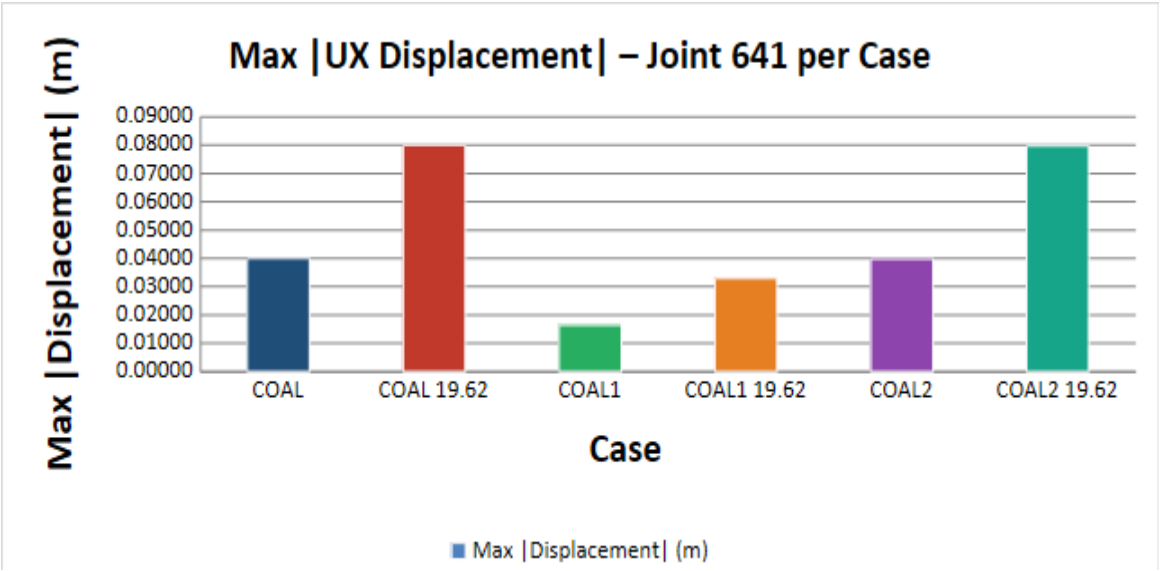
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03281	0.03281
COAL 19.62	143.33	0.06552	0.06552
COAL1	2.97	-0.01345	0.01345
COAL1 19.62	2.97	-0.02690	0.02690
COAL2	3.36	0.03272	0.03272
COAL2 19.62	3.36	0.06545	0.06545

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.36: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Coalinga - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.37: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

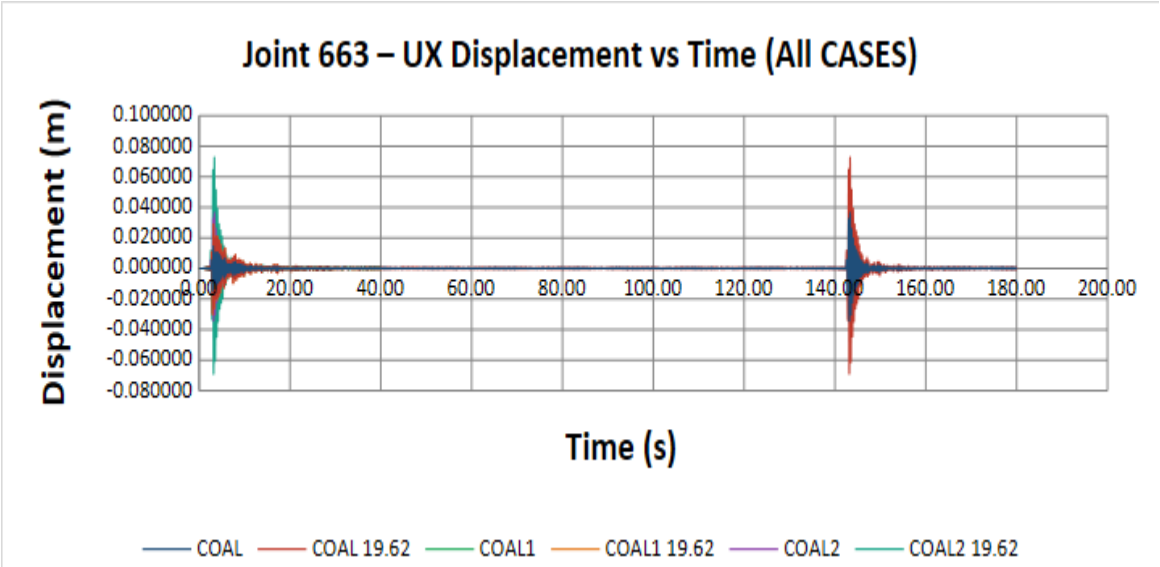


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.38: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

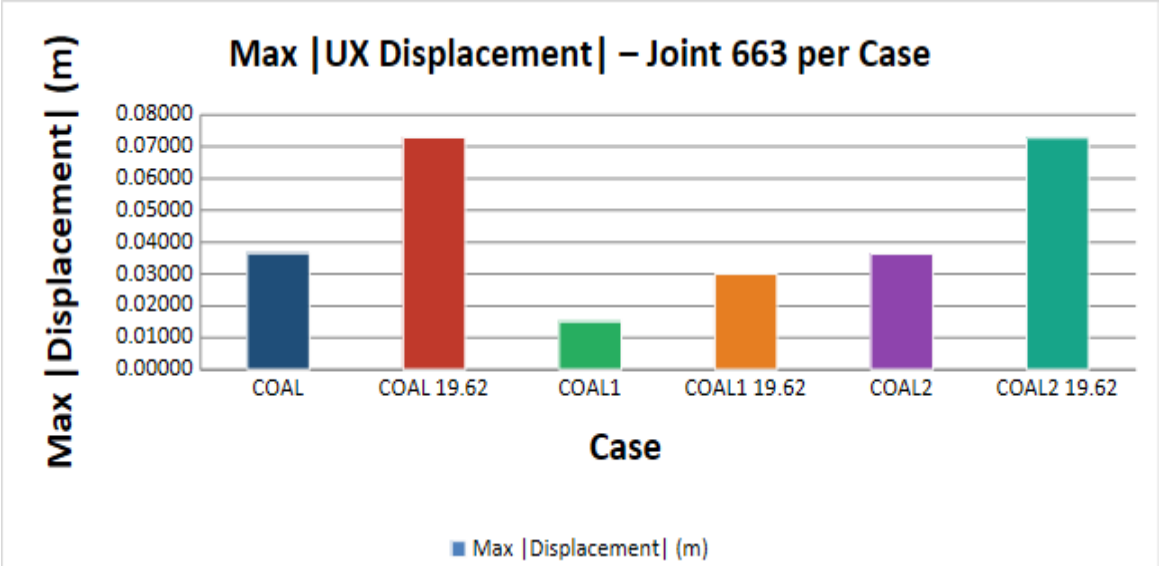
Max UX Displacement Summary – Joint 641

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03997	0.03997
COAL 19.62	143.33	0.07981	0.07981
COAL1	2.97	-0.01647	0.01647
COAL1 19.62	2.97	-0.03293	0.03293
COAL2	3.36	0.03985	0.03985
COAL2 19.62	3.36	0.07970	0.07970

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.39: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641 Coalinga - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.43: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.44: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

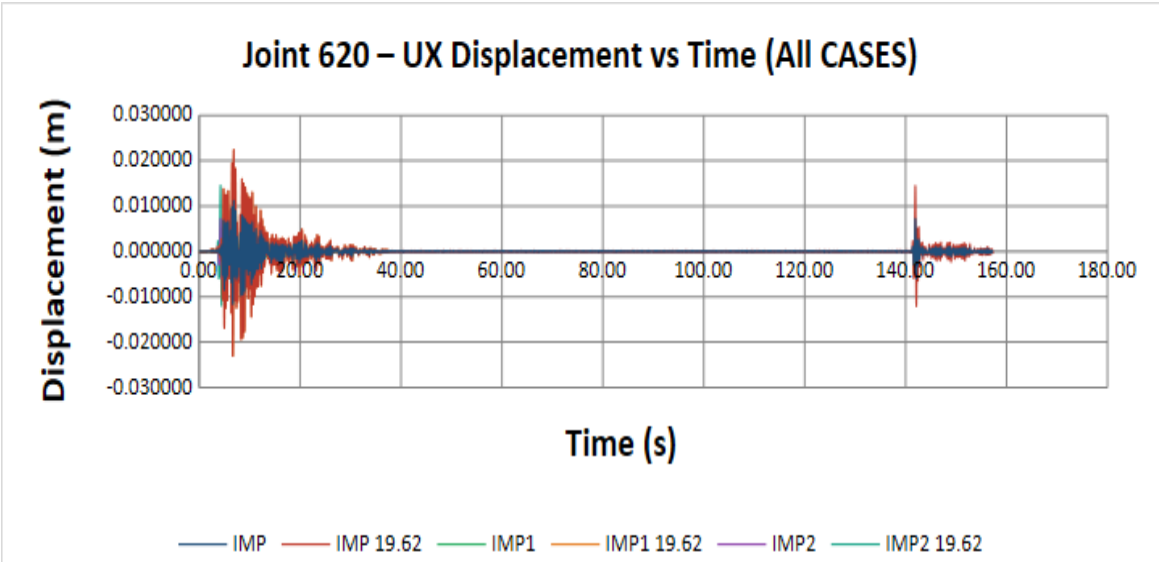
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
COAL	143.33	0.03651	0.03651
COAL 19.62	143.33	0.07291	0.07291
COAL1	2.97	-0.01501	0.01501
COAL1 19.62	2.97	-0.03002	0.03002
COAL2	3.36	0.03640	0.03640
COAL2 19.62	3.36	0.07279	0.07279

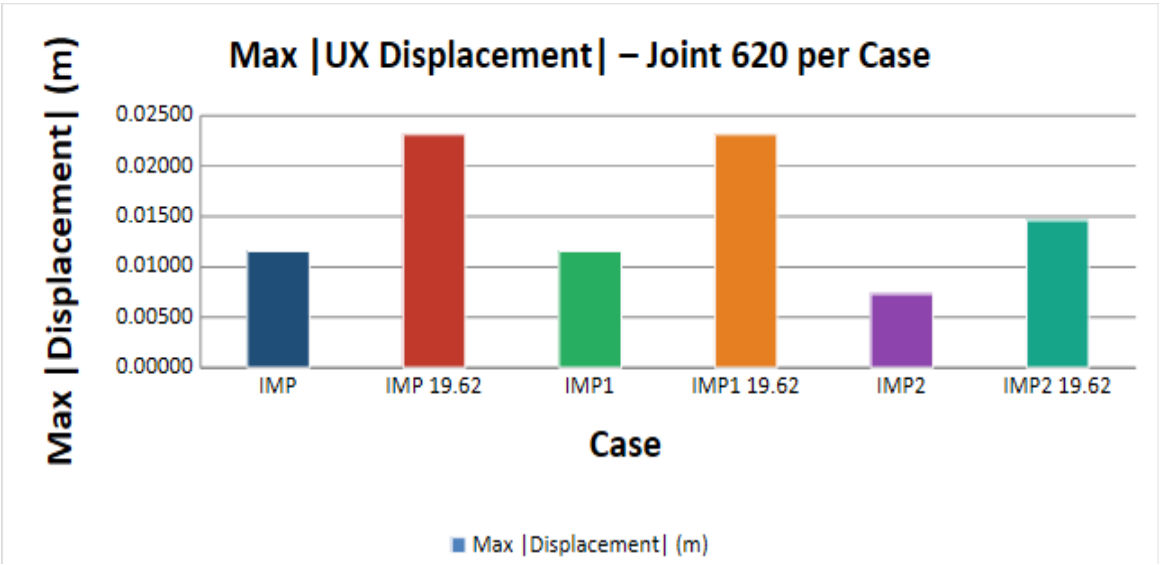
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.45: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.2-04.02.04 Σεισμός Imperial Valley

Imperial Valley – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.46: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



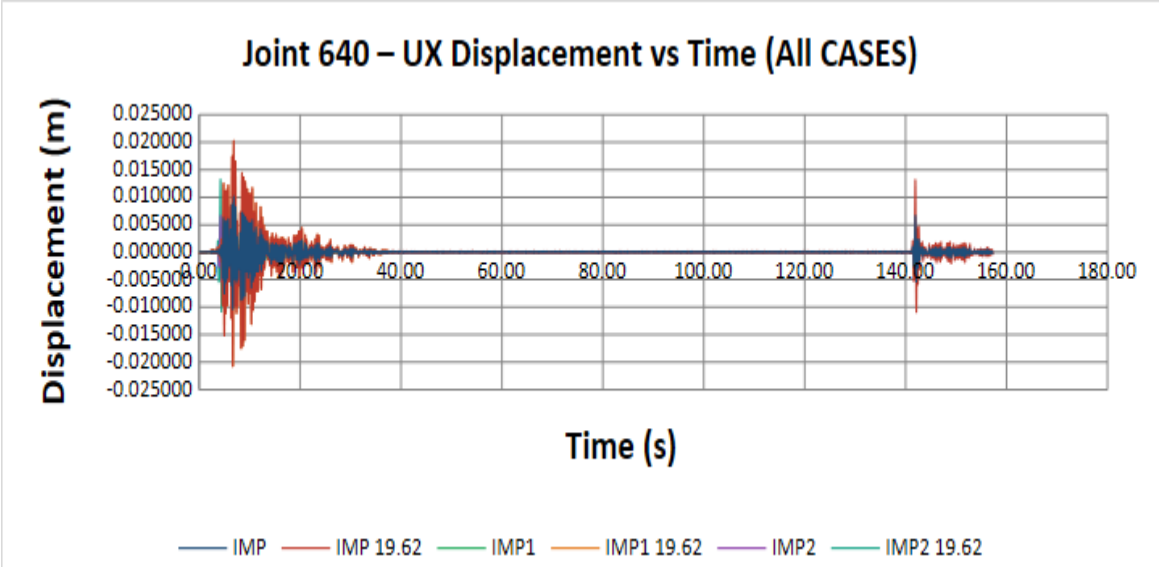
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.47: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

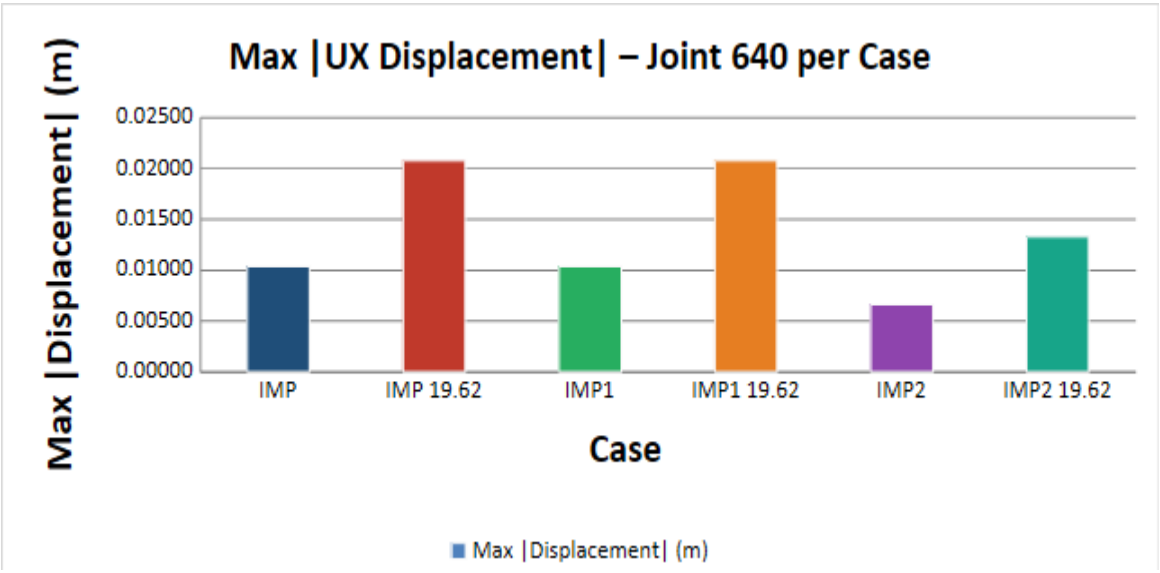
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01155	0.01155
IMP 19.62	6.68	-0.02311	0.02311
IMP1	6.71	-0.01155	0.01155
IMP1 19.62	6.71	-0.02311	0.02311
IMP2	4.23	0.00730	0.00730
IMP2 19.62	4.23	0.01461	0.01461

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.48: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Imperial Valley – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.49: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



