

# Αποτίμηση της Αποτελεσματικότητας των Λύσεων Βασισμένων στη Φύση (Nature Based Solutions) στη Διαχείριση Ομβρίων Υδάτων σε Αστικά Περιβάλλοντα

Σωτηρία Καραπέτρου

Πολιτικός Μηχανικός ΠΕ και Μεταπτ. Φοιτήτρια  
ΔΧΤ/ΣΘΕΤ, ΕΑΠ

Email: sotiria.karapetrou@gmail.com,  
std153232@ac.eap.gr

Κωνσταντίνος Α. Λιώλιος

Διδάκτωρ Μηχανικός Περιβάλλοντος  
και Μέλος ΣΕΠ ΔΧΤ/ΣΘΕΤ ΕΑΠ

kostisliolios@gmail.com

**Περίληψη** – Η παρούσα εργασία διερευνά την αποτελεσματικότητα των Λύσεων Βασισμένων στη Φύση (Nature Based Solutions, NBS) στη διαχείριση ομβρίων υδάτων σε αστικά περιβάλλοντα, υπό συνθήκες αυξανόμενης αστικοποίησης και κλιματικής αλλαγής. Αναπτύσσεται ένα πολυκριτηριακό πλαίσιο αξιολόγησης, βασισμένο σε βιβλιογραφική ανάλυση και μελέτες εφαρμογής. Τα αποτελέσματα αναδεικνύουν τη συμβολή των NBS στη μείωση της απορροής και του πλημμυρικού κινδύνου. Παράλληλα, επισημαίνονται τα σημαντικά περιβαλλοντικά και κοινωνικά οφέλη τους. Η αποτελεσματικότητά τους ωστόσο εξαρτάται από τον ορθό σχεδιασμό και την ενσωμάτωσή τους στον βιώσιμο αστικό σχεδιασμό.

**Λέξεις-Κλειδιά:** Λύσεις Βασισμένες στη Φύση, Διαχείριση ομβρίων υδάτων, Πλημμυρικός κίνδυνος, Αστικός σχεδιασμός, Βιώσιμη ανάπτυξη

## I. ΕΙΣΑΓΩΓΗ

Η συνεχής αστικοποίηση, σε συνδυασμό με την αύξηση της έντασης και της συχνότητας των ακραίων καιρικών φαινομένων, έχει οδηγήσει σε σημαντικές μεταβολές του υδρολογικού κύκλου, με κύρια χαρακτηριστικά την αύξηση της επιφανειακής απορροής, τη μείωση της διήθησης και την ενίσχυση του πλημμυρικού κινδύνου. Οι εξελίξεις αυτές καθιστούν αναγκαία τη μετάβαση από τις παραδοσιακές «γκρίζες υποδομές» σε πιο βιώσιμες και ολοκληρωμένες προσεγγίσεις διαχείρισης.

Στο πλαίσιο αυτό, οι NBS αναδεικνύονται ως μια εναλλακτική ή συμπληρωματική στρατηγική, η οποία αξιοποιεί φυσικές διεργασίες, όπως η διήθηση, η κατακράτηση και η εξατμισοδιαπνοή, προκειμένου να ρυθμίσει την απορροή των ομβρίων υδάτων και να βελτιώσει την ποιότητά τους. Σκοπός της εργασίας είναι η διερεύνηση της συμβολής των NBS στη μείωση του πλημμυρικού κινδύνου και η συνολική αξιολόγηση της απόδοσής τους σε υδρολογικό, περιβαλλοντικό και λειτουργικό επίπεδο.

