



## **Interaction Generative Design**

**Τίτλος Διπλωματικής Εργασίας:**

*“Παραμετρικός Σχεδιασμός και Βελτιστοποίηση Διεργασιών στην Βιομηχανία του κοσμήματος: Μελέτη περίπτωσης σε Δαχτυλίδια με αξιοποίηση των Rhino3D και MatrixGold”*

**Φοιτητής :** Καραμπέτσος Σταύρος - 531294

**Α΄ Επιβλέπων Καθηγητής :** Βαζάκας Αλέξανδρος

**Β΄ Επιβλέπων Καθηγητής :** Γουρδούκης Δημήτριος

Ιανουάριος, 2025

*Η παρούσα εργασία αποτελεί πνευματική ιδιοκτησία του φοιτητή (συγγραφέας / δημιουργός) που την εκπόνησε. Στο πλαίσιο της πολιτικής ανοικτής πρόσβασης ο συγγραφέας/δημιουργός εκχωρεί στο ΕΑΠ, μη αποκλειστική άδεια χρήσης του δικαιώματος αναπαραγωγής, προσαρμογής, δημόσιου δανεισμού, παρουσίασης στο κοινό και ψηφιακής διάχυσής τους διεθνώς, σε ηλεκτρονική μορφή και σε οποιοδήποτε μέσο, για διδακτικούς και ερευνητικούς σκοπούς, άνευ ανταλλάγματος και για όλο το χρόνο διάρκειας των δικαιωμάτων πνευματικής ιδιοκτησίας. Η ανοικτή πρόσβαση στο πλήρες κείμενο για μελέτη και ανάγνωση δεν σημαίνει καθ' οποιονδήποτε τρόπο παραχώρηση δικαιωμάτων διανοητικής ιδιοκτησίας του συγγραφέα/δημιουργού ούτε επιτρέπει την αναπαραγωγή, αναδημοσίευση, αντιγραφή, αποθήκευση, πώληση, εμπορική χρήση, μετάδοση, διανομή, έκδοση, εκτέλεση, «μεταφόρτωση» (downloading), «ανάρτηση» (uploading), μετάφραση, τροποποίηση με οποιονδήποτε τρόπο, τμηματικά ή περιληπτικά της εργασίας, χωρίς τη ρητή προηγούμενη έγγραφη συναίνεση του συγγραφέα/δημιουργού. Ο συγγραφέας/δημιουργός διατηρεί το σύνολο των ηθικών και περιουσιακών του δικαιωμάτων.*

Θα ήθελα να εκφράσω την ευγνωμοσύνη μου προς τον επιβλέποντα καθηγητή μου, τον κ. **Βαζάκα Αλέξανδρο**, για την πολύτιμη συνεισφορά του, καθοδηγώντας και υποστηρίζοντας την εκπόνηση αυτής της διπλωματικής εργασίας καθ' όλη την διάρκεια της. Η κατάρτησή του ήταν καθοριστική για την οργάνωση της έρευνας και την επιτυχή ολοκλήρωσή της.

Θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και προς τον συνεπιβλέποντα καθηγητή μου, κ. **Γουρδούκη Δημήτριο**, που με τις πολύτιμες παρατηρήσεις του συνέβαλε ουσιαστικά στην βελτίωση της ποιότητας της μελέτης.

Θα ήθελα να ευχαριστήσω θερμα και την εταιρεία **GS Diamonds** για την συμμετοχή τους στην παρούσα έρευνα. Είμαι ιδιαίτερα ευγνώμων προς την κ. **Παπαγεωργίου Μαρία**, την Υπεύθυνη Ανάπτυξης Προϊόντων, η οποία, με τον επαγγελματισμό της και την υποστήριξή της, παρείχε πρόσβαση σε βασικά μοντέλα και πληροφορίες της εταιρείας. Επίσης, θερμές ευχαριστίες θα ήθελα να εκφράσω και προς την ευρύτερη ομάδα της GS Diamonds, συμπεριλαμβανομένων του Διευθυντή και του Γενικού Διευθυντή, για την διευκόλυνση της συνεργασίας και την δημιουργία ενός πειβάλλοντος που επέτρεψε την επιτυχία της έρευνας.

Τέλος, θα ήθελα να αναγνωρίσω την υποστήριξη της οικογένειας και των φίλων μου, των οποίων η ενθάρρυνση και η κατανόηση αποτέλεσαν σημαντική πηγή έμπνευσης και δύναμης κατά την διάρκεια του ακαδημαϊκού μου ταξιδιού.

Καραμπέτσος Σταύρος

## Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία ερευνά την συμβολή των μεθόδων του παραμετρικού σχεδιασμού στον κλάδο των κοσμημάτων, εστιάζοντας στην δημιουργία και την βελτιστοποίηση μοντέλων δαχτυλιδιών μέσω της αξιοποίησης των λογισμικών Rhinoceros3D και MatrixGold. Μελετώνται οι διαφορές ανάμεσα στις παραδοσιακές μεθόδους σχεδιασμού του Rhino3d και στα σύγχρονα παραμετρικά εργαλεία που προσφέρει το MatrixGold. Δίνεται έμφαση στην ποιότητα, στην αποδοτικότητα και στην δυνατότητα εξατομίκευσης που προσφέρουν τα συγκεκριμένα προγράμματα.

Για την μελέτη, σχεδιάστηκε η παραμετρική έκδοση για πέντε από τα πιο επιτυχημένα σε πωλήσεις μοντέλα δαχτυλιδιών της GS Diamonds, δίνοντας ιδιαίτερη έμφαση σε σημαντικές παραμέτρους, όπως οι διαστάσεις των κεντρικών διαμαντιών και το νούμερο των δαχτυλιδιών. Τα παραμετρικά μοντέλα αξιολογήθηκαν ως προς την χρηστικότητά τους για την ταχύτερη διεκπαιρέωση πραγματικών παραγγελιών, την συνεισφορά τους στην μείωση του κόστους παραγωγής και την χρηστικότητά τους από την σχεδιαστική ομάδα της εταιρείας. Αναλύθηκαν σχετικές προκλήσεις, όπως η διαδικασία κατανόησης των παραμετρικών αρχείων από τους σχεδιαστές ή η αυξημένη υπολογιστική ισχύς που απαιτείται, και στην συνέχεια προτάθηκαν λύσεις για την αντιμετώπισή τους, όπως η κωδικοποιημένη ονοματοδοσία των εντολών, η δημιουργία καθοδηγητικού υλικού και η απλούστευση των πρότυπων αρχείων ως προς την πολυπλοκότητά τους.

Τα ευρήματα αναδεικνύουν τα οφέλη της ενσωμάτωσης του παραμετρικού σχεδιασμού μέσω του MatrixGold στην διαδικασία σχεδιασμού των κοσμημάτων, που μπορούν να μειώσουν σημαντικά το χρονικό και οικονομικό κόστος παραγωγής, λόγω της ταχύτητας που μπορεί να προσφέρει. Επιπλέον, τονίζεται η δυνατότητα περαιτέρω επέκτασης της συγκεκριμένης μεθοδολογίας και σε άλλους τύπους κοσμημάτων, καθώς και η σημασία της για την βιωσιμότητα των επιχειρήσεων που επιδιώκουν την δημιουργία εξατομικευμένων σχεδίων.

Η έρευνα συμβάλλει σημαντικά στην προώθηση της καινοτομίας στην χρυσοχοΐα, ενώ γεφυρώνει το χάσμα της παραδοσιακής δεξιοτεχνίας με τα σύγχρονα τεχνολογικά μέσα.

## Χρήσιμη Ορολογία

Στην εργασία χρησιμοποιούνται όροι και έννοιες της χρυσοχοΐας , που μπορεί να είναι άγνωστοι για το ευρύ κοινό. Παρακάτω αναφέρονται κάποιες από τις πιο βασικές ονομασίες στοιχείων που θα συναντήσει ο αναγνώστης:

- **Πέτρα** : εναλλακτική ονομασία των διαμαντιών από τους χρυσοχόους.
- **Καρφωτής** : ο εξειδικευμένος τεχνίτης που ασχολείται με την τοποθέτηση διαμαντιών στα κοσμήματα
- **Δόντια** : οι ‘‘κολώνες’’ που θα γυρίσει ο καρφωτής και θα ασφαλίσει την πέτρα.
- **Καμπύλη-οδηγός** : η καμπύλη που χρησιμοποιείται για εντολές τύπου sweep
- **Καμπύλη-προφίλ** : η καμπύλη της διατομής ενός αντικειμένου, που χρησιμοποιείται στις εντολές τύπου sweep, συνδυαστικά με τις καμπύλες οδηγούς.
- **Τσέρκι** : η γενική ονομασία της βάσης στην οποία θα καρφωθεί ένα διαμάντι
- **Καστόνι** : μια βάση για διαμάντια που συνδυάζει ένα μικρό τσέρκι μαζί με δόντια.
- **Γάμπα** : το τμήμα του σκελετού του δαχτυλιδιού, το οποίο ‘‘τυλίγεται’’ γύρω από το δάχτυλο

# Περιεχόμενα

1. Εισαγωγή.....	Σελίδα 1
1.1 Η ιστορία του σχεδιασμού κοσμημάτων.....	Σελίδα 1
1.2 Η μετάβαση στον ψηφιακό σχεδιασμό κοσμημάτων.....	Σελίδα 2
1.3 Στόχοι της έρευνας.....	Σελίδα 3
1.4 Πεδίο εφαρμογής και περιορισμοί της μελέτης.....	Σελίδα 4
2. Ιστορικό και ανασκόπηση της χρυσοχοΐας.....	Σελίδα 5
2.1 Επισκόπηση των κοσμημάτων και των υλικών.....	Σελίδα 5
2.1.1 Πολύτιμα μέταλλα: Χρυσός, Ασήμι και Πλατίνα.....	Σελίδα 5
2.1.2 Πολύτιμοι λίθοι : Διαμάντια, Καράτια και Κοπές.....	Σελίδα 7
2.1.3 Τοποθέτηση πολύτιμων λίθων και ασφάλεια.....	Σελίδα 10
2.2 Λογισμικό CAD ( Computer Aided Design ) στην βιομηχανία των κοσμημάτων.....	Σελίδα 13
2.2.1 Ευελιξία και Μείωση του Κόστους.....	Σελίδα 13
2.2.2 Προκλήσεις κατά την Αξιοποίηση λογισμικών CAD.....	Σελίδα 13
2.2.3 Επιρροή στην βιομηχανία του Κοσμήματος.....	Σελίδα 14
2.2.4 Μείωση Σφαλμάτων.....	Σελίδα 15
2.2.5 Δημιουργία Βιβλιοθήκης και Χρήση της.....	Σελίδα 15
2.2.6 Οπτική Απεικόνιση και Κατασκευή Πρωτοτύπων.....	Σελίδα 15
2.3 Rhino3D και MatrixGold : Εργαλεία και Εφαρμογές.....	Σελίδα 16
2.3.1 Rhino3D.....	Σελίδα 17
2.3.2 MatrixGold.....	Σελίδα 18
2.3.3 Σύγκριση μεταξύ Rhino3D και MatrixGold.....	Σελίδα 19
2.3.4 Η Εφαρμογή τους στον κλάδο της χρυσοχοΐας.....	Σελίδα 21
2.3.5 Σύνοψη.....	Σελίδα 22
2.4 GS Diamonds: μελέτη περίπτωσης.....	Σελίδα 23
2.4.1 Τρόπος λειτουργίας της GS Diamonds.....	Σελίδα 23
2.4.2 Προβλήματα που παρατηρούνται στον τρόπο λειτουργίας.....	Σελίδα 24
2.4.3 Η σημασία του παραμετρικού σχεδιασμού στην αντιμετώπιση των προβλημάτων.....	Σελίδα 25
2.4.4 Επιπτώσεις της Μελέτης.....	Σελίδα 26
3. Μεθοδολογία.....	Σελίδα 27
3.1 Επισκόπηση της Ερευνητικής Διαδικασίας.....	Σελίδα 27

3.2 Επιλογή μοντέλων από την βιβλιοθήκη της GS Diamonds.....	Σελίδα 28
3.2.1 Λεπτομερής Ανάλυση των επιλεγμένων μοντέλων.....	Σελίδα 29
3.2.2 Εξασφάλιση Χρηστικότητας.....	Σελίδα 29
3.3 Δημιουργία των Παραμετρικών μοντέλων.....	Σελίδα 30
3.2.1 Ορισμός Παραμέτρων.....	Σελίδα 30
3.2.2 Δημιουργία αλγορίθμου με την αξιοποίηση των εργαλείων του MatrixGold.....	Σελίδα 37
3.2.3 Βελτιστοποίηση της Παραγωγικής Διαδικασίας.....	Σελίδα 60
3.2.4 Ονοματοδοσία Εντολών.....	Σελίδα 62
3.2.5 Εκπαίδευση και Καθοδήγηση.....	Σελίδα 63
3.2.6 Εφαρμογή και Ανατροφοδότηση.....	Σελίδα 64
3.2.7 Συμπεράσματα της ανατροφοδότησης των σχεδιαστών.....	Σελίδα 64
3.2.8 Ηθικοί Προβληματισμοί.....	Σελίδα 64
4. Αποτελέσματα και Συζήτηση.....	Σελίδα 66
4.1 Πλεονεκτήματα των παραμετρικών μοντέλων.....	Σελίδα 66
4.1.1 Χρονική Απόδοση.....	Σελίδα 66
4.1.2 Μείωση του Κόστους.....	Σελίδα 67
4.1.3 Προσβασιμότητα για τους Σχεδιαστές.....	Σελίδα 68
4.2 Προκλήσεις του Παραμετρικού Σχεδιασμού.....	Σελίδα 69
4.2.1 Εκμάθηση των σχεδιαστών.....	Σελίδα 69
4.2.2 Υπολογιστική Αποτελεσματικότητα.....	Σελίδα 70
4.3 Τελική ανατροφοδότηση από την σχεδιαστική ομάδα της GS Diamonds.....	Σελίδα 73
4.3.1 Θετικά σχόλια.....	Σελίδα 73
4.3.2 Επικοδομητική κριτική.....	Σελίδα 74
4.4 Ευρύτερες επιπτώσεις της έρευνας στην χρυσοχοΐα.....	Σελίδα 75
4.4.1 Εφαρμογή στην βιομηχανία.....	Σελίδα 76
4.4.2 Οικονομικά αποδοτικές λύσεις.....	Σελίδα 76
4.4.3 Μελλοντικές τάσεις στην κατασκευή κοσμημάτων.....	Σελίδα 77
4.4.4 Εκπαιδευτικές δυνατότητες.....	Σελίδα 78
4.4.5 Σύνοψη.....	Σελίδα 79
5. Συμπεράσματα.....	Σελίδα 80
5.1 Σύνοψη βασικών ευρημάτων.....	Σελίδα 80
5.2 Επιπτώσεις στην βιομηχανία των κοσμημάτων.....	Σελίδα 81
5.3 Συστάσεις για μελλοντική έρευνα.....	Σελίδα 83

5.4 Τελικές σκέψεις.....	Σελίδα 84
6. Βιβλιογραφία.....	Σελίδα 85



# 1. Εισαγωγή

## 1.1 Η ιστορία του σχεδιασμού κοσμημάτων

Ο σχεδιασμός και η δημιουργία κοσμημάτων είναι ένας από τους πιο αρχαίους τρόπους έκφρασης των καλλιτεχνών, και η εξέλιξη τους ανά τα χρόνια οδήγησε στην δημιουργία τεχνικών που χρησιμοποιούνται μέχρι και σήμερα. Τα πρώτα κοσμήματα, κατασκευασμένα από φυσικά υλικά (όπως κοχύλια και οστά), είχαν τόσο αισθητική, όσο και συμβολική σημασία για τους ανθρώπους. Το ίδιο συμβαίνει ακόμα και σήμερα, παρά το γεγονός ότι ο κλάδος των κοσμημάτων έχει εξελιχθεί. Πλέον, για την δημιουργία κοσμημάτων, χρησιμοποιούνται πολύτιμα μέταλλα και λίθοι τα οποία σηματοδοτούν την οικονομική κατάσταση και την πολιτιστική ταυτότητα των ατόμων που τα φορούν.

Τα υλικά τα οποία χρησιμοποιούνται για την κατασκευή κοσμημάτων, όπως ο χρυσός, το ασήμι και η πλατίνα, αποτελούν βασικό χαρακτηριστικό τους. Ο λόγος που επιλέγονται έχει να κάνει με την ανθεκτικότητα και την λάμψη τους, ενώ ταυτόχρονα η σύνθεσή τους βοηθάει στο να μπορούν να τα επεξεργαστούν με ευκολία οι χρυσοχόοι. Ταυτόχρονα, πολύτιμοι λίθοι όπως το διαμάντι, το ζαφείρι και το σμαράγδι, ενισχύουν την αισθητική και την αξία των κοσμημάτων. Η ισορροπία μεταξύ της αισθητικής και της ανθεκτικότητας ενός κοσμήματος απαιτεί τον σωστό συνδυασμό των υλικών, καθώς επίσης και την άρτια τεχνική του χρυσοχόου.

Παραδοσιακά, ο η σχεδίαση κοσμημάτων είχε να κάνει πάντοτε με χειρωνακτικές διαδικασίες. Οι χρυσοχόοι συνήθιζαν να σχεδιάζουν σε χαρτί τις ιδέες τους πριν ξεκινήσουν να σμιλεύουν το μοντέλο σε κερί. Έπειτα, αυτό το κέρινο μοντέλο το χρησιμοποιούσαν για την δημιουργία καλουπιού σε ασβέστη, στο οποίο έριχναν το λιωμένο μέταλλο. Πρόκειται για μια χρονοβόρα διαδικασία η οποία αν και ενέτεινε την καλλιτεχνική ελευθερία, καθιστούσε δύσκολη την διαδικασία παραγωγής πολλαπλών αντίτυπων (ειδικά όταν μεταξύ τους επρόκειτο να υπάρχουν μικρές διαφοροποιήσεις). Επιπλέον, η έλλειψη της διαδικασίας έρευνας περιορίζε την καινονομία.

Όλα αυτά τα προβλήματα άρχισαν να εξαφανίζονται με την έλευση της τεχνολογίας, η οποία αντικατέστησε την παραδοσιακή μοντελοποίηση από κερί με τον σχεδιασμό μέσω λογισμικού σε έναν υπολογιστή. Σύγχρονα λογισμικά, όπως το Rhino3D και το MatrixGold, δίνουν στους σχεδιαστές την δυνατότητα να δημιουργήσουν ακριβή τρισδιάστατα μοντέλα, τα οποία στην συνέχεια εκτυπώνονται σε χυτή ριτίνη από τρισδιάστατους εκτυπωτές για να χρησιμοποιηθούν

ως πρωτότυπα. Αυτή η τεράστια ενσωμάτωση της τεχνολογίας στον κλάδο της χυσοχοΐας έχει βοηθήσει στην εξέλιξη του κλάδου, μειώνοντας τα ανθρώπινα λάθη και δίνοντας την δυνατότητα εξερεύνησης περίπλοκων σχεδίων τα οποία μέχρι πρότεινος ήταν ανέφικτα.

Η τεχνολογική εξέλιξη που συνοδεύτηκε από τα προγράμματα CAD συνδυάζει την καλλιτεχνία με την λεπτομέρεια. Ωστόσο, η αποτελεσματική προσαρμογή των σχεδίων και η βελτιστοποίηση της δημιουργικής διαδικασίας αποτελούν προκλήσεις που παραμένουν ακόμα και στις μέρες μας.

## **1.2 Η μετάβαση στον ψηφιακό σχεδιασμό κοσμημάτων**

Η μετάβαση από τις παραδοσιακές τεχνικές στον ψηφιακό σχεδιασμό κοσμημάτων (μέσω λογισμικού CAD) σηματοδότησε μια νέα εποχή στην βιομηχανία του κοσμήματος. Το σκίτσο ή το σκάλισμα ενός κεριού απαιτούσαν την δεξιοτεχνία των χρυσοχόων, κάτι το οποίο ήταν αναποτελεσματικό όταν επρόκειτο για την παραγωγή σταθερών και επαναλαμβανόμενων μοντέλων.

Τα προγράμματα τύπου CAD κατέφεραν να είναι η λύση για πολλές από αυτές τις προκλήσεις, προσδίδοντας έναν πιο συστηματικό χαρακτήρα στην κατασκευή κοσμημάτων. Λογισμικά όπως το Rhino3D επιτρέπουν στους σχεδιαστές να δημιουργούν τρισδιάστατα μοντέλα με ακρίβεια, ενώ ταυτόχρονα δύναται να προσαρμοστούν και να βελτιωθούν με σχετική ευκολία. Η εκτύπωση αυτών σε χυτεύσιμη ριτίνη είναι μια διαδικασία που συνδυάζει την μεγαλύτερη ακρίβεια με το χαμηλότερο χρονικό και οικονομικό κόστος σε σχέση με την παραδοσιακή διαδικασία της σμίλευσης σε κερί. Επιπλέον, η εύκολη πρόσβαση σε έναν υπολογιστή έδωσε την δυνατότητα ακόμα και στα μικρότερα εργαστήρια να μπορέσουν να ανταγωνιστούν τους μεγαλύτερους κατασκευαστές.

Μια από τις σημαντικότερες εξελίξεις στην τεχνολογία του CAD σχεδιασμού είναι η παραμετροποίηση των μοντέλων. Λογισμικά όπως το MatrixGold δίνουν την δυνατότητα στους σχεδιαστές να εντάξουν παραμέτρους στα μοντέλα τους, με σκοπό την δυναμική προσαρμογή τους. Παραδείγματος χάρη, ένας σχεδιαστής μπορεί εύκολα να προσαρμόσει τις διαστάσεις του διαμαντιού σε ένα μονόπετρο, ή ακόμα και το μέγεθός του, χωρίς να χρειαστεί να το δημιουργήσει εκ νέου. Αυτή η δυνατότητα φαίνεται να είναι ιδιαίτερα σημαντική σε

διάφορους τομείς, όπως για παράδειγμα στην παραγωγή μονόπετρων δαχτυλιδιών, όπου οι προτιμήσεις του κάθε πελάτη απαιτούν συχνά σημαντικές προσαρμογές.

Η τεχνολογική εξέλιξη, αν και σημαντική, έφερε στο προσκήνιο νέες προκλήσεις. Η προσαρμογή των σχεδίων απαιτεί συχνά τον επανασχεδιασμό υφιστάμενων σχεδίων, κάτι το οποίο ανεβάζει το κόστος παραγωγής. Επιπλέον, η πολυπλοκότητα του παραμετρικού σχεδιασμού φαντάζει βουνό για τους παραδοσιακούς σχεδιαστές και χρυσοχόους που μεταβαίνουν στις ψηφιακές λύσεις. Αυτοί οι προβληματισμοί καθιστούν σημαντική την βελτίωση της προσβασιμότητας και της αποτελεσματικότητας του τρισδιάστατου σχεδιασμού.

### 1.3 Στόχοι της έρευνας

Η παρούσα διπλωματική εργασία στοχεύει στην αντιμετώπιση αυτών των δυσκολιών, μέσω της διερεύνησης των μεθοδολογιών παραμετρικού σχεδιασμού κοσμημάτων. Αυτές επιτρέπουν την δημιουργία δυναμικών μοντέλων, εύκολα επεξεργάσιμων ώστε να καλύπτουν διαφορετικές απαιτήσεις, όπως μεγέθη δαχτυλιδιών και πολύτιμων λίθων, ή ακόμα και τύπους μετάλλων. Αξιοποιώντας τις δυνατότητες του Rhino3D και του standalone plug-in MatrixGold, η έρευνα επιδιώκει να επιτύχει τους εξής στόχους:

- 1. Μείωση του χρόνου και του κόστους σχεδιασμού ενός κοσμήματος:** Εξορθολογισμός της διαδικασίας για την βελτιστοποίηση της αποδοτικότητας
- 2. Βελτίωση της προσβασιμότητας από λιγότερο έμπειρους σχεδιαστές:** Παροχή εργαλείων και κατευθυντήριων γραμμών, που αποσκοπούν στην απλοποίηση της χρήσης των παραμετρικών εργαλείων του MatrixGold.
- 3. Παροχή προσαρμοσίμων δυναμικών λύσεων:** Εστίαση στα μονόπετρα δαχτυλίδια, ως συγκεκριμένη περίπτωση, με στόχο την ανάδειξη της ευρύτερης εφαρμογής της παραμετρικής μεθοδολογίας.

Η έρευνα περιλαμβάνει ένα αντικείμενο μελέτης που διεξήχθη σε συνεργασία με την **GS Diamonds**, μια εταιρεία με έδρα την Αυστραλία, η οποία εξειδικεύεται στα μονόπετρα δαχτυλίδια με φυσικά διαμάντια. Πέντε από τα πιο επιτυχημένα σε πωλήσεις σχέδια επιλέχθηκαν και επανασχεδιάστηκαν σε παραμετρική μορφή, αναδεικνύοντας τα οφέλη αυτής της παραμετρικής προσέγγισης σε πραγματικές εφαρμογές.

Με την εκπλήρωση αυτών των στόχων, η συγκεκριμένη έρευνα πρόκειται να συμβάλει στην καινοτομία στον κλάδο του κοσμήματος, γεφυρώνοντας το χάσμα της παράδοσης και της σύγχρονης τεχνολογίας.

## **1.4 Πεδίο Εφαρμογής και περιορισμοί της μελέτης**

Όπως αναφέρθηκε και παραπάνω, το αντικείμενο της διατριβής επικεντρώνεται στην αξιοποίηση του παραμετρικού σχεδιασμού για την παραγωγή μονόπετρων δαχτυλιδιών με φυσικά διαμάντια. Αν και οι μεθοδολογίες που παρουσιάζονται έχουν ευρεία εφαρμογή και σε άλλους τύπους κοσμημάτων, η μελέτη έχει περιοριστεί στα συγκεκριμένα μοντέλα που επέλεξε και μας παρέιχε η GS Diamonds για τον συγκεκριμένο σκοπό. Δίνεται έμφαση στο στάδιο του σχεδιασμού κοσμημάτων, ενώ άλλες πτυχές ( όπως για παράδειγμα το marketing, οι πωλήσεις και οι αλληλεπιδράσεις με τους πελάτες ) παραμένουν εκτός του πεδίου εφαρμογής της.

Κάποιοι περιορισμοί που αναγνωρίζονται είναι οι ακόλουθοι:

1. **Διαδικασία εκμάθησης:** Οι πιο παραδοσιακοί σχεδιαστές που καλούνται να αξιοποιήσουν τα παραμετρικά εργαλεία ενδεχομένως να δυσκολευτούν να προσαρμοστούν στο νέο μοντέλο εργασίας.
2. **Υπολογιστική ισχύς:** Το αυξημένο μέγεθος ενός παραμετρικού αρχείου το καθιστά δυσκολότερα επεξεργάσιμο, ενώ ταυτόχρονα παρατείνει τον χρόνο επεξεργασίας του.
3. **Διαφορές στον τρόπο σχεδιασμού:** Οι διαφορές στο επίπεδο, καθώς και στον τρόπο σχεδιαστού μεταξύ των σχεδιαστών, μπορεί να επηρεάσει αρνητικά την αποτελεσματικότητα των εργαλείων του παραμετρικού σχεδιασμού.

Παρά τους προαναφερθέντες προβληματισμούς, η έρευνα προτείνει πρακτικές συστάσεις για την αντιμετώπισή τους, ενώ ταυτόχρονα φροντίζει να αποδείξει τις δυνατότητες του παραμετρικού σχεδιασμού στην βιομηχανία του κοσμήματος

## 2. Ιστορικό και ανασκόπηση της χρυσοχοΐας

### 2.1 Επισκόπηση των κοσμημάτων και των υλικών

Ο σχεδιασμός των κοσμημάτων εξαρτάται κατά ένα μεγάλο βαθμό από τα υλικά που χρησιμοποιούνται. Αυτά επηρεάζουν την ανθεκτικότητα, την αισθητική και την αξία ενός κομματιού. Η κατανόηση των ιδιοτήτων και της χρήσης τους σε σύγχρονα και παραδοσιακά πλαίσια είναι απαραίτητη για την δημιουργία υψηλής ποιότητας σχεδίων ικανών να εξισορροπήσουν την καλλιτεχνική έκφραση με την πρακτικότητα.

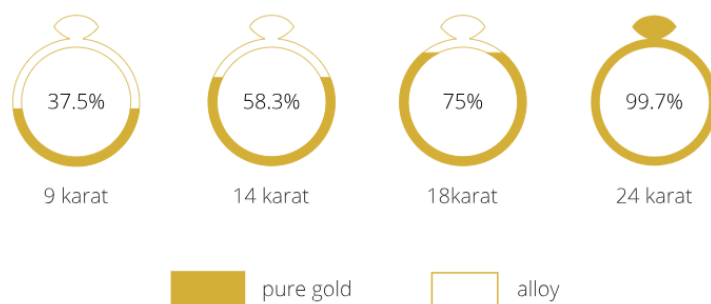
#### 2.1.1 Πολύτιμα μέταλλα: Χρυσός, Ασήμι και Πλατίνα

Τα πολύτιμα μέταλλα αποτελούν τη δομική βάση των κοσμημάτων. Οι ιδιότητές τους, όπως η πλαστικότητα, η αντοχή στο αμαύρωμα και η λάμψη είναι μοναδικές και τα καθιστούν απαραίτητα για την διαδικασία κατασκευής. Μεταξύ αυτών, την διαφορά κάνουν ο Χρυσός, το Ασήμι και η Πλατίνα που ξεχωρίζουν για την ευελιξία τους, καθώς και την αντοχή τους διαχρονικά.

- **Χρυσός:**

Είναι συνώνυμο της πολυτέλειας, ενώ έχει συνδυαστεί με τον πλούτο λόγω της φυσικής του λάμψης, της σπανιότητάς του και της αντοχής του. Η καθαρότητα του χρυσού μετριέται με καράτια ( *k* ), με τον χρυσό 24k ( 24άρων καρατίων ) να είναι – αν και ο πιο καθαρός – ακατάλληλος για αντικείμενα που υπόκεινται σε φθορά. Αντ’ αυτού οι χρυσοχόοι δημιουργούν και χρησιμοποιούν κράματα χρυσού, με πιο συνηθισμένα να είναι τα εξής:

- **Χρυσός 18k :** Περιέχει 75% χρυσό προσφέροντας την τέλεια ισορροπία μεταξύ καθαρότητας και ανθεκτικότητας στον χρόνο. Είναι αρκετά ανθεκτικό για καθημερινή χρήση, ενώ η λάμψη του είναι διαχρονική. (Carles Codina, 2006)
- **Χρυσός 14k :** Εδώ η περιεκτικότητα σε χρυσό είναι λιγότερη και ανέρχεται στο 58,5%. Ο χρυσός 14άρων καρατίων είναι πιο σκληρός και ανθεκτικός στις γρατζουνιές, ιδανικός για κοσμήματα που πρόκειται να υποστούν περισσότερη καταπόνηση. (Carles Codina, 2006)
- **Χρυσός 9k :** Το κράμα με την χαμηλότερη περιεκτικότητα σε χρυσό που χρησιμοποιείται για τα κοσμήματα. Η λάμψη του χρυσού είναι λιγότερο ευδιάκριτη σε σχέση με τα κράματα 18k και 14k, ενώ η ανθεκτικότητά του είναι μεγαλύτερη. Συνήθως χρησιμοποιείται για την μείωση του κόστους. (Carles Codina, 2006)



Εικόνα 2.1 – Τα κράματα του χρυσού και η περιεκτικότητά τους σε αυτόν. (Auterra, 2021)

Υπάρχουν βέβαια και άλλα κράματα, τα οποία περιέχουν χρυσό αλλά έχουν συνδυαστεί με τέτοιο τρόπο που αποκτούν ξεχωριστά χρώματα, όπως για παράδειγμα είναι τα παρακάτω:

- **Λευκόχρυσος** : Ένα κράμα που έχει κομψή και ασημένια εμφάνιση, λόγω της περιεκτικότητάς του σε νικέλιο ή παλλάδιο. Συχνά επικαλύπτεται με ρόδιο για να ενισχυθεί η λάμψη και η ανθεκτικότητά του. (Ginny of Centime, 2017)
- **Ροζ Χρυσός** : Ένα κράμα που γίνεται περισσότερο δημοφιλές στα σύγχρονα κοσμήματα λόγω της ιδιαίτερης ροζ απόχρωσής του. Αυτή επιτυγχάνεται όταν ο χρυσός συνδυάζεται με τον χαλκό. (Ginny of Centime, 2017)

	18k Yellow Gold	18k White Gold	18k Rose Gold
% Gold	75%	75%	75%
% Silver	10-20%	18.50%	2.75%
% Copper	5-15%	1%	25.25%
% Zinc	0%	5.50%	0%

Εικόνα 2.2 – Η περιεκτικότητα του Χρυσού 18k στις διάφορες αποχρώσεις του. (Ginny of Centime, 2017)

Η ιδιότητα του χρυσού να διατηρεί την λάμψη του και την αντίστασή του στο αμαύρωμα τον καθιστούν προτιμώμενο υλικό για τα κοσμήματα. Ωστόσο, ο χρυσός περισσότερων καρατίων ( όπως π.χ. 22k ή 24k ) είναι αρκετά μαλακός, κάτι που τον κάνει ακατάλληλο για την δημιουργία ενός διαχρονικού και ανθεκτικού κοσμήματος.