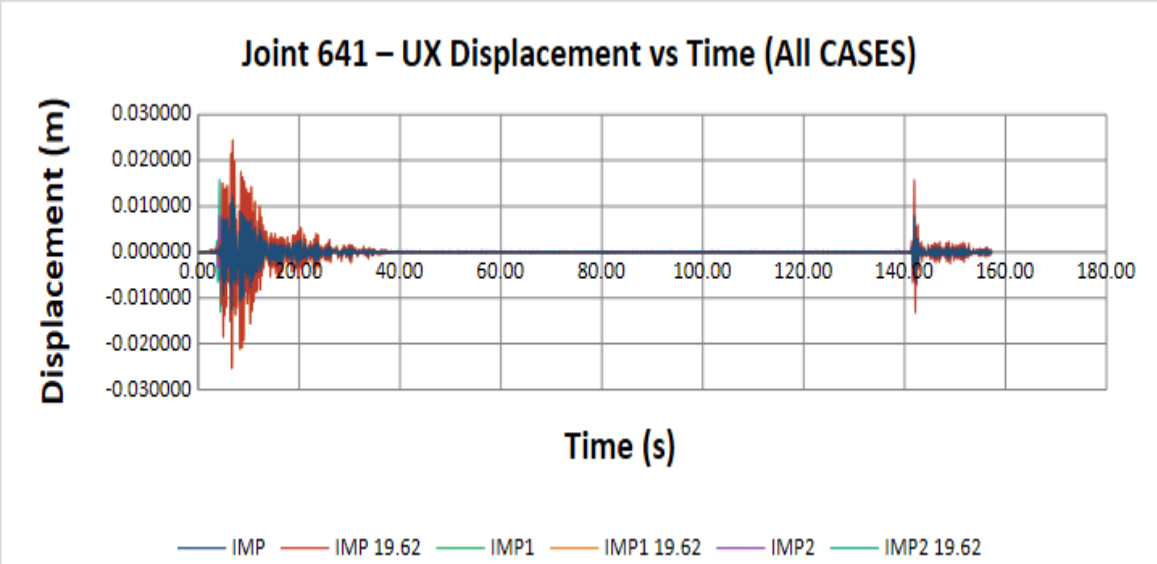
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.50: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

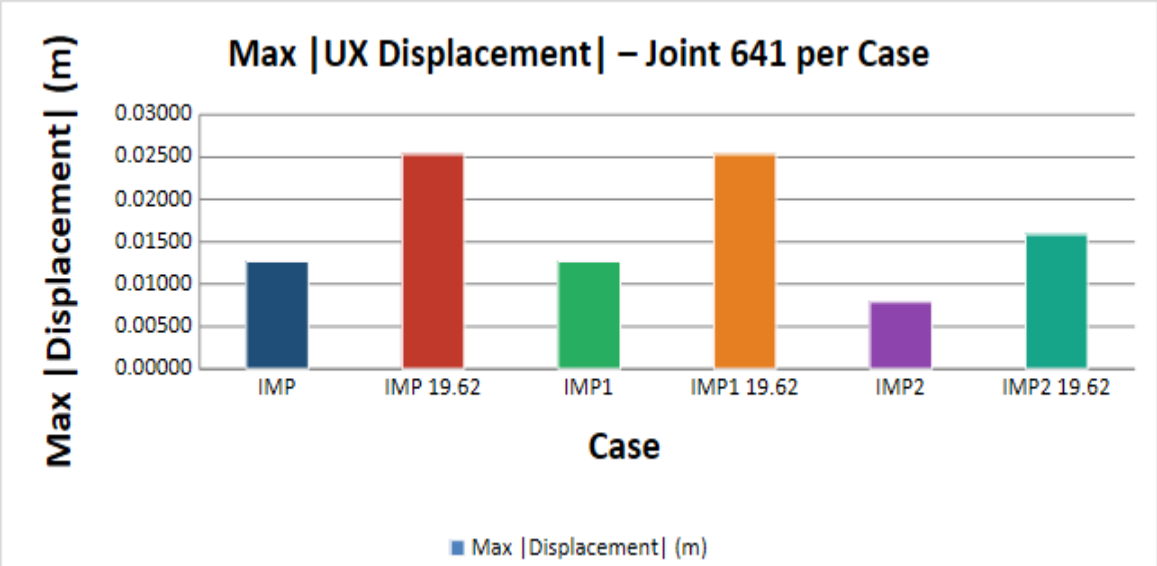
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01037	0.01037
IMP 19.62	6.68	-0.02075	0.02075
IMP1	6.71	-0.01037	0.01037
IMP1 19.62	6.71	-0.02075	0.02075
IMP2	4.23	0.00663	0.00663
IMP2 19.62	4.23	0.01326	0.01326

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.51: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.52: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

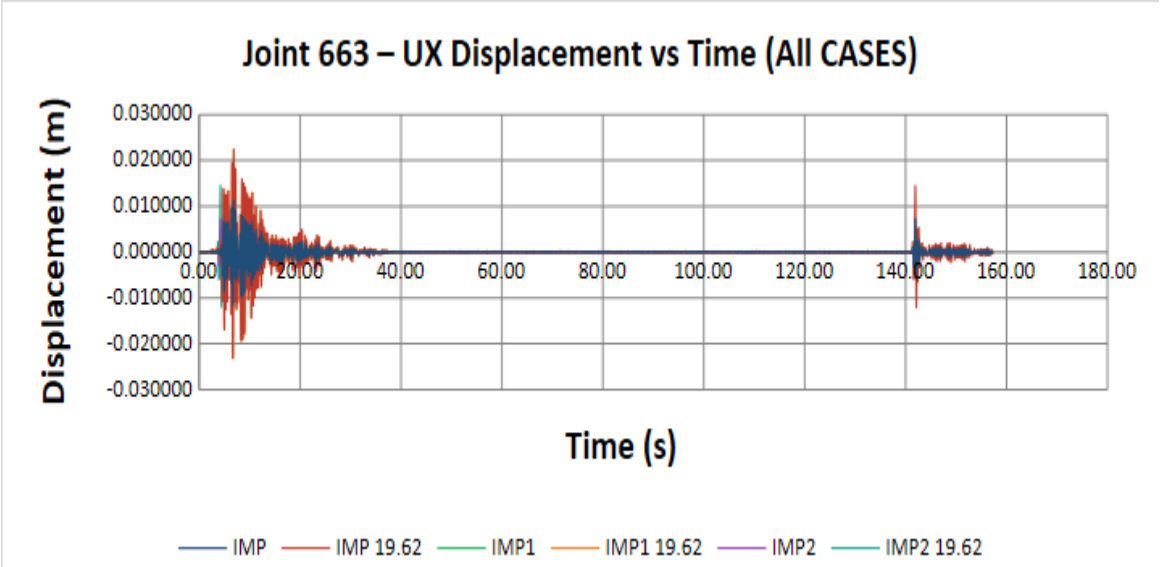


Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.53: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

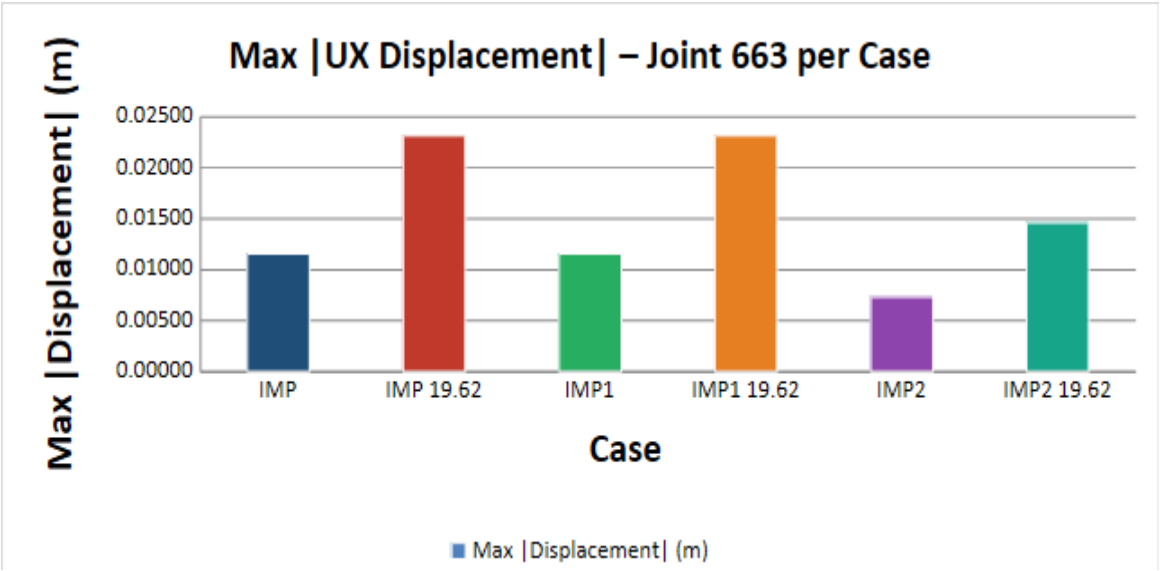
Max UX Displacement Summary – Joint 641			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01268	0.01268
IMP 19.62	6.68	-0.02535	0.02535
IMP1	6.71	-0.01268	0.01268
IMP1 19.62	6.71	-0.02535	0.02535
IMP2	4.23	0.00792	0.00792
IMP2 19.62	4.23	0.01585	0.01585

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.54: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Imperial Valley – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.58: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.59: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

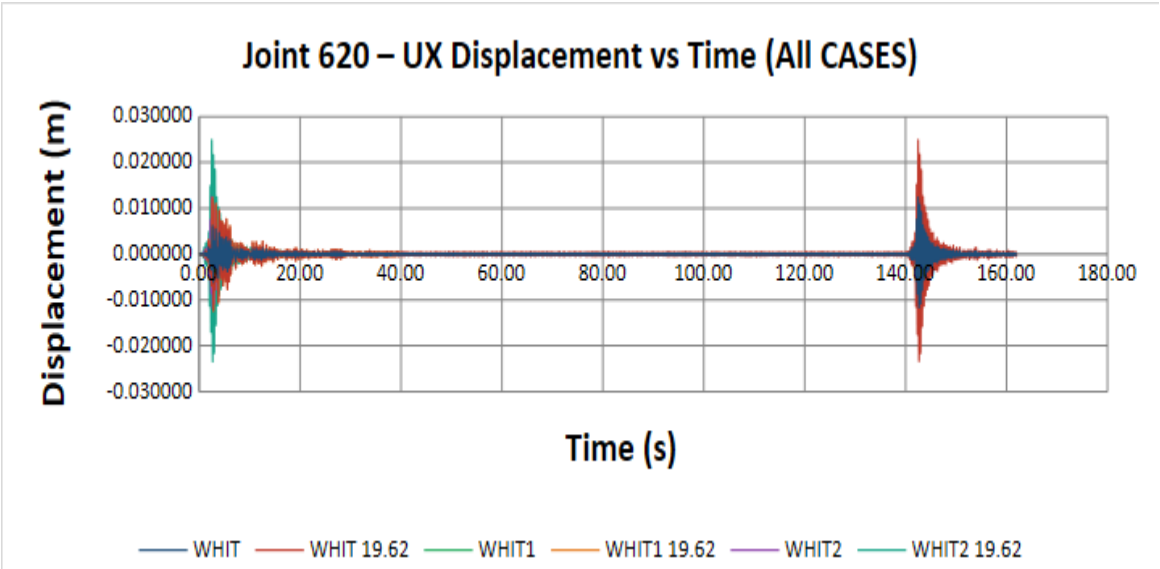
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
IMP	6.68	-0.01156	0.01156
IMP 19.62	6.68	-0.02312	0.02312
IMP1	6.71	-0.01156	0.01156
IMP1 19.62	6.71	-0.02312	0.02312
IMP2	4.23	0.00730	0.00730
IMP2 19.62	4.23	0.01461	0.01461

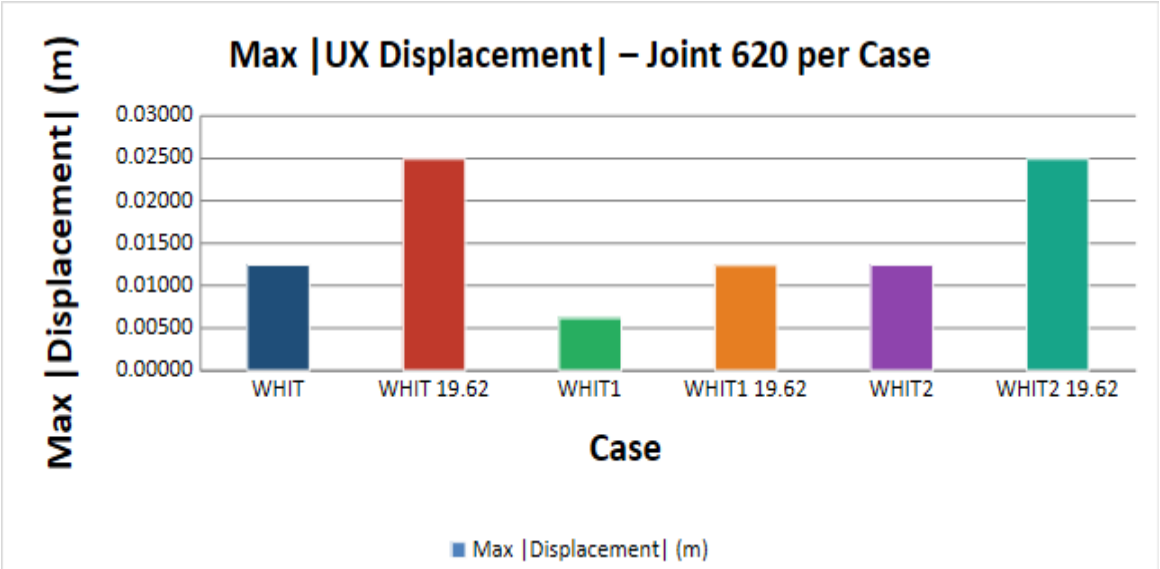
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.60: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.2-04.02.05 Σεισμός Whittier Narrows

Whittier Narrows – Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.61: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



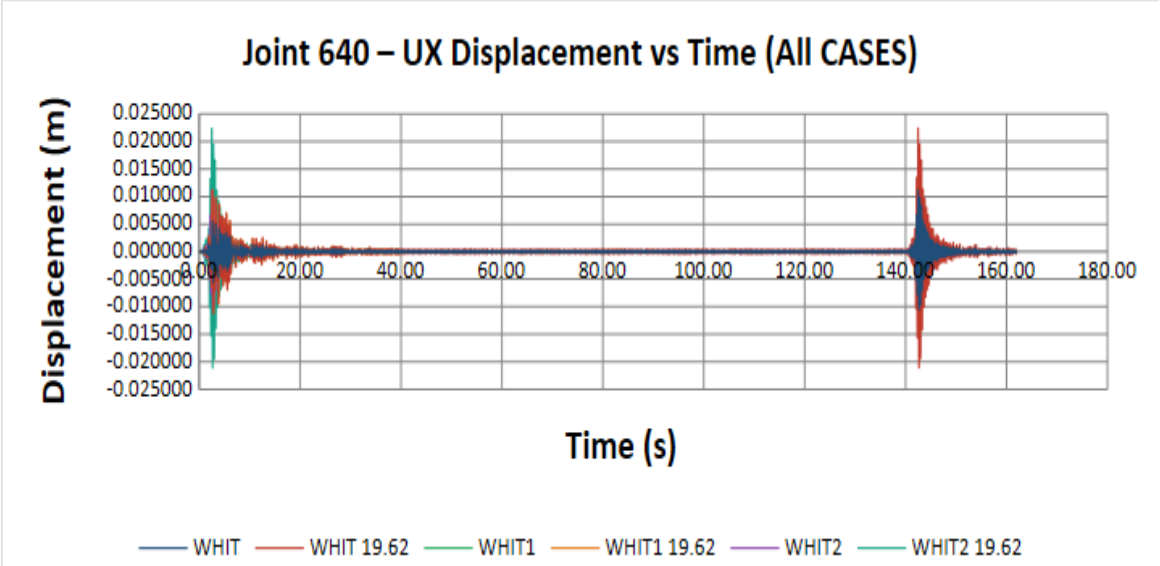
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.62: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