Η σημασία της παρούσας έρευνας συνδέεται με το γεγονός ότι το εξεταζόμενο ζήτημα αποτελεί μία

σύγχρονη, πολυπαραγοντική και συνεχώς εντεινόμενη πρόκληση για τα αστικά περιβάλλοντα και τη βιώσιμη διαχείριση των υδατικών πόρων. Οι παραδοσιακές προσεγγίσεις που βασίζονται στην ενίσχυση των «γκρίζων» υποδομών μέσω επεκτάσεων και αναβαθμίσεων των δικτύων αποχέτευσης καθίστανται ολοένα και πιο δαπανηρές και συχνά ανεπαρκείς, ιδίως σε πυκνοδομημένες περιοχές, ενώ δεν συνάδουν πλήρως με τους στόχους της βιώσιμης αστικής ανάπτυξης που προϋποθέτουν πολυλειτουργικές παρεμβάσεις με περιβαλλοντική και κοινωνική προστιθέμενη αξία. Αντιθέτως, οι NBS υιοθετούν μια ολιστική προσέγγιση, επιδιώκοντας ταυτόχρονη βελτίωση του υδρολογικού καθεστώτος, της ποιότητας των υδάτων, της αστικής βιοποικιλότητας και του μικροκλίματος, με τελικό στόχο την αναβάθμιση της ποιότητας ζωής. Συνεπώς, η διερεύνηση της αποτελεσματικότητάς τους είναι κρίσιμη για την ευρύτερη ενσωμάτωσή τους στον αστικό σχεδιασμό.

## II. ΜΕΘΟΔΟΛΟΓΙΑ

Η μεθοδολογία της εργασίας βασίζεται σε εκτενή ανασκόπηση της διεθνούς βιβλιογραφίας, σε κριτική εξέταση επιλεγμένων μελετών περίπτωσης και στην ανάπτυξη ενός πολυκριτηριακού πλαισίου αξιολόγησης.

Το πλαίσιο αυτό ενσωματώνει υδρολογικούς δείκτες, παραμέτρους ποιότητας νερού και κριτήρια βιωσιμότητας, προκειμένου να αποτυπωθεί η απόδοση των NBS όχι μόνο ως προς την αντιπλημμυρική τους λειτουργία, αλλά και ως προς τη συνολικότερη συνεισφορά τους στη βιώσιμη αστική διαχείριση. Ιδιαίτερη έμφαση αποδίδεται στη μείωση της αιχμής της απορροής, στον περιορισμό του συνολικού όγκου απορροής, στην αύξηση του χρόνου συγκέντρωσης και στην ικανότητα συγκράτησης και απομάκρυνσης ρύπων.

Για την αποτίμηση της υδρολογικής και υδραυλικής συμπεριφοράς των λύσεων προτείνεται η αξιοποίηση υδρολογικών και υδραυλικών μοντέλων προσομοίωσης, όπως τα EPA SWMM (Storm Water Management Model της Υπηρεσίας Προστασίας Περιβάλλοντος των ΗΠΑ)

και HEC-RAS (Hydraulic Engineering Center – River Analysis System), μέσω των οποίων εξετάζονται διαφορετικά σενάρια βροχόπτωσης και περίοδοι επαναφοράς. Η αξιολόγηση στηρίζεται σε ποσοτικούς δείκτες, όπως η μείωση της αιχμής παροχής, ο περιορισμός του συνολικού όγκου απορροής, η αύξηση του χρόνου συγκέντρωσης και η ικανότητα συγκράτησης ρύπων και αιωρούμενων στερεών. Παράλληλα, λαμβάνονται υπόψη κριτήρια βιωσιμότητας, λειτουργικής προσαρμοστικότητας και κόστους-αποτελεσματικότητας.

### III. ΕΠΙΛΕΓΜΕΝΑ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

Τα αποτελέσματα της έρευνας καταδεικνύουν ότι οι NBS μπορούν να συμβάλλουν ουσιαστικά στη βελτίωση της ανθεκτικότητας των αστικών περιοχών έναντι πλημμυρικών φαινομένων, μέσω της αποκατάστασης βασικών διεργασιών του υδρολογικού κύκλου και της μείωσης της επιφανειακής απορροής.

