η **αρχιτεκτονική** ως **μέσο** διαχείρισης **υδάτινων** τόπων και πόρων

Ερευνητική εργασία
Ερωτόκριτος Νίκου, Δημήτριος Τσουμάνης

Επιβλέπων:
Ανδρέας Νικολοβγένης

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων, Πολυτεχνική Σχολή, Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών. Ακαδημαϊκό έτος 2024-2025. Ιωάννινα 2025

η **αρχιτεκτονική** ως **μέσο** διαχείρισης **υδάτινων** τόπων και πόρων

Ερωτόκριτος Νίκου - Δημήτριος Τσουμάνης
Επιβλέπων καθηγητής: Ανδρέας Νικολοβγένης

Πανεπιστήμιο Ιωαννίνων | Πολυτεχνική Σχολή | Τμήμα Αρχιτεκτόνων Μηχανικών

Ακαδημαϊκό έτος 2024 – 2025
Ιωάννινα, Ιούνιος 2025

περίληψη

Η διαχείριση του νερού συνιστά πεδίο όπου τέμνονται τεχνικές, οικολογικές και κοινωνικές παράμετροι. Η αρχιτεκτονική συμβάλλει ουσιαστικά στον σχεδιασμό και τη λειτουργική ένταξη των υδάτινων πόρων στο δομημένο περιβάλλον, προωθώντας λύσεις που υπερβαίνουν τη λογική του ελέγχου και της καταστολής. Αντί να αντιμετωπίζεται ως πρόβλημα προς επίλυση, το νερό επανατοποθετείται ως ζωντανό, δυναμικό στοιχείο του αστικού τοπίου και της καθημερινής εμπειρίας. Η μετάβαση από τεχνοκρατικά μοντέλα σε οικοσυστημικές προσεγγίσεις ενσωματώνει πρακτικές αποκατάστασης και ενίσχυσης της φυσικής ροής, της βιοποικιλότητας και της κοινωνικής συνοχής. Η αρχιτεκτονική, μέσω ευρηματικών σχεδιαστικών στρατηγικών, μεταμορφώνει υδάτινες υποδομές — φράγματα, αναχώματα, κανάλια, υγροτόπους — σε δημόσιους χώρους με πολιτισμική και κοινωνική αξία. Μελέτες από διεθνή παραδείγματα, όπως το Toronto Waterfront, το Room for the River, το Cheonggyecheon Stream και τα Living Breakwaters, καταδεικνύουν πώς η συνέργεια μεταξύ τοπίου, αρχιτεκτονικής και μηχανικής μπορεί να ενισχύσει την ανθεκτικότητα του αστικού ιστού στις κλιματικές μεταβολές, να επανασυνδέσει τις κοινότητες με το νερό και να αναβαθμίσει τον οικολογικό και αισθητικό χαρακτήρα των πόλεων. Η ενσωμάτωση υδατικών στοιχείων ως φορέων κοινωνικού, περιβαλλοντικού και οικονομικού κεφαλαίου επιβάλλει τη διεύρυνση του αρχιτεκτονικού ρόλου πέρα από την αισθητική ή τη λειτουργικότητα. Η αρχιτεκτονική αναδεικνύεται ως πεδίο σύνθεσης και διαμεσολάβησης, όπου η τεχνική υποδομή, η οικολογική λογική και οι κοινωνικές πρακτικές συγκλίνουν για τη διαμόρφωση βιώσιμων και ανθεκτικών αστικών οικοσυστημάτων.

ευχαριστίες

Θα θέλαμε να εκφράσουμε τις πιο ειλικρινείς ευχαριστίες μας στον καθηγητή μας, Ανδρέα Νικολοβγένη, για την καθοδήγηση, την έμπνευση και το ανοιχτό πνεύμα με το οποίο στάθηκε δίπλα μας καθ' όλη τη διάρκεια αυτής της διαδρομής.

Η ερευνητική αυτή πορεία δεν υπήρξε μόνο μια ακαδημαϊκή άσκηση, αλλά και μια διαδικασία βαθύτερης κατανόησης του κόσμου γύρω μας. Μέσα από τις παραδόσεις, τις συζητήσεις και τις παροτρύνσεις του καθηγητή μας, διδαχθήκαμε ότι η αρχιτεκτονική δεν είναι μόνο τέχνη του χώρου και της ύλης, αλλά και πεδίο σκέψης για το πώς ζούμε και πώς συνυπάρχουμε με τη φύση, το νερό, τον χρόνο και τους άλλους ανθρώπους.

Η διαδρομή μας στη Σχολή υπήρξε πολύ περισσότερη από τη συσσώρευση γνώσεων, υπήρξε μια συνεχής άσκηση παρατήρησης, κριτικής σκέψης και καλλιέργειας ευαισθησίας για τα σύνθετα δίκτυα που συνθέτουν τον κόσμο μας. Σε αυτή τη διαδρομή, ο καθηγητής Ανδρέας Νικολοβγένης, όπως και οι υπόλοιποι καθηγητές της σχολής μας, μας ενθάρρυναν όχι μόνο να κατανοούμε, αλλά και να αμφισβητούμε, όχι μόνο να σχεδιάζουμε, αλλά και να στοχαζόμαστε τον ρόλο της αρχιτεκτονικής στη διαμόρφωση μιας πιο βιώσιμης και ουσιαστικής καθημερινότητας.

Για αυτήν την παρακαταθήκη, που υπερβαίνει τα όρια μιας εκπαιδευτικής εμπειρίας, οφείλουμε ευγνωμοσύνη.

περιεχόμενα

1. εισαγωγή

Η ανάγκη για ορθολογική και βιώσιμη διαχείριση του νερού αποτελεί σήμερα ένα από τα πιο επείγοντα ζητήματα σε παγκόσμιο επίπεδο, ιδιαίτερα για τις αστικές και παράκτιες περιοχές, οι οποίες καλούνται να αντιμετωπίσουν τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής, της υπεραστικοποίησης και της περιβαλλοντικής υποβάθμισης. Σε αυτό το πλαίσιο, διερευνάται ο ρόλος της αρχιτεκτονικής ως στρατηγικού εργαλείου για την αποκατάσταση, ανάδειξη και διαχείριση των υδατικών πόρων και τοπίων. Παράλληλα εξετάζεται η ικανότητας της αρχιτεκτονικής να υπερβαίνει τις παραδοσιακές τεχνικές και μηχανικές λύσεις, προσφέροντας όχι μόνο λειτουργικές υποδομές, αλλά και νοηματικούς, οικολογικούς και κοινωνικούς τόπους.

Η επιλογή του θέματος πηγάζει από τη διαπίστωση ότι οι καθιερωμένες τεχνικές πρακτικές διαχείρισης νερού, όπως η κατασκευή φραγμάτων, οι σκληρές εκτροπές και τα αποστραγγιστικά έργα, εστιάζουν κυρίως στην καταστολή της υδάτινης δυναμικής. Αυτή η μονομερής προσέγγιση, ωστόσο, έχει οδηγήσει σε σοβαρές οικολογικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Τα οικοσυστήματα διαταράσσονται, η βιοποικιλότητα μειώνεται και οι φυσικοί υδρολογικοί κύκλοι παραμορφώνονται, όπως παρατηρείται σε περιπτώσεις όπως το φράγμα High Aswan στον Νείλο, όπου η κατακράτηση φερτών υλών έχει οδηγήσει σε απώλεια γόνιμης γης και αύξηση της αλατότητας στο δέλτα.

Απέναντι σε αυτή την κυρίαρχη μηχανική λογική, η αρχιτεκτονική παρέχει μια εναλλακτική, ολιστική προσέγγιση. Δεν αντιμετωπίζει το νερό ως πρόβλημα προς έλεγχο, αλλά ως δυναμικό στοιχείο σχεδιασμού και πολιτισμικό φορέα. Ως πειθαρχία που ενορχηστρώνει τη σχέση μεταξύ χώρου, ανθρώπου και φύσης, η αρχιτεκτονική έχει τη δυνατότητα να δημιουργεί υβριδικές υποδομές – λειτουργικές και συγχρόνως αισθητικές, τεχνικές και συμβολικές.

Δεν επιχειρείται να αντικατασταθούν οι υδροτεχνικές μέθοδοι, αλλά να αναδειχθεί ο διακριτός και συμπληρωματικός ρόλος της αρχιτεκτονικής. Η εστίαση τοποθετείται σε εκείνα τα έργα που, μέσω αρχιτεκτονικής σχεδίασης, μετατρέπουν τα υδάτινα τοπία σε ενεργά μέρη του δημόσιου χώρου, σε μηχανισμούς αστικής ανάπλασης, σε ενδυναμωτές οικολογικής ισορροπίας και σε πολιτισμικά σύμβολα. Το παράδειγμα της επαναφοράς του ρέματος Cheonggyecheon στη Σεούλ, με την απομάκρυνση

ενός αυτοκινητόδρομου και την αποκάλυψη του ποταμού στο κέντρο της πόλης, είναι ενδεικτικό αυτής της δυναμικής: το έργο δεν προσφέρει μόνο αντιπλημμυρική προστασία, αλλά επανεισάγει το νερό στην καθημερινή εμπειρία των πολιτών, προάγοντας την αστική ψύξη, την τουριστική δραστηριότητα και την οικολογική αναγέννηση.

Η μεθοδολογία που ακολουθήθηκε, βασίζεται σε θεωρητική έρευνα και συγκριτική ανάλυση εννέα διαφορετικών περιπτώσεων παρεμβάσεων, που κυμαίνονται από την αρχαιότητα (Ιλισός, Dujiangyan) έως σύγχρονες μητροπολιτικές πρακτικές (Toronto Waterfront, Big U, Bishan-Ang Mo Kio Park). Η επιλογή των παραδειγμάτων έγινε με βάση την αρχιτεκτονική τους αρτιότητα, την περιβαλλοντική τους ευαισθησία και τη διάρκεια ή την αποτελεσματικότητά τους στον χρόνο. Κάθε έργο αναλύθηκε με βάση κοινά κριτήρια: τον τύπο της επέμβασης, τα εργαλεία σχεδιασμού, τον τρόπο ενσωμάτωσης στο τοπίο, την κοινωνική και οικολογική ανταποδοτικότητα, καθώς και τον βαθμό τεχνολογικής καινοτομίας.

Η θεωρητική βάση της έρευνας θεμελιώνεται στην έννοια της "τοπιακής αρχιτεκτονικής" και της "οικοσυστημικής προσέγγισης", όπου ο χώρος δεν είναι παθητικό υπόβαθρο αλλά ενεργό σύστημα σχέσεων. Σε αυτό το πλαίσιο, ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός μπορεί να λειτουργήσει ως εργαλείο μετασχηματισμού: από τη γραμμική διαχείριση των υδάτων προς μια διατομεακή, συμμετοχική και αισθητικά ενσυνείδητη πρακτική.

Η εισαγωγή αυτής της λογικής στην αρχιτεκτονική σκέψη μετατοπίζει το ερώτημα από το "πώς θα ελέγξουμε το νερό", στο "πώς θα ζήσουμε μαζί του". Πρόκειται για μια στροφή από τις τεχνικές λύσεις προς τις στρατηγικές συνύπαρξης. Το νερό δεν αντιμετωπίζεται ως φυσική απειλή, αλλά ως πολιτισμικό και οικολογικό πλεονέκτημα. Στο πλαίσιο αυτό, η αρχιτεκτονική συμβάλλει στην κατασκευή «ανθεκτικών τοπίων», όπου οι υδάτινοι τόποι επανεισάγονται στην καθημερινότητα ως χώροι συνάντησης, αναψυχής, αλλά και παιδείας.

Ένα επιπλέον πλεονέκτημα της αρχιτεκτονικής είναι η ικανότητά της να λειτουργεί ως ενδιάμεσος μεταξύ διαφορετικών επιστημονικών και τεχνολογικών πεδίων. Σε αντίθεση με την προσέγγιση των μηχανικών έργων που συχνά ακολουθούν μονοδιάστατα διαγράμματα λειτουργικότητας, η αρχιτεκτονική παράγει πολυεπίπεδες χωρικές απαντήσεις που ενοποιούν τεχνικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά δεδομένα. Δεν αποσκοπεί μόνο στη μεταφορά νερού ή στον έλεγχο ροών, αλλά στην ενεργοποίηση του τοπίου μέσα από μορφή, υλικότητα και κλίμακα. Επιπλέον, φέρει μια μοναδική ικανότητα να ενσωματώνει την ιστορική μνήμη και την πολιτισμική ταυτότητα των τόπων, επανασυνδέοντας τον άνθρωπο με το νερό μέσα από τον χώρο.

Είναι σημαντικό να σημειωθεί ότι η μελέτη δεν επικεντρώνεται αποκλειστικά στις υποδομές ύδρευσης ή αποχέτευσης, αλλά εξετάζει το νερό ως δομικό στοιχείο της αρχιτεκτονικής πρότασης. Σε αντίθεση με τον παραδοσιακό μηχανικό σχεδιασμό, όπου το νερό είναι αντικείμενο τεχνικής ρύθμισης, η παρούσα μελέτη αναδεικνύει το νερό ως υποκείμενο σχεδιασμού – ως «συνεργάτη» στη δημιουργία νοήματος, εμπειρίας και οικολογικής ισορροπίας.

Αναλύονται η ιστορική σχέση του ανθρώπου με το νερό και οι πρώτες προσπάθειες διαχείρισής του με εστίαση στην αρχιτεκτονική προσέγγιση της διαχείρισης υδάτινων τόπων κατά την αρχαιότητα, μέσω αναφορών σε υποδομές συλλογικής ωφέλειας όπως τα υδραγωγεία και τα κανάλια. παρατίθενται συγκεκριμένες σύγχρονες περιπτώσεις, παρουσιάζοντας τα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά κάθε παρέμβασης. Τέλος, μέσω της συγκριτικής ανάλυσης των παραδειγμάτων, αναδεικνύονται τα βασικά αρχιτεκτονικά και περιβαλλοντικά μοτίβα που οδηγούν σε πολύτιμα συμπεράσματα και προτάσεις για μελλοντικές εφαρμογές.

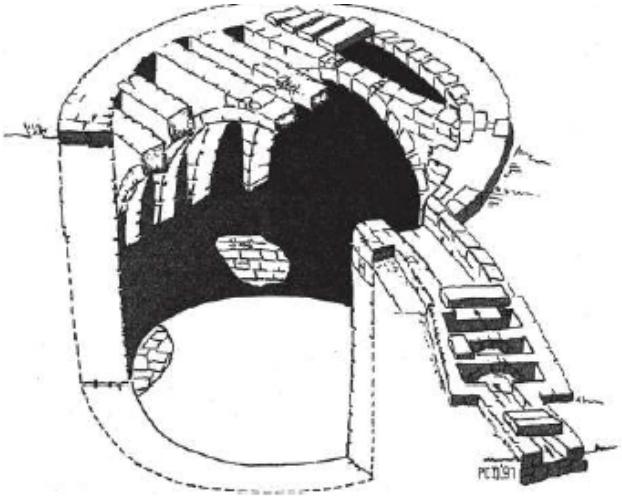
Εν κατακλείδι, τίθεται το ερώτημα της αναγκαιότητας της αρχιτεκτονικής στην εποχή της περιβαλλοντικής κρίσης. Υποστηρίζεται ότι η αρχιτεκτονική δεν θεωρείται πολυτέλεια, αλλά αντιμετωπίζεται ως ζωτικής σημασίας εργαλείο για την αντιμετώπιση των σύνθετων προβλημάτων που σχετίζονται με το νερό, το δημόσιο χώρο και την οικολογική ισορροπία. Μέσα από τη χωρική, πολιτισμική και κοινωνική της δύναμη, η αρχιτεκτονική έχει τη δυνατότητα να επαναπροσδιορίσει τη σχέση της πόλης με το νερό – όχι ως τεχνικό ζήτημα, αλλά ως πολιτισμικό πρόταγμα για ένα βιώσιμο μέλλον.

2. Η ιστορική αναδρομή: Κατασκευή και νερό

2.1 Η ανάγκη για νερό και η ανθρώπινη παρέμβαση, ιστορικά.

Η διαχείριση του νερού έχει διαδραματίσει καθοριστικό ρόλο στη διαμόρφωση του ανθρώπινου πολιτισμού ανά την ιστορία. Από την αρχαιότητα, οι κοινωνίες αναγνώρισαν τη σημασία της αποτελεσματικής διαχείρισης του νερού για την υποστήριξη των πληθυσμών και της γεωργίας. Η ανάγκη για σταθερή και ασφαλή πρόσβαση στο νερό αποτέλεσε έναν από τους βασικούς άξονες γύρω από τους οποίους διαμορφώθηκαν οι πρώτοι οργανωμένοι ανθρώπινοι πολιτισμοί. Η σχέση του ανθρώπου με το νερό δεν περιοριζόταν μόνο στην κατανάλωση και τη γεωργική χρήση, αλλά συνδεόταν στενά με τη δομή των κοινωνιών, την οικονομία, τη θρησκεία και το περιβάλλον (Angelakis et al., 2012). Οι πρώιμες κοινωνίες συνειδητοποίησαν ότι η επιβίωσή τους εξαρτιόταν από την ικανότητά τους να διαχειρίζονται τους υδάτινους πόρους με τρόπο συστηματικό και προβλέψιμο. Η εξάρτηση από φυσικά φαινόμενα, όπως οι εποχιακές βροχοπτώσεις ή οι πλημμύρες, οδήγησε στην ανάπτυξη τεχνικών για την αποθήκευση, τη διανομή και την κατεύθυνση του νερού, συχνά με σημαντική κοινωνική και πολιτική οργάνωση πίσω από αυτές τις πρακτικές. Η διαχείριση του νερού κατά την αρχαιότητα δεν αφορούσε μόνο τη χρήση για αγροτικούς και οικιακούς σκοπούς, αλλά επεκτεινόταν και στη διατήρηση της ποιότητας και της ασφάλειας των υδάτινων πόρων. Παρόλο που οι έννοιες της ρύπανσης ή της περιβαλλοντικής προστασίας όπως τις γνωρίζουμε σήμερα δεν είχαν ακόμη διαμορφωθεί, υπάρχουν ενδείξεις ότι οι αρχαίοι πολιτισμοί υιοθετούσαν πρακτικές που αποσκοπούσαν στην προστασία των υδάτων από βλαβερές επιπτώσεις, τόσο για λόγους υγείας όσο και για θρησκευτικούς ή τελετουργικούς λόγους (Vuorinen et al., 2007). Η ανάγκη για ορθολογική κατανομή του νερού σε κοινότητες με αυξανόμενο πληθυσμό και περιορισμένους φυσικούς πόρους συχνά απαιτούσε κοινωνικούς κανόνες, θεσμούς ή ακόμη και νομικά πλαίσια. Σε πολλές περιπτώσεις, η πρόσβαση στο νερό ρυθμιζόταν με συλλογικές αποφάσεις ή με βάση κοινωνική ιεραρχία, γεγονός που δείχνει τον κεντρικό ρόλο του νερού στη διακυβέρνηση και την κοινωνική οργάνωση (Angelakis et al., 2012). Η προστασία των παράκτιων περιοχών επίσης συνιστούσε σημαντική διάσταση της αρχαίας διαχείρισης των υδάτων. Οι ακτές, ως περιοχές ζωτικής σημασίας για την αλιεία, το εμπόριο και τη μετακίνηση, αντιμετωπίζονταν

με ιδιαίτερη προσοχή. Παρόλο που οι έννοιες της "ακτοπροστασίας" ή της "οικολογικής διατήρησης" δεν υπήρχαν με τη σύγχρονη έννοια, η ανάγκη για προστασία από φυσικές φθορές, όπως η διάβρωση ή η θαλάσσια διείσδυση, οδηγούσε στην εφαρμογή πρακτικών που είχαν σαφώς προστατευτικό χαρακτήρα. Η σύνδεση του νερού με τη δημόσια υγεία άρχισε επίσης να διαφαίνεται στην αρχαιότητα. Αν και η επιστημονική κατανόηση των ασθενειών ήταν περιορισμένη, η εμπειρική γνώση έδειχνε ότι η καθαρότητα του νερού σχετιζόταν με την ευεξία του πληθυσμού. Αυτό οδήγησε στην υιοθέτηση πρακτικών καθαρισμού ή διαχωρισμού του πόσιμου νερού από άλλες χρήσεις, αποδεικνύοντας έναν πρώιμο προβληματισμό για την υγιεινή και την προστασία της δημόσιας ζωής (Vuorinen et al., 2007). Ιστορικά, η συνολική προσέγγιση των κοινωνιών, προς το νερό δείχνει ότι η διαχείρισή του ήταν μια σύνθετη διαδικασία που ενσωμάτωνε τεχνικές, κοινωνικές και συμβολικές διαστάσεις. Η έμφαση δεν δινόταν μόνο στην εξασφάλιση επάρκειας, αλλά και στη διατήρηση της ποιότητας, της ισορροπίας και της σχέσης του νερού με το περιβάλλον.



Εικόνα 1: Ανακατασκευή της κυλινδρικής δεξαμενής με θολωτή οροφή στη Χαουάρα, χαρακτηριστικό δείγμα αρχαίας υδραυλικής αρχιτεκτονικής. Χρησιμοποιούνταν για αποθήκευση νερού, καλύπτοντας ανάγκες ύδρευσης και άρδευσης σε περιοχές με περιορισμένους πόρους.

Εικόνα 2: Χαρακτηριστικός νερόμυλος (νουρία) στον ποταμό Γουαδαλκιβίρ στην Κόρδοβα, αρχικά ρωμαϊκής κατασκευής, τροποποιημένος στον Μεσαίωνα για άρδευση και άλεση σιτηρών. Κινούνταν με τη δύναμη του ποταμού, παρέχοντας νερό στους κήπους του Αλκαθάρ ντε λος Ρέγιες Κριστιάνος.

2.2 Δημόσια αρχιτεκτονική και διαχείριση νερού στην αρχαιότητα

Καθώς η ανάγκη για σταθερή και ασφαλή πρόσβαση στο νερό καθόρισε τη δομή των πρώιμων κοινωνιών, η αρχιτεκτονική στην αρχαιότητα ανέλαβε έναν ιδιαίτερο ρόλο, μετατρεπόμενη σε μέσο τεχνικής επίλυσης συλλογικών προκλήσεων. Η δημόσια αρχιτεκτονική των υδρολογικών έργων αντανακλούσε όχι μόνο τεχνική γνώση, αλλά και κοινωνική οργάνωση, θεσμική συγκρότηση και αντίληψη του "δημόσιου αγαθού" (Angelakis et al., 2012). Τα έργα διαχείρισης του νερού—όπως τα κανάλια, τα υδραγωγεία, οι δεξαμενές και τα δίκτυα αποχέτευσης—λειτουργούσαν ως κρίσιμοι μηχανισμοί για την επιβίωση και την ευημερία των κοινοτήτων.

Η αρχιτεκτονική σε αυτό το πλαίσιο ήταν κυρίως εφαρμοσμένη μηχανική. Η κατασκευή ενός υδραγωγείου ή αποστραγγιστικού καναλιού απαιτούσε κατανόηση της τοπογραφίας, των υδρολογικών δεδομένων και της δυναμικής του νερού. Τα δημόσια υδρολογικά έργα βασίζονταν σε συνδυασμό επιστημονικής γνώσης και κοινωνικής συνεργασίας, γεγονός που τα καθιστά ταυτόχρονα τεχνικά και πολιτικά επιτεύγματα (Mays, Koutsoyiannis και Angelakis 2007).

Η διαχείριση του νερού μέσω αρχιτεκτονικής υπήρξε στενά συνδεδεμένη με την κρατική ή κοινοτική εξουσία. Τα έργα αυτά ήταν συλλογικές υποδομές, υπό τον έλεγχο τοπικών αρχών ή θρησκευτικών ιδρυμάτων, και συχνά αντικατόπτριζαν την πολιτισμική ταυτότητα και την κοινωνική ιεραρχία. Τέτοιου είδους έργα δεν ήταν απλώς λειτουργικά, αλλά αποτελούσαν και μέσα επιβολής τάξης και προβολής δύναμης (Hodge 2002).

Σημαντική ήταν επίσης η ενσωμάτωσή τους στον πολεοδομικό ιστό των αρχαίων πόλεων. Τα δημόσια έργα διαχείρισης νερού συνδέονταν άρρηκτα με την αστική ανάπτυξη, τη δημόσια υγεία και την ποιότητα ζωής (De Feo et al., 2010). Παρείχαν δυνατότητες για σταθερό ανεφοδιασμό, απορροή των λυμάτων και προστασία από πλημμύρες—όλα στοιχεία που επέτρεπαν την επέκταση των πόλεων και τη βελτίωση των συνθηκών διαβίωσης.

Η λειτουργία αυτών των έργων δεν περιοριζόταν στη χρηστικότητα. Ενσωμάτωναν και στοιχεία αισθητικής ή συμβολικής σημασίας, καθώς πολλές υποδομές ήταν ορατές στον δημόσιο χώρο και συχνά διακοσμημένες ή σχεδιασμένες με σεβασμό στο τοπίο και στην αρχιτεκτονική αρμονία.

Η αρχιτεκτονική μετατρεπόταν σε δημόσιο θέαμα, εκφράζοντας την ικανότητα της κοινωνίας να δαμάζει τη φύση και να την εντάσσει στον πολιτισμικό της χώρο.

Η δημόσια αρχιτεκτονική της διαχείρισης νερού στην αρχαιότητα αποτέλεσε θεμέλιο για τη μεταγενέστερη ανάπτυξη της επιστήμης του πολιτικού μηχανικού. Η ενσωμάτωση της τεχνικής γνώσης σε κοινωνικές υποδομές επιβεβαιώνει τον ρόλο της αρχιτεκτονικής όχι μόνο ως τέχνης του χτίζειν, αλλά και ως εργαλείου κοινωνικής προόδου και διαχείρισης κοινού οφέλους (UNESCO, 2014).

Εικόνα 3: Ρωμαϊκό υδραγωγείο, χαρακτηριστικό τεχνικό και κοινωνικό έργο δημόσιας αρχιτεκτονικής, συνδυάζει υδραυλική μηχανική, αισθητική και κοινωνική οργάνωση. Αντανακλά την κρατική μέριμνα για ύδρευση και δημόσια υγεία.

Εικόνα 4: Το Sadd-el-Kafara, πρώτο μεγάλης κλίμακας φράγμα της ιστορίας (περίπου 4500 χρόνια πριν), καταστράφηκε λόγω έλλειψης υπερχειλιστή μετά από έντονες βροχοπτώσεις. Η καταστροφή του επηρέασε την εξέλιξη της υδραυλικής μηχανικής στην αρχαία Αίγυπτο· σήμερα σώζονται μόνο απομεινάρια στις όχθες του wadi.

Εικόνα 5: Το Ευπαλίνειο Όρυγμα στη Σάμο αποτελεί εξαιρετικό δείγμα δημόσιας αρχιτεκτονικής και εφαρμοσμένης μηχανικής στην αρχαιότητα. Κατασκευάστηκε ως υπόγεια σήραγγα για την υδροδότηση της πόλης, αποδεικνύοντας την ακρίβεια γεωμετρικού σχεδιασμού, τη συλλογική οργάνωση και τη λειτουργική σύνδεση της αρχιτεκτονικής με τις κοινωνικές ανάγκες.

2.3 Μελέτες περιπτώσεων διαχείρισης νερού στην αρχαιότητα.

Η τεχνική και θεσμική διαχείριση του νερού στην αρχαιότητα αποτυπώνεται καθαρά σε έργα που εντυπωσιάζουν με την ανθεκτικότητα, την τεχνική ευφυΐα και την προσαρμογή τους στο περιβάλλον. Η μελέτη αυτών των έργων αναδεικνύει πώς οι αρχαίες κοινωνίες αντιμετώπισαν τη σχέση ανθρώπου-νερού μέσω αρχιτεκτονικών και μηχανικών λύσεων μεγάλης κλίμακας, συνδυάζοντας υδραυλική τεχνογνωσία με την αστική και αγροτική οργάνωση.

Πολλά από αυτά τα έργα διατηρούν σήμερα αναγνωρίσιμα στοιχεία, επιβεβαιώνοντας τη διαρκή επίδραση των αρχαίων πρακτικών στη σύγχρονη αντίληψη περί βιώσιμης διαχείρισης νερού. Τα παραδείγματα του Ιλισού στην Αθήνα και του Dujiangyan στην Κίνα επιλέγονται λόγω της ιστορικής σημασίας, του κοινωνικού τους ρόλου και της αρχιτεκτονικής καινοτομίας. Ο Ιλισός, παρότι σήμερα αντιμετωπίζει προβλήματα διαχείρισης, αποτυπώνει ζητήματα που παραμένουν επίκαιρα στην αλληλεπίδραση πόλης και νερού, ενώ το Dujiangyan συνεχίζει να αποτελεί υπόδειγμα διαχρονικού και βιώσιμου σχεδιασμού. Αυτά τα έργα προσφέρουν πολύτιμα διδάγματα για την οικολογική και πολιτιστική ενσωμάτωση του νερού στον αστικό και αγροτικό σχεδιασμό.

2.3.1. Διαχείριση του ποταμού Ιλισού στην αρχαία Αθήνα (4ος αιώνας π.Χ)

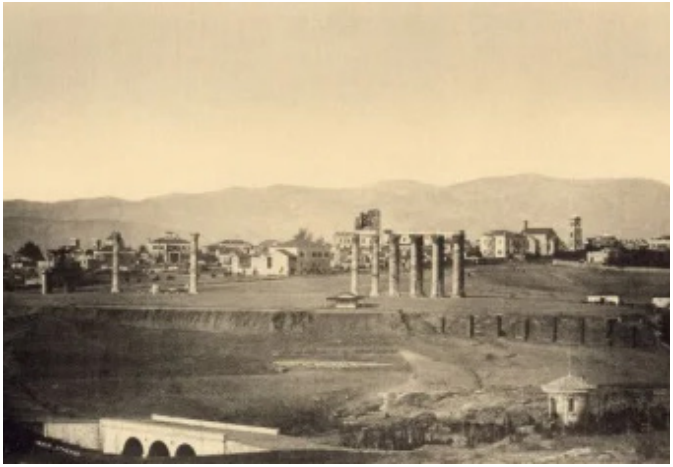
Η επιλογή της αρχαίας Αθήνας και, ειδικότερα, της διαχείρισης του ποταμού Ιλισού ως μελέτης περίπτωσης βασίζεται σε μια σειρά από συνδυαστικά κριτήρια που ενσωματώνουν ιστορική σημασία, πολεοδομικό ενδιαφέρον και τεχνική πρωτοτυπία. Πρόκειται για ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα όπου η διαχείριση φυσικών υδάτινων ροών δεν αντιμετωπίστηκε ως απλή τεχνική πρόκληση, αλλά ενσωματώθηκε με τρόπο ουσιώδη στον αστικό ιστό, συνδέοντας το υδάτινο στοιχείο με τον πολιτισμό, τη θρησκεία, την καθημερινή ζωή και τη δημόσια υγεία.

Ο ποταμός αν και μικρής κλίμακας, διαδραμάτισε καθοριστικό ρόλο στην ανάπτυξη και λειτουργία της αρχαίας πόλης. Η επιλογή του ως αντικείμενο ανάλυσης εστιάζει σε τρία βασικά επίπεδα: α) την προσαρμογή των υδρολογικών χαρακτηριστικών στο αστικό περιβάλλον, β) τη σύνδεση του φυσικού στοιχείου με κοινωνικές και πολιτισμικές λειτουργίες και γ) τις τεχνικές επεμβάσεις για την αξιοποίηση και τον έλεγχο των ποταμών, ήδη από την αρχαϊκή περίοδο.

Ο ποταμός Ιλισός, δεύτερος σε σημασία μετά τον Κηφισό στην περιοχή της αρχαίας Αθήνας, αποτελούσε κρίσιμο φυσικό στοιχείο για τη χωρική οργάνωση και την τεχνική υποδομή της πόλης. Πηγάζοντας από τις βόρειες πλαγιές του Υμηττού, διέσχιζε το νοτιοανατολικό τμήμα του αστικού ιστού και συγκέντρωνε τα όμβρια ύδατα, πριν καταλήξει στον Φαληρικό όρμο. Η φυσική του ροή διαμόρφωσε τον πολεοδομικό και λειτουργικό χαρακτήρα της Αθήνας, με την αρχιτεκτονική να διαδραματίζει καίριο ρόλο στη διαχείριση, την αξιοποίηση και την ένταξη του ποταμού στο δημόσιο χώρο.

Η διαχείριση του Ιλισού στην αρχαιότητα περιλάμβανε πλήθος υδραυλικών και αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων, όπως κρήνες, υδραγωγεία, γέφυρες και κατασκευές ελέγχου ροής. Το σημαντικότερο έργο υδροδότησης, το Πεισιστράτειο υδραγωγείο (540–530 π.Χ.), μετέφερε ύδατα από τις πηγές του Υμηττού στο κέντρο της πόλης, αξιοποιώντας φυσικά ρεύματα που ενσωματώνονταν στο υδρολογικό δίκτυο του Ιλισού. Πρόκειται για ένα σύστημα που βασιζόταν σε υπόγειες πήλινες σωληνώσεις και φρέατα, τεχνικά προηγμένο για την εποχή του και ενδεικτικό της πρώιμης αντίληψης περί τεχνικής αρχιτεκτονικής (Angelakis, Koutsoyiannis & Tchobanoglous, 2012).

Εικόνα 6: Αναπαράσταση του ποταμού Ιλισού στην αρχαία Αθήνα, με την τρίτοξη γέφυρα και το Παναθηναϊκό Στάδιο στο βάθος. Έργα αρχιτεκτονικής που ενσωμάτωναν το φυσικό στοιχείο στο δημόσιο χώρο της πόλης.