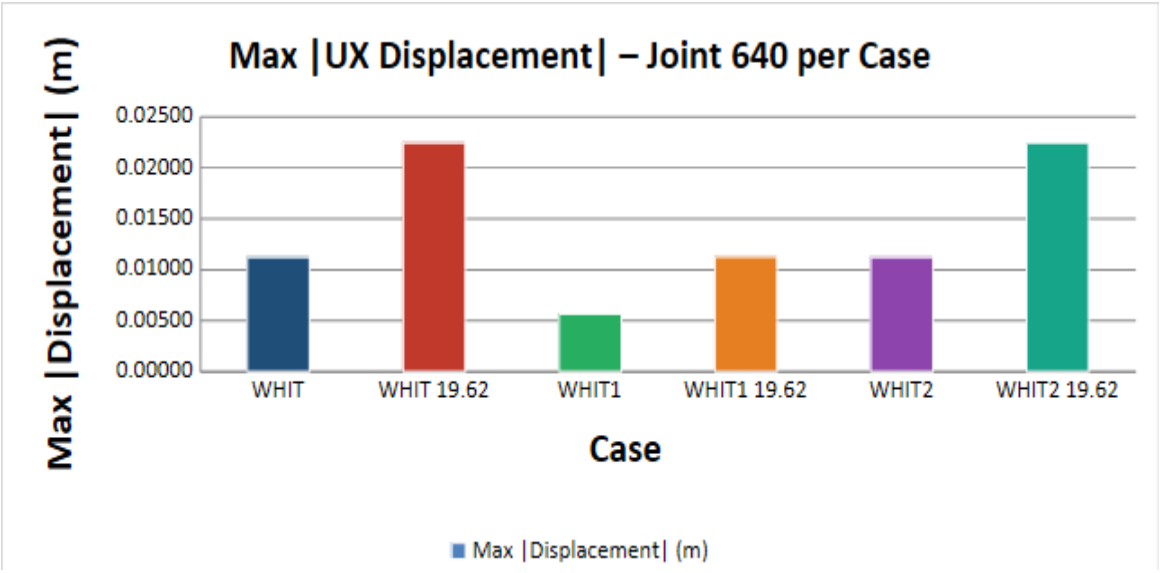
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01245	0.01245
WHIT 19.62	142.49	0.02491	0.02491
WHIT1	2.84	-0.00619	0.00619
WHIT1 19.62	2.84	-0.01239	0.01239
WHIT2	2.51	0.01246	0.01246
WHIT2 19.62	2.51	0.02492	0.02492

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.63: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Whittier Narrows – Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.64: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



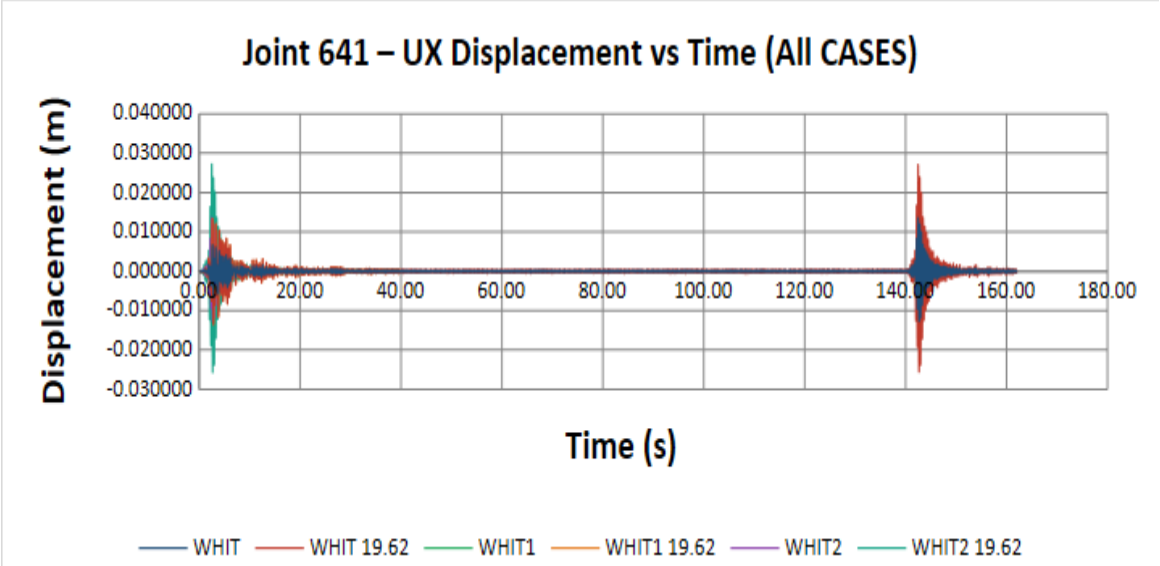
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.65: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

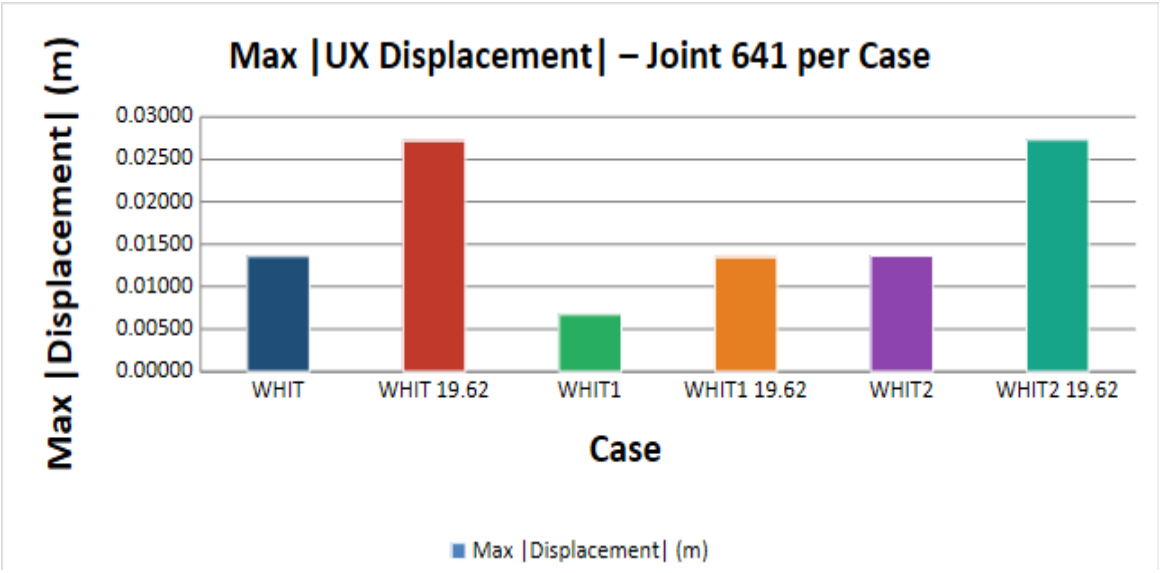
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01122	0.01122
WHIT 19.62	142.49	0.02246	0.02246
WHIT1	2.84	-0.00564	0.00564
WHIT1 19.62	2.84	-0.01128	0.01128
WHIT2	2.51	0.01121	0.01121
WHIT2 19.62	2.51	0.02241	0.02241

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.66: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Whittier Narrows – Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.67: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



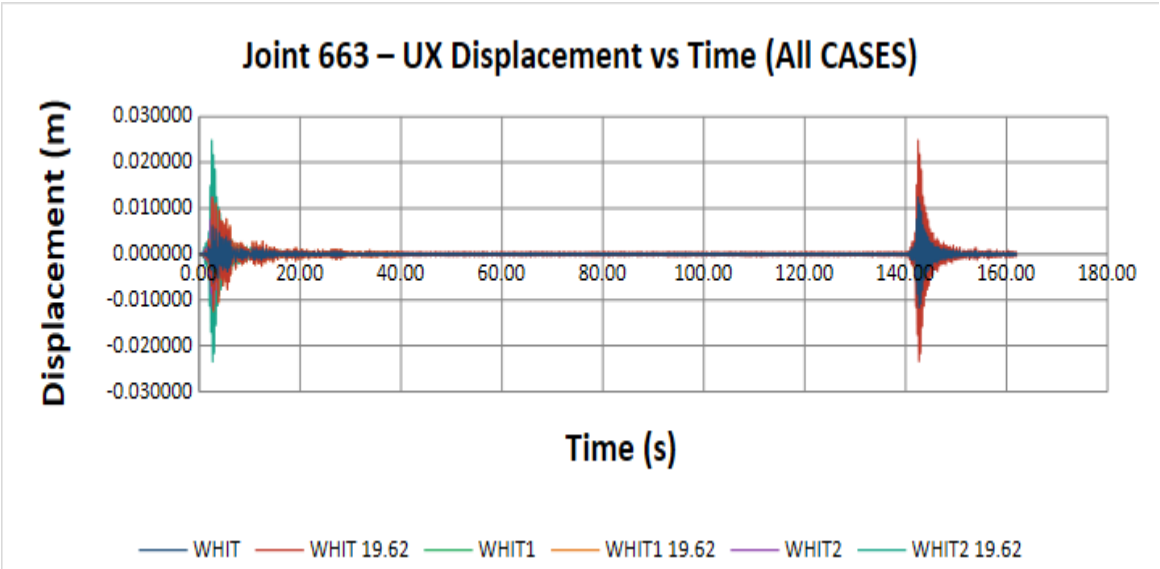
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.68: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

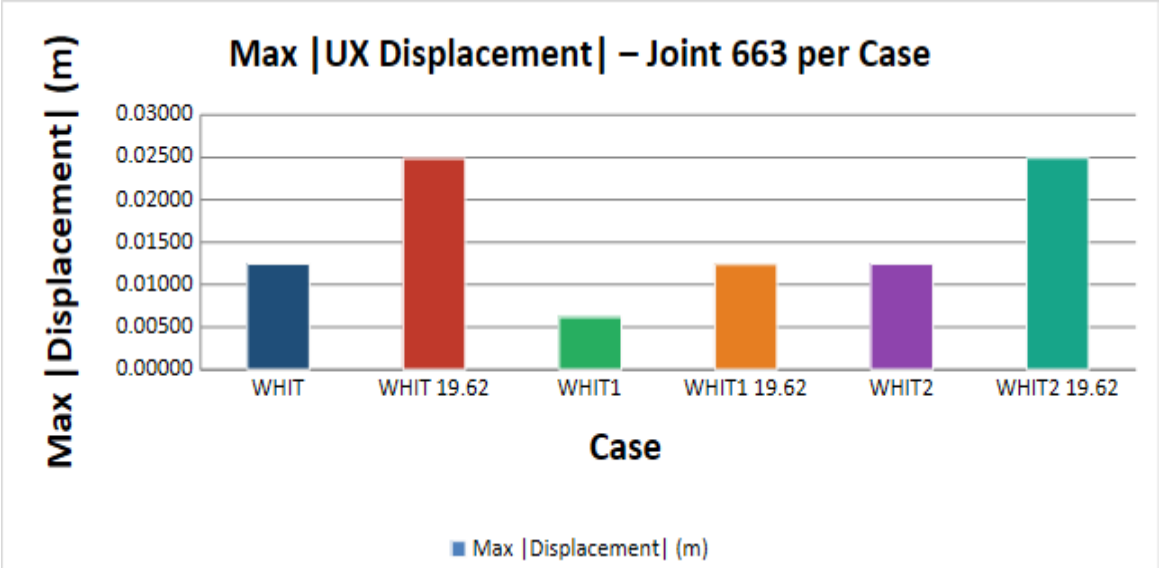
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01359	0.01359
WHIT 19.62	142.49	0.02719	0.02719
WHIT1	2.84	-0.00674	0.00674
WHIT1 19.62	2.84	-0.01347	0.01347
WHIT2	2.51	0.01364	0.01364
WHIT2 19.62	2.51	0.02728	0.02728

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.69: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Whittier Narrows – Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.73: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.74: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

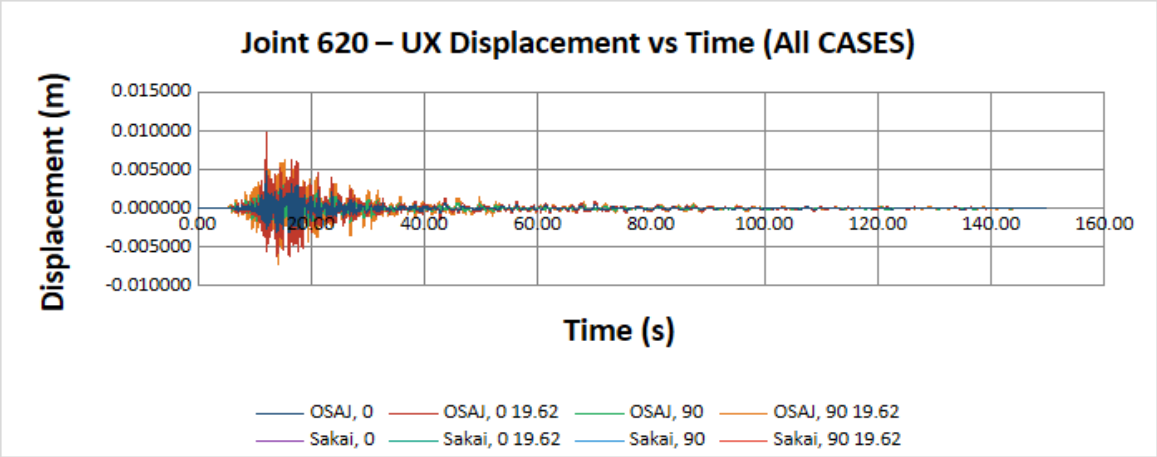
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
WHIT	142.49	0.01243	0.01243
WHIT 19.62	142.49	0.02488	0.02488
WHIT1	2.84	-0.00620	0.00620
WHIT1 19.62	2.84	-0.01239	0.01239
WHIT2	2.51	0.01245	0.01245
WHIT2 19.62	2.51	0.02491	0.02491

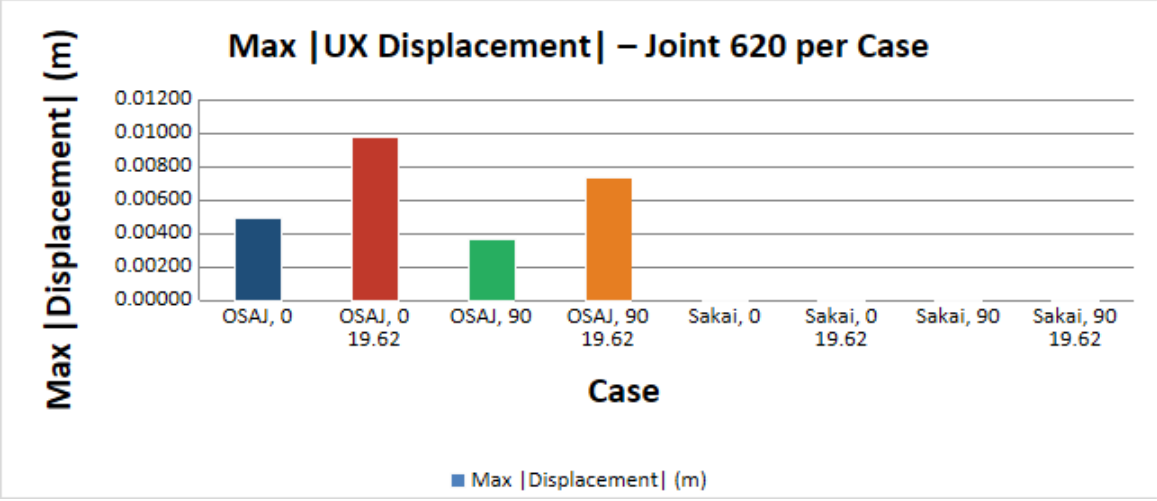
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.75: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.2-04.02.06 Σεισμός Kobe Japan

Kobe Japan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.76: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.77: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

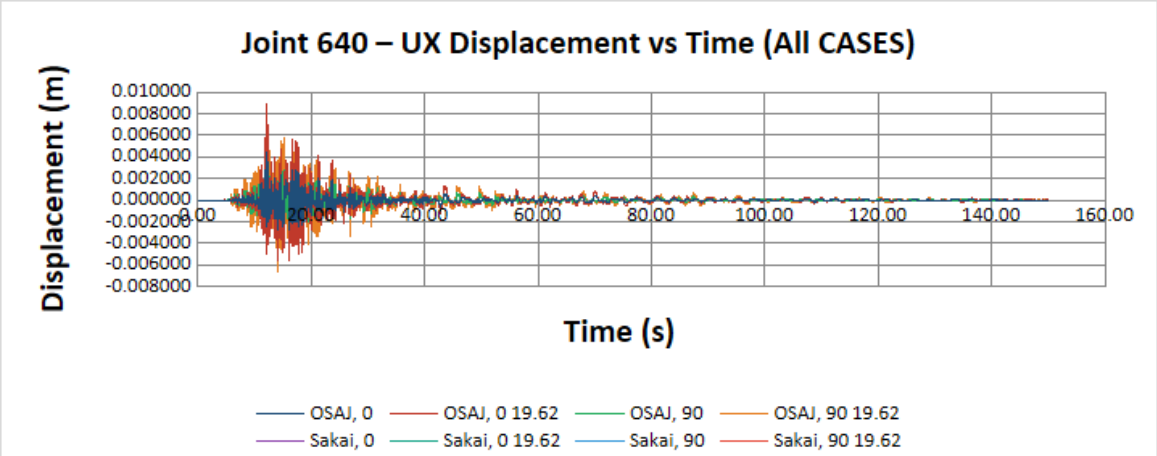
Max UX Displacement Summary – Joint 620

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00487	0.00487
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00973	0.00973
OSAJ, 90	14.14	-0.00368	0.00368
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00737	0.00737
Sakai, 0	197.95	-2.40096	2.40096
Sakai, 0 19.62	197.74	-2.55499	2.55499
Sakai, 90	194.13	2.25679	2.25679
Sakai, 90 19.62	197.74	-2.55508	2.55508