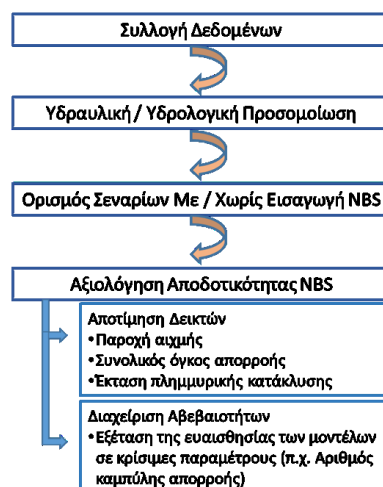
#### A. Προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο διαχείρισης ομβρίων υδάτων χρησιμοποιώντας NBS

Το προτεινόμενο μεθοδολογικό πλαίσιο μπορεί να λειτουργήσει ως ένα γενικευμένο εργαλείο υποστήριξης για την αξιολόγηση και τον σχεδιασμό Λύσεων Βασισμένων στη Φύση (NBS) στη διαχείριση ομβρίων υδάτων σε αστικά περιβάλλοντα, παρέχοντας μια συστηματική διαδικασία που δύναται να προσαρμοστεί σε διαφορετικές χωρικές, υδρολογικές και πολεοδομικές συνθήκες. Η διαδικασία ξεκινά με τη συλλογή και επεξεργασία των απαραίτητων δεδομένων, όπως υδρομετεωρολογικά στοιχεία, χαρακτηριστικά λεκανών απορροής, χρήσεις γης, ποσοστά αδιαπέρατων επιφανειών και δεδομένα υφιστάμενων υποδομών. Στη συνέχεια πραγματοποιείται η ανάπτυξη του υδρολογικού και υδραυλικού μοντέλου της περιοχής μελέτης και ο καθορισμός σεναρίων προσομοίωσης, τα οποία περιλαμβάνουν τόσο την υφιστάμενη κατάσταση όσο και εναλλακτικά σενάρια εφαρμογής διαφορετικών τύπων NBS ή συνδυασμών αυτών.

Ακολουθώντας, μέσω εξειδικευμένων εργαλείων προσομοίωσης, όπως τα EPA SWMM και HEC-RAS, αξιολογείται η απόδοση των προτεινόμενων παρεμβάσεων υπό διαφορετικά σενάρια βροχόπτωσης και περιόδους επαναφοράς. Η αξιολόγηση βασίζεται σε ποσοτικούς δείκτες, όπως η μείωση της αιχμής παροχής, ο περιορισμός του συνολικού όγκου απορροής, η αύξηση του χρόνου συγκέντρωσης, η μεταβολή της πλημμυρικής έκτασης και η ικανότητα συγκράτησης ρύπων. Παράλληλα, το πλαίσιο ενσωματώνει μία πολυκριτηριακή αξιολόγηση, λαμβάνοντας υπόψη περιβαλλοντικά, λειτουργικά, κοινωνικά και οικονομικά κριτήρια, όπως η βιωσιμότητα, η δυνατότητα ενσωμάτωσής στον αστικό ιστό, οι απαιτήσεις συντήρησης και το κόστος-αποτελεσματικότητα των παρεμβάσεων.

Η δομημένη αυτή διαδικασία επιτρέπει τη συγκριτική αξιολόγηση εναλλακτικών λύσεων και μπορεί να χρησιμοποιηθεί από ερευνητές, μηχανικούς, φορείς τοπικής αυτοδιοίκησης και μελετητές αστικού σχεδιασμού ως ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο λήψης αποφάσεων για την επιλογή, διαστασιολόγηση και βελτιστοποίηση των NBS. Επιπλέον, παρέχει τη δυνατότητα προσαρμογής σε διαφορετικά επίπεδα ανάλυσης και κλίμακες εφαρμογής, συμβάλλοντας στην

ανάπτυξη ανθεκτικών και βιώσιμων στρατηγικών διαχείρισης ομβρίων υδάτων στο πλαίσιο της κλιματικής προσαρμογής και του σύγχρονου αστικού σχεδιασμού. Η συνολική διαδικασία αποτυπώνεται σχηματικά στο Σχήμα 1.



Σχήμα 1. Μεθοδολογικό πλαίσιο για την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των NBS με βάση προσομοιώσεων και αριθμητικών αναλύσεων.