Εικόνα 7: Ο Ιλισός στην Αθήνα του 19ου αιώνα, όταν μεγάλο μέρος του αστικού ιστού είχε ήδη αλλοιώσει σημαντικά την αρχαία μορφή και λειτουργία του ποταμού.

Εικόνα 8: Τοπίο της περιοχής του Ιλισού, με την Ακρόπολη να διακρίνεται στο βάθος, από έργο ζωγραφικής του 18ου αιώνα. Απεικονίζει την αρμονική ένταξη του ποταμού στο ευρύτερο τοπίο της Αθήνας

Εικόνα 9: Τμήμα της αρχαίας υπόγειας υποδομής του Ιλισού με εμφανή τα σημάδια νεότερης χρήσης και τροποποίησης. Ανάδειξη της διαχρονικής παρέμβασης στον υδάτινο πόρο.

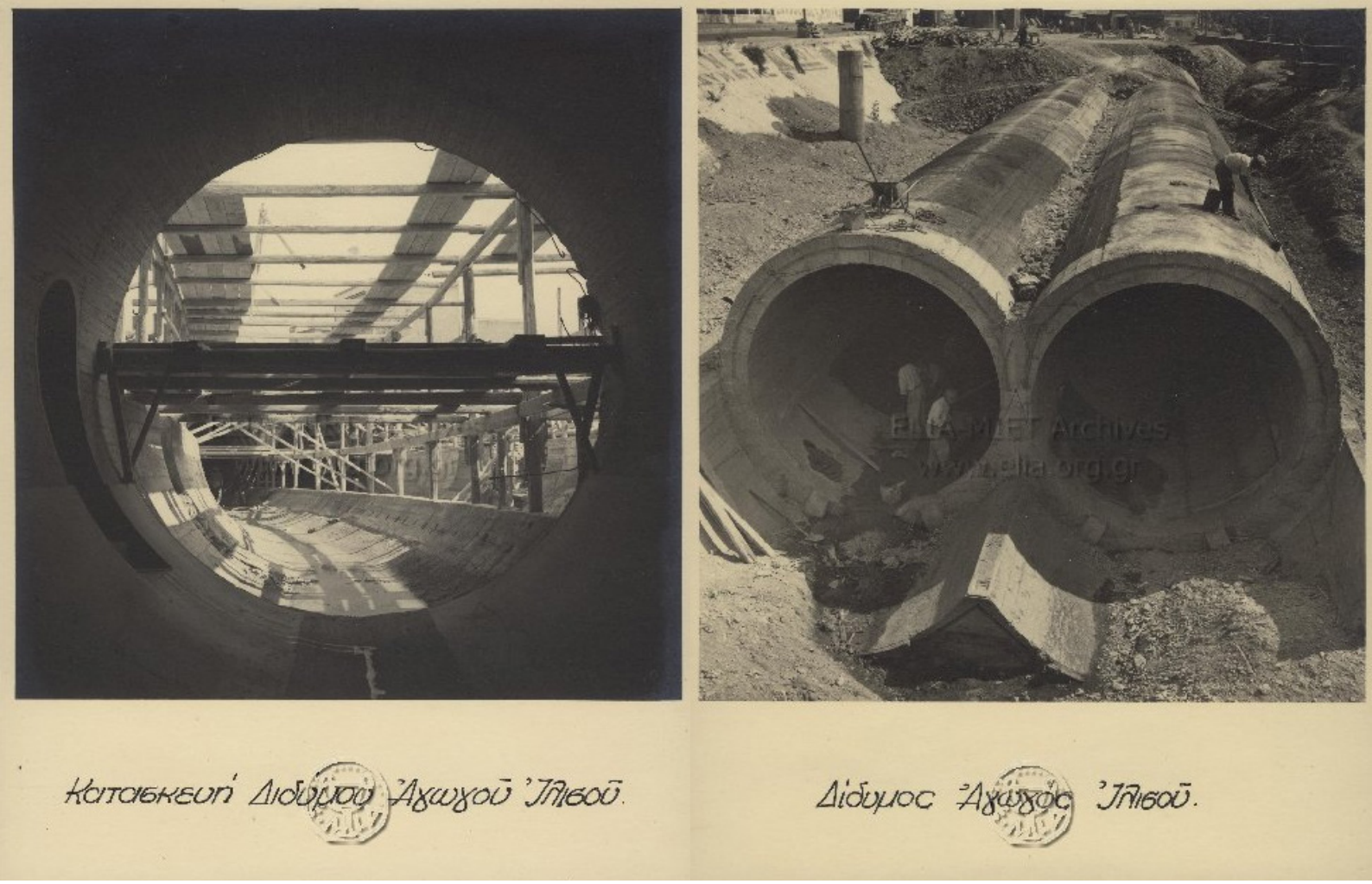
Σημαντικά έργα γεφυρώσεων αποδεικνύουν την αρχιτεκτονική ενσωμάτωση του ποταμού στον αστικό χώρο. Η πιο χαρακτηριστική από αυτές ήταν η τρίτοξη γέφυρα μπροστά από το Παναθηναϊκό Στάδιο, που ανάγεται στον 2ο αιώνα μ.Χ. και αποδίδεται στον Ηρώδη τον Αττικό. Κατασκευασμένη από μαρμάρινους λίθους και ενσωματωμένη στο ρωμαϊκό οδικό δίκτυο της πόλης, η γέφυρα δεν εξυπηρετούσε μόνο την κυκλοφορία, αλλά και τη σύνδεση μεταξύ σημαντικών δημόσιων και τελετουργικών χώρων.

Ο Ιλισός συνδεόταν άμεσα με τις δημόσιες υποδομές και τη θρησκευτική αρχιτεκτονική. Κατά μήκος της κοίτης του απαντώνται σημαντικά ιερά, όπως του Πάνα, του Απόλλωνα Πυθίου, της Ρέας και του Κρόνου, καθώς και το τέμενος της Ολύμπιας Γαίας, που σχετιζόταν με τη μυθολογία του κατακλυσμού. Το πλήθος αυτών των χώρων δείχνει ότι η διαχείριση του ποταμού δεν περιοριζόταν σε λειτουργική χρήση, αλλά ενσωμάτωνε συμβολικές και τελετουργικές διαστάσεις, καθιστώντας τον Ιλισό ενεργό πυρήνα κοινωνικής και αρχιτεκτονικής συγκρότησης.

Επιπλέον, στοιχεία όπως η Εννεάκρουνος — δημόσια κρήνη στην οποία διοχετεύονταν τα νερά του Ιλισού — ενίσχυαν τη διανομή καθαρού νερού και τη δημόσια υγιεινή. Η αρχιτεκτονική μορφή αυτών των κατασκευών αντανακλούσε την τεχνική γνώση και την αισθητική της εποχής, ενώ τοποθετούνταν στρατηγικά στα όρια μεταξύ ιδιωτικού και δημόσιου χώρου, τονίζοντας τον κοινόχρηστο χαρακτήρα του νερού.

Η περίπτωση του Ιλισού αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα αρχιτεκτονικής ως εφαρμοσμένης μηχανικής. Η αξιοποίηση της φυσικής ροής, η γεωμορφολογική προσαρμογή, η ένταξη σε πολεοδομικές χαράξεις και η κατασκευή έργων συλλογικής ωφέλειας επιβεβαιώνουν την τεχνική, κοινωνική και περιβαλλοντική διάσταση της αρχιτεκτονικής στη διαχείριση υδάτινων πόρων στην αρχαιότητα.

Όπως διαπιστώνεται η τεχνική παρέμβαση στον ποταμό δεν περιορίστηκε μόνο στη διαχείριση της ροής αλλά επεκτάθηκε στην ποιότητα και την προστασία του νερού. Ενώ η κοινωνική λειτουργία των υδάτινων διαδρομών υπήρξε ιδιαίτερα σημαντική: λειτούργησαν ως φυσικά όρια, χώροι περιπάτου, συγκέντρωσης και δημόσιας ζωής, αποκαλύπτοντας τον σύνθετο ρόλο του νερού στον σχεδιασμό της πόλης. Η περίπτωση των Ιλισού αναδεικνύει τη σύνδεση μεταξύ τεχνικής επινοητικότητας και κοινωνικής αντίληψης για το νερό. Η διαχείριση του δεν ήταν απλώς αποτέλεσμα πρακτικής ανάγκης, αλλά ενσωματώθηκε σε ένα ευρύτερο πλαίσιο βιώσιμης πολεοδομικής ανάπτυξης, με σαφή οικολογικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά. Η εν λόγω επιλογή καθίσταται, συνεπώς, υποδειγματική για τη μελέτη της διαχρονικής σχέσης μεταξύ αρχιτεκτονικής, νερού και κοινωνίας.



Εικόνα 10: Η ανάγκη της πόλης για μεταφορικά συστήματα οδήγησε σταδιακά στην κάλυψη και των αρχικά ανοιχτών διατομών. Τελικά η κοίτη καλύφθηκε από οδικούς άξονες μέχρι και τη γέφυρα της οδού Χαροκόπου στην Καλλιθέα, με μοναδική εξαίρεση ένα μικρό τμήμα κοντά στην εκκλησία της Αγίας Φωτεινής, μεταξύ του Σταδίου και της γέφυρας της οδού Αναπαύσεως (σημερινή διασταύρωση Αθ. Διάκου και Αρδηττού), το οποίο χαρακτηρίστηκε «ιερό» λόγω των πολλών αρχαιολογικών ευρημάτων.

2.3.2 Διαχείριση του ποταμού Dujiangyan, στην αρχαία Κίνα (3ος αιώνας π.Χ)

Η επιλογή του αρδευτικού συστήματος Dujiangyan, που κατασκευάστηκε τον 3ο αιώνα π.Χ. στην επαρχία Σιτσουάν της Κίνας, ως αντικείμενο μελέτης, βασίζεται σε συνδυασμό τεχνικών, ιστορικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων. Αποτελεί ένα από τα αρχαιότερα μεγάλης κλίμακας έργα διαχείρισης ποταμών παγκοσμίως, ενώ το σημαντικότερο χαρακτηριστικό του είναι η αδιάλειπτη χρήση του για περισσότερα από δύο χιλιετίες (UNESCO, 2000). Η διατήρηση της λειτουργικότητάς του ως σήμερα το καθιστά εξαιρετικό παράδειγμα τεχνολογικής βιωσιμότητας, καθιστώντας το επίκαιρο και σε σύγχρονες συζητήσεις για τη διαχείριση φυσικών πόρων και την οικολογικά ευαίσθητη μηχανική.

Σε αντίθεση με τα παραδοσιακά φράγματα που συχνά αλλοιώνουν ριζικά τον υδρολογικό κύκλο, το Dujiangyan σχεδιάστηκε χωρίς φραγή του ποταμού Min, αξιοποιώντας την υπάρχουσα ροή μέσω ενός σύνθετου αλλά αρμονικού συστήματος καθοδήγησης και κατανομής του νερού. Το έργο περιλαμβάνει τρία βασικά τεχνικά στοιχεία: το Yuzui (Fish Mouth Levee), το Feishayan (spillway-γέφυρα/ιπτάμενο ουράνιο τόξο) και το Baopingkou (κανάλι ελέγχου-εξόδου). Η λειτουργία τους βασίζεται στη φυσική υδροδυναμική και επιτρέπει τον έλεγχο πλημμυρών, την παροχή καθαρού νερού και την άρδευση εκατοντάδων χιλιάδων στρεμμάτων.

Η κατασκευή του συστήματος απαιτούσε προηγμένη κατανόηση των γεωμορφολογικών ιδιοτήτων του εδάφους, των εποχικών διακυμάνσεων στη ροή και των μηχανισμών διασποράς των φερτών υλικών. Πρόκειται για εφαρμογή υδραυλικής μηχανικής με υψηλό επίπεδο ακρίβειας, που προηγήθηκε της ευρωπαϊκής τεχνολογικής εξέλιξης στον τομέα κατά πολλούς αιώνες.

Το κοινωνικό σκέλος του έργου υπήρξε εξίσου σημαντικό. Η διαχείριση και συντήρησή του στηρίχθηκε εξ αρχής σε συλλογικούς θεσμούς, με έντονη συμμετοχή της τοπικής κοινότητας και συνεχή δημόσια εποπτεία (Liu, 2020). Η ομοιόμορφη κατανομή των υδάτινων πόρων συνέβαλε στη σταθερότητα της αγροτικής παραγωγής, ενίσχυσε την αυτάρκεια της περιοχής και μείωσε τις κοινωνικές εντάσεις που σχετίζονταν με την πρόσβαση σε υδάτινους πόρους (Zheng, 2015).

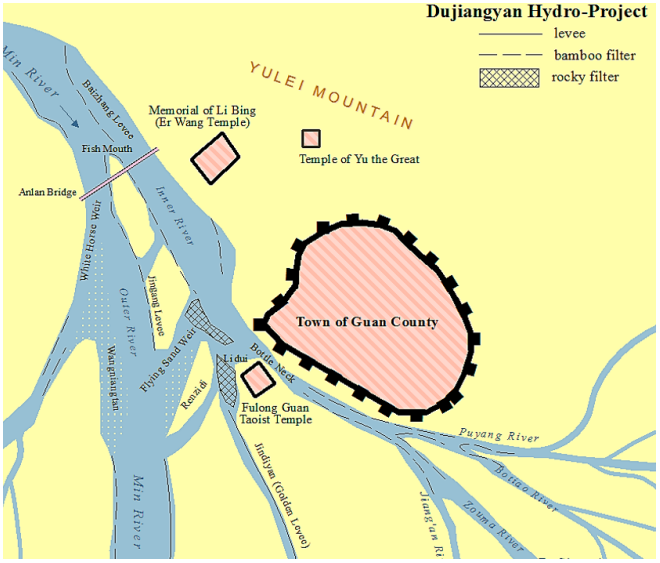
Η επιλογή του Dujiangyan υπογραμμίζει την πρωτοποριακή ενσωμάτωση τεχνολογίας και οικολογίας, αποτελώντας ένα από τα πρώτα

ιστορικά παραδείγματα λύσεων βασισμένων στη φύση (nature-based solutions). Η σχεδίαση του έργου δεν επιβάλλεται στο φυσικό περιβάλλουν, αλλά αξιοποιεί αρμονικά τη γεωμορφολογία για βιώσιμη διαχείριση νερού (China Water Risk, 2015). Η διαρκής λειτουργικότητα του συστήματος και η αναγνώρισή του από την UNESCO ως Μνημείο Παγκόσμιας Πολιτιστικής Κληρονομιάς (UNESCO, 2000) επιβεβαιώνουν τη διαχρονικότητα και την ανθεκτικότητά του, προσφέροντας ένα πρότυπο βιώσιμης τεχνικής λύσης με πολύπλευρη αξία.

Τέλος, το Dujiangyan αναδεικνύει όχι μόνο ένα αποτελεσματικό τεχνικό έργο διαχείρισης υδάτινων πόρων αλλά και έναν τρόπο σκέψης που δίνει έμφαση στη μακροπρόθεσμη βιωσιμότητα, στη συνεργασία με φυσικά συστήματα και στην κοινωνική ισότητα ως κρίσιμους παράγοντες επιτυχίας του τεχνικού σχεδιασμού.

Εικόνα 11: Η κατασκευή του “στόματος του ψαριού” (Fish Mouth Levee) στο Dujiangyan διαχωρίζει τον ποταμό Min σε δύο ροές, επιτρέποντας την υδραυλική ρύθμιση χωρίς φράγμα. Η αρχιτεκτονική μορφή του επιτρέπει τον έλεγχο της παροχής και την αποτροπή πλημμυρών, εφαρμόζοντας αρχές φυσικής ροής και βαρύτητας.

Εικόνα 12: Το σύστημα Dujiangyan στην Κίνα αποτελεί μοναδικό δείγμα αρχαίας υδραυλικής τεχνολογίας που παραμένει λειτουργικό έως σήμερα. Ενσωματώνει αρχιτεκτονική και οικοσυστημική προσέγγιση, διαχειριζόμενο τη ροή του ποταμού Min χωρίς φράγμα, προωθώντας τη βιώσιμη άρδευση και προστασία από πλημμύρες.



Εικόνα 13: Τα τρία βασικά τεχνικά στοιχεία του Dujiangyan:

1. Yuzui (Fish Mouth Levee): Το σημείο με την ένδειξη «Fish Mouth» στο κέντρο της εικόνας, όπου ο ποταμός Min χωρίζεται σε δύο τμήματα (Inner River και Outer River).

2.Feishayan (Flying Sand Weir): Βρίσκεται νοτιότερα από το Fish Mouth και σημειώνεται ως «Flying Sand Weir» στην κάτοψη. Είναι το σημείο όπου απομακρύνονται φερτά υλικά μέσω της ελεγχόμενης εκτροπής νερού.

3.Baopingkou (Bottle Neck): Επισημαίνεται ως «Bottle Neck» στην ανατολική πλευρά, εκεί που το νερό εισέρχεται στο σύστημα άρδευσης μέσω ενός στενού σημείου για τον έλεγχο της ροής και τη διανομή των υδάτων.

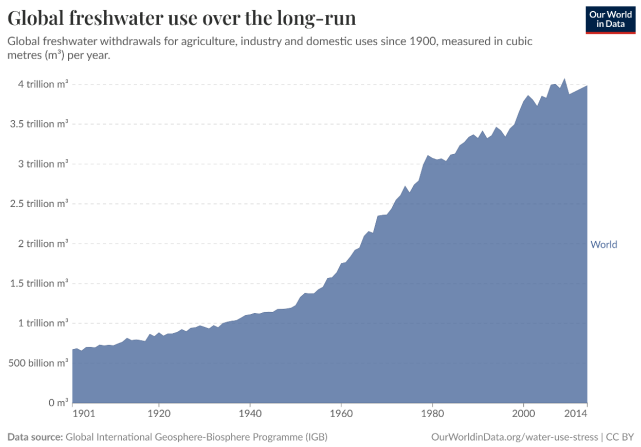
Εικόνα 14: Αεροφωτογραφία του αρδευτικού έργου Dujiangyan στον ποταμό Min, κοντά στην πόλη Dujiangyan, στην επαρχία Σετσουάν. Το έργο κατασκευάστηκε το 256 π.Χ. από τον Λι Μπινγκ. Ξεχωρίζει για τη μακραίωνη ιστορία του και για το ότι πραγματοποιεί εκτροπή των υδάτων χωρίς τη χρήση φράγματος, αποτελώντας τον πρόγονο της παγκόσμιας υδατικής τεχνολογίας και πολιτισμού.

3. Το πρόβλημα σήμερα και οι σύγχρονες προσεγγίσεις στη διαχείριση του νερού

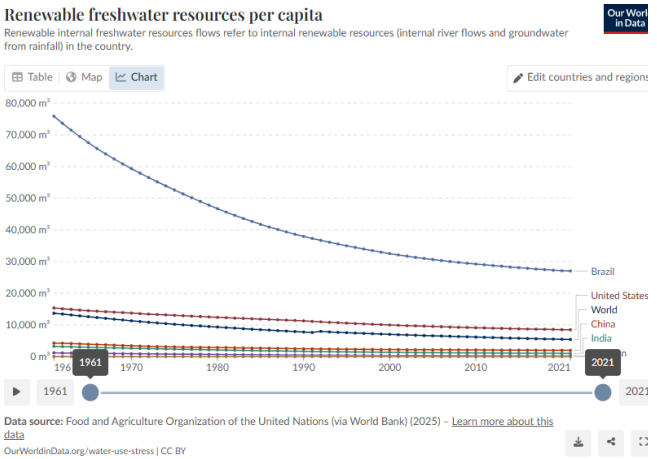
3.1 Η Κρίσιμη Τομή Ρύπανσης, Κλιματικής Αλλαγής και Βιώσιμης Διαχείρισης στα Υδάτινα Οικοσυστήματα.

Οι υδάτινοι πόροι, όπως αναλύθηκε, διαχρονικά και συγχρονικά, αποτελούν τον πυρήνα της φυσικής και κοινωνικής ζωής, καλύπτοντας βασικές ανάγκες του ανθρώπου, διατηρώντας την οικολογική ισορροπία και συνδέοντας στενά την οικονομία, τη γεωργία και τον πολιτισμό. Ωστόσο, τις τελευταίες δεκαετίες, οι υδάτινοι τόποι (ποτάμια, λίμνες, υγρότοποι, παράκτιες περιοχές) βρίσκονται αντιμέτωποι με αυξανόμενες πιέσεις. Η ρύπανση από ανθρώπινες δραστηριότητες και η κλιματική αλλαγή αποτελούν τους δύο βασικούς παράγοντες που προκαλούν υποβάθμιση στην ποιότητα και διαθεσιμότητα του νερού (UNESCO, 2020). Οι τελευταίες απειλούνται όλο και περισσότερο από ανθρωπογενείς πιέσεις και κλιματικές μεταβολές, γεγονός που απαιτεί άμεσες στρατηγικές βιώσιμης διαχείρισης και προστασίας των υδατικών περιβαλλόντων. Η σχέση μεταξύ κλιματικής αλλαγής και υδατικών οικοσυστημάτων είναι σύνθετη, καθώς επηρεάζεται τόσο από άμεσες επιπτώσεις όπως η αύξηση της θερμοκρασίας, όσο και από έμμεσες, όπως οι αλλαγές στους υδρολογικούς κύκλους (Eissa και Zaki, 2011).

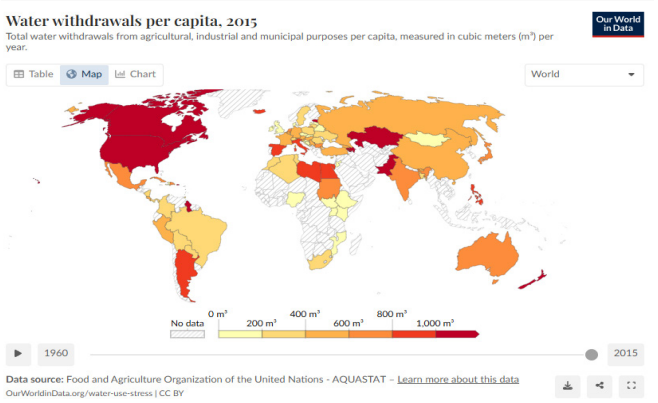
Καθώς η θερμοκρασία αυξάνεται λόγω της κλιματικής αλλαγής, οι επιπτώσεις στα υδατικά οικοσυστήματα είναι βαθιές. Ειδικότερα, οι μεταβολές στα κλιματικά πρότυπα μπορούν να οδηγήσουν σε αύξηση του φορτίου θρεπτικών συστατικών στα υδάτινα σώματα, ευνοώντας την εμφάνιση επιβλαβών φυκιών, τα οποία επηρεάζουν έντονα την ποιότητα του νερού και τη βιοποικιλότητα. Ο ευτροφισμός, δηλαδή η υπερβολική ανάπτυξη άλγης που μειώνει τα επίπεδα οξυγόνου και οδηγεί σε μαζικούς θανάτους ψαριών, αλλοιώνει άμεσα τη βιοποικιλότητα, καταστρέφει ενδιαιτήματα και αποσταθεροποιεί τα οικοσυστήματα. Επιπλέον, η ρύπανση των πηγών πόσιμου νερού έχει άμεσες συνέπειες στην ανθρώπινη υγεία, προκαλώντας ασθένειες, βιοσυσσώρευση τοξικών ουσιών και αυξημένο κόστος επεξεργασίας (Whitehead et al., 2009). Αυτά τα φαινόμενα επιδεινώνονται από την απορροή που περιέχει λιπάσματα και ρυπογόνες ουσίες, τονίζοντας τη διπλή επίδραση των ανθρώπινων δραστηριοτήτων και της κλιματικής αλλαγής στα υδάτινα συστήματα. Η ποιότητα των πόσιμων υδάτων δεν είναι απαραίτητη μόνο για την ανθρώπινη χρήση, αλλά είναι και θεμελιώδης για τη διατήρηση υγιών οικοσυστημάτων.



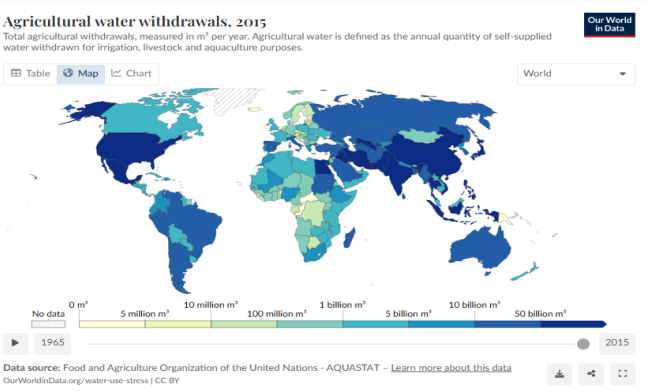
Εικόνα 15: Παγκόσμια χρήση γλυκού νερού από το 1900 έως το 2014. Η συνεχής αύξηση των αναλήψεων νερού για γεωργία, βιομηχανία και οικιακή χρήση αντικατοπτρίζει την εντεινόμενη πίεση στους υδάτινους πόρους.



Εικόνα 16: Μείωση των ανανεώσιμων αποθεμάτων γλυκού νερού ανά κάτοικο (1961–2021). Η παγκόσμια τάση δείχνει συνεχή μείωση, αντανακλώντας την αυξημένη κατανάλωση, τον πληθυσμιακό πολλαπλασιασμό και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής.



Εικόνα 17: Κατανομή των συνολικών αναλήψεων νερού ανά κάτοικο το 2015. Η χαρτογράφηση αποκαλύπτει έντονες γεωγραφικές ανισότητες στη χρήση νερού, με ορισμένες περιοχές να καταγράφουν πολύ υψηλή κατά κεφαλήν κατανάλωση.



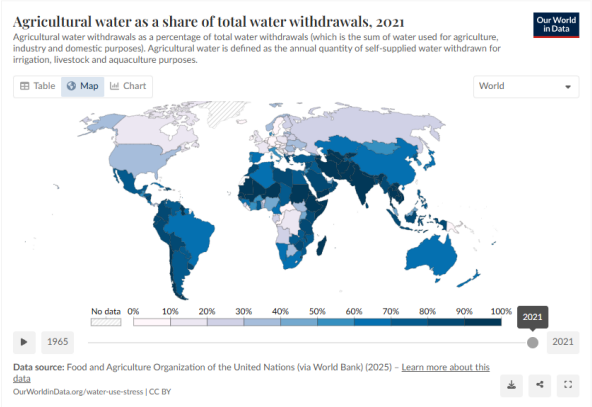
Εικόνα 18: Αναλήψεις νερού για γεωργικούς σκοπούς το 2015. Η παγκόσμια κατανομή αναδεικνύει τη μεγάλη εξάρτηση πολλών περιοχών από το νερό για άρδευση, κτηνοτροφία και υδατοκαλλιέργειες.

Η κλιματική αλλαγή επιδεινώνει σημαντικά τις πιέσεις που ήδη αντιμετωπίζουν οι υδάτινοι πόροι. Η αύξηση της μέσης θερμοκρασίας, η αλλαγή στα πρότυπα βροχής και η άνοδος της στάθμης της θάλασσας μεταβάλλουν τον υδρολογικό κύκλο και προκαλούν αλυσιδωτές συνέπειες στα υδάτινα οικοσυστήματα με τις κύριες επιπτώσεις να περιλαμβάνουν:

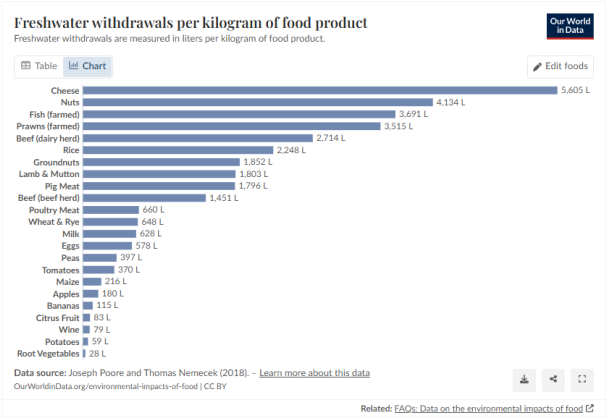
- Μείωση των αποθεμάτων γλυκού νερού λόγω ξηρασιών και υψηλών εξατμίσεων.
- Άνοδο της στάθμης της θάλασσας, με διείσδυση θαλασσινού νερού σε παράκτιους υδροφόρους ορίζοντες και υγροτόπους.
- Μεταβολή στην κατανομή και ένταση βροχοπτώσεων, που οδηγεί σε πλημμύρες ή ξηρασία κατά περιοχές.
- Απώλεια βιοποικιλότητας, καθώς πολλά είδη δεν αντέχουν τη μεταβολή των θερμοκρασιών ή της χημικής σύστασης του νερού (García-Ruiz et al., 2011; Whitehead et al., 2009).

Η Μεσόγειος, για παράδειγμα, συγκαταλέγεται στις πιο ευάλωτες περιοχές παγκοσμίως. Η ήδη περιορισμένη διαθεσιμότητα νερού, σε συνδυασμό με την κλιματική πίεση και την έντονη τουριστική και αγροτική εκμετάλλευση, καθιστά την περιοχή πρότυπο των επιπτώσεων της κλιματικής κρίσης στους υδάτινους πόρους.

Εξάλλου, η επίδραση της ρύπανσης στα υδάτινα περιβάλλοντα είναι πολυδιάστατη. Η εισαγωγή ρύπων από βιομηχανικές, αγροτικές και αστικές πηγές υποβαθμίζει την ποιότητα του νερού και απειλεί τη ζωή των υδρόβιων οργανισμών. Χημικές ουσίες όπως βαρέα μέταλλα, φαρμακευτικά προϊόντα και μικροπλαστικά έχουν ανιχνευθεί σε σημαντικά υδάτινα σώματα, διαταράσσοντας την τροφική αλυσίδα και προκαλώντας μείωση στη βιοποικιλότητα. Οι συνέπειες αυτής της ρύπανσης δεν περιορίζονται μόνο στο οικολογικό επίπεδο, αλλά συνιστούν επίσης σοβαρές απειλές για την ανθρώπινη υγεία μέσω της μόλυνσης των αποθεμάτων πόσιμου νερού. Η υποβάθμιση της ποιότητας του νερού λόγω ρύπανσης και κλιματικής αλλαγής ασκεί τεράστια πίεση στην αλιεία γλυκών υδάτων, με οικονομικές επιπτώσεις για τις κοινότητες που εξαρτώνται

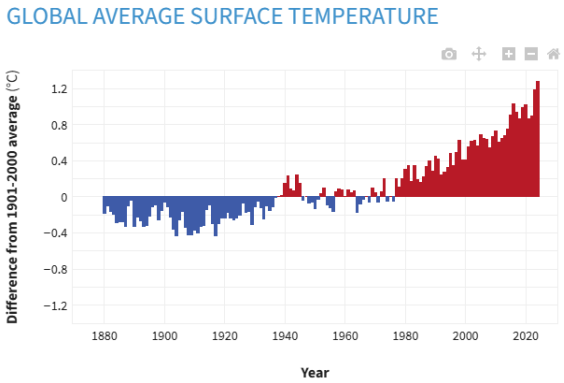


Εικόνα 19: Ποσοστό των συνολικών αναλήψεων νερού που κατευθύνεται στη γεωργία (2021). Σε πολλές χώρες, η γεωργία απορροφά πάνω από το 70% των υδατικών πόρων, γεγονός που εντείνει τις πιέσεις στα οικοσυστήματα.



Εικόνα 20: Κατανάλωση γλυκού νερού ανά κιλό παραγόμενου τροφίμου. Τα ζωικά προϊόντα και ορισμένες καλλιέργειες έχουν ιδιαίτερα υψηλό υδατικό αποτύπωμα, εντείνοντας την ανάγκη για βιώσιμες διατροφικές και αγροτικές πρακτικές.

Εικόνα 21: Πλημμυρισμένες γεωργικές εκτάσεις στις ΗΠΑ, αποτέλεσμα ακραίων καιρικών φαινομένων που σχετίζονται με την κλιματική αλλαγή. Οι πλημμύρες επιτείνουν τις απώλειες παραγωγής και μεταφέρουν ρύπους στα υδάτινα οικοσυστήματα.



Εικόνα 22: Μεταβολή της μέσης παγκόσμιας θερμοκρασίας επιφανείας από το 1880 έως σήμερα. Η ραγδαία αύξηση τις τελευταίες δεκαετίες επιδεινώνει τις πιέσεις στα υδάτινα οικοσυστήματα και εντείνει τα φαινόμενα ακραίων καιρικών συνθηκών.

από αυτούς τους πόρους. (Mukherjee et al., 2023). Παράλληλα, η απώλεια υγιών υγροτόπων στερεί από τις τοπικές κοινωνίες φυσικά φίλτρα, ικανότητα αποθήκευσης νερού και προστασία από πλημμύρες.