Πέραν του χρυσού όμως, υπάρχουν και άλλα μέταλλα τα οποία έχουν παρόμοιες ιδιότητες:

- **Ασήμι :**

Μαζί με τον χρυσό είναι το πιο γνωστό μέταλλο για την δημιουργία κοσμημάτων, λόγω της προσιτής τιμής του σε συνδυασμό με την λάμψη του. Το ασήμι 925, είναι κράμα από 92,5% ασήμι και 7,5% χαλκό και είναι το πλέον διαδεδομένο κράμα, αφού διατηρεί την αντοχή του και την λάμψη του στον χρόνο. Το κύριο μειονέκτημά του είναι το αμαύρωμα, το οποίο απαιτεί τακτική συντήρηση και επιστρώσεις προστασίας ( όπως επαργύρωμα, επιπλατίωμα και επιροδίομα ). (Carles Codina, 2006)

- **Πλατίνα :**

Είναι φημισμένη για την αντοχή της και τις υποαλλεργικές της ιδιότητες. Ταυτόχρονα διαθέτει μια φυσική λευκή λάμψη, κάτι το οποίο την καθιστά κορυφαία επιλογή για κοσμήματα, ειδικά όταν αυτά συνοδεύονται από πολύτιμους λίθους. Σε αντίθεση με τον χρυσό και το ασήμι, η πυκνότητά της ελαχιστοποιεί την φθορά της με την πάροδο του χρόνου, εξασφαλίζοντας μια διαχρονική δομή και ακεραιότητα. Ωστόσο, το υψηλό της κόστος, καθώς και η δυσκολότερη διαδικασία επεξεργασίας της, περιορίζουν την χρήση της σε εξειδικευμένα σχέδια. (Carles Codina, 2006)

Η επιλογή του μετάλλου για την κατασκευή ενός κοσμήματος εξαρτάται από διάφορους παράγοντες, όπως για παράδειγμα είναι οι αισθητικές προτιμήσεις των καταναλωτών, η χρήση του και ο οικονομικός προϋπολογισμός. Η ευελιξία του χρυσού, η προσιτή τιμή του αργύρου και η ανθεκτικότητα της πλατίνας εξασφαλίζουν ένα ευρύ φάσμα επιλογών τόσο για τους καταναλωτές όσο και για τους σχεδιαστές.

Ταυτόχρονα, ο σχεδιασμός του κοσμήματος εξαρτάται σημαντικά από το είδος του μετάλλου, καθώς το κάθε ένα έχει τα δικά του χαρακτηριστικά. Οι σχεδιαστές οφείλουν να λαμβάνουν υπόψη τους παραπάνω παράγοντες και να επιδειώκουν συγκεκριμένες προδιαγραφές για ένα ανθεκτικό και ποιοτικό κόσμημα.

## **2.1.2 Πολύτιμοι λίθοι : Διαμάντια, Καράτια και Κοπές.**

Οι πολύτιμοι λίθοι αποτελούν ένα αναπόσπαστο κομμάτι της γοητείας και της αξίας ενός κοσμήματος, με τα διαμάντια να είναι τα πιο διαδεδομένα. Ο σχηματισμός τους, η σπανιότητά τους, η διαβάθμισή τους καθώς και τα σχήματά τους είναι κάποιοι σημαντικοί παράγοντες για τους χρυσοχόους, όταν στοχεύουν στον συνδυασμό της αισθητικής και της λειτουργικότητας κατά την δημιουργία κοσμημάτων.



- **Διαμόρφωση και αξία:**

Τα διαμάντια και οι υπόλοιποι πολύτιμοι λίθοι σχηματίζονται έπειτα από εκατομμύρια χρόνια λόγω της ακραίας πίεσης και της θερμότητας βαθιά στο εσωτερικό της Γης. Πρόκειται για μια φυσική διαδικασία, που σε συνδυασμό με την δυσκολία της εξόρυξής τους, οδηγεί στο υψηλό τους κόστος. Αντίθετα, οι συνθετικοί πολύτιμοι λίθοι, όπως τα διαμάντια που “καλλιεργούνται” σε εργαστήριο που αναπαράγονται οι αντίστοιχες συνθήκες, αποτελούν προσιτές και βιώσιμες εναλλακτικές λύσεις. Ωστόσο, τα φυσικά διαμάντια διατηρούν την αίγλη τους λόγω της σπανιότητας και της μοναδικής τους προέλευσης. Πολλές φορές, για λόγους συντομίας, οι τεχνήτες χρυσοχόοι τους αποκαλούν “πέτρες”.

- **Διαβάθμιση Διαμαντιών ( τα 4 C ):**

Η αξία και η ποιότητα ενός διαμαντιού καθορίζονται από τα 4C, ένα διεθνώς αναγνωρισμένο σύστημα ταξινόμησης που σχετίζεται με 4 βασικά τους χαρακτηριστικά (βλ Εικόνα 2.2). Τα τέσσερα αυτά C είναι τα αρχικά από τις παρακάτω λέξεις:

- **Carat Weight ( βάρος σε καράτια ):**

Το βάρος των διαμαντιών μετριέται με μια μονάδα μέτρησης, το καράτι. Εδώ οφείλεται να διευκρινιστεί πως, παρά την συνωνυμία, δεν έχει κάποια σχέση με την μονάδα μέτρησης της καθαρότητας του χρυσού. Τα μεγαλύτερα σε μέγεθος διαμάντια θεωρούνται πιο σπάνια και το κόστος τους αυξάνεται εκθετικά. Παραδείγματος χάρη, ένα διαμάντι 2 καρατίων είναι σημαντικά πιο πολύτιμο από δύο διαμάντια παρόμοιας ποιότητας του 1 καρατίου το καθένα.

- **Cut ( Κοπή ):**

Αναφέρεται στην ακρίβεια των εδρών του διαμαντιού. Ένα καλά κομμένο διαμάντι έχει την δυνατότητα να ανακλά το φως που διαχέεται στο εσωτερικό του με τον καλύτερο δυνατό τρόπο, μεγιστοποιώντας έτσι τη λαμπρότητά του. Οι πιο συνιθισμένοι βαθμοί κοπής κυμαίνονται από **Excellent (Άριστη)** έως και **Poor (Κακή)**.

- **Color ( Απόχρωση ):**

Βαθμολογείται σε κλίμακα από D ( άχρωμο ) έως και Z ( αισθητό χρώμα ), με πιο πολύτιμα τα άχρωμα. Ωστόσο, οι αχνές αποχρώσεις μερικές φορές προσελκύουν τα προσωπικά γούστα των αγοραστών.

- **Clarity ( Διαύγεια ):**

Πρόκειται για μια βαθμίδα αξιολόγησης των εσωτερικών ή επφανειακών ατελειών ενός διαμαντιού. Τα πλέον σπάνια είναι τα αναφερόμενα και ως “αψεγάδιαστα” ( **flawless** ) τα οποία, ώντας πιο σπάνια, έχουν εξαιρετικά υψηλές τιμές.





Εικόνα 2.3 – Οι 4 βαθμίδες αξιολόγησης ενός διαμαντιού (GS Diamonds, 2025b)

Οι παραπάνω βαθμίδες επηρεάζουν ένα κόσμημα όχι μόνο ως προς το αισθητικό κομμάτι, αλλά και ως προς τις απαιτήσεις τοποθέτησης του διαμαντιού. Ένα διαμάντι υψηλής καθαρότητας απαιτεί ελάχιστη παρεμπόδιση και προσεκτική τοποθέτηση των δοντιών, ώστε να μην εμποδίζουν το φως που διαχέεται μέσα του.

- **Σχήματα Διαμαντιών :**

Τα διαμάντια, όπως και άλλοι πολύτιμοι λίθοι, μπορούν να βρεθούν σε διάφορα σχήματα, κάθε ένα από τα οποία συνεισφέρει διαφορετικά στο εκάστοτε σχέδιο:

- **Round Brilliant ( Στρογγυλό ):**

Πρόκειται για το πιο διαδεδομένο σχήμα το οποίο, λόγω της δομής των εδρών του, έχει την πιο έντονη λαμπρότητα από τα υπόλοιπα.

- **Princess ( Τετράγωνο ):**

Ένα τετράγωνο σχήμα που λόγω των αιχμηρών γωνιών του προσδίδει μια μοντέρνα γεωμετρική προσέγγιση στο κάθε κόσμημα.

- **Emerald ( Παραλληλόγραμο με “σπαστές” γωνίες ):**

Ένα βαθμωτό παραλληλόγραμο σχήμα το οποίο αναδεικνύει την διαύγεια του διαμαντιού.

- **Oval ( Οβάλ ):**

Μοιάζει αρκετά με το στρογγυλό, όμως δίνει περισσότερο την αίσθηση μιας μεγαλύτερης πέτρας, ενώ διατηρεί την λαμπρότητά του.

- **Cushion :**

Ένα σχήμα που μοιάζει πολύ στο προηγούμενο Οβάλ, όμως έχει την τάση να είναι περισσότερο “τετραγωνισμένο”

○ **Marquise ( σχήμα ματιού ) :**

Είναι ένα σχήμα αρκετά ιδιαίτερο, όπου ο λόγος του μήκους προς το φάρδος του είναι αρκετά μεγάλος.

○ **Assher ( τετραγωνισμένο οκτάγωνο ):**

Είναι ένα συμμετρικό σχήμα, το οποίο συνδυάζει τις αναλογίες ενός τετραγώνου με τις πλευρές του Emerald .

○ **Pear ( σχήμα σταγόνας ):**

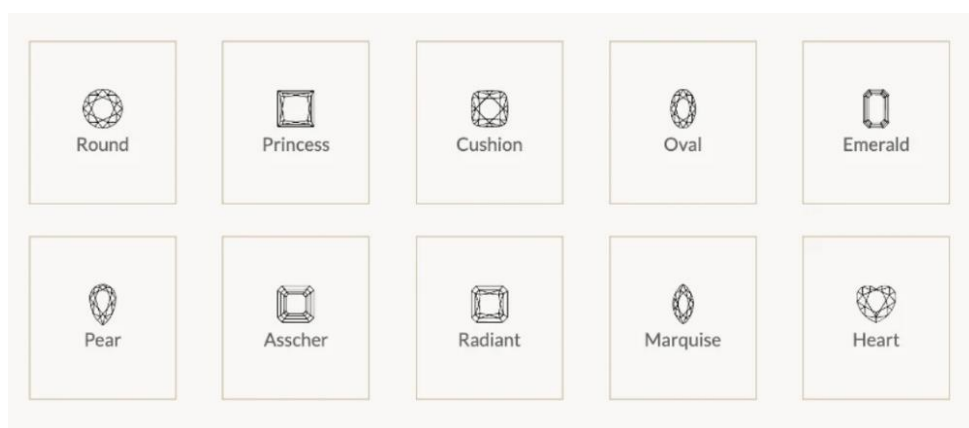
Πρόκειται για το σχήμα σταγόνας που συνηθίζεται να τοποθετείται κάθετα.

○ **Radiant ( τετραγωνισμένο οκτάγωνο ):**

Τα διαμάντια σχήματος Radiant μοιάζουν πολύ με τα Asscher, με μοναδική διαφορά την κοπή τους. Θα παρατηρήσει κανείς ότι οι έδρες του Radiant είναι διαφορετικές απο εκείνες του Asscher.

○ **Heart ( σχήμα καρδιάς ):**

Ένα πιο ιδιαίτερο σχήμα που έχει αρχίσει να επιλέγεται από τους καταναλωτές τα τελευταία χρόνια.



Εικόνα 2.4 – Τα πιο συνηθισμένα σχήματα των διαμαντιών (GS Diamonds, 2025a)

Η επιλογή του σχήματος εξαρτάται τόσο από την προτίμηση του πελάτη όσο και από τις τεχνικές απαιτήσεις του κοσμήματος. Για παράδειγμα, τα επιμήκη σχήματα όπως το οβάλ ή το μαρκίζ μπορεί να απαιτούν πρόσθετη δομική στήριξη για να εξασφαλιστεί η σταθερότητά τους, με αποτέλεσμα να μην μπορούν να τοποθετηθούν σε οποιοδήποτε κόσμημα.

### 2.1.3 Τοποθέτηση πολύτιμων λίθων και ασφάλεια

Οι πολύτιμοι λίθοι, όπως τα φυσικά διαμάντια, έχουν συχνά μεγάλη αξία. Αυτός είναι και ο λόγος που η τοποθέτησή τους σε κάποιο κόσμημα πρέπει να γίνει με συγκεκριμένο τρόπο, ο οποίος θα εξασφαλίζει ότι δεν θα χτυπηθούν ή θα χαθούν στο πέρασμα του χρόνου. Η τέχνη

της τοποθέτησης πολύτιμων λίθων σε κοσμήματα αποκαλείται από τους παραδοσιακούς χρυσοχόους “**Καρφωτική**”, όπου οι “**Καρφωτές**” είναι εξειδικευμένοι σε τεχνικές τοποθέτησης και δεν ασχολούνται με κάποια άλλη επεξεργασία πάνω στο κόσμημα. Στο πέρασμα των χρόνων έχουν βρεθεί διάφορες τεχνικές καρφώματος, καθιστώντας έτσι την καρφωτική ως μια πολύ δύσκολη τεχνική διαδικασία. Κάποια από τα πιο συνηθισμένα είδη καρφώματος πολύτιμων λίθων στα κοσμήματα είναι τα ακόλουθα:

- **Καστόνι :**

Πρόκειται για έναν συνδυασμό από στέρα αντικείμενα τα οποία λειτουργούν ως βάση της πέτρας. Υπάρχουν τα λεγόμενα “**δόντια**” τα οποία δένουν πάνω στην πέτρα και την ασφαλίζουν, τα οποία μπορούν να υπάρχουν σε διαφορετικές διατάξεις, ανάλογα με το σχήμα της κάθε πέτρας. Κάτω από την πέτρα, τοποθετείται ένα ( ή δύο ) στεφάνι – στρογγυλής ή άλλης διατομής - το οποίο ακολουθεί το περίγραμμα της πέτρας. Σκοπός είναι αυτό το στεφάνι να λειτουργήσει ως βάση στην οποία θα στηριχτεί ο κώνος της πέτρας. Ο πιο σημαντικός λόγος που επιλέγεται αυτό το είδος καρφώματος είναι διότι επιτρέπει το φως να διαχέεται στο εσωτερικό του διαμαντιού από πολλές πλευρές, ενώ ταυτόχρονα είναι μια στιβαρή κατασκευή ικανή να το προστατεύσει. (βλ. Εικόνα 2.5)



Εικόνα 2.5 – Κάποια από τα είδη καστονιών για στρογγυλό Διαμάντι. (Alese Oldenburg, 2023)

- **Τσέρκι :**

Σε αντίθεση με το καστόνι, το τσέρκι είναι μια μεταλική βάση η οποία ακολουθεί το σχήμα της πέτρας, όμως την υπερβαίνει σε όλες τις διαστάσεις (βλ. Εικόνα ). Εσωτερικά είναι διάτρητο, όμως έχει μια διαγώνια έδρα, στην οποία θα εφαρμόσει ο κώνος της πέτρας. Όταν τοποθετείται η πέτρα στο εσωτερικό του, ο καρφωτής γυρίζει το πλαϊνό τοίχωμα και καλύπτει την πέτρα ασφαλίζοντάς την. Σε αντίθεση με το καστόνι, το τσέρκι είναι εμφανές από όλες τις οπτικές στο τελικό αποτέλεσμα και χρησιμοποιείται σε σχέδια που θέλουμε να φαίνονται πιο γεμάτα. (βλ. Εικόνα 2.6)



Εικόνα 2.6 – Κάποια από τα είδη τσερκιών για στρογγυλό Διαμάντι. (Alese Oldenburg, 2023)

- **Κάρφωμα Pave :**

Ενώ τα προηγούμενα είδη καρφώματος αφορούσαν κυρίως μεμονομένες πέτρες, το κάρφωμα Pave σχετίζεται με την μαζική τοποθέτηση πετρών. Για παράδειγμα, σε μια βέρα μπορεί να τοποθετηθούν διαμάντια brilliant σε γραμμική διάταξη (βλ. Εικόνα 2.8), ενώ σε μία τετράγωνη επιφάνεια μπορεί να τοποθετηθούν σε σειρές η μία δίπλα στην άλλη. Τα είδη του καρφώματος Pave δεν κυμαίνονται μόνο σε σχέση με το πως θα τοποθετηθούν οι πέτρες ή τα δόντια τους. Πολλές φορές, για το ίδιο τελικό αποτέλεσμα υπάρχουν διαφορετικού είδους προετοιμασίες του Pave καρφώματος, που εξαρτώνται πάντα με το στάδιο που επιλέγει ο καρφωτής που θα αναλάβει το κόσμημα.



Εικόνα 2.8 – Κάποια από τα είδη καρφώματος Pave (Alese Oldenburg, 2023)

Η σημασία του παραμετρικού σχεδιασμού στον κλάδο του κοσμήματος γίνεται αντιληπτή όταν κανείς αναλογιστεί τα προνόμια που μπορεί να προσφέρει. Η δυνατότητα μικρών αλλαγών σε σχέδια ώστε να εφαρμόζουν με ακρίβεια στον εκάστοτε πολύτιμο λίθο είναι ένα εργαλείο που θα μπορέσει να μειώσει το κόστος και τον χρόνο κατασκευής τους. Διευκολύνει τους σχεδιαστές να παράγουν σχέδια πλήρως εξατομικευμένα στον κάθε αγοραστή, τα οποία πάντοτε θα πληρούν τις “διαστάσεις ασφαλείας”, σύμφωνα με τις οποίες ένας ακριβός πολύτιμος λίθος θα διατηρηθεί και δεν θα καταπονηθεί.

## **2.2 Λογισμικό CAD ( Computer Aided Design ) στην βιομηχανία των κοσμημάτων**

Η ένταξη του υπολογιστή σε συνδυασμό με τα σχεδιαστικά προγράμματα τύπου CAD έφεραν μια νέα εποχή στον κλάδο των κοσμημάτων, ελαττώνοντας τα λάθη και τις ατέλειες που συνόδευαν τις χειροποίητες μεθόδους. Οι παραδοσιακοί τρόποι - όπως το χειρόγραφο σχέδιο, η κερογλυπτική και η καρφωτική – δίνουν άλλη αξία σε ένα κόσμημα. Όμως οι ίδιοι αυτοί τρόποι συνοδεύονται από αστοχίες, λάθη, υψηλό κόστος και χαμηλούς ρυθμούς παραγωγής, προκλήσεις που αντιμετωπίστηκαν με την χρήση του υπολογιστή και των σχεδιαστικών προγραμμάτων. Χάρη σε αυτά, δημιουργήθηκε μια περισσότερο αποδοτική γραμμή παραγωγής που χαρακτηρίζεται από ακρίβεια και επαναληψιμότητα, δίνοντας την δυνατότητα στους χρυσοχόους να διοχετεύσουν την δημιουργικότητά τους και να πρωτοτυπήσουν. Όλα αυτά βεβαίως μπόρεσαν να επιτευχθούν με τον συνδυασμό των τρισδιάστατων εκτυπωτών (3d printers ), καθώς ο ψηφιακός σχεδιασμός ενός μοντέλου δεν θα μπορούσε να υλοποιηθεί με κάποιον άλλον τρόπο.

### **2.2.1 Ευελιξία και Μείωση του Κόστους**

Ένα ακόμη σημαντικό πλεονέκτημα του ψηφιακού σχεδιασμού είναι η δυνατότητα που προσφέρει στις μικρές διορθώσεις κατά την δημιουργία ενός πρωτότυπου μοντέλου. Παραδοσιακά, όταν σε ένα νέο σχέδιο παρατηρούνται λάθη οι χρυσοχόοι καλούνται να το υλοποιήσουν εκ νέου, ξεκινώντας συνήθως πάλι από την αρχή. Έτσι, η διάρκεια κατασκευής και το οικονομικό κόστος εκτοξεύονται, ενώ πολλές φορές ξεπερνούν ακόμα τα όρια του της βιωσιμότητας μιας επιχείρησης. Η δυνατότητα ενός σχεδιαστή να κάνει γρήγορες προσαρμογές και να παρέχει ένα ψηφιακό πρωτότυπο είναι και ο πιο σημαντικός λόγος που τα λογισμικά τρισδιάστατου σχεδιασμού έχουν εισχωρήσει τόσο βαθιά στον κλάδο.

### **2.2.2 Προκλήσεις κατά την Αξιοποίηση λογισμικών CAD**

Παρά τα τόσο σημαντικά πελoneκτήματα του ψηφιακού σχεδιασμού μέσω προγραμμάτων CAD, υπάρχουν και σημαντικοί προβληματισμοί ως προς την προσβασιμότητά τους. Ειδικά, όταν πρόκειται για σχεδιαστές πολυετούς εμπειρίας στον σχεδιασμό – είτε σε χαρτί, είτε σε κερί – οι οποίοι καλούνται να αλλάξουν εντελώς τον τρόπο εργασίας τους και να κατανοήσουν πως λειτουργεί ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα. Ακόμα και τα βασικά στοιχεία, όπως είναι για

παράδειγμα η περιήγηση στο περιβάλλον ενός προγράμματος ή η χρήση των βασικών συντομευσών του, μπορούν να τους πάρουν αρκετό καιρό για να γίνουν κατανοητά και χρηστικά. Αυτό το πρόβλημα βέβαια εντείνεται ακόμα περισσότερο αν σκεφτεί κανείς την περίπλοκη λογική που κρύβεται πίσω από τον Παραμετρικό Σχεδιασμό σε προγράμματα όπως το MatrixGold.

Τα προβλήματα όμως του τρισδιάστατου σχεδιασμού δεν περιορίζονται μόνο στα προαναφερθέντα. Το γεγονός ότι μπορεί να γίνει κάποιο τεχνικό λάθος σε κάποιο μοντέλο δεν είναι κάτι που εξαρτάται άμεσα από τον τρόπο και το είδος του σχεδιασμού του. Πολλές φορές, ακόμα και στον ψηφιακό σχεδιασμό, μπορούν να γίνουν λάθη κατά την ανάπτυξη ενός νέου προϊόντος, τα οποία θα πρέπει να διορθωθούν και να δοκιμαστούν ξανά. Αυτό το πρόβλημα, ενώ δεν δύναται να εξαφανιστεί εντελώς, ελαττώνεται κατά μεγάλο βαθμό, όπως συμβαίνει και στις συνέπειες που το συνοδεύουν. Σκεφτείτε για παράδειγμα την κατασκευή ενός καστονιού το οποίο, μετά την πρώτη δοκιμή, αποφασίστηκε να μην έχει στρογγυλά δόντια, αλλά τετράγωνα. Η αλλαγή αυτή θα διαρκέσει ενδεχομένως αρκετά λεπτά σε έναν CAD σχεδιαστή, ενώ θα απαιτούσε 1 ώρα για να κατασκευαστεί χειροποίητα ξανά.

### **2.2.3 Επιρροή στην βιομηχανία του Κοσμήματος**

Το μεγαλύτερο πλεονέκτημα του ψηφιακού τρισδιάστατου σχεδιασμού για την βιομηχανία του κοσμήματος είναι η βελτιστοποίηση της διαδικασίας σχεδιασμού και παραγωγής. Αντίθετα από τις κλασικές μεθόδους, μπορούν να γίνουν εύκολες αλλαγές και προσαρμογές σε υπάρχοντα σχέδια μέσα σε λίγα μόλις λεπτά, χωρίς να απαιτείται ο επανασχεδιασμός τους. Αλλαγές σε μεγέθη δαχτυλιδιών ή στον τρόπο που καρφώνονται οι πολύτιμοι λίθοι, για παράδειγμα, είναι διαδικασίες που μειώνονται δραματικά, οδηγώντας στην συντομότερη κατασκευτή ενός μοντέλου. Συγκεκριμένα, για τα μονόπετρα δαχτυλίδια όπου για κάθε ένα αλλάζει το μέγεθος της εσωτερικής διαμέτρου και το σχήμα ή το μέγεθος της κεντρικής πέτρας, ο CAD σχεδιασμός κάνει ξεκάθαρη την υπεροχή του.

Ο παραμετρικός σχεδιασμός δε, μέσω εργαλείων όπως το **MatrixGold** ενισχύει ακόμη περισσότερο αυτά τα πελoneκτήματα, φέρνοντας την δυνατότητα παραμετροποίησης για μελλοντική προσαρμογή λεπτομεριών. Παραδείγματος χάρη, ένα μονόπετρο δαχτυλίδι μπορεί δυναμικά να αλλάζει **νούμερο ή μέγεθος/σχήμα** κεντρικής πέτρας, χωρίς να αλλοιώνεται ή να παραμορφώνεται η αρχιτεκτονική του. Επιπλέον, στην κατασκευή περισσότερων αντίστοιχων δαχτυλιδιών, ενώ κάθε ένα θα προσαρμόζεται κατάλληλα για να ταιριάζει στο χέρι του



αγοραστή, δεν θα υπάρχουν διαφοροποιήσεις που θα δείχνουν το τελικό μοντέλο διαφορετικό από ένα δείγμα που θα είχε δει ο ίδιος εξ' αρχής. Αυτό δύναται να συμβεί ακόμα και σε πιο περιπλοκές προσωποποιημένες επιλογές.

#### **2.2.4 Μείωση Σφαλμάτων**

Όταν πρόκειται για περίπλοκα σχέδια ή για επαναληψιμότητα σε κάποιο υπάρχον σχέδιο, η χειροποίητη μέθοδος κρύβει κινδύνους όπως μικρές διαφοροποιήσεις σε λεπτομέριες. Αυτό έχει ως αποτέλεσμα ένας αγοραστής να λάβει διαφορετικό δαχτυλίδι από αυτό που είχε δει όταν πήρε την απόφαση να προβεί σε κάποια αγορά. Ένα CAD πρόγραμμα ελαχιστοποιεί αυτά τα λάθη, δίνοντας την δυνατότητα για ακριβή δόμηση και έλεγχο σε διαστάσεις, συμμετρία και τεχνικές προδιαγραφές.

Σχετικά με τα μονόπετρα δαχτυλίδια, ακόμα και οι πιο μικροσκοπικές λεπτομέριες μπορούν να ρυθμιστούν κατάλληλα ώστε να υπάρξει αισθητική και πρακτική ισορροπία, χωρίς να διακινδυνεύεται η ασφάλεια ενός πολύ ακριβού πολύτιμου λίθου.

#### **2.2.5 Δημιουργία Βιβλιοθήκης και Χρήση της**

Πέραν της κατασκευής ενός κοσμήματος για την χρήση ή την πώλησή του, ο ψηφιακός σχεδιασμός δίνει την δυνατότητα της αρχειοθέτησης ενός τεράστιου όγκου από μοντέλα χωρίς να απαιτείται χώρος ή υλικό, σε αντίθεση με τον παραδοσιακό τρόπο. Πολύ γρήγορα μπορεί κάποιος να ανατρέξει σε κάποιο σχέδιο και να το χρησιμοποιήσει ξανά, έχοντας απλά πρόσβαση σε έναν υπολογιστή και κάνοντας μια αναζήτηση. Για παράδειγμα, ένας σχεδιαστής μπορεί να ανατρέξει στο αρχείο ενός συγκεκριμένου δαχτυλιδιού, να το επεξεργαστεί ανάλογα με τις ανάγκες του αγοραστή και να το προωθήσει για εκτύπωση και παραγωγή. Υπό άλλες συνθήκες θα έπρεπε να το φτιάξει από την αρχή, και να επιβαρυνθεί με το ρίσκο ότι δεν θα φτιάξει ακριβώς αυτό που είχε δει ο αγοραστής στα υπάρχοντα δείγματα.

#### **2.2.6 Οπτική Απεικόνιση και Κατασκευή Πρωτοτύπων**

Τα φωτορεαλιστικά μοντέλα του τελικού προϊόντος, που μπορούν να δημιουργηθούν μέσω των εργαλείων CAD ενισχύουν ακόμα περισσότερο την αλληλεπίδραση με τον κάθε αγοραστή. Οι δυνατότητες των προγραμμάτων στο να δημιουργούν προηγμένες εικόνες (ακόμα και βίντεο) φωτορεαλισμού δίνουν στους σχεδιαστές την ευκαιρία να παρουσιάσουν

το προϊόν τους, δίνοντας έμφαση σε λεπτομέρειες όπως την υφή του μετάλλου ή την λάμψη του πολύτιμου λίθου. Από την άλλη, οι αγοραστές έχουν την δυνατότητα να βλέπουν μία προσομοίωση του τελικού κοσμήματος, κάτι το οποίο θα τους βοηθήσει να καταλήξουν ορθότερα στην επιλογή τους.

Πέραν όμως των εικόνων φωτορεαλισμού, ο ψηφιακός σχεδιασμός μέσω προγραμμάτων τύπου CAD διευκολύνει και στην δημιουργία δειγμάτων μέσω της τρισδιάστατης εκτύπωσης. Χάρη στους τρισδιάστατους εκτυπωτές οι κατασκευαστές μπορούν να παρέχουν στους πελάτες τους δείγματα ριτίνης, τα οποία μπορούν να δημιουργηθούν σε γρήγορο χρονικό διάστημα και με χαμηλό κόστος. Η μεγάλη ακρίβεια αυτών των δειγμάτων μπορεί να δώσει μια πολύ καλή εικόνα του προϊόντος στον αγοραστή, ειδικά αν σκεφτούμε ότι θα έχει την δυνατότητα να το πιάσει στο χέρι του, ή ακόμα και να το δοκιμάσει πάνω του.

### **2.3 Rhino3D και MatrixGold : Εργαλεία και Εφαρμογές**

Στις μέρες μας, τα προγράμματα τρισδιάστατου σχεδιασμού ποικίλουν ανάλογα με τον κλάδο στον οποίο απευθύνονται. Υπάρχουν προγράμματα όπως το SolidWorks ή το Siemens NX τα οποία επιλέγουν συνήθως οι μηχανολόγοι μηχανικοί (Dinesh Cadd, 2021) ,ή προγράμματα όπως το Catia και το Autodesk Revit που συνηθίζεται να χρησιμοποιούνται στον κλάδο της αεροναυπηγικής και της αρχιτεκτονικής αντίστοιχα. Αυτό δεν σημαίνει πως κάποιος αρχιτέκτονας δεν θα μπορούσε να χρησιμοποιήσει κάποιο πρόγραμμα προσανατολισμένο σε άλλο κλάδο, όπως για παράδειγμα το SolidWorks (Steve Clark, 2024) . Οι διαφορές των προγραμμάτων είναι αυτές που τα ξεχωρίζουν από τα υπόλοιπα και συνήθως εστιάζουν σε διαφορετικές φιλοσοφίες σχεδιασμού, κάνοντάς τα έτσι να ταιριάζουν περισσότερο σε συγκεκριμένους κλάδους. Ωστόσο, υπάρχουν και προγράμματα τα οποία έχουν ένα πολύ μεγάλο εύρος εφαρμογής, όπως το AutoCAD. Αντίστοιχα, το Rhino3D – που είναι και το πρόγραμμα στο οποίο εστιάζει αυτή η εργασία – είναι ένα σχεδιαστικό πρόγραμμα που χρησιμοποιείται κυρίως στους κλάδους της Αρχιτεκτονικής, της Ναυπηγικής και των Κοσμημάτων (Robert McNeel & Associates, 2025c)

Στην μελέτη μας θα ασχοληθούμε με το σχεδιαστικό πρόγραμμα Rhino3D και το επιπλέον πακέτο επέκτασής του, το MatrixGold.



### 2.3.1 Rhino3D

Το Rhino3D, αλλιώς γνωστό και ως Rhinoceros 3D, είναι ένα πρόγραμμα τρισδιάστατου σχεδιασμού με προηγμένες δυνατότητες. Έχει αναπτυχθεί με στόχο την αξιοποίησή του στον βιομηχανικό και αρχιτεκτονικό σχεδιασμό, αλλά λόγω της μεγάλης του ακρίβειας έχει καθιερωθεί και στην βιομηχανία του κοσμήματος, όπου δίνεται έμφαση στην λεπτομέρεια με ακρίβεια μονάδας το δέκατο του χιλιοστού. Οι δυνατότητές του δεν περιορίζονται μόνο στον τρισδιάστατο σχεδιασμό, καθώς είναι αρκετά φιλικό και για τους χρήστες που θέλουν να δημιουργήσουν κάποιο δισδιάστατο σχέδιο. (Robert McNeel & Associates, 2025c)

#### *Προνόμια του Rhino3D*

Το πιο σημαντικό χαρακτηριστικό του Rhino, για το οποίο είναι και τόσο γνωστό, είναι η ευελιξία του. Προσφέρει την δυνατότητα ελεύθερου οργανικού σχεδιασμού με εργαλεία που συνήθως προσφέρονται από πολύ ακριβότερα προγράμματα. Έτσι, δίνει την δυνατότητα στους σχεδιαστές να δημιουργήσουν οποιο σχέδιο θελήσουν με ακρίβεια, ενισχύοντας την πρωτοτυπία, την ανάλυση και την παραγωγή μοντέλων οποιουδήποτε είδους. Επιπλέον, είναι ένα πρόγραμμα συμβατό με μία τεράστια γκάμα προγραμμάτων είτε ανάλυσης και παραγωγής, είτε φωτορεαλισμού και γραφιστικής, χωρίς να περιορίζει τον σχεδιαστή κατά την χρήση του. (Robert McNeel & Associates, 2025b)

#### *Αδυναμίες του Rhino3D*

Παρά τα σημαντικά του πλεονεκτήματα, το Rhino είναι ένα απαιτητικό σχεδιαστικό πρόγραμμα, ειδικά για αρχάριους σχεδιαστές οι οποίοι κάνουν τα πρώτα τους βήματα. Η κατανόησή του είναι μια διαδικασία που απαιτεί πολύ χρόνο και προσπάθεια. Επιπρόσθετα, οι δυνατότητές ως προς την επαναληψιμότητα με μικρές προσαρμογές σε ένα συγκεκριμένο σχέδιο είναι περιορισμένες. Συγκεκριμένα, όταν πρόκειται για ένα σχέδιο που θα παραχθεί πολλές φορές έχοντας μικρές αλλαγές, όπως ένα μονόπετρο, το Rhino συχνά απαιτεί την εξ ολοκλήρου δημιουργία του σχεδίου από την αρχή. Αυτό συμβάλει σημαντικά στο κόστος παραγωγής ενός προϊόντος.