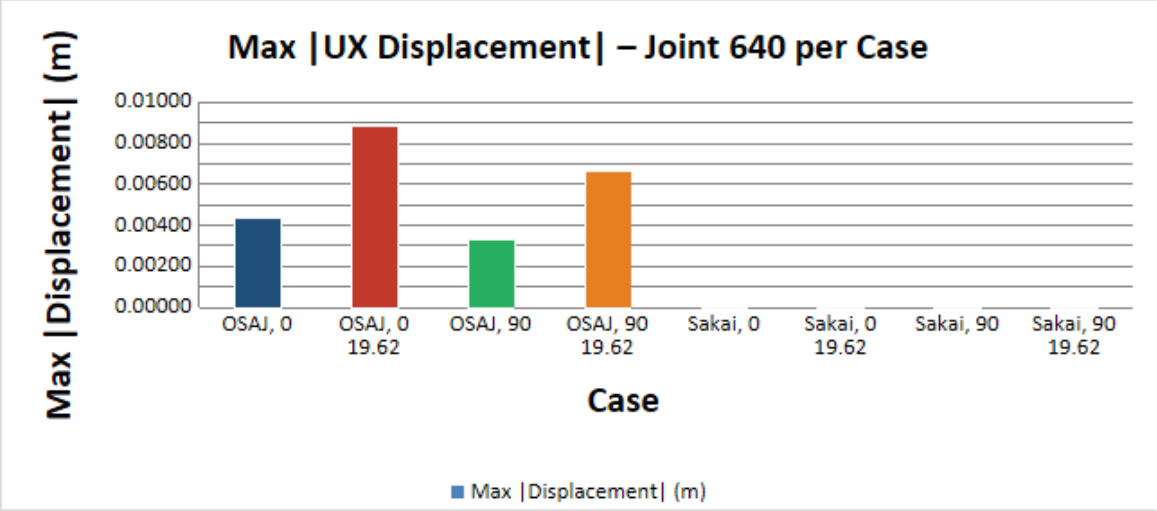
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.78: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

Kobe Japan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.79: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.80: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

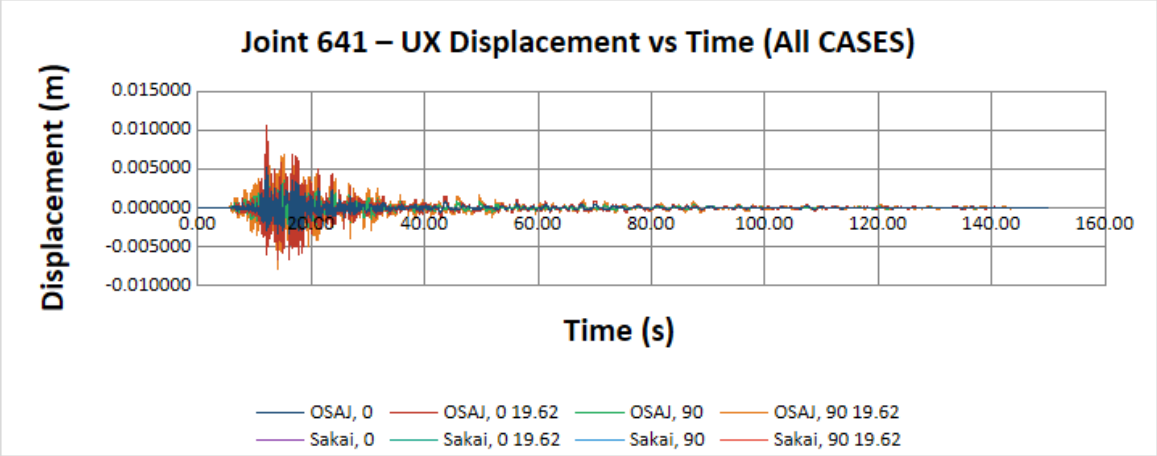
Max UX Displacement Summary – Joint 640

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00440	0.00440
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00880	0.00880
OSAJ, 90	14.14	-0.00334	0.00334
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00667	0.00667
Sakai, 0	193.70	2.27102	2.27102
Sakai, 0 19.62	192.31	-2.81911	2.81911
Sakai, 90	188.02	-2.43713	2.43713
Sakai, 90 19.62	192.31	-2.81912	2.81912

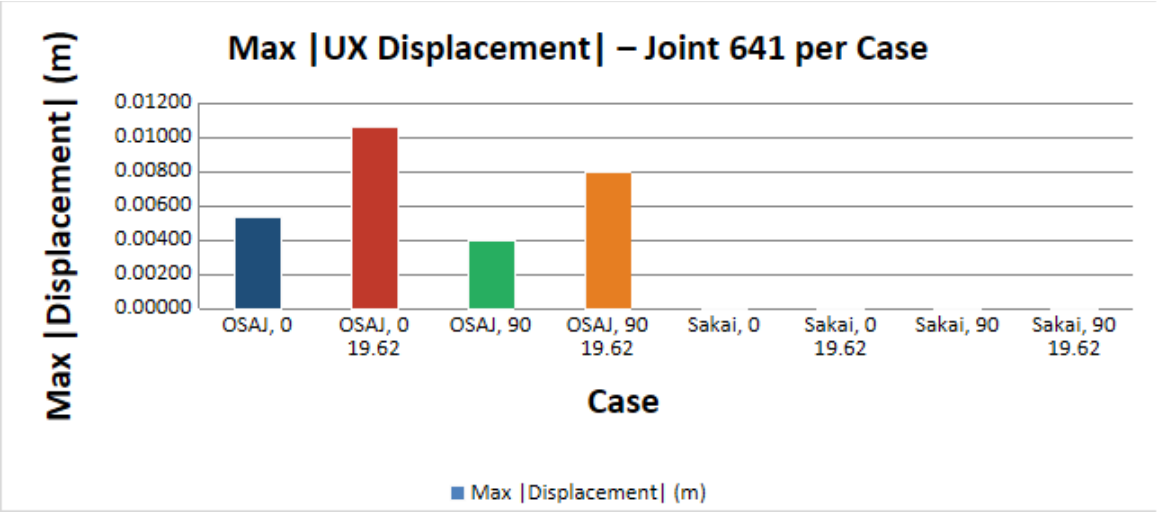
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.81: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

Kobe Japan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.82: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.83: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

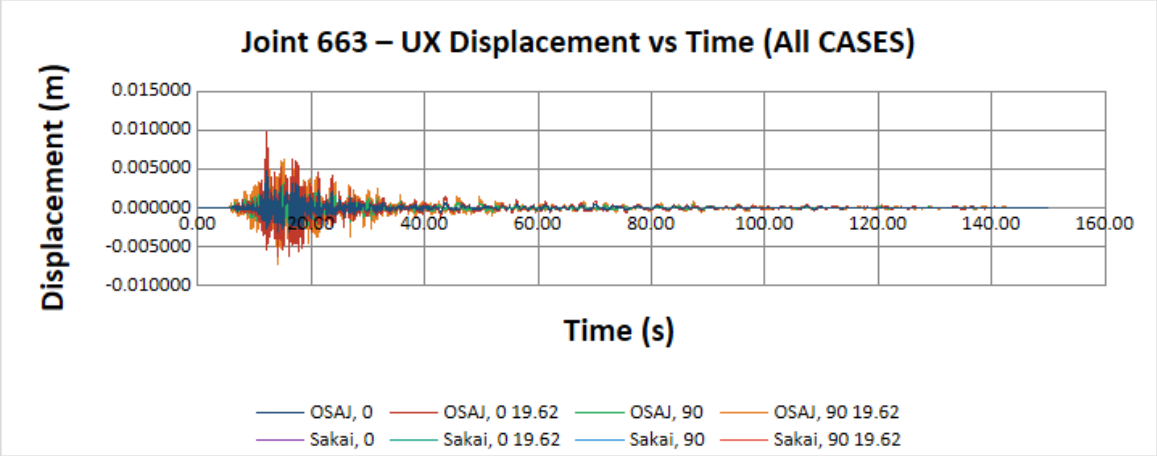
Max UX Displacement Summary – Joint 641

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00530	0.00530
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.01060	0.01060
OSAJ, 90	14.14	-0.00401	0.00401
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00801	0.00801
Sakai, 0	191.98	-2.31415	2.31415
Sakai, 0 19.62	190.28	3.26800	3.26800
Sakai, 90	172.81	-2.93618	2.93618
Sakai, 90 19.62	190.28	3.26801	3.26801

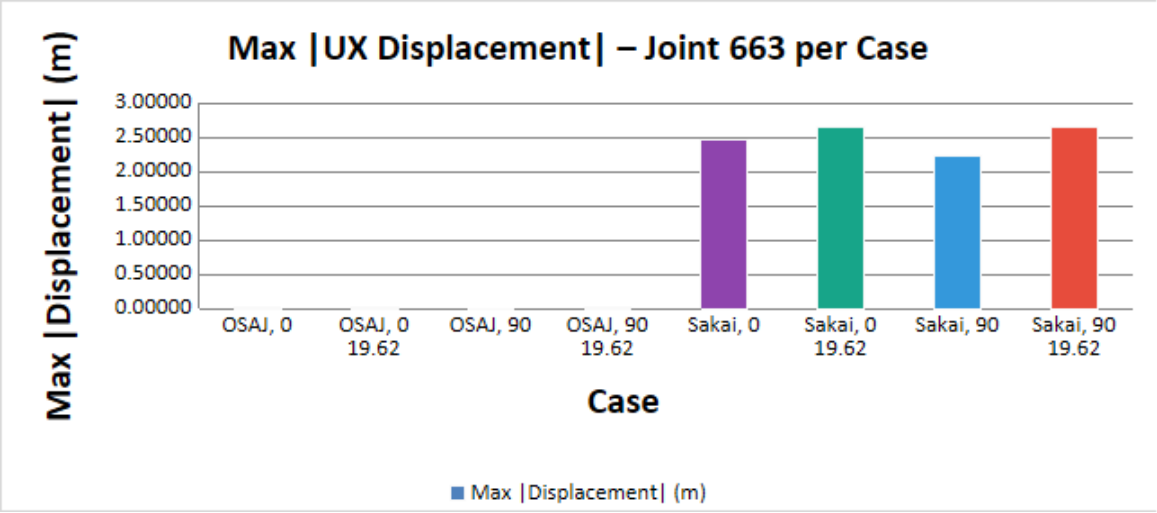
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.84: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

Kobe Japan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.88: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.89: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663

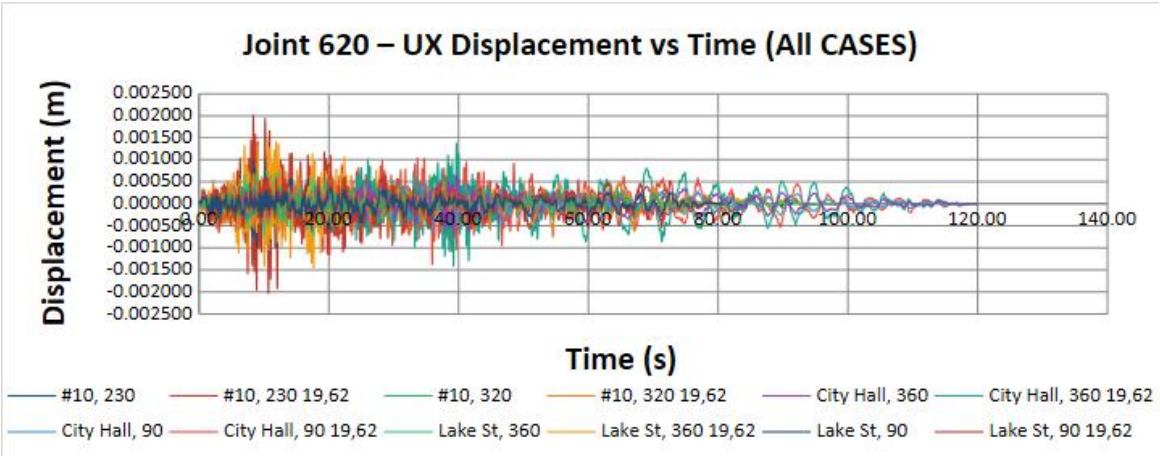
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
OSAJ, 0	12.20	0.00487	0.00487
OSAJ, 0 19.62	12.20	0.00973	0.00973
OSAJ, 90	14.14	-0.00368	0.00368
OSAJ, 90 19.62	14.14	-0.00736	0.00736
Sakai, 0	197.95	-2.47377	2.47377
Sakai, 0 19.62	195.90	2.65536	2.65536
Sakai, 90	185.56	-2.23346	2.23346
Sakai, 90 19.62	195.90	2.65539	2.65539

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.90: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

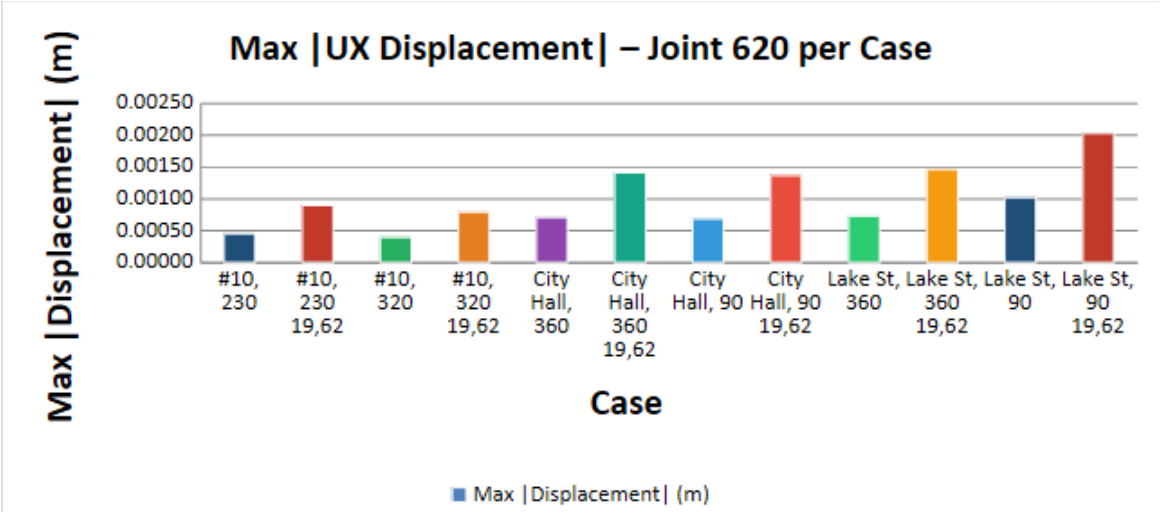
***Καταγραφές Sakai — κρίσιμα σφάλματα εξαγωγής.**

5.4.2-04.02.07 Σεισμός Hector Mine

Hector Mine - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.91: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



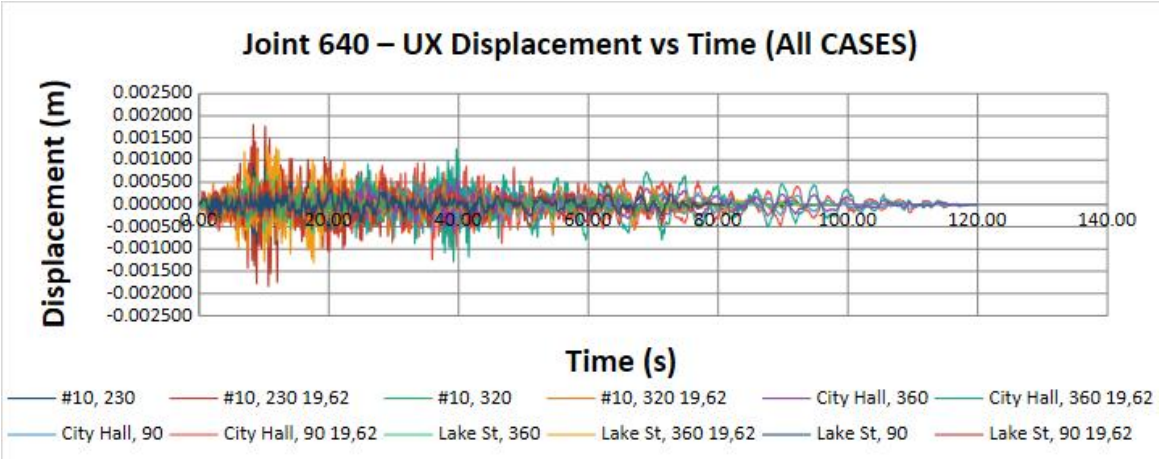
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.92: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