Η ρύπανση και η κλιματική αλλαγή δεν λειτουργούν ανεξάρτητα αλλά αντιθέτως, ενισχύουν η μία την άλλη. Αυτή η «διπλή πίεση» μειώνει περαιτέρω την ποιότητα του νερού και αυξάνει τον κίνδυνο για ανθρώπινη υγεία και οικολογική κατάρρευση. Επιπλέον, οι ακραίες καιρικές συνθήκες επιδεινώνουν την απορροή ρύπων, οδηγούν σε υπερχειλίσεις λυμάτων και αυξάνουν τη συγκέντρωση ρύπων στα επιφανειακά ύδατα. Η κατάσταση απαιτεί συνδυαστική προσέγγιση, καθώς τα δύο φαινόμενα είναι στενά αλληλένδετα. Η σύγκλιση ρύπανσης και κλιματικής αλλαγής απαιτεί έναν συνδυασμό στρατηγικών μετριασμού. Για παράδειγμα, η ανάπτυξη παγκόσμιων σχεδίων διαχείρισης λεκανών απορροής μπορεί να συμβάλει τόσο στον έλεγχο της ρύπανσης όσο και στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας στις κλιματικές αλλαγές. Η εφαρμογή βέλτιστων γεωργικών πρακτικών, όπως η γεωργία ακριβείας και οι βιώσιμες τεχνικές χρήσης του εδάφους, μπορεί να μειώσει σημαντικά την απορροή θρεπτικών συστατικών και τη χρήση φυτοφαρμάκων, που αποτελούν κύριες αιτίες υποβάθμισης της ποιότητας του νερού (Yadava et al., 2023). Παράλληλα, η προώθηση της αναδάσωσης και της αποκατάστασης υγροτόπων μπορεί να ενισχύσει την απορρόφηση άνθρακα και να λειτουργήσει ως φυσικό ανάχωμα κατά των πλημμυρών και της διάβρωσης, συμβάλλοντας περαιτέρω στη βελτίωση της ποιότητας του νερού.

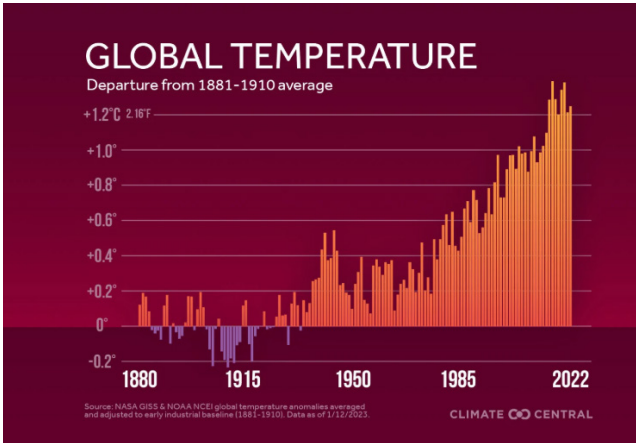
Έτσι, απέναντι σε αυτήν τη σύνθετη κρίση, η λύση δεν μπορεί να είναι αποσπασματική. Απαιτείται βιώσιμη, ολοκληρωμένη διαχείριση υδάτινων πόρων, που λαμβάνει υπόψη την επιστήμη, τις κοινωνικές ανάγκες και τις μελλοντικές προκλήσεις (GWP, 2000). Οι κρίσιμες δράσεις θα πρέπει να περιλαμβάνουν:

- Αναβάθμιση υποδομών ύδρευσης και αποχέτευσης, ώστε να μειωθεί η απώλεια και η ρύπανση.

- Αναδάσωση και προστασία παρόχθιων περιοχών, ώστε να ενισχυθεί η φυσική διήθηση και απορρόφηση νερού.
- Αγροτικές πρακτικές χαμηλού περιβαλλοντικού αποτυπώματος, όπως μείωση λιπασμάτων και εφαρμογή γεωργίας ακριβείας (Yadava et al., 2023).
- Νομικά πλαίσια, όπως η Ευρωπαϊκή Οδηγία Πλαίσιο για τα Νερά (2000/60/ΕΚ), που προάγουν την παρακολούθηση και διαφάνεια.

Τέλος, η εκπαίδευση και συμμετοχή των πολιτών είναι ζωτικής σημασίας. Η ενεργή κοινωνική εμπλοκή μπορεί να ενισχύσει την αποδοχή και εφαρμογή πολιτικών, ενώ συμβάλλει και στην αλλαγή συμπεριφορών στην καθημερινή κατανάλωση και προστασία του νερού.

Συμπερασματικά, οι διπλές προκλήσεις της ρύπανσης και της κλιματικής αλλαγής αντιπροσωπεύουν σημαντικές απειλές για τα υδάτινα σώματα, απαιτώντας άμεσες και διαρκείς ενέργειες για τη διαχείριση και την προστασία τους. Οι αποδείξεις για τις αλληλένδετες επιπτώσεις τους είναι σαφείς, υπογραμμίζοντας την ανάγκη για παγκόσμιες στρατηγικές που συνδυάζουν την περιβαλλοντική βιωσιμότητα με τη συμμετοχή της κοινότητας. Για να διατηρηθούν τα υδάτινα οικοσυστήματα και να διασφαλιστεί η διαθεσιμότητα καθαρού νερού για τις μελλοντικές γενιές, είναι απαραίτητο να υιοθετηθεί μια ολοκληρωμένη προσέγγιση που να συνδυάζει την επιστημονική γνώση με ενεργές προσπάθειες αποκατάστασης και διαχείρισης (Mukherjee et al., 2023). Η αποτελεσματική αντιμετώπιση αυτών των προκλήσεων απαιτεί διατομεακή συνεργασία, καινοτόμες τεχνολογικές εφαρμογές και αφοσίωση στη διαχείριση των πολύτιμων υδάτινων πόρων μας.



Εικόνα 23: Απόκλιση της παγκόσμιας θερμοκρασίας από τον μέσο όρο 1881-1910. Η αυξητική τάση επιβεβαιώνει την επιτάχυνση της κλιματικής αλλαγής, με άμεσες συνέπειες στον υδρολογικό κύκλο και στα υδάτινα οικοσυστήματα.

Εικόνα 24: Βιομηχανική ρύπανση και εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου. Η ατμοσφαιρική και υδάτινη ρύπανση από βιομηχανικές δραστηριότητες εντείνει την κλιματική αλλαγή και επιβαρύνει τα υδάτινα οικοσυστήματα.

Εικόνα 25: Πλαστικά απορρίμματα και μικροπλαστική ρύπανση. Τα πλαστικά καταλήγουν στα υδάτινα οικοσυστήματα, όπου αποσυντίθενται σε μικροπλαστικά, επιβαρύνοντας τη θαλάσσια τροφική αλυσίδα και εν τέλει την ανθρώπινη υγεία.

3.2 Resource Water Management και μηχανικές παρεμβάσεις

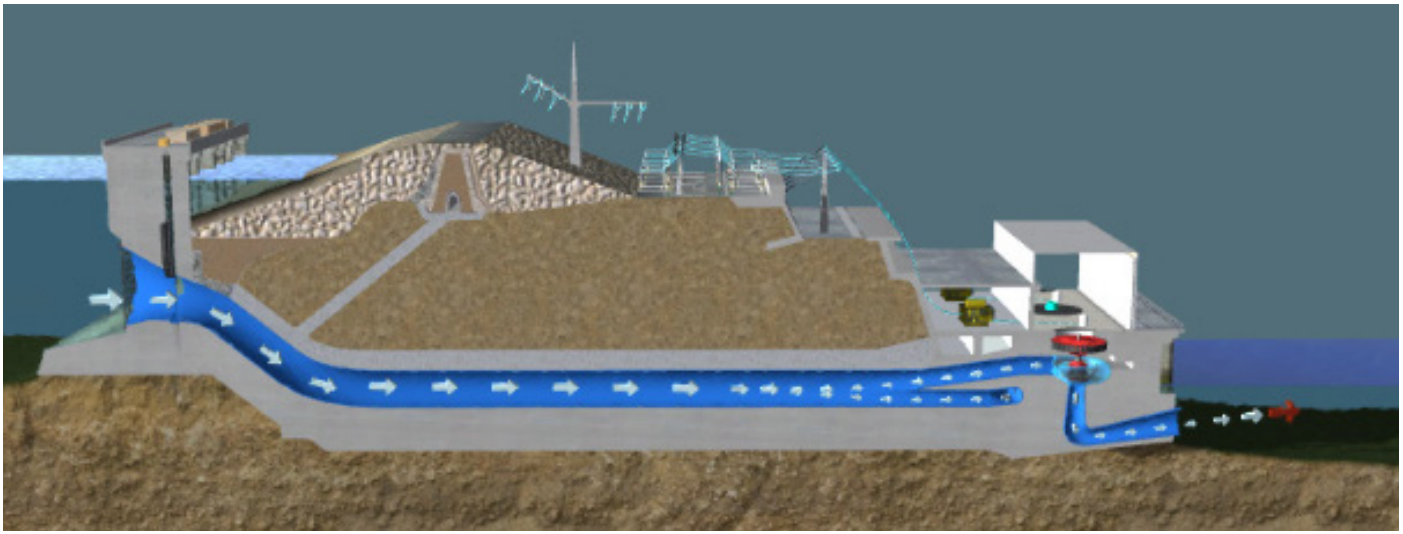
Κατά τον 20ό αιώνα, η διαχείριση υδάτινων πόρων κυριαρχήθηκε από την τεχνοκρατική λογική του «ελέγχου» της φύσης μέσω μεγάλων υδραυλικών έργων. Οι κυβερνήσεις και διεθνείς οργανισμοί επένδυσαν σε φράγματα, κανάλια, αντιπλημμυρικά έργα και ταμιευτήρες ως σύμβολα ανάπτυξης και εθνικής κυριαρχίας (McCully, 2001). Αυτές οι υποδομές αντιμετωπίστηκαν ως λύσεις για την ενεργειακή επάρκεια, την άρδευση, την ύδρευση και τον έλεγχο φυσικών κινδύνων. Επιπλέον τα αντλιοστάσια, τα συστήματα αποστράγγισης και οι δεξαμενές αποθήκευσης αποτελούσαν παραδοσιακά παραδείγματα μηχανικής διαχείρισης. Αυτές οι δομές επί μακρόν ενίσχυσαν την υδραυλική σταθερότητα, παρείχαν προστασία από πλημμύρες, διευκόλυναν την άρδευση και υποστήριξαν την παραγωγή υδροηλεκτρικής ενέργειας (UNESCO, 2020). Επιπλέον, τεχνολογίες όπως τα συστήματα επεξεργασίας λυμάτων και οι υποδομές επαναχρησιμοποίησης επέτρεπαν την κυκλική χρήση του νερού, μειώνοντας την ανάγκη σε φυσικά αποθέματα (Gleick, 2003).

Ωστόσο, με την πάροδο των δεκαετιών, οι αρνητικές περιβαλλοντικές και κοινωνικές συνέπειες αυτής της προσέγγισης έγιναν εμφανείς. Ποτάμια αποκόπηκαν από τις φυσικές τους ροές, υγρότοποι αποξηράνθηκαν, είδη εξαφανίστηκαν και ολόκληρες κοινότητες εκτοπίστηκαν. Η μονοδιάστατη λογική της «μηχανικής κυριαρχίας» του νερού αγνόησε τη δυναμική και την πολυπλοκότητα των οικοσυστημάτων (Postel & Richter, 2003). Οι υδατικοί πόροι αντιμετωπίστηκαν ως απομονωμένα φυσικά αποθέματα και όχι ως μέρος ενός ζωντανού, αλληλοεξαρτώμενου περιβαλλοντικού συστήματος. Η υπερεξάρτηση από σκληρές υποδομές οδήγησε σε μείωση της ανθεκτικότητας απέναντι σε φυσικές μεταβολές, ιδίως σε περιοχές ευάλωτες σε κλιματική αβεβαιότητα

Έτσι, αν και αυτές οι μέθοδοι προσφέρουν άμεσες λύσεις σε προβλήματα, ενέχουν σημαντικά μειονεκτήματα σε κοινωνικό, περιβαλλοντικό και οικονομικό επίπεδο. Ένα από τα κύρια κοινωνικά μειονεκτήματα της διαχείρισης των υδατικών πόρων με έμφαση στη μηχανική είναι ο αποκλεισμός των τοπικών κοινοτήτων και των αυτόχθονων πληθυσμών. Οι κοινότητες αυτές συχνά διαθέτουν πολύτιμες παραδοσιακές γνώσεις σχετικά με το νερό, οι οποίες παραβλέπονται από τα τεχνικά

Εικόνα 26: Το φράγμα Sardar Sarovar στον ποταμό Narmada, Ινδία. Παρά τις ωφέλειες για άρδευση και ενέργεια, το έργο έχει προκαλέσει εκτεταμένους κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς αντίκτυπους, με χιλιάδες εκτοπισμένους και υποβάθμιση οικοσυστημάτων.

Εικόνα 27: Το φράγμα High Aswan στον ποταμό Νείλο, Αίγυπτος. Παρά την ενεργειακή επάρκεια και τον έλεγχο πλημμυρών που προσφέρει, έχει προκαλέσει σοβαρές περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως αύξηση αλατότητας και υποβάθμιση εδαφών στο Δέλτα του Νείλου.



Εικόνα 28: Λειτουργία του φράγματος του Ασουάν και οι αρνητικές του επιπτώσεις. Η διακοπή της φυσικής ροής του Νείλου προκάλεσε σοβαρές οικολογικές και κοινωνικές συνέπειες: διάβρωση του εδάφους λόγω απώλειας θρεπτικών ιζημάτων, αλάτωση υδροφορέων, αύξηση φυτοπλαγκτού, εξάτμιση ~11% του νερού, μετακινήσεις αρχαιοτήτων, ανάπτυξη παθογόνων, πιθανότητα σεισμικών φαινομένων, καταστροφή καλλιεργήσιμων εδαφών και ανάγκη χρήσης τεχνητών λιπασμάτων. Ο κίνδυνος κατάρρευσης του φράγματος θα είχε καταστροφικές συνέπειες για τις χαμηλότερες περιοχές.

μοντέλα. Για παράδειγμα, έργα μεγάλων φραγμάτων που αποσκοπούν στη βελτίωση της αποθήκευσης και παροχής νερού έχουν οδηγήσει στην εκδίωξη κοινοτήτων σε χώρες όπως η Ινδία και η Βραζιλία. Το φράγμα Sardar Sarovar αποτελεί χαρακτηριστικό παράδειγμα, όπου χιλιάδες οικογένειες εκτοπίστηκαν χωρίς επαρκείς αποζημιώσεις ή σχέδια μετεγκατάστασης, προκαλώντας κοινωνικές αναταραχές και απώλεια μέσων βιοπορισμού (Meissner et al., 2013). Η περίπτωση αυτή υπογραμμίζει την αναγκαιότητα διεπιστημονικών προσεγγίσεων που λαμβάνουν υπόψη τόσο τις τεχνικές όσο και τις κοινωνικές διαστάσεις της διαχείρισης του νερού. Σε περιβαλλοντικό επίπεδο, η διαχείριση των υδάτων μέσω μηχανικών πρακτικών οδηγεί συχνά στην υποβάθμιση οικοσυστημάτων και στη μείωση της βιοποικιλότητας. Η τροποποίηση ποτάμιων συστημάτων μέσω φραγμάτων και εκτροπών μεταβάλλει τον υδρολογικό κύκλο και επηρεάζει άμεσα τα υδάτινα ενδιαιτήματα. Για παράδειγμα, η κατασκευή του φράγματος High Aswan στην Αίγυπτο, αν και περιόρισε τις πλημμύρες, προκάλεσε αύξηση της αλατότητας και απώλεια γόνιμης γης στο δέλτα του Νείλου (Islam και Repella, 2015). Αυτές οι ακούσιες συνέπειες υπονομεύουν τη βιωσιμότητα των ίδιων των πόρων που τα μηχανικά έργα επιχειρούν να διαχειριστούν, αποκαλύπτοντας μια βασική ασυμφωνία μεταξύ τεχνικών στόχων και οικολογικής πραγματικότητας. Τέλος σε οικονομικό επίπεδο, η ισχυρή εξάρτηση από μηχανικές λύσεις συνεπάγεται σημαντικά οικονομικά βάρη, ιδίως για τις αναπτυσσόμενες χώρες. Το κόστος κατασκευής και συντήρησης μεγάλων έργων υποδομής μπορεί να είναι υπερβολικό και συχνά υπερβαίνει τις αρχικές προβλέψεις. Για παράδειγμα, φράγματα όπως αυτό στο Καρίμπα (Zambia) αντιμετώπισαν υπερβάσεις προϋπολογισμού και αυξημένα λειτουργικά κόστη λόγω ιζημάτων και συντηρήσεων, επιβαρύνοντας σημαντικά τους εθνικούς προϋπολογισμούς (Riskowski et al., 2009). Επιπλέον, οι οικονομικές απώλειες είναι μεγαλύτερες σε τομείς που εξαρτώνται από φυσικές ροές νερού, όπως η γεωργία και η αλιεία, τονίζοντας τις αρνητικές οικονομικές επιπτώσεις της μονοδιάστατης μηχανικής διαχείρισης.

Η αποτυχία πολλών έργων να αποδώσουν τα αναμενόμενα οφέλη ή να διατηρήσουν τη λειτουργικότητά τους σε βάθος χρόνου, σε

συνδυασμό με την επιδείνωση της κλιματικής κρίσης, οδήγησε στην αναθεώρηση του τρόπου διαχείρισης των υδάτινων πόρων και τόπων. Από τα τέλη του 20ού αιώνα και ιδιαίτερα μετά τη δεκαετία του 1990, η διεθνής κοινότητα στρέφεται ολοένα και περισσότερο προς την οικοσυστημική προσέγγιση (ecosystem-based approach), η οποία επιδιώκει τη διατήρηση ή αποκατάσταση των φυσικών λειτουργιών των υδάτινων σωμάτων και ενθαρρύνει τη συμβίωση ανθρώπου και περιβάλλοντος (UNEP, 2012). Αντί για «τεχνική κυριαρχία», το νέο πλαίσιο προωθεί τη φυσική αναπροσαρμογή των ροών, την προσαρμογή υποδομών στη φύση και την ενσωμάτωση της κοινωνίας στη λήψη αποφάσεων. Η πράσινη και μπλε υποδομή, οι φυσικές λύσεις (nature-based solutions) και η επανασύνδεση των ποταμών με τις πλημμυρικές τους ζώνες αποτελούν βασικά στοιχεία αυτής της αλλαγής. Η μετάβαση αυτή δεν είναι απλώς τεχνική· είναι πολιτισμική και αξιακή. Αντανακλά μια νέα συνείδηση για τον ρόλο του ανθρώπου όχι ως δυνάστη, αλλά ως διαχειριστή ενός εύθραυστου και πολύτιμου πόρου.

Εικόνα 29: Το φράγμα Καρίμπα (Kariba Dam), Ζάμπια-Ζιμπάμπουε. Η απελευθέρωση τεράστιων ποσοτήτων νερού το 2008 για αποφυγή κατάρρευσης του φράγματος οδήγησε στον εκτοπισμό περίπου 100.000 ανθρώπων στη Μοζαμβίκη, αναδεικνύοντας τους κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς κινδύνους τέτοιων έργων.

3.3 Ecosystem Approach και βιώσιμες λύσεις

Η συνεχής ανάδειξη των κοινωνικών, περιβαλλοντικών και οικονομικών συνεπειών που προκύπτουν από τις αποκλειστικά μηχανικές πρακτικές στη διαχείριση των υδάτινων πόρων έχει οδηγήσει, τις τελευταίες δεκαετίες, σε μια σταδιακή μετατόπιση προς πιο οικοσυστημικές, ολιστικές και βιώσιμες προσεγγίσεις. Σε αυτό το νέο πλαίσιο, το νερό παύει να θεωρείται ένα τεχνικό πρόβλημα που απαιτεί ρύθμιση μέσω «σκληρών» υποδομών, και επανεντάσσεται ως ένα δυναμικό στοιχείο σε σύνθετα φυσικά, κοινωνικά και πολιτισμικά τοπία. Ο ρόλος της αρχιτεκτονικής του τοπίου, του πολεοδομικού σχεδιασμού και της θεωρητικής παραγωγής γύρω από το τοπίο αναδεικνύεται πλέον κομβικός στη διαμόρφωση νέων, βιώσιμων τρόπων παρέμβασης. Τέσσερα χαρακτηριστικά παραδείγματα που συγκροτούν αυτή τη στροφή είναι το θεωρητικό ρεύμα του Landscape Urbanism, η έκθεση Rising Currents στο MoMA (2010), το ερευνητικό έργο Countryside, The Future του Rem Koolhaas, και το Reform Manual για την αποκατάσταση ποταμών από το River Restoration Centre (Ηνωμένο Βασίλειο). Τα παραδείγματα αυτά επιλέγονται επειδή ενσωματώνουν τεχνικές, σχεδιαστικές και πολιτισμικές προσεγγίσεις που τοποθετούν το νερό, το τοπίο και την κοινωνία σε σχέση συνεργασίας και όχι κυριαρχίας, προτείνοντας ένα νέο πλαίσιο οικολογικά ενσυνείδητης και ανθρωποκεντρικά ευαίσθητης διαχείρισης. Με βάση αυτά, αναλύονται οι θεωρητικές και εφαρμοσμένες εκφάνσεις αυτής της μετάβασης προς την οικοσυστημική, αρχιτεκτονικά ενσυνείδητη διαχείριση του νερού.

3.3.1 Landscape urbanism (θεωρητικό ρεύμα από το 1980, Charles Waldheim, επιμελητής τόμου Landscape Urbanism Reader, 2006)

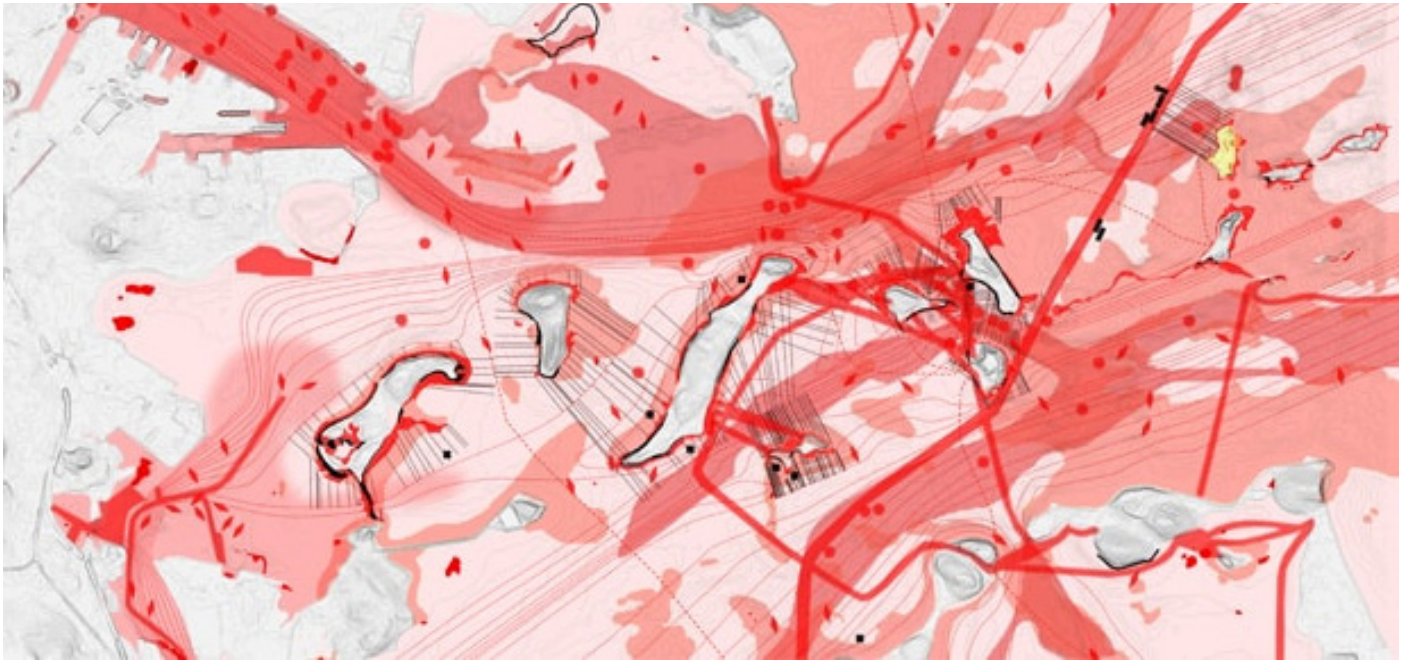
Ο όρος Landscape Urbanism εμφανίστηκε στα μέσα της δεκαετίας του 1980 και εδραιώθηκε θεωρητικά και ακαδημαϊκά τη δεκαετία του 1990, κυρίως μέσω των εργασιών του James Corner, του Charles Waldheim, καθώς και των ιδρυμάτων όπως το Harvard Graduate School of Design και το University of Pennsylvania. Η θεωρία αυτή προέκυψε ως κριτική του μοντέρνου αστικού σχεδιασμού και της αντίληψης γύρω από τη λειτουργία της πόλης, προτείνοντας ένα εναλλακτικό σχεδιαστικό παράδειγμα όπου το τοπίο – και όχι το κτήριο – αποτελεί την πρωταρχική δομική μονάδα της πόλης.

Το Landscape Urbanism εστιάζει στον σχεδιασμό δυναμικών, μεταβαλλόμενων τοπίων που λαμβάνουν υπόψη φυσικά συστήματα όπως το νερό, το έδαφος, τα φυτικά και κλιματικά πρότυπα. Αντί για αυστηρή ρύθμιση της φύσης, επιδιώκεται η συνεργασία με τα φυσικά οικοσυστήματα, δημιουργώντας υποδομές που είναι τόσο λειτουργικές όσο και οικολογικά ανθεκτικές. Σε αυτό το πλαίσιο, το νερό παύει να θεωρείται ως απειλή (π.χ. πλημμύρες) ή απομονωμένος πόρος, και μετατρέπεται σε μέσο σχεδιασμού, διασύνδεσης και ανάκτησης του αστικού χώρου.

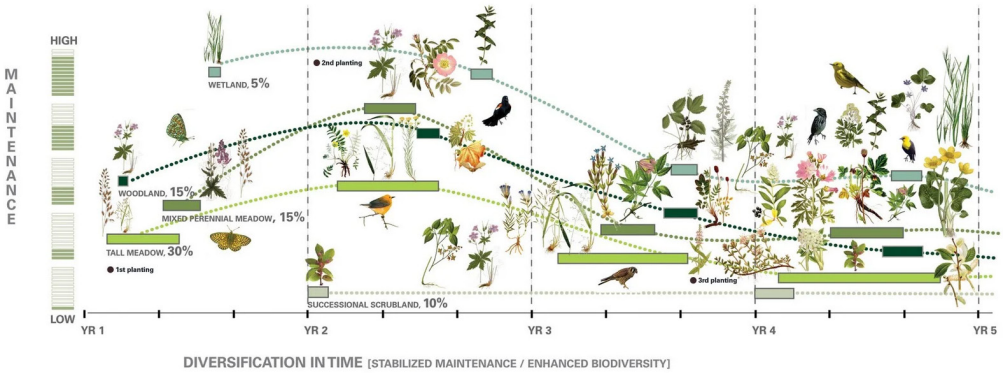
Η προσέγγιση του Landscape Urbanism αναθεωρεί τον ρόλο της αρχιτεκτονικής σε σχέση με το τοπίο. Αντί να εστιάζει σε αυτόνομα, μορφολογικά αντικείμενα, η αρχιτεκτονική εντάσσεται σε ευρύτερα τοπικά, υδρολογικά και κοινωνικά δίκτυα. Το τοπίο θεωρείται στρώμα υποδομής, ικανό να οργανώσει κυκλοφορία, απορροή νερού, δημόσιους χώρους και οικολογικές ροές, δημιουργώντας μια νέα υβριδική γλώσσα σχεδιασμού μεταξύ φυσικού και τεχνητού.

Από την άποψη της διαχείρισης υδάτινων τόπων, το Landscape Urbanism εισάγει στρατηγικές απορρόφησης βρόχινου νερού, ανασύστασης υγροτόπων, επαναφυσικοποίησης αστικών ρεμάτων και σχεδιασμού πλημμυρικών ζωνών ως δημόσιων χώρων. Αυτές οι πρακτικές προωθούν μια βιώσιμη, οικοσυστημική διαχείριση του νερού, στην οποία η αρχιτεκτονική συμβάλλει όχι με τον έλεγχο του τοπίου, αλλά με την ενσωμάτωση των φυσικών ροών στον χώρο.

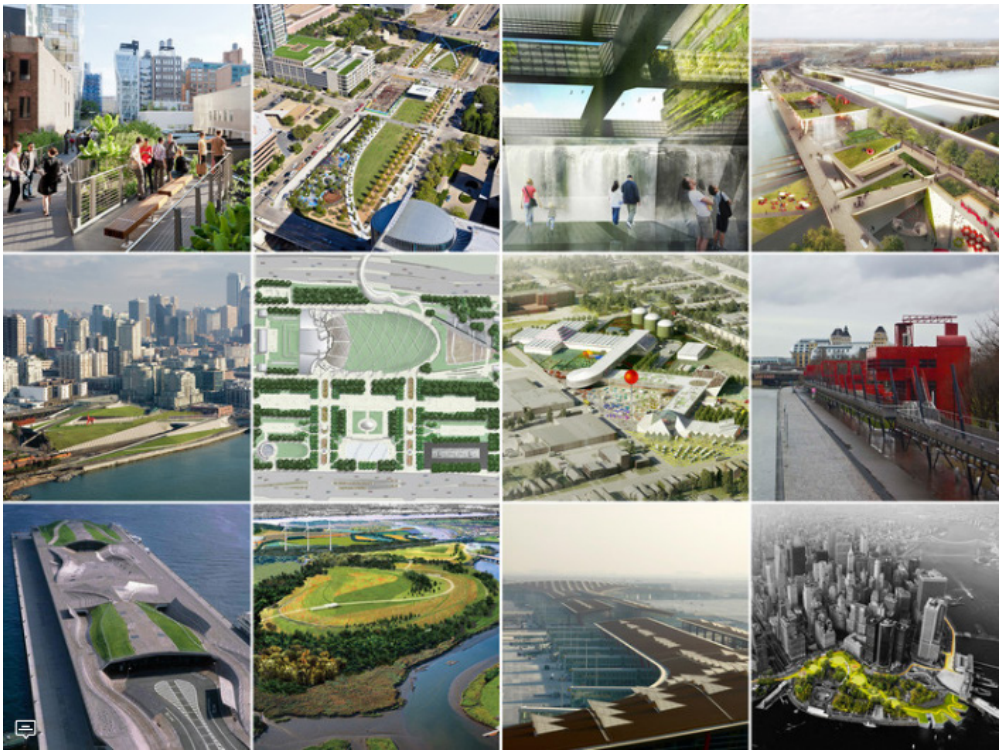
Συνολικά, το Landscape Urbanism αποτέλεσε το πρώτο μεγάλο «μανιφέστο» που ανέδειξε τη σχέση αρχιτεκτονικής, οικολογίας και υδατικού σχεδιασμού ως ενιαίο πεδίο, καθιστώντας το νερό όχι μόνο πρόβλημα προς επίλυση, αλλά μέσο δημιουργίας βιώσιμων και ανθεκτικών αστικών τοπίων.



Εικόνα 30: Αρχιτεκτονική αποτύπωση ροών και υπογείων δικτύων στο πλαίσιο του Landscape Urbanism. Το έργο Underworld (Allison Dailey, Harvard GSD) αναδεικνύει τις οικολογικές δυνάμεις και τις αστικές ροές ως αναπόσπαστο μέρος του σχεδιασμού της πόλης.



Εικόνα 31: Διαχρονική στρατηγική ενίσχυσης της βιοποικιλότητας μέσω του Landscape Urbanism. Το διάγραμμα αποτυπώνει πώς διαφορετικοί τύποι φυτεύσεων και οικοτόπων εξελίσσονται και ενσωματώνονται στον χώρο με σταδιακά μειούμενη ανάγκη συντήρησης.



Εικόνα 32: Εφαρμογές του Landscape Urbanism σε 12 παγκόσμια έργα. Παραδείγματα σχεδιασμού όπου το τοπίο λειτουργεί ως κύριο εργαλείο για βιώσιμη αναμόρφωση του αστικού περιβάλλοντος, ενσωματώνοντας οικολογικές και κοινωνικές δυναμικές.

Εικόνα 33: Ομοιογενές Αγρόκτημα (Square-Lot Homestead), Fargo, Βόρεια Ντακότα. Χωρική έκφραση όπου οι φυτεύσεις και τα κτίσματα σχηματίζουν ένα συνεκτικό τοπιακό σύστημα. Οι δεντροστοιχίες οριοθετούν, προστατεύουν και οργανώνουν το τοπίο, λειτουργώντας ως μικροκλίμα και σημείο αναφοράς μέσα σε απέραντες γεωργικές εκτάσεις. Ενδεικτικό παράδειγμα του πώς το Landscape Urbanism προσεγγίζει το τοπίο ως δυναμικό πεδίο οικολογικών και χωρικών ροών, αντί ως απλό υπόβαθρο δόμησης. Landscape Urbanism και Χωρικές Μορφές Κατοίκησης.

Εικόνα 34: Μακρόστενα οικόπεδα του Μισισιπή (Mississippi Long-Lots). Το σύστημα των μακρόστενων οικοπέδων του Μισισιπή (Mississippi Long-Lots), που αναπτύχθηκε από τους Γάλλους αποίκους κατά μήκος ποταμών όπως ο Μισισιπής, ενσωματώνει βασικές αρχές του landscape urbanism, όπως αυτές αναδεικνύονται στο Taking Measures Across the American Landscape. Οι διατάξεις αυτές δεν βασίζονται σε αυθαίρετο γεωμετρικό σχεδιασμό, αλλά σε οικολογικά και γεωγραφικά συστήματα, τοποθετώντας την ανθρώπινη κατοίκηση σε άμεση σχέση με το τοπίο και τους φυσικούς πόρους — κυρίως το νερό. Το landscape urbanism αντιμετωπίζει το τοπίο όχι ως σκηνικό αλλά ως ενεργό οργανωτή του χώρου. Έτσι, τα long-lots, με τον γραμμικό τους χαρακτήρα παράλληλο στον ποταμό, προτείνουν έναν τύπο αστικοποίησης που βασίζεται στην υποδομή του τοπίου και όχι στην αυθαίρετη χάραξη, συμβάλλοντας στην κατανόηση της τοπογραφίας ως σχεδιαστικού εργαλείου.