### 2.3.2 MatrixGold

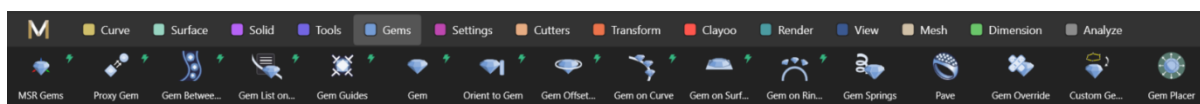
Το MatrixGold είναι ένα επιπρόσθετο πακέτο εντολών του Rhino3D, που αναπτύσσεται από την “Stuller” (ιδιοκτήτες της Gemvision) και, όντας ο διάδοχος των “RhinoGold” και “Matrix”, εξειδικεύεται στον σχεδιασμό κοσμημάτων. Πρόκειται για ένα εργαλείο που εκτοξεύει τις δυνατότητες του Rhino3D με την ένταξη του παραμετρικού δυναμικού σχεδιασμού, προσφέροντας μεγάλη αποτελεσματικότητα σε σχέδια που χρειάζονται συγκεκριμένες αλλαγές σε κάθε επανάληψη δημιουργίας τους. Συνδυάζει τα δικά του δυναμικά εργαλεία με εκείνα του Rhino σε ένα περιβάλλον ( όμοιο του Rhino ) φιλικό προς τους έμπειρους, αλλά και πιο άπειρους σχεδιαστές. (Gemvision, 2025; Jack Meyer, 2025)

#### Προνόμια του MatrixGold

Η βιβλιοθήκη των δυναμικών εργαλείων του MatrixGold είναι ο λόγος που το καθιστά το πιο βολικό λογισμικό για τον σχεδιασμό κοσμημάτων, σύμφωνα με πολλούς. Δίνει στους σχεδιαστές την δυνατότητα να ορίσουν προσαρμόσιμες παραμέτρους για κάθε λεπτομέρεια που χρειάζεται κάποιο κόσμημα. Για παράδειγμα, ένας σχεδιαστής μπορεί να δημιουργήσει ένα μοντέλο μονόπετρου δαχτυλιδιού με προσαρμόσιμες διαστάσεις σχετικά με το μέγεθός του, καθώς και το σχήμα και τις διαστάσεις του κεντρικού διαμαντιού. Στην συνέχεια, ανάλογα με τις ανάγκες του εκάστοτε αγοραστή, αυτές οι λεπτομέρειες μπορούν να αλλάξουν δυναμικά μέσα από το περιβάλλον του προγράμματος, χωρίς να χρειάζεται το σχέδιο να σχεδιαστεί εκ νέου. Έτσι, έχοντας σχεδιάσει μία φορά το μοντέλο, μπορεί για κάθε νέα παραγγελία να προσαρμόζεται μέσα σε λίγα μόλις λεπτά, χωρίς να χρειάζεται να ξοδεύεται χρόνος.

Πέραν της δυνατότητας της παραμετροποίησης, το MatrixGold προσφέρει και κάποια νέα εργαλεία, κατασκευασμένα καθαρά για τον σχεδιασμό κοσμημάτων (βλ. Εικόνα 2.9). Κάποια από αυτά είναι τα εξής:

- Ring Rail : Δημιουργεί τον εσωτερικό κύκλο του δαχτυλιδιού.
- Profile Placer : Τοποθετεί καμπύλες – προφίλ σε μία υπάρχουσα καμπύλη.
- Gem on Curve : Τοποθετεί σε διάταξη διαμάντια πάνω σε μία γραμμή.



Εικόνα 2.9 – Κάποια από τα εξειδικευμένα εργαλεία του MatrixGold

### ***Αδυναμίες του MatrixGold***

Το MatrixGold έχει αναπτυχθεί καθαρά για τον σχεδιασμό κοσμημάτων, όμως δεν παύει να έχει κάποια μειονεκτήματα που είναι σημαντικά. Διαθέτει κάποια προκαθορισμένα παραμετρικά εργαλεία που, ενώ μεν βοηθούν στον γρήγορο σχεδιασμό μοντέλων, είναι περιορισμένα ως προς την ευελιξία τους. Σε αντίθεση με τον συμβατικό σχεδιασμό στο Rhino3D, το MatrixGold δεν επιτρέπει την επεξεργασία μεμονωμένων **σημείων ελέγχου** ( Control Points ) μιας καμπύλης, κάτι το οποίο περιορίζει σχεδιαστικά ακόμα και τους πιο έμπειρους σχεδιαστές. Οι ίδιοι καλούνται να κατανοήσουν μια νέα - διαφορετική από την συνηθισμένη - φιλοσοφία σχεδιασμού, προκειμένου να καταφέρουν να δημιουργήσουν το μοντέλο που θέλουν.

Ένα ακόμη σημαντικό πρόβλημα που συνοδεύει τον σχεδιασμό μέσω του MatrixGold, και γενικότερα τον παραμετρικό σχεδιασμό, είναι οι αυξημένες απαιτήσεις υπολογιστικής δύναμης. Σε αντίθεση με το Rhino3D που χαρακτηρίζεται ως “έλαφρύ” λογισμικό, η δημιουργία περίπλοκων σχεδίων με πολλαπλές παραμέτρους μπορούν εύκολα να οδηγήσουν σε αρκετά μεγάλα αρχεία και συνεπώς να καθυστερούν σημαντικά την διαδικασία σχεδιασμού. Έτσι, ένας νέος χρήστης καλείται να επιλέξει σωστά τον υπολογιστή που θα χρησιμοποιεί ως εργαλείο του.

### ***Η Φιλοσοφία σχεδιασμού του MatrixGold***

Η ανάπτυξη του MatrixGold στηρίχθηκε στις ρίζες του Rhino3D, όπου βασικά εργαλεία έχουν προσαρμοστεί αντίστοιχα ώστε να βοηθούν συγκεκριμένα στον σχεδιασμό κοσμημάτων. Η δυνατότητα του Δυναμικού Σχεδιασμού στοχεύει στην βελτίωση της παραγωγικότητας ενώ ταυτόχρονα διατηρεί την εξελιξία και την ακρίβεια του Rhino, παραμένοντας ένα προσβάσιμο περιβάλλον για όλους τους χρήστες. Έτσι, το MatrixGold απλοποιεί διαδικασίες σχεδιασμού στοιχείων όπως την δημιουργία καστονιού για ένα διαμάντι ή την τοποθέτηση διαμαντιών σε μια επιφάνεια, αφήνοντας στους σχεδιαστές να αξιοποιήσουν την δημιουργικότητά τους στις αισθητικές λεπτομέρειες του σχεδίου.

### **2.3.3 Σύγκριση μεταξύ Rhino3D και MatrixGold**

Ο συνδυασμός των εξειδικευμένων παραμετρικών εργαλείων του MatrixGold με το περιβάλλον του Rhino προσφέρει έναν καμβά δημιουργίας αποτελεσματικών και πρωτοποριακών σχεδίων κοσμημάτων. Έτσι, τα πλεονεκτήματα ή μειονεκτήματα των δύο λογισμικών αλληλοκαλύπτονται.

### ***Rhinoceros3D***

- **Πλεονεκτήματα:**

Το Rhino προσφέρει σχεδιαστική ελευθερία και ευελιξία για την δημιουργία προηγμένων σχεδίων. Διαθέτει ισχυρά εργαλεία σχεδιασμού και επεξεργασίας μη τυπικών επιφανειών, καθιστώντας το κατάλληλο για σχεδιαστές που επιζητούν τον ακριβή έλεγχο της κάθε λεπτομέρειας. Ακόμη, προσφέρει τεράστια συμβατότητα με 3D εκτυπωτές και μηχανήματα παραγωγής, λόγω της μεγάλης ποικιλίας τύπων αρχείων που μπορεί να αναγνωρίσει. (Robert McNeel & Associates, 2025b)

- **Μειονεκτήματα:**

Αν και ευέλικτο, για την δημιουργία περίπλοκων μοντέλων το Rhino απαιτεί ο χρήστης να είναι αρκετά έμπειρος σχεδιαστικά. Για τους αρχάριους, το περιβάλλον του μπορεί να γίνει αρκετά περίπλοκο, ειδικά λόγω της μεγάλης ποικιλίας εργαλείων που διαθέτει. Τέλος, για βιομηχανίες όπως αυτή του κοσμήματος, όπου απαιτείται συχνά ο προσομοιωμένος σχεδιασμός για τον κάθε αγοραστή, η έλλειψη παραμετρικών εργαλείων μπορεί να οδηγήσει σε μεγάλη σπατάλη χρόνου για σχέδια που σχεδιάζονται επανειλημμένα.

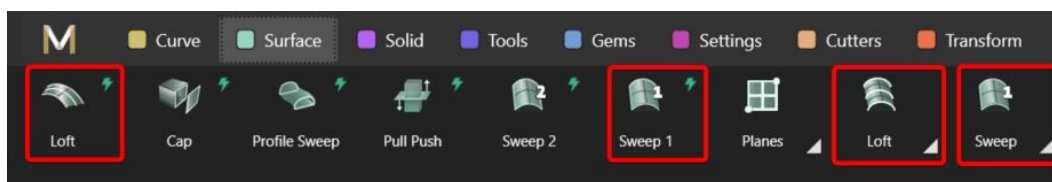
### ***MatrixGold***

- **Πλεονεκτήματα:**

Το MatrixGold ενισχύει το περιβάλλον του Rhino προσθέτοντας μια νέα παραμετρική έκδοση σε κάποια από τα πιο βασικά εργαλεία του. Πέραν των εντολών που απευθύνονται εξ ολοκλήρου σε σχεδιασμό λεπτομερειών που αφορούν τα κοσμήματα (π.χ. τοποθέτηση δοντιών ή δημιουργία προφίλ γαμπών δαχτυλιδιού), διαθέτει και βασικές σχεδιαστικές εντολές, όπως “Loft”, “BooleanDifference” ή “Sweep1Rail”, σε δυναμική έκδοση (βλ. Εικόνα 2.10). Αποτέλεσμα αυτού είναι η δυνατότητα των σχεδιαστών να δημιουργούν αρχεία κοσμημάτων τα οποία μπορούν μελλοντικά να μεταποιηθούν χωρίς να χρειάζεται ο σχεδιασμός τους από την αρχή. Επιπλέον, πρόκειται για ένα εύχρηστο και κατανοητό περιβάλλον που ευνοεί την ένταξη ακόμα και σχεδιαστών με λιγότερη εμπειρία. (Gemvision, 2025)

- **Μειονεκτήματα:**

Το MatrixGold, παρά το γεγονός ότι είναι πολύ εύχρηστο για την δημιουργία κοσμημάτων, διαθέτει εργαλεία περιορισμένα σε δυνατότητες όταν πρόκειται για κάτι πρωτότυπο. Ένας έμπειρος σχεδιαστής θα παρατηρήσει ότι ο παραμετρικός προσανατολισμός του MatrixGold δεν επιτρέπει μεγάλη ευελιξία σε σχήματα με ελεύθερες μορφές, σε αντίθεση με το Rhino. Για παράδειγμα, η άμεση μετακίνηση αντικειμένου με το στοιχείο “**Gumball**” μπορεί να σπάσει την παραμετρική αλυσίδα, ενώ στην πραγματικότητα πρόκειται για ένα από τα πιο συνηθισμένα και αξιοποιήσιμα εργαλεία που προσφέρουν οι πιο πρόσφατες εκδόσεις του Rhino. (Jack Meyer, 2025)



Εικόνα 2.10 – Δυναμικά εργαλεία του MatrixGold και αντίστοιχα στατικά εργαλεία του Rhino3D

## Σύνοψη

Το Rhino προορίζεται για έμπειρους σχεδιαστές που επιζητούν τον ελεύθερο σχεδιασμό πρωτοποριακών μοντέλων, ενώ αντίθετα το MatrixGold απευθύνεται σε όσους θέλουν να προετοιμάσουν σχέδια που θα χρειαστεί μελλοντικά να προσαρμοστούν αρκετές φορές, όπως συμβαίνει στον κλάδο των κοσμημάτων. Και τα δύο μαζί σε συνδυασμό δίνουν λύσεις δεξιοτεχνίας και αποτελεσματικών παραμετρικών δομών, αρκεί βέβαια να αξιοποιηθούν με την κατάλληλη σειρά.

### 2.3.4 Η Εφαρμογή τους στον κλάδο της χρυσοχοΐας

Η χρήση των Rhino και MatrixGold στην χρυσοχοΐα έχει γίνει απαραίτητη τα τελευταία χρόνια. Πλέον, είτε το Rhino για πρωτότυπα κοσμήματα τυχαίας μορφής, είτε το MatrixGold για την παραμετρική κατασκευή προσαρμόσιμων μοντέλων, έχουν καθιερωθεί και χρησιμοποιούνται από τεχνίτες και σχεδιαστές κοσμημάτων σε μεγάλα και μικρά εργαστήρια

ανά τον κόσμο. Συνεπώς, η αγορά του κοσμήματος έχει διευρυνθεί και μπορούν όλοι να προσφέρουν ανταγωνιστικές τιμές και καινοτόμα προϊόντα. (Robert McNeel & Associates, 2025a)

Για παράδειγμα, ένας σχεδιαστής που εξειδικεύεται σε μονόπετρα δαχτυλίδια μπορεί να αξιοποιήσει τα εργαλεία του MatrixGold για να ορίσει τις εξής παραμέτρους:

- Διαστάσεις και σχήμα κεντρικού Διαμαντιού
- Μέγεθος Δαχτυλιδιού
- Πάχος Δοντιών που στηρίζουν το Διαμάντι
- Ύψος (ξεκινώντας από το δάχτυλο) στο οποίο θα τοποθετηθεί το Διαμάντι

Αυτές οι παράμετροι δεν υπάρχουν μόνο για λόγους ταχύτητας στην κάθε νέα παραγγελία που θα διεκπεραιώσει ο σχεδιαστής. Αντιθέτως, εξασφαλίζουν ότι κάθε φορά που θα φτιάχνεται ένα συγκεκριμένο σχέδιο θα είναι πανομοιότυπο, με μοναδικές αλλαγές αυτές που θα ορίζονται από το διαμάντι και το μέγεθος του δαχτυλιδιού. Φανταστείτε την σύγχυση που υπάρχει, αν για παράδειγμα ο σχεδιαστής καλείται κάθε φορά που φτιάχνει το ίδιο σχέδιο να το μελετά και να το δημιουργεί εξ αρχής με ακριβώς τις ίδιες αναλογίες. Πρόκειται για μια διαδικασία που κοστίζει χρονικά, την στιγμή που ο ίδιος μπορεί, με ένα παραμετρικό σχέδιο, να προσαρμόζει τις απαραίτητες παραμέτρους και το σχέδιο να διατηρεί τις αναλογίες του. Φυσικά, αυτές δεν είναι οι μόνες παράμετροι που μπορούν να οριστούν σε ένα σχέδιο. (Mohammadvali, no date)

### 2.3.5 Σύνοψη

Η συνδυαστική χρήση του Rhino με το MatrixGold αποτελούν ένα ισχυρό εργαλείο που έχει συμβάλει πολύπλευρα στην βιομηχανία του κοσμήματος. Το Rhino υπερτερεί στην δημιουργία πρωτοπόρων και καινοτόμων σχεδίων με ακρίβεια, ενώ το MatrixGold βοηθάει στην δόμηση μιας ολόκληρης βιβλιοθήκης που θα αξιοποιηθεί στην επαναληψιμότητα σχεδίων με μικρές παραλλαγές. Οι σχεδιαστές καταφέρνουν να αξιοποιούν τις δυνατότητες και των δύο λογισμικών για να πετύχουν τους αισθητικούς τους στόχους, ενώ ταυτόχρονα συμβαδίζουν με την εξέλιξη της τεχνολογίας. Έτσι, τα δύο αυτά λογισμικά εξασφαλίζουν ότι η παράδοση της χρυσοχοΐας διατηρείται μέσα από την τεχνολογία.

## 2.4 GS Diamonds: μελέτη περίπτωσης

Η GS Diamonds ιδρύθηκε το 1986 και έκτοτε έχει αποτελέσει έναν από τους πρωτοπόρους Αυστραλιανούς οίκους κοσμημάτων, ενώ ειδικεύεται σε μονόπετρα δαχτυλίδια αρραβώνων με φυσικά ορυκτά διαμάντια. Η εταιρεία δίνοντας έμφαση στην ποιότητα, την τέχνη του κοσμήματος και στην προσαρμογή κατά ειδική παραγγελία, κατάφερε να συμβαδίσει με τις ανάγκες της εποχής και των καταναλωτών, που αναζητούν εξατομικευμένα κοσμήματα ανάλογα με τις ανάγκες τους. Με το πέρασμα των χρόνων, η GS προσαρμόστηκε στα νέα τεχνολογικά μέσα και παρέμεινε ανταγωνιστική, ενώ το ονομά της συνοδεύουν η παράδοση και η εξέλιξη.

### 2.4.1 Τρόπος λειτουργίας της GS Diamonds

Ο τρόπος λειτουργίας της GS Diamonds έχει ως πυρήνα την δημιουργία πλήρως προσωποποιημένων μονόπετρων δαχτυλιδιών, τα οποία καλύπτουν τις προσωπικές ανάγκες του κάθε αγοραστή. Αυτή η προσέγγιση απαιτεί την τήρηση των παρακάτω βημάτων:

#### 1. Επικοινωνία με τον Πελάτη:

Αυτή η διαδικασία λαμβάνει μέρος είτε σε κάποιο από τα καταστήματα της εταιρείας, είτε μέσω της ιστοσελίδας της. Ο πιθανός αγοραστής, έχοντας την καθοδήγηση του πωλητή, διαλέγει ένα διαμάντι ανάμεσα σε επιλογές που ποικίλουν με βάση το σχήμα (π.χ. στρογγυλό, καρέ, οβάλ) και την βαθμολόγηση (βασισμένη στα 4C). Έχοντας επιλέξει το κεντρικό διαμάντι, καλείται να επιλέξει τον σκελετό του δαχτυλιδιού μέσα από μια μεγάλη γκάμα σχεδίων και δειγμάτων που έχει η GS στην βιβλιοθήκη της.

#### 2. Διαδικασία εξατομίκευσης:

Όταν ο αγοραστής επιλέξει το διαμάντι και τον σκελετό του δαχτυλιδιού, ο πωλητής παίρνει τις μετρήσεις του δαχτύλου του αγοραστή, προκειμένου να εξασφαλιστεί ότι το δαχτυλίδι θα ταιριάζει απόλυτα σε εκείνον. Όλες αυτές οι πληροφορίες μεταφέρονται στην σχεδιαστική ομάδα της GS, η οποία θα ξεκινήσει και την διαδικασία παραγωγής. Πρώτα θα προετοιμάσει το σχέδιο, παίρνοντας το πρωτότυπο από την βιβλιοθήκη και επανασχεδιάζοντάς το, δίνοντας έμφαση στις λεπτομέρειες που πρέπει να αλλαχθούν (σχήμα/διαστάσεις διαμαντιού και νούμερο δαχτυλιδιού). Σε αυτό το στάδιο πρέπει να δοθεί ιδιαίτερη σημασία, καθώς ο νέος σκελετός πρέπει να είναι ικανός να υποδεχτεί και να προστατέψει το διαμάντι, ενώ ταυτόχρονα δεν θα πρέπει να διαφέρει από το δείγμα που είχε δει εξ αρχής ο αγοραστής. Πρέπει να σημειωθεί το ότι ακόμα και πολύ μικρές διαφορές στα μεγέθη των διαμαντιών – όπως το



0.1mm – απαιτούν τις απαραίτητες αλλαγές, ώστε να φτιαχτεί ένας στιβαρός και ασφαλής σκελετός που θα αντέξει στο πέρασμα του χρόνου. Το τελικό κόστος του κοσμήματος δείχνει την σημασία της ακρίβειας και της τεχνογνωσίας που χρειάζονται κατά τον σχεδιασμό και την κατασκευή του.

### **3. Υλοποίηση και κατασκευή:**

Μετά το στάδιο του σχεδιασμού, το σχέδιο εκτυπώνεται από 3D εκτυπωτή σε μοντέλο χυτεύσιμης ρητίνης που θα χρησιμοποιηθεί για την διαδικασία του χυτηρίου. Το τελικό δαχτυλίδι, σε μορφή πλέον μετάλλου, θα επεξεργαστεί από τον χρυσοκόο και θα φτάσει μέχρι και το στάδιο του τελικού φινιρίσματος, πριν δοθεί στον καρφωτή που θα τοποθετήσει με ακρίβεια το διαμάντι πάνω του.

Αυτά είναι τα βασικά στάδια επεξεργασίας που πρέπει να γίνουν για οποιαδήποτε παραγγελία, ανεξαρτήτως μετάλλου, διαμαντιού ή σχεδίου.

#### **2.4.2 Προβλήματα που παρατηρούνται στον τρόπο λειτουργίας**

Αν και πρόκειται για έναν από τους πιο γνωστούς οίκους του συγκεκριμένου είδους κοσμημάτων, η GS Diamonds αντιμετωπίζει κάποιους προβληματισμούς σχετικά με την παραγωγικότητα και την δυναμική της. Κάποιοι από αυτούς αναφέρονται παρακάτω:

- **Επανασχεδιασμός μοντέλων:**

Η GS φροντίζει ώστε τα κοσμήματα που κατασκευάζει να είναι πλήρως εξατομικευμένα στα διαμάντια τα οποία συνοδεύουν. Αυτό απαιτεί τον επανασχεδιασμό του κάθε κοσμήματος από την αρχή, ώστε να είναι άρτιο ως προς όλες τις λεπτομέρειες και τις διαστάσεις του. Ενώ έχει ήδη καλά δομημένη την βιβλιοθήκη της, οι σχεδιαστές καλούνται να μελετούν το κάθε σχέδιο και να το δημιουργούν εξ αρχής, μια διαδικασία που κοστίζει τόσο χρονικά, όσο και οικονομικά

- **Συνέπεια και Ποιότητα:**

Ο επανασχεδιασμός ενός σχεδίου για κάθε νέα παραγγελία που τοποθετείται στο σύστημα της εταιρείας, ειδικά σε περιόδους μεγάλου φόρτου, μπορεί να προκαλέσει θέματα ασυνέπειας στα προϊόντα. Κάθε δαχτυλίδι θα πρέπει να συμβαδίζει με το αντίστοιχο δείγμα, ενώ ταυτόχρονα θα διατηρεί τις τεχνικές προδιαγραφές που ορίζει η εταιρεία. Η διατήρηση των υψηλών προδιαγραφών όμως, σε κάθε ένα κόσμημα που παράγεται, απαιτεί την επένδυση προσοχής και χρόνου.



- **Υψηλό κόστος παραγωγής:**

Το στάδιο του σχεδιασμού, λόγω της εκ νέου δημιουργίας του κάθε σχεδίου, απαιτεί την απασχόληση περισσότερων σχεδιαστών από την εταιρεία, ικανών και κατάλληλων στο να διατηρήσουν την ποιότητά της.

Αυτοί οι προβληματισμοί καθιστούν απαραίτητη την ένταξη καινοτομιών στο στάδιο της παραγωγής, οι οποίες δεν θα αλλοιώσουν την ποιότητα και τον χαρακτήρα που έχει ήδη η εταιρεία.

## **2.4.3 Η σημασία του παραμετρικού σχεδιασμού στην αντιμετώπιση των προβλημάτων**

Ο παραμετρικός σχεδιασμός μέσω του λογισμικού MatrixGold εποτελεί μία κομβική λύση για την GS Diamonds, αφού της δίνει την δυνατότητα να δομήσει την γραμμή παραγωγής της με οικονομικότερο – σε χρόνο και κόστος – τρόπο, χωρίς να παρέμβει στον χαρακτήρα της και την ποιότητά της. Αξιοποιώντας τα παραμετρικά εργαλεία του προγράμματος, οι σχεδιαστές της GS μπορούν να δημιουργήσουν δυναμικά μοντέλα τα οποία θα χρησιμοποιούν ως πρότυπα για τις προσαρμογές που απαιτεί η κάθε παραγγελία. Οι πιο βασικοί λόγοι για τους οποίους θα ήταν χρήσιμη η αξιοποίηση του MatrixGold από την σχεδιαστική ομάδα της εταιρείας είναι οι ακόλουθοι:

### **1. Δυναμικά πρότυπα:**

Κάθε κόσμημα που βρίσκεται στην βιβλιοθήκη της GS θα μπορούσε να επανασχεδιαστεί σε δυναμική έκδοση, με ορισμένες ως παραμέτρους εκείνες που χρειάζονται προσαρμογή σε κάθε περίπτωση. Παραδείγματος χάρη, εάν ένας αγοραστής επιλέξει ένα στρογγυλό διαμάντι διαστάσεων 6.72 x 4.31mm και μέγεθος δαχτυλιδιού K, ο σχεδιαστής θα χρειαστεί απλώς να αλλάξει τις παραμέτρους του δυναμικού σχεδίου που σχετίζονται με αυτές τις λεπτομέρειες, και το μοντέλο θα είναι έτοιμο. Έτσι μειώνεται δραματικά ο χρόνος διεκπεραίωσης του σχεδιαστικού σταδίου, καθώς δεν χρειάζεται να δημιουργηθεί εκ νέου το σχέδιο.

### **2. Συνέπεια και Ποιοτική Ασφάλεια:**

Ο παραμετρικός σχεδιασμός εξασφαλίζει την συνεχή ομοιομορφία των σχεδίων, ακόμα και μετά από πολύ καιρό χρήσης των αρχείων τους. Η σχεδιαστική ομάδα μπορεί να ορίσει εξ αρχής κάποιες σχεδιαστικές σταθερές που ικανοποιούν την πολιτική της εταιρείας, όπως είναι η ελάχιστη διάμετρος των δοντιών της κεντρικής πέτρας ή το πάχος της γάμπας για την εξασφάλιση της ανθεκτικότητας. Συνεπώς θα αποφευχθεί η πιθανότητα λάθους και κάθε νέο κόσμημα θα συμβαδίζει με τις σχεδιαστικές συνθήκες που ακολουθεί η GS Diamonds.

### **3. Εξοικονόμηση Χρόνου και Χρημάτων:**

Η δημιουργία δυναμικών μοντέλων και η αξιοποίηση του παραμετρικού σχεδιασμού μπορούν να μειώσουν την διάρκεια του σταδίου σχεδιασμού μέχρι και κατά 80%, δίνοντας στους σχεδιαστές την δυνατότητα να διαχειριστούν μεγαλύτερο όγκο παραγγελιών χωρίς να μειώνουν την ποιότητα εργασίας τους. Αυτή η αποδοτικότητα μεταφράζεται ως μείωση του λειτουργικού κόστους, καθώς λιγότερες ώρες θα ξοδεύονται σε επαναλαμβανόμενες διαδικασίες.

### **4. Ενισχύεται η σχέση με τον Πελάτη:**

Ακόμα και οι ίδιοι οι αγοραστές επηρεάζονται θετικά από την ένταξη του παραμετρικού σχεδιασμού, καθώς μειώνεται δραματικά ο χρόνος που θα χρειαστεί για να δουν κάποια εικόνα φωτορεαλισμού ή κάποιο δείγμα ρητίνης πριν προχωρήσουν στην τελική επιβεβαίωση για την κατασκευή του κοσμήματος. Αυτές οι διαδικασίες, λόγω σειράς προτεραιότητας, λαμβάνουν σημαντικό χρονικό κομμάτι από την συνολική διάρκεια διεκπεραίωσης μιας παραγγελίας.

#### **2.4.4 Επιπτώσεις της Μελέτης**

Ο παραμετρικός σχεδιασμός θα μπορούσε να φέρει την επανάσταση στον τρόπο λειτουργίας της GS Diamonds. Δημιουργώντας δυναμικά πρότυπα μοντέλων στην βιβλιοθήκη της, η εταιρεία μπορεί να διατηρήσει την προσαρμοστικότητα των σχεδίων ελαττώνοντας σημαντικά τις χρονοβόρες διαδικασίες σχεδιασμού. Η ισορροπία μεταξύ της παράδοσης και της καινοτομίας θα την καταστήσει πρωτοπόρα στον κλάδο της, ενώ θα είναι εξαιρετικά προοδευτική σε σχέση με τους ανταγωνιστές της.

Επιπλέον, τα αποτελέσματα της μελέτης ως προς την ένταξη του παραμετρικού σχεδιασμού στην ροή παραγωγής της GS Diamonds θα βοηθήσουν γενικότερα στην εξέλιξη της χρυσοχοΐας. Η υιοθέτηση παρόμοιων μεθόδων μπορεί να ευνοήσει και άλλες επιχειρήσεις που προσπαθούν να προσφέρουν υψηλής ποιότητας, προσωποποιημένα κοσμήματα χωρίς την άσκοπη σπατάλη σημαντικών πόρων.

### 3.Μεθοδολογία

#### 3.1 Επισκόπηση της Ερευνητικής Διαδικασίας

Αυτή η έρευνα διεξήχθη με σκοπό την ενσωμάτωση των μεθόδων του παραμετρικού σχεδιασμού στην βιομηχανία της χρυσοχοΐας, εστιάζοντας στα μονόπετρα δαχτυλίδια. Στόχος ήταν να ερευνηθεί το κατά πόσο τα προηγμένα εργαλεία του CAD σχεδιασμού, συγκεκριμένα του MatrixGold, μπορούν να ενισχύσουν την διαδικασία σχεδιασμού, να βελτιώσουν την παραγωγικότητα των προσωποποιημένων σχεδίων, να αντιμετωπίσουν το πρόβλημα των επαναλαμβανόμενων σχεδίων και να βοηθήσουν στην οργάνωση των αρχείων σε μια βιβλιοθήκη. Η μελέτη εστίασε στην δημιουργία παραμετρικών μοντέλων για μονόπετρα δαχτυλίδια αρραβώνων τα οποία παρείχε η **GS Diamonds**.

Η διαδικασία της έρευνας δομήθηκε προσεκτικά ώστε να εξισσοροπεί την πολυπλοκότητα των τεχνικών του παραμετρικού σχεδιασμού με τις πρακτικές ανάγκες που είχε η σχεδιαστική ομάδα της GS Diamonds. Για αρχή, έγινε επιλογή πέντε μοντέλων διαχτυλιδιών, διαφορετικών ώστε να αντιπροσωπεύουν ένα μεγάλο εύρος σχεδίων. Δώθηκε ιδιαίτερη έμφαση στο να επιλεγθούν σχέδια που, σύμφωνα με τις πωλήσεις των τελευταίων ετών, προτιμούνται περισσότερο από τους καταναλωτές. Αυτά τα σχέδια μελετήθηκαν αναλυτικά ώστε να οριστούν οι πιο βασικές παράμετροι που θα επηρεάζουν δυναμικά το πρότυπο που θα δημιουργηθεί. Χρησιμοποιώντας τα εργαλεία του MatrixGold, τα επιλεγμένα δαχτυλίδια σχεδιάστηκαν δυναμικά, ενώ δώθηκε συγκεκριμένη ονομασία σε κάθε εργαλείο και παράμετρο που ορίστηκε. Έτσι, δεν υπήρξε σύγχυση όταν οι σχεδιαστές κλήθηκαν να χρησιμοποιήσουν αυτά τα αρχεία.

Αφού τα παραμετρικά μοντέλα τελειοποιήθηκαν, δώθηκαν στην σχεδιαστική ομάδα της GS Diamonds για να ξεκινήσει το στάδιο των δοκιμών. Μαζί με τα αρχεία, οι σχεδιαστές έλαβαν και ένα σχετικό αρχείο κειμένου το οποίο εξηγούσε αναλυτικά τον τρόπο χρήσης των αρχείων, καθώς και λεπτομέρειες σχετικές με το πως θα τα προσαρμόσουν ώστε να καλύψουν τις τεχνικές προδιαγραφές για την διεκπεραίωση παραγγελιών. Έπειτα από την δοκιμαστική περίοδο, που διήρκεσε 2 εβδομάδες, οι σχεδιαστές ανατροφοδότησαν με πληροφορίες την έρευνα, ώστε να βελτιωθεί η χρησιμότητα των σχεδίων και να δομηθεί καλύτερα η αρχειοθέτησή τους, ώστε να τους βολεύει περισσότερο κατά την καθημερινή χρήση τους. Οι πληροφορίες από την ανατροφοδότηση, μαζί με τις παρατηρήσεις που είχαν γίνει κατά την διαδικασία δημιουργίας των αρχείων, συνδυάστηκαν με σκοπό την περαιτέρω βελτίωση των παραμετρικών μοντέλων ως προς την χρησιμότητά τους.

Κατά την διάρκεια διεξαγωγής της έρευνας δόθηκε ιδιαίτερη προσοχή στην διασφάλιση των ιδιόκτητων σχεδίων της GS Diamonds, ενώ επίσης δεν επηρεάστηκαν οι επιχειρηματικές της δραστηριότητες. Μέσω αυτής, τριπλασιάστηκε ο αριθμός των ολοκληρωμένων μοντέλων καθημερινά και άνοιξε ο δρόμος για την ευρύτερη υιοθέτηση της παραμετρικής προσέγγισης στην βιομηχανία του κοσμήματος.

### **3.2 Επιλογή μοντέλων από την βιβλιοθήκη της GS Diamonds**

Για την διασφάλιση της αξιοπιστίας της έρευνας, επιλέχθηκαν πέντε από τα πιο δημοφιλή μοντέλα δαχτυλιδιών του καταλόγου της GS Diamonds. Η επιλογή τους έγινε σε συνεργασία με την υπεύθυνη ανάπτυξης προϊόντων, κ. Παπαγεωργίου Μαρία, προκειμένου να ευθυγραμμιστεί ο ερευνητικός στόχος της εργασίας με τις προτιμήσεις των καταναλωτών. Αυτή η διαδικασία βασίστηκε σε 3 κριτήρια:

- **Ποικιλομορφία:**

Επιλέχθηκαν διαφορετικού τύπου σχέδια για να εξεταστεί πως ο παραμετρικός σχεδιασμός μπορεί να αξιοποιηθεί σε διάφορες αισθητικές απαιτήσεις. Κάποιες από αυτές είναι οι εξής:

- **Μονόπετρα Δαχτυλίδια:** Κλασικά σχέδια με ένα κεντρικό Διαμάντι
- **Δαχτυλίδια με πλαϊνές πέτρες:** Μονόπετρα Δαχτυλίδια που κοσμούνται με μικρά διαμάντια σε διάφορα σημεία τους.
- **Εναλλακτικές Καστονιού:** Σχέδια που φέρουν διάφορα είδη καρφώματος, δοντιών ή βάσεων της πέτρας.

Επιλέγοντας σχέδια διαφορετικής αρχιτεκτονικής, η μελέτη ήταν ικανή να πραγματευτεί ένα ευρύ φάσμα εργαλείων και παραμέτρων του MatrixGold.