#### B. Επιλογή, αξιολόγηση και βελτιστοποίηση των κατάλληλων παρεμβάσεων NBS

Η επιλογή των κατάλληλων παρεμβάσεων NBS εξαρτάται από τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά της περιοχής μελέτης, όπως οι υδρολογικές και κλιματικές συνθήκες, οι χρήσεις γης, ο βαθμός αστικοποίησης, οι διαθέσιμοι χώροι και οι υφιστάμενες υποδομές. Στο πλαίσιο αυτό, οι NBS δεν αντιμετωπίζονται ως απομονωμένες τεχνικές παρεμβάσεις, αλλά ως στοιχεία ενός ευρύτερου συστήματος βιώσιμης και ανθεκτικής αστικής διαχείρισης.

Πιο συγκεκριμένα, η επιλογή των κατάλληλων NBS εξαρτάται από ένα σύνολο υδρολογικών, γεωμορφολογικών, πολεοδομικών και λειτουργικών παραμέτρων, όπως οι χρήσεις γης, το ποσοστό αδιαπέρατων επιφανειών, οι διαθέσιμοι χώροι εγκατάστασης, τα χαρακτηριστικά των βροχοπτώσεων και οι ιδιαιτερότητες των υφιστάμενων υποδομών. Η διαδικασία επιλογής αποσκοπεί στον προσδιορισμό των πλέον κατάλληλων παρεμβάσεων για κάθε περιοχή μελέτης, λαμβάνοντας υπόψη τόσο την τεχνική τους αποδοτικότητα όσο και τη δυνατότητα ενσωμάτωσής τους στον αστικό ιστό (Ruangpan και συν., 2020; Fletcher και συν., 2015).

Η αξιολόγηση των NBS μπορεί να επιτευχθεί με βάση την αποτίμηση της απόδοσής τους μέσω της προσομοίωσης και ανάλυσης υδρολογικών και υδραυλικών διεργασιών, καθώς και του υδατικού ισοζυγίου. Η αξιολόγηση των NBS δεν περιορίζεται στην απλή τεχνική περιγραφή των παρεμβάσεων, αλλά στηρίζεται στη σύγκριση των αποτελεσμάτων των μοντέλων με την υφιστάμενη κατάσταση, με ένα σενάριο αναφοράς ή με προκαθορισμένους στόχους σχεδιασμού. Με τον τρόπο αυτό, η προσομοίωση λειτουργεί ως εργαλείο υποστήριξης της λήψης αποφάσεων, καθώς επιτρέπει στους μελετητές, στους φορείς σχεδιασμού και στα ενδιαφερόμενα μέρη να εκτιμήσουν κατά πόσο οι προτεινόμενες λύσεις συμβάλλουν στη μείωση της

απορροής, στη βελτίωση της υδρολογικής συμπεριφοράς της περιοχής και στη συνολική ενίσχυση της ανθεκτικότητας του αστικού περιβάλλοντος. Η προσέγγιση αυτή συνδέεται με τη βιβλιογραφική κατεύθυνση που προτείνει την αξιολόγηση των NBS βάσει συγκριτικών σεναρίων, τεχνικών δεικτών και στόχων απόδοσης, ώστε να τεκμηριώνεται η καταλληλότητα και η αποτελεσματικότητα κάθε παρέμβασης σε σχέση με τις τοπικές συνθήκες εφαρμογής (Ruangpan et al., 2020; Jia et al., 2015;·).

Η αποτελεσματικότητα των λύσεων εξαρτάται σημαντικά από τη χωρική κατανομή, τη διαστασιολόγηση και τον συνδυασμό διαφορετικών τύπων παρεμβάσεων. Η βελτιστοποίηση στοχεύει στη μεγιστοποίηση της υδρολογικής απόδοσης και των περιβαλλοντικών συν-οφελών με το μικρότερο δυνατό κόστος εφαρμογής και συντήρησης. Στο πλαίσιο αυτό, εξετάζονται διαφορετικές στρατηγικές χωροθέτησης και συνδυαστικής εφαρμογής NBS, αναδεικνύοντας ότι οι υβριδικές προσεγγίσεις που συνδυάζουν πράσινες και συμβατικές υποδομές παρουσιάζουν υψηλότερη αποτελεσματικότητα και μεγαλύτερη προσαρμοστικότητα στις απαιτήσεις των σύγχρονων αστικών περιβάλλοντων (Herath et al., 2025; Anderson & Gough, 2022).