3.3.2 Rising currents (Projects for New York's Waterfront, Museum of Modern Art (MoMA), 2010)

Η έκθεση Rising Currents, που πραγματοποιήθηκε στο Μουσείο Μοντέρνας Τέχνης (MoMA) της Νέας Υόρκης το 2010, αποτέλεσε ένα από τα πρώτα μεγάλης κλίμακας project που συνέδεσε άμεσα την αρχιτεκτονική, τον σχεδιασμό τοπίου και την κλιματική αλλαγή στο πλαίσιο της διαχείρισης παράκτιων και υδάτινων περιοχών. Ενορχηστρωμένη από την Barry Bergdoll, σε συνεργασία με το Latrobe Lab και το Architecture Research Office, η έκθεση κάλεσε αρχιτέκτονες, πολεοδόμους και landscape designers να αναπτύξουν σενάρια προσαρμογής για μια μελλοντική Νέα Υόρκη που απειλείται από την άνοδο της στάθμης της θάλασσας.

Η βασική καινοτομία της έκθεσης ήταν η ανατροπή της «αντίστασης στο νερό» ως κυρίαρχης στρατηγικής. Αντί για την παραδοσιακή προσέγγιση σκληρών αμυντικών έργων (π.χ. αντιπλημμυρικά τείχη), οι συμμετέχοντες πρότειναν ένα σύνολο από υβριδικές, φυσικοτεχνικές λύσεις, που ενσωματώνουν το νερό στον σχεδιασμό του τοπίου και του αστικού περιβάλλοντος. Η λογική ήταν "design with water" – όχι ενάντια σ' αυτό.

Η αρχιτεκτονική, στην έκθεση αυτή, δεν λειτουργεί ως αυτόνομο αντικείμενο ή εικονική μορφή, αλλά ως μέσο οργάνωσης του χώρου σε συνεργασία με τα φυσικά συστήματα. Οι προτάσεις περιλάμβαναν πλωτές πλατφόρμες, τεχνητούς υγροτόπους, υποδομές απορρόφησης νερού, και αστικά τοπία που προσαρμόζονται στις πλημμύρες, όχι απλώς τις αποφεύγουν. Στην Rising Currents, πέντε ομάδες σχεδίασαν φιλόδοξες υβριδικές παρεμβάσεις. Οι SCAPE πρότειναν «ζωντανούς υφάλους» με στρείδια για φυσική απορρόφηση κυμάτων. Οι nARCHITECTS ανέπτυξαν πλωτές κατοικίες και δημόσιες πλατφόρμες. Η Ammar Eloueini επεξεργάστηκε πράσινες αποβάθρες με υποδομές φιλτραρίσματος. Το Architecture Research Office παρουσίασε αλυσίδες υγροτόπων και δεξαμενών. Οι LTL Architects ανασχεδίασαν το Jersey City με επίπεδα προστασίας και χώρους κατακλυσμού. Όλες οι προτάσεις μεταχειρίστηκαν το νερό όχι ως απειλή, αλλά ως δομικό στοιχείο του νέου τοπίου.

Η Rising Currents έθεσε, επίσης, πολιτικές και κοινωνικές ερωτήσεις σχετικά με το ποιοι χώροι προστατεύονται, ποιοι μένουν εκτεθειμένοι και ποιοι συμμετέχουν στον σχεδιασμό. Το νερό εδώ γίνεται αφετηρία για επαναδιαπραγμάτευση της χωρικής

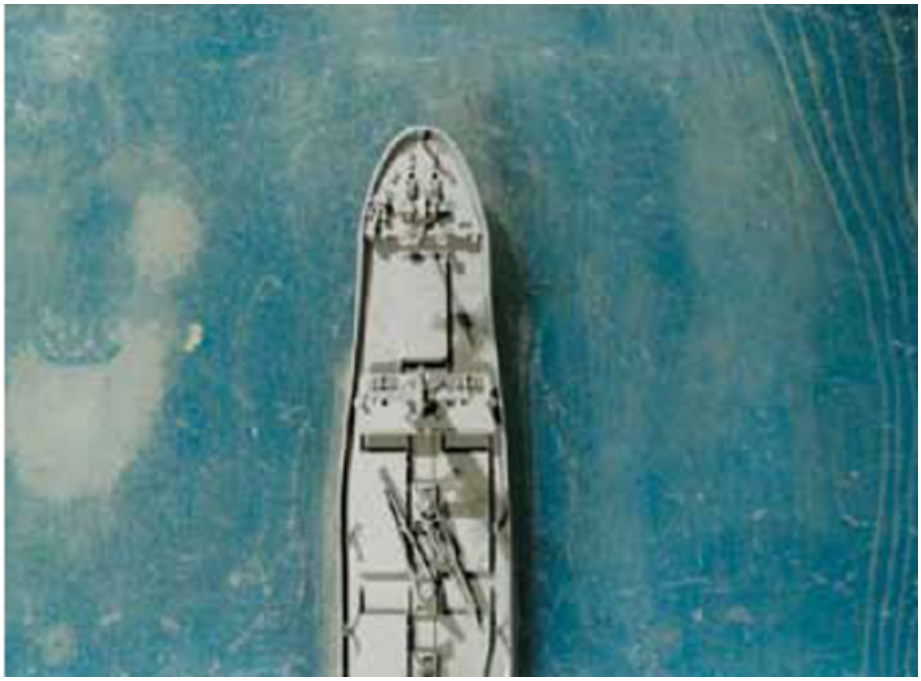
κατανομής, του δημόσιου χώρου και της συλλογικής ανθεκτικότητας.

Αντιμετωπίζοντας τον υδάτινο κίνδυνο ως σχεδιαστικό πρόβλημα και κοινωνικό ζήτημα ταυτόχρονα, η έκθεση επανατοποθέτησε την αρχιτεκτονική στον πυρήνα της βιώσιμης διαχείρισης των παράκτιων και υδάτινων τόπων, επιβεβαιώνοντας τη στροφή από την τεχνοκρατική προσέγγιση προς ένα οικοσυστημικό, συμμετοχικό και δημιουργικό πλαίσιο.

Εικόνα 35: Η ομάδα SCAPE, με επικεφαλής την Kate Orff, προτείνει ένα φιλόδοξο έργο αποκατάστασης της άγριας ζωής, μετατρέποντας το άκρως μολυσμένο κανάλι Gowanus της Νέας Υόρκης σε εκκολαπτήριο στρειδιών. Όπως δείχνει και η ιστορική μελέτη The Big Oyster του Mark Kurlansky, τα νερά της Νέας Υόρκης φιλοξενούσαν παλιά εκτεταμένες αποικίες στρειδιών, που είχαν σημαντική οικολογική και οικονομική αξία. Η πρόταση βασίζεται στο ότι το κανάλι διαθέτει ιδανικές συνθήκες για καλλιέργεια στρειδιών, τα οποία με τη σειρά τους καθαρίζουν το νερό. Μόλις εκκολαφθούν, τα στρείδια μεταφέρονται στο Bay Ridge Flats, όπου σχηματίζουν έναν ύφαλο που μειώνει την ένταση των κυμάτων, προστατεύει την ακτογραμμή και ενισχύει τη θαλάσσια βιοποικιλότητα. Ο σχεδιασμός εδώ βασίζεται σε δυναμικά φυσικά συστήματα, όχι σε στατικές παρεμβάσεις.

Εικόνα 36: Η πρόταση των Eric Bunge και Mimi Hoang (nARCHITECTS) περιλαμβάνει ένα δίκτυο τεχνητών νησιών στο λιμάνι βόρεια της γέφυρας Verrazano-Narrows, σε συνδυασμό με βυθισμένους φουσκωτούς φραγμούς για τον περιορισμό των καταιγίδων. Αν και όχι νέα τεχνολογία, εδώ ενσωματώνεται στο όραμα μιας «νέας υδάτινης πόλης», όπου η πόλη επεκτείνεται στο νερό και το νερό εισχωρεί στον αστικό ιστό. Οι νέες γειτονιές περιλαμβάνουν αιωρούμενες κατοικίες, προβλήτες που μειώνουν τα κύματα, φέρι με βιοαέριο και τραμ. Οι χερσαίες περιοχές περιλαμβάνουν λεκάνες και οχετούς που απορροφούν την απορροή και λειτουργούν ως πάρκα σε περιόδους ξηρασίας.

Εικόνα 37: Η ομάδα των Paul Lewis, Marc Tsurumaki και David J. Lewis (LTL Architects) εργάστηκε στο τεχνητό Liberty State Park, που χωρίς παρέμβαση κινδυνεύει να χαθεί μέσα στον επόμενο αιώνα. Φαντάστηκαν το λιμάνι ως ένα ενδιάμεσο πεδίο μεταξύ ξηράς και θάλασσας, προτείνοντας την αφαίρεση του χώρου υγειονομικής ταφής και τη δημιουργία νέας, κυματιστής τοπογραφίας. Αυτή η μορφολογία επιμηκύνει την ακτογραμμή, μειώνει τα κύματα και λειτουργεί ως φίλτρο παλιρροϊκού νερού. Η περιοχή οργανώνεται σε ζώνες για δραστηριότητες όπως αναψυχή, υδατοκαλλιέργεια και εμπόριο, ανάλογα με την υψομετρική προστασία από πλημμύρες.



Εικόνα 38: Ο Matthew Baird και η ομάδα του – που περιλάμβανε νεαρούς αρχιτέκτονες, οικολόγους, έναν σχεδιαστή τοπίου και τους καλλιτεχνικούς συμβούλους Mark Dion και Matthew Ritchie – ανέλαβαν τον επανασχεδιασμό ενός μολυσμένου αγροκτήματος δεξαμενών πετρελαίου στο Bayonne, New Jersey. Η περιοχή, ευάλωτη σε πλημμύρες λόγω της ανόδου της στάθμης της θάλασσας, προστατεύεται μέσω φυσικών παρεμβάσεων: ύφαλοι από ανακυκλωμένο γυαλί και ένα χωμάτινο ανάχωμα μειώνουν την ένταση των κυμάτων και προσφέρουν νέες ζώνες αναψυχής. Ο βιομηχανικός χαρακτήρας διατηρείται εν μέρει, με μετατροπή των δεξαμενών σε εγκαταστάσεις βιοκαυσίμων και επαναχρησιμοποίηση παλιών υποδομών για λειτουργίες ανακύκλωσης. Το έργο εντάσσεται σε ένα όραμα που συνδέει την περιβαλλοντική αποκατάσταση με τις νέες οικονομίες της θαλάσσιας δραστηριότητας, ενόψει της κλιματικής αλλαγής και των νέων ναυτιλιακών διαδρομών στην Αρκτική.

Εικόνα 39: Η πρόταση των ARO (Cassell και Yarinsky) και dlandstudio (Drake) για το Κάτω Μανχάταν βασίζεται στην ιδέα του Sponge Park και την επεκτείνει σε μια συνολική επαναδιαμόρφωση της ακτογραμμής και του αστικού δρόμου. Το έργο New Urban Ground μετατρέπει την ακτή σε υγρότοπο που φιλτράρει τόσο την παλίρροια όσο και την απορροή, ενώ οι δρόμοι καλύπτονται με απορροφητικά σκυροδέματα και πολυεπίπεδα φίλτρα, προωθώντας μια πράσινη υποδομή με ευρεία εφαρμογή.

3.3.3 Countryside Koolhaas, The Future, (OMA / Rem Koolhaas, 2020)

Η συζήτηση γύρω από το "Countryside" ξεκίνησε ουσιαστικά με το ομώνυμο άρθρο του Rem Koolhaas το 2012 (Icon Magazine, 25 Απριλίου), στο οποίο ο αρχιτέκτονας υποστήριζε ότι ενώ οι περισσότερες θεωρίες, δράσεις και επενδύσεις στοχεύουν στον αστικό χώρο, οι πιο ριζικές μεταμορφώσεις του πλανήτη συντελούνται αθόρυβα στην ύπαιθρο. Το «countryside», σύμφωνα με τον Koolhaas, δεν είναι μια ειδυλλιακή φυσική εικόνα, αλλά ένα πλήρως μηχανοποιημένο και υπερ-σχεδιασμένο τοπίο, όπου η τεχνολογία, η βιοπολιτική και η περιβαλλοντική κρίση συνυπάρχουν.

Η προβληματική αυτή κορυφώθηκε στο «Countryside, A Report», την έκθεση και έκδοση που παρουσιάστηκε στο Guggenheim Museum της Νέας Υόρκης το 2020 από τον Koolhaas και το ερευνητικό του γραφείο OMA/AMO. Εδώ, το τοπίο της υπαίθρου προσεγγίζεται ως παγκόσμια σκηνή ακραίας διαχείρισης φυσικών πόρων, και ειδικά νερού: υδροηλεκτρικά φράγματα, μετατροπή εδαφών σε τεχνητές λίμνες, βιομηχανικά κανάλια, γεωθερμικά δίκτυα.

Το έργο αποκαλύπτει ότι η διαχείριση του νερού σε μη αστικές περιοχές υλοποιείται συχνά χωρίς διαφάνεια, σχεδιαστικό έλεγχο ή κοινωνική συμμετοχή. Παρόλο που πρόκειται για παρεμβάσεις τεράστιας γεωγραφικής και οικολογικής κλίμακας, η αρχιτεκτονική, όπως τονίζει ο Koolhaas, απουσιάζει θεσμικά και επιστημονικά από αυτές τις διαδικασίες.

Το Countryside δεν προσφέρει άμεσες λύσεις, αλλά θέτει ερωτήματα και αναδεικνύει κενά: Ποιος διαχειρίζεται το νερό στην κλίμακα της υπαίθρου; Πού εντοπίζεται η ευθύνη όταν οικοσυστήματα κατακερματίζονται για χάρη της «προόδου»; Πώς μπορεί η αρχιτεκτονική να λειτουργήσει ως ενδιάμεσος φορέας ανάμεσα στη γεωπολιτική, την τεχνολογία και την οικολογική ισορροπία;

Σε αυτό το πλαίσιο, το Countryside επιβεβαιώνει την κριτική που αναλύθηκε στην ενότητα 3.1: η τεχνικιστική διαχείριση των υδάτων όχι μόνο παραμελεί την κοινωνική και οικολογική διάσταση, αλλά και υλοποιείται μακριά από τα εργαλεία του δημόσιου σχεδιασμού. Η συμβολή του Koolhaas έγκειται στο ότι επαναπροσδιορίζει τον ρόλο της αρχιτεκτονικής, όχι ως απλής δημιουργού μορφής, αλλά ως πολιτισμικού αναλυτή και διαμεσολαβητή μεταξύ των υδάτινων υποδομών και του πλανητικού χώρου.

Εικόνα 40: Αγροτικό τοπίο από ψηλά – μια «ψηφιακή επιφάνεια εργασίας» του σύγχρονου αγρότη. Η εικόνα απεικονίζει το αγροτικό πεδίο ως κατακερματισμένο αλλά αποδοτικό χώρο, όπως τον περιγράφει ο *Rem Koolhaas* στο *Countryside, The Future*. Μέσα από τη νεο-τεχνολογική αγροτική οικονομία, η ύπαιθρος δεν είναι πλέον το αντίθετο της πόλης, αλλά μια παράλληλη, ψηφιοποιημένη πραγματικότητα, όπου η γη γίνεται δεδομένο και ο αγρότης knowledge worker με tablet.

Εικόνα 41: Ορατή μόνο κατά επιλογή, η παλιά αγροτική καρδιά του οικισμού ξεχωρίζει μέσα στο θολό αστικό περίβλημα. Μια εικόνα της «συρρικνωμένης παράδοσης» στην ύπαιθρο που περιγράφει ο Koolhaas, όπου η κληρονομιά διατηρείται ως αντικείμενο κατανάλωσης μέσα σε ένα μεταβαλλόμενο τοπίο.

Εικόνα 42: Η εικόνα προέρχεται από την έκθεση "Countryside, The Future" του Rem Koolhaas και του ερευνητικού παραρτήματος AMO, η οποία παρουσιάστηκε στο Guggenheim Museum της Νέας Υόρκης το 2020. Η έκθεση εξερεύνησε τις μεταμορφώσεις της υπαίθρου στον 21ο αιώνα — ως νέο πεδίο πολιτικής, τεχνολογίας και οικονομίας. το «εξοχικό μέλλον» του Koolhaas. Εδώ, η αγροτική γη μεταμορφώνεται σε logistics landscape, όπου η παραγωγή, η αποθήκευση και η ροή αγαθών υπακούουν στη λογική του παγκόσμιου καπιταλισμού.

3.3.4 Reform, Manual of River restoration techniques 9 River Restoration Centre (RRC), Ηνωμένο Βασίλειο, 1999–2021)

Το Reform – Manual of River Restoration Techniques αποτελεί ένα πρακτικό εγχειρίδιο για την αποκατάσταση ποτάμιων οικοσυστημάτων, βασισμένο στο ευρωπαϊκό ερευνητικό πρόγραμμα REFORM (2011–2015) με τη συμμετοχή επιστημόνων, μηχανικών, οικολογικών φορέων και αρχιτεκτόνων τοπίου. Σε αντίθεση με τις παραδοσιακές μηχανικές λύσεις που προτάσσουν τη ρύθμιση της ροής με αυστηρά τεχνικά μέσα, το εγχειρίδιο αυτό ενσωματώνει τη φιλοσοφία του "design with flow" — του σχεδιασμού που συμπορεύεται με τη φυσική δυναμική του νερού.

Ενώ η τεχνική και υδρολογική γνώση παραμένει θεμελιώδης, το REFORM αναδεικνύει επίσης τον ρόλο της αρχιτεκτονικής και του σχεδιασμού τοπίου ως μέσο επανασύνδεσης ανθρώπου και φυσικού υγρού χώρου. Μέσα από προσεκτικά διαμορφωμένες παρεμβάσεις — αποκατάσταση όχθων, επαναφυσικοποίηση κοίτης, ενσωμάτωση δημόσιων διαδρομών, δημιουργία παρόχθιων πάρκων — η αρχιτεκτονική παύει να λειτουργεί μόνο ως τεχνική υποδομή και γίνεται μέσο αναγνώρισης, ερμηνείας και συμβολικής ανασύστασης του ποτάμιου τοπίου.

Η χωρική οργάνωση που προκύπτει μέσα από τις τεχνικές του εγχειριδίου δεν στοχεύει μόνο στη βελτίωση των οικολογικών δεικτών, αλλά και στη δημιουργία πολυλειτουργικών υδάτινων τοπίων, τα οποία ενισχύουν τη συμβίωση φυσικών και ανθρώπινων συστημάτων. Ο σχεδιασμός όχθων και πλημμυρικών περιοχών με φυσικά υλικά, η επανασύνδεση υπόγειων ροών με το δημόσιο χώρο και η ανάδειξη της διαχρονικότητας των ποταμών αποτελούν σχεδιαστικές χειρονομίες με οικολογικό και πολιτισμικό βάθος.

Η αρχιτεκτονική, λοιπόν, δεν περιορίζεται στον σχεδιασμό αισθητικών στοιχείων, αλλά λειτουργεί ως εννοιολογικό και λειτουργικό φίλτρο, μετατρέποντας την τεχνική γνώση σε κατανοητό, βιώσιμο και οικείο χώρο. Τα παραδείγματα του εγχειριδίου δείχνουν ότι οι επεμβάσεις που λαμβάνουν υπόψη τη χωρική εμπειρία, τη χρήση του τοπίου και τις τοπικές κοινότητες έχουν πολλαπλασιαστικά οφέλη, τόσο για την περιβαλλοντική αποκατάσταση όσο και για τη δημόσια ζωή.

Το Reform Manual επιβεβαιώνει, τελικά, τη δυνατότητα της αρχιτεκτονικής να λειτουργήσει ως ενεργός παράγοντας στην οικοσυστημική διαχείριση των υδάτων, υπερβαίνοντας το δίπολο "τεχνικό/

φυσικό” και αναδεικνύοντας το τοπίο ως σύγχρονο εργαλείο πολιτισμικής και περιβαλλοντικής συμφιλίωσης.

4. Η αρχιτεκτονική ως μέσο διαχείρισης του νερού. Μελέτες περιπτώσεων

4.1 Κόλπος του Κούταβου (Κεφαλονιά, Ζέγγελης, 1985)

Ο Κόλπος του Κουτάβου αποτελεί έναν φυσικό υγρότοπο με θαλάσσια και λιμνοθαλάσσια χαρακτηριστικά, νότια του Αργοστολίου. Η ιστορική και γεωμορφολογική του σημασία, ως προστατευμένο φυσικό λιμάνι, τον κατέστησε διαχρονικά κόμβο δραστηριότητας, έως και τη νεότερη περίοδο. Η πρόταση ανάπλασης του Η. Ζέγγελη (1985), κατέγραψε την περιβαλλοντική και κοινωνική υποβάθμιση της περιοχής και διαμόρφωσε ένα πολεοδομικό και αρχιτεκτονικό σχέδιο ανασύνδεσης του Κουτάβου με την πόλη. Το έργο οργανώθηκε σε πέντε βασικές ενότητες παρέμβασης κατά μήκος της ακτογραμμής και περιλάμβανε την πρόβλεψη για έξι επιμέρους «πάρκα» με διαφορετική λειτουργική ταυτότητα: αστικό, αθλητικό, εκπαιδευτικό, πλωτό, αναψυχής και υδάτινο. Η συνολική έκταση παρέμβασης ανέρχεται σε περίπου 2,5 τετραγωνικά χιλιόμετρα. Οι βασικές τεχνικές παράμετροι αφορούσαν στην αποκατάσταση του συστήματος ροής, στην απορρύπανση του υδάτινου όγκου, στη διαμόρφωση υποδομών μετακίνησης (πεζόδρομοι, ποδηλατόδρομοι, ηλεκτρικά μέσα), καθώς και σε υδραυλικές παρεμβάσεις για τη βελτίωση της κυκλοφορίας των νερών και του οξυγόνου στον πυθμένα.

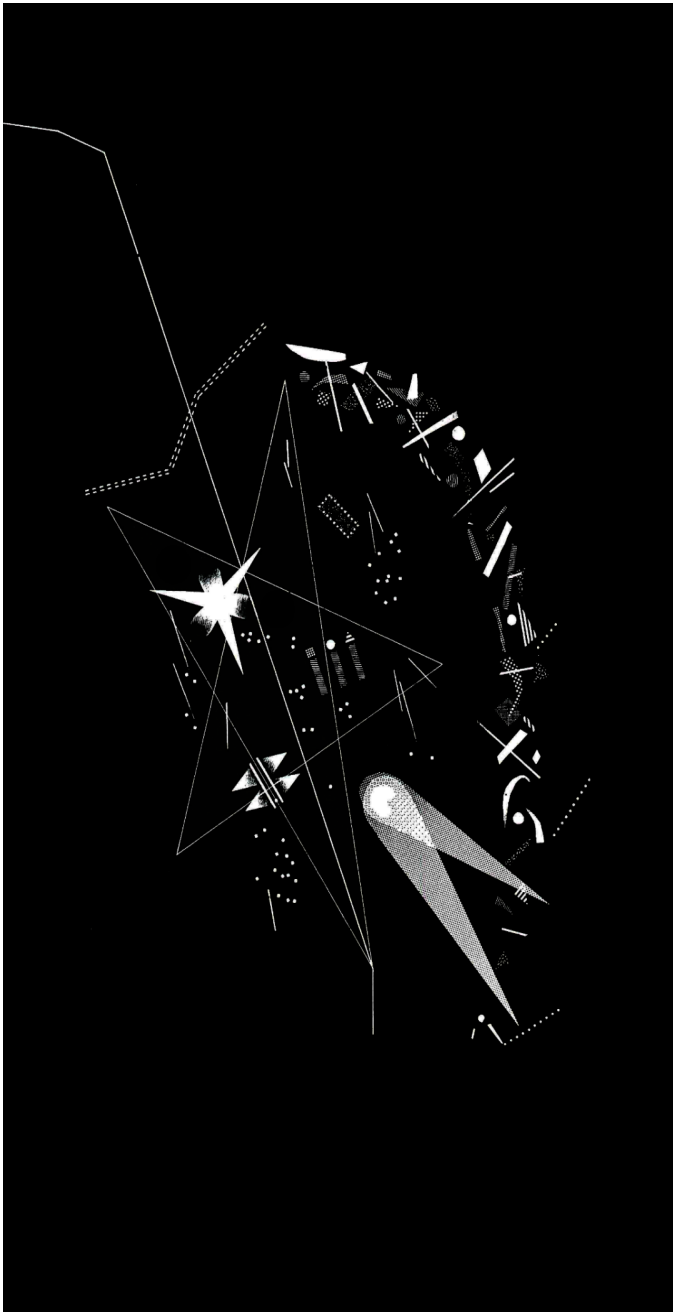
Η πρόταση στηρίχθηκε στη δημιουργία χωρικών ενοτήτων με σαφή λειτουργική διαβάθμιση και αρχιτεκτονικά εργαλεία που εστιάζουν στον υγρότοπο ως δομικό και πολιτισμικό πυρήνα. Η πρώτη ενότητα αφορά το Υδάτινο Πάρκο, το οποίο αποτελεί την πιο καινοτόμα πρόταση. Προβλέπει εγκαταστάσεις οξυγόνωσης και καθαρισμού της λιμνοθάλασσας μέσω σταθερών και κινητών υδάτινων μηχανισμών, ενώ αξιοποιεί επιπλέοντα στοιχεία, πλατφόρμες και μικρές αντλίες για την κυκλοφορία του νερού. Το πάρκο αυτό περιλαμβάνει επίσης υπαίθρια εκπαιδευτικά περίπτερα και παρατηρητήρια. Η δεύτερη ενότητα είναι το Αστικό Πάρκο, το οποίο ενσωματώνεται στον πολεοδομικό ιστό του Αργοστολίου, ενισχύοντας τις συνδέσεις πόλης και νερού. Περιλαμβάνει ζώνες στάθμευσης, προβλήτες, αστικές πλατείες, υπαίθριες καφετέριες και τμήματα δημόσιας συγκοινωνίας. Στην τρίτη ενότητα, το Αθλητικό και Εκπαιδευτικό Πάρκο οργανώνεται γύρω από τις υφιστάμενες υποδομές και προτείνεται η επέκτασή τους. Ο σχεδιασμός περιλαμβάνει την κατασκευή θεματικών διαδρομών, υπαίθριων σταθμών γνώσης, φυτοτεχνικών πεδίων

και βοτανικού κήπου. Η τέταρτη ενότητα είναι το Πλωτό Πάρκο, το οποίο στηρίζεται στην αξιοποίηση του υδάτινου όγκου για χρήσεις εκπαίδευσης και ψυχαγωγίας, με τη δημιουργία ενυδρείων και εγκαταστάσεων υδατοκαλλιέργειας. Τέλος, η πέμπτη ενότητα αφορά το Πάρκο Αναψυχής, το οποίο σχεδιάζεται σε επαφή με την πόλη και περιλαμβάνει οργανωμένη ακτή, χώρους παιχνιδιού και υποδομές ελαφριάς νυχτερινής χρήσης, όπως φωτισμό και ήπιες κατασκευές.

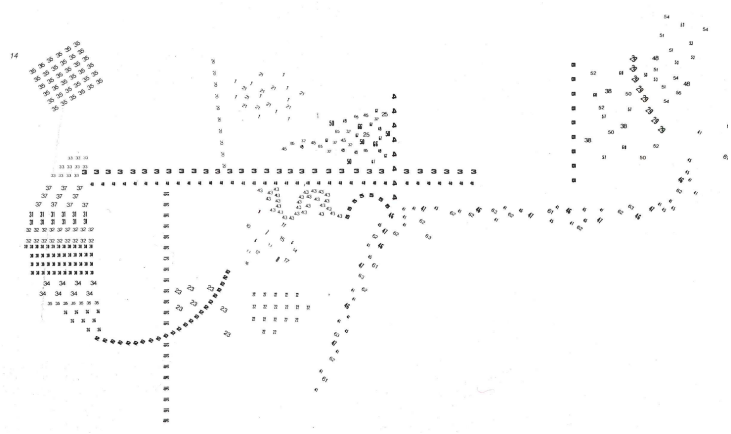
Αρχιτεκτονικά, προτάθηκαν υλικά όπως ανεπεξέργαστο ξύλο, τοπική πέτρα, δομικά πλέγματα και δικτυώματα που εντάσσονται στο τοπίο. Οι υπαίθριοι χώροι οργανώνονται με σημειακές διαμορφώσεις (καθιστικά, ξύλινες εξέδρες, σκίαστρα) χωρίς παρεμβολή εμποδίων στην οπτική σύνδεση με το νερό. Δίκτυα ποδηλατόδρομων και περιπατητικών διαδρομών πλαισιώνουν τη λιμνοθάλασσα. Προτείνεται ήπια ανύψωση των διαδρομών ώστε να αντιμετωπίζεται η εποχιακή πλημμυρική μεταβολή της στάθμης. Οικολογικά, δίνεται έμφαση στην ανασύνθεση της βιοποικιλότητας μέσω της προστασίας των υγροτοπικών οικοσυστημάτων, της διαμόρφωσης νησίδων φωλεοποίησης και σημείων παρατήρησης ορνιθοπανίδας. Η πρόταση δεν βασίζεται στην απομόνωση του υγρού στοιχείου αλλά στην ελεγχόμενη και φιλική ένταξή του στον αστικό χώρο.

Η μελέτη του Ζέγγελη αποτελεί πρότυπο εφαρμογής αρχιτεκτονικών εργαλείων στο επίπεδο του τοπιακού σχεδιασμού, όπου η διαχείριση του νερού αντιμετωπίζεται όχι ως τεχνικό ζήτημα αποστράγγισης, αλλά ως ενεργό στοιχείο διαμόρφωσης του δημόσιου χώρου. Η αρχιτεκτονική οργάνωση μέσω χωρικών θεματικών πάρκων απαντά τόσο σε λειτουργικά ζητήματα (μετακίνηση, υποδομές, χρήση γης), όσο και σε πολιτισμικά (τοπική ταυτότητα, παιδεία, αναψυχή). Το έργο επιχειρεί να αποκαταστήσει την περιβαλλοντική βλάβη του οικοσυστήματος όχι με τεχνοκρατικά έργα αλλά με μέσα ένταξης, ελέγχου, ρύθμισης και αισθητικής αποκατάστασης. Αν και η πρόταση δεν υλοποιήθηκε πλήρως, καταγράφεται ως ένα από τα πρώτα παραδείγματα στην Ελλάδα όπου η αρχιτεκτονική συστηματικά ενσωματώνει οικολογικές, κοινωνικές και τεχνολογικές παραμέτρους σε μια υδάτινη ανάπλαση μεγάλης κλίμακας. Σήμερα, με την κλιματική κρίση και την ανάγκη αναγέννησης

των παράκτιων πόλεων, η πρόταση του Ζέγγελη παραμένει επίκαιρη, παρέχοντας ένα ολοκληρωμένο πρότυπο βιώσιμου σχεδιασμού.



Εικόνα 43: Διαγραμματική αναπαράσταση της πρότασης του Η. Ζέγγελη για τον Κόλπο του Κουτάβου (1985), η οποία αποτυπώνει την ιδεατή οργάνωση των θεματικών πάρκων και των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων ως χωρική και λειτουργική ανασύνθεση του υγροτοπικού τοπίου. Η χρήση αφαιρετικής γραφής και γεωμετρικών μορφών υποδηλώνει τις διαβαθμίσεις του αστικού, φυσικού και τεχνητού στοιχείου, ενώ τα γραμμικά μοτίβα χαρτογραφούν τη ροή του νερού και τις χωρικές συνδέσεις με το Αργοστόλι. Το σχέδιο λειτουργεί ως εργαλείο στρατηγικού σχεδιασμού και αναστοχασμού πάνω στην ένταξη των υδάτινων σωμάτων στο δημόσιο χώρο.



Εικόνα 44: Χωρικός χάρτης κατανομής λειτουργικών ενοτήτων και στοιχείων τοπίου στην πρόταση ανάπλασης του Κόλπου Κουτάβου από τον Η. Ζέγγελη (1985). Η χρήση αριθμητικής και τυπογραφικής σημειογραφίας αντί παραδοσιακής εικονιστικής αναπαράστασης υποδηλώνει μια αφαιρετική αρχιτεκτονική γλώσσα, όπου η χωρική πληροφόρηση αποκτά κωδικοποιημένη μορφή. Το διάγραμμα λειτουργεί ως εργαλείο σχεδιαστικής σύνθεσης και αποκωδικοποίησης της πολυπλοκότητας του τοπίου, αποκαλύπτοντας τις ροές, τις συσχετίσεις και τις ζώνες παρέμβασης με μεθοδολογική ακρίβεια.

Εικόνα 45: Γενικό διάγραμμα προτεινόμενων παρεμβάσεων για τον Κόλπο Κουτάβου (Ζέγγελης, 1985), όπου αποτυπώνονται οι πέντε χωρικές ενότητες (πάρκα) και οι αντίστοιχες στρατηγικές ανασύνδεσης με το πολεοδομικό και το φυσικό τοπίο του Αργοστολίου. Ο χάρτης περιλαμβάνει δίκτυα κυκλοφορίας, περιπατητικές διαδρομές, φυτοτεχνικές ζώνες, ήπιες υποδομές αναψυχής και σημεία τοποθέτησης τεχνικών υδρολογικών παρεμβάσεων, αναδεικνύοντας τις πολλαπλές κλίμκαες στην προσέγγιση του σχεδιασμού.