- **Απαιτήσεις προσαρμογής:**

Τα μοντέλα χρειάστηκε να διαφέρουν ως προς την πολυπλοκότητά τους. Έτσι, συμπεριλήφθηκαν κοσμήματα στα οποία τοποθετούνται διαφορετικά σχήματα και μεγέθη πετρών (π.χ. στρογγυλή, τετράγωνη). Αυτές οι παραλλαγές παρείχαν σημαντικές πληροφορίες ως προς την ευελιξία και την επέκταση του παραμετρικού σχεδιασμού.

- **Ζήτηση των πελατών:**

Τα συγκεκριμένα μοντέλα αντανakλούν τα best sellers της GS Diamonds, διασφαλίζοντας ότι η έρευνα έλαβε μέρος στην πραγματική αγορά του κοσμήματος. Επιλέγοντας τα πλέον προτιμώμενα μοντέλα, η μελέτη τόνισε την σημασία της ως προς την γραμμή παραγωγής της εταιρείας.

Τα δαχτυλίδια που επιλέχθηκαν ήταν τα εξής:

- **Dalia Solitaire Diamond Engagement Ring 6 Claw** με κωδικό προϊόντος GSD99
- **Rene Solitaire Diamond Engagement Ring 4 Claw** με κωδικό προϊόντος GSD115
- **Ariel Side Stones Diamond Engagement Ring 4 Claw** με κωδικό προϊόντος GSD298
- **Crown Tulip Ring Round Claw** με κωδικό προϊόντος GSD622
- **Jana Solitaire Diamond Engagement Ring 4 Claw** με κωδικό προϊόντος GSD196

### 3.2.1 Λεπτομερής Ανάλυση των επιλεγμένων μοντέλων

Κάθε ένα από τα 5 σχέδια μελετήθηκε διεξοδικά με σκοπό τον εντοπισμό των βασικών παραμέτρων και δομικών του χαρακτηριστικών. Αυτό το βήμα ήταν σημαντικό για την δημιουργία της παραμετρικής αλυσίδας που θα είναι ακριβής και λειτουργική. Η ανάλυση επικεντρώθηκε στα εξής:

- **Κάρφωμα των πετρών:**

Αναγνώριση των διαστάσεων και της θέσης των διαμαντιών (κεντρικού και συμπληρωματικών) με σκοπό την διασφάλιση της ασφαλούς τοποθέτησής τους.

- **Αναλογίες της Γάμπας:**

Μέτρηση του πάχους, του φάρδους και της καμπυλότητας της γάμπας για την διατήρηση της δομικής ταυτότητας και του αισθητικού χαρακτήρα της εταιρείας.

- **Σχεδιαστικά στοιχεία:**

Παρατήρηση συμπληρωματικών στοιχείων όπως χαράγματα, τοποθέτηση πετρών κατά σειρά ή τοποθέτηση σφαιριδίων με σκοπό την πιστή αναπαράστασή τους στην παραμετρική έκδοση.

### 3.2.2 Εξασφάλιση Χρηστικότητας

Η συνεργασία με την υπεύθυνη ανάπτυξης προϊόντων της GS Diamonds ήταν καθοριστική για την σωστή επιλογή σχεδίων, ικανών να εξισορροπούν την πολυπλοκότητα με την χρηστικότητα τους. Η έρευνα ευθυγραμμίστηκε με τον στόχο της εταιρείας να προσφέρει υψηλής ποιότητας κοσμήματα, ενώ ταυτόχρονα εστίασε σε σχέδια που προτιμώνται περισσότερο από τους καταναλωτές.

Οι γνώσεις που αποκτήθηκαν από την μελέτη αυτών των κοσμημάτων ήταν και οι βάσεις για την ανάπτυξη παραμετρικών μεθόδων που θα μπορούν εύκολα να χρησιμοποιηθούν και σε μελλοντικά σχέδια. Σε αυτό το στάδιο της έρευνας τέθηκαν οι βάσεις για τις δυναμικές ροές εργασίας μοντελοποίησης που εξετάστηκαν στις επόμενες ενότητες.

### 3.3 Δημιουργία των Παραμετρικών μοντέλων

Ο σχεδιασμός των νέων μοντέλων σε παραμετρική μορφή αποτέλεσε ένα κομβικό στάδιο της έρευνας και ανέδειξε τις δυνατότητες μετασχηματισμού των εργαλείων του MatrixGold. Σε αυτό το στάδιο τα στατικά μοντέλα των επιλεγμένων σχεδίων “μεταφράστηκαν” σε πλήρως ρυθμιζόμενα παραμετρικά πρότυπα αρχεία που είχαν την δυνατότητα να προσαρμοστούν μελλοντικά με σχετική ευκολία.

Για την καλύτερη εκτέλεση του σταδίου του παραμετρικού σχεδιασμού των μοντέλων χρειάστηκε να εκτελεστούν κατά σειρά οι τρεις ακόλουθες διαδικασίες:

- Ορισμός Βασικών παραμέτρων
- Δημιουργία αλγορίθμου με την αξιοποίηση των εργαλείων του MatrixGold
- Βελτιστοποίηση του αλγορίθμου και της διαδικασίας.

#### 3.2.1 Ορισμός Παραμέτρων

Για την δημιουργία αξιόπιστων και χρηστικών παραμετρικών μοντέλων ήταν απαραίτητο να οριστούν σωστά οι βασικοί παράμετροι που επρόκειτο να είναι προσαρμόσιμοι. Η διαδικασία επιλογής των παραμέτρων ήταν ιδιαίτερα σημαντική καθώς, πέραν των βασικών λεπτομερειών, διέφερε ανάλογα με το σχέδιο στο οποίο αναφερόταν. Εφόσον όλα τα δείγματα ήταν μονόπετρα δαχτυλίδια οι δύο βασικές παράμετροι ήταν:

- **Το μέγεθος του δαχτυλιδιού:**

Συχνά αναφέρεται και ως “**νούμερο του δαχτυλιδιού**” και σχετίζεται με την εσωτερική διάμετρο του σκελετού του. Το μέγεθος του δαχτυλιδιού έπρεπε να εναλλάσσεται εύκολα ώστε να ταιριάζει στο δάχτυλο του κάθε πελάτη, ενώ οι διαστάσεις του σκελετού (φάρδος, πάχος) έπρεπε να παραμένουν σταθερές. Η παράμετρος αυτή ονομάστηκε ως “**Ring Size**”.

- **Οι διαστάσεις της κεντρικής πέτρας:**

Η έκφραση “κεντρική πέτρα” χρησιμοποιήθηκε ως αναφορά στο κεντρικό διαμάντι που τοποθετείται επάνω στο κάθε δαχτυλίδι. Εφόσον επρόκειτο για φυσικό διαμάντι, όπου οι διαστάσεις διαφέρουν, έπρεπε να προσαρμόζεται με ακρίβεια η βάση στην οποία εκείνο στηριζόταν. Με αυτήν την παράμετρο ήταν εύκολη η προσαρμογή της βάσης του διαμαντιού ( στεφάνι, δόντια ) ώστε να ταιριάζουν σε κάθε διαφορετική πέτρα. Ορίστηκε ως παράμετρος το κεντρικό διαμάντι και ονομάστηκε “**Gemstone**”, όπου οι διαστάσεις του και το ύψος του ήταν προσαρμόσιμα σε σχέση με τον σκελετό του δαχτυλιδιού.

Πέραν των βασικών παραμέτρων όμως έπρεπε να οριστούν και άλλες παράμετροι δευτερεύουσας σημασίας, οι οποίες χρειαζόταν να αλλάξουν σε περιπτώσεις που υπήρχαν μεγάλες διακυμάνσεις στις διαστάσεις του σχεδίου. Για παράδειγμα, αν το πρότυπο παραμετρικό μοντέλο ήταν σχεδιασμένο για στρογγυλό διαμάντι 2 καρατίων ( 2.00ct ) και για νούμερο δαχτυλιδιού 49, για μία παραγγελία με στρογγυλό διαμάντι 4 καρατίων και νούμερο 57 το σχέδιο χρειαζόταν να προσαρμοστεί και σε περισσότερες λεπτομέρειες. Έπρεπε να παχύνουν τα περισσότερα στοιχεία του σκελετού, ώστε να ικανοποιούν τόσο τεχνικούς, όσο και αισθητικούς σκοπούς. Στις επόμενες υποενότητες αναφέρονται οι παράμετροι που χρειάστηκε να οριστούν για το κάθε μοντέλο που μελετήθηκε.

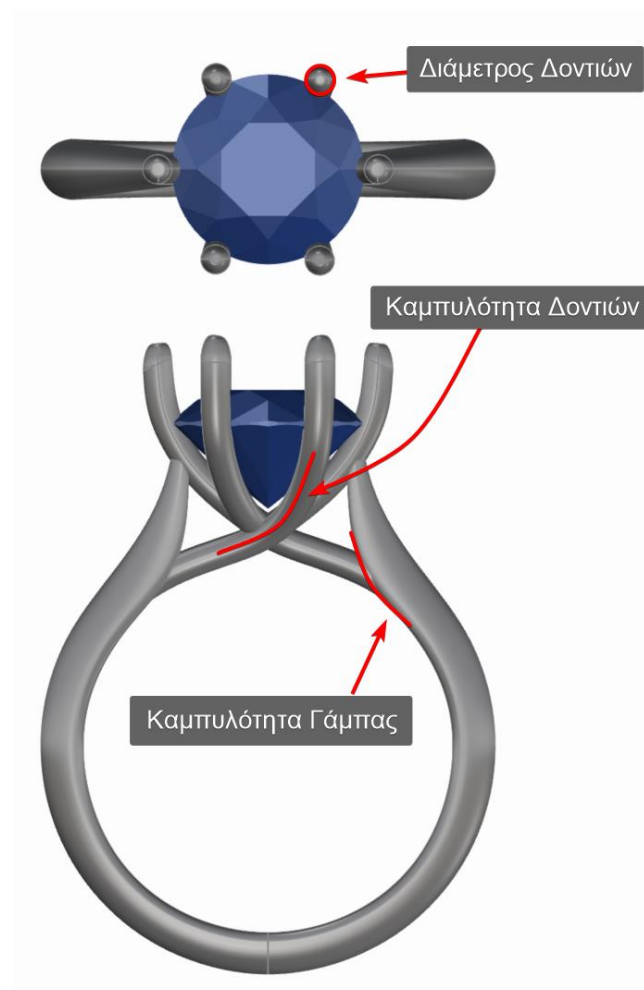


### ***Dalia Solitaire Diamond Engagement Ring 6 Claw ( GSD99 )***

Για λόγους συντομίας το συγκεκριμένο σχέδιο αναφέρεται ως “**Dalia**”.

Οι πιο σημαντικές λεπτομέρειες του συγκεκριμένου σχεδίου ήταν οι εξής:

- **Καμπυλότητα γάμπας:** Χρειάστηκε να υπάρχει η δυνατότητα να προσαρμόζεται η καμπυλότητα της γάμπας ώστε πάντα να συνεισφέρει σε ένα αρμονικό αισθητικό αποτέλεσμα, ανεξαρτήτως του μεγέθους του διαμαντιού.
- **Καμπυλότητα δοντιών:** Η καμπυλότητα που έχουν τα δόντια του διαμαντιού ήταν μια λεπτομέρεια η οποία έπρεπε να επηρεάζεται από το νούμερο του δαχτυλιδιού και το μέγεθος του διαμαντιού.
- **Διάμετρος Δοντιών:** Αυτή η παράμετρος επρόκειτο να ορίζεται από τον σχεδιαστή. Η σημασία της ήταν ιδιαίτερα σημαντική, καθώς σε μεγαλύτερα διαμάντια τα ήδη υπάρχοντα δόντια μπορεί να ήταν ασθενή.



**Εικόνα 3.1 – Βασικές λεπτομέρειες που παραμετροποιήθηκαν για το δαχτυλίδι Dal**

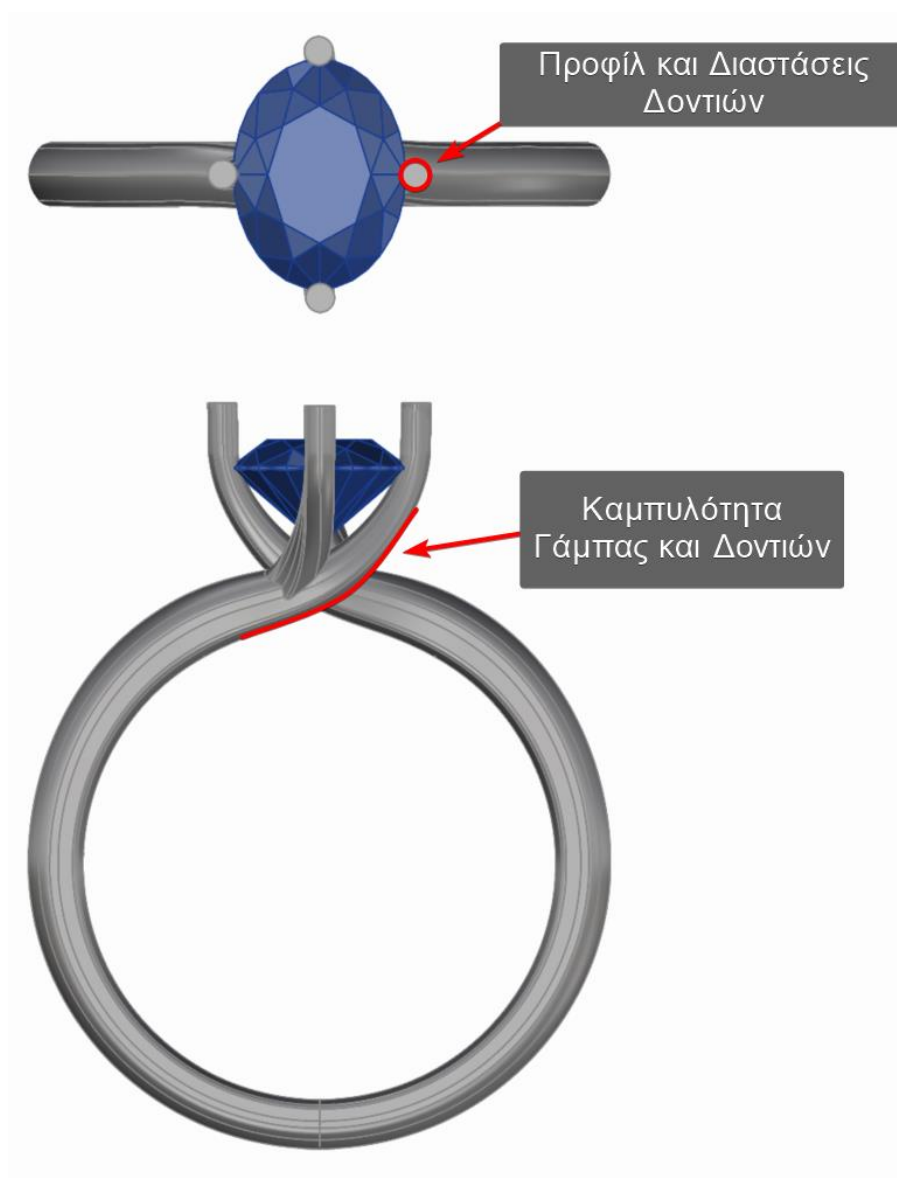


### ***Rene Solitaire Diamond Engagement Ring 4 Claw ( GSD 115 )***

Για λόγους συντομίας το συγκεκριμένο σχέδιο αναφέρεται ως “**Rene**”.

Οι πιο σημαντικές λεπτομέρειες του συγκεκριμένου σχεδίου ήταν οι εξής:

- **Καμπυλότητα γάμπας και δοντιών:** Η γάμπα του δαχτυλιδιού καταλήγει σε δόντι, έχοντας μια καμπυλότητα η οποία έπρεπε να μπορεί να προσαρμόζεται για τις περιπτώσεις που άλλαζε σημαντικά το μέγεθος του διαμαντιού.
- **Προφίλ και διαστάσεις δοντιών:** Ιδιαίτερη σημασία είχε η δυνατότητα αλλαγής του προφίλ των δοντιών, καθώς και των διαστάσεών τους, για την εξισορρόπηση του σχεδίου.



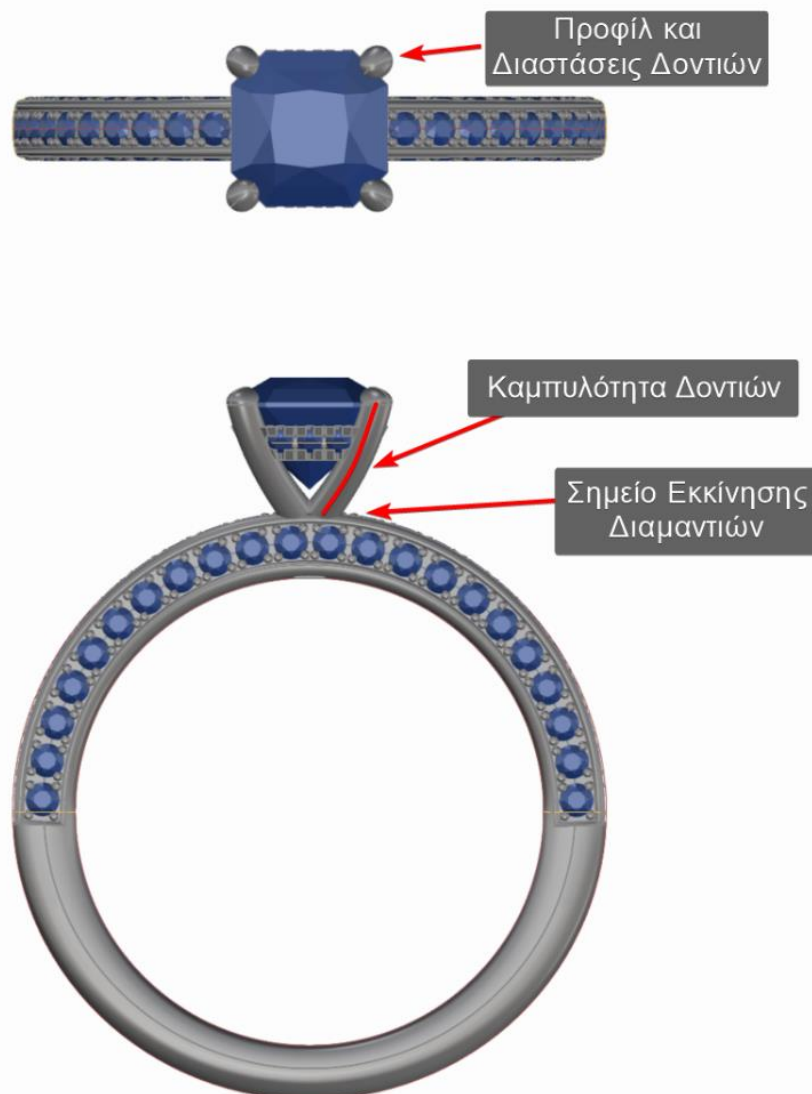
**Εικόνα 3.2 - Βασικές λεπτομέρειες που παραμετροποιήθηκαν για το δαχτυλίδι Rene**

### *Ariel Side Stones Diamond Engagement Ring 4 Claw ( GSD298 )*

Για λόγους συντομίας το συγκεκριμένο σχέδιο αναφέρεται ως “**Ariel**”.

Οι πιο σημαντικές λεπτομέρειες του συγκεκριμένου σχεδίου ήταν οι εξής:

- **Καμπυλότητα δοντιών:** Η καμπυλότητα που έχουν τα δόντια του διαμαντιού ήταν μια λεπτομέρεια η οποία θα επηρεαζόταν από το μέγεθος και τον κώνο του διαμαντιού.
- **Προφίλ και διαστάσεις δοντιών:** Ανάλογα το κεντρικό Διαμάντι χρειάστηκε να προσαρμόζονται οι διαστάσεις και το σχήμα των δοντιών.
- **Σημείο εκκίνησης διαμαντιών:** Ανάλογα το κεντρικό Διαμάντι χρειάστηκε να μεταβάλλεται το σημείο από όπου ξεκινούν να τοποθετούνται τα συνοδευτικά διαμάντια Brilliant.



Εικόνα 3.3 - Βασικές λεπτομέρειες που παραμετροποιήθηκαν για το δαχτυλίδι Ariel

### ***Crown Tulip Ring Round Claw ( GSD622 )***

Για λόγους συντομίας το συγκεκριμένο σχέδιο αναφέρεται ως “**Tulip**”.

Οι πιο σημαντικές λεπτομέρειες του συγκεκριμένου σχεδίου ήταν οι εξής:

- **Καμπυλότητα δοντιών:** Η καμπυλότητα που έχουν τα δόντια του διαμαντιού ήταν μια λεπτομέρεια η οποία θα επηρεαζόταν από το μέγεθος του διαμαντιού, καθώς και τον κώνο του.
- **Προφίλ και διαστάσεις δοντιών:** Ανάλογα το κεντρικό Διαμάντι χρειάστηκε να προσαρμόζονται οι διαστάσεις και το σχήμα των δοντιών.
- **Διάμετρος πλαισίου κάτω από το διαμάντι:** Πρόκειται για μία λεπτομέρεια που έκανε την διαφορά. Στις περιπτώσεις που το κεντρικό διαμάντι αυξομειώνεται σημαντικά, θα έπρεπε να γίνει και η ανάλογη αλλαγή στο συγκεκριμένο πλαίσιο.



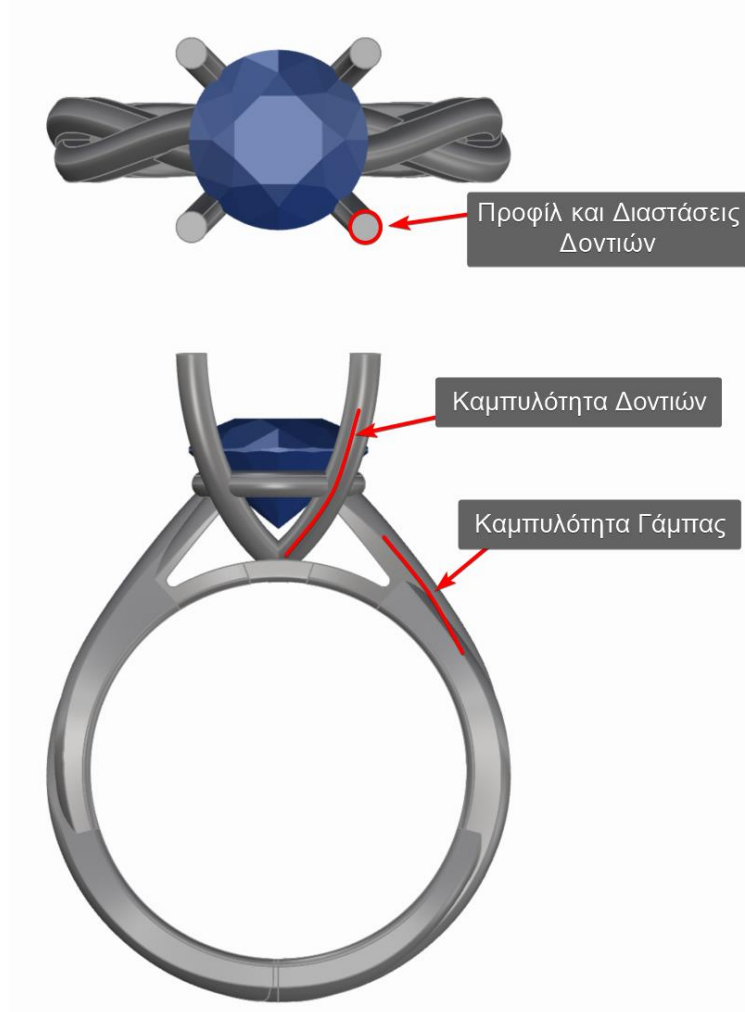
**Εικόνα 3.4 - Βασικές λεπτομέρειες που παραμετροποιήθηκαν για το δαχτυλίδι Tulip**

### *Jana Solitaire Diamond Engagement Ring 4 Claw ( GSD196 )*

Για λόγους χρηστικότητας το συγκεκριμένο σχέδιο αναφέρεται ως “**Jana**”.

Οι πιο σημαντικές λεπτομέρειες του συγκεκριμένου σχεδίου ήταν οι εξής:

- **Καμπυλότητα γάμπας:** Χρειάστηκε να υπάρχει η δυνατότητα να προσαρμόζεται η καμπυλότητα της γάμπας ώστε πάντα να συνεισφέρει σε ένα αρμονικό αισθητικό αποτέλεσμα.
- **Καμπυλότητα δοντιών:** Η καμπυλότητα που έπρεπε να έχουν τα δόντια του διαμαντιού ήταν μια λεπτομέρεια η οποία επηρεάζεται από το μέγεθος του διαμαντιού.
- **Προφίλ και διαστάσεις δοντιών:** Ανάλογα το κεντρικό διαμάντι χρειάστηκε να προσαρμόζονται οι διαστάσεις και το σχήμα των δοντιών.



Εικόνα 3.5 - Βασικές λεπτομέρειες που παραμετροποιήθηκαν για το δαχτυλίδι Jana

Οι παράμετροι που αναφέρθηκαν για το κάθε σχέδιο ήταν σχετικά όμοιες και στα πέντε μοντέλα. Οι τρόποι προσέγγισής τους όμως ήταν διαφορετικοί και εξαρτήθηκαν από το πως αυτές έπρεπε να επηρεάζουν το τελικό σχέδιο.

### 3.2.2 Δημιουργία αλγορίθμου με την αξιοποίηση των εργαλείων του MatrixGold

Τα παραμετρικά εργαλεία του MatrixGold ήταν καθοριστικά για την δημιουργία των δυναμικών προτύπων των συγκεκριμένων μοντέλων. Όντας προσανατολισμένα στον σχεδιασμό κοσμημάτων, προσφέρουν μια πληθώρα επιλογών που, αν ο χρήστης τα αξιοποιήσει με δημιουργικότητα, είναι αρκετά για την δημιουργία των περισσότερων σχεδίων που έχουν δημιουργηθεί στις μέρες μας.

Κάποια από τα εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν για τα μοντέλα της έρευνας, είναι πρωτοτυπία του MatrixGold, και γίνονται διακριτά με το χαρακτηριστικό **gv** που βρίσκεται μπροστά από το όνομά τους (το gv είναι τα αρχικά της εταιρείας GemVision). Από την άλλη, κάποια άλλα εργαλεία είναι επηρεασμένα από τις βασικές εντολές του Rhino3D, οπότε διατηρούν και τις ονομασίες τους. Τα βήματα της δημιουργίας του αλγορίθμου περιγράφονται αναλυτικά για το κάθε σχέδιο. Όμως, για τα εργαλεία που έχουν ήδη αναλυθεί σε κάποιο σχέδιο, για λόγους πρακτικότητας δεν θα αναλυθούν ξανά.

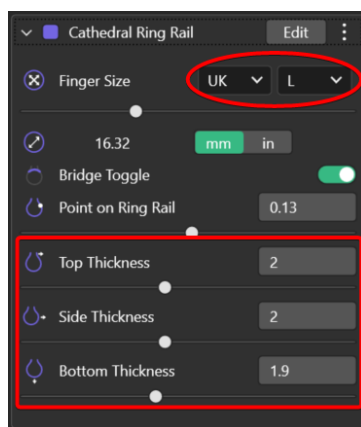
#### *Dalia Solitaire Diamond Engagement Ring 6 Claw ( GSD99 )*

Για την εκκίνηση του σχεδιασμού θα χρειάστηκε να οριστούν οι 2 βασικές παράμετροι, το νούμερο του δαχτυλιδιού και το διαμάντι.

Με το εργαλείο ‘**gvCathedral RingRail**’ δημιουργήθηκαν οι βασικές καμπύλες ‘‘οδηγοί’’ στο επίπεδο YZ, που ήταν η εσωτερική και εξωτερική καμπύλη του Δαχτυλιδιού. Εσωτερικά υπήρχε η επιλογή της γεφύρωσης των καμπυλών με σκοπό να δημιουργία του κύκλου που αντιστοιχεί στο ανθρώπινο δάχτυλο. Αυτός ο κύκλος θα πρέπει να προσαρμόζεται πάντα σύμφωνα με το μέγεθος του αγοραστή. Οι μονάδες μέτρησης μπορούν να είναι:

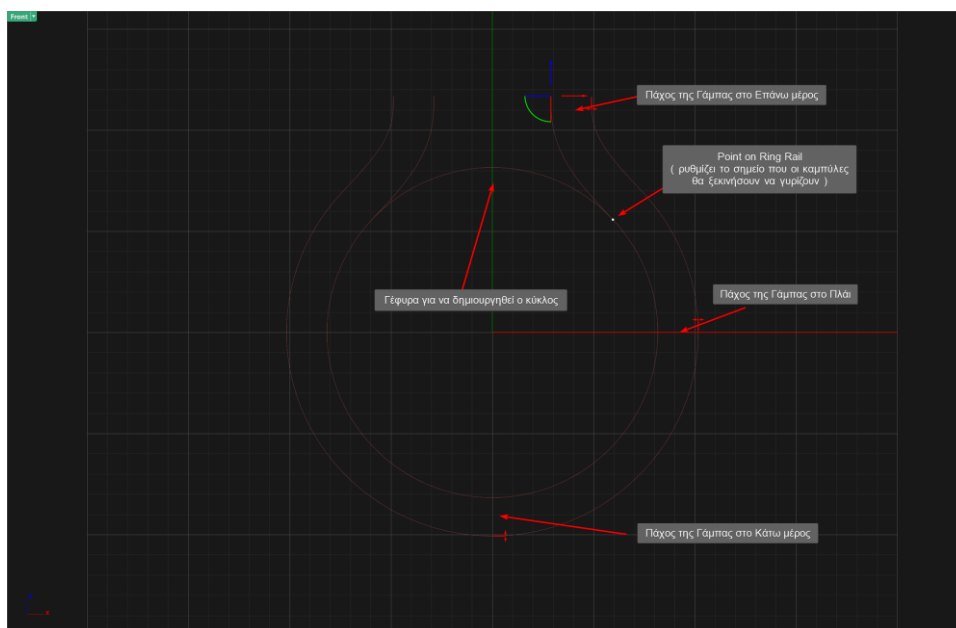
- Η διάμετρος του κύκλου
- Η ακτίνα του κύκλου
- Το μήκος του κύκλου
- Σύστημα Μεγεθών Ευρώπης, Βρετανίας, Αμερικής κ.ο.κ.

Για την έρευνα, χρειάστηκε να ακολουθηθεί το Βρετανικό σύστημα, σύμφωνα με το επιλέχθηκε το μέγεθος L. Επιπλέον, ρυθμίστηκε το πάχος της γάμπας του δαχτυλιδιού σε 3 σημεία (επάνω, πλάι και κάτω) (Βλ. Εικόνα 3.1).



Εικόνα 3.6 – Παράθυρο του εργαλείου gvCathedralRingRail

Τέλος, μέσω του εργαλείου “Point on Ring Rail” ορίστηκε σε ποιο σημείο ξεκινούν να γυρίζουν οι καμπύλες “οδηγοί”. (Βλ. Εικόνα 3.2)



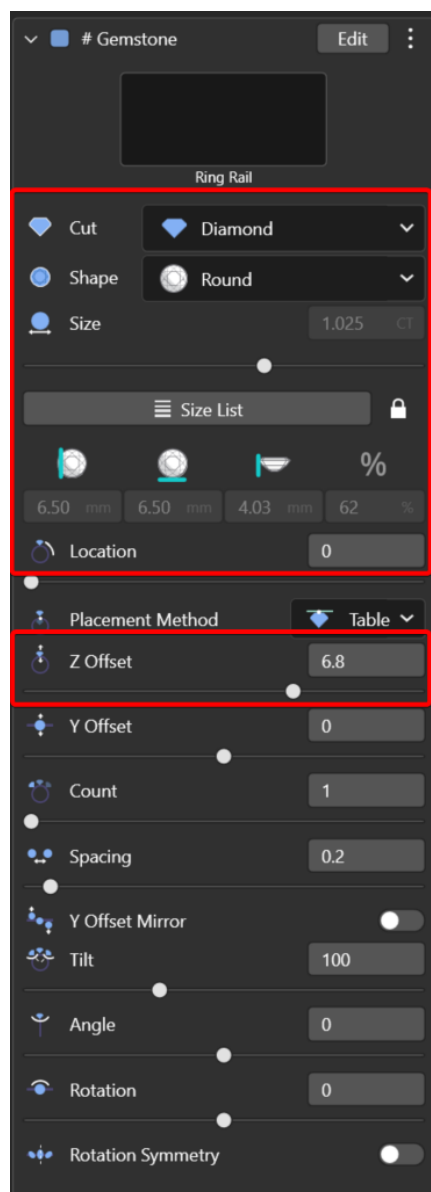
Εικόνα 3.2 – Απεικόνιση του εργαλείου gvCathedralRingRail

Με το εργαλείο “gvGemonRingRail” τοποθετήθηκε ένα διαμάντι σε σχετική θέση με τον κύκλο που συμβόλιζε το νούμερο του δαχτυλιδιού. Για να ξεκινήσει η εντολή έπρεπε να επιλεγεί την γέφυρα του δαχτυλιδιού, η οποία λειτούργησε ως δεδομένο για την εντολή. Στο παράθυρο του εργαλείου μπορούμε να ρυθμίσουμε τις εξής λεπτομέρειες:

- Το σχήμα και τις διαστάσεις του διαμαντιού

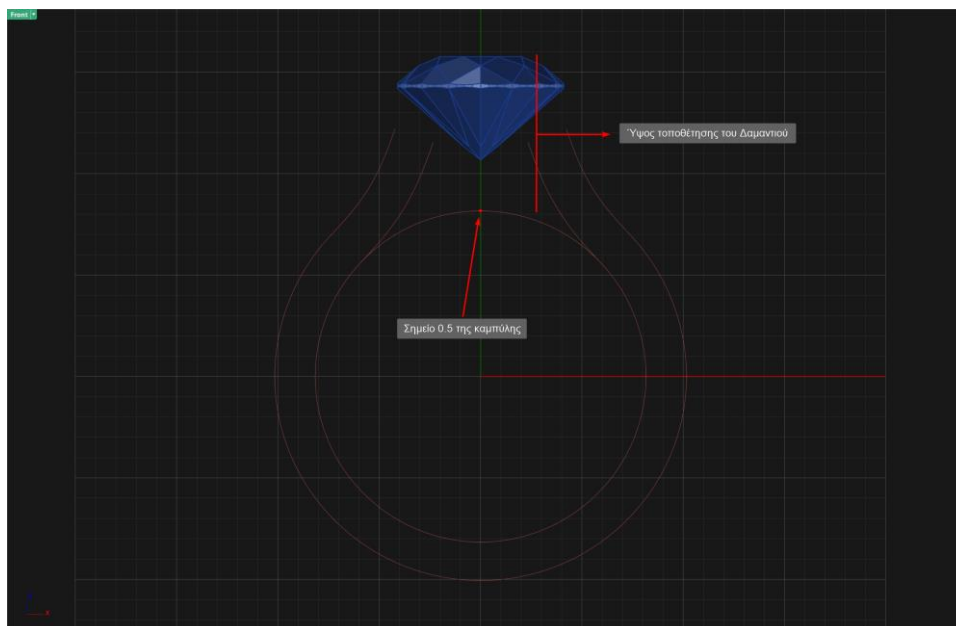
- Το ύψος που θα σταθεί το διαμάντι
- Την θέση του διαμαντιού σε σχέση με την γέφυρα του δαχτυλιδιού.