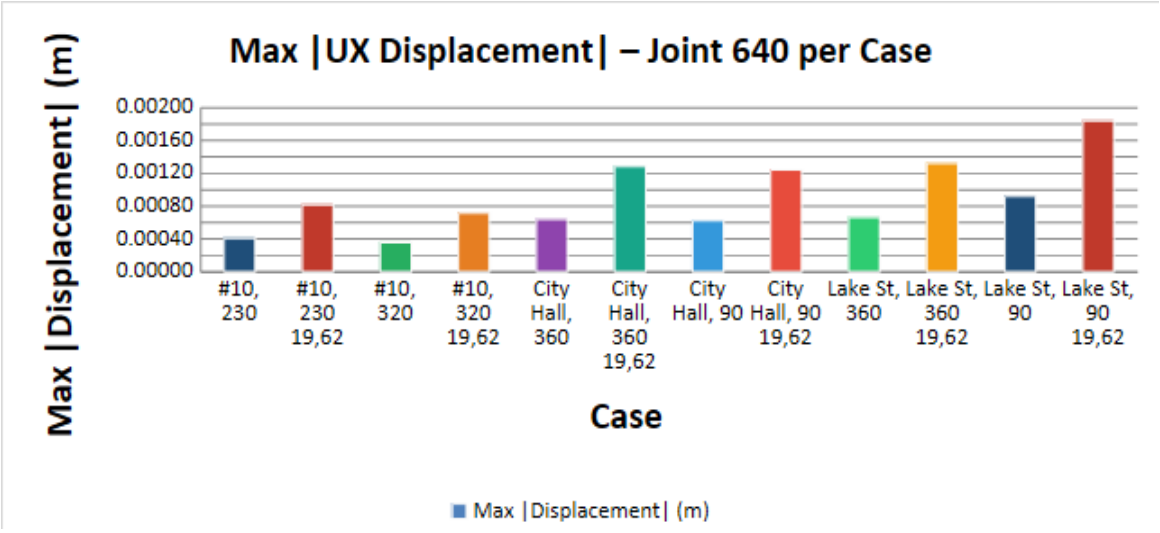
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00090	0.00090
#10, 320	12.41	0.00040	0.00040
#10, 320 19,62	12.41	0.00079	0.00079
City Hall, 360	39.22	-0.00071	0.00071
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00141	0.00141
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00137	0.00137
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00102	0.00102
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00203	0.00203

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.93: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Hector Mine - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.94: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

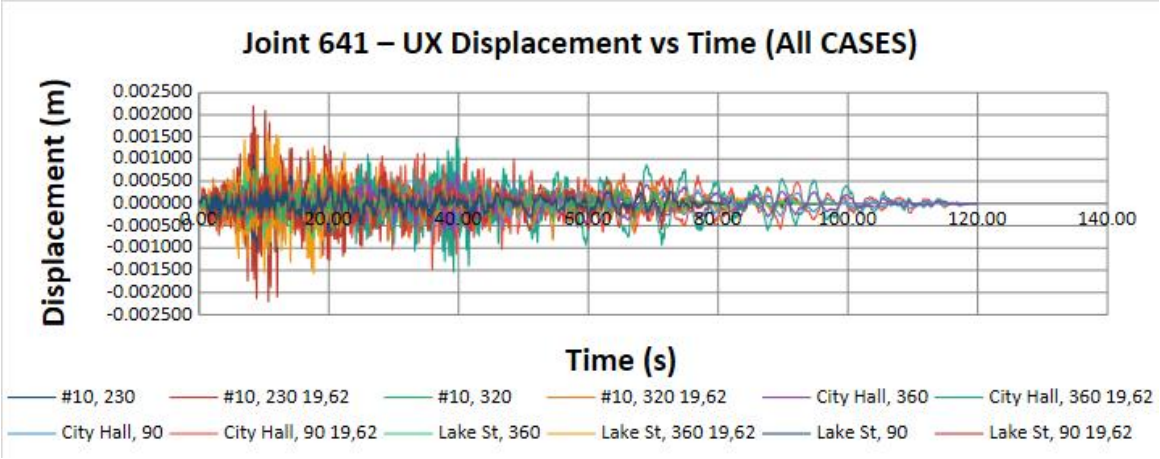


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.95: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

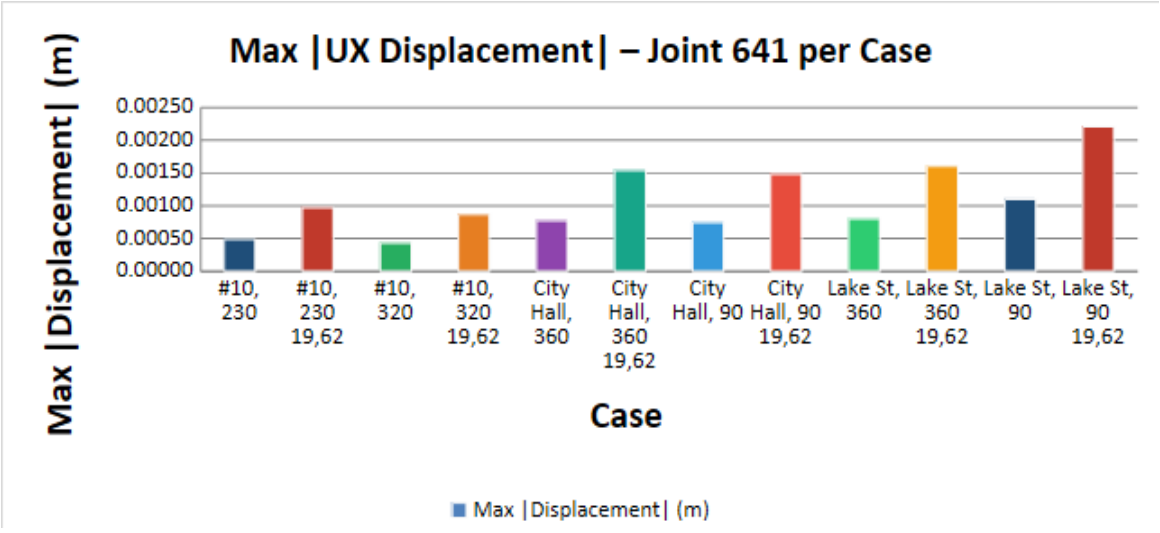
Max UX Displacement Summary – Joint 640			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00041	0.00041
#10, 230 19,62	25.10	-0.00082	0.00082
#10, 320	12.41	0.00036	0.00036
#10, 320 19,62	12.41	0.00072	0.00072
City Hall, 360	39.22	-0.00064	0.00064
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00128	0.00128
City Hall, 90	35.94	-0.00062	0.00062
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00124	0.00124
Lake St, 360	10.56	0.00066	0.00066
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00132	0.00132
Lake St, 90	10.69	-0.00092	0.00092
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00184	0.00184

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.96: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Hector Mine - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.97: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



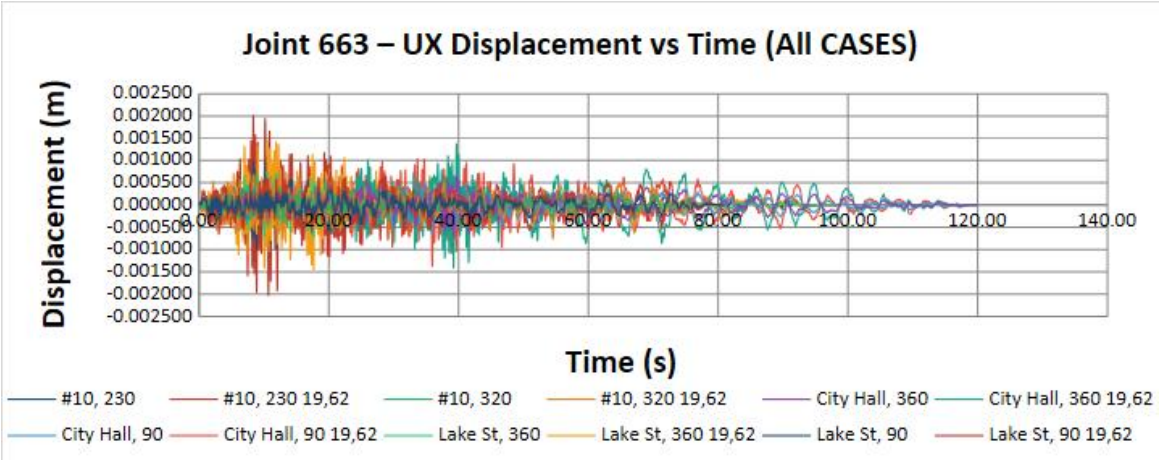
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.98: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

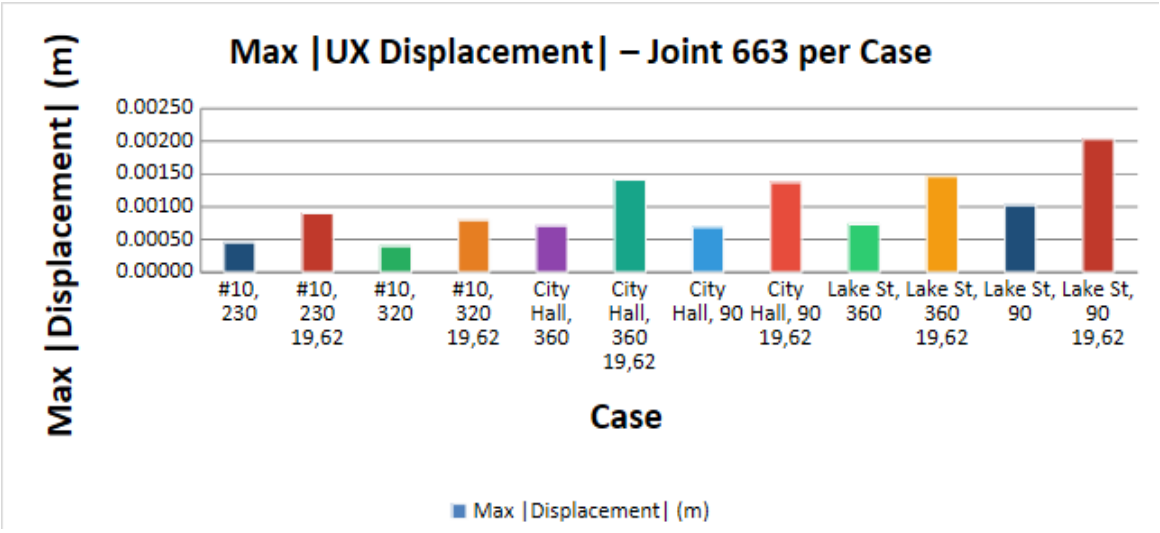
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00048	0.00048
#10, 230 19,62	25.10	-0.00097	0.00097
#10, 320	12.41	0.00043	0.00043
#10, 320 19,62	12.41	0.00086	0.00086
City Hall, 360	39.22	-0.00077	0.00077
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00154	0.00154
City Hall, 90	35.94	-0.00074	0.00074
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00148	0.00148
Lake St, 360	10.56	0.00080	0.00080
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00160	0.00160
Lake St, 90	8.35	0.00110	0.00110
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00221	0.00221

Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.99: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Hector Mine - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.103: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 4.2.104: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

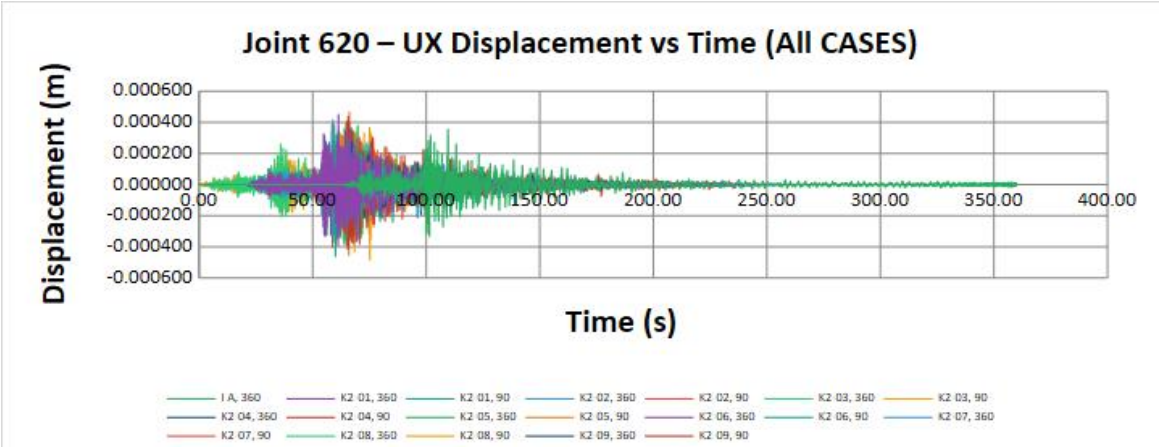
Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
#10, 230	25.10	-0.00045	0.00045
#10, 230 19,62	25.10	-0.00090	0.00090
#10, 320	12.41	0.00040	0.00040
#10, 320 19,62	12.41	0.00079	0.00079
City Hall, 360	39.22	-0.00071	0.00071
City Hall, 360 19,62	39.22	-0.00141	0.00141
City Hall, 90	35.94	-0.00068	0.00068
City Hall, 90 19,62	35.94	-0.00137	0.00137
Lake St, 360	10.56	0.00073	0.00073
Lake St, 360 19,62	10.55	0.00146	0.00146
Lake St, 90	10.69	-0.00102	0.00102
Lake St, 90 19,62	10.69	-0.00203	0.00203

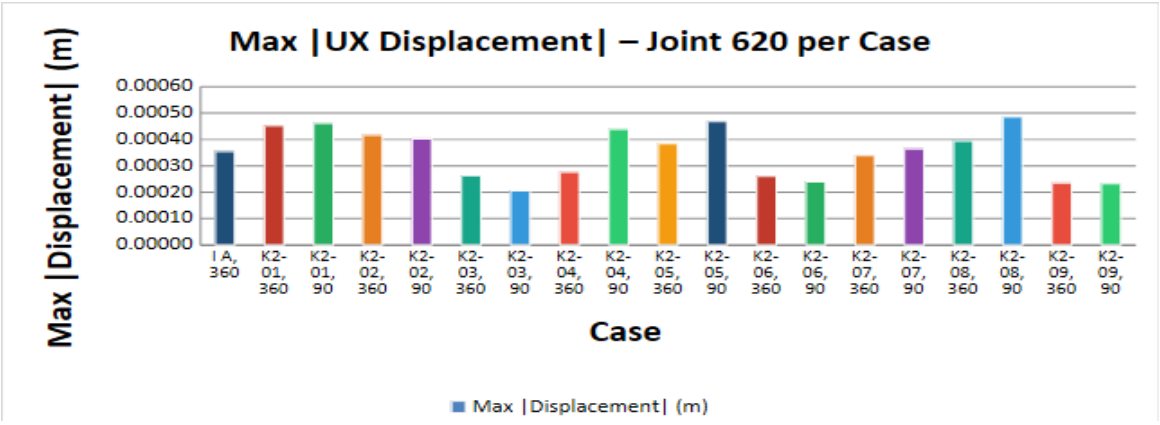
Συγκεντρωτικός Πίνακας 4.2.105: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.2-04.02.08 Σεισμός Nenana Mountain Alaska

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.321: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

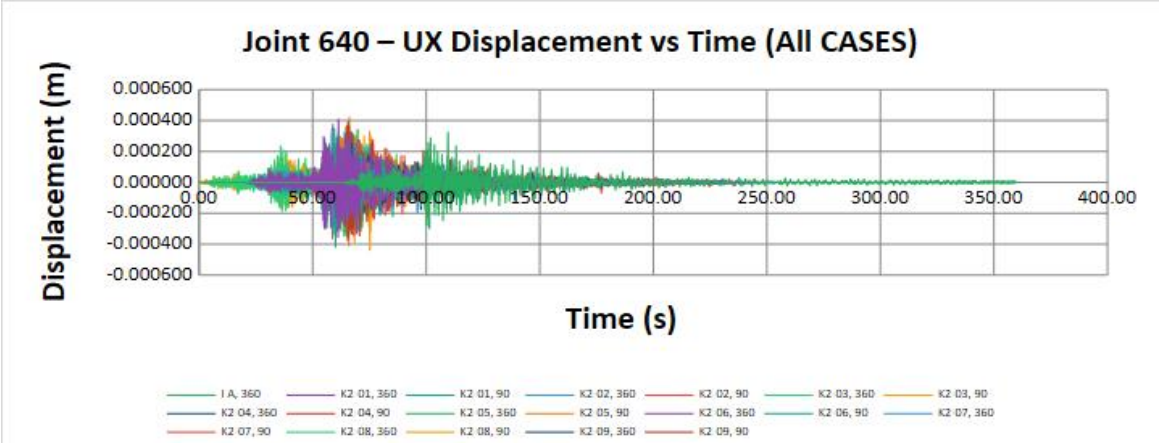


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.322: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