4.2 Toronto Waterfront (Τορόντο, West8, 2006)

Το έργο του Toronto Central Waterfront ανατέθηκε στο ολλανδικό γραφείο West 8, σε συνεργασία με το καναδικό DTAH, έπειτα από διεθνή αρχιτεκτονικό διαγωνισμό που διοργάνωσε η Waterfront Toronto το 2006. Η παρέμβαση αφορά έκταση 800 εκταρίων κατά μήκος της λίμνης Οντάριο, καλύπτοντας μια ζώνη υποβαθμισμένων, πρώην βιομηχανικών και λιμενικών χρήσεων. Ο στόχος ήταν η μετατροπή της περιοχής σε ενεργό, βιώσιμο, κοινωνικά προσβάσιμο παραλιακό μέτωπο, με έμφαση στην ενίσχυση της οικολογικής λειτουργίας του τοπίου και την αποκατάσταση της σχέσης της πόλης με το νερό (West 8, n.d.; Waterfront Toronto, 2023). Το έργο περιλαμβάνει γραμμικές υποδομές συνολικού μήκους 3,5 χιλιομέτρων, νέες προκυμαίες (wave decks), δημόσιες πλατείες, διαδρομές πεζών και ποδηλάτων, επιλεγμένες φυτεύσεις, εγκαταστάσεις μικρής κλίμακας και αναπλάσεις οδικών αξόνων. Παράλληλα, η ακτογραμμή τροποποιήθηκε ώστε να απορροφά υδρολογικές διακυμάνσεις. Ιδιαίτερη έμφαση δόθηκε στον διαχωρισμό των κινήσεων (πεζοί/οχήματα), την καθαρότητα των αξόνων κίνησης, και την ταυτόχρονη ενίσχυση της παραθαλάσσιας βιοποικιλότητας.

Η βασική αρχιτεκτονική στρατηγική ήταν η ανάκτηση της ακτογραμμής μέσω τοπιακών παρεμβάσεων που ενσωματώνουν το υδρολογικό στοιχείο στον αστικό σχεδιασμό. Η βασική παρέμβαση οργανώνεται γύρω από τρία συστήματα. Το πρώτο είναι το Water's Edge Promenade, ένας πεζόδρομος μήκους 3,5 χιλιομέτρων, επενδεδυμένος με ξύλινο δάπεδο (red oak decking), που ορίζει συνεχή δημόσιο χώρο σε επαφή με τη λίμνη. Το δεύτερο είναι το Quay to Green Spine, ένα γραμμικό πάρκο παράλληλο της αστικής όψης, που περιλαμβάνει βιοφίλτρα, συστήματα φύτευσης και διαχείρισης ομβρίων (bioswales). Το τρίτο σύστημα αφορά τη Slip Transformation, όπου τα σημεία εισόδου της λίμνης (slips) μετατράπηκαν σε αστικές πλατείες και «λιμνοδεξαμενές» για προσωρινή συγκράτηση και καθαρισμό των επιφανειακών απορροών. Τα τεχνικά μέσα περιλαμβάνουν bioswales, δηλαδή γραμμικά βυθισμένα κανάλια με βλάστηση, τα οποία συλλέγουν, φιλτράρουν και καθυστερούν τα όμβρια ύδατα, μειώνοντας τον όγκο απορροής προς τη λίμνη. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται rain gardens, δηλαδή κήποι κατεισχυμένων ζωνών, στρατηγικά τοποθετημένοι μεταξύ πεζοδρομίων

και οδών, οι οποίοι ενισχύουν την κατακράτηση και τον καθαρισμό των ρύπων από τις επιφάνειες. Ενσωματώνονται επίσης φυτεύσεις ιθαγενών ειδών, όπως Acer saccharinum και Salix nigra, τα οποία απαιτούν ελάχιστο πότισμα, ενισχύουν τη βιοποικιλότητα και μειώνουν τη θερμική νησίδα. Τέλος, στον σχεδιασμό περιλαμβάνονται wave decks, δηλαδή ξύλινες κυματοειδείς εξέδρες πάνω από το νερό, σχεδιασμένες να αντέχουν σε διακυμάνσεις της στάθμης, παρέχοντας ταυτόχρονα καθιστικά και χώρους εκδηλώσεων. Ο σχεδιασμός βασίστηκε σε διατομεακή συνεργασία με τοπικούς φορείς και φορείς σχεδιασμού, όπως οι E.R.A. Architects και οι Garland et al. Η συμμετοχικότητα ενισχύθηκε μέσω ανοικτών συνεδριάσεων και workshop με πολίτες και επαγγελματίες, καθιστώντας την κοινωνική συναίνεση μέρος της τεχνικής διαδικασίας (White, 2014).

Η προσέγγιση του West 8 στο παραλιακό μέτωπο του Τορόντο αποδεικνύει ότι η αρχιτεκτονική μπορεί να συνδυάζει τη διαχείριση υδάτων με την αστική αναβάθμιση και την κοινωνική επανένταξη. Τα αρχιτεκτονικά εργαλεία που χρησιμοποιήθηκαν – όπως οι επανασχεδιασμένες επιφάνειες όμβριας απορροής, βιοφίλτρα, υπερυψωμένες εξέδρες και γραμμικά πάρκα – λειτούργησαν τόσο υδραυλικά όσο και κοινωνικά. Οι επεμβάσεις δεν υποκατέστησαν τις τεχνικές λύσεις, αλλά τις ενσωμάτωσαν στον δημόσιο χώρο μέσω μορφολογικού και τοπιακού σχεδιασμού. Η αρχιτεκτονική συνέβαλε στην αποφόρτιση των υποδομών αποχέτευσης, την αποκατάσταση οικοσυστημάτων και την ενεργοποίηση της ακτογραμμής. Επιπλέον, η ενιαία υλικότητα (ξύλο, χάλυβας corten, σκυρόδεμα χωρίς αρμούς) και η καθαρή γεωμετρία των υποδομών διαμόρφωσαν συνεκτική ταυτότητα. Το έργο, χωρίς να επιβάλλει συμβολικά αφηγήματα ή «θεματικές» κατασκευές, πέτυχε επανασύνδεση ανθρώπου–νερού με αρχιτεκτονικά μέσα, λειτουργώντας ως διεθνές πρότυπο βιώσιμου υδάτινου σχεδιασμού.

Εικόνα 46: Ορθοφωτοχαρτης απεικόνισης του masterplan για το Toronto Central Waterfront από το αρχιτεκτονικό γραφείο West 8. Διακρίνεται ο γραμμικός σχεδιασμός του Water's Edge Promenade κατά μήκος της λίμνης Οντάριο, καθώς και οι επιμέρους τοπιακές παρεμβάσεις, όπως οι wave decks, τα bioswales και τα rain gardens. Το έργο αναδεικνύει τη διασύνδεση υδάτινων, αστικών και οικολογικών συστημάτων σε ένα ενιαίο δίκτυο δημόσιου χώρου.

Εικόνα 47: Το Water's Edge Promenade κατά μήκος της λίμνης Οντάριο, χαρακτηριστικό στοιχείο του σχεδιασμού του Toronto Central Waterfront από τους West 8 και DTAH. Το ξύλινο δάπεδο (red oak decking) με ρυθμικά μεταβαλλόμενη διατομή ενισχύει την εμπειρία του περιπατητή, ενώ τα διαχωρισμένα επίπεδα κίνησης εξασφαλίζουν την ομαλή συνύπαρξη πεζών και ποδηλατών. Η καθαρή γεωμετρία και η χρήση φυσικών υλικών αποτελούν βασικά χαρακτηριστικά της παρέμβασης

Εικόνα 48: Χαρακτηριστικό παράδειγμα των «Wave Decks», των ξύλινων κυματοειδών εξέδρων που σχεδίασαν οι West 8 και DTAH στο πλαίσιο του έργου Toronto Central Waterfront. Οι κατασκευές αυτές λειτουργούν ως δημόσιοι χώροι παραμονής και κίνησης επάνω από το νερό, με οργανική μορφολογία που μιμείται τα κύματα, προσφέροντας παράλληλα ανθεκτικότητα στις υδρολογικές διακυμάνσεις. Το τοπίο μετατρέπεται σε διαδραστική εμπειρία, ενώ η χρήση φυσικών υλικών (ξύλο red oak, χειρολισθήρες από ανοξείδωτο χάλυβα) συνδέεται με τη βιοφιλική προσέγγιση του σχεδιασμού.

Εικόνα 49: Δραστηριότητες και κοινωνικές αλληλεπιδράσεις επάνω στις κυματοειδείς εξέδρες ("wave decks") του Toronto Central Waterfront. Οι σχεδιαστικές παρεμβάσεις των West 8 και DTAH μετατρέπουν την ακτογραμμή σε χώρο συνεύρεσης, αναψυχής και πολιτιστικής έκφρασης. Ο δημόσιος χώρος εδώ ενσωματώνει την τοπιακή μορφολογία, ενισχύοντας την κοινωνική συνοχή και την επαφή με το υγρό στοιχείο. Το έργο ενσαρκώνει τις αρχές του «συμμετοχικού σχεδιασμού» και της αστικής επανένταξης μέσα από τοπιακές χειρονομίες.

Εικόνα 50: Άποψη της νέας Jack Layton Ferry Terminal, στην καρδιά του παραλιακού μετώπου του Τορόντο. Η αρχιτεκτονική πρόταση των West 8, KPMB Architects και Greenberg Consultants επανεφευρίσκει τη σχέση ανάμεσα σε λιμενικές υποδομές και δημόσιο χώρο, εισάγοντας έναν κυματοειδή φυτεμένο θόλο που ενσωματώνει λειτουργικές χρήσεις, διαδρομές και καθιστικά. Το πράσινο δώμα λειτουργεί ως υπερυψωμένο αστικό τοπίο και προοπτική θέασης προς τη λίμνη Οντάριο, ενώ από κάτω φιλοξενούνται χώροι αναμονής και μετάβασης. Το έργο συνδέεται οργανικά με τον Water's Edge Promenade και ενσωματώνει στοιχεία τοπιακού σχεδιασμού, υιοθετώντας τη φιλοσοφία μιας αστικής ακτογραμμής που είναι ταυτόχρονα λειτουργική, οικολογική και κοινωνικά ενεργή.

Εικόνα 51: Αεροφωτογραφική απόδοση του συνολικού masterplan για το Toronto Central Waterfront, όπως αναπτύχθηκε από τη Waterfront Toronto. Το σχέδιο αποτυπώνει τις πολλαπλές υποενότητες της ανάπλασης, όπως το Billy Bishop Pedestrian Tunnel, το Fort York Visitor Centre, την Jack Layton Ferry Terminal και τις περιοχές L Tower και Pier 27. Η σύνθεση προσφέρει μια σαφή χωρική κατανόηση της ενιαίας στρατηγικής που εφάρμοσαν οι West 8 και DTAH για τη γραμμική ανασυγκρότηση της ακτογραμμής, συνδέοντας τα φυσικά και αστικά τοπία μέσα από πράσινες ζώνες, δημόσιους χώρους και πολυλειτουργικές λιμενικές υποδομές.

Εικόνα 52: Άποψη του Fort York Visitor Centre, τοποθετημένου κάτω από την ανισόπεδη λεωφόρο Gardiner Expressway. Η αρχιτεκτονική σύνθεση αναδεικνύεται μέσω της χρήσης χάλυβα Corten*, υλικού που αναπτύσσει προστατευτική οξείδωση, εξασφαλίζοντας υψηλή ανθεκτικότητα χωρίς επιπλέον επεξεργασία. Η σκουρόχρωμη, «σκουριασμένη» όψη του Corten εντάσσεται οργανικά στο αστικό και βιομηχανικό τοπίο, προσδίδοντας υλική συνέχεια μεταξύ παρελθόντος και παρόντος. Το Fort York λειτουργεί όχι μόνο ως είσοδος προς το ιστορικό πάρκο αλλά και ως παράδειγμα στρατηγικής επανάχρησης υπολειμματικού χώρου, ενοποιώντας τις υποδομές με τη σύγχρονη αρχιτεκτονική τοπίου.

**Ο χάλυβας Corten (ή Corten steel) είναι ένας ειδικός τύπος ανθεκτικού στην ατμοσφαιρική διάβρωση χάλυβα, που σχεδιάστηκε για να σκουριάζει ελεγχόμενα, δημιουργώντας μια σταθερή πατίνα οξειδίου (σκουριά) στην επιφάνειά του, η οποία προστατεύει το υλικό από περαιτέρω διάβρωση.*

4.3 Room for the River (Ολλανδία, Ολλανδικό Υπουργείο Υποδομών και Περιβάλλοντος, H+N+S Landscape Architects, West 8, Buro Sant en Co, ZUS, 2006)

Το Room for the River είναι εθνικό πρόγραμμα της ολλανδικής κυβέρνησης που εφαρμόστηκε μεταξύ 2006 και 2015, με σκοπό την αντιπλημμυρική προστασία, την αναβάθμιση του αστικού τοπίου και την ενίσχυση της οικολογικής ανθεκτικότητας. Περιέλαβε παρεμβάσεις σε 34 τοποθεσίες κατά μήκος κύριων ποταμών, όπως ο Ρήνος, ο Βάαλ και ο Ιζέλ, και αφορούσε τόσο αγροτικές όσο και αστικές περιοχές (Zevenbergen et al., 2015). Η ανάγκη υλοποίησης προέκυψε από τις πλημμύρες των δεκαετιών του 1990 και τις επιπτώσεις της κλιματικής αλλαγής. Το έργο αποτελεί συντονισμένη δράση μεταξύ των αρχιτεκτόνων τοπίου (H+N+S, West 8, Buro Sant en Co, ZUS), των κρατικών φορέων και των τοπικών κοινωνιών. Αντί για κατασκευή υψηλότερων αναχωμάτων, επελέγη η απομάκρυνση τεχνητών φραγμών και η «επιστροφή χώρου» στο ποτάμι. Χωρικά, το έργο συνδύασε τη δημιουργία νέων ζωνών πλημμυρικής διαχείρισης με ενσωματωμένα πάρκα, διαδρομές, οικοτόπους και πολιτιστικά στοιχεία, μεταμορφώνοντας τον δημόσιο χώρο σε ένα νέο λειτουργικό τοπίο.

Οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις του Room for the River ξεχώρισαν για τον συνδυασμό τεχνικής αποτελεσματικότητας και ποιοτικού σχεδιασμού του δημόσιου χώρου. Ένας βασικός τύπος επέμβασης ήταν η μετακίνηση ή υποβιβασμός των αναχωμάτων (dyke relocation), ώστε να αυξηθεί το εύρος της

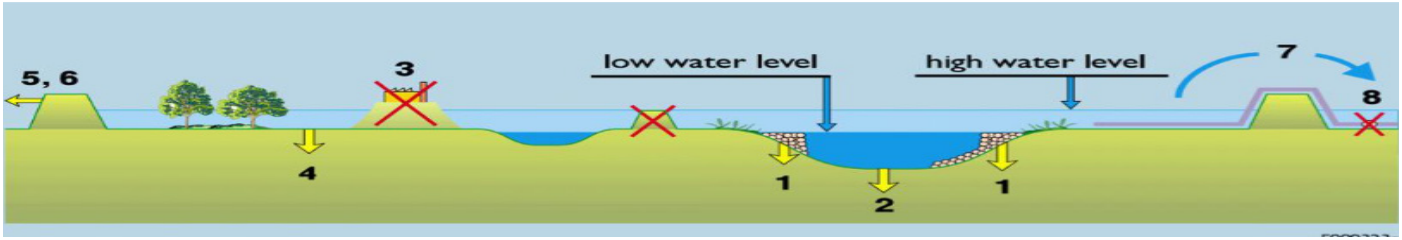
κοίτης των ποταμών και να δοθεί «χώρος» για την εκτόνωση του νερού κατά τη διάρκεια πλημμυρικών φαινομένων. Στο Lent της Νιμέγης, για παράδειγμα, εφαρμόστηκε η δημιουργία παράλληλης κοίτης (secondary channel) με συνοδευτική ανύψωση νησίδας (island elevation), η οποία χρησίμευσε τόσο ως υδραυλικό εργαλείο όσο και ως πεδίο κοινωνικών δραστηριοτήτων (Klijn et al., 2013). Σε περιοχές όπως το Deventer, οι αρχιτέκτονες της H+N+S Landscape Architects σχεδίασαν αστικά πάρκα πλημμυρικής απορρόφησης (floodable parks), τα οποία ενσωματώνουν χαμηλό ανάγλυφο, υγροτοπικούς φυτοχώρους και πορώδη επιφάνεια εδάφους, που απορροφούν την περίσσεια νερού και λειτουργούν ως βιώσιμοι αστικοί οικοβιότοποι. Παράλληλα, σε περιοχές όπως το Zwolle και το Kampen, εφαρμόστηκαν διαδρομές όδευσης πεζών και ποδηλατών με ανθεκτικά υλικά, ενταγμένες στη φυσική γεωμορφολογία και σχεδιασμένες να αντέχουν σε εποχικές πλημμύρες (van den Brink et

al., 2019). Η χρήση ενδημικών φυτεύσεων (riparian vegetation) συνέβαλε στη σταθεροποίηση των πρανών και στην ενίσχυση της βιοποικιλότητας. Σε επιλεγμένες τοποθεσίες τοποθετήθηκαν υπερυψωμένα παρατηρητήρια και προβλήτες από ξύλο ή ατσάλι με σκοπό την προσβασιμότητα των πολιτών στο υδάτινο μέτωπο και τη θέαση των πλημμυρικών πεδίων ως μέρος του βιωματικού αστικού τοπίου. Επιπλέον, κατασκευάστηκαν νέες γέφυρες τύπου beam ή arch, που συνδυάζουν υδραυλική αποδοτικότητα με αστική διασύνδεση, επιτρέποντας ταυτόχρονα την ανεμπόδιστη ροή υδάτων και τη σύνδεση κοινοτήτων που παλαιότερα ήταν απομονωμένες. Οι σχεδιαστικές επεμβάσεις υιοθέτησαν επίσης το πρότυπο του «landscape as infrastructure», δηλαδή του τοπίου που δεν επιτελεί μόνο αισθητικές και οικολογικές λειτουργίες, αλλά και κρίσιμες υποδομές απορρόφησης και καθοδήγησης των πλημμυρικών μαζών (Zevenbergen et al., 2013). Τέλος, σε πολλές από τις 34 τοποθεσίες, τα αρχιτεκτονικά γραφεία ενσωμάτωσαν πολυλειτουργικά αστικά στοιχεία, όπως πλατείες με αποστραγγιστικά κανάλια (bioswales), σχολικές αυλές με ανθεκτικές επιφάνειες απορρόφησης και δημόσιες διαδρομές που ακολουθούν τις καμπύλες ισοϋψών. Τα σημεία εισόδου στα πάρκα ενισχύθηκαν με συστήματα ενημέρωσης για τη στάθμη των υδάτων, προάγοντας την περιβαλλοντική εκπαίδευση και την προσαρμοστικότητα των χρηστών στον μεταβαλλόμενο χαρακτήρα των χώρων.

Η αξιολόγηση του Room for the River δείχνει ότι η επιτυχία του έργου οφείλεται στην εστίαση στην ποιότητα σχεδιασμού και στη συμμετοχική του διακυβέρνηση (Warner & van Buuren, 2011). Το έργο επιδεικνύει πώς η αρχιτεκτονική τοπίου μπορεί να αναδιαμορφώσει την εμπειρία του υδάτινου τοπίου χωρίς να καταφύγει σε σκληρές υποδομές, αναπλαισιώνοντας τις πλημμύρες όχι ως απειλή, αλλά ως ευκαιρία σχεδιασμού. Παρόλο που προέκυψαν τεχνικές προκλήσεις – όπως η ανάγκη συνεχούς εκβάθυνσης (dredging) μετά τις παρεμβάσεις (van Vuren et al., 2015) – η γενική κατεύθυνση του έργου θεωρήθηκε υπόδειγμα climate-adaptive σχεδιασμού. Επιπλέον, οι παρεμβάσεις ενίσχυσαν την προσκόλληση στον τόπο (place attachment), δίνοντας στις κοινότητες την ευκαιρία να επανασυνδεθούν με τα ποτάμια τους (Drenthen, 2009). Τέλος, το Room for the River συνιστά

παγκόσμιο σημείο αναφοράς για την αρχιτεκτονική διαχείριση πλημμυρών, αποδεικνύοντας ότι οι σχεδιαστικές αρχές μπορούν να μετατρέψουν τον κίνδυνο σε ευκαιρία για περιβαλλοντική και κοινωνική αναγέννηση.

Εικόνα 53: Ψηφιακή αναπαράσταση της περιοχής Lent στη Νιμέγη, όπου εφαρμόστηκε μία από τις χαρακτηριστικές παρεμβάσεις του προγράμματος Room for the River: η δημιουργία παράλληλης κοίτης και τεχνητής νησίδας. Η στρατηγική αυτή συνδυάζει τη βελτίωση της υδραυλικής απόδοσης με τον σχεδιασμό ενός νέου αστικού τοπίου, ενσωματώνοντας τον ποταμό ως ενεργό δημόσιο χώρο και όχι ως απειλή.



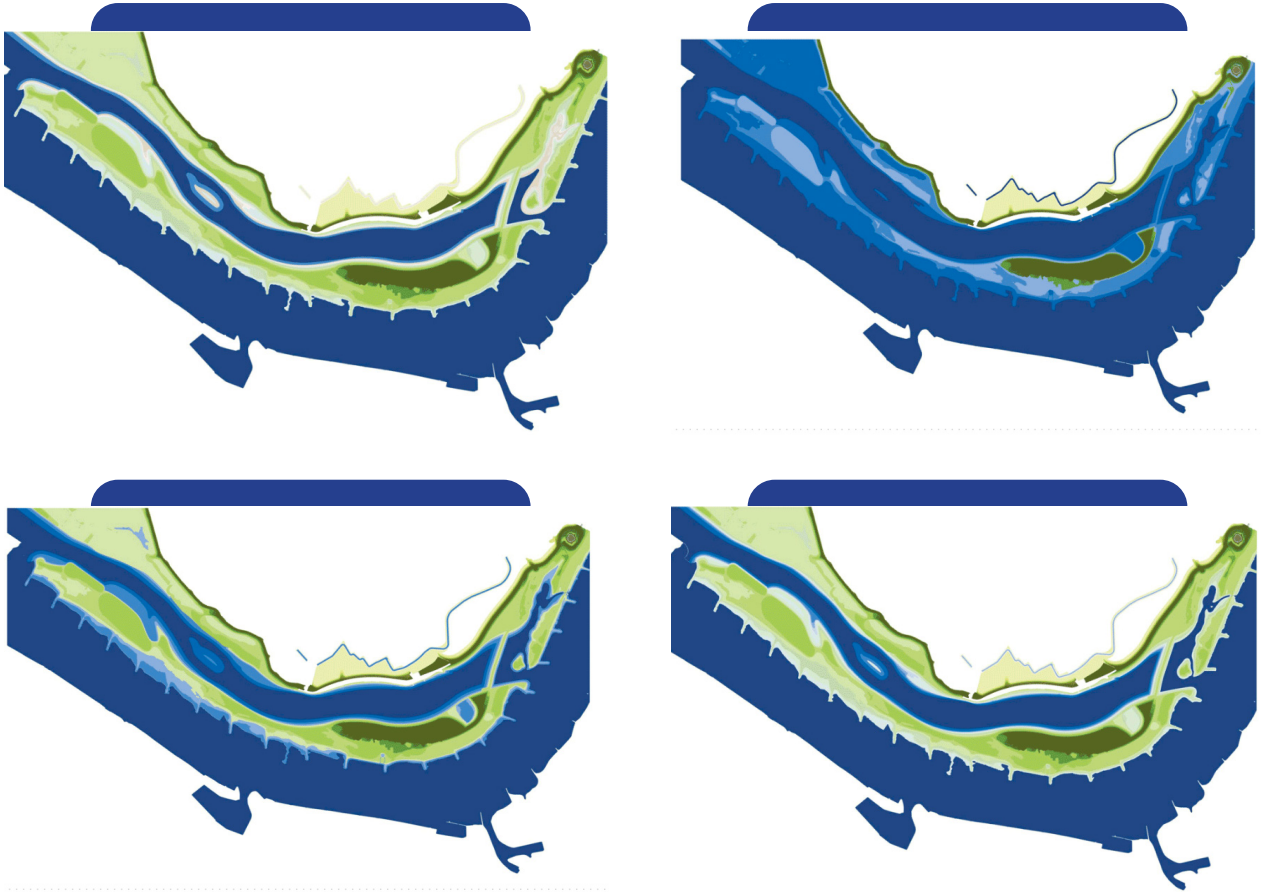
Εικόνα 54: Διαγραμματική απεικόνιση των βασικών στρατηγικών του ολλανδικού προγράμματος *Room for the River* για την ασφαλή διαχείριση πλημμυρών μέσω της αποκατάστασης της φυσικής δυναμικής των ποταμών. Το διάγραμμα παρουσιάζει οκτώ τύπους επεμβάσεων που στοχεύουν στην αύξηση της ικανότητας απορροής, τη μείωση των υδραυλικών εμποδίων και τη δημιουργία χώρων προσωρινής συγκράτησης νερού:

1. Καταβίβαση προεξοχών ποταμού (groynes): Ελαχιστοποιεί τη στροβιλώδη ροή και μειώνει τη στάθμη του νερού.
2. Εκβάθυνση κύριας κοίτης (low flow channel): Αυξάνει τη ροϊκή ικανότητα κατά τη διάρκεια υψηλών παροχών.
3. Απομάκρυνση υδραυλικών εμποδίων (hydraulic obstacles): Βελτιώνει την ομαλή ροή του ποταμού.
4. Υποβιβασμός των πλημμυρικών πεδίων (flood plains): Ενισχύει την ικανότητα συγκράτησης του νερού.
5. Τοπική υποχώρηση των αναχωμάτων (locally setting back dikes): Απελευθερώνει χώρο για προσωρινή πλημμύρα.
6. Μαζική υποχώρηση αναχωμάτων (setting back dikes on a large scale): Δημιουργεί μεγάλες ζώνες απορρόφησης πλημμύρας.
7. Ταμιευτήρες ανάσχεσης (detention reservoirs): Προσωρινή συγκράτηση πλημμυρικών υδάτων.
8. Περιορισμός πλευρικής εισροής (reduction lateral inflow): Σταθεροποιεί τη ροή στον κύριο ποταμό μειώνοντας τις παροχές από πλευρικά ρεύματα.

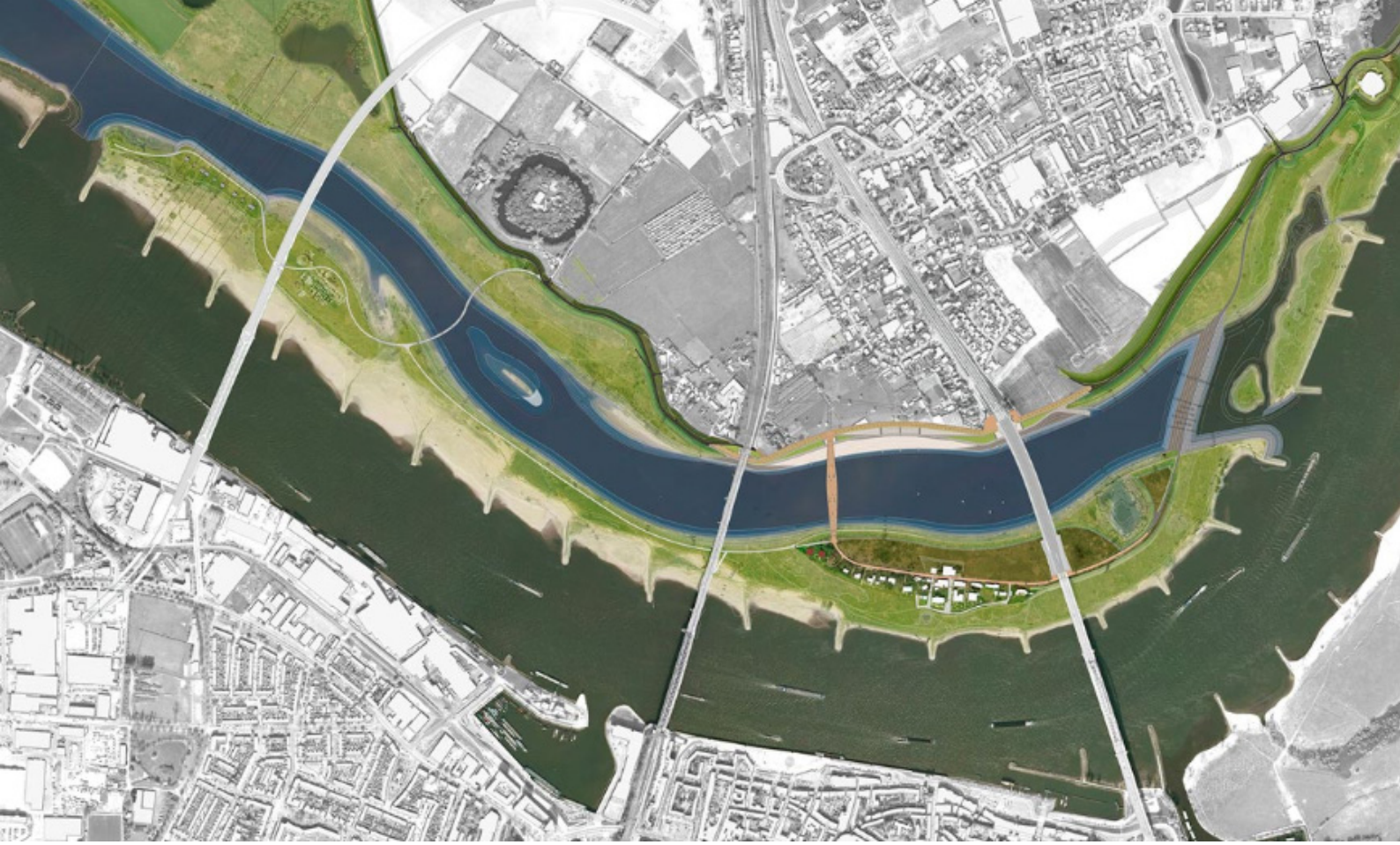
Το σύστημα αυτό ενσωματώνει τη φιλοσοφία του *landscape as infrastructure*, επιτυγχάνοντας ταυτόχρονα ασφάλεια, οικολογική λειτουργία και ποιότητα δημόσιου χώρου.

Εικόνα 55: Υποδομή διπλής λειτουργίας στο πλαίσιο του *Room for the River* στη Νιμέγη: πεζογέφυρα ενσωματωμένη στη δομή υδραυλικής γέφυρας, σχεδιασμένη ώστε να επιτρέπει τη ροή του νερού χωρίς εμπόδια και να διασφαλίζει την προσβασιμότητα των πολιτών. Το παράδειγμα αποτυπώνει τον τρόπο με τον οποίο το πρόγραμμα συνδύασε τεχνική αποδοτικότητα με αστική εμπειρία, μετατρέποντας το υδάτινο τοπίο σε λειτουργικό και κοινωνικά ενεργό χώρο.

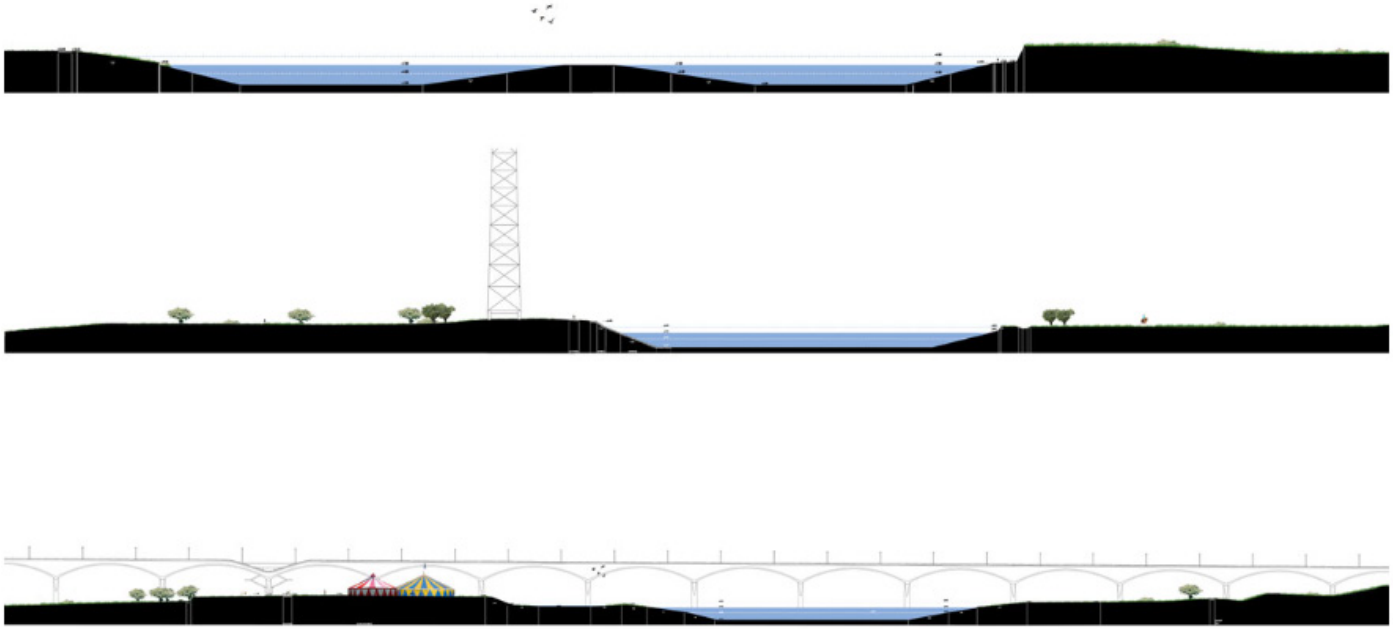
Εικόνα 56: Η νέα κοίτη του ποταμού στο Lent της Νιμέγης, μέρος του προγράμματος *Room for the River*, δείχνει την εμβληματική παρέμβαση με τη δημιουργία παράλληλης κοίτης (secondary channel) και την κατασκευή γέφυρας που επιτρέπει την ανεμπόδιστη ροή υδάτων. Ο ανασχεδιασμός προσφέρει αυξημένη υδραυλική ικανότητα, προστασία από πλημμύρες και ενίσχυση της σχέσης του πολίτη με το υδάτινο τοπίο.