Το συγκεκριμένο εργαλείο δίνει ακόμα περισσότερες επιλογές, όπως το πλήθος των διαμαντιών που θα τοποθετηθούν ή την δυνατότητα περιστροφής του διαμαντιού ως προς τους άξονες, οι οποίες δεν χρειάστηκε να αξιοποιηθούν. (Βλ. Εικόνα 3.3)



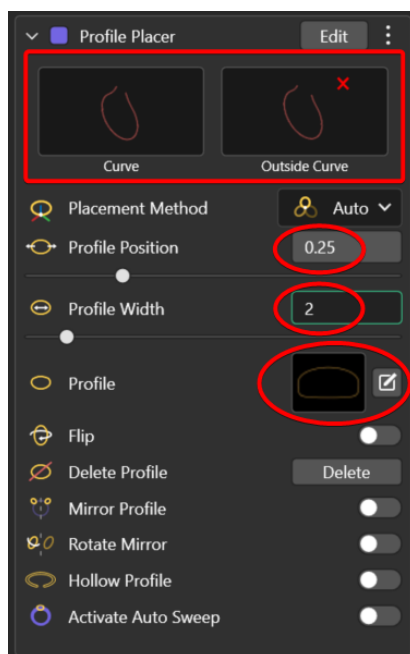
Εικόνα 3.3 - Παράθυρο του εργαλείου gvGemonRingRail

Έγινε επιλογή ενός διαμαντιού 2 καρατιών, όπου η διάμετρός του είναι 8.20mm. Επιπλέον τοποθετήθηκε στο μέσον της καμπύλης, κυλώντας την κουκίδα στον αριθμό 0.5, ενώ ταυτόχρονα ορίστηκε και το ύψος της πέτρας στα 7.6mm, σκοπεύοντας να διατηρηθεί η αναλογία του αρχικού δείγματος της GS Diamonds (Βλ. Εικόνα 3.4).



Εικόνα 3.4 – Απεικόνιση μετά την χρήση του εργαλείου **gvGemonRingRail**

Χρησιμοποιώντας το εργαλείο **gvProfilePlacer** τοποθετούνται καμπύλες προφίλ για να δημιουργηθεί η φόρμα του δαχτυλιδιού. Συνήθως είναι προτιμότερο να τοποθετηθούν καμπύλες μόνο από την μία πλευρά και στην συνέχεια να γίνει καθρεπτισμός (Βλ. Εικόνα 3.5).

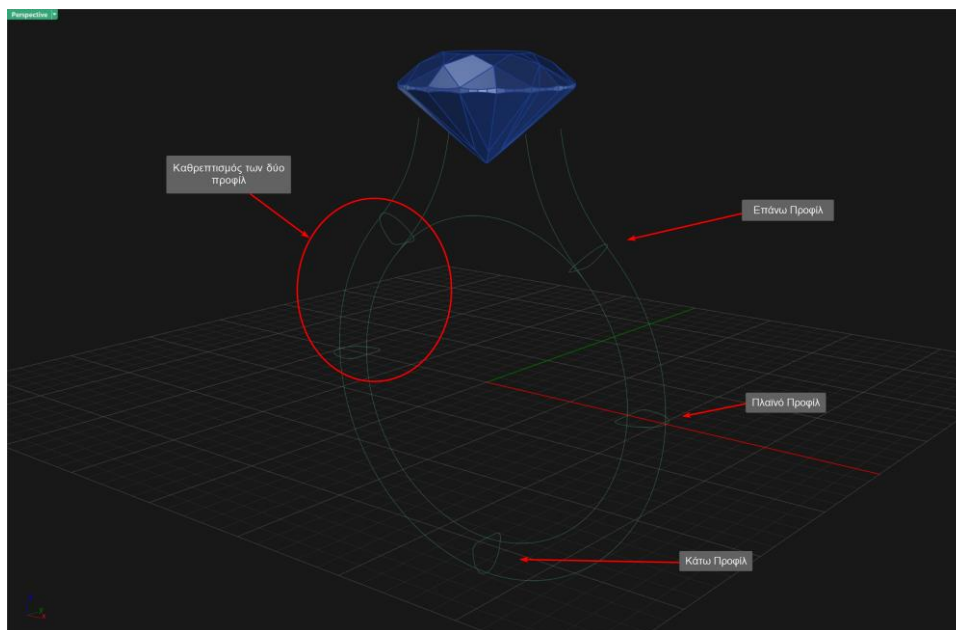


Εικόνα 3.5 – Παράθυρο του εργαλείου **gvProfilePlacer**

Για το **Dalia** χρειάστηκε να δημιουργηθούν 3 καμπύλες προφίλ, οι οποίες στην συνέχεια καθρεπτίστηκαν με την επιλογή “Mirror Profile” που προσφέρεται από το εργαλείο (Βλ.

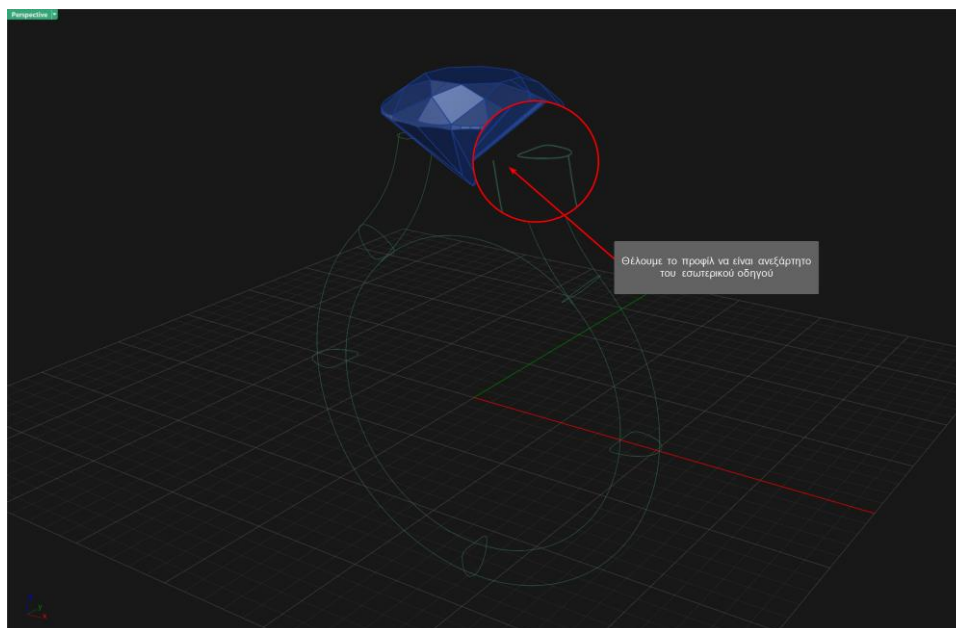


Εικόνα 3.6). Για το κάθε προφίλ έγινε ρύθμιση μόνο του φάρδους του, καθώς το ύψος ρυθμίζεται αυτόματα από το “Outside Curve”, το οποίο είναι η εξωτερική καμπύλη-οδηγός που είχε δημιουργηθεί με την εντολή **gvCathedralRingRail** (από εκεί ρυθμίζεται το πάχος της γάμπας).



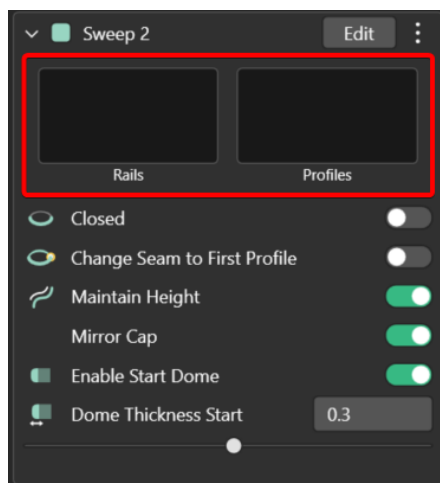
Εικόνα 3.6 – Απεικόνιση μετά την χρήση του εργαλείου **gvProfilePlacer**

Όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.6 δεν τοποθετήθηκε καμμία καμπύλη στην επάνω άκρη των οδηγών του δαχτυλιδιού. Για την τοποθέτηση καμπύλης προφίλ σε εκείνο το σημείο χρησιμοποιήθηκε εκ νέου η εντολή **gvProfilePlacer**, η οποία ήταν ανεξάρτητη από την προηγούμενη. Αυτήν την φορά τοποθετήθηκε μόνο ένα προφίλ στην κορυφή των οδηγών του δαχτυλιδιού. Αυτό συνδέθηκε μόνο με τον εξωτερικό οδηγό και όχι με τον εσωτερικό, καθώς αυτό θα έδινε την αίσθηση ότι η γάμπα ανοίγει απότομα προς τα έξω (Βλ. Εικόνα 3.7).



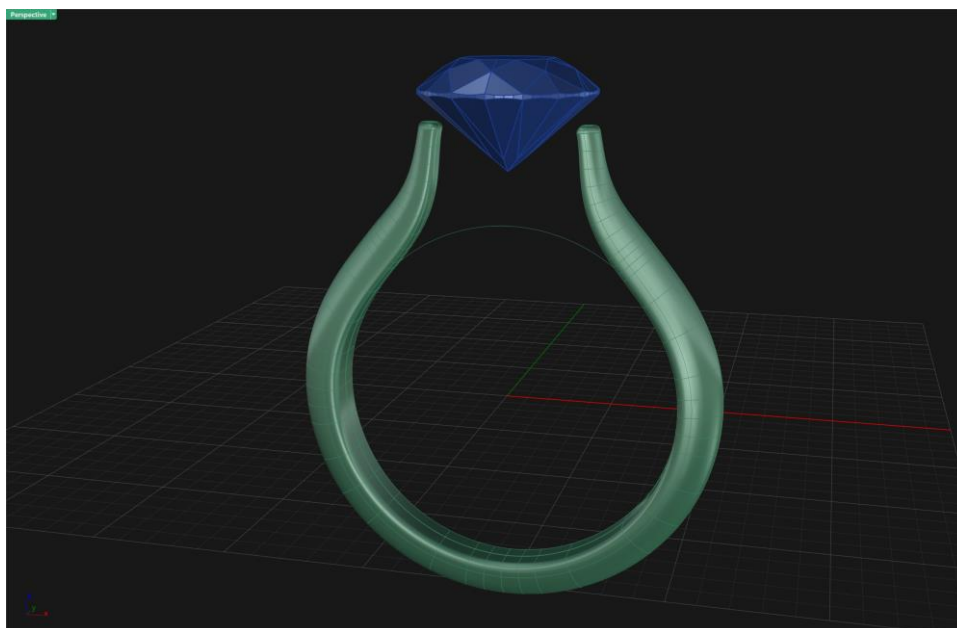
Εικόνα 3.7 – Απεικόνιση του επάνω προφίλ

Η εντολή **gvSweep2** ήταν αρκετή για την δημιουργία της γάμπας του δαχτυλιδιού, ορίζοντας τους οδηγούς και τα προφίλ της. Προκειμένου να διατηρηθεί η αλυσιδωτή δομή των δυναμικών εντολών, δεν έγινε χρήση της στατικής εντολής **sweep2** του Rhino, αλλά της δυναμικής έκδοσης της, που προσφέρει το MatrixGold. Ο τρόπος λειτουργίας της εντολής είναι παρόμοιος με αυτόν της κλασικής εντολής του Rhino, έχοντας όμως κάποιες παραπάνω επιλογές (Βλ. Εικόνα 3.8).



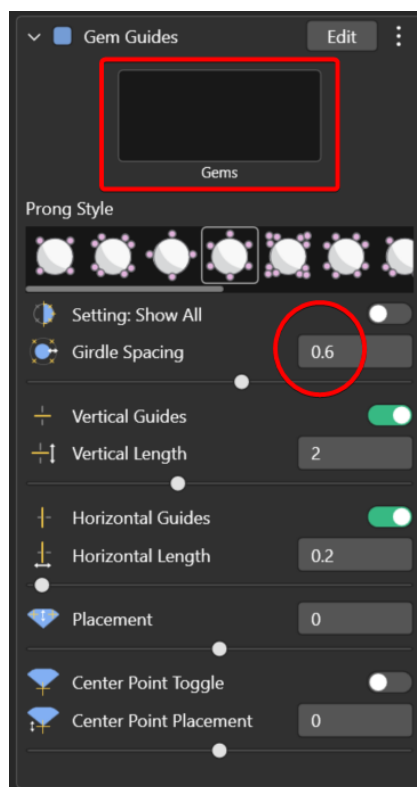
Εικόνα 3.8 – Παράθυρο της εντολής **gvSweep2**

Επιλέγοντας “Enable Start Dome” και “Mirror Cap” έκλεισαν τα άκρα της επιφάνειας και έτσι δημιουργήθηκε η γάμπα του δαχτυλιδιού Dalia (Βλ. Εικόνα 3.9).



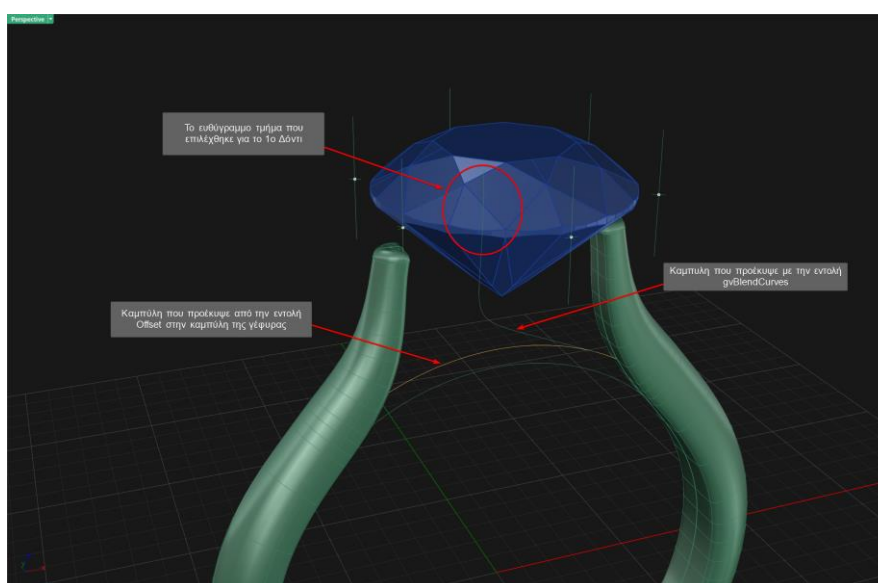
Εικόνα 3.9 – Αποτέλεσμα της Γάμπας με την εντολή *gvSweep2*

Όταν το στάδιο δημιουργίας της γάμπας του δαχτυλιδιού τελείωσε, ξεκίνησε το στάδιο δημιουργίας των δοντιών του διαμαντιού. Δημιουργήθηκαν καμπύλες-οδηγοί οι οποίοι ξεκινούσαν από την γάμπα και θα κατέληγαν λίγο ψηλότερα από την ζώνη της πέτρας. Για την δημιουργία αυτών των οδηγών παραμετρικά, ώστε να προσαρμόζεται η καμπυλότητά τους, έγινε χρήση του εργαλείου του MatrixGold που ονομάζεται **gvGemGuides**. Πρόκειται για μία εντολή που τοποθετεί κάθετα ευθύγραμμα τμήματα στο περίγραμμα του διαμαντιού, τα οποία ισαπέχουν μεταξύ τους. Έχει την δυνατότητα επιλογής του πλήθους και της διάταξης αυτών των ευθύγραμμων τμημάτων, καθώς επίσης και του μήκους τους (Βλ. Εικόνα 3.10).



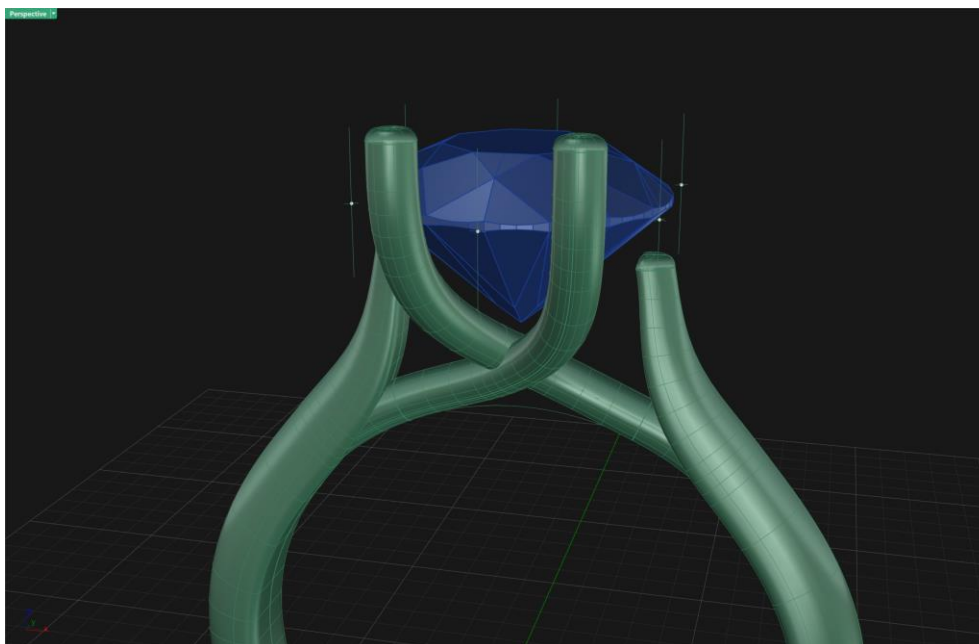
Εικόνα 3.10 – Παράθυρο της εντολής **gvGemGuides**

Έτσι, με την χρήση ενός από αυτά, μέσω της εντολής **gvBlendCurves**, έγινε ένωση με την καμπύλη της γέφυρας του δαχτυλιδιού. Επειδή στην συνέχεια έπρεπε να γίνει χρήση της εντολής **gvProfileplacer**, έπρεπε πρώτα να έχει γίνει ένα **gvOffset** στην καμπύλη της γέφυρας, σε απόσταση όσο την ακτίνα του κύκλου που επρόκειτο να τοποθετηθεί ως προφίλ του δοντιού (Βλ. Εικόνα 3.11).



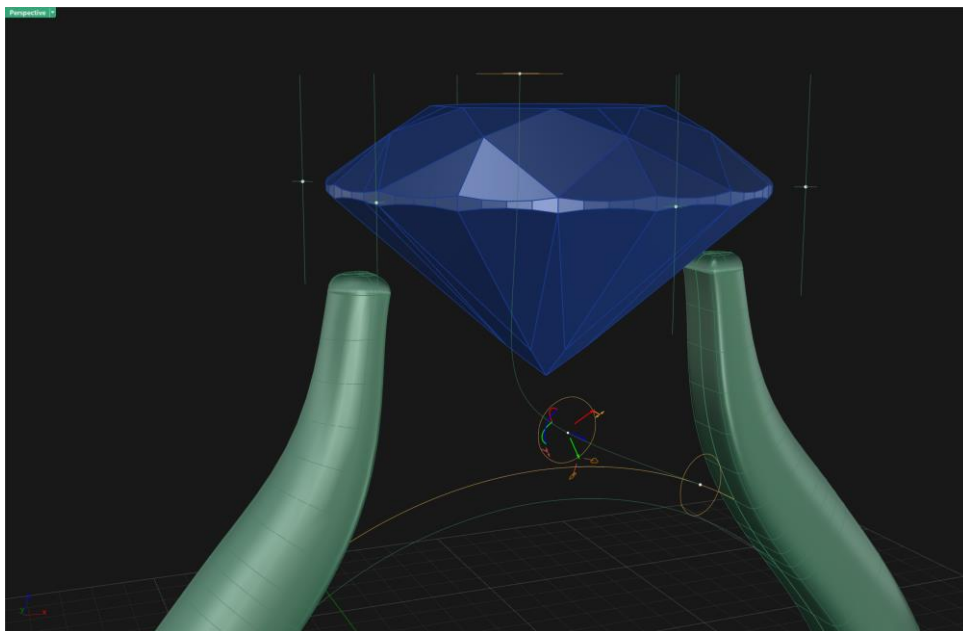
Εικόνα 3.11 – Απεικόνιση των εργαλείων **gvGemGuides**, **gvOffset** και **gvBlendCurves**

Μετά την δημιουργία της καμπύλης-οδηγού των δοντιών, τοποθετήθηκαν, πάλι με την εντολή **gvProfilePlacer**, προφίλ για τα δόντια. Αυτήν την φορά τα προφίλ έπρεπε να είναι κύκλοι. Επιπλέον, έγινε ένας καθρεπτισμός της καμπύλης οδηγού με την εντολή **gvMirror**, η οποία λειτουργεί με τον ίδιο τρόπο που λειτουργεί και η εντολή Mirror του Rhino. Στον καθρεπτισμό του καθρεπτισμού τοποθετήθηκαν προφίλ ίδιων διαστάσεων, και έτσι με το εργαλείο **gvSweep1** κατασκευάστηκαν τα 2 δόντια του διαμαντιού (Βλ. Εικόνα 3.12).



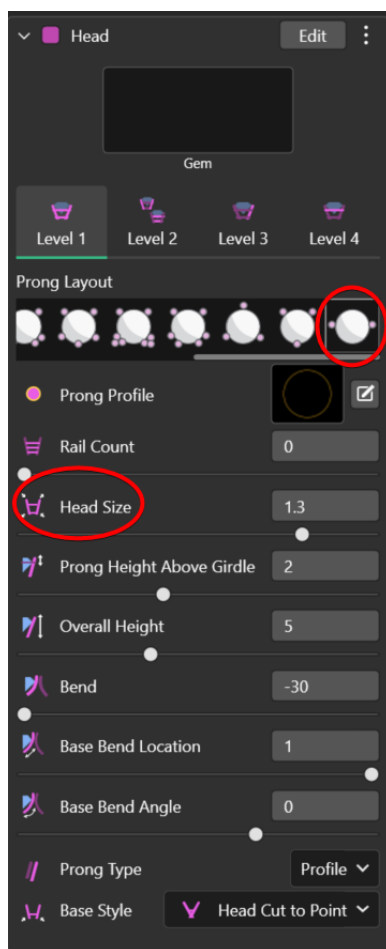
Εικόνα 3.12 – Απεικόνιση μετά το στάδιο της δημιουργίας των δύο δοντιών.

Εδώ χρειάζεται να αναφερθεί πως το MatrixGold δίνει την δυνατότητα στον χρήστη να μετακινήσει το κάθε προφίλ με το εργαλείο του **Gumball**, όπως φαίνεται και στην Εικόνα 3.13. Χάρη σε αυτό, υπήρξε η δυνατότητα διαφοροποίησης των δοντιών, με σκοπό το ένα να έρθει λίγο πιο μπροστά από το άλλο, συμβαδίζοντας έτσι με το σχέδιο του Dalia.



Εικόνα 3.13 – Το εργαλείο του Gumball στο προφίλ του Δοντιού

Η δημιουργία των δύο απέναντι δοντιών επιτεύχθηκε εύκολα με την χρήση του εργαλείου **gvPolarArray**. Τέλος, για τα 2 δόντια που είχαν απομείνει, το εργαλείο **gvHead** του **MatrixGold** επέτρεψε την τοποθέτησή τους, ζητώντας απλώς την ρύθμιση κάποιων διαστάσεων (Βλ. Εικόνα 3.14).



Εικόνα 3.14 – Παράθυρο του εργαλείου gnHead

Η παραμετρική κατασκευή του δαχτυλιδιού Dalia δεν έγινε μόνο με την χρήση των παραπάνω εντολών. Κατά την διαδικασία σχεδιασμού χρησιμοποιήθηκαν παραπάνω από μία φορά οι ίδιες εντολές, εξυπηρετώντας αισθητικούς σκοπούς. Η διαδικασία του σχεδιασμού ήταν κυρίως μια διαδικασία έρευνας και δοκιμών ανάμεσα σε ρυθμίσεις και επιλογές, με τελικό στόχο το αισθητικό αποτέλεσμα που έχει το δείγμα που υπήρχε εξ αρχής. Το τελικό αποτέλεσμα φαίνεται παρακάτω στην Εικόνα 3.15.



**Εικόνα 3.15 – Το τελικό αποτέλεσμα για το μοντέλο Dalia**

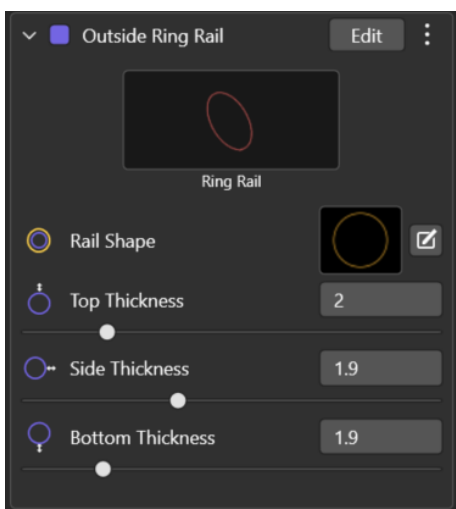
Η χρηστικότητα του παραμετρικού σχεδιασμού είναι κάτι το οποίο αναδεικνύεται όχι μόνον όταν κάποιος προσπαθήσει να αλλάξει το νούμερο του δαχτυλιδιού ή τις διαστάσεις του διαμαντιού. Η δυναμική φύση του μοντέλου δίνει την δυνατότητα σε κάποιον εξοικειωμένο χρήστη να πειράζει γρήγορα και άκοπα οποιαδήποτε λεπτομέρεια του σχεδίου θελήσει. Η πρακτικότητα του μοντέλου μπορεί να φανεί περισσότερο και στο βίντεο που ακολουθεί στον παρακάτω σύνδεσμο:

[GSD99 Dalia Dynamic Demonstration](#)



### ***Rene Solitaire Diamond Engagement Ring 4 Claw ( GSD 115 )***

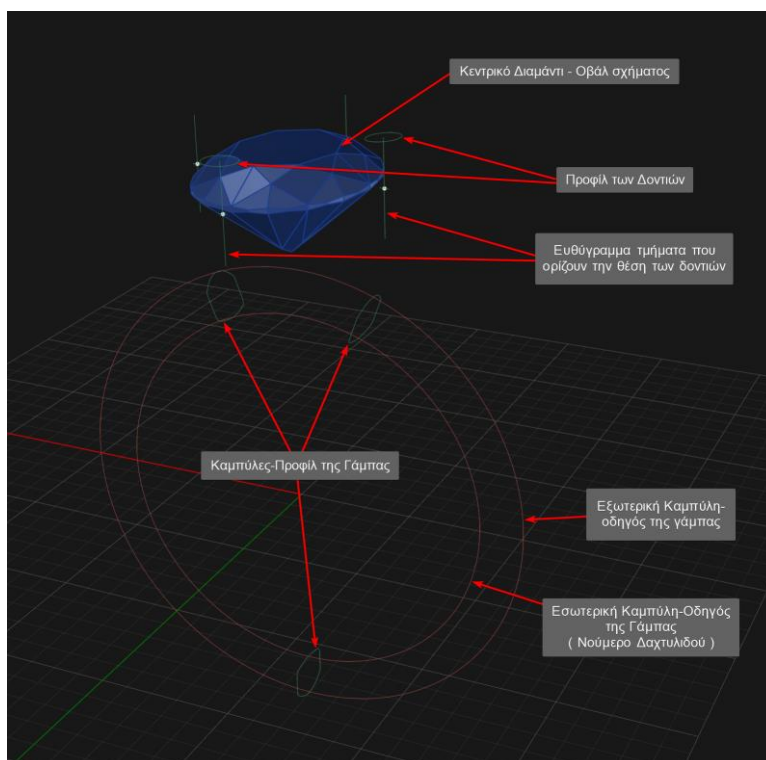
Το Rene είναι ένα σχέδιο λιγότερο απαιτητικό, όσον αφορά τα παραμετρικά εργαλεία του MatrixGold. Για την δημιουργία του χρειάστηκε να φτιαχτεί η γάμπα του μέχρι ένα σημείο και από εκεί και πέρα να φτιαχτεί μια επιφάνεια που θα ξεκινάει από την άκρη της γάμπας και θα καταλήγει ως δόντι της πέτρας. Πρώτα όμως έπρεπε να οριστούν οι βασικές παράμετροι, δηλαδή το νούμερο του δαχτυλιδιού και η κεντρική πέτρα. Για την πρώτη παράμετρο θα έγινε χρήση του εργαλείου **gvRingRail**, που – αντίθετα με το gvCathedralRingRail – δημιουργεί έναν κύκλο ο οποίος συμβολίζει την εσωτερική διάμετρο του δαχτυλιδιού. Σε αυτόν τον κύκλο θα συσχετίστηκε ως κεντρική μία οβάλ πέτρα, με την εντολή **gvGemonRingRail**, όπως έγινε και στον σχεδιασμό του Dalia. Επιπλέον, με την εντολή **gvOutsideRingRail** ορίστηκε ένας δεύτερος οδηγός, ο οποίος συσχετίζεται με τον εσωτερικό κύκλο, με τον οποίο θα έπρεπε ρυθμίζεται το πάχος της γάμπας σε 3 διαφορετικά σημεία ( επάνω, πλάι, κάτω ) (Βλ. Εικόνα 3.16).



**Εικόνα 3.16 – Παράθυρο ρυθμίσεων του εργαλείου gvOutsideRingRail**

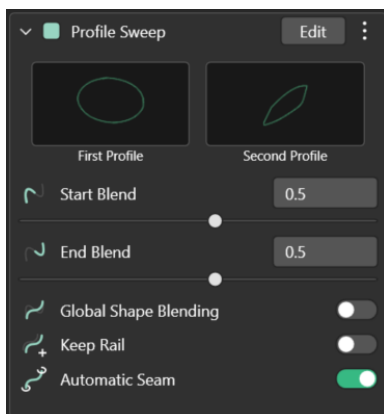
Στην συνέχεια, με την επιλογή του εργαλείου **gvProfilePlacer** έγινε η τοποθέτηση των καμπυλών-προφίλ της γάμπας. Ένα ακόμα σημαντικό εργαλείο, το οποίο αναφέρθηκε και κατά την διάρκεια σχεδιασμού του Dalia, είναι το **gvGemGuides** το οποίο χρησιμοποιήθηκε και εδώ με σκοπό την δημιουργία των ευθύγραμμων τμημάτων που ορίζουν τις θέσεις στις οποίες τοποθετούνται τα δόντια της πέτρας με την εκ νέου εφαρμογή του εργαλείου

**gvProfilePlacer**. Με την εφαρμογή των παραπάνω εντολών δημιουργήθηκαν όλες οι καμπύλες που είναι απαραίτητες για την δημιουργία του δαχτυλιδιού (Βλ. Εικόνα 3.17).



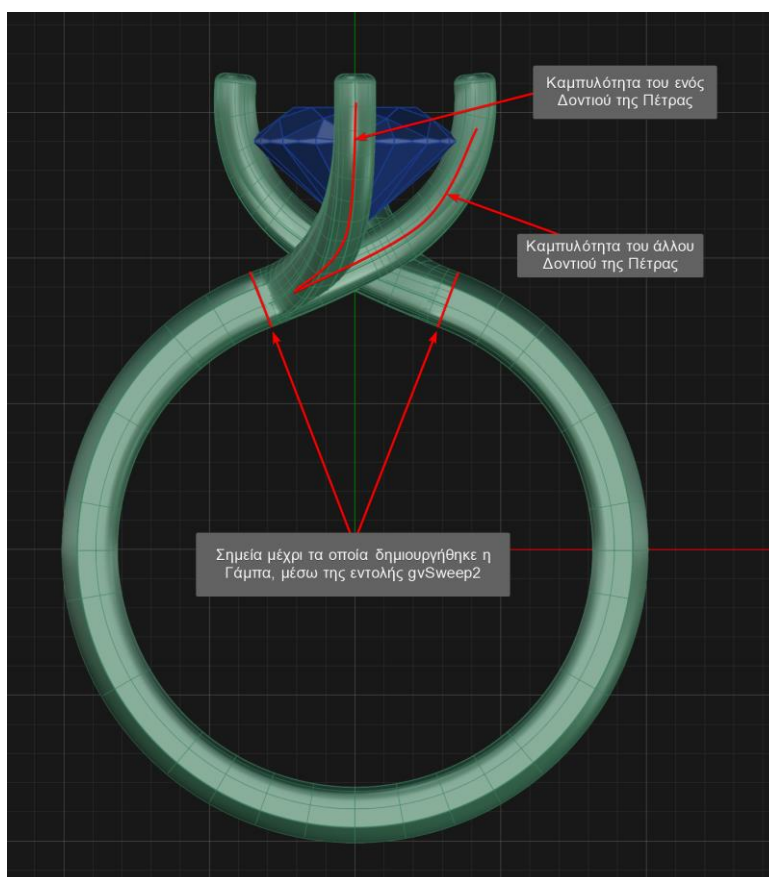
Εικόνα 3.17 – Απεικόνιση των καμπυλών που έχουν δημιουργηθεί μέχρι το συγκεκριμένο στάδιο

Οι εντολές με τις οποίες έγινε η δημιουργία των επιφανειών ήταν οι εντολές τύπου sweep. Συγκεκριμένα, με την εντολή **gvSweep2** κατασκευάστηκε η γάμπα ανάμεσα στις δύο καμπύλες-οδηγούς, ακολουθώντας τις καμπύλες-προφίλ που είχαν δημιουργηθεί. Για την δημιουργία των δοντιών η εντολή **gvProfileSweep** δημιούργησε μια επιφάνεια ανάμεσα σε δύο προφίλ, δίνοντας την δυνατότητα στον σχεδιαστή να προσαρμόσει την καμπυλότητα της μίξης που γίνεται μεταξύ τους (Βλ. Εικόνα 3.18).