### C. Υπολογιστικές προσομοιώσεις των NBS

Οι προσομοιώσεις και οι αριθμητικές αναλύσεις που εξετάζονται στη διεθνή βιβλιογραφία έδειξαν ότι εφαρμογές όπως οι πράσινες στέγες, οι βιοκατακρατήσεις, οι τάφροι διήθησης και οι δεξαμενές συλλογής ομβρίων μπορούν να επιτύχουν σημαντική μείωση των παροχών αιχμής και του συνολικού όγκου απορροής, ιδιαίτερα σε επεισόδια βροχόπτωσης μικρής και μέσης περιόδου επαναφοράς. Παράλληλα, παρατηρήθηκε αύξηση του χρόνου συγκέντρωσης και βελτίωση της υδραυλικής συμπεριφοράς των αστικών λεκανών απορροής, γεγονός που συνδέεται άμεσα με τη μείωση της πλημμυρικής επικινδυνότητας. Τα αποτελέσματα των μελετών των Yang et al. (2020), Vojinovic et al. (2021), καθώς και των Sciuto et al. (2024), ανέδειξαν ότι η συνδυαστική εφαρμογή διαφορετικών τύπων NBS παρουσιάζει υψηλότερη αποτελεσματικότητα συγκριτικά με μεμονωμένες παρεμβάσεις, ιδίως σε πυκνοδομημένα αστικά περιβάλλοντα. Επιπλέον, σύμφωνα με τους Theochari & Baltas (2024), η ενσωμάτωση NBS σε υφιστάμενα συστήματα διαχείρισης ομβρίων δύναται να μειώσει σημαντικά την έκταση και την ένταση των πλημμυρικών φαινομένων ακόμη και υπό συνθήκες κλιματικής αλλαγής.

Παράλληλα, η εργασία ανέδειξε τον πολυλειτουργικό χαρακτήρα των NBS, καθώς πέραν της υδρολογικής τους απόδοσης συμβάλλουν στη βελτίωση της ποιότητας των ομβρίων μέσω συγκράτησης αιωρούμενων στερεών, θρεπτικών φορτίων και άλλων ρύπων, ενώ ταυτόχρονα ενισχύουν την αστική βιοποικιλότητα, συμβάλλουν στη ρύθμιση του μικροκλίματος και βελτιώνουν την αισθητική και λειτουργική ποιότητα του αστικού χώρου. Τα συμπληρωματικά αυτά οφέλη επιβεβαιώνονται και από τη διεθνή βιβλιογραφία (Herath et al., 2025; Raymond et al., 2017;·), η οποία αναγνωρίζει ότι οι NBS αποτελούν κρίσιμο εργαλείο για τη μετάβαση προς πιο βιώσιμα και ανθεκτικά μοντέλα αστικής ανάπτυξης. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα των λύσεων αυτών

εξαρτάται σε σημαντικό βαθμό από τις τοπικές κλιματικές, γεωμορφολογικές και πολεοδομικές συνθήκες, τον ορθό σχεδιασμό και τη διαστασιολόγησή τους, καθώς και από τη συστηματική συντήρηση και παρακολούθηση της λειτουργίας τους. Επιπλέον, διαπιστώνεται ότι η μέγιστη απόδοση των NBS επιτυγχάνεται όταν αυτές ενσωματώνονται σε ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο βιώσιμου αστικού σχεδιασμού και λειτουργούν συμπληρωματικά με τις συμβατικές «γκρίζες» υποδομές, υιοθετώντας υβριδικές προσεγγίσεις διαχείρισης ομβρίων υδάτων.