Εικόνα 57: Εικονική απεικόνιση της υδραυλικής μεταμόρφωσης της Νιμέγης στο πλαίσιο του Room for the River. Οι διαδοχικές εικόνες παρουσιάζουν διαφορετικές στάθμες νερού στον ποταμό Waal, αποτυπώνοντας τη λειτουργία της νέας παράλληλης κοίτης και της υπερυψωμένης νησίδας. Το υβριδικό τοπίο που προκύπτει εξυπηρετεί τόσο την εκτόνωση των πλημμυρικών μαζών όσο και τη δημόσια χρήση, συνδέοντας τον σχεδιασμό υποδομών με την καθημερινή εμπειρία του υδάτινου χώρου.



Εικόνα 58: Αποτύπωση της παρέμβασης Room for the River στη Νιμέγη, με εμφανή τη νέα παράλληλη κοίτη του ποταμού Waal και την τεχνητή νησίδα που δημιουργήθηκε στο κέντρο της. Η ανασχεδίαση του τοπίου επιτρέπει τη διαχείριση των πλημμυρικών παροχών, ενώ παράλληλα ενισχύει τη συνδεσιμότητα του αστικού ιστού με το νερό. Ο σχεδιασμός συνδυάζει υδραυλική λειτουργικότητα με πολιτισμικά και οικολογικά χαρακτηριστικά, συνιστώντας πρότυπο ολοκληρωμένου υγρού αστικού τοπίου.



Εικόνα 59: Τομές. Η εμπειρία του ποτάμιου τοπίου και η ενσωμάτωση της δυναμικής του ποταμού αποτέλεσαν έναν από τους βασικούς στόχους του σχεδιασμού. Ορισμένα μονοπάτια θα πλημμυρίζουν περιστασιακά σε περιόδους υψηλής στάθμης νερού, καθιστώντας τα προσβάσιμα μόνο μέσω πεταλόπετρων (stepping stones). Η προσβασιμότητα προς το ποτάμι έχει επίσης βελτιωθεί. Επιπλέον, στο σχέδιο έχουν ενσωματωθεί προσεκτικά οι συνθήκες για φαινόμενα ιζηματογένεσης και διάβρωσης, οι οποίες με την πάροδο του χρόνου θα δημιουργήσουν διάφορους τύπους οικοτόπων, χαρακτηριστικούς του ποτάμιου τοπίου.

4.4 Copenhagen Harbor Renewal – Nordhavn (Κοπεγχάγη, COBE + SLA, 2009)

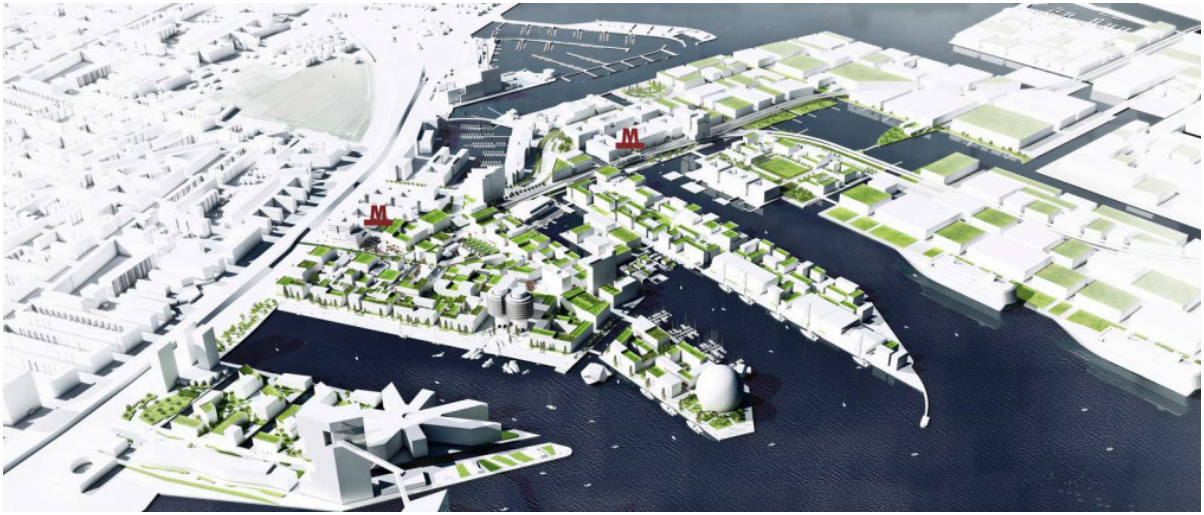
Η περιοχή του Nordhavn στην Κοπεγχάγη, πρώην βιομηχανική και λιμενική ζώνη που σταδιακά εγκαταλείφθηκε, αποτελεί σήμερα ένα από τα πιο φιλόδοξα παραδείγματα βιώσιμης πολεοδομικής ανάπλασης στη Σκανδιναβία. Το έργο ανατέθηκε στα αρχιτεκτονικά γραφεία COBE και SLA το 2009 και καλύπτει συνολική έκταση άνω των 200 εκταρίων, με προοπτική επέκτασης στα 360. Η ανάπτυξη προβλέπει τη στέγαση περίπου 40.000 κατοίκων και την εξίσου μεγάλη δημιουργία θέσεων εργασίας (Ramboll, 2022). Ο σχεδιασμός εντάσσεται στο όραμα της «πεντάλεπτης πόλης» (5-minute city), όπου οι βασικές ανάγκες καλύπτονται εντός μικρής ακτίνας με έμφαση στη μικτή χρήση γης, την πράσινη κινητικότητα και την υδατική ανθεκτικότητα. Η γεωμορφολογία της περιοχής περιλάμβανε χαμηλές τεχνητές εκτάσεις, επιχωματώσεις και εγκαταστάσεις βαριάς βιομηχανίας, στοιχεία που απαίτησαν εκτεταμένο εξυγιαντικό σχεδιασμό. Ο αστικός ιστός οργανώθηκε σε τετράγωνα μικρής κλίμακας, με δικτυωτό σύστημα δρόμων, ποδηλατοδρόμων και καναλιών, που διατηρούν τη θαλάσσια ταυτότητα της περιοχής. Το masterplan προβλέπει την εναλλαγή κατοικίας, εργασίας και ψυχαγωγίας σε κάθε γειτονιά, καθώς και την αποκατάσταση των σχέσεων των κατοίκων με το νερό μέσω δημόσιων παραλιακών μετώπων.

Οι αρχιτέκτονες χρησιμοποίησαν σειρά από στρατηγικά εργαλεία για την αναγέννηση του Nordhavn. Καταρχάς, αξιοποιήθηκε η επαναχρησιμοποίηση υφιστάμενων βιομηχανικών κατασκευών, με πιο εμβληματικό παράδειγμα το «The Silo», αποθήκη μετατρεπόμενη σε κατοικίες, γκαλερί και roof garden (COBE, n.d.). Η προσέγγιση του “adaptive reuse” υποστηρίχθηκε από στοχευμένες αστικές παρεμβάσεις όπως η δημιουργία πράσινων διαδρόμων (green fingers) που συνδέουν τους υπαίθριους χώρους με το θαλάσσιο μέτωπο, προσφέροντας ταυτόχρονα διαχείριση όμβριων και βελτίωση του μικροκλίματος. Παράλληλα, σχεδιάστηκαν δικτυώσεις πράσινων στεγών, υπερυψωμένων διαδρομών και ημιυπαίθριων δημόσιων χώρων ανάμεσα στα οικοδομικά τετράγωνα. Τα υλικά κατασκευής (ξύλο, σκυρόδεμα χαμηλών εκπομπών, επαναχρησιμοποιημένο ατσάλι) επιλέχθηκαν με βάση το οικολογικό τους αποτύπωμα. Υδρολογικά, ενσωματώθηκε ένα σύστημα “blue-green infrastructure” με τεχνητές λίμνες, διαπερατές

επιφάνειες και σημεία συλλογής όμβριων υδάτων (Donovan et al., 2021). Οι παραθαλάσσιες διαμορφώσεις (πλωτές πλατφόρμες, πάρκα, κλιμακωτοί περίπατοι) διατηρούν την οπτική επαφή με το νερό και λειτουργούν ταυτόχρονα ως αντιπλημμυρικές ζώνες.Η αστική κλίμακα ενισχύεται μέσω ποικιλομορφίας στο ύψος, τη μορφολογία και τη χρήση κτιρίων. Δημόσιοι χώροι σε κάθε τετράγωνο διαμορφώνονται ως "μικροπλατείες" που προωθούν τη συνεύρεση. Η πολεοδομική πυκνότητα αντισταθμίζεται από τη γενναιόδωρη πρόβλεψη πράσινων εκτάσεων και κοινόχρηστων χώρων.

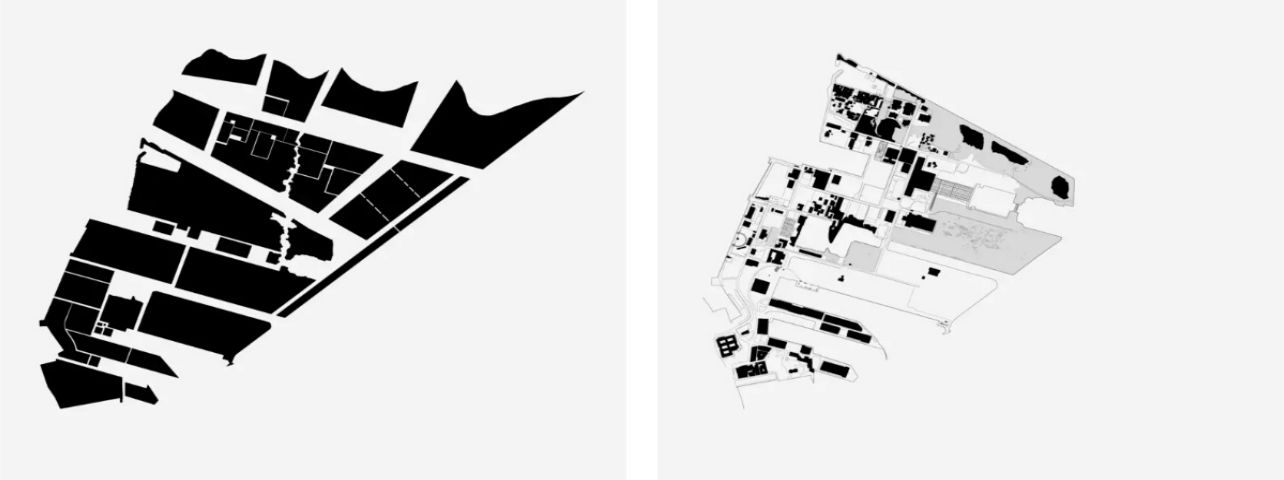
Το Nordhavn αποδεικνύει πως η αρχιτεκτονική μπορεί να υπερβεί τον ρόλο της μορφολογικής επιβολής και να καταστεί ενεργό εργαλείο οικολογικού και κοινωνικού μετασχηματισμού. Η ολιστική διαχείριση του υδάτινου στοιχείου όχι μόνο προστατεύει την πόλη από πλημμύρες, αλλά αποκαθιστά τη σχέση των κατοίκων με το τοπίο και το υδάτινο μέτωπο. Η ανάδειξη των υπαρχουσών υποδομών, η χρήση «ευφυών» δημόσιων χώρων και η κοινωνικά προσανατολισμένη πολεοδομία αναδεικνύουν μια νέα αντίληψη για την αρχιτεκτονική ως πράξη οργανωτικής και περιβαλλοντικής στρατηγικής. Παρά την πρόοδο, η μακροχρόνια υλοποίηση του έργου αναδεικνύει την ανάγκη για συνεχές monitoring και προσαρμογή στις κλιματικές και κοινωνικές μεταβολές. Η επιτυχία του Nordhavn δεν οφείλεται μόνο στο σχεδιαστικό όραμα, αλλά και στη θεσμική σταθερότητα και τη συμμετοχή της κοινωνίας των πολιτών σε κάθε φάση σχεδιασμού.

Εικόνα 60: Τρισδιάστατη απεικόνιση του masterplan της περιοχής Nordhavn στην Κοπεγχάγη: επανάχρηση του λιμένα σε ένα πλήρως βιώσιμο πολεοδομικό σύστημα με πράσινες διασυνδέσεις, ζώνες κατοικίας και εργασίας, και ενσωματωμένη υδάτινη υποδομή.

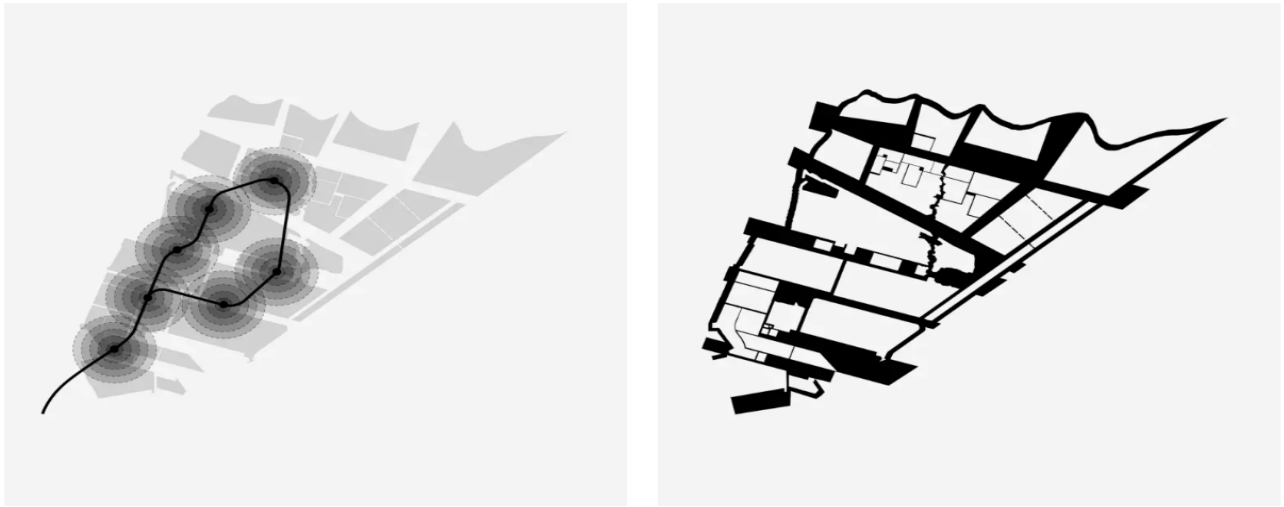


Εικόνα 61: Απεικόνιση του εσωτερικού τομέα του Nordhavn: η οργάνωση μικτής χρήσης σε νησίδες κατοικίας, εργασίας και πολιτισμού, με πράσινες στέγες, πλωτές διαδρομές και κομβικές συνδέσεις με το δίκτυο μετρό, ενισχύει την έννοια της «πεντάλεπτης πόλης».

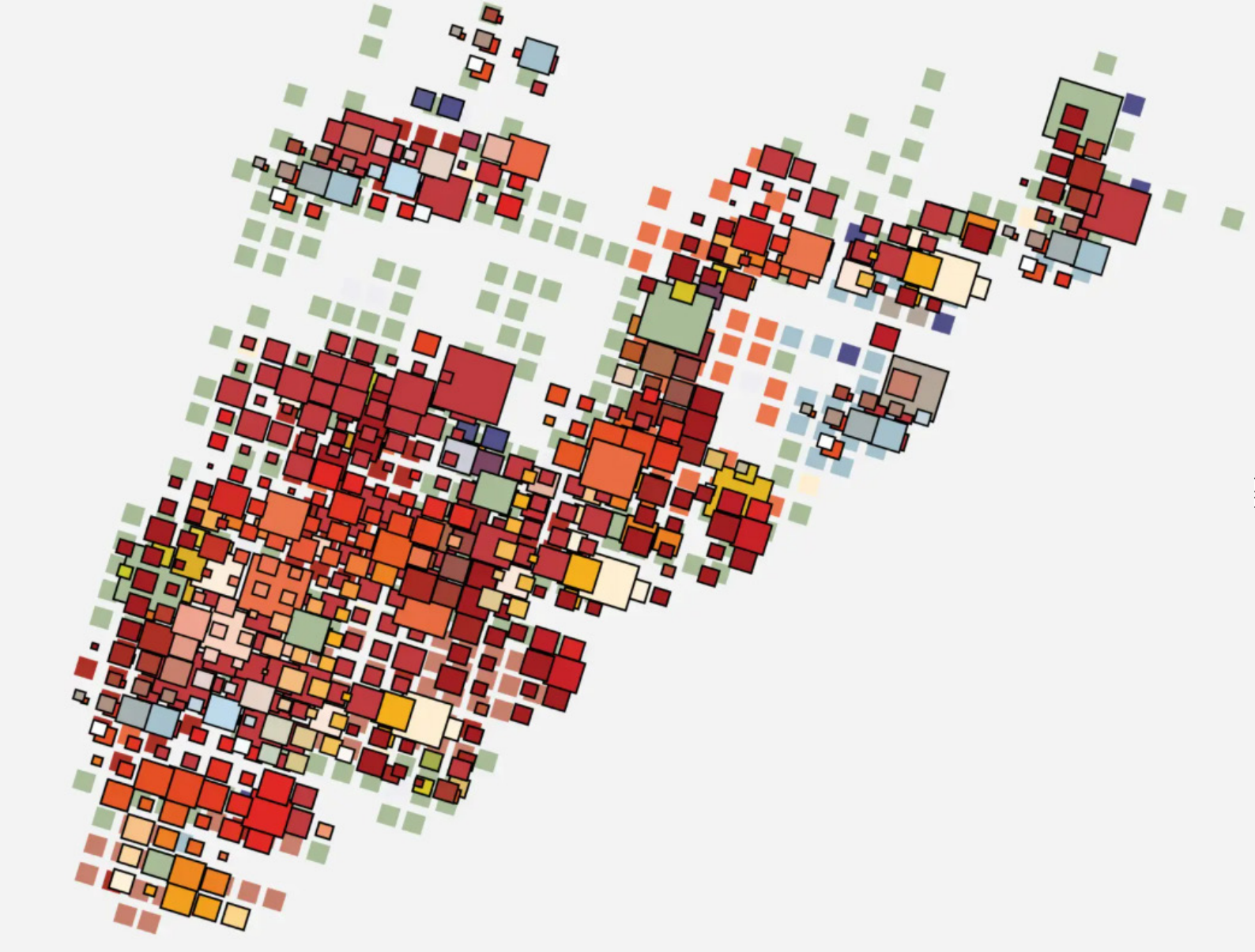
Εικόνα 62: Συγκριτική δορυφορική απεικόνιση της περιοχής Nordhavn στην Κοπεγχάγη πριν (αριστερά) και μετά (δεξιά) την πλήρη ανάπλαση και επέκτασή της. Η εικόνα καταδεικνύει τον σχεδιασμένο μετασχηματισμό της περιοχής από εγκαταλελειμμένο λιμένα σε πρότυπο βιώσιμης αστικής ανάπτυξης.



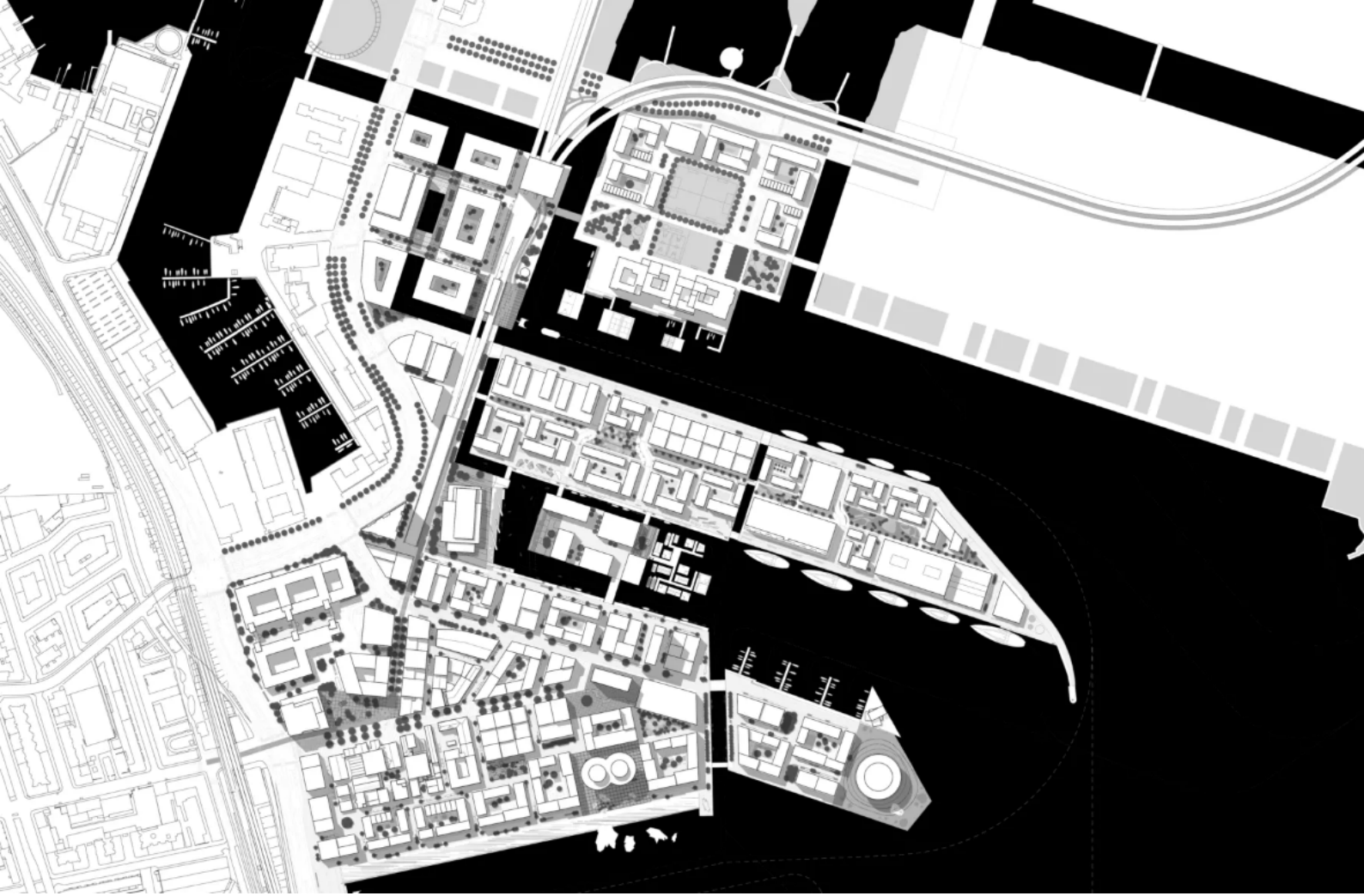
Εικόνα 63: Αριστερά: Η περιοχή του Nordhavn οργανώνεται σε «νησίδες» (islets), καθεμία με ξεχωριστή ταυτότητα και χαρακτήρα γειτονιάς, επιτρέποντας ευέλικτα εργαλεία σχεδιασμού. Δεξιά: Το υφιστάμενο βιομηχανικό πλέγμα και τα διατηρούμενα κτίρια ενσωματώνονται ως αφετηρίες για τη νέα πολεοδομική ανάπτυξη.



Εικόνα 64: Αριστερά: Απεικόνιση του "Green Loop" και της αρχής της πεντάλεπτης πόλης στο Nordhavn, με δίκτυο ήπιας μετακίνησης που ενοποιεί τα νησίδια και διασφαλίζει προσβασιμότητα εντός πέντε λεπτών. Δεξιά: Η πόλη στο νερό (The city on the water). Ο σχεδιασμός της παραλιακής ζώνης ενσωματώνει υδάτινα και πράσινα μέτωπα, με νέα κανάλια και οικολογικές υποδομές που προηγούνται του δομημένου περιβάλλοντος.



Εικόνα 65: Το έξυπνο πλέγμα – μια δυναμική αρχή ανάπτυξης. Το ευέλικτο πλέγμα του Nordhavn οργανώνεται σε πολυάριθμα τετράγωνα μεταβαλλόμενης κλίμακας, επιτρέποντας συνδυασμό ανοιχτής πόλης και πυκνής δόμησης. Ο σχεδιασμός ενσωματώνει κατοικία, πολιτισμό, αθλητισμό και εμπορικές χρήσεις, ενισχύοντας την πολυμορφία και την κοινωνική ανάμειξη.



Εικόνα 66: Τοπικό σχέδιο για την Εσωτερική Nordhavn. Η εικόνα αποτυπώνει το πολεοδομικό σχέδιο της πρώτης φάσης της ανάπλασης, το οποίο καθορίζει τη δομή δόμησης της περιοχής. Το σχέδιο υποδιαιρεί το σύνολο σε μικρές ενότητες, δημιουργώντας ποικιλία στον αστικό ιστό και διασφαλίζοντας την οπτική και λειτουργική εγγύτητα όλων των οικοδομικών τετραγώνων προς το υδάτινο μέτωπο. Οι σχεδιασμένες διαμορφώσεις στοχεύουν στη δημιουργία οικείων δημόσιων χώρων και ενισχύουν την ανθρώπινη κλίμακα του περιβάλλοντος.

Εικόνα 67: Προοπτική από το παραλιακό μέτωπο του Nordhavn, όπου οι δημόσιοι χώροι πρασίνου συνδυάζονται με την καθημερινή ζωή των κατοίκων. Η εικονιζόμενη προβλήτα πλαισιώνεται από ποδηλατόδρομο, ποικιλία φυτεύσεων και άμεση επαφή με το νερό, προβάλλοντας την αρχή του "urban green" ως δικτύου πράσινων διαδρόμων και ζωνών αναψυχής που ενισχύουν τη βιωσιμότητα και την ποιότητα ζωής. Οι εναλλασσόμενες χρήσεις, όπως τσέπες πάρκων, περιμετρικές φυτεύσεις και προσβάσιμοι χώροι καθιστούν την εμπειρία της πόλης πολυεπίπεδη και φιλική προς όλους.

4.5 Brooklyn Bridge Park (New York, MVVA, 2002)

Το Brooklyn Bridge Park, έργο των Michael Van Valkenburgh Associates (MVVA), ξεκίνησε το 2002 ως μία μεγάλης κλίμακας αστική ανάπλαση κατά μήκος του East River στο Brooklyn, καλύπτοντας περίπου 34 εκτάρια. Η τοποθεσία περιλάμβανε παραμελημένες λιμενικές εγκαταστάσεις, οι οποίες μετατράπηκαν σε έναν πολυλειτουργικό δημόσιο χώρο. Το πάρκο σχεδιάστηκε με διακριτά τμήματα (Piers 1–6), καθένα με εξειδικευμένη χρήση: αναψυχή, πολιτισμός, περιβαλλοντική εκπαίδευση και αθλητισμός. Βασική προτεραιότητα του σχεδιασμού αποτέλεσε η ενίσχυση της φυσικής και κοινωνικής σύνδεσης του αστικού ιστού με το υδάτινο στοιχείο, χωρίς να παραβλέπεται η ανάγκη για περιβαλλοντική αποκατάσταση.

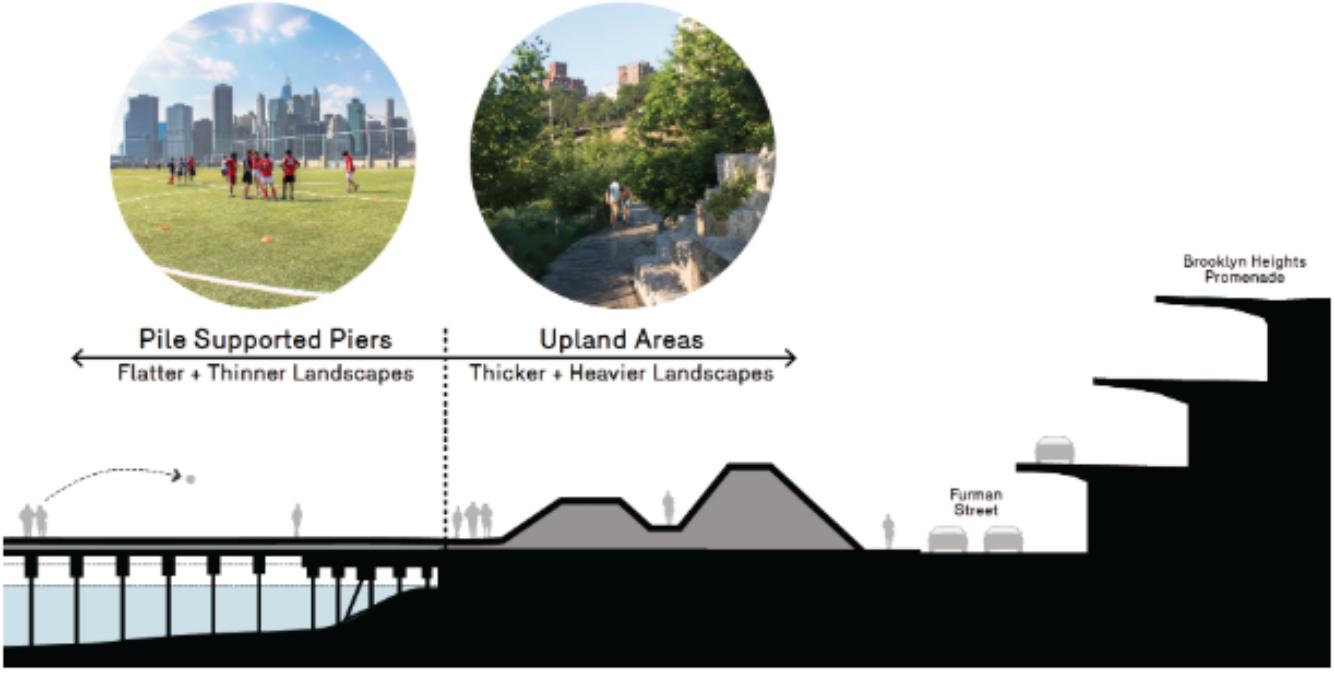
Το MVVA εφάρμοσε αρχές οικολογικού και «τοπιακού» σχεδιασμού με τρόπο πολυεπίπεδο. Η στρατηγική περιλάμβανε τη χρήση ενδημικής βλάστησης σε παραλιακά πρανή και υγρότοπους, που ενίσχυσε τη βιοποικιλότητα και συνέβαλε στην παθητική απορρόφηση όμβριων υδάτων (CHAO, 2015). Στην προβλήτα/αποβάθρα 1 (Pier 1), δημιουργήθηκαν τεχνητοί λόφοι έως 6 μέτρων που λειτουργούν ως φυσικά φράγματα πλημμύρας και προβλέπουν θέαση προς το Μανχάταν. Επιπλέον, η διαμόρφωση φυσικών κλιτύων και βαθμίδων ενισχύει την πρόσβαση στο νερό. Στην προβλήτα/αποβάθρα 2 (Pier 2), ένας στεγασμένος αθλητικός χώρος φιλοξενεί γήπεδα, τραπέζια πινγκ πονγκ και βραδινό φωτισμό χαμηλής κατανάλωσης. Η προβλήτα/αποβάθρα 3 (Pier 3) διαμορφώθηκε ως "πράσινο λιβάδι" με σκιερά καθιστικά και περιμετρικές φυτεύσεις, προσφέροντας ένα ήρεμο περιβάλλον. Στην προβλήτα/αποβάθρα 4 (Pier 4), επανασχεδιάστηκε φυσική παραλία, υποστηρίζοντας πλωτές δραστηριότητες όπως καγιάκ, ενώ περιλαμβάνει αναπλάσεις με φυτικά φίλτρα για τη βελτίωση της ποιότητας των υδάτων. Η προβλήτα/αποβάθρα 5 (Pier 5) διαθέτει αθλητικούς χλοοτάπητες και κήπους βροχής (rain gardens), οι οποίοι συλλέγουν και επεξεργάζονται επιφανειακά ύδατα. Στην προβλήτα/αποβάθρα 6 (Pier 6), οι παιδικές χαρές και οι διαμορφωμένοι χώροι πρασίνου απευθύνονται σε οικογένειες. Σημαντική καινοτομία αποτέλεσε η εφαρμογή δικτύου βιο-διαπερατών υλικών για τις διαδρομές, που επιτρέπουν την αποστράγγιση του νερού και περιορίζουν τις αστικές θερμικές νησίδες. Το Main Street Lawn και

το Environmental Education Center προσφέρουν εκπαιδευτικές λειτουργίες, με προγράμματα για τη σχέση ανθρώπου-οικοσυστημάτων. Ο σχεδιασμός φέρει τη λογική της «αστικής βιόσφαιρας», όπου κάθε υποχώρος προσφέρει ταυτόχρονα αναψυχή και περιβαλλοντική λειτουργικότητα (Forsyth, 2021).