Εικόνα 3.18 – Παράθυρο ρυθμίσεων του εργαλείου gvProfileSweep

Έτσι, με την χρήση του *gvProfileSweep* δύο διαδοχικές φορές τα δόντια του διαμαντιού είχαν δημιουργηθεί, ενώ παρέμειναν προσαρμόσιμα είτε ως προς το σχήμα τους (από το εργαλείο *gvProfilePlacer*) είτε ως προς την καμπυλότητα της μίξης τους (από το εργαλείο *gvProfileSweep*). Για την οπτική ολοκλήρωση του σχεδίου χρειάστηκε η εντολή **gvPolarArray**, που θα δημιουργήσει τα αντισυμμετρικά των δοντιών με άξονα συμμετρίας τον άξονα X (Βλ. Εικόνα 3.19).



Εικόνα 3.19 – Απεικόνιση των επιφανειών που έχουν δημιουργηθεί

Το σχέδιο μπορεί να έδιδεχνε έτοιμο οπτικά, όμως υπήρχαν κάποιες τεχνικές λεπτομέρειες στις οποίες έπρεπε να δοθεί σημασία, όπως είναι η διασφάλιση των κλειστών επιφανειών. Αυτό επιτεύχθηκε με την εντολή **gvCap**, η οποία κλείνει με επιφάνειες-καπάκι κάθε άνοιγμα μιας ανοιχτής επιφάνειας.

Το τελικό αποτέλεσμα απεικονίζεται στην Εικόνα 3.20 , ενώ η δυναμικότητά του για προσαρμογή φαίνεται στο βίντεο που βρίσκεται στον σύνδεσμο που ακολουθεί:

[GSD115 Rene Dynamic Demonstration](#)



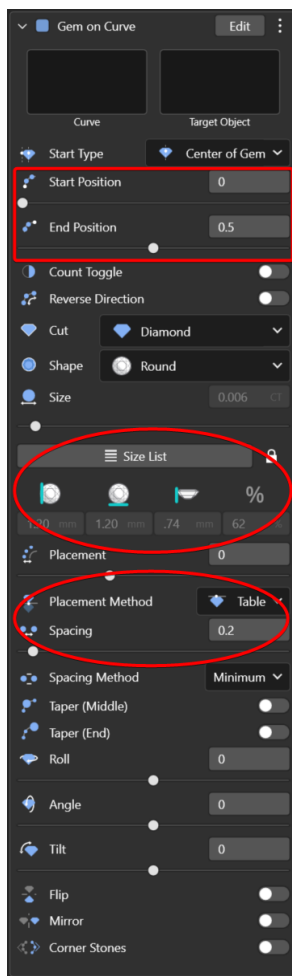
Εικόνα 3.20 – Το τελικό αποτέλεσμα για το μοντέλο Rene

### ***Ariel Side Stones Diamond Engagement Ring 4 Claw ( GSD298 )***

Η διαδικασία του παραμετρικού σχεδιασμού του Ariel μοιάζει αρκετά με εκείνες που ακολουθήθηκαν για τον σχεδιασμό των μοντέλων Dalia και Rene. Τα εργαλεία που χρειάστηκε να χρησιμοποιηθούν είναι κατά σειρά τα ακόλουθα:

- **gvRingRail**
- **gvGemonRingRail**
- **gvOutsideRingRail**
- **gvProfilePlacer**
- **gvSweep2**
- **gvHead**

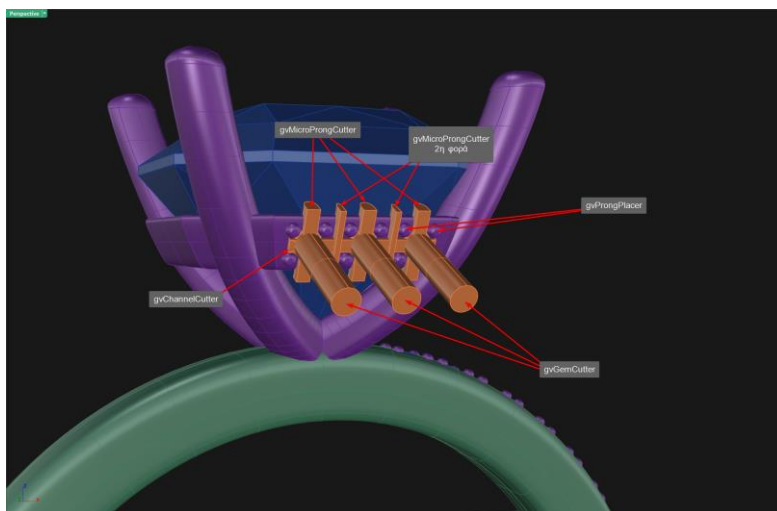
Εκτός από τα παραπάνω εργαλεία, τα οποία αναλύθηκαν νωρίτερα, χρειάζεται να αναφερθούν εκτενέστερα κάποια διαφορετικά εργαλεία, τα οποία έχουν να κάνουν με την επιπλέον εισαγωγή μικρότερων διακοσμητικών διαμαντιών, όπως αυτά που βρίσκονται στην Γάμπα του Ariel. Για την τοποθέτηση διαμαντιών πάνω σε μία επιφάνεια χρειάστηκε η κατασκευή μίας καμπύλης-οδηγού πάνω στην επιφάνεια ( εντολή **gvExtractIsocurveFromSurface** ), πάνω στην οποία μπορεί να γίνει η τοποθέτηση των διαμαντιών με το εργαλείο **gvGemOnCurve** που δίνει μία πληθώρα επιλογών (Βλ. Εικόνα 3.21).



Εικόνα 3.21 – Παράθυρο επιλογών του εργαλείου gvGemonCurve

Το **gvGemonCurve** είναι ένα από τα πιο χρήσιμα εργαλεία που προσφέρει το MatrixGold καθώς δίνει την δυνατότητα άμεσης προσαρμογής των διαμαντιών χωρίς να χρειάζεται ο σχεδιαστής να τα επανατοποθετήσει από την αρχή. Το εργαλείο δίνει την δυνατότητα στον σχεδιαστή να επιλέξει ποια θα είναι τα άκρα μεταξύ των οποίων θα τοποθετηθούν τα διαμάντια, ενώ μπορεί να επιλέξει το μέγεθός τους ή την απόσταση μεταξύ τους. Λόγω αυτού του εργαλείου, όταν θα αλλάξει το νούμερο του δαχτυλιδιού, τα διαμάντια της γάμπας θα επανατοποθετηθούν αυτόματα, χωρίς να χρειάζεται ο χρήστης να ασχοληθεί περισσότερο.

Κάποια ακόμα σημαντικά εργαλεία, τα οποία συχνά συνδυάζονται με το gvGemOnCurve, είναι το **gvProngPlacer**, το **gvGemCutter**, **gvMicroProngCutter** και το **gvChannelCutter**. Αυτά τα εργαλεία είναι πρωτοτυπία του MatrixGold, καθώς αφορούν καθαρά την προετοιμασία του κοσμήματος για την διαδικασία της καρφωτικής των διαμαντιών. Πρόκειται για κάποιες λεπτομέρειες ( μεμονωμένα δόντια και κοπτικά αντικείμενα ) τα οποία χρησιμοποιούνται όταν πρόκειται να τοποθετηθούν πέτρες σε διάταξη σειράς (Βλ. Εικόνα 3.22).



**Εικόνα 3.22 – Απεικόνιση των εργαλείων gvGemCutter, gvChannelCutter, gvMicroProngCutter και gvProngPlacer**

Η τελική μορφή του δαχτυλιδιού φαίνεται στην Εικόνα 3.23, ενώ η ευελιξία του ως προς τις προσαρμογές γίνεται αντιληπτή στο βίντεο του παρακάτω σύνδεσμου:

[GSD298 Ariel Dynamic Demonstration](#)

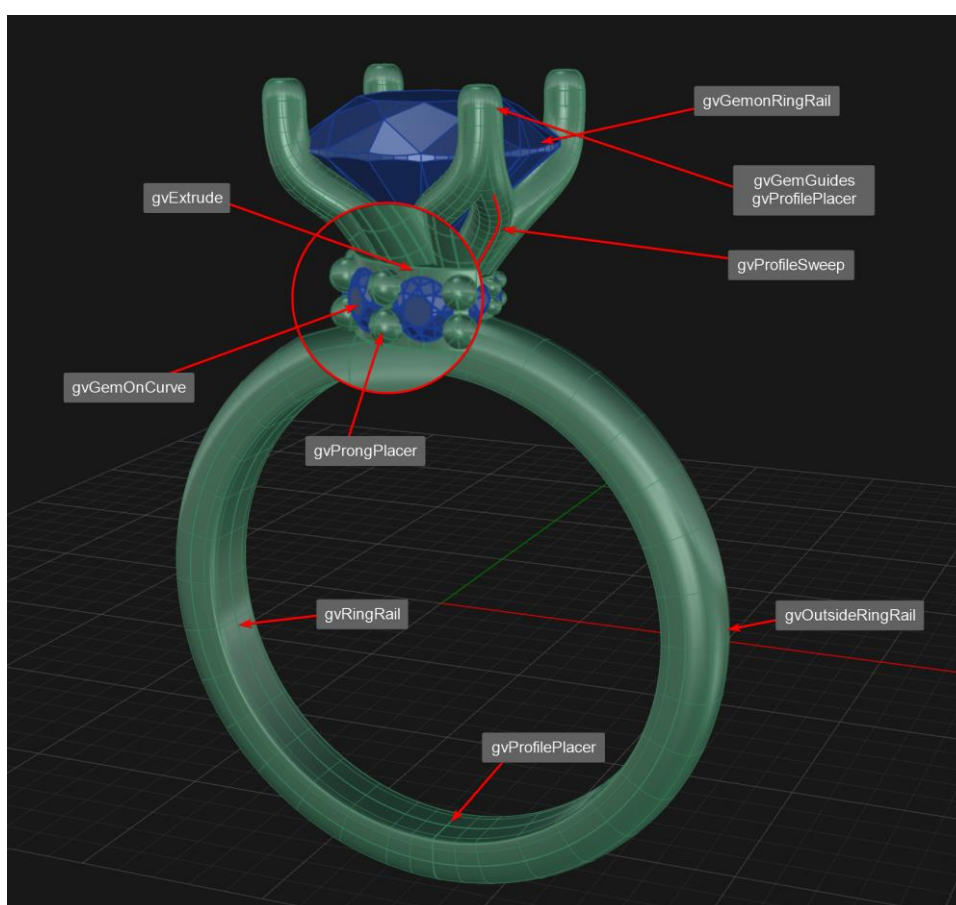


**Εικόνα 3.23 – Το τελικό αποτέλεσμα για το μοντέλο Ariel**



### ***Crown Tulip Ring Round Claw ( GSD622 )***

Το Tulip έχει πολλές ομοιότητες με το Ariel ως προς το κομμάτι του σχεδιασμού. Για την δημιουργία της γάμπας χρησιμοποιήθηκαν οι εντολές **gvRingRail**, **gvOutsideRingRail**, **gvGemonRingRail**, **gvProfilePlacer** και **gvSweep2**. Για την κατασκευή των δοντιών χρησιμοποιήθηκαν οι εντολές **gvGemGuides**, **gvProfilePlacer** και η εντολή **gvProfileSweep** ( όπως και στον σχεδιασμό του Rene ). Για το πλαίσιο που βρίσκεται κάτω από την κεντρική πέτρα, οι εντολές **gvProfilePlacer**, **gvExtrude**, **gvExtractIsocurveFromSurface** και **gvGemonCurve** ήταν αρκετές. Στην Εικόνα 3.24 γίνεται μια σύντομη περιγραφή των εντολών και των αποτελεσμάτων τους.



**Εικόνα 3.24 – Απεικόνιση Δαχτυλιδιού με σχετικές επεξηγηματικές σημειώσεις**

Έτσι, αξιοποιώντας και τα κοπτικά εργαλεία που αναφέρθηκαν προηγουμένως ( **gvGemCuter**, **gvChannel Cutter** και **gvMicroProngCutter** ) το τελικό αποτέλεσμα είναι αυτό που φαίνεται στην Εικόνα 3.25.

Η δυνατότητες του μοντέλου ως προς την επεξεργασία του είναι αυτές που παρατηρείτε στον σύνδεσμο:



[GSD622 Tulip Dynamic Demonstration](#)

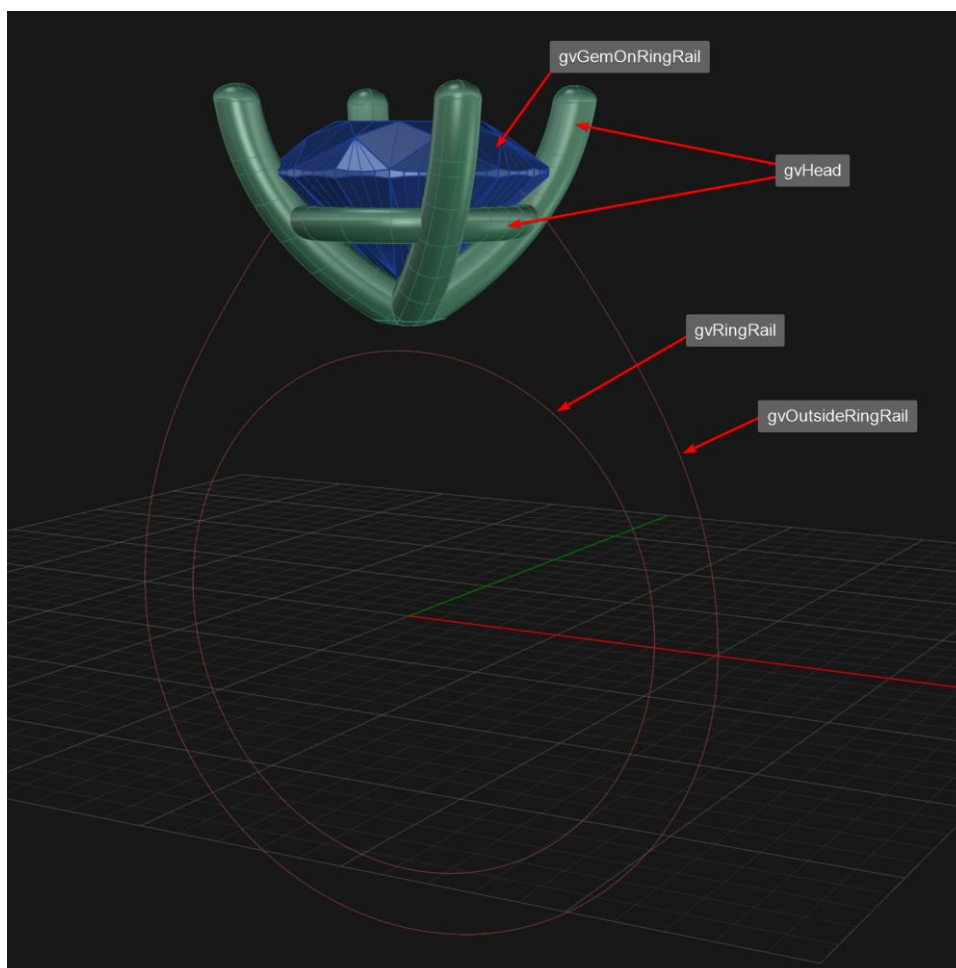


**Εικόνα 3.25 – Το τελικό αποτέλεσμα για το μοντέλο Tulip**

### ***Jana Solitaire Diamond Engagement Ring 4 Claw ( GSD196 )***

Η μεγαλύτερη σχεδιαστική πρόκληση της συγκεκριμένης έρευνας ήταν ο παραμετρικός σχεδιασμός του δαχτυλιδιού Jana. Η ιδιαιτερότητα της διπλής γάμπας του σχεδίου το καθιστά ως το πλέον ιδανικό παράδειγμα για την ανάδειξη των πλεονεκτημάτων του παραμετρικού σχεδιασμού. Η παραμετροποίηση εδώ δεν ήταν χρήσιμη μόνο για την διεκπαιρέωση παραγγελιών, αλλά ήταν απαραίτητη για την διαδικασία δοκιμών και προσαρμογών κατά την διάρκεια του σχεδιασμού, μέχρι το μοντέλο να φτάσει στο επιθυμητό αποτέλεσμα.

Οι βασικές καμπύλες του μοντέλου δημιουργήθηκαν από τις εντολές **gvRingRail**, **gvOutsideRingRail**, ενώ η βάση της πέτρας κατασκευάστηκε με το εργαλείο **gvHead** (Βλ. Εικόνα 3.26).

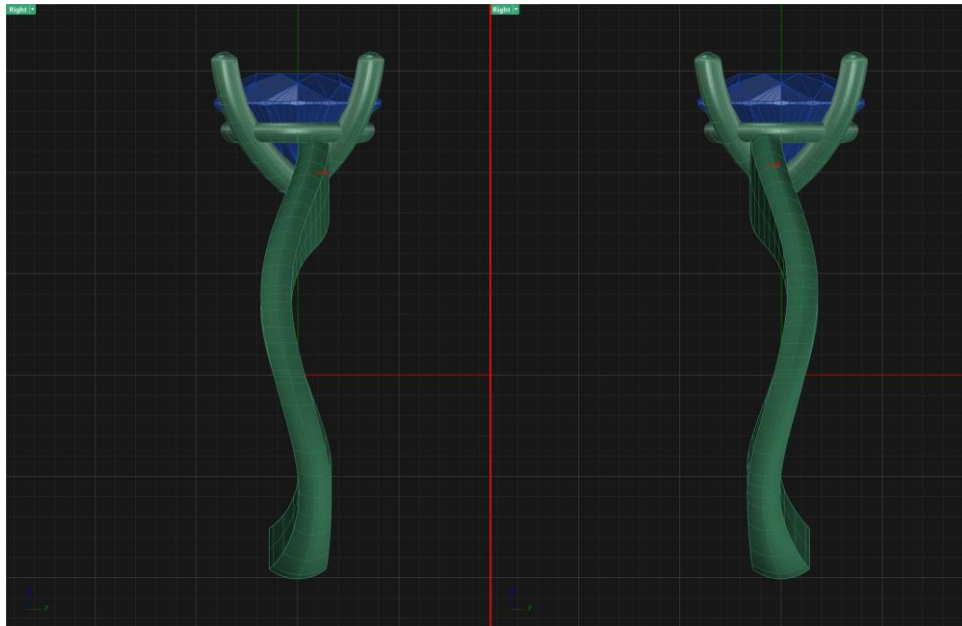


**Εικόνα 3.26 – Απεικόνιση του μοντέλου πριν το στάδιο της δημιουργίας της Γάμπας**

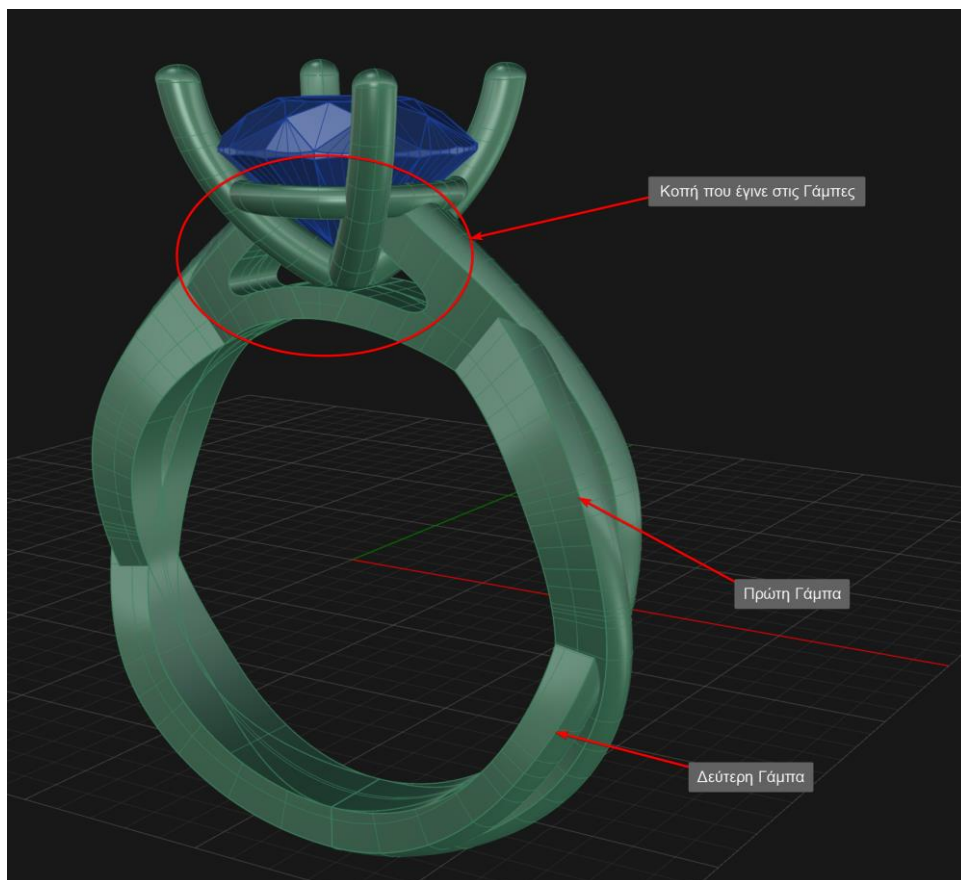
Για την δημιουργία της Γάμπας η διαδικασία χωρίστηκε σε 3 στάδια.

1. Δημιουργία της κάθε γάμπας ξεχωριστά με τα εργαλεία **gvProfilePlacer** και **gvSweep2** για την κάθε μία (Βλ. Εικόνα 3.27)

2. Δημιουργία του κοπτικού τριγώνου με το εργαλεία **gvOffset**, **gvTrim** και **gvBlendCurves**.
3. Κοπή των γαμπών και δημιουργία των αντισυμμετρικών τους ως προς τον άξονα Υ (Βλ. Εικόνα 3.28).



Εικόνα 3.27 – Πρώτο στάδιο δημιουργίας της Γάμπας



Εικόνα 3.28 – Τελικό στάδιο δημιουργίας της Γάμπας

Μπορεί η διαδικασία σχεδιασμού του Jana να ήταν ιδιαίτερα απαιτητική και χρονοβόρα, όμως η δυνατότητες που προσφέρει το δυναμικό πρότυπο που δημιουργήθηκε είναι τόσες ώστε να επιφέρει χρονικό κέρδος στην διεκπεραίωση της κάθε παραγγελίας. Το τελικό αποτέλεσμα (Βλ. Εικόνα 3.29) μπορεί να προσαρμοστεί, όπως φαίνεται στο βίντεο του σύνδεσμου:

[GSD196 Jana Dynamic Demonstration](#)

### 3.2.3 Βελτιστοποίηση της Παραγωγικής Διαδικασίας

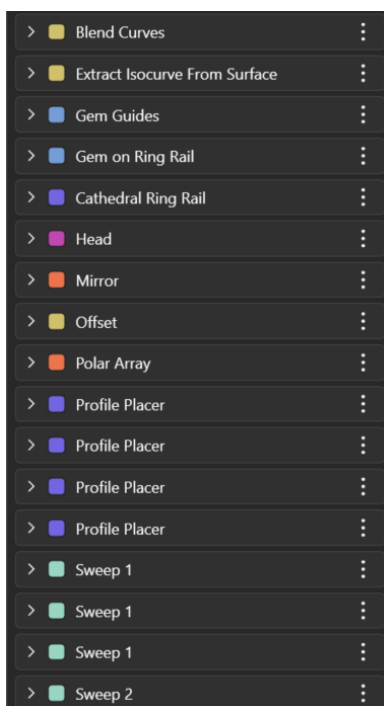
Η αποδοτικότητα των παραμετρικών μοντέλων ήταν το κυριότερο μελημα της εργασίας, δεδομένου ότι έπρεπε να ενσωματωθούν στην βιβλιοθήκη της GS Diamonds. Για να μπορέσουν τα αρχεία να είναι χρηστικά για την σχεδιαστική ομάδα χρησιμοποιήθηκαν οι εξής στρατηγικές:

- **Αποφυγή χρήσης βαρέων υπολογιστικά εργαλείων:**

Εντολές όπως το `gvBooleanDifference` ή το `gvMirror`, που έχουν την τάση να βαραίνουν το αρχείο, δεν χρησιμοποιήθηκαν, με εξαίρεση τις περιπτώσεις που ήταν αναγκαίες για την αισθητική κατανόηση του μοντέλου.

- **Λογική ονοματοδοσία των εντολών:**

Κατά την διαδικασία σχεδιασμού ενός δαχτυλιδιού χρειάστηκε να χρησιμοποιηθεί το ίδιο εργαλείο πολλές φορές, με αποτέλεσμα να εμφανίζεται επανειλημμένα στον κατάλογο των παραμετρικών εντολών (Βλ. Εικόνα 3.30). Αυτό θα μπορούσε να αποτελέσει ένα πολύ μεγάλο πρόβλημα για τους σχεδιαστές της GS Diamonds, δεδομένου ότι καλούνται να κατανοήσουν έναν νέο τρόπο σχεδιασμού. Για την αντιμετώπιση αυτού του προβλήματος δώθηκε όνομα σε κάθε εντολή. Η φιλοσοφία της ονοματοδοσίας αναλύεται σε επόμενη υποενότητα



Εικόνα 3.30 – Κατάλογος παραμετρικών εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για την κατασκευή του Dalia

- **Τακτοποιημένη δομή του αρχείου:**

Παρατηρήθηκε το γεγονός ότι όλες οι καμπύλες ή τα αντικείμενα κοπής δεν χρειάζεται να είναι εμφανή σε κάποιον που θέλει να κάνει μικρές αλλαγές στο σχέδιο. Έτσι, δώθηκε ιδιαίτερη έμφαση στην απόκρυψη αντικειμένων και εντολών τις οποίες δεν θα χρειαστεί ο επόμενος σχεδιαστής που θα χρησιμοποιήσει το αρχείο. Επιπλέον, τα αντικείμενα τοποθετήθηκαν σε διαφορετικά Layer, αντίστοιχα με την χρησιμότητά τους. Για παράδειγμα, τα αντικείμενα κοπής τοποθετήθηκαν στο πορτοκαλί Layer, ενώ όλες οι χρήσιμες καμπύλες τοποθετήθηκαν στο λαχανί Layer. Αντίστοιχα, τα αντικείμενα που πλέον δεν έχουν χρησιμότητα τοποθετήθηκαν στο κόκκινο Layer. Με αυτόν τον τρόπο, αν κάποιος σχεδιαστής θελήσει να επέμβει εκτενέστερα στο δαχτυλίδι, θα μπορεί να βρει το αντικείμενο που τον ενδιαφέρει στο αντίστοιχο Layer.

Ο χωρισμός των αντικειμένων σε Layers ακολούθησε την φιλοσοφία που ήδη έχει δομήσει το MatrixGold και δεν έρχεται σε αντίθεση με αυτήν.

- **Εκτενείς δοκιμές του αρχείου κατά την δημιουργία του:**

Κάθε στάδιο σχεδιασμού του δαχτυλιδιού συνοδεύτηκε από δοκιμές προσαρμογής σε διάφορες λεπτομέρειές του. Για παράδειγμα, έγιναν δοκιμές αλλαγής νούμερου, διάστασης και σχήματος διαμαντιού, όπως επίσης και αυξομείωσης της καμπυλότητας αντικειμένων. Σκοπός αυτού, η πλήρης λειτουργικότητα του δυναμικού αρχείου.

### 3.2.4 Ονοματοδοσία Εντολών

Η ονοματοδοσία των εντολών έπρεπε να τηρεί κάποιες προϋποθέσεις για να μπορέσει να είναι ευνόητη και χρηστική. Έτσι, κάθε εντολή ονομάστηκε με βάση την διαδικασία που εκτελεί και το αντικείμενο που δημιουργεί. Παρακάτω αναφέρονται κάποια παραδείγματα:

- **Size** – gvRingRail
- **Shank Thickness** – gvOutsideRingRail
- **Gemstone** – gvGemOnRingRail
- **Prongs** – gvHead
- **Shank Profiles** – gvProfilePlacer
- **Shank** – gvSweep2

Όμως η ονοματοδοσία δεν ήταν αρκετή στο να κάνει ξεκάθαρο το τοπίο για τους σχεδιαστές. Έπρεπε με κάποιον τρόπο να κατατάσσονται οι εντολές, ώστε αν κάποιος αναζητήσει κάποια συγκεκριμένη να γνωρίζει που θα ψάξει. Έτσι, τα ονόματα συνόδευσαν κάποια σύμβολα και αριθμοί, των οποίων η σημασία αναγράφεται παρακάτω:

#### Σύμβολα:

- #

Η δέση χρησιμοποιήθηκε μόνο για τις δύο βασικές παραμέτρους του σχεδίου, δηλαδή το νούμερο του δαχτυλιδιού και το μέγεθος της κεντρικής πέτρας

- @

Το συγκεκριμένο σύμβολο χρησιμοποιήθηκε για όλες τις δευτερεύουσες παραμέτρους, όπως τις καμπύλες οδηγούς ή τις καμπύλες προφίλ.

- %

Το σύμβολο του ποσοστού είναι εκείνο που ξεχωρίζει τα αντικείμενα κοπής από όλα τα υπόλοιπα

#### Αριθμοί:

- 1

Ο αριθμός 1 χρησιμοποιείται για τις καμπύλες γραμμές ( Curves )

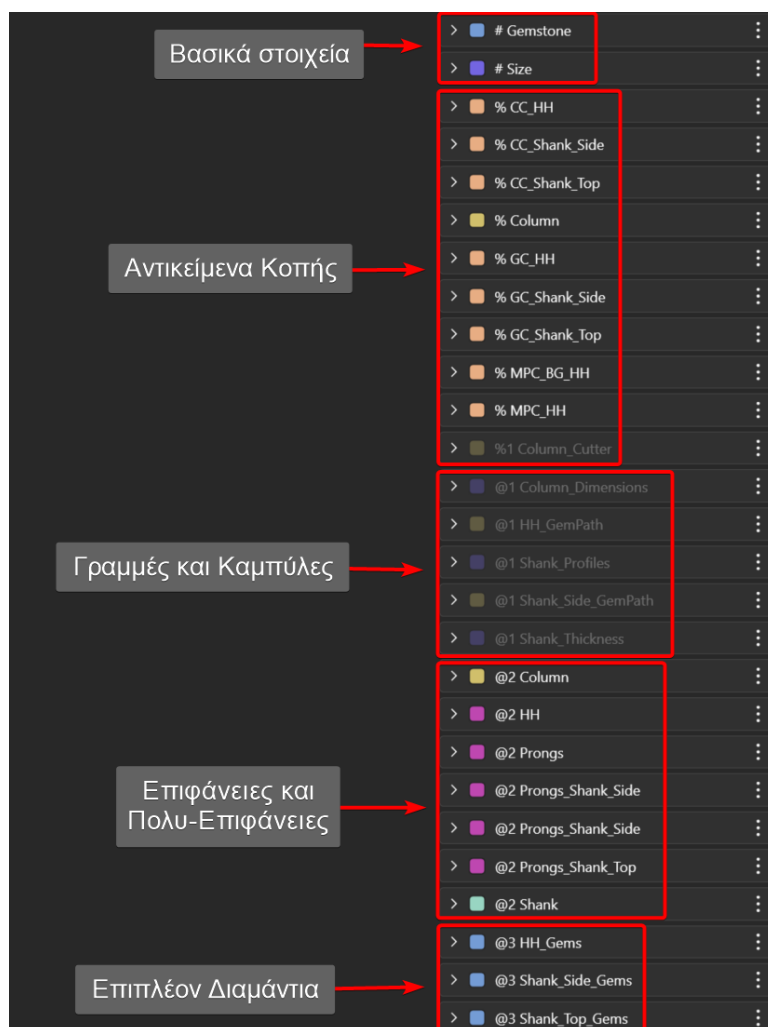
- 2

Ο αριθμός 2 συμβολίζει τις επιφάνειες (Surfaces), τις πολυ-επιφάνειες (Polysurfaces) και τα στερεά αντικείμενα

- 3

Το 3 αντιπροσωπεύει τους πολύτιμους λίθους, εκτός του κεντρικού διαμαντιού, που συμβολίζεται με το σύμβολο #.

Έτσι, κάνοντας συνδυασμούς αριθμών και συμβόλων μπόρεσαν να δοθούν ονόματα σε όλες τις εντολές. Τα σύμβολα και οι αριθμοί λειτούργησαν ως φίλτρο ταξινόμησης, ενώ τα ονόματα καθόρισαν τι ακριβώς κάνει η κάθε εντολή. Ένα παράδειγμα των συνδυασμών των ονομάτων απεικονίζεται στην Εικόνα 3.31.



Εικόνα 3.30 – Κατάλογος παραμετρικών εντολών μετά την ονοματοδοσία

### 3.2.5 Εκπαίδευση και Καθοδήγηση

Μαζί με τα αρχεία, στην σχεδιαστική ομάδα της GS Diamonds δώθηκε και ένα αρχείο με τις απαραίτητες οδηγίες σχετικά με τα παραμετρικά μοντέλα. Συγκεκριμένα, το αρχείο περιλάμβανε την επεξήγηση των συμβόλων της ονοματοδοσίας, καθώς και επιπλέον πληροφορίες σχετικά με την φιλοσοφία του παραμετρικού σχεδιασμού μέσω του MatrixGold.