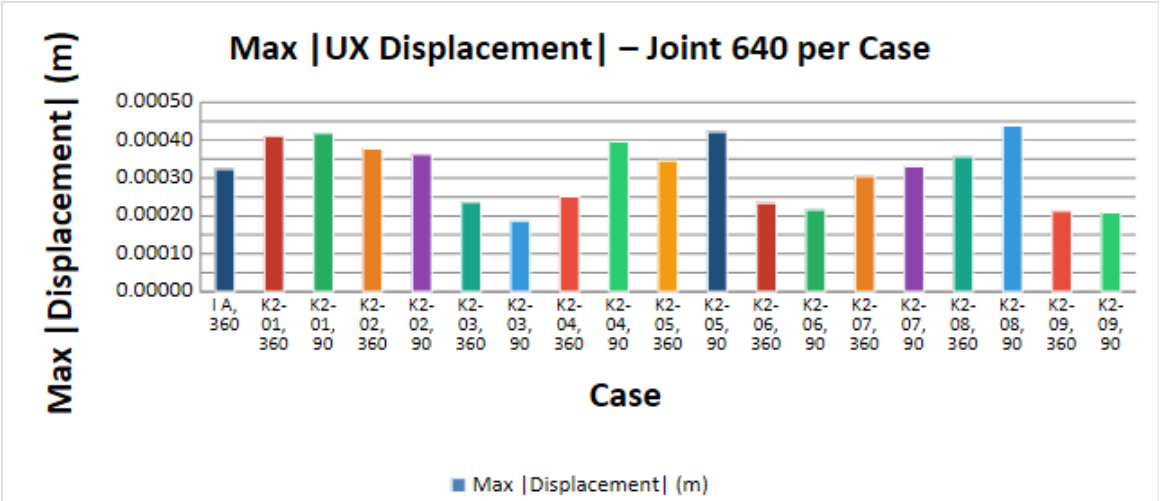
Max UX Displacement Summary – Joint 620			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00042	0.00042
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.89	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00021	0.00021
K2-04, 360	67.14	0.00028	0.00028
K2-04, 90	65.63	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00047	0.00047
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	65.17	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.323: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.324: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

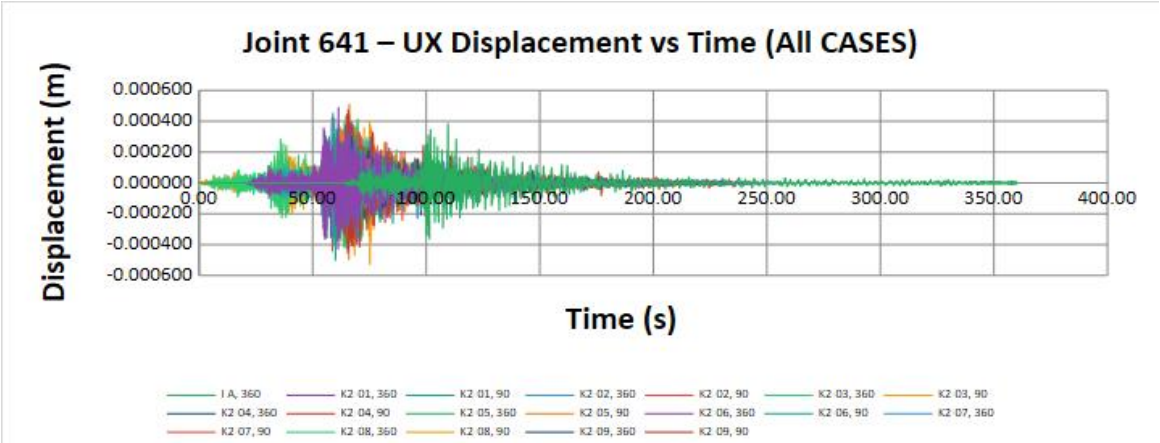


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.325: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

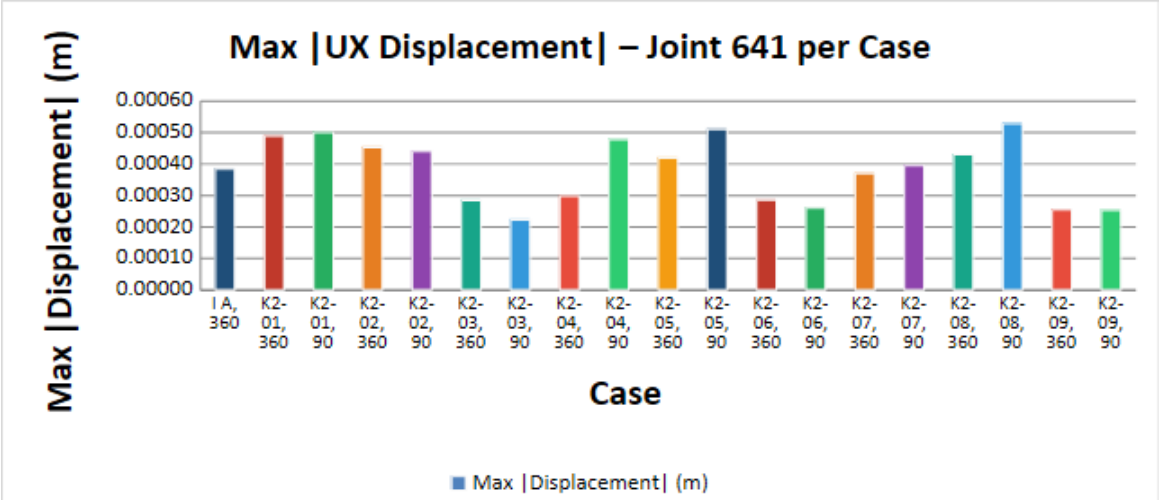
Max UX Displacement Summary – Joint 640			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00032	0.00032
K2-01, 360	61.38	0.00041	0.00041
K2-01, 90	60.04	-0.00042	0.00042
K2-02, 360	58.90	0.00038	0.00038
K2-02, 90	58.70	-0.00036	0.00036
K2-03, 360	35.88	0.00024	0.00024
K2-03, 90	38.19	0.00019	0.00019
K2-04, 360	67.14	0.00025	0.00025
K2-04, 90	65.63	0.00040	0.00040
K2-05, 360	64.72	-0.00035	0.00035
K2-05, 90	66.14	0.00042	0.00042
K2-06, 360	60.72	-0.00023	0.00023
K2-06, 90	67.78	-0.00022	0.00022
K2-07, 360	66.30	0.00031	0.00031
K2-07, 90	69.24	-0.00033	0.00033
K2-08, 360	65.17	0.00036	0.00036
K2-08, 90	75.19	-0.00044	0.00044
K2-09, 360	60.31	-0.00021	0.00021
K2-09, 90	63.78	-0.00021	0.00021

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.326: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.327: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

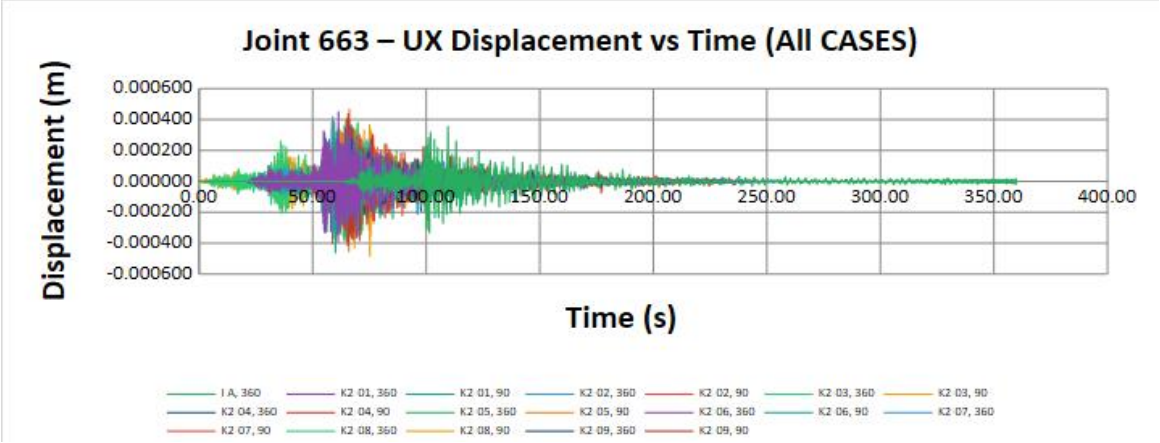


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.328: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

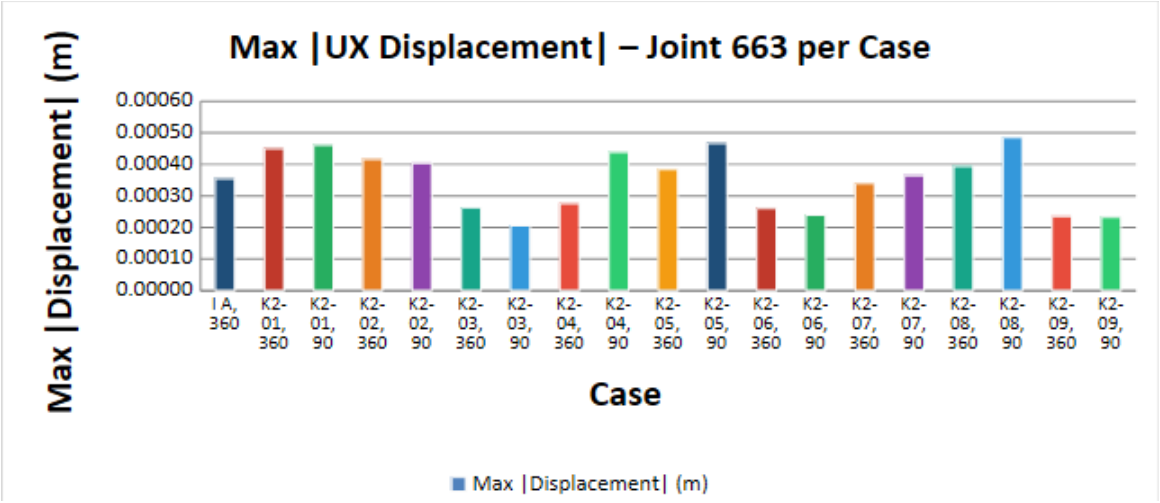
Max UX Displacement Summary – Joint 641			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00038	0.00038
K2-01, 360	61.38	0.00049	0.00049
K2-01, 90	60.04	-0.00050	0.00050
K2-02, 360	58.91	0.00045	0.00045
K2-02, 90	58.70	-0.00044	0.00044
K2-03, 360	35.89	0.00028	0.00028
K2-03, 90	38.19	0.00022	0.00022
K2-04, 360	67.14	0.00030	0.00030
K2-04, 90	65.62	0.00048	0.00048
K2-05, 360	64.72	-0.00042	0.00042
K2-05, 90	66.14	0.00051	0.00051
K2-06, 360	60.72	-0.00029	0.00029
K2-06, 90	67.78	-0.00026	0.00026
K2-07, 360	66.30	0.00037	0.00037
K2-07, 90	69.24	-0.00040	0.00040
K2-08, 360	65.17	0.00043	0.00043
K2-08, 90	75.19	-0.00053	0.00053
K2-09, 360	60.31	-0.00026	0.00026
K2-09, 90	63.78	-0.00025	0.00025

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.329: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Nenana Mountain Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.333: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



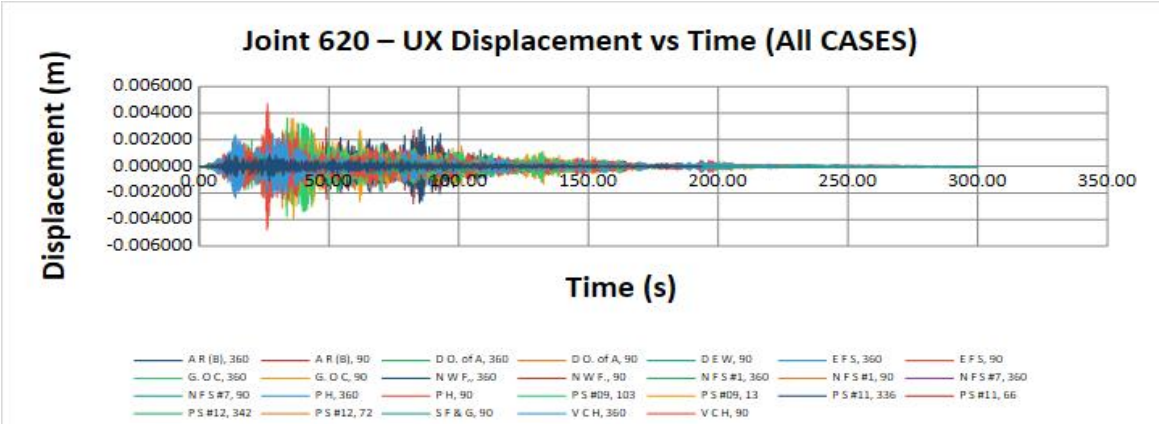
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.334: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
I A, 360	109.58	0.00035	0.00035
K2-01, 360	61.38	0.00045	0.00045
K2-01, 90	60.04	-0.00046	0.00046
K2-02, 360	58.90	0.00042	0.00042
K2-02, 90	58.70	-0.00040	0.00040
K2-03, 360	35.89	0.00026	0.00026
K2-03, 90	38.19	0.00021	0.00021
K2-04, 360	67.14	0.00028	0.00028
K2-04, 90	65.63	0.00044	0.00044
K2-05, 360	64.72	-0.00038	0.00038
K2-05, 90	66.14	0.00047	0.00047
K2-06, 360	60.72	-0.00026	0.00026
K2-06, 90	67.78	-0.00024	0.00024
K2-07, 360	66.30	0.00034	0.00034
K2-07, 90	69.24	-0.00036	0.00036
K2-08, 360	65.17	0.00039	0.00039
K2-08, 90	75.19	-0.00048	0.00048
K2-09, 360	60.31	-0.00023	0.00023
K2-09, 90	63.78	-0.00023	0.00023

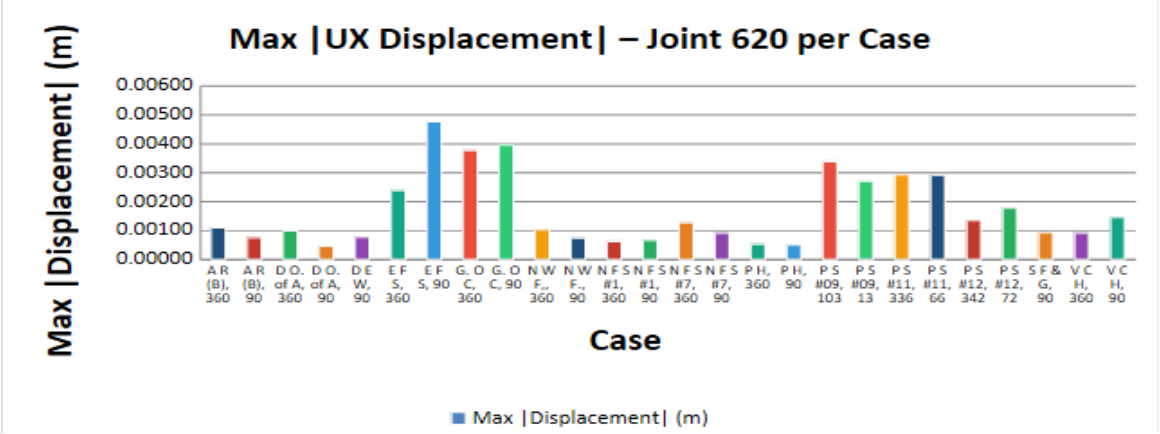
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.335: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.2-04.02.09 Σεισμός Denali Alaska

Denali Alaska - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.337: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