### D. Αβεβαιότητες και ποιότητα δεδομένων

Η αξιοπιστία και η ακρίβεια των αποτελεσμάτων που προκύπτουν από την προσομοίωση και αξιολόγηση των Λύσεων Βασισμένων στη Φύση (NBS) εξαρτώνται σε σημαντικό βαθμό από την ποιότητα, την πληρότητα και τη χωρική και χρονική ανάλυση των διαθέσιμων δεδομένων. Οι αβεβαιότητες που συνοδεύουν τις υδρολογικές και υδραυλικές αναλύσεις σχετίζονται τόσο με τις παραδοχές και τους περιορισμούς των μοντέλων προσομοίωσης όσο και με την ακρίβεια των δεδομένων εισόδου, όπως τα δεδομένα βροχόπτωσης, τα χαρακτηριστικά των λεκανών απορροής, οι χρήσεις γης, οι παράμετροι διήθησης και τα στοιχεία των υφιστάμενων δικτύων αποχέτευσης. Ιδιαίτερα σε αστικά περιβάλλοντα, η πολυπλοκότητα των διεργασιών και η έντονη χωρική μεταβλητότητα των επιφανειών ενισχύουν το επίπεδο αβεβαιότητας των προσομοιώσεων.

Οι αβεβαιότητες αυτές μπορούν να επηρεάσουν σημαντικά την αξιολόγηση της αποδοτικότητας των NBS και, κατά συνέπεια, τη διαδικασία λήψης αποφάσεων σχετικά με τον σχεδιασμό και τη χωροθέτησή τους. Για τον λόγο αυτό, υπογραμμίζεται η ανάγκη συστηματικής επαλήθευσης και βαθμονόμησης των μοντέλων, καθώς και η αξιοποίηση αξιόπιστων και επικαιροποιημένων δεδομένων πεδίου. Επιπλέον, αναδεικνύεται η σημασία της ανάπτυξης πολλαπλών σεναρίων προσομοίωσης και της ανάλυσης ευαισθησίας, ώστε να διερευνάται η επίδραση διαφορετικών παραμέτρων και συνθηκών στα αποτελέσματα των μοντέλων. Η προσέγγιση αυτή επιτρέπει την καλύτερη κατανόηση του εύρους αβεβαιότητας και συμβάλλει στη διαμόρφωση περισσότερο ανθεκτικών και τεκμηριωμένων στρατηγικών διαχείρισης ομβρίων υδάτων.

Η ποιότητα των δεδομένων και η διαχείριση των αβεβαιότητων αποτελούν κρίσιμες προϋποθέσεις για την αξιόπιστη εφαρμογή των NBS και για τη διαμόρφωση αποτελεσματικών πολιτικών προσαρμογής στην κλιματική αλλαγή και βιώσιμου αστικού σχεδιασμού. Παράλληλα, αναδεικνύεται η ανάγκη ενίσχυσης των συστημάτων παρακολούθησης και συλλογής δεδομένων, καθώς και η αξιοποίηση σύγχρονων ψηφιακών εργαλείων και τεχνολογιών προσομοίωσης, με στόχο τη μείωση των αβεβαιότητων και τη βελτίωση της αξιοπιστίας των αναλύσεων.

## IV. ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η εργασία αναδεικνύει ότι το πρόβλημα των αστικών πλημμυρών δεν αποτελεί μεμονωμένο τεχνικό ζήτημα, αλλά σύμπτωμα μιας ευρύτερης διατάραξης της σχέσης μεταξύ δομημένου περιβάλλοντος και υδρολογικού κύκλου. Η αδιαπέραστη κάλυψη της γης, η συμπύκνωση των χρήσεων και η ταχεία αστικοποίηση οδηγούν σε

επιτάχυνση της απορροής και σε αύξηση της ευπάθειας των πόλεων απέναντι σε ακραία υετικά φαινόμενα. Στο ίδιο πλαίσιο, η εργασία τοποθετεί τις NBS ως μορφές αστικής παρέμβασης που επιχειρούν να επαναφέρουν, έστω εν μέρει, φυσικές διεργασίες μέσα στον αστικό ιστό, αντιμετωπίζοντας ταυτόχρονα ζητήματα υδραυλικής απόδοσης, περιβαλλοντικής ποιότητας και χωρικής ανθεκτικότητας.