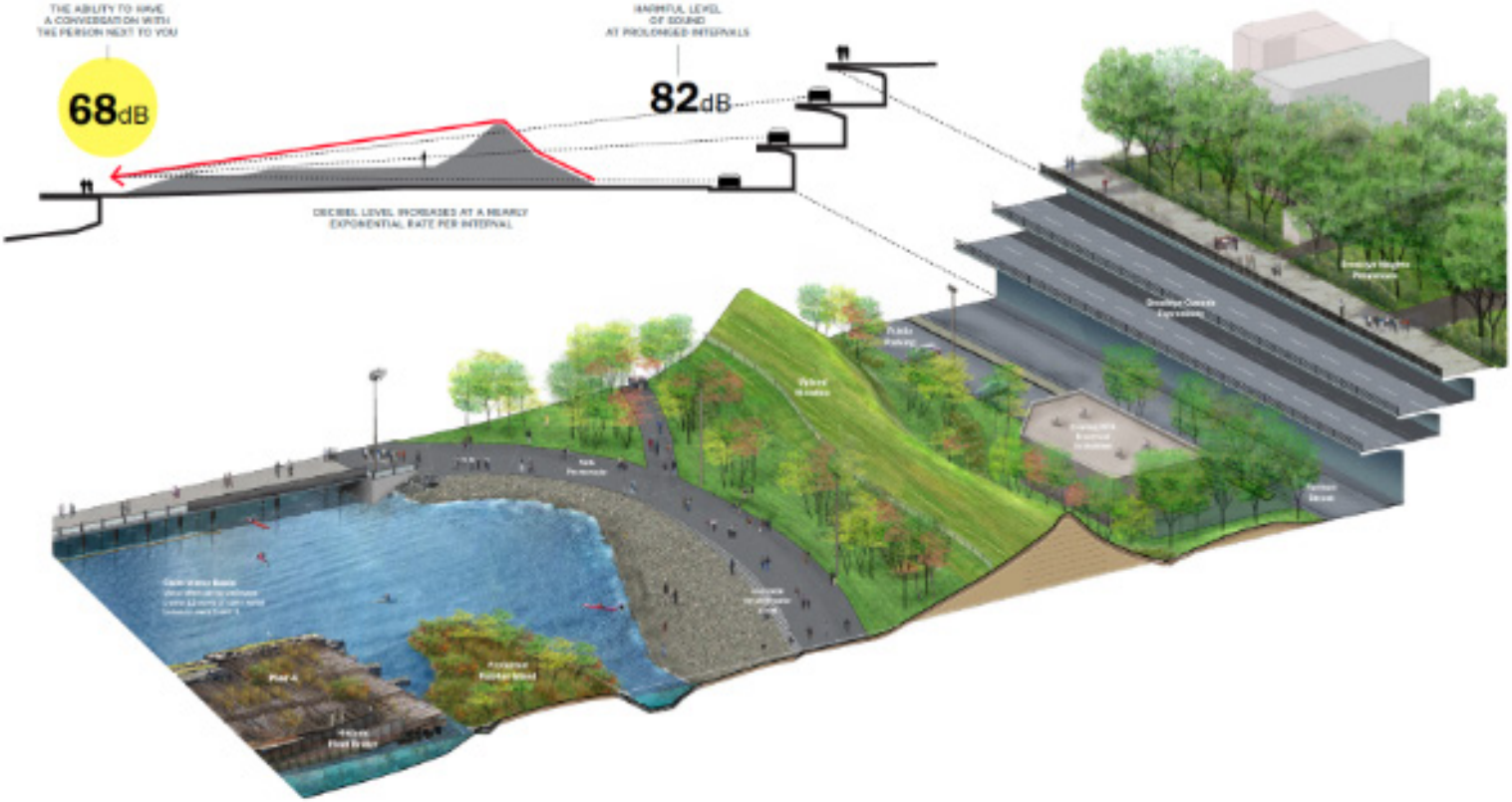
Η αρχιτεκτονική σημασία του Brooklyn Bridge Park έγκειται στην ικανότητά του να λειτουργεί ταυτόχρονα ως υποδομή οικολογικής αποκατάστασης και ως ζωτικός κοινωνικός χώρος. Παρά τις ανησυχίες για εξευγενισμό της περιοχής (gentrification) και τη μετατόπιση χαμηλών εισοδημάτων, το έργο έχει αναγνωριστεί για την κοινωνική του ενσωμάτωση μέσω ποικίλων δημόσιων λειτουργιών (REDPATH, 2014). Οι δημόσιες διαβουλεύσεις και η σταδιακή ανάπτυξη με συμμετοχικές διαδικασίες ενίσχυσαν την αποδοχή από την τοπική κοινότητα. Το πάρκο επανένωσε την πόλη με το υδάτινο στοιχείο και βελτίωσε την ποιότητα ζωής, προτείνοντας ένα νέο πρότυπο αστικού σχεδιασμού που δίνει έμφαση στη φυσική ανθεκτικότητα, τη δημόσια υγεία και τη συλλογική ταυτότητα (Shibley, 2011). Το παράδειγμα αυτό ενσαρκώνει τον μετασχηματισμό του δημόσιου χώρου σε σύγχρονες πόλεις μέσω της αρχιτεκτονικής τοπίου, ενισχύοντας την ιδέα ότι το φυσικό τοπίο δεν είναι φόντο αλλά ενεργός σχεδιαστικός μηχανισμός κοινωνικής συνοχής και περιβαλλοντικής προσαρμογής

Εικόνα 68: Η ιδέα για το Πάρκο Γέφυρας του Μπρούκλιν προήλθε από το κοινό ως απάντηση σε ένα προτεινόμενο σχέδιο για την κατασκευή πολυκατοικιών στην άκρη του νερού. Μέσω της υπεράσπισης και της συμμετοχής της κοινότητας, το όραμα ενός προσβάσιμου, συνεχούς πάρκου δίπλα στο ποτάμι έγινε πραγματικότητα.

Εικόνα 69: Η αναγέννηση της παραλιακής ζώνης στο Brooklyn μέσα από το Brooklyn Bridge Park. Από εγκαταλελειμμένα βιομηχανικά piers σε έναν συνεκτικό, πολυλειτουργικό δημόσιο χώρο, ο σχεδιασμός των MVVA αξιοποίησε τη μοναδική τοπογραφία και την ιστορικότητα της προκυμαίας, μετατρέποντάς την σε δυναμικό τοπίο οικολογικής αποκατάστασης και κοινωνικής ένταξης. Η διατήρηση του λιμενικού χαρακτήρα σε συνδυασμό με την ενίσχυση της σχέσης με το νερό αποτέλεσε θεμελιώδη στρατηγική του έργου.



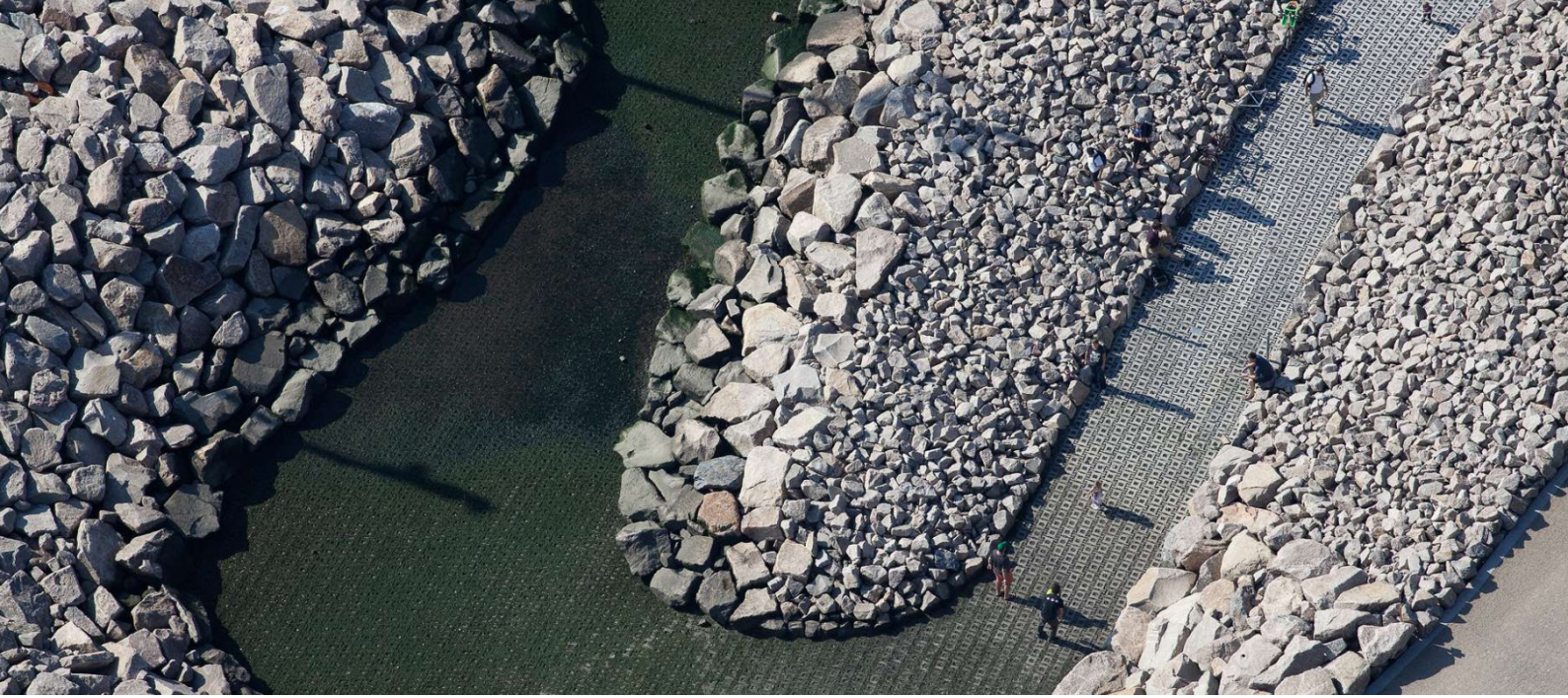
Εικόνα 70: Τα συγκριτικά ελαφρύτερα γήπεδα μπάσκετ της προβλήτας 2 και τα γήπεδα ποδοσφαίρου της προβλήτας 5 ανταποκρίθηκαν στην περιορισμένη φέρουσα ικανότητα των υφιστάμενων ξύλινων πασσάλων.



Εικόνα 71: Το MVVA μετέτρεψε το θορυβώδες και καταπιεστικό ανατολικό άκρο του χώρου σε μια καταπράσινη διαμόρφωση εδάφους. Ένα επίτευγμα μηχανικής που λειτουργεί και ως ένα αγαπημένο τοπίο, το υγιές ανάχωμα μειώνει σημαντικά τον θόρυβο που παράγεται από την πολυεπίπεδη οδό Brooklyn - Queens Expressway.

Εικόνα 72: Τοπιακή αρχιτεκτονική με περιβαλλοντική λειτουργικότητα: Στο Pier 5 του Brooklyn Bridge Park, οι τεχνητοί λόφοι (sound berms) χρησιμεύουν ως ακουστικά φράγματα που περιορίζουν τον θόρυβο της Brooklyn-Queens Expressway, ενώ ταυτόχρονα ενσωματώνονται οργανικά στον σχεδιασμό του πάρκου, προσφέροντας χώρους περιπάτου, πρασίνου και οπτικά ανοίγματα προς το υδάτινο μέτωπο.

Εικόνα 73: Το διάγραμμα παρουσιάζει παρεμβάσεις στο Brooklyn Bridge Park όπως Picnic Peninsula, τεχνητή παραλία, κοπές προβλητών, παλιρροϊκούς κολπίσκους, αλυκές και υγροτοπικές ζώνες. Οι σχεδιαστικές επιλογές ενισχύουν τη βιοποικιλότητα και την οικολογική λειτουργία της ακτογραμμής.



Εικόνα 74: Εναέρια άποψη τμήματος του Brooklyn Bridge Park όπου διακρίνεται η παρεμβολή φυσικών λίθων και διάτρητων στοιχείων πεζοδρόμησης. Η χρήση βραχωδών πρανών στα σημεία επαφής με το νερό συμβάλλει στην απορρόφηση κυματικής ενέργειας, στην πρόληψη διάβρωσης και στη δημιουργία μικροοικοτόπων για θαλάσσια ζωή. Τα διαπερατά υλικά επιτρέπουν τη φυσική απορροή και ενισχύουν τη λειτουργία του πάρκου ως φίλτρο οικολογικής αποκατάστασης.

4.6 Cheonggyecheon Stream Restoration (Σεούλ, Δημοτική Αρχή Σεούλ, Yooshin Architects & Engineers, 2005)

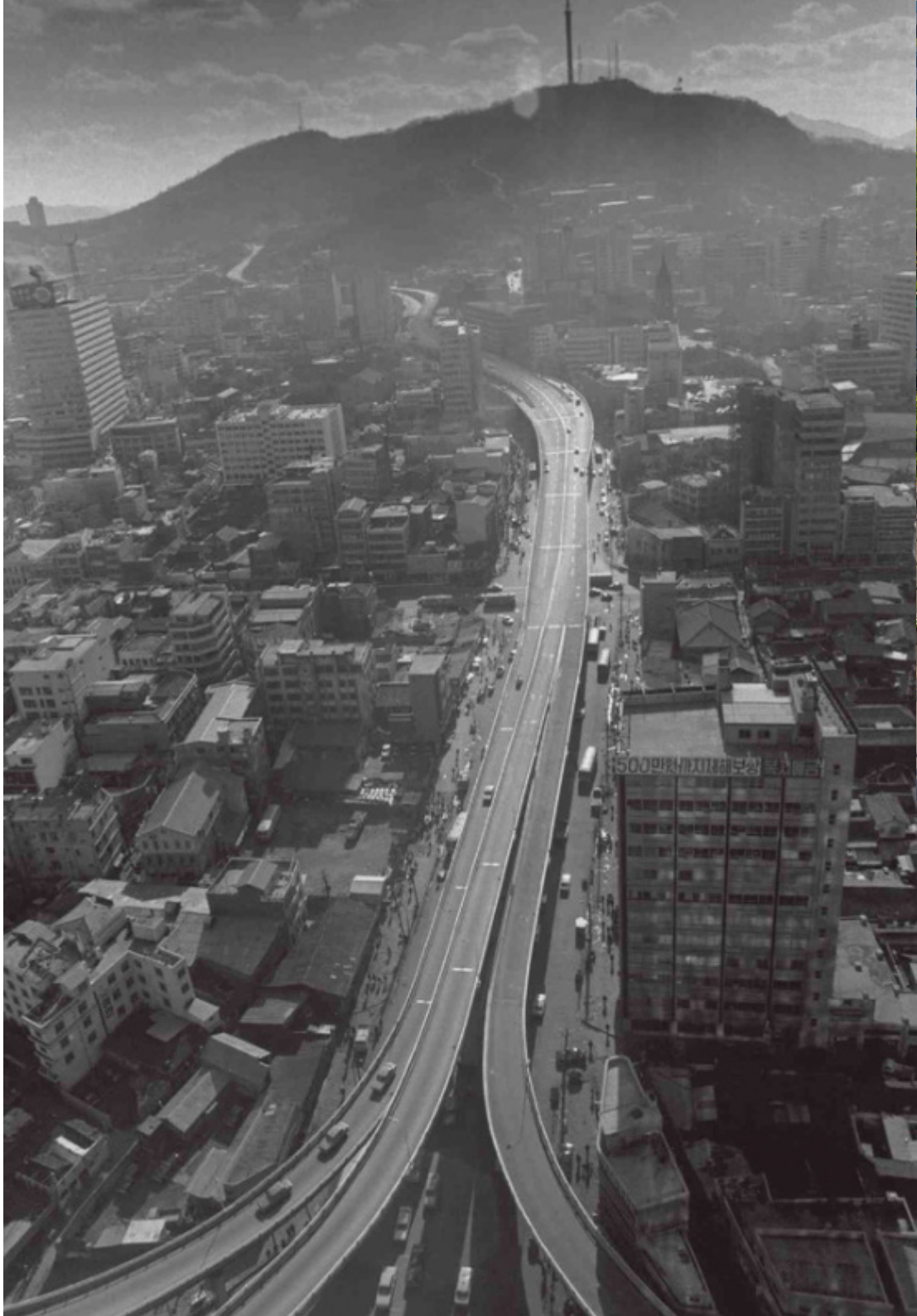
Το έργο αποκατάστασης του Cheonggyecheon Stream στη Σεούλ αποτελεί μία από τις πιο χαρακτηριστικές παρεμβάσεις αστικού επανασχεδιασμού παγκοσμίως. Το ρέμα, μήκους περίπου 11 χιλιομέτρων, διέρχεται από το κέντρο της νοτιοκορεατικής πρωτεύουσας και έχει ιστορική σημασία, καθώς κατά την προ-βιομηχανική περίοδο εξυπηρετούσε αγροτικές, οικιακές και κοινωνικές ανάγκες. Ωστόσο, η εκβιομηχάνιση και η μαζική αστικοποίηση του 20ού αιώνα οδήγησαν στην κάλυψή του με υπερυψωμένο αυτοκινητόδρομο τη δεκαετία του 1950. Η κατασκευή του αυτοκινητόδρομου Cheonggye Elevated Highway επιτάχυνε την αποσύνδεση του ποταμού από τον αστικό ιστό, υποβαθμίζοντας τόσο το τοπίο όσο και την ποιότητα ζωής. Η αποκατάσταση του ρέματος ξεκίνησε το 2003 και ολοκληρώθηκε το 2005, υπό την επίβλεψη των Yooshin Architects & Engineers, στο πλαίσιο ενός ευρύτερου σχεδίου βιώσιμης ανάπλασης και επανασύνδεσης της πόλης με το υδάτινο στοιχείο. Το έργο εντάχθηκε σε στρατηγική πολιτική για τη βελτίωση του αστικού περιβάλλοντος, την ενίσχυση της προσβασιμότητας και την αποφόρτιση της κυκλοφορίας στο ιστορικό κέντρο, προωθώντας έναν νέο τρόπο ενσωμάτωσης της φύσης στην πόλη.

Αρχιτεκτονικά, οι παρεμβάσεις εστιάζονται στην κατεδάφιση του αυτοκινητόδρομου και την πλήρη ανασύσταση της φυσικής ροής του ρέματος. Το ρέμα σχεδιάστηκε ώστε να ακολουθεί ήπιες καμπυλωτές γραμμές και να πλαισιώνεται από πορώδεις περιπατητικές διαδρομές, υπαίθρια καθιστικά και φυτεμένα πρανή. Επιπλέον, πραγματοποιήθηκε η επανατοποθέτηση ιστορικών γεφυρών που είχαν αφαιρεθεί, με την ενσωμάτωση υλικών και αισθητικών αναφορών από την παραδοσιακή κορεατική αρχιτεκτονική, όπως πέτρα, ξύλο και αναβαθμοί. Παράλληλα, εισήχθησαν συστήματα ανακυκλοφορίας νερού, βιοφίλτρων και φυτεύσεων ενδημικής χλωρίδας, ενισχύοντας τη βιοποικιλότητα και τη φυσική διαχείριση υδάτων και επαναφέροντας την οικολογική λειτουργία του ρέματος (Kim, 2018). Το έργο ενσωμάτωσε επίσης πολλαπλές δημόσιες χρήσεις: διαμορφώθηκαν ζώνες για πολιτιστικές δραστηριότητες, εκδηλώσεις και διαδραστικά στοιχεία που προωθούν την κοινωνική αλληλεπίδραση. Η προσβασιμότητα για πεζούς και άτομα με αναπηρία ενισχύθηκε με ήπιες κλίσεις και καθαρές οπτικές φυγές, ενώ ο νυχτερινός φωτισμός

σχεδιάστηκε ώστε να ενισχύει την αίσθηση ασφάλειας και τη χωρική εμπειρία.

Σε κριτικό επίπεδο, η αποκατάσταση του Cheonggyecheon αποτελεί υπόδειγμα περιβαλλοντικού αστικού σχεδιασμού, εναρμονίζοντας την πολιτιστική κληρονομιά με τις σύγχρονες ανάγκες. Από κοινωνική σκοπιά, το έργο αναβάθμισε την ποιότητα ζωής, αύξησε την προσβασιμότητα και αναζωογόνησε το ιστορικό κέντρο της Σεούλ, με παράλληλη ενίσχυση της τοπικής ταυτότητας (An & Lee, 2019). Η συμμετοχή των πολιτών και η αποδοχή από την κοινότητα λειτούργησαν καταλυτικά για την επιτυχία του έργου. Σε περιβαλλοντικό επίπεδο, παρατηρήθηκε μείωση της θερμικής νησίδας, βελτίωση της ποιότητας του αέρα και του νερού και επιστροφή ειδών χλωρίδας και πανίδας στην περιοχή. Από οικονομική άποψη, σύμφωνα με ανάλυση κόστους-οφέλους, σημειώθηκε σημαντική αύξηση στις αξίες ακινήτων, τουριστική ανάπτυξη και ενίσχυση των οικοσυστημικών υπηρεσιών (Lee & Jung, 2016). Οι επιδόσεις αυτές ανέδειξαν το Cheonggyecheon ως παγκόσμιο παράδειγμα επανασχεδιασμού μπλε υποδομής, με ολοκληρωμένη περιβαλλοντική, αισθητική και κοινωνική προσέγγιση. Συνολικά, το Cheonggyecheon συνιστά μια ολιστική αρχιτεκτονική πρόταση που αποκαθιστά τον δεσμό μεταξύ αστικού χώρου και φυσικού τοπίου, προτείνοντας ένα νέο πρότυπο βιώσιμης και πολυλειτουργικής ανάπλασης.

Εικόνα 75: Η αποκατάσταση του ρέματος Cheonggyecheon στο κέντρο της Σεούλ ανέδειξε έναν νέο τύπο αστικού χώρου που συνδυάζει υδάτινη οικολογία, προσβασιμότητα και πολιτιστική ταυτότητα. Η εικόνα αποτυπώνει την έντονη κοινωνική ζωή που αναπτύσσεται γύρω από τον αναμορφωμένο υδάτινο άξονα, ο οποίος λειτουργεί πλέον ως περιβαλλοντικός διάδρομος και πολυσύχναστος δημόσιος χώρος, ενοποιώντας την πόλη με το φυσικό της υπόβαθρο.



Εικόνα 76: Ο υπερυψωμένος αυτοκινητόδρομος Cheonggye, κατασκευασμένος το 1971, διέρχεται από το κέντρο της Σεούλ καλύπτοντας πλήρως το ιστορικό ρέμα Cheonggyecheon. Η εικόνα αποτυπώνει την κυριαρχία της αυτοκινητικής υποδομής και την πλήρη αποκοπή του φυσικού στοιχείου από την πόλη κατά την περίοδο της ταχείας αστικοποίησης.

`**Εικόνα 77:** Το Φεστιβάλ Φαναριών στον αποκατεστημένο χείμαρρο Cheonggyecheon (2017) αποτελεί παράδειγμα πολιτιστικών δράσεων που ενισχύουν τη ζωντάνια του δημόσιου χώρου. Η αποκατάσταση του ρέματος αύξησε τη βιώσιμη κινητικότητα και προσελκύει καθημερινά ~64.000 επισκέπτες, συμβάλλοντας στην τοπική οικονομία με έως 2,1 δισ. γουόν ημερησίως

Εικόνα 78: Το αποκατεστημένο ρέμα Cheonggyecheon, πλήρως ενσωματωμένο στον αστικό ιστό της Σεούλ, λειτουργεί σήμερα ως πράσινη υποδομή πολλαπλών λειτουργιών. Ο διάδρομος πρασίνου και τα ήπια μονοπάτια κατά μήκος της κοίτης ενισχύουν την καθημερινή αναψυχή και τη βιώσιμη μετακίνηση, ενώ η ενδημική βλάστηση συμβάλλει στη βελτίωση του μικροκλίματος και της βιοποικιλότητας.

Εικόνα 79: Κάτοψη του έργου αποκατάστασης του Cheonggyecheon Stream (2002), που συνδέει το υδάτινο στοιχείο με το αστικό περιβάλλον της Σεούλ μέσω πράσινων υποδομών και διαδρομών αναψυχής. Η παρέμβαση οδήγησε σε αύξηση αξίας γης κατά 30–50%, επιχειρηματικής δραστηριότητας κατά 3,5% και τοπικής απασχόλησης κατά 0,8%, με θετικές κοινωνικοοικονομικές επιπτώσεις.

Εικόνα 80: Σύγκριση πριν και μετά την αποκατάσταση του Cheonggyecheon στη Σεούλ. Η κατεδάφιση του αυτοκινητοδρόμου και η επαναφορά της φυσικής ροής μετέτρεψαν τον χώρο σε πράσινο δημόσιο τοπίο με αυξημένη προστασία από πλημμύρες και θεαματική άνοδο βιοποικιλότητας (+639%). Παράλληλα μειώθηκε το φαινόμενο θερμικής νησίδας (έως 5,9°C) και η ατμοσφαιρική ρύπανση (PM -35%), με θετικές επιπτώσεις στη δημόσια υγεία.

Εικόνα 81: Τα απομεινάρια του υπερυψωμένου αυτοκινητοδρόμου στέκονται συμβολικά κατά μήκος του Cheonggyecheon, υπενθυμίζοντας το βιομηχανικό παρελθόν της περιοχής και τον μετασχηματισμό της σε έναν χώρο πολιτισμού, οικολογίας και κοινωνικής ζωής.

4.7 The Big U (New York, Bjarke Ingels Group (BIG), 2012)

Το έργο “The Big U” σχεδιάστηκε από το αρχιτεκτονικό γραφείο Bjarke Ingels Group (BIG) το 2012, στο πλαίσιο του διαγωνισμού “Rebuild by Design”, που διοργανώθηκε από τις αρχές της Νέας Υόρκης και την ομοσπονδιακή κυβέρνηση των ΗΠΑ ως απάντηση στις καταστροφές του τυφώνα Sandy. Πρόκειται για μια ζώνη προστασίας μήκους 10 μιλίων (περίπου 16 χλμ.) κατά μήκος της νότιας ακτογραμμής του Μανχάταν, που σχεδιάστηκε για να προσφέρει προστασία από πλημμύρες, αλλά και να λειτουργήσει ως αστικός δημόσιος χώρος (Rebuild by Design, 2014; BIG, n.d.). Η πρόταση ενσωματώνει μια αλληλουχία λειτουργικών ενοτήτων (compartments), οι οποίες χωρίζονται γεωγραφικά και θεματικά: από την περιοχή Battery Park έως την East Harlem. Κάθε ενότητα διαμορφώνεται με βάση τις ανάγκες της τοπικής κοινότητας και τις υφιστάμενες υποδομές. Περιλαμβάνονται υπερυψωμένα φράγματα, διαμορφώσεις εδάφους, αναχώματα πολλαπλών χρήσεων, πάρκα με υδάτινα στοιχεία, υπαίθριες σκηνές και διαδρομές περιπάτου. Η προσέγγιση δίνει προτεραιότητα σε υποδομές που ενσωματώνονται στον αστικό ιστό χωρίς να διαταράσσουν τη λειτουργικότητά του.

Η κεντρική στρατηγική του BIG βασίζεται στη σύζευξη υποδομών προστασίας από πλημμύρες με πολυλειτουργικούς χώρους δημόσιας χρήσης. Αντί για απλά φράγματα, το έργο υιοθετεί «οριζόντιες» τοπιακές παρεμβάσεις. Περιλαμβάνει υψομετρικές αναβαθμίσεις του εδάφους με την κατασκευή αναχωμάτων (berms), τα οποία λειτουργούν ταυτόχρονα ως ανάχωμα και γραμμικά πάρκα. Επιπλέον, χρησιμοποιούνται αναδιπλούμενες υποδομές (deployable barriers) σε στρατηγικά σημεία, ενσωματωμένες σε αστικά έπιπλα ή καθιστικά. Παράλληλα, προβλέπονται χώροι πολιτισμού και ψυχαγωγίας, όπως αμφιθέατρα και αθλητικές εγκαταστάσεις, εντός των υποδομών θωράκισης. Επίσης, ενσωματώνονται υποδομές οικοσυστημικής αναγέννησης, όπως υγροτοπικές φυτεύσεις, βιοφίλτρα και διαμορφώσεις ανάσχεσης ομβρίων. Στον σχεδιασμό περιλαμβάνεται και η δικτύωση πεζοδρόμων και ποδηλατοδρόμων κατά μήκος της παραλιακής ζώνης, εξασφαλίζοντας συνεχή προσβασιμότητα. Κάθε παρέμβαση συνδυάζει αισθητική, λειτουργικότητα και προσαρμοστικότητα. Ο σχεδιασμός διατηρεί υλικά όπως σκυρόδεμα υψηλής αντοχής, χάλυβα corten και αντιδιαβρωτικά

επενδεδυμένα γεωπλέγματα για τα φράγματα. Ταυτόχρονα, εντάσσονται ζώνες πρασίνου με φυτεύσεις προσαρμοσμένες στο θαλάσσιο μικροκλίμα, για την ενίσχυση της βιοποικιλότητας (Bjarke Ingels Group, 2014).

Το "Big U" αποτελεί υπόδειγμα αρχιτεκτονικής ενσωμάτωσης τεχνικής υποδομής και δημόσιου χώρου. Η καινοτομία έγκειται στη μετατροπή της προστασίας έναντι φυσικών κινδύνων από μονολειτουργική κατασκευή σε πολυδιάστατο τοπιακό σχεδιασμό. Η αρχιτεκτονική συνδέεται άμεσα με τη δημιουργία κοινωνικά ενεργών χώρων, στους οποίους οι χρήστες δεν είναι απλοί παρατηρητές, αλλά ενεργοί συμμετέχοντες. Παράλληλα, το έργο ενισχύει την έννοια της «αστικής ανθεκτικότητας» όχι μόνο μέσω της φυσικής προστασίας αλλά και μέσω της κοινωνικής συνοχής. Ο σχεδιασμός επιτεύχθηκε μέσω διαβουλεύσεων με τοπικές κοινότητες, ενσωματώνοντας τις ανάγκες και τις επιθυμίες τους στη διαμόρφωση του δημόσιου χώρου (Holliday and Ravit, 2015). Σε παγκόσμιο επίπεδο, η πρόταση προσφέρει ένα πρότυπο για παράκτιες πόλεις που αντιμετωπίζουν κλιματικούς κινδύνους. Η φιλοσοφία του BIG θέτει την αρχιτεκτονική ως πλαίσιο για την ενεργητική αντιμετώπιση της κρίσης, χωρίς να χάνει τη χωρική και κοινωνική της διάσταση. Το "Big U" αναδεικνύει πώς η προστασία από την άνοδο της θάλασσας και τα ακραία φαινόμενα μπορεί να επαναπροσδιορίσει την παραλιακή ζώνη ως πεδίο αλληλεπίδρασης και αναγέννησης – όχι ως όριο, αλλά ως ενεργό πεδίο της πόλης.

Εικόνα 81: Άποψη του σχεδιαστικού οράματος για το "The Big U" κατά μήκος της νοτιοανατολικής ακτογραμμής του Μανχάταν. Το έργο συνδυάζει υποδομές αντιπλημμυρικής προστασίας με πράσινες διαδρομές και δημόσιους χώρους, οργανώνοντας την αστική ανθεκτικότητα μέσω τοπιακών παρεμβάσεων πολλαπλής χρήσης.

Εικόνα 83: Απεικόνιση της σχεδιαστικής πρότασης “The Bridging Berm” στο πλαίσιο του έργου The Big U: ένα υπερυψωμένο ανάχωμα που προσφέρει κάθετη προστασία έναντι πλημμυρών για την περιοχή του Lower East Side, ενώ λειτουργεί ταυτόχρονα ως δημόσιος χώρος περιπάτου, αναψυχής και κοινωνικής αλληλεπίδρασης.

Εικόνα 84: Οπτικοποίηση του συστήματος “The Flip Downs” στο έργο The Big U: αναδιπλούμενα τοιχία προστασίας από πλημμύρες που ενσωματώνονται στην κάτω πλευρά της υπερυψωμένης λεωφόρου FDR Drive. Σε συνθήκες κινδύνου, αναπτύσσονται κάθετα, ενώ σε κανονικές συνθήκες μετατρέπονται σε αστικά στοιχεία φωτισμού και καλλιτεχνικής έκφρασης.

Εικόνα 85: Απεικόνιση του «Reverse Aquarium» στο πλαίσιο του έργου The Big U: ένας εκθεσιακός χώρος με εκπαιδευτικό χαρακτήρα, όπου η στάθμη της θάλασσας και οι ιστορικές πλημμύρες (όπως ο τυφώνας Sandy) αποτυπώνονται σε σχέση με το εσωτερικό. Η κατασκευή βασίζεται σε υποδομή προστασίας από πλημμύρες και ενσωματώνει τη θωράκιση σε δημόσια χρήση.

Εικόνα 86: Απεικόνιση δημόσιου χώρου αναψυχής στο πλαίσιο του έργου The Big U: ξύλινες εξέδρες και περιοχές νερού διαμορφώνονται ως τμήματα αλληλεπίδρασης με το παράκτιο τοπίο, συνδυάζοντας χρήση κολύμβησης και κοινωνικής συναναστροφής με ήπιες αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις.

Εικόνα 87: Παραλιακό τμήμα του έργου The Big U στην ανατολική πλευρά του Μανχάταν: ήπιες τοπογραφικές διαμορφώσεις, ζώνες πρασίνου και προστατευμένες διαδρομές περιπάτου και ποδηλάτου συνδυάζονται σε ένα ενιαίο σύστημα ανθεκτικής υποδομής και δημόσιου χώρου.