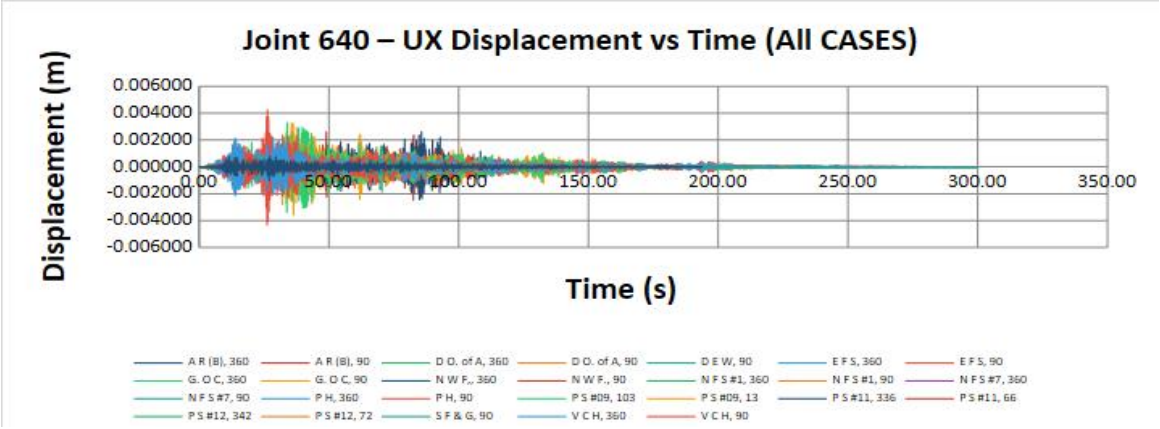


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.338: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

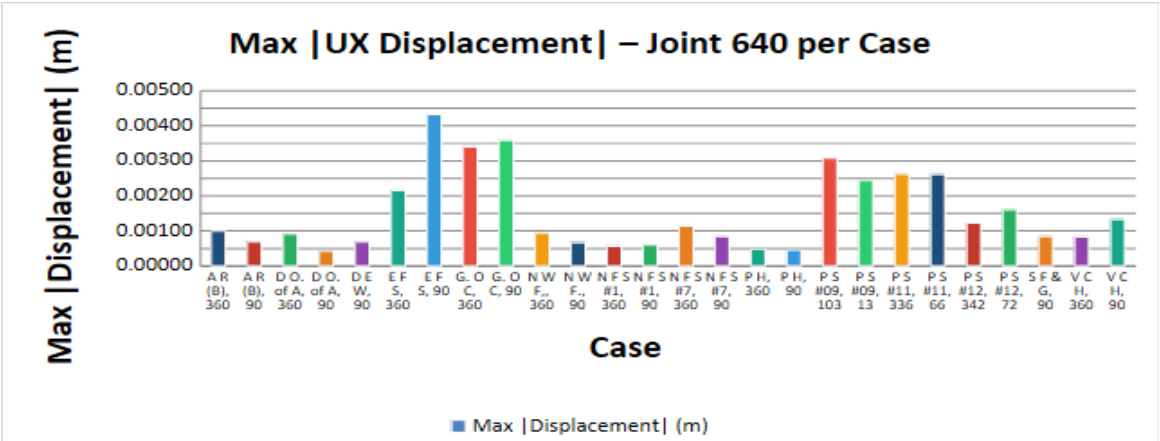
Max UX Displacement Summary – Joint 620			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00110	0.00110
A R (B), 90	19.05	-0.00076	0.00076
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	16.00	-0.00046	0.00046
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00239	0.00239
E F S, 90	26.18	-0.00477	0.00477
G. O C, 360	33.78	-0.00377	0.00377
G. O C, 90	36.38	-0.00396	0.00396
N W F,, 360	17.75	0.00103	0.00103
N W F., 90	32.23	-0.00074	0.00074
N F S #1, 360	23.10	0.00063	0.00063
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00127	0.00127
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	39.99	-0.00339	0.00339
P S #09, 13	62.10	0.00270	0.00270
P S #11, 336	85.65	0.00293	0.00293
P S #11, 66	48.99	0.00290	0.00290
P S #12, 342	62.69	-0.00135	0.00135
P S #12, 72	60.08	-0.00178	0.00178
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.66	0.00092	0.00092
V C H, 90	51.49	0.00146	0.00146

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.339: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Denali Alaska - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.340: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

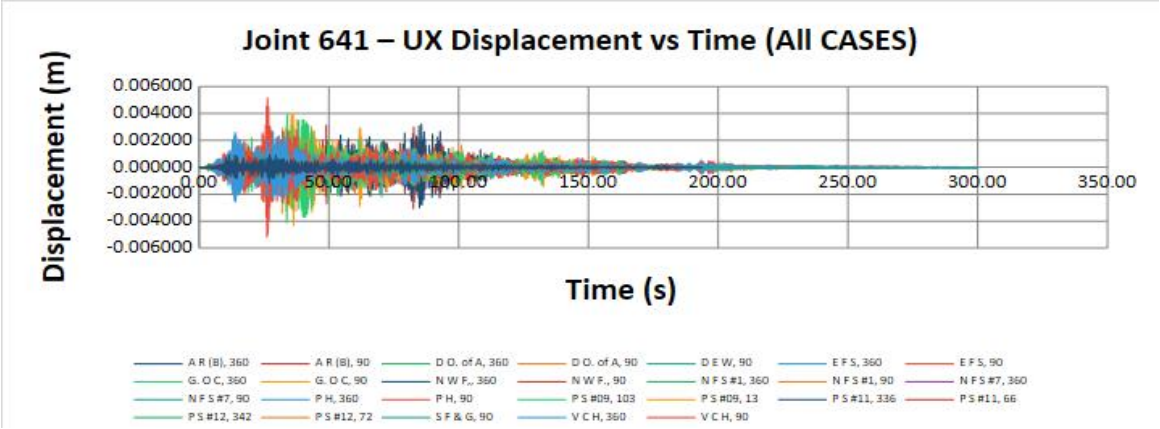


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.341: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

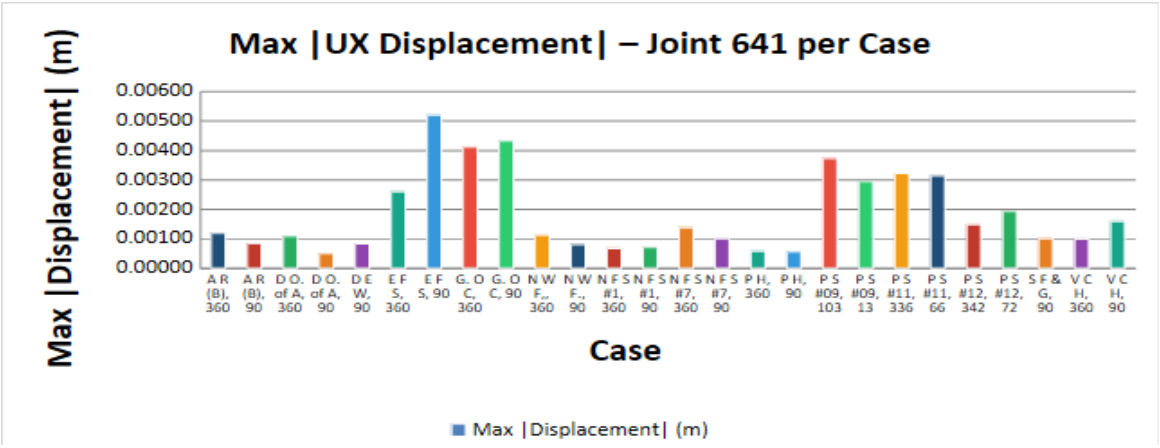
Max UX Displacement Summary – Joint 640			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00099	0.00099
A R (B), 90	19.05	-0.00068	0.00068
D O. of A, 360	22.74	-0.00090	0.00090
D O. of A, 90	16.00	-0.00042	0.00042
D E W, 90	73.31	-0.00069	0.00069
E F S, 360	28.49	0.00216	0.00216
E F S, 90	26.18	-0.00432	0.00432
G. O C, 360	33.78	-0.00340	0.00340
G. O C, 90	36.38	-0.00358	0.00358
N W F,, 360	17.76	0.00093	0.00093
N W F., 90	32.23	-0.00067	0.00067
N F S #1, 360	23.10	0.00057	0.00057
N F S #1, 90	26.62	-0.00059	0.00059
N F S #7, 360	35.90	0.00114	0.00114
N F S #7, 90	43.72	-0.00083	0.00083
P H, 360	84.72	0.00048	0.00048
P H, 90	66.32	-0.00045	0.00045
P S #09, 103	39.99	-0.00307	0.00307
P S #09, 13	62.10	0.00244	0.00244
P S #11, 336	85.66	0.00262	0.00262
P S #11, 66	48.99	0.00261	0.00261
P S #12, 342	62.69	-0.00122	0.00122
P S #12, 72	60.07	-0.00160	0.00160
S F & G, 90	73.98	0.00084	0.00084
V C H, 360	55.66	0.00083	0.00083
V C H, 90	51.49	0.00133	0.00133

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.342: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Denali Alaska - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.343: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου

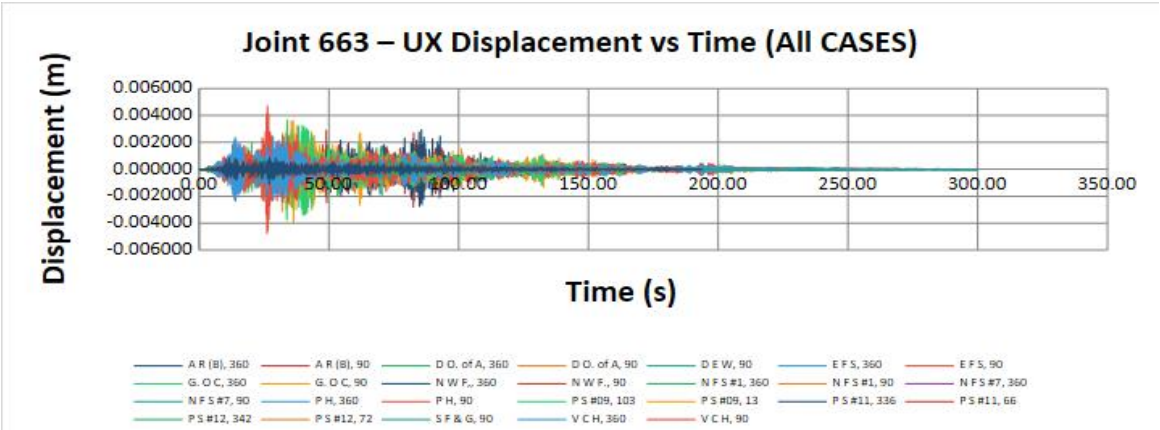


Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.344: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

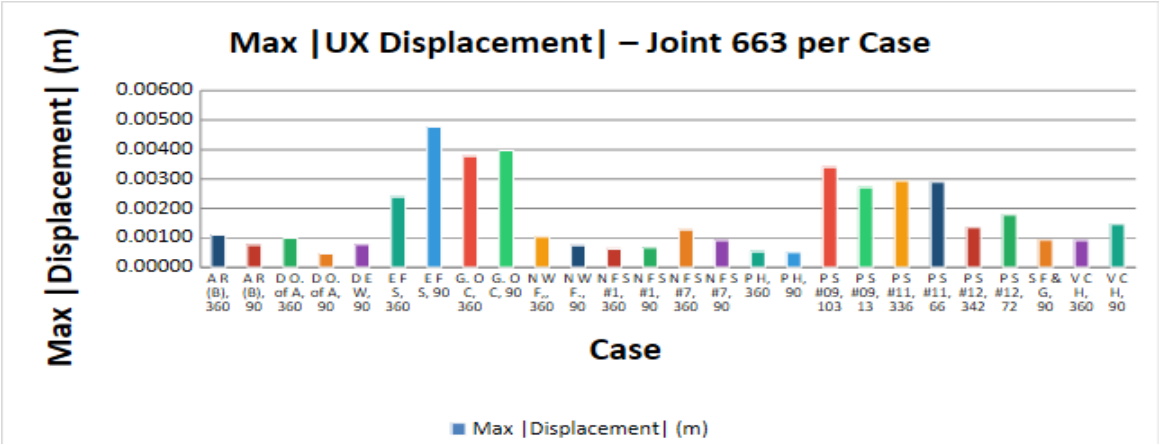
Max UX Displacement Summary – Joint 641			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00119	0.00119
A R (B), 90	19.05	-0.00083	0.00083
D O. of A, 360	22.74	-0.00108	0.00108
D O. of A, 90	16.00	-0.00050	0.00050
D E W, 90	73.31	-0.00083	0.00083
E F S, 360	28.48	0.00260	0.00260
E F S, 90	26.18	-0.00520	0.00520
G. O C, 360	33.78	-0.00412	0.00412
G. O C, 90	36.38	-0.00433	0.00433
N W F,, 360	17.75	0.00112	0.00112
N W F., 90	32.23	-0.00080	0.00080
N F S #1, 360	23.10	0.00068	0.00068
N F S #1, 90	26.62	-0.00071	0.00071
N F S #7, 360	35.90	0.00138	0.00138
N F S #7, 90	43.72	-0.00100	0.00100
P H, 360	84.72	0.00058	0.00058
P H, 90	66.32	-0.00055	0.00055
P S #09, 103	40.95	-0.00373	0.00373
P S #09, 13	62.10	0.00294	0.00294
P S #11, 336	85.65	0.00322	0.00322
P S #11, 66	48.99	0.00314	0.00314
P S #12, 342	62.70	-0.00148	0.00148
P S #12, 72	60.07	-0.00194	0.00194
S F & G, 90	73.98	0.00101	0.00101
V C H, 360	55.66	0.00100	0.00100
V C H, 90	51.49	0.00159	0.00159

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.345: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Denali Alaska - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.349: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



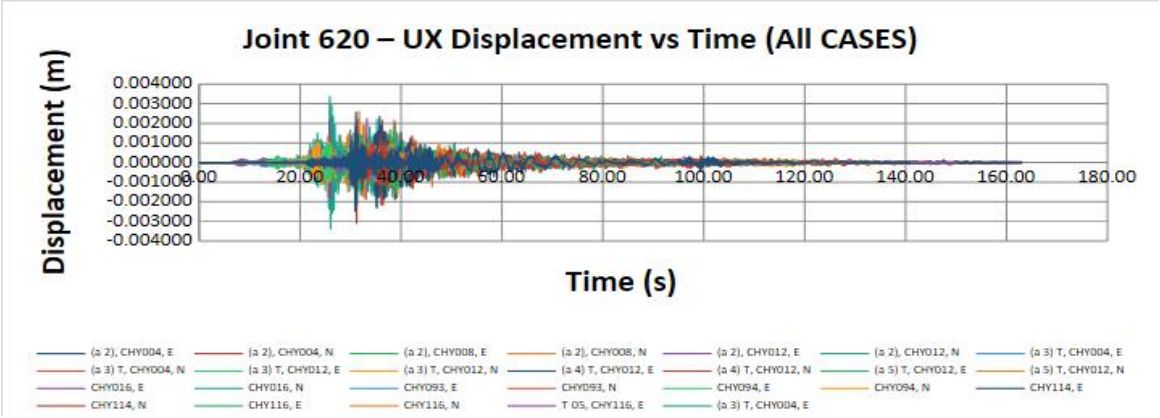
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.350: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663			
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
A R (B), 360	26.98	-0.00110	0.00110
A R (B), 90	19.05	-0.00076	0.00076
D O. of A, 360	22.74	-0.00099	0.00099
D O. of A, 90	16.00	-0.00046	0.00046
D E W, 90	73.31	-0.00076	0.00076
E F S, 360	28.49	0.00239	0.00239
E F S, 90	26.18	-0.00477	0.00477
G. O C, 360	33.78	-0.00377	0.00377
G. O C, 90	36.38	-0.00397	0.00397
N W F,, 360	17.75	0.00103	0.00103
N W F., 90	32.23	-0.00074	0.00074
N F S #1, 360	23.10	0.00063	0.00063
N F S #1, 90	26.62	-0.00065	0.00065
N F S #7, 360	35.90	0.00127	0.00127
N F S #7, 90	43.72	-0.00092	0.00092
P H, 360	84.72	0.00053	0.00053
P H, 90	66.32	-0.00050	0.00050
P S #09, 103	39.99	-0.00340	0.00340
P S #09, 13	62.10	0.00271	0.00271
P S #11, 336	85.65	0.00293	0.00293
P S #11, 66	48.99	0.00289	0.00289
P S #12, 342	62.69	-0.00135	0.00135
P S #12, 72	60.07	-0.00178	0.00178
S F & G, 90	73.98	0.00093	0.00093
V C H, 360	55.66	0.00092	0.00092
V C H, 90	51.49	0.00146	0.00146