Ταυτόχρονα έγινε μια σύντομη παρουσίαση των μοντέλων, καθώς και του τρόπου επεξεργασίας τους. Υπήρξαν διευκρινίσεις σχετικά με την σωστή σειρά επεξεργασίας ενός αρχείου, προκειμένου να μην χαλάσει η αλληλουχία μεταξύ των εντολών.

### 3.2.6 Εφαρμογή και Ανατροφοδότηση

Το τελικό στάδιο της έρευνας ήταν η ένταξη των παραμετρικών αρχείων στην βιβλιοθήκη και στην παραγωγική διαδικασία της GS Diamonds. Η σχεδιαστική ομάδα ανατροφοδότησε την έρευνα μέσα από συναντήσεις και από συνεχή επικοινωνία, προσφέροντας πληροφορίες σχετικά με την πρακτικότητα των αρχείων και δίνοντας περαιτέρω συμβουλές. Χάρη σε αυτό το στάδιο βελτιώθηκε η πρακτικότητα, η χρηστικότητα και η αποδοτικότητα των μοντέλων.

### 3.2.7 Συμπεράσματα της ανατροφοδότησης των σχεδιαστών

Η διαδικασία της συνεχούς επικοινωνίας με την σχεδιαστική ομάδα ήταν ιδιαίτερα κρίσιμη καθώς βοήθησε στην βελτίωση των αρχείων, ενώ τόνιζε την χρησιμότητά τους στην εταιρεία.

- Τα παραμετρικά μοντέλα μπόρεσαν να μειώσουν τον χρόνο σχεδιασμού της κάθε σχετικής παραγγελίας κατά 70%, διπλασιάζοντας έτσι το πλήθος των σχεδίων που ολοκληρώνονται καθημερινά.
- Μειώθηκαν οι ανομοιομορφίες μεταξύ παραγγελιών του ίδιου κωδικού προϊόντος, εφόσον όλες ορίζονταν πλέον από το παραμετρικό πρότυπο και δεν επηρεάζονταν από την αισθητική του κάθε σχεδιαστή.
- Βελτιώθηκαν τα βαριά αρχεία που είχαν δημιουργηθεί λόγω κάποιων εντολών, καθιστώντας τα έτσι πλήρως αποδοτικά και χρηστικά.
- Έχοντας μια δομημένη διαδικασία για τα συγκεκριμένα πέντε μοντέλα, οι σχεδιαστές είχαν περισσότερη αυτοπεποίθηση για πιο εξειδικευμένες προσαρμογές, προερχόμενες από αιτήματα των πελατών.

### 3.2.8 Ηθικοί Προβληματισμοί

Ιδιαίτερη σημασία δόθηκε στην διατήρηση της επαγγελματικής ακαιρεότητας και την προστασία των συμφερόντων της GS Diamonds. Δεδομένου του χαρακτήρα των σχεδίων της εταιρείας και της συμμετοχής της σχεδιαστικής ομάδας της, εφαρμόστηκαν μέτρα για την διατήρηση της εμπιστευτικότητας και της επιχειρησιακής συνέχειας.



## **Εμπιστευτικότητα**

Κατά την διάρκεια της έρευνας δώθηκε η μέγιστη δυνατή προσοχή στα ιδιόκτητα σχέδια, την ροή εργασίας και στα δεδομένα της GS Diamonds. Η πρόσβαση σε πληροφορίες περιορίστηκε αυστηρά στον ερευνητή, διασφαλίζοντας ότι δεν θα μπορέσει κανένας εξωτερικός παράγοντας να έχει εικόνα της πνευματικής ιδιοκτησίας της εταιρείας. Επιπλέον, οι πληροφορίες που μοιράζονται στην παρούσα εργασία τηρούν τις συμφωνίες εμπιστευτικότητας που έχουν γίνει με την υπεύθυνη ανάπτυξης προϊόντων της GS Diamonds.

## **Ενημέρωση και Συναίνεση**

Πριν ακόμα ξεκινήσει η ερευνητική διαδικασία, έγινε η πλήρης ενημέρωση της Διοίκησης και της ομάδας σχεδιασμού της GS Diamonds, από όπου έγινε και η λήψη της συγκατάθεσής τους για την συμμετοχή τους στην έρευνα. Όλοι οι εμπλεκόμενοι στην ερευνητική διαδικασία είχαν πλήρη ενημέρωση σχετικά με τους ρόλους τους και την συνεισφορά τους στην διαδικασία, ενώ τα μέλη της σχεδιαστικής ομάδας ενημερώθηκαν για την ανωνυμία της εθελοντικής ανατροφοδότησής τους.

## **Διατήρηση της ροής της παραγωγικής διαδικασίας**

Η διαδικασία της έρευνας δομήθηκε με τρόπο που επέτρεψε να μην υπάρξει καμία επίπτωση στις επαγγελματικές υποχρεώσεις των εργαζομένων. Η εισαγωγή των παραμετρικών μοντέλων και οι εκπαιδευτικές συναντήσεις διεξήχθησαν με τρόπο που υποστήριζε την ροή εργασίας της σχεδιαστικής ομάδας. Τα δυναμικά μοντέλα ενίσχυσαν την παραγωγικότητα, επιτρέποντας στην ομάδα σχεδιασμού να διπλασιάσει την καθημερινή παραγωγή σχεδίων χωρίς να υποβαθμίσει την ποιότητά τους.

## **Τήρηση επαγγελματικών προτύπων**

Η έρευνα εξασφάλισε διαφάνεια, υπευθυνότητα και σεβασμό προς όλους τους συμμετέχοντες, τηρώντας έτσι και τα ευρύτερα δεοντολογικά πρότυπα της ακαδημαϊκής και επαγγελματικής πρακτικής. Καθ' όλη την διάρκειά της τηρήθηκαν οι κανόνες που αναφέρθηκαν προηγουμένως, προωθώντας μια σχέση συνεργασίας και εμπιστοσύνης μεταξύ του ερευνητή και της GS Diamonds.

## 4. Αποτελέσματα και Συζήτηση

### 4.1 Πλεονεκτήματα των παραμετρικών μοντέλων

Η δημιουργία των πέντε δαχτυλιδιών σε παραμετρική έκδοση βοήθησε σημαντικά την διαδικασία διεκπεραίωσης παραγγελιών της GS Diamonds. Τα πλεονεκτήματα των παραμετρικών αρχείων αξιολογήθηκαν μετά από συνεχή επικοινωνία με την σχεδιαστική ομάδα της εταιρείας, καθώς επίσης και μέσω της σύγκρισης της ροής της σχεδιαστικής διαδικασίας πριν και μετά την ένταξή τους στην βιβλιοθήκη της εταιρείας. Τα ευρήματα τονίζουν την σημαντική μείωση του χρόνου και του κόστους σχεδιασμού, ενώ παρατηρήθηκε βελτίωση στην προσβασιμότητα των σχεδίων από τους ίδιους σχεδιαστές. Τα οφέλη αυτά αναδεικνύουν το εύρος εφαρμογής της παραμετρικής φιλοσοφίας, η οποία αν προσαρμοστεί στις ανάγκες παραγωγής της εταιρείας, μπορεί να αποφέρει σημαντική ανάπτυξη.

#### 4.1.1 Χρονική Απόδοση

Η μείωση του χρόνου σχεδιασμού ήταν ο βασικός στόχος της έρευνας, και η εφαρμογή των μοντέλων στο αρχείο της GS Diamonds απέφερε σημαντικές βελτιώσεις στον συγκεκριμένο τομέα. Η παραμετροποίηση βασικών λεπτομερειών – όπως είναι το νούμερο του δαχτυλιδιού ή οι διαστάσεις του κεντρικού διαμαντιού – διευκόλυνε τους σχεδιαστές στο να ολοκληρώνουν τις προσαρμογές για κάθε παραγγελία πολύ γρήγορα και με ελάχιστα λάθη. Παρατηρήθηκε ότι:

- **Εξοικονομήθηκε σημαντικός χρόνος:**

Κατά μέσο όρο, ο απαιτούμενος χρόνος για την ολοκλήρωση των σχεδιαστικών αλλαγών σε κάθε σχέδιο μειώθηκε στο 20% του αρχικού, κάτι το οποίο επέτρεψε στην σχεδιαστική ομάδα να διπλασιάσει το πλήθος παραγγελιών που ολοκληρώνει καθημερινά. Δεδομένου ότι τα πέντε μοντέλα είναι ένα μικρό μερίδιο της ποικιλίας σχεδίων της GS Diamonds, εκτιμάται πως αν και τα υπόλοιπα μοντέλα ήταν κατασκευασμένα σε παραμετρική μορφή, η σχεδιαστική ομάδα θα μπορούσε να τριπλασιάσει ( ίσως και να τετραπλασιάσει ) τον αριθμό των ημερήσιων σχεδίων που ολοκληρώνει. Αυτό βέβαια σχετίζεται άμεσα και με την εξοικείωση των σχεδιαστών με τα παραμετρικά αρχεία. Η δυνατότητα, όμως, μιας εταιρείας να ανταποκρίνεται άμεσα σε πολύ μικρά χρονικά πλαίσια, για μια τόσο ανταγωνιστική αγορά, θα μπορούσε να ξεχωρίσει την GS Diamonds από τους ανταγωνιστές της.

- **Βελτιστοποιήθηκε η σχεδιαστική διαδικασία:**

Με την χρήση των παραμετρικών μοντέλων οι σχεδιαστές δεν χρειάζεται να σχεδιάζουν από την αρχή τα μοντέλα για κάθε παραγγελία που γίνεται. Η δυναμική προσαρμογή λεπτομερειών μπορεί να γίνει μέσα σε λίγα μόλις λεπτά, δίνοντας έτσι στους σχεδιαστές την δυνατότητα να αξιοποιήσουν την δημιουργικότητά τους στην πρωτοτυπία και την ανάπτυξη νέων σχεδίων κοσμημάτων.

- **Υπήρξε σχεδιαστική συνέπεια και συνοχή μεταξύ των παραγγελιών:**

Η αξιοποίηση των παραμετρικών μοντέλων δεν βοήθησε μόνο ως προς την γρηγορότερη ολοκλήρωση σχεδίων. Βοήθησε σημαντικά στην διατήρηση των αισθητικών λεπτομερειών και αναλογιών του κάθε κοσμήματος. Η συνεχής χρήση του ίδιου δυναμικού προτύπου εξαφάνισε το φαινόμενο της σχεδιαστικής ανισορροπίας μεταξύ διαφορετικών παραγγελιών του ίδιου μοντέλου ( όπως η ελαφρώς διαφορετική καμπυλότητα των δοντιών ή οι δυσανάλογες διαστάσεις της γάμπας ), βοηθώντας έτσι στην διατήρηση της ποιότητας των κοσμημάτων.

Η εξοικονόμηση χρόνου όχι μόνο μείωσε τον φόρτο εργασίας της σχεδιαστικής ομάδας, αλλά της έδωσε την δυνατότητα να αυξήσει τον όγκο των παραγγελιών χωρίς να υποβαθμίσει την ποιότητα εργασίας της. Η μείωση του χρόνου σχεδιασμού βελτίωσε και την εμπειρία των αγοραστών, καθώς λάμβαναν συντομότερα τις παραγγελίες τους, κάτι που ενίσχυσε την αξιοπιστία της εταιρείας.

#### 4.1.2 Μείωση του Κόστους

Η μείωση του χρόνου που απαιτείται για την διεκπεραίωση της κάθε παραγγελίας μεταφράζεται άμεσα σε εξοικονόμηση χρημάτων, αναδεικνύοντας έτσι την σημασία της παραμετρικής προσέγγισης στον σχεδιασμό κοσμημάτων. Με την μείωση της διάρκειας σχεδιασμού μειώθηκε το κόστος παραγωγής και βελτιστοποιήθηκε η χρήση των οικονομικών πόρων της εταιρείας.

Παρατηρήθηκε ότι:

- **Μειώθηκε το κόστος παραγωγής:**

Τα παραμετρικά μοντέλα επέτρεψαν στην σχεδιαστική ομάδα να χειρίζεται μεγαλύτερο όγκο παραγγελιών εντός του ίδιου χρονικού διαστήματος. Αυτό οδήγησε στην μείωση του κόστους σχεδιασμού ανά σχέδιο, δίνοντας έτσι την δυνατότητα στην GS Diamonds να επενδύσει τους πόρους της σε άλλους τομείς, όπως την ανάπτυξη νέων προϊόντων ή το μάρκετινγκ.

- **Ενισχύθηκε ο σχεδιασμός νέων προϊόντων:**

Η αξιοποίηση των παραμετρικών μοντέλων δεν περιορίστηκε μόνο στην διαδικασία διεκπεραίωσης παραγγελιών. Αντίθετα, τα παραμετρικά αρχεία μπόρεσαν να χρησιμοποιηθούν για την ανάπτυξη νέων κοσμημάτων, παρόμοιας αρχιτεκτονικής, ως εναλλακτικές των αρχικών. Αυτό έδωσε την δυνατότητα στην GS Diamonds να συμβαδίζει με τις τάσεις της αγοράς άμεσα και χωρίς να χρειάζεται να αυξηθούν τα έξοδά της.

- **Υποστηρίχθηκε καλύτερα ο φόρτος παραγγελιών:**

Διπλασιάζοντας τον αριθμό των ολοκληρωμένων σχεδίων ημερησίως, η GS Diamonds ήταν σε καλύτερη θέση να διαχειριστεί την ζήτηση, ακόμα και σε περιόδους αιχμής. Η ροή της διαδικασίας του σχεδιασμού των παραγγελιών δομήθηκε με ασφάλεια ώστε να μπορεί να ικανοποιήσει την ζήτηση των καταναλωτών, χωρίς να επιβαρύνεται ούτε η εταιρεία με πρόσθετο κόστος προσωπικού, αλλά ούτε και η ομάδα σχεδιασμού.

Τα οικονομικά οφέλη του παραμετρικού σχεδιασμού δεν περιορίζονται μόνο στην άμεση εξοικονόμηση κόστους. Με την οργάνωση ενός πιο ευέλικτου συστήματος σχεδιασμού, η GS Diamonds έθεσε τα θεμέλια για μεγαλύτερη ανάπτυξη και συνέπεια. Αυτή η δυνατότητα άμεσης προσαρμογής των σχεδίων βοήθησε την εταιρεία να γίνει περισσότερο ανταγωνιστική, σε μια αγορά που η εξατομίκευση και η γρήγορη εξυπηρέτηση γίνονται όλο και πιο απαραίτητες.

#### 4.1.3 Προσβασιμότητα για τους Σχεδιαστές

Εκτός από την βελτίωση της αποδοτικότητας και την μείωση του κόστους, τα παραμετρικά μοντέλα παρείχαν μεγαλύτερη ευκολία στους σχεδιαστές, ειδικά για τις λιγότερο έμπειρους. Η δόμηση των λεπτομερειών των μοντέλων επέτρεψε σε σχεδιαστές με διαφορετική εμπειρία να συμβαδίσουν και να συνεργαστούν αποτελεσματικά, ακολουθώντας την φιλοσοφία της μάρκας.

Από την έρευνα παρατηρήθηκαν τα εξής:

- **Χρηστική διευκόλυνση:**

Η λογική οργάνωση των παραμέτρων, σε συνδυασμό με το προσωποποιημένο σύστημα ονοματοδοσίας τους, έκανε τα μοντέλα πιο προσιτά σε όλους τους σχεδιαστές. Εκείνοι κατάφεραν να εντοπίζουν και να προσαρμόζουν εντολές γρήγορα, χωρίς να χρειάζεται να ξοδέψουν ενέργεια και χρόνο στην κατανόηση του περιβάλλοντος ή της σχεδιαστικής λογικής του κοσμήματος. Αυτή η απλότητα ενίσχυσε την εμπιστοσύνη μεταξύ των μελών της ομάδας.

- **Εύκολη εκμάθηση:**

Οι σχεδιαστές, ακόμη και εκείνοι που δεν είχαν προηγούμενη εμπειρία στα παραμετρικά εργαλεία, ανέφεραν ότι η δομημένη προσέγγιση των αρχείων διευκόλυνε την διαδικασία της εκμάθησης. Η διαφορετική ονομασία της κάθε εντολής, σε συνδυασμό με την ένταξη των συμβόλων και των αριθμών, αποτέλεσε αρχικά μια πρόκληση, όμως τους βοήθησε να εστιάσουν σε συγκεκριμένες λεπτομέρειες. Επιπλέον, οι οδηγίες σχετικά με τον τρόπο προσέγγισης ενός παραμετρικού σχεδίου βοήθησαν στην συντομότερη υιοθέτηση της φιλοσοφίας, εξασφαλίζοντας ότι όλοι θα μπορούσαν να συνεισφέρουν αποτελεσματικά, ανεξαρτήτως της εμπειρίας τους.

- **Προσβασιμότητα για τους νέους σχεδιαστές:**

Τα παραμετρικά αρχεία, σε συνδυασμό με την δόμησή τους, επέτρεψαν στους σχεδιαστές να ευθυγραμμιστούν μεταξύ τους, ακολουθώντας την φιλοσοφία της εταιρείας. Βελτιώθηκε η παραγωγικότητα όλης της ομάδας, ενώ έγινε ευκολότερη η ένταξη νέων μελών σε αυτήν.

Συνοπτικά, η μείωση των γνώσεων που απαιτούνται για την κατανόηση των περίπλοκων σχεδίων έδωσε στους σχεδιαστές την ελευθερία να επικεντρωθούν στην δημιουργία πρωτότυπων και καινοτόμων κοσμημάτων. Μέσα από αυτήν την διαδικασία προωθήθηκε και ένα πιο συνεργατικό κλίμα εργασίας.

## 4.2 Προκλήσεις του Παραμετρικού Σχεδιασμού

Ενώ η ένταξη του παραμετρικού σχεδιασμού κοσμημάτων διακρίνεται από σημαντικά πλεονεκτήματα ως προς την αποδοτικότητα, την μείωση του κόστους και την προσβασιμότητα, η διαδικασία έφερε στο προσκήνιο αρκετές προκλήσεις που απαιτούσαν προσοχή. Εκείνες αφορούσαν κυρίως την προσαρμογή των σχεδιαστών στην νέα ροή εργασίας και την υπολογιστική δύναμη που απαιτούν τα πολύπλοκα παραμετρικά μοντέλα. Η αντιμετώπιση των προκλήσεων αυτών ήταν απαραίτητη για την διασφάλιση της επιτυχίας των παραμετρικών μεθόδων στον σχεδιασμό των κοσμημάτων.

### 4.2.1 Εκμάθηση των σχεδιαστών

Οι σχεδιαστές που είναι συνηθισμένοι στον στατικό σχεδιασμό μέσω λογισμικών CAD χρειάστηκε να κατανοήσουν την λογική του παραμετρικού σχεδιασμού. Η μετάβαση αυτή, από τον στατικό στον παραμετρικό σχεδιασμό, απαιτούσε τεχνική κατάρτιση και εννοιολογική

κατανόηση για την αλληλεπίδραση με τα δυναμικά εργαλεία του MatrixGold. Ο παραμετρικός σχεδιασμός διαφέρει αρκετά, καθώς τα εργαλεία του δίνουν προτεραιότητα στην ευελιξία και την αυτοματοποίηση, σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους των λογισμικών CAD.

Οι κύριες προκλήσεις που παρατηρήθηκαν αναφέρονται παρακάτω:

- **Κατανόηση της συσχέτισης μεταξύ των παραμέτρων:**

Σε αντίθεση με τον παραδοσιακό σχεδιασμό κοσμημάτων, όπου η κάθε λεπτομέρεια ρυθμίζεται αυτόνομα, ο παραμετρικός σχεδιασμός είναι αποτέλεσμα μιας συνεχούς αλληλουχίας μεταξύ παραμέτρων. Κάποιοι από τους σχεδιαστές δυσκολεύτηκαν να αντιληφθούν ότι μια μικρή αλλαγή σε κάποια λεπτομέρεια του σχεδίου μπορεί να επηρεάσει τα συναφή χαρακτηριστικά του. Για παράδειγμα, η αλλαγή του μεγέθους του κεντρικού διαμαντιού μπορεί να αλλάξει αυτόματα το μέγεθος του στεφανιού που βρίσκεται κάτω από αυτό, προκειμένου να διατηρηθεί η αρχική αναλογία του μοντέλου.

- **Περιήγηση στο περιβάλλον του MatrixGold:**

Η αξιοποίηση των εξειδικευμένων εργαλείων του MatrixGold, όπως τα **gvProfilePlacer**, **gvHead** ή **gvGemOnCurve** απαιτούσε πρώτα ο χρήστης να έχει εξοικειωθεί με το περιβάλλον του προγράμματος. Οι σχεδιαστές, λόγω του ότι ήταν εξοικειωμένοι με το περιβάλλον του Rhino3D, ενώ δεν δυσκολεύτηκαν με την πλοήγηση στα παράθυρα του MatrixGold, αντιμετώπισαν δυσκολίες με την εφαρμογή ήδη γνωστών – αλλά ταυτόχρονα διαφορετικής προσέγγισης – εντολών. Για παράδειγμα, το Rhino3D επιτρέπει την άμεση μετακίνηση των σημείων ελέγχου (control points) μιας καμπύλης, ενώ η ίδια ακριβώς διαδικασία μπορεί να χαλάσει την αλληλουχία μεταξύ των παραμέτρων του MatrixGold.

#### 4.2.2 Υπολογιστική Αποτελεσματικότητα

Οι απαιτήσεις για υπολογιστική ισχύ ήταν μια ακόμα σημαντική πρόκληση, κυρίως για τα σχέδια που είχαν περισσότερες λεπτομέρειες. Ενώ η παραμετρική φύση των μοντέλων επέτρεπε τις εύκολες προσαρμογές, η πολυπλοκότητα κάποιων σχεδίων προκαλούσε περιστασιακά προβλήματα επιδόσεων που καθυστέρουσαν την διαδικασία του σχεδιασμού.

Τα κύρια προβλήματα ήταν:

- **Θέματα καθυστέρησης:**

Κάποια πιο απαιτητικά εργαλεία, όπως οι εντολές **Boolean**, συχνά αύξαναν το μέγεθος του αρχείου, με αποτέλεσμα να προκαλούν καθυστερήσεις κατά την διαδικασία προσαρμογών. Αντίστοιχα θέματα παρατηρήθηκαν σε σχέδια με πολλά διαμάντια, κοπτικά αντικείμενα και δόντια. Για παράδειγμα, στο σχέδιο Ariel υπάρχουν τοποθετημένα διαμάντια σε 3 διαφορετικές

πλευρές της γάμπας, ενώ για κάθε ένα διαμάντι υπάρχει και το αντίστοιχο κοπτικό αντικείμενο. Αυτά τα προβλήματα χρονοκαθυστερήσης ήταν εντονότερα στους σχεδιαστές που διέθεταν υπολογιστές με χαμηλότερη επεξεργαστική ισχύ.

- **Μεγέθη αρχείων και Συμβατότητα με άλλα Προγράμματα:**

Τα μεγάλα σε μέγεθος αρχεία δημιουργούσαν προβλήματα ως προς την αποθήκευσή τους, την κοινή χρήση, καθώς και την συμβατότητά τους με διαφορετικά προγράμματα σχεδιασμού. Οι σχεδιαστές που εργάζονται εξ αποστάσεως αντιμετώπισαν προβλήματα με το ανέβασμα και κατέβασμα αρχείων, λόγω του τεράστιου μεγέθους τους. Αυτό το πρόβλημα απαιτούσε στρατηγικές για τον εξορθολογισμό του μεγέθους των αρχείων, χωρίς όμως να υποβαθμίζεται η λειτουργικότητά τους.

Για την αντιμετώπιση των προβλημάτων αυτών λήφθηκαν τα ακόλουθα μέτρα:

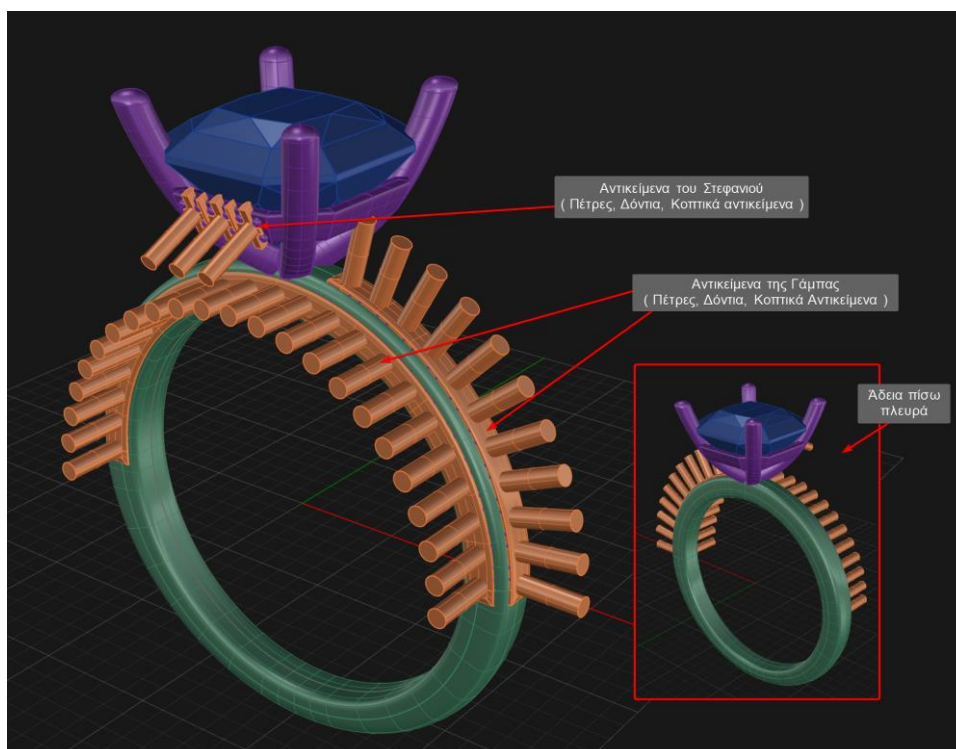
- **Μείωση του υπολογιστικού φόρτου των αρχείων :**

Ζητήθηκε από τους σχεδιαστές να αποφεύγουν την χρήση εντολών που αυξάνουν την πολυπλοκότητα του μοντέλου, όπως είναι οι εντολές Boolean. Αυτό ήταν αρκετό για να διατηρήσει την γρήγορη ανταπόκριση του μοντέλου στις αλλαγές των παραμέτρων και κατέφερε να διευκολύνει το έργο των σχεδιαστών.

- **Αναδόμηση του αρχείου που αποθηκεύεται :**

Η διαδικασία αποφυγής των πολύπλοκων εντολών δεν θα μπορούσε να είναι μια καθολική λύση, καθώς κάποια σχέδια απαιτούν καθρεπτισμούς και εντολές τύπου Boolean για να μπορέσουν να παραχθούν. Έτσι, επιλέχθηκε το αρχείο να αποθηκεύεται με όλα τα απαραίτητα αντικείμενα, αλλά χωρίς εκείνα που μπορούν γρήγορα να συμπληρωθούν με την χρήση εργαλείων αντιγραφής. Για παράδειγμα, στο Ariel επιλέχθηκε να υπάρχουν οι πέτρες και τα κοπτικά αντικείμενα που βρίσκονται μόνο από την μία πλευρά της γάμπας. Επίσης επιλέχθηκε να μην γίνει η εντολή **gvBooleanDifference** (Βλ. Εικόνα 4.1). Έτσι, όταν ένας σχεδιαστής χρειαζόταν να ετοιμάσει μια παραγγελία με το Ariel, θα χρειαζόταν απλώς να κάνει τις προσαρμογές που απαιτούνται, και έπειτα να αντιγράψει με την εντολή **ArrayPolar**, του Rhino, τα αντικείμενα από την απέναντι πλευρά. Τέλος θα έπρεπε, με την εντολή **BooleanDifference**, να κόψει τον σκελετό του δαχτυλιδιού σύμφωνα με τα πορτοκαλί αντικείμενα κοπής. Εδώ γίνεται περισσότερο αντιληπτή η ανάγκη κατηγοριοποίησης των αντικειμένων σε Layers, καθώς ένας σχεδιαστής θα μπορούσε πολύ εύκολα να κατανοήσει ότι πρέπει να εκτελέσει την εντολή BooleanDifference με όλα τα πορτοκαλί αντικείμενα, καθώς το συγκεκριμένο Layer φιλοξενεί όλα τα αντικείμενα κοπής.





Εικόνα 4.1 – Απεικόνιση του αρχείου χωρίς την αντιγραφή των αντικειμένων

- **Καθοδήγηση σχεδιαστών ως προς την σειρά προσαρμογής των μοντέλων:**

Μετά από επικοινωνία με τους σχεδιαστές, τους έγινε εκτενής επεξήγηση του τρόπου που λειτουργούν τα παραμετρικά αρχεία. Πιο συγκεκριμένα, τους δώθηκαν πληροφορίες σχετικές με το ποιες εντολές πρέπει να αλλάζουν πρώτες και ποιες δεν πρέπει να πειράζονται από τους ίδιους.

Συνοπτικά, η ένταξη των παραμετρικών μοντέλων δεν ήταν μια διαδικασία χωρίς εμπόδια και προβληματισμούς. Για την διασφάλιση της λειτουργικότητας και της πρακτικότητάς τους, χρειάστηκε να βελτιωθεί ο τρόπος που οι ίδιοι οι σχεδιαστές χειρίζονται τα αρχεία. Η μείωση της πολυπλοκότητας των αρχείων, η οργάνωση της μορφής των αρχείων που αποθηκεύονται και η καθοδήγηση των σχεδιαστών ήταν οι λύσεις που κατέφεραν να εξουδετερώσουν τα προβλήματα αυτά, ενώ μπορούν με το πέρασμα του χρόνου να βελτιωθούν ακόμα περισσότερο. Με την εξέλιξη του κλάδου της χρυσοχοΐας, εφόσον τα νέα τεχνολογικά μέσα εντάσσονται σε αυτόν, αυτά τα προβλήματα χρειάζεται να αντιμετωπίζονται άμεσα, προκειμένου να διασφαλίζεται η χρηστικότητα των παραμετρικών εργαλείων.



### 4.3 Τελική ανατροφοδότηση από την σχεδιαστική ομάδα της GS Diamonds

Η ανατροφοδότηση που συλλέχθηκε από την σχεδιαστική ομάδα της εταιρείας προσέφερε σημαντικά στην έρευνα, όχι μόνο τονίζοντας τα δυνατά χαρακτηριστικά των παραμετρικών μοντέλων, αλλά και με την αναγνώριση προβλημάτων και λεπτομερειών που βοήθησαν στην περαιτέρω βελτίωση των μοντέλων. Μέσα από την επικοινωνία, δομήθηκε μια στιβαρή μεθοδολογία δημιουργίας, αποθήκευσης, δόμησης και αξιοποίησης των παραμετρικών αρχείων και εργαλείων που προσφέρει το MatrixGold.

#### 4.3.1 Θετικά σχόλια

Οι σχεδιαστές της GS Diamonds εντυπωσιάστηκαν από την χρηστικότητα και τα προνόμια των παραμετρικών μοντέλων. Τα σχόλιά τους εστίαζαν κυρίως στην βελτίωση της αποδοτικότητας, την συνέπεια μεταξύ των επαναλήψεων του ίδιου μοντέλου και την γενική εμπειρία χρήστη από τον τρόπο σχεδιασμού. Τα κύρια συμπεράσματα ήταν τα εξής:

- **Δυναμική επεξεργασία μοντέλων:**

Οι σχεδιαστές επαίνεσαν την δυναμική δυνατότητα των παραμετρικών αρχείων, λόγω της ευκολίας με την οποία μπορούσαν να κάνουν σημαντικές αλλαγές στο σχέδιο. Η ευελιξία αυτή τους επέτρεψε να εκτελέσουν ταχύτερα τα καθήκοντά τους, μειώνοντας δραματικά τον χρόνο που χρειάζεται να επενδύσουν σε αυτά. Επιπλέον, η δυνατότητα γρήγορων αλλαγών βοήθησε και στην διαδικασία εξυπηρέτησης των διαφορετικών, σύνθετων ή μη, αιτημάτων των αγοραστών.

Ένας σχεδιαστής τόνισε :

*“Είναι απίστευτο το πόσο εύκολα μπορούμε να κάνουμε αλλαγές σε κάποιο σχέδιο. Αυτά που μας έπαιρναν ακόμα και ώρες, πλέον μπορούμε να τα φτιάχνουμε άκομα και μέσα σε λίγα λεπτά”*

- **Αισθητική συνέπεια μεταξύ των παραγγελιών:**

Χάρη στην συνεχή χρήση των ίδιων αρχείων, οι παραγγελίες του ίδιου μοντέλου παρουσίαζαν μια ομοιομορφία που πληρεί τις ποιοτικές και αισθητικές προϋποθέσεις της εταιρείας. Οι σχεδιαστές τόνισαν πως λεπτομέρειες όπως η ευθυγράμμιση των δοντιών, οι αναλογίες του στεφανιού της πέτρας και η τοποθέτηση των διαμαντιών brilliant στην γάμπα διατηρήθηκαν ομοιόμορφα στα σχέδια, ακόμα και μετά από μεγάλη αύξηση στο νούμερο και στις διαστάσεις

της πέτρας. Αυτή η συνέχεια μείωσε δραματικά τα σφάλματα που σχετίζονται με την χειροκίνητη επεξεργασία, σφάλματα που ήταν συνηθισμένα στην παραδοσιακή ροή εργασίας.

- **Καθοδήγηση και Ορολογία:**

Το εγχειρίδιο με τις βασικές οδηγίες χρήσης των παραμετρικών μοντέλων, σε συνδυασμό με την επεξήγηση της ορολογίας εκτιμήθηκε πολύ. Οι σχεδιαστές θεώρησαν τις οδηγίες σαφείς και απαραίτητες για την κατανόηση της φιλοσοφίας των παραμετρικών μοντέλων. Η ορολογία που είχε δοθεί στις εντολές, αν και απαιτητική στην αρχή, ήταν ένα πολύ αποτελεσματικό εργαλείο που τους βοήθησε να κατανοήσουν το κάθε σχέδιο και να το επεξεργαστούν με ευκολία.