Τα αποτελέσματα της έρευνας συγκλίνουν στην άποψη ότι οι NBS μπορούν να διαδραματίσουν ουσιώδη ρόλο στην ενίσχυση της αστικής ανθεκτικότητας έναντι των πλημμυρών και στη διαμόρφωση ενός πιο βιώσιμου προτύπου διαχείρισης ομβρίων. Η αξία τους δεν εξαντλείται στη στενή αντιπλημμυρική λειτουργία, αλλά επεκτείνεται σε ένα ευρύτερο φάσμα περιβαλλοντικών και κοινωνικών ωφελειών.

Ωστόσο η εργασία έδειξε πως οι NBS δεν αποτελούν αυτομάτως αποτελεσματικές και καθολικές λύσεις, αλλά παρεμβάσεις των οποίων η επιτυχία προϋποθέτει ορθολογικό σχεδιασμό, προσαρμογή στο τοπικό περιβάλλον και θεσμική μέριμνα για τη διατήρησή τους. Η αποτελεσματικότητά τους εξαρτάται επομένως από τις χωρικές και λειτουργικές συνθήκες κάθε εφαρμογής, από την ορθή επιλογή του κατάλληλου τύπου παρέμβασης, από τη σύνδεσή τους με το υφιστάμενο τεχνικό δίκτυο και από τη μακροχρόνια συντήρησή τους.

Συνολικά, η εργασία καταλήγει στο συμπέρασμα ότι οι Λύσεις Βασισμένες στη Φύση αποτελούν μία ιδιαίτερα ελπιδοφόρα και ολοκληρωμένη προσέγγιση για τη σύγχρονη διαχείριση ομβρίων υδάτων, καθώς συνδυάζουν υψηλή υδρολογική αποδοτικότητα με σημαντικά περιβαλλοντικά, κοινωνικά και λειτουργικά οφέλη,

συμβάλλοντας ουσιαστικά στη βιώσιμη και ανθεκτική αστική ανάπτυξη. Η ουσιαστική συμβολή των Λύσεων Βασισμένων στη Φύση έγκειται στο γεγονός ότι υπερβαίνουν τη στενή τεχνική αντιμετώπιση της επιφανειακής απορροής και εντάσσονται σε ένα ευρύτερο πλαίσιο βιώσιμου αστικού σχεδιασμού, το οποίο προάγει την ανθεκτικότητα, την πολυλειτουργικότητα και τη συνολική αναβάθμιση της ποιότητας του αστικού περιβάλλοντος.

## ΑΝΑΦΟΡΕΣ

- Anderson, V. & Gough, W. A. (2022). A typology of nature-based solutions for sustainable development: an analysis of form, function, nomenclature, and associated applications. *Land*, 11(7), 1072.
- Herath, H.M.B.S. & Nayanajith, J. (2025). Land use changes and sustainability: A review of geospatial, AI and socioeconomic approaches. *Journal of Geography, Environment and Earth Science International*, 29(11), pp. 144-162.
- Raymond, C.M., Frantzeskaki, N., Kabisch, N., Berry, P., Breil, M., Nita, M. R. & Calfapietra, C. (2017). A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. *Environmental Science & Policy*, 77, pp. 15–24.
- Sciuto, L., Licciardello, F., Scavera, V., Verde, D., Giuffrida, E.R. & Cirelli, G. L. (2024). The role of nature-based solutions for the water flow management in a Mediterranean urban area. *Ecological Engineering*, 208, 107375.
- Theochari, A.P. Baltas, E. (2024). The Nature-Based Solutions and climate change scenarios toward flood risk management in the greater Athens area—Greece. *Natural Hazards*, 120(5), pp. 4729-4747.
- Vojinovic, Z., Alves, A., Gómez, J. P., Weesakul, S., Keerakamolchai, W., Meesuk, V., & Sanchez, A. (2021). Effectiveness of small-and large-scale Nature-Based Solutions for flood mitigation: The case of Ayutthaya, Thailand. *Science of the Total Environment*, 789, 147725.