4.8 Bishan-Ang Mo Kio Park (Σιγκαπούρη, Atelier Dreiseitl, 2012)

Το Bishan-Ang Mo Kio Park αποτελεί εμβληματικό έργο του σύγχρονου αστικού σχεδιασμού και παράδειγμα βιώσιμης αποκατάστασης υδάτινων τοπίων. Βρίσκεται στη Σιγκαπούρη και ολοκληρώθηκε το 2012 από το γραφείο Atelier Dreiseitl, σε συνεργασία με την Public Utilities Board (PUB) της Σιγκαπούρης. Το έργο περιλαμβάνει την αναδιαμόρφωση του καναλιού Kallang, ενός τεχνητού τσιμεντένιου αγωγού ομβρίων, ο οποίος αντικαταστάθηκε από μια φυσικοποιημένη κοίτη μήκους 2,7 χλμ. που διατρέχει έναν αστικό πνεύμονα 62 εκταρίων. Βασική στρατηγική ήταν η απο-μηχανικοποίηση του καναλιού μέσω της re-naturalization, δηλαδή της αποκατάστασης φυσικών υδρολογικών λειτουργιών σε αστικό περιβάλλον. Ο σχεδιασμός προβλέπει ελεγχόμενη διακύμανση της στάθμης του νερού, επιτρέποντας στο ρέμα να πλημμυρίζει ελεγχόμενα περιοχές χαμηλής στάθμης, αποφορτίζοντας την πίεση από υπερχειλίσεις και βροχοπτώσεις. Η όλη παρέμβαση εντάσσεται στο εθνικό πρόγραμμα Active, Beautiful, Clean Waters (ABC), το οποίο στοχεύει στη βελτίωση της σχέσης των κατοίκων με το νερό.

Από αρχιτεκτονικής απόψεως, το έργο χαρακτηρίζεται από μια σειρά συγκεκριμένων παρεμβάσεων που ενσωματώνουν περιβαλλοντική διαχείριση, αισθητική και κοινωνική λειτουργία. Η κύρια χειρονομία ήταν η αντικατάσταση του γραμμικού, αδιάβατου καναλιού με μια ελικοειδή φυσική κοίτη που ενσωματώνεται αρμονικά στο ανάγλυφο του πάρκου. Τα αναχώματα επαναδιαμορφώθηκαν σε επίπεδα πρανή με βλάστηση και χωροθετήθηκαν ώστε να προσφέρουν πολλαπλές χρήσεις, όπως υπαίθρια γυμναστήρια, παιδικές χαρές και ήπιες κλίσεις για καθιστικά και παρατήρηση. Τα swales (χέρσες τάφροι φύτευσης), οι κήποι βροχής, οι βιο-δεξαμενές και οι φυτεμένοι λεκάνες καθίζησης επιτρέπουν στο νερό να διηθείται φυσικά, αποτρέποντας πλημμύρες και βελτιώνοντας την ποιότητά του. Τα μονοπάτια διατρέχουν φυσικά τις διαμορφώσεις, επιτρέποντας άμεση προσβασιμότητα και συνεχή κίνηση ανάμεσα σε ξηρές και υγρές ζώνες, ενισχύοντας την αλληλεπίδραση ανθρώπου και τοπίου. Το τοπίο σχεδιάστηκε με βάση τη στρωματοποίηση εδαφών και φυτεύσεων, επιτρέποντας τη σταδιακή μετάβαση από λιβάδια σε υγροτοπικές περιοχές. Ειδικές ζώνες λιβαδικών οικοτόπων προωθούν τη βιοποικιλότητα, ενισχύοντας την εγκατάσταση τοπικής πανίδας,

όπως πουλιών και πεταλούδων. Η αρχιτεκτονική σημασία του Bishan-Ang Mo Kio Park δεν έγκειται μόνο στην επιτυχία επανασύνδεσης του ανθρώπου με το νερό, αλλά και στην πολυλειτουργική χρήση της υδάτινης υποδομής. Η ενσωμάτωση τεχνικών στοιχείων, όπως υποδομών φιλτραρίσματος εντός του τοπίου, μετασχηματίζει τη διαχείριση του νερού σε αστική εμπειρία. Η προσβασιμότητα και η ευελιξία χρήσης καθιστούν το πάρκο καθημερινό σημείο συνάθροισης, χωρίς να χάνει τον ρυθμιστικό του ρόλο σε περιπτώσεις πλημμυρών. Παράλληλα, το έργο αποτελεί πρότυπο κλιματικής ανθεκτικότητας, καθώς η φυσική διαχείριση των ομβρίων υδάτων μειώνει την εξάρτηση από υποδομές υψηλού κόστους, ενώ το οικοσύστημα λειτουργεί ως ενεργός μηχανισμός προσαρμογής στις μεταβολές των βροχοπτώσεων και της θερμοκρασίας.

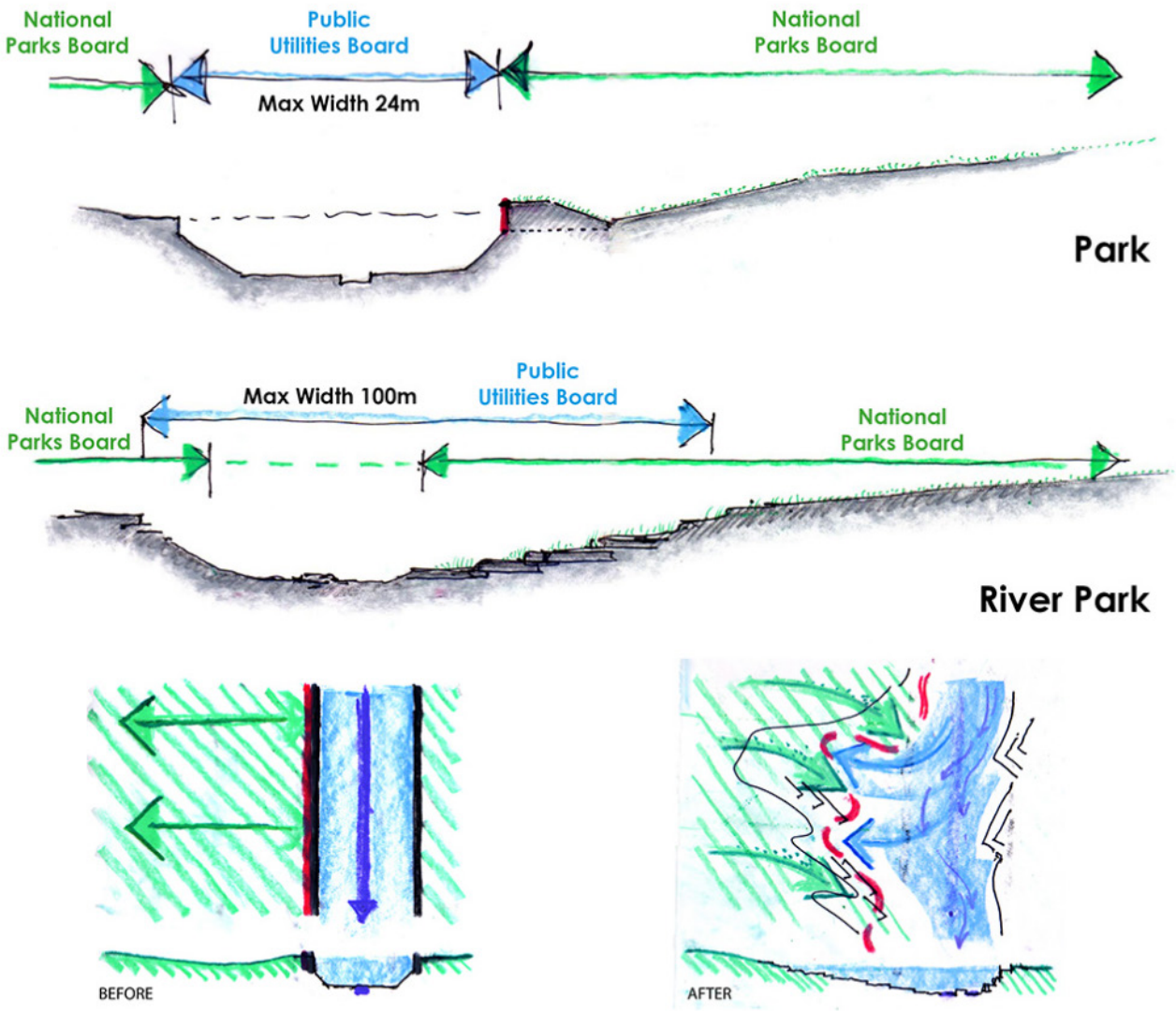
Η συμμετοχική προσέγγιση στον σχεδιασμό συνέβαλε στην ενίσχυση της κοινωνικής ταυτότητας του πάρκου. Κατά τη διάρκεια της μελέτης και υλοποίησης, οργανώθηκαν workshops με τη συμμετοχή κατοίκων, σχολείων και τοπικών οργανισμών, ώστε ο σχεδιασμός να απαντά σε υπαρκτές τοπικές ανάγκες (Zingoni de Baro, 2022).

Συμπερασματικά, το Bishan-Ang Mo Kio Park αποτελεί μία ολοκληρωμένη περίπτωση μετασχηματισμού ενός μηχανικού υδρολογικού συστήματος σε πολυδιάστατο δημόσιο χώρο, συνδυάζοντας λειτουργικότητα, αισθητική και οικολογική ευφυΐα. Αναδεικνύει το πώς η αρχιτεκτονική τοπίου, με εργαλεία όπως η μορφολογική διαμόρφωση, οι στρατηγικές φυτεύσεων και η φυσική διαχείριση νερού, μπορεί να προσφέρει μακροπρόθεσμες λύσεις σε σύγχρονες αστικές προκλήσεις. Το έργο προσφέρει πολύτιμο πρότυπο για πόλεις που αναζητούν ανθεκτικές, περιβαλλοντικά ευαίσθητες και κοινωνικά συμπεριληπτικές υποδομές.

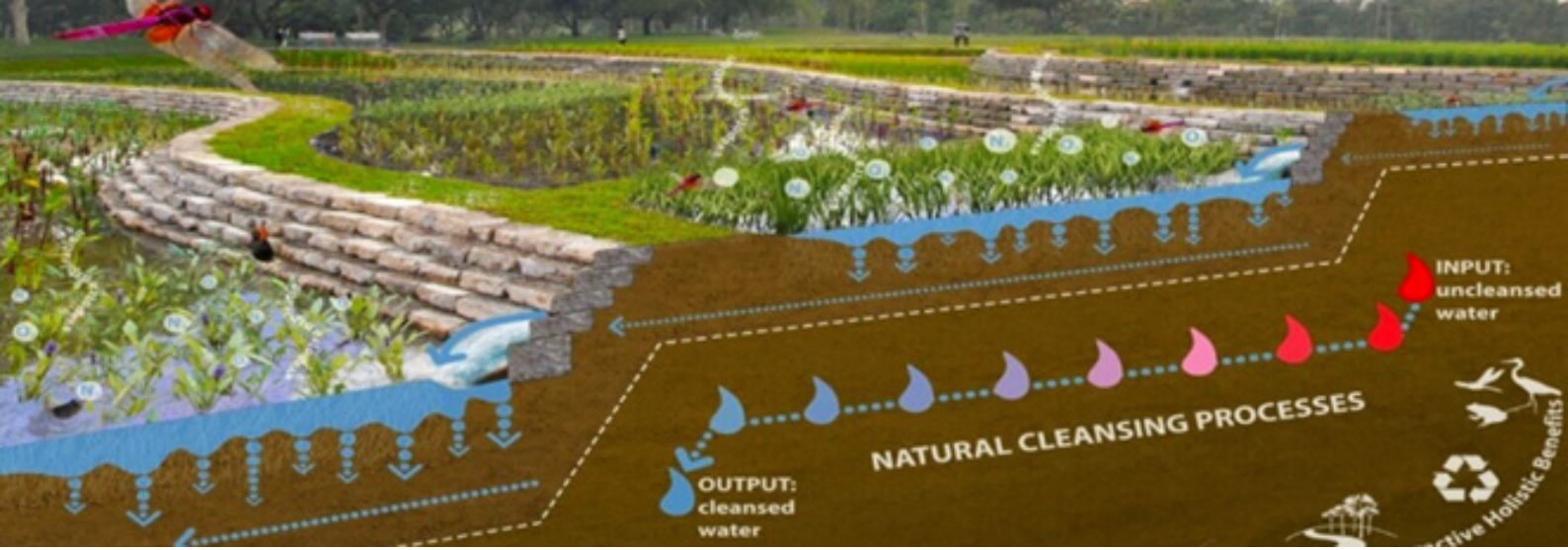
Εικόνα 88: Στον πυρήνα της αναζωογόνησης του πάρκου και του ποταμού βρίσκεται ένας ολοκληρωμένος, πολυδιάστατος σχεδιασμός που εναρμονίζει πρακτικές, οικολογικές και κοινωνικές ανάγκες, με στόχο τη βιώσιμη συνύπαρξη και την προστασία των πολύτιμων και περιορισμένων αποθεμάτων γλυκού νερού της Σιγκαπούρης.

Εικόνα 89: Η προγενέστερη κατάσταση του Kallang River στο Bishan-Ang Mo Kio Park: ένα ευθύγραμμο, τσιμεντένιο κανάλι αποστράγγισης, πλήρως αποκομμένο από τον περιβάλλοντα χώρο. Η εικόνα αποτυπώνει τον αυστηρά μηχανικό χαρακτήρα της αρχικής υποδομής, η οποία στερούνταν οικολογικής λειτουργίας και κοινωνικής προσβασιμότητας.

Εικόνα 90: Το ευθύ τσιμεντένιο κανάλι μήκους 2,7 χλμ. έγινε ένας φυσικός, κυματιστός ποταμός 3,2 χλμ. που διασχίζει το πάρκο. Ήταν η πρώτη φορά στη Σιγκαπούρη που ένα κανάλι απέκτησε φυσική μορφή και ενσωματώθηκε σε πάρκο, επιτρέποντας στους επισκέπτες άμεση επαφή με το νερό και βελτιώνοντας τη σύνδεση μέσα στον χώρο.



Εικόνα 91: Διαγραμματική αποτύπωση της στρατηγικής επαναφυσικοποίησης στο Bishan-Ang Mo Kio Park. Επάνω, συγκρίνονται οι διατομές του καναλιού πριν και μετά την παρέμβαση: από έναν στενό, τσιμεντένιο αγωγό 24 μέτρων σε ένα φυσικοποιημένο ρέμα πλάτους έως και 100 μέτρων με πράσινες όχθες. Κάτω, αποτυπώνεται η αλλαγή της ροής και της οικολογικής σύνδεσης: η γραμμική, μηχανική απορροή αντικαθίσταται από δυναμικές, διαπερατές ζώνες που επιτρέπουν την απορρόφηση, καθίζηση και επανασύνδεση νερού και τοπίου.



Εικόνα 92: Διαγραμματική αναπαράσταση της φυσικής διαδικασίας καθαρισμού του νερού στο Bishan-Ang Mo Kio Park. Το μη επεξεργασμένο νερό (input) εισέρχεται σε διαμορφωμένους υγρότοπους με στρωματώσεις φυτεύσεων και διηθητικών υποστρωμάτων. Μέσα από φυσικές διαδικασίες — όπως η φυτοεξυγίανση, η καθίζηση και η διήθηση — το νερό απομακρύνει θρεπτικά στοιχεία και ρύπους (N, P, O), καταλήγοντας καθαρό (output) πίσω στο ρέμα ή στο υπέδαφος. Η αρχιτεκτονική τοπίου μετατρέπεται σε ενεργό φίλτρο, συνδυάζοντας περιβαλλοντική διαχείριση με αισθητική και οικολογική λειτουργία.

Εικόνα 93: Τοπίο καθημερινής συμβίωσης ανθρώπου και φυσικών διεργασιών στο Bishan-Ang Mo Kio Park. Οι υπερυψωμένες ξύλινες διαδρομές επιτρέπουν την ασφαλή και βιωματική διέλευση πάνω από φυτεμένους υγρότοπους καθαρισμού, ενώ η διαμόρφωση του ανάγλυφου προάγει την αλληλεπίδραση με τα νερά και την πλούσια αστική βιοποικιλότητα. Ένα παράδειγμα τοπίου που λειτουργεί ως οικολογική υποδομή και χώρος κοινωνικής συνοχής.

Εικόνα 94: Αεροφωτογραφία του Bishan-Ang Mo Kio Park κατά τη διάρκεια έντονης βροχόπτωσης. Η φυσικοποιημένη κοίτη του ποταμού Kallang επεκτείνεται οργανικά μέσα στο τοπίο, κατακλύζοντας ελεγχόμενες χαμηλές ζώνες πρασίνου. Η σχεδιαστική στρατηγική της επανένταξης των υδρολογικών λειτουργιών στο πάρκο αποδεικνύει την αποτελεσματικότητα του φυσικού σχεδιασμού στην αντιπλημμυρική διαχείριση και ενσωμάτωση της δυναμικής του νερού στο αστικό τοπίο.

Εικόνα 95: Από το κανάλι στον ποταμό: Διαδοχικά στάδια μετασχηματισμού του Bishan-Ang Mo Kio Park. Πάνω: αποξήλωση του τσιμεντένιου καναλιού Kallang. Μέση: εργασίες αναμόρφωσης για τη νέα φυσικοποιημένη κοίτη. Κάτω: ολοκληρωμένος δημόσιος χώρος με ενσωματωμένα πρανή, οικολογικές φυτεύσεις και υποδομές αναψυχής, αποτυπώνοντας τον μετασχηματισμό ενός τεχνητού υδρολογικού συστήματος σε ένα βιώσιμο αστικό τοπίο.

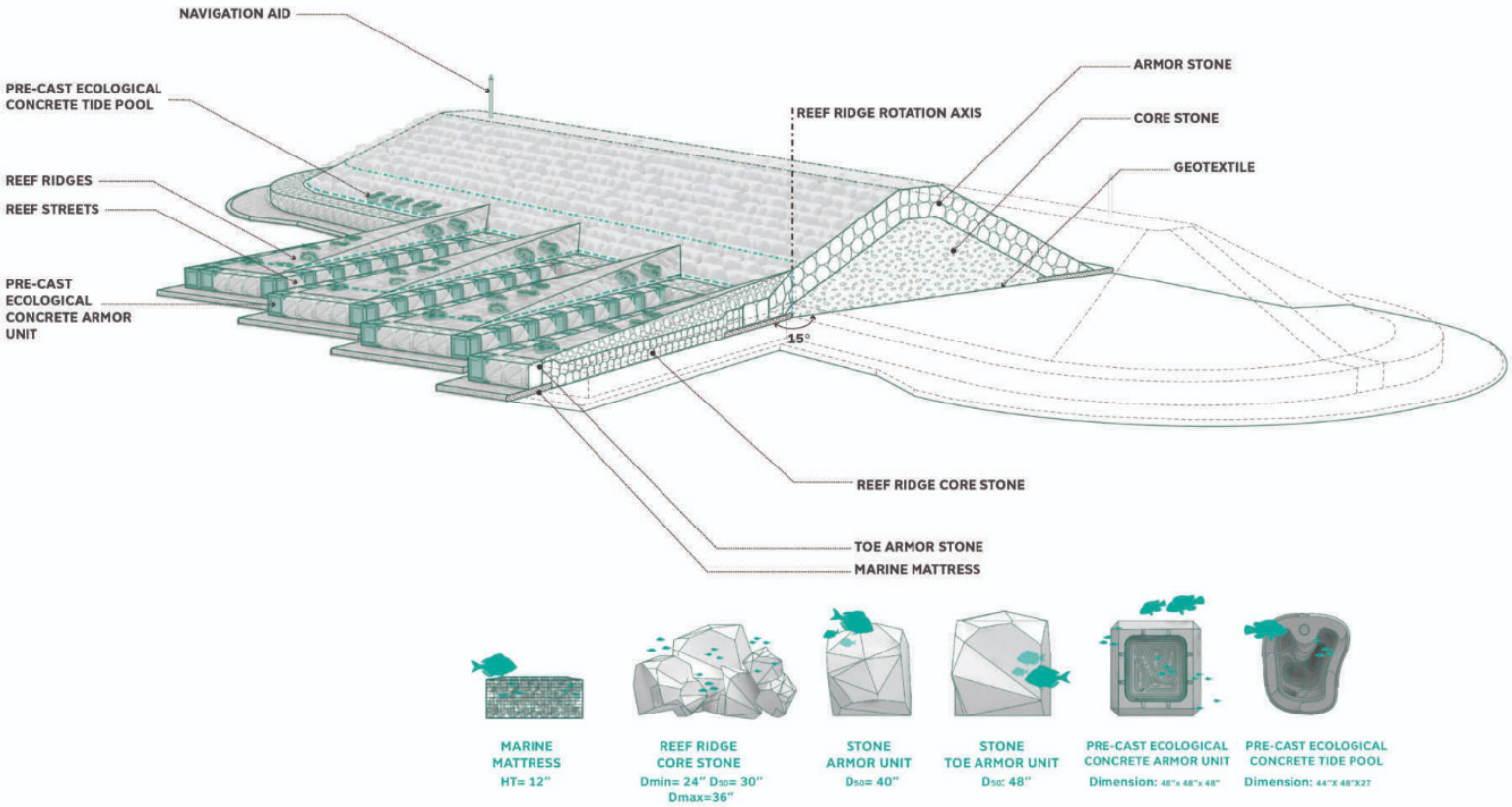
4.9 Living Breakwaters (Staten Island, SCAPE, 2014)

Το έργο Living Breakwaters, που σχεδιάστηκε το 2014 από το αρχιτεκτονικό γραφείο SCAPE Landscape Architecture και υλοποιείται στην ακτογραμμή του Tottenville στο Staten Island, αποτελεί μία καινοτόμο προσέγγιση στην παράκτια ανθεκτικότητα, συνδυάζοντας αντιπλημμυρική προστασία, οικολογική αποκατάσταση και κοινοτική ενδυνάμωση. Προέκυψε ως απάντηση στην ανάγκη διαχείρισης των συνεπειών του τυφώνα Sandy (2012), εντασσόμενο στο πρόγραμμα Rebuild by Design. Το έργο στοχεύει να επανακαθορίσει τον ρόλο των παράκτιων υποδομών, όχι ως αδρανών τεχνικών φραγμών, αλλά ως ενεργών τοπίων με πολλαπλές λειτουργίες. Το σύστημα περιλαμβάνει μια σειρά «ζωντανών» κυματοθραυστών συνολικού μήκους περίπου 1.200 μέτρων, τοποθετημένων ανοικτά της ακτής, που μειώνουν την κυματική ενέργεια, περιορίζουν τη διάβρωση και υποστηρίζουν την επανεγκατάσταση των τοπικών οικοσυστημάτων. Η στρατηγική τοποθέτηση των δομών ενισχύει την ασφάλεια των κατοίκων, ενώ παράλληλα επιδιώκει την επανασύνδεση της κοινότητας με το θαλάσσιο περιβάλλον (Moosavi, 2017).

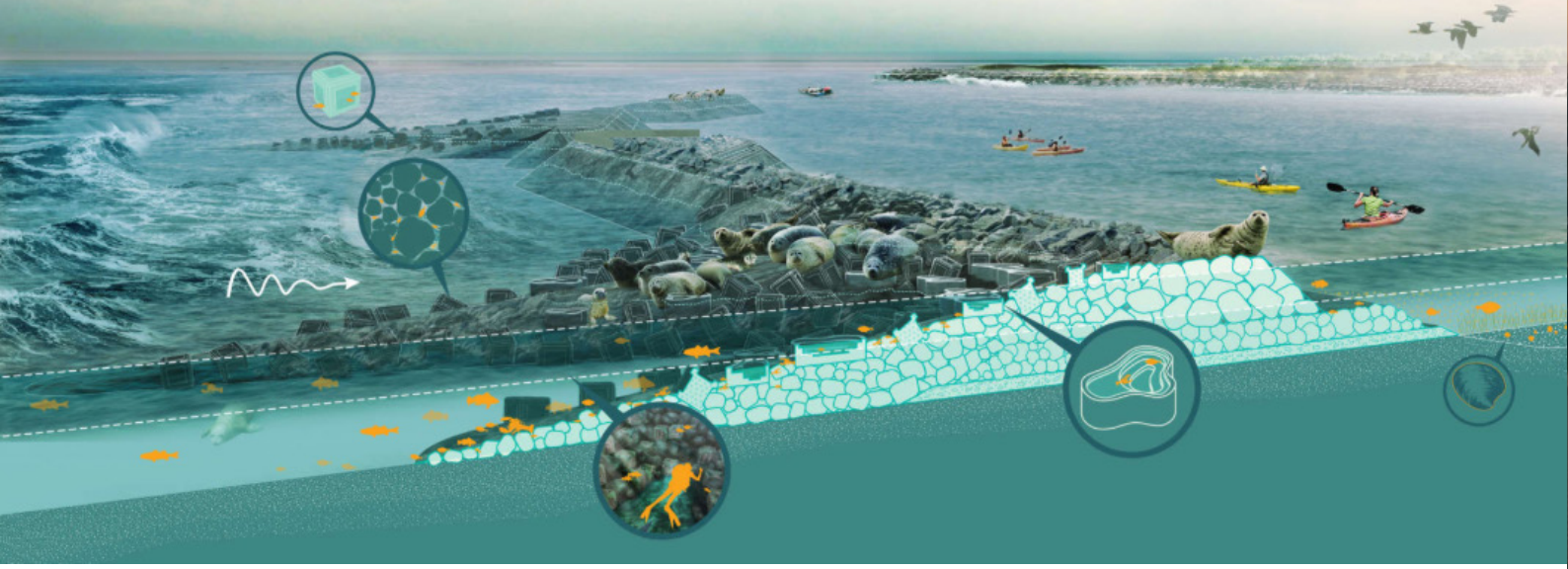
Οι αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις του έργου διαμορφώθηκαν με βάση τη βιομιμητική και την περιβαλλοντική μηχανική. Οι κυματοθραύστες αποτελούνται από πλέγματα σκυροδέματος, ασβεστολιθικά τεμάχια και τεχνητούς ογκόλιθους, σχεδιασμένους για να προσομοιώνουν φυσικούς υφάλους. Οι SCAPE εφάρμοσαν στρατηγική ζωνοποίησης στη θάλασσα, με κατασκευαστικές μονάδες τοποθετημένες σε διαφορετικά βάθη και αποστάσεις από την ακτή, οι οποίες λειτουργούν ως φράγματα, βιότοποι και πεδία εκπαιδευτικών δραστηριοτήτων. Τα στοιχεία αυτά έχουν σχεδιαστεί για να ενισχύουν τη συγκράτηση ιζημάτων, μειώνοντας τη διάβρωση, αλλά και για να φιλοξενούν θαλάσσιους οργανισμούς όπως τα στρείδια, τα οποία συμβάλλουν στην αποκατάσταση της ποιότητας του νερού μέσω φυσικής διήθησης (Kozlovsky & Grobman, 2017). Ειδικές υφές στις επιφάνειες των κυματοθραυστών ευνοούν την ανάπτυξη της θαλάσσιας ζωής, ενώ προβλέπεται υποστήριξη έργων ιχθυοκαλλιέργειας και στρειδοκαλλιέργειας, δημιουργώντας έτσι μια νέα «οικολογική υποδομή» εντός της θάλασσας. Παράλληλα, το έργο ενσωματώνει κοινοτικές και εκπαιδευτικές διαστάσεις. Η κατασκευή του Water Hub, ενός κέντρου περιβαλλοντικής εκπαίδευσης

στην παραλία, προβλέπεται να λειτουργήσει ως σημείο συνάντησης μεταξύ επιστημόνων, μαθητών και κατοίκων, με στόχο την καλλιέργεια περιβαλλοντικής συνείδησης. Μέσω συμμετοχικών εργαστηρίων και «ζωντανών» μαθημάτων πεδίου, οι SCAPE ενισχύουν τη δημόσια συμμετοχή στον σχεδιασμό και τη συντήρηση του τοπίου (Wakefield, 2020). Το Living Breakwaters αντανακλά επίσης αρχές των Blue Biophilic Cities, δηλαδή την ενσωμάτωση υδάτινων στοιχείων ως καταλύτες για την κοινωνική συνοχή και ψυχολογική ευεξία (Shannon, 2018). Επιπρόσθετα, η χωρική οργάνωση της ακτής ενισχύθηκε με προσβάσιμους διαδρόμους και σημεία παρατήρησης, προάγοντας την αστική αναψυχή και την οπτική σύνδεση με τη θάλασσα. Η επιλογή υλικών και μορφολογίας αποσκοπεί στη διατήρηση της τοπικής ταυτότητας, ενώ ταυτόχρονα μειώνει το περιβαλλοντικό αποτύπωμα (Sordi, 2018).

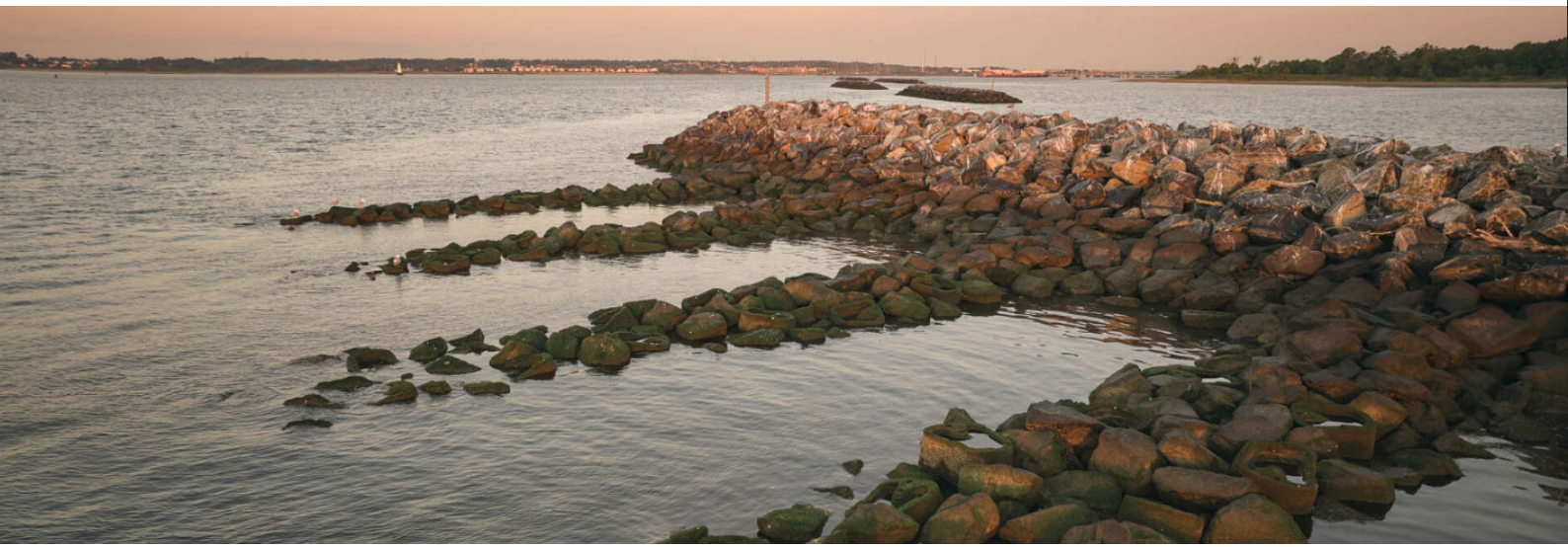
Η επιτυχία του έργου έγκειται στην ικανότητά του να γεφυρώνει τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό με τις αρχές της οικολογίας και της μηχανικής, αναδεικνύοντας τη σημασία της αρχιτεκτονικής τοπίου ως μεθοδολογικού εργαλείου αντιμετώπισης της κλιματικής κρίσης. Μέσω της έννοιας της «υποδομής που μαθαίνει από τη φύση», το έργο αντικατοπτρίζει μία νέα αντίληψη για τις παράκτιες υποδομές, προσαρμοσμένες σε μεταβαλλόμενα περιβαλλοντικά δεδομένα (Marrone et al., 2019). Παρότι το Living Breakwaters έχει προκαλέσει αντιδράσεις από ορισμένες τοπικές ομάδες λόγω του κόστους και της αμφιβολίας για την αποτελεσματικότητά του, θεωρείται παγκόσμιο πρότυπο για τον τρόπο με τον οποίο η σχεδιαστική ευφυΐα μπορεί να μετατρέψει ένα αμυντικό έργο σε ενεργό πολιτισμικό και οικολογικό τοπίο. Η πρόκληση παραμένει στη μακροπρόθεσμη παρακολούθηση και συντήρηση των συστημάτων, ώστε να διασφαλιστεί η σταδιακή τους εξέλιξη ως ζώντες οργανισμοί μέσα στον χρόνο. Το παράδειγμα του Staten Island μάς δείχνει ότι η αρχιτεκτονική μπορεί και πρέπει να είναι φορέας ανθεκτικότητας, μετατοπίζοντας το ενδιαφέρον από την τεχνική αποτροπή στην ενσώματη αλληλεπίδραση ανθρώπου και φύσης.



Εικόνα 96: Διαγραμματική τομή του συστήματος Living Breakwaters, που αναπτύχθηκε από το γραφείο SCAPE. Η πολυεπίπεδη δομή περιλαμβάνει προπαρασκευασμένες οικολογικές μονάδες από σκυρόδεμα, «ύφαλους» και «οικολογικές παγίδες παλίρροιας», σχεδιασμένες με βιομιμητικές μορφές για να μειώνουν την κυματική ενέργεια, να φιλοξενούν θαλάσσια ζωή και να ενισχύουν τη φυσική διήθηση. Η τοποθέτηση των στοιχείων σε διαφορετικά βάθη επιτρέπει ταυτόχρονα τη λειτουργία τους ως αντιδιαβρωτικές δομές, θαλάσσιοι βιότοποι και περιβαλλοντικά εκπαιδευτικά πεδία. Το έργο προτείνει ένα νέο είδος «ζωντανής» υποδομής που γεφυρώνει την τεχνική μηχανική με την αρχιτεκτονική τοπίου, επιβεβαιώνοντας την αξία της συνύπαρξης ανθρώπου και υγρού τοπίου.