Σύμφωνα με έναν από τους σχεδιαστές,

*“όταν καταλάβει κανείς την ορολογία, η αναζήτηση και επεξεργασία των παραμέτρων γίνεται ασυναίσθητα. Είναι τρομέρη ευκολία να γνωρίζεις που θα βρίσκεται η κάθε εντολή πριν καν την ψάξεις”.*

- **Επεκτασιμότητα της Σχεδιαστικής Διαδικασίας:**

Η δυναμική φύση των μοντέλων επέτρεψε στους σχεδιαστές να διαχειρίζονται καθημερινά αυξημένο αριθμό παραγγελιών. Αυτή η δυνατότητα τονίστηκε ακόμα περισσότερο, διότι η ένταξη των αρχείων στην βιβλιοθήκη της εταιρείας έγινε την περίοδο πριν τα Χριστούγεννα, όπου ο φόρτος εργασίας ήταν τεράστιος. Η υπεύθυνη της σχεδιαστικής ομάδας τόνισε πως οι παραγγελίες διεκπεραιώθηκαν αποτελεσματικά και γρήγορα, ενώ δεν παρατηρήθηκαν καθόλου σφάλματα και λάθη στα τελικά προϊόντα.

#### 4.3.2 Επικοδομητική κριτική

Με την ένταξη αυτών των πέντε παραμετρικών μοντέλων στην βιβλιοθήκη των αρχείων της GS, υπήρξαν και μερικές παρατηρήσεις των σχεδιαστών οι οποίες βοήθησαν την έρευνα να βελτιώσει το έργο της. Κάποια από τα προβλήματα, των οποίων η αντιμετώπιση θα μπορούσε να ενισχύει περισσότερο την χρηστικότητα του παραμετρικού σχεδιασμού κοσμημάτων, είναι τα εξής:

- **Απλοποίηση των παραμέτρων:**

Κάποιοι πιο έμπειροι σχεδιαστές πρότειναν τρόπους απλοποίησης των σχεδίων, κάνοντάς τα έτσι πιο πρακτικά και λειτουργικά. Για παράδειγμα, όλα τα συμμετρικά αντικείμενα

(mirrored), ή εκείνα που προκύπτουν μέσα από την κυκλική διάταξη (polarArray) ζητήθηκε να παραλειφθούν, ώστε να μειωθεί η πολυπλοκότητα και το μέγεθος του αρχείου.

- **Εκμάθηση μέσω εκπαιδευτικών βίντεο:**

Κάποιοι σχεδιαστές με λιγότερη εμπειρία τόνισαν πως η δημιουργία κάποιων εκπαιδευτικών βίντεο, τόσο για την επεξεργασία των παραμετρικών μοντέλων, όσο και για την δημιουργία αυτών, θα ήταν σημαντική για την γρηγορότερη εκμάθηση της παραμετρικής λογικής. Η δημιουργία μιας μικρής βιβλιοθήκης με σύντομα βίντεο παρουσίασης και επεξεργασίας του κάθε μοντέλου θα μπορούσε να αποτελέσει έναν σημαντικό οδηγό τόσο για τους εν ενεργεία σχεδιαστές, όσο και για εκείνους που επρόκειτ να ενταχθούν στην ομάδα της εταιρείας στο μέλλον.

Συνοψίζοντας, οι εντυπώσεις των μελών της σχεδιαστικής ομάδας της GS ήταν πολύ θετικές. Αναγνώρισαν τα πλεονεκτήματα της νέας σχεδιαστικής εκδοχής, που θα μπορούσαν να αυξήσουν την παραγωγικότητα. Από τους ίδιους αναφέρθηκε ότι στα σχέδια που έχουν παραμετρική έκδοση δεν χρειάζεται πλέον να μελετούν τις λεπτομέρειές τους πριν την διεκπεραίωση της αντίστοιχης παραγγελίας, κάτι το οποίο προηγουμένως τους έπαιρνε αρκετό χρόνο. Επιπλέον, τους δημιουργήθηκε το αίσθημα της σιγουριάς, καθώς έπαψαν να εμφανίζονται σφάλματα στα αρχεία και στα τελικά προϊόντα.

Πρέπει να αφερθεί ότι η ανάπτυξη των παραμετρικών σχεδίων οφείλεται σημαντικά, πέραν της αρχικής μελέτης, και στην ανατροφοδότηση που προσέφεραν με μεγάλη προθυμία οι σχεδιαστές. Η συνεισφορά τους στην έρευνα ήταν παραπάνω από σημαντική και βοήθησε στην επίτευξη ενός πολύ πρακτικού και καινοτόμου αποτελέσματος. Η σχεδιαστές, όπως και η GS Diamonds, έδειξαν για ακόμα μια φορά την δίψα τους για καινοτομία και πρωτοτυπία στον χώρο του κοσμήματος.

#### **4.4 Ευρύτερες επιπτώσεις της έρευνας στην χρυσοχοΐα**

Τα αποτελέσματα της έρευνας υπογραμμίζουν τις δυνατότητες του παραμετρικού σχεδιασμού στην χρυσοχοΐα. Μπορεί η έρευνα να επικεντρώθηκε στα μονόπετρα δαχτυλίδια της εταιρείας, όμως οι μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν μπορούν να επεκταθούν στον ευρύτερο κλάδο των κοσμημάτων, εξυπηρετώντας πάντα τους αντίστοιχους σκοπούς. Οι μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν στην έρευνα παρέχουν έναν οδηγό αποτελεσματικής αξιοποίησης των εργαλείων του MatrixGold με στόχο την καινοτομία και την βελτιστοποίηση της σχεδιαστικής

διαδικασίας και άλλων εταιρειών. Η υιοθέτηση της λογικής του παραμετρικού σχεδιασμού και από άλλους οίκους κοσμημάτων μπορεί να οδηγήσει τον κλάδο σε μια νέα εποχή, όπου μικρές και μεγάλες επιχειρήσεις θα μπορούν να ανταγωνίζονται μέσω της καινοτομίας και της πρωτοτυπίας.

#### **4.4.1 Εφαρμογή στην βιομηχανία**

Οι αρχές του παραμετρικού σχεδιασμού μπορούν με ευκολία να εφαρμοστούν και σε άλλες κατηγορίες και είδη κοσμημάτων. Η προσαρμοστικότητα που προσφέρει αποτελεί ένα ευέλικτο εργαλείο που θα βοηθήσει στον εξορθολογισμό της παραγωγής και θα προωθήσει την δημιουργικότητα.

- **Ευρεία γκάμα προϊόντων:**

Η συνδεσμολογία μεταξύ των δυναμικών εργαλείων που χρησιμοποιήθηκαν για την δημιουργία μονόπετρων δαχτυλιδιών μπορεί να υιοθετηθεί και για την δημιουργία διαφορετικών τύπων κοσμημάτων, όπως σκουλαρίκια, κρεμαστά και βραχιόλια. Παραδείγματος χάρη, θα μπορούσε να σχεδιαστεί παραμετρικά ένα σκουλαρίκι, στο οποίο θα γινόταν με ευκολία η αυξομείωση των τοποθετημένων διαμαντιών ή των συνολικών του διαστάσεων. Η ευελιξία αυτή θα μπορούσε να προσφέρει στις επιχειρήσεις το προνόμιο της εξατομικεύσης κοσμημάτων χωρίς την επιβάρυνση του κόστους επανασχεδιασμού.

- **Εξατομικευμένες συλλογές:**

Η ευελιξία που προσφέρεται από τα παραμετρικά εργαλεία του MatrixGold επιτρέπει στις επιχειρήσεις κοσμημάτων να δημιουργήσουν εξατομικευμένες συλλογές, προσαρμόζοντάς τις έτσι στις διάφορες απαιτήσεις των καταναλωτών. Για παράδειγμα, οι πελάτες θα μπορούσαν να επιλέξουν μέσα από μια γκάμα σχεδίων και να κάνουν τις επιθυμητές αλλαγές σε πραγματικό χρόνο, είτε διαδικτυακά μέσα από μία ιστοσελίδα, είτε δια ζώσης σε ένα κατάστημα σε συνεργασία με έναν πωλητή.

- **Σχεδιαστική πρωτοτυπία και καινοτομία:**

Τα παραμετρικά μοντέλα ενθαρρύνουν την καινοτομία, αφού επιτρέπουν στους σχεδιαστές να δοκιμάζουν πράγματα σε σχέδια χωρίς ιδιαίτερο κόπο. Έτσι ενισχύεται η δημιουργικότητά τους ως προς την δημιουργία αντισυμβατικών σχεδίων.

#### **4.4.2 Οικονομικά αποδοτικές λύσεις**

Η έρευνα αποδεικνύει την σημασία του παραμετρικού σχεδιασμού στην μείωση του κόστους σχεδιασμού, ιδίως για μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις. Με την μείωση των χειροκίνητων

διαδικασιών, οι παραμετρικές μέθοδοι προσφέρουν μια κλιμακούμενη προσέγγιση για την βελτίωση της κερδοφορίας μιας επιχείρησης.

- **Αξιοποίηση από μικρότερα εργαστήρια χρυσοχοΐας**

Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μεθόδους του CAD σχεδιασμού, που απαιτούν εξειδίκευση και εμπειρία, ο παραμετρικός σχεδιασμός μέσω του MatrixGold μειώνει τα κόστη σχεδιασμού επαναλαμβανόμενων μοντέλων. Μικρότερα εργαστήρια μπορούν να ανταγωνιστούν μεγαλύτερους κατασκευαστές προσφέροντας υψηλής ποιότητας εξατομικευμένα κοσμήματα, χωρίς την αύξηση των εξόδων τους.

- **Βελτιστοποίηση Πόρων:**

Αξιοποιώντας παραμετρικά μοντέλα, τα εργαστήρια μπορούν να βελτιστοποιήσουν την χρήση υλικών, χρόνου και εργατικού δυναμικού. Για παράδειγμα, η αποφυγή λαθών μειώνει την σπατάλη υλικών, ενώ η γρηγορότερη επεξεργασία ενός αρχείου μειώνει το κόστος αφού δεν χρειάζεται να απασχολούνται πολλοί εργαζόμενοι. Αυτά τα οφέλη μειώνουν σημαντικά τα έξοδα μιας επιχείρησης και αυξάνουν το περιθώριο κέρδους.

Τα παραμετρικά εργαλεία του MatrixGold βοηθούν τις επιχειρήσεις να είναι περισσότερο αποδοτικές, βελτιστοποιώντας τις σχεδιαστικές και παραγωγικές διαδικασίες και μειώνοντας τα έξοδά τους. Έτσι επιτυγχάνεται η μακροχρόνια οικονομική σταθερότητα των επιχειρήσεων σε μία τόσο απαιτητική αγορά.

#### 4.4.3 Μελλοντικές τάσεις στην κατασκευή κοσμημάτων

Η επιτυχία του παραμετρικού σχεδιασμού που επιτεύχθηκε μέσα από αυτήν την έρευνα ευθυγραμμίζεται με τις τάσεις της βιομηχανίας, δίνοντας έμφαση στην σημασία της τεχνολογίας για την εκπλήρωση των προσδοκιών των πελατών.

- **Μαζική εξατομίκευση:**

Η ζήτηση των καταναλωτών για εξατομικευμένα κοσμήματα αυξάνεται με ραγδαίους ρυθμούς. Τα παραμετρικά εργαλεία που μελετήθηκαν στην εργασία επιτρέπουν στις επιχειρήσεις να ανταποκριθούν στις ανάγκες των καταναλωτών και να παρέχουν υψηλής ποιότητας μοναδικά κοσμήματα με ευκολία, μειώνοντας το χάσμα μεταξύ της τέχνης της χρυσοχοΐας και της αποτελεσματικής παραγωγής.

- **Βιωσιμότητα:**

Η ακρίβεια που επιτυγχάνεται στα σχέδια μέσω των παραμετρικών αρχείων μειώνει την σπατάλη υλικών, υποστηρίζοντας πιο βιώσιμες πρακτικές κατασκευής. Επιπλέον, η άμεση ψηφιακή μοντελοποίηση εξαλείφει την ανάγκη για φυσικά δείγματα, μειώνοντας σημαντικά

την περιβαλλοντική επιβάρυνση. Αυτά τα οφέλη ευθυγραμμίζονται με τον προσανατολισμό των καταναλωτών σε περιβαλλοντικά υπεύθυνες επιχειρήσεις.

- **Διεθνής συνεργασία:**

Τα παραμετρικά μοντέλα, όπως και τα αντίστοιχα στατικά, μπορούν να μοιραστούν με ευκολία ανάμεσα στα μέλη μιας σχεδιαστικής ομάδας, ακόμα και όταν αυτά βρίσκονται σε διαφορετικές ηπείρους. Όπως και στην περίπτωση της GS Diamonds, όπου κάποιοι σχεδιαστές εδράζονται στην Ελλάδα και στην Αυστραλία, η κοινοποίηση και από κοινού επεξεργασία ενός στατικού μοντέλου μπορούσε να αυξήσει δραματικά την διάρκεια επεξεργασίας του. Αντιθέτως, όταν οι σχεδιαστές ακολουθήσουν μια κοινή γραμμή και έχουν ένα σύστημα κωδικοποίησης και ανάγνωσης των παραμετρικών τους μοντέλων, η από κοινού επεξεργασία των σχεδίων μπορεί να γίνει μέσα σε μόλις λίγα λεπτά.

Ακολουθώντας αυτές τις τάσεις, ο παραμετρικός σχεδιασμός βοηθά τις επιχειρήσεις να προσαρμόζονται στις απερχόμενες ανάγκες της αγοράς και να διατηρούν ένα ανταγωνιστικό πλεονέκτημα ενάντια σε άλλες που προσεγγίζουν την αγορά πιο παραδοσιακά.

#### **4.4.4 Εκπαιδευτικές δυνατότητες**

Τα αποτελέσματα της έρευνας έχουν επίπτωση και στον τομέα της εκπαίδευσης σχεδιαστών που επιζητούν να ενταχθούν στον κλάδο. Καθώς ο παραμετρικός σχεδιασμός γίνεται συνεχώς βασικό εργαλείο στις διαδικασίες παραγωγής, η εκπαίδευση των σχεδιαστών είναι απαραίτητη για την εξέλιξη του κλάδου.

- **Ανάπτυξη δεξιοτήτων:**

Με τον παραμετρικό σχεδιασμό εισάγεται ένα νέο σύνολο δεξιοτήτων για τους σχεδιαστές. Τα εκπαιδευτικά προγράμματα για τον παραμετρικό σχεδιασμό μπορούν να τους οδηγήσουν σε μια νέα γενιά, καθοδηγούμενη από την τεχνολογία.

- **Γεφύρωση παραδοσιακών και μοντέρνων τεχνικών:**

Τα εκπαιδευτικά προγράμματα έχουν την δυνατότητα να δημιουργήσουν ένα υβριδικό υπόβαθρο δεξιοτήτων, που συνδυάζει την παράδοση της χρυσοχοΐας με τα μοντέρνα παραμετρικά εργαλεία και λογισμικά. Για παράδειγμα, η εμβάθυνση στην τέχνη της χρυσοχοΐας μπορεί να βοηθήσει τους σχεδιαστές να κατανοήσουν καλύτερα τις βασικές αρχές της και να αξιοποιήσουν πιο αποτελεσματικά τα παραμετρικά εργαλεία.

Η επένδυση στην εκπαίδευση δεν θα ενισχύσει απλώς την βιομηχανία με νέα talenta, αλλά θα προωθήσει την καινοτομία και την δημιουργικότητα, εξασφαλίζοντας την παραμονή του τομέα σε προοδευτικά και δυναμικά πλαίσια.

#### **4.4.5 Σύνοψη**

Οι επιπτώσεις του παραμετρικού σχεδιασμού εκτείνεται πολύ περισσότερο από τον σχεδιασμό δαχτυλιδιών, δίνοντας έτσι την σπίθα για καινοτομία και βιωσιμότητα στην βιομηχανία του κοσμήματος. Οι χρονικά αποδοτικές λύσεις, σε συνδυασμο με την διευκόλυνση για δημιουργική εξερεύνηση ωθούν την χρυσοχοΐα σε μια νέα εποχή. Η έρευνα αυτή αναδεικνύει τις τεράστιες δυνατότητες του παραμετρικού σχεδιασμού για την αντιμετώπιση των προκλήσεων του κλάδου, ενώ ταυτόχρονα δίνει την ευκαιρία στις επιχειρήσεις να εξελιχθούν και να εξασφαλίσουν μακροπρόθεσμη επιτυχία



## 5. Συμπεράσματα

Τα αποτελέσματα της έρευνας αυτής αποκαλύπτουν τις τεράστιες δυνατότητες του παραμετρικού σχεδιασμού, που μπορούν να εξελίσσουν σημαντικά την βιομηχανία του κοσμήματος. Μέσα από την μελέτη των δαχτυλιδιών της GS Diamonds, αναδεικνύεται ότι η ενσωμάτωση νέων και προηγμένων τεχνολογικών μέσων μπορεί να αντιμετωπίσει κρίσιμες προκλήσεις που σχετίζονται με την σχεδιαστική και παραγωγική διαδικασία των κοσμημάτων. Τα ευρήματα της έρευνας υπογραμμίζουν την χρηστικότητα της παραμετρικής λογικής σχεδιασμού, ενώ τονίζουν την σημασία των εργαλείων που σχετίζονται με εκείνη. Ο συνδυασμός αυτών προσφέρει καινοτομία και οικονομικά αποδοτικές λύσεις.

### 5.1 Σύνοψη βασικών ευρημάτων

Το κίνητρο της συγκεκριμένης μελέτης ήταν η συνεχώς αυξανόμενη ζήτηση των καταναλωτών για εξατομικευμένα κοσμήματα, κάτι το οποίο περιορίζεται σημαντικά από τις παραδοσιακές μεθόδους κατασκευής. Επανασχεδιάζοντας πέντε μοντέλα δαχτυλιδιών, η έρευνα μελέτησε και αξιολόγησε τα υπέρ και τα κατά της υιοθέτησης των παραμετρικών μεθόδων σχεδιασμού μέσω του MatrixGold, σε ένα πραγματικό περιβάλλον επιχείρησης. Τα ευρήματά της ανέδειξαν τα πιο σημαντικά οφέλη σε διάφορες διαστάσεις:

#### 1. Εξοικονόμηση Χρόνου :

Τα παραμετρικά μοντέλα κάποιων προϊόντων μείωσαν τον χρόνο σχεδιασμού για την κάθε παραγγελία κατά 80%. Αυτή η μείωση ήταν ιδιαίτερα εμφανής όταν οι σχεδιαστές κλήθηκαν να αλλάξουν βασικές λεπτομέρειες, όπως το νούμερο του δαχτυλιδιού και το μέγεθος της κεντρικής πέτρας. Με τον εξορθολογισμό αυτών των διαδικασιών οι σχεδιαστές ήταν σε θέση να διεκπαιρεύουν τις παραγγελίες της εταιρείας πολύ πιο γρήγορα, διπλασιάζοντας ουσιαστικά το πλήθος των ημερήσιων εργασιών που ολοκληρώνουν.

#### 2. Μείωση του κόστους παραγωγής :

Ο χρόνος που εξοικονομήθηκε από το στάδιο σχεδιασμού μεταφράζεται σε μείωση του κόστους παραγωγής. Με την δυνατότητα των σχεδιαστών να ολοκληρώνουν περισσότερες παραγγελίες στο ωράριο εργασίας του, κατανεμήθηκαν οι πόροι της επιχείρησης και ελαχιστοποιήθηκαν τα έξοδα. Αυτή η μείωση του κόστους κάνει τον παραμετρικό σχεδιασμό



ιδιαίτερα ελκυστικό για μικρές και μεσαίες επιχειρήσεις, που μέχρι προτινος δεν μπορούσαν να ανταγωνιστούν τους πιο μεγάλους οίκους στον τομέα των εξατομικευμένων κοσμημάτων.

### **3. Ενίσχυση της προσβασιμότητας:**

Ένα από τα πιο σημαντικά πελoneκτήματα του παραμετρικού σχεδιασμού είναι η προσβασιμότητα για τους λιγότερο έμπειρους σχεδιαστές. Οι ίδιοι προσαρμόστηκαν γρήγορα στην διαδικασία σχεδιασμού, χάρη στις κατευθυντήριες γραμμές που δόθηκαν από τον ερευνητή, μειώνοντας έτσι τον χρόνο εκπαίδευσης. Χάρη σε αυτόν τον εκδημοκρατισμό των εργαλείων του σχεδιασμού, οι επιχειρήσεις απέκτησαν την δυνατότητα να ενσωματώνουν ταλέντα ευκολότερα στην σχεδιαστική τους ομάδα.

### **4. Επεκτασιμότητα:**

Παρά το γεγονός ότι η μελέτη επικεντρώθηκε στα μονόπετρα δαχτυλίδια αρραβώνων, οι μεθοδολογίες που αναπτύχθηκαν μπορούν να εφαρμοστούν σε όλους σχεδόν τους τύπους κοσμημάτων. Κρεμαστα λαιμού, βραχιόλια και σκουλαρίκια μπορούν επίσης να επωφεληθούν από τις δυνατότητες της παραμετροποίησης, επιτρέποντας έτσι στις επιχειρήσεις να συμβαδίσουν με τις προτιμήσεις των πελατών.

### **5. Συνέπεια και Ποιότητα:**

Χάρη στα παραμετρικά μοντέλα εξασφαλίστηκε η ομοιομορφία μεταξύ διαφορετικών παραγγελιών του ίδιου σχεδίου. Αυτοματοποιώντας κρίσιμες λεπτομέρειες, όπως το ύψος τοποθέτησης του διαμαντιού ή το φάρδος της γάμπας, οι αποκλίσεις μεταξύ διαφορετικών παραγγελιών εξαλείφθηκαν. Έτσι, βελτιώθηκε η ποιότητα των προϊόντων και ενισχύθηκε η φήμη του οίκου για την ακρίβεια και την αξιοπιστία που προσφέρει στους καταναλωτές.

Όλα τα παραπάνω ευρήματα σε συνδυασμό υπογραμμίζουν την ευελιξία και την πρακτικότητα των παραμετρικών μεθόδων σχεδιασμού, ως λύση στις εξελισσόμενες απαιτήσεις που υπάρχουν στην βιομηχανία της χρυσοχοΐας. Αντιμετωπίζοντας προβλήματα, όπως ο χρόνος, το κόστος και η ανάγκη για εξατομίκευση, η προσέγγιση αυτή ωθεί σημαντικά τον κλάδο προς μια νέα γενιά!

## **5.2 Επιπτώσεις στην βιομηχανία των κοσμημάτων**

Η υιοθέτηση του παραμετρικού σχεδιασμού δύναται να επαναπροσδιορίσει την διαδικασία κατασκευής κοσμημάτων, από το στάδιο του σχεδιασμού έως και εκείνο της επικοινωνίας με τον πελάτη. Οι επιπτώσεις της έρευνας εκτείνονται πέρα από την μείωση του χρόνου σχεδιασμού, έχοντας επιρροή και σε άλλους τομείς του κλάδου.

- **Ικανοποίηση των πελατών:**

Στην σύγχρονη εποχή, οι καταναλωτές αναζητούν όλο και περισσότερο τα εξατομικευμένα κοσμήματα, που παραδίδονται εντός μικρού χρονικού πλαισίου. Με την μείωση του χρόνου παράδοσης για τέτοια εξατομικευμένα κοσμήματα, οι επιχειρήσεις θα μπορούν να ανταποκρίνονται στις προσδοκίες αυτές, ενισχύοντας την αφοσίωση των πελατών τους.

- **Επίτευξη ανταγωνιστικότητας για μικρές επιχειρήσεις:**

Τα μικρά εργαστήρια αντιμετωπίζουν συχνά προκλήσεις ανταγωνισμού με μεγαλύτερους οίκους, λόγω των περιορισμένων κεφαλαίων. Ο παραμετρικός σχεδιασμός μέσω του MatrixGold εξισορροπεί τους όρους ανταγωνισμού και δίνει την ευκαιρία στις μικρές επιχειρήσεις να προσφέρουν κοσμήματα υψηλής ποιότητας, χωρίς την άσκοπη αύξηση του κόστους παραγωγής.

- **Εκδημοκρατισμός των σχεδιαστικών εργαλείων:**

Με την ένταξη των παραμετρικών μοντέλων μειώνεται η εξάρτηση των επιχειρήσεων από εξειδικευμένα talέντα. Ανοίγονται ευκαιρίες για ένα μεγαλύτερο πλαίσιο επαγγελματιών που μπορούν να συνεισφέρουν στην διαδικασία σχεδιασμού.

- **Βιωσιμότητα και αποδοτικότητα χρήσης των υλικών:**

Η ακρίβεια που προσφέρει ο παραμετρικός σχεδιασμός ελαχιστοποιεί την άσκοπη σπατάλη υλικών, καθιστώντας έτσι τον κλάδο πιο βιώσιμο. Η ψηφιακή πρωτοτυποποίηση μειώνει την ανάγκη φυσικών δειγμάτων, συνεισφέροντας σημαντικά στον περιβαλλοντικό αντίκτυπο της παραγωγής. Αυτά τα οφέλη ευθυγραμμίζονται με την προτίμηση των καταναλωτών σε προϊόντα που προέρχονται από διαδικασίες με οικολογική συνείδηση.

- **Καινοτομία πέραν των παραδοσιακών κοσμημάτων:**

Ο παραμετρικός σχεδιασμός ανοίγει επίσης τον δρόμο για πρωτοτυπία και καινοτομία σε συναφείς κλάδους, όπως για παράδειγμα τα πολυτελή αξεσουάρ ή τα τρισδιάστατα εκτυπωμένα αντικείμενα. Αξιοποιώντας τις ίδιες μεθόδους, μπορούν και οι υπόλοιπες επιχειρήσεις να αρπάξουν νέες ευκαιρίες στην αγορά και να πρωτοτυπήσουν.

Ενώ ο κλάδος της χρυσοχοΐας εξελίσσεται, ο σχεδιασμός μέσω παραμετρικών εργαλείων γίνεται ακρογωνιαίος λίθος της σύγχρονης κατασκευής, επιτρέποντας στα εργαστήρια και τους οίκους κοσμημάτων να προσαρμόζονται και να συμβαδίζουν με τις τάσεις της αγοράς. Παράλληλα διατηρούν τα υψηλά τους πρότυπα που σχετίζονται με την ποιότητα και την δημιουργικότητά τους.

### 5.3 Συστάσεις για μελλοντική έρευνα

Παρά το γεγονός ότι η συγκεκριμένη έρευνα βάζει ισχυρά θεμέλια για την ανάδειξη των πλεονεκτημάτων του παραμετρικού σχεδιασμού, αρκετοί σχετικοί τομείς απαιτούν περαιτέρω διερεύνηση για την πλήρη ανάδειξη των δυνατοτήτων του. Παρακάτω προτείνονται βασικές κατευθύνσεις για μελλοντικές μελέτες:

#### 1. Βελτιστοποίηση του μεγέθους των αρχείων:

Μία από τις πιο μεγάλες προκλήσεις που εντοπίστηκαν στην έρευνα ήταν ο υπολογιστικός φόρτος που προκύπτει από την πολυπλοκότητα μερικών παραμετρικών μοντέλων. Μελλοντικές μελέτες μπορούν να ερευνήσουν τεχνικές για την μείωση του μεγέθους των αρχείων, όπως είναι η απλούστευση του αλγορίθμου. Τέτοιες βελτιστοποιήσεις θα μπορούσαν να κάνουν τις παραμετρικές μεθόδους περισσότερο αποτελεσματικές και προσιτές, ιδίως και σχεδιαστές με περιορισμένους υπολογιστικούς πόρους.

#### 2. Εκπαιδευτικά προγράμματα για σχεδιαστές:

Η εκμάθηση της φιλοσοφίας του παραμετρικού σχεδιασμού, καθώς και των σχετικών εργαλείων, παραμένει μια σημαντική δυσκολία για τους σχεδιαστές που έχουν μάθει τους πιο στατικούς τρόπους σχεδιασμού. Μια σχετική έρευνα, προσανατολισμένη σε αποτελεσματικές μεθόδους εκπαίδευσης, συμπεριλαμβανομένων και διαδραστικών εργαστηρίων, διαδικτυακών σεμιναρίων και προγραμμάτων καθοδήγησης θα μπορούσε να γεφυρώσει σημαντικά το χάσμα μεταξύ στατικού και παραμετρικού σχεδιασμού. Τέτοιες πρωτοβουλίες θα βοηθήσουν ώστε να οφέλη του παραμετρικού σχεδιασμού να αξιοποιηθούν πλήρως σε διαφορετικές ομάδες.

#### 3. Ενσωμάτωση της Τρισδιάστατης Εκτύπωσης:

Αν και η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε στο κομμάτι του σχεδιασμού, μια μελλοντική μελέτη θα μπορούσε να ασχοληθεί με την βελτιστοποίηση της διαδικασίας της προετοιμασίας της εκτύπωσης των μοντέλων. Στις μέρες μας υπάρχουν λογισμικά τα οποία δίνουν την δυνατότητα της αυτοματοποιημένης προετοιμασίας της εκτύπωσης ενός μοντέλου, όμως σε έναν κλάδο όπως αυτόν των κοσμημάτων, όπου η λεπτομέρεια και η ποιότητα της εκτύπωσης έχουν μεγάλη σημασία, θα μπορούσε να γίνει περαιτέρω σχετική έρευνα. Η δυνατότητα της γρήγορης προετοιμασίας μοντέλων για μια καθαρή και επιτυχής εκτύπωση, ακόμα και σε πιο συμβατούς εκτυπωτές, θα μπορούσε να αλλάξει τα δεδομένα του κλάδου.

#### 4. Επέκταση και σε άλλα είδη κοσμημάτων:

Ενώ η έρευνα εστίασε στην συγκεκριμένη περίπτωση της GS Diamonds, δημιουργώντας σχέδια δαχτυλιδιών, οι δυνατότητες των παραμετρικών εργαλείων του MatrixGold δεν περιορίζονται μόνο εκεί. Μελέτες και δοκιμές σχετικά με την αξιοποίηση αυτών των

εργαλείων για την δημιουργία κρεμαστών, βραχιολιών και σκουλαρικών θα μπορούσε να εντάξει περισσότερο τον παραμετρικό σχεδιασμό στον κλάδο των κοσμημάτων.

### **5. Εξέλιξη του λογισμικού:**

Καθώς η εξέλιξη των λογισμικών CAD είναι δεδομένη, η βελτίωση της λειτουργικότητας των εργαλείων τους θα μπορούσε να επιτευχθεί με την ένταξη της τεχνητής νοημοσύνης. Η ευελιξία των εργαλείων και τον εντολών μπορεί να βελτιωθεί, κάνοντας το λογισμικό συνολικά πιο εύελκτο και εύχρηστο για σχεδιαστές διαφόρων ειδών κοσμημάτων.

Εστιάζοντας στα παραπάνω θέματα, οι μελλοντικές έρευνες μπορούν να βασιστούν και στα ευρήματα της παρούσας μελέτης. Έτσι μπορεί να επιτευχθεί η συνεχής καινοτομία και πρωτοτυπία στην χρυσοχοΐα.

### **5.4 Τελικές σκέψεις**

Η παρούσα έρευνα υπογραμμίζει και αναδεικνύει τις δυνατότητες του παραμετρικού σχεδιασμού, που μπορούν να αξιοποιηθούν σημαντικά στην βιομηχανία των κοσμημάτων. Η ικανότητά του να μειώνει τον χρόνο και το κόστος σχεδιασμού, να βελτιώνει την προσβασιμότητα και να διατηρεί την ποιότητα του σχεδίου τονίζει την σημασία της ενσωμάτωσης των παραμετρικών εργαλείων στις σύγχρονες μεθόδους σχεδιασμού. Τα ευρήματα της έρευνας – πέραν των επιχειρήσεων των κοσμημάτων - οφελούν και τον ευρύτερο τομέα του παραμετρικού σχεδιασμού προβάλλοντας σημαντικά την ευελιξία και την σημασία του σε διαφορετικούς κλάδους.

## 6. Βιβλιογραφία

1. Alese Oldenburg (2023) - *Head's Anatomy, Diamond Nexus*.  
Available at: <https://www.diamondnexus.com/blog/all/high-versus-low-engagement-ring-settings>
2. Auterra (2021) - 'Gold Karat Explanation', *Auterra*.  
Available at: <https://auterra.co.za/blogs/journal/karats>
3. Carles Codina (2006) – *Metals*.
4. Dinesh Cadd (2021) - 'Best CAD Software for Mechanical Design', *CADD CENTRE*  
Available at: <https://www.cadd.net.in/top-best-cad-software-for-mechanical-design/>
5. Gemvision (2025) *MatrixGold Official Website*.  
Available at: <https://gemvision.com/matrixgold>
7. Ginny of Centime (2017) - 'Colors of Gold', “*Centime*” *Jewelry Guides and Blogs*.  
Available at: <https://blog.centimegift.com/colors-of-gold-white-gold-rose-gold-pink-gold-and-green-gold/>
8. GS Diamonds (2025) *Gemstone Shapes, GS Diamonds* .  
Available at: <https://www.gsdiamonds.com.au/blog/diamond-shape-guide>
9. GS Diamonds (2025) *Gemstones - 4Cs*.  
Available at: <https://www.gsdiamonds.com.au/start-with-the-4cs-1>
10. Jack Meyer (2025) - *MatrixGold Essentials, CAD Jewellery Skills*.  
Available at: <https://www.cadjewelleryskills.com/matrixgold-jewellery-cad-software-overviews-and-tutorials/>
10. Mohammadvali, M. - *ADVANCED SURFACE MODELING IN MATRIXGOLD- - A NEW JOURNEY TO COMPLEX MODELS*.
11. Robert McNeel & Associates (2025) - *Rhino3D Official Website*.  
Available at: <https://www.rhino3d.com/>
11. Steve Clark (2024) - 'Best Architecture Software of 2025'  
Available at: <https://www.techradar.com/best/best-architecture-software>