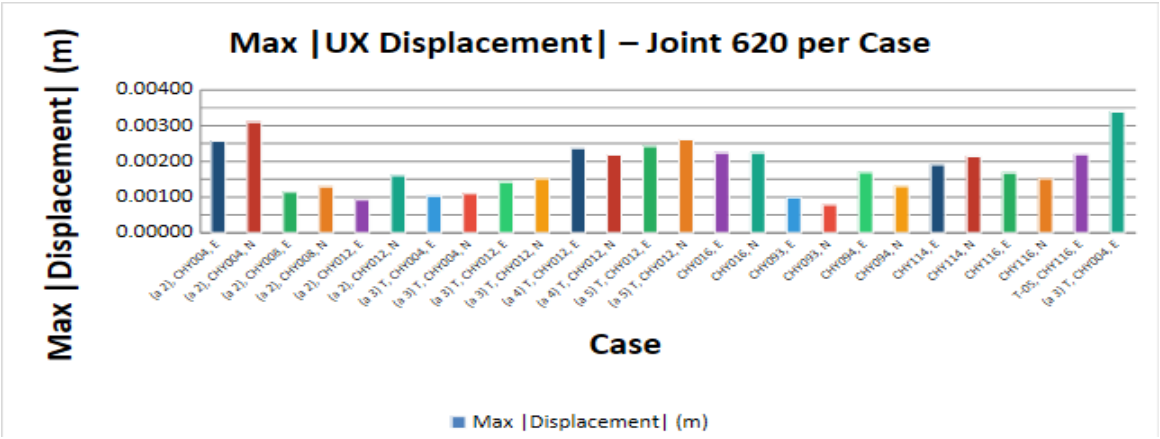
Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.351: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663

5.4.2-04.02.10 Σεισμός Chi-Chi Taiwan

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 620 Αριστερά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.353: Κόμβος 620 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



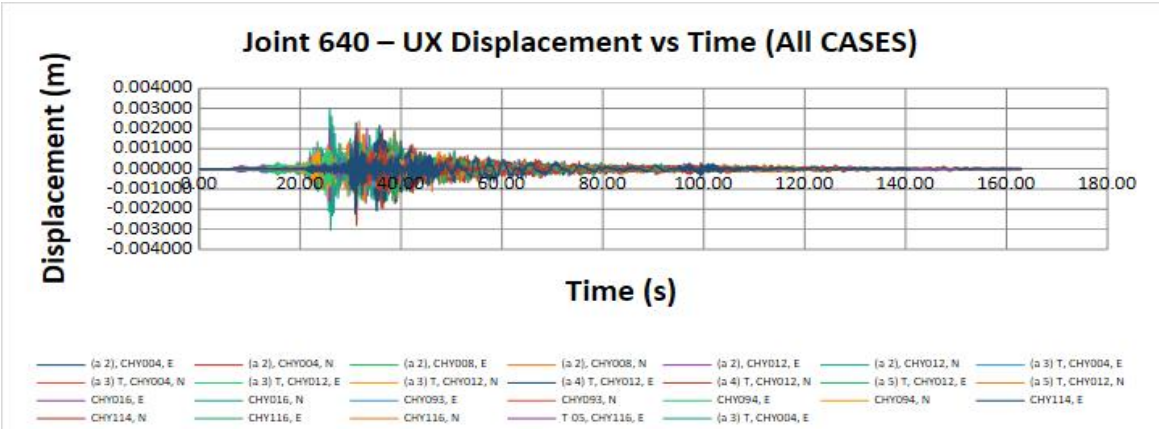
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.354: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 620 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 620

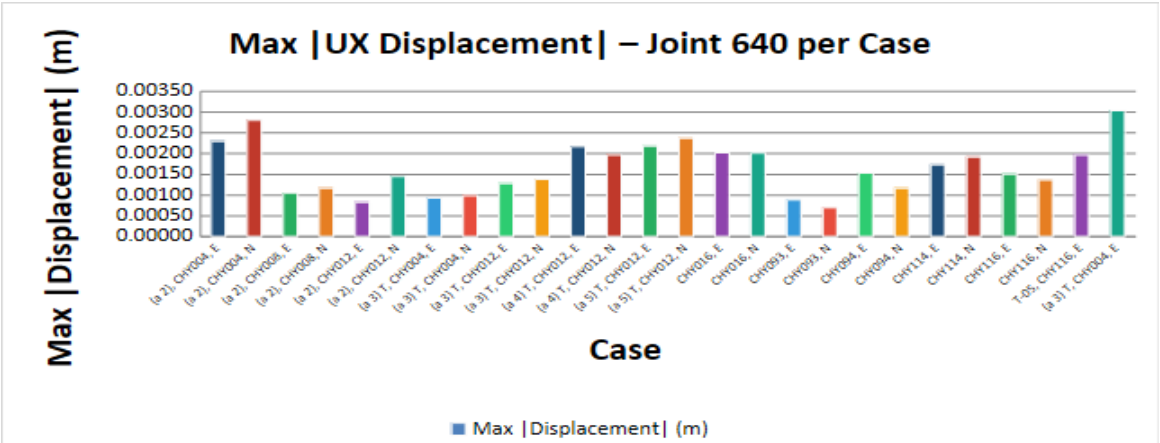
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00310	0.00310
(a 2), CHY008, E	36.47	-0.00114	0.00114
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00129	0.00129
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00160	0.00160
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00103	0.00103
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00110	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00142	0.00142
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00152	0.00152
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00236	0.00236
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00218	0.00218
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00242	0.00242
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00261	0.00261
CHY016, E	33.25	0.00224	0.00224
CHY016, N	35.08	-0.00224	0.00224
CHY093, E	34.80	-0.00098	0.00098
CHY093, N	38.26	-0.00078	0.00078
CHY094, E	34.27	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00130	0.00130
CHY114, E	38.78	-0.00190	0.00190
CHY114, N	38.70	0.00214	0.00214
CHY116, E	29.97	0.00168	0.00168
CHY116, N	29.48	-0.00151	0.00151
T-05, CHY116, E	25.86	0.00219	0.00219
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00339	0.00339

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.355: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 620

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 640 στη βάση του αγωγού. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.356: Κόμβος 640 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



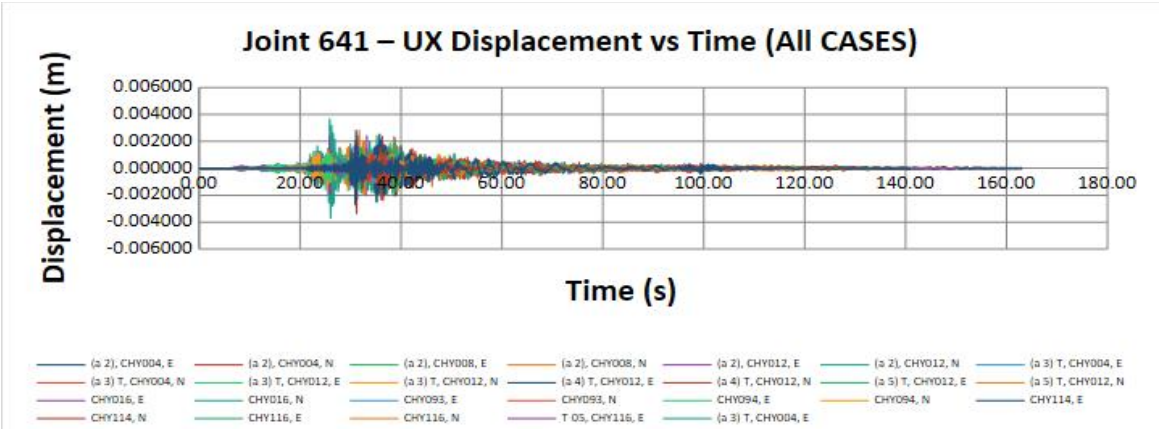
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.357: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 640 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 640

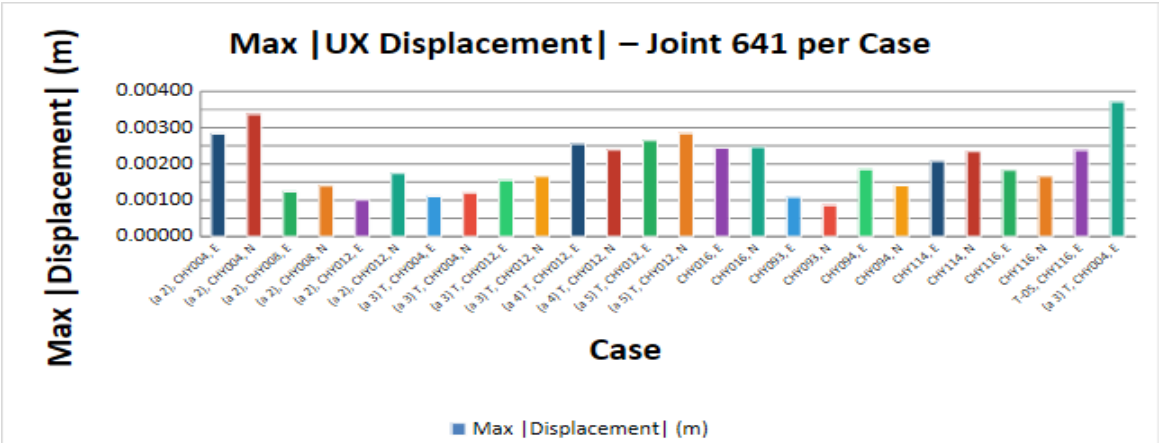
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00230	0.00230
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00280	0.00280
(a 2), CHY008, E	36.48	-0.00104	0.00104
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00117	0.00117
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00083	0.00083
(a 2), CHY012, N	27.52	-0.00145	0.00145
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00093	0.00093
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00099	0.00099
(a 3) T, CHY012, E	25.02	-0.00128	0.00128
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00138	0.00138
(a 4) T, CHY012, E	35.77	0.00216	0.00216
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00197	0.00197
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00218	0.00218
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00237	0.00237
CHY016, E	33.25	0.00202	0.00202
CHY016, N	35.08	-0.00201	0.00201
CHY093, E	34.80	-0.00088	0.00088
CHY093, N	38.26	-0.00069	0.00069
CHY094, E	34.27	-0.00153	0.00153
CHY094, N	31.22	0.00117	0.00117
CHY114, E	38.78	-0.00173	0.00173
CHY114, N	38.70	0.00192	0.00192
CHY116, E	29.97	0.00151	0.00151
CHY116, N	29.48	-0.00136	0.00136
T-05, CHY116, E	25.86	0.00197	0.00197
(a 3) T, CHY004, E	25.89	0.00304	0.00304

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.358: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 640

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 641 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.359: Κόμβος 641 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



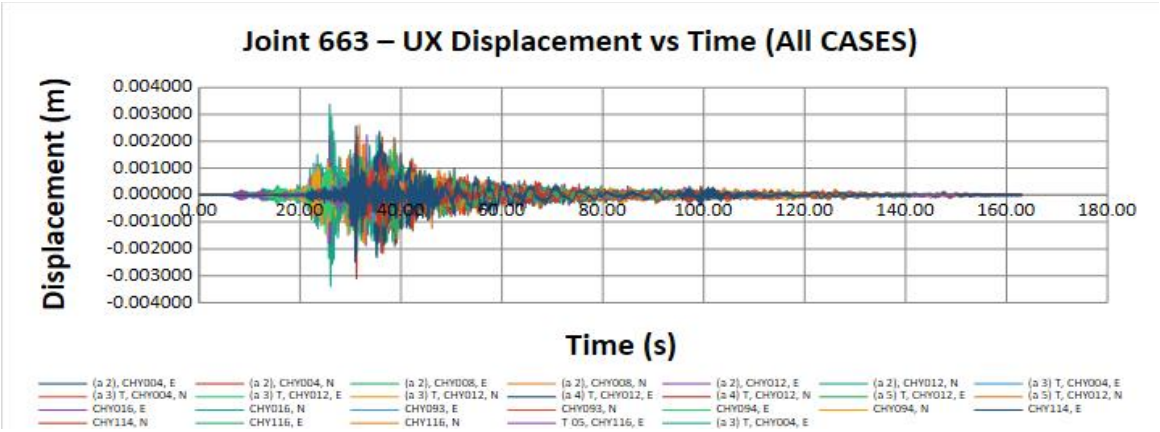
Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.360: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 641 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 641

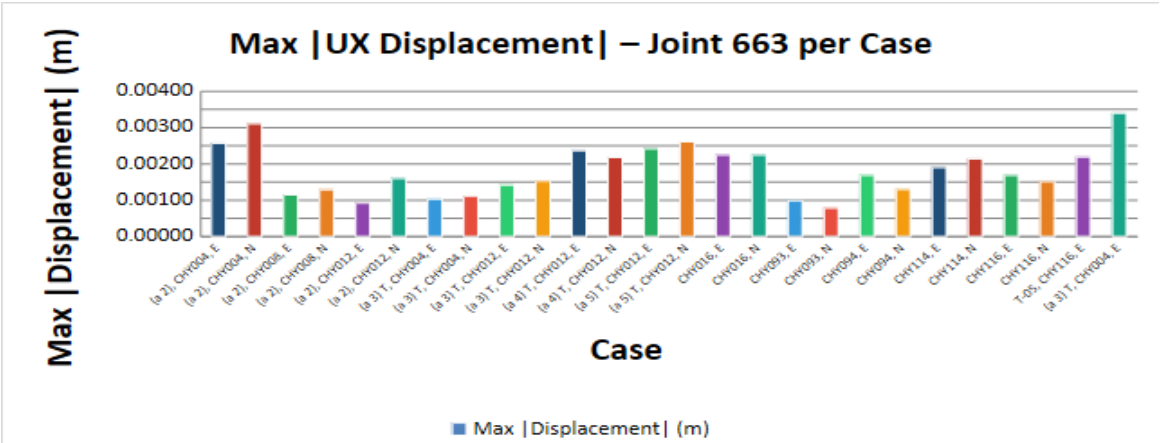
Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00283	0.00283
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00337	0.00337
(a 2), CHY008, E	32.00	0.00124	0.00124
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00140	0.00140
(a 2), CHY012, E	30.29	0.00101	0.00101
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00174	0.00174
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00111	0.00111
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00120	0.00120
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00155	0.00155
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00166	0.00166
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00255	0.00255
(a 4) T, CHY012, N	36.27	0.00239	0.00239
(a 5) T, CHY012, E	31.11	-0.00265	0.00265
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00284	0.00284
CHY016, E	33.25	0.00244	0.00244
CHY016, N	35.08	-0.00246	0.00246
CHY093, E	34.79	-0.00108	0.00108
CHY093, N	38.26	-0.00086	0.00086
CHY094, E	34.28	-0.00185	0.00185
CHY094, N	31.22	0.00141	0.00141
CHY114, E	38.78	-0.00207	0.00207
CHY114, N	38.70	0.00234	0.00234
CHY116, E	29.97	0.00183	0.00183
CHY116, N	29.48	-0.00165	0.00165
T-05, CHY116, E	25.86	0.00238	0.00238
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00371	0.00371

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.361: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 641

Chi-Chi Taiwan - Κόμβος 663 Δεξιά από τον σωλήνα. Όλες οι περιπτώσεις.



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.365: Κόμβος 663 – Μετατόπιση UX – Χρόνου



Συγκεντρωτικό Διάγραμμα 1.366: Μέγιστη |Μετατόπιση UX| – Κόμβος 663 ανά Περίπτωση

Max UX Displacement Summary – Joint 663

Case	Time at Max Disp (s)	Max Displacement (m)	Max |Displacement| (m)
(a 2), CHY004, E	31.09	0.00257	0.00257
(a 2), CHY004, N	31.20	-0.00310	0.00310
(a 2), CHY008, E	36.48	-0.00115	0.00115
(a 2), CHY008, N	31.04	-0.00129	0.00129
(a 2), CHY012, E	30.30	0.00092	0.00092
(a 2), CHY012, N	27.53	-0.00160	0.00160
(a 3) T, CHY004, E	31.55	0.00103	0.00103
(a 3) T, CHY004, N	31.88	0.00110	0.00110
(a 3) T, CHY012, E	25.03	-0.00142	0.00142
(a 3) T, CHY012, N	25.30	-0.00152	0.00152
(a 4) T, CHY012, E	35.76	0.00236	0.00236
(a 4) T, CHY012, N	36.45	-0.00218	0.00218
(a 5) T, CHY012, E	31.10	-0.00242	0.00242
(a 5) T, CHY012, N	31.72	0.00261	0.00261
CHY016, E	33.25	0.00224	0.00224
CHY016, N	35.08	-0.00224	0.00224
CHY093, E	34.80	-0.00098	0.00098
CHY093, N	38.26	-0.00078	0.00078
CHY094, E	34.27	-0.00169	0.00169
CHY094, N	31.22	0.00130	0.00130
CHY114, E	38.78	-0.00190	0.00190
CHY114, N	38.70	0.00214	0.00214
CHY116, E	29.97	0.00168	0.00168
CHY116, N	29.48	-0.00151	0.00151
T-05, CHY116, E	25.86	0.00219	0.00219
(a 3) T, CHY004, E	26.06	-0.00339	0.00339

Συγκεντρωτικός Πίνακας 1.367: Σύνοψη Μέγιστης Μετατόπισης UX – Κόμβος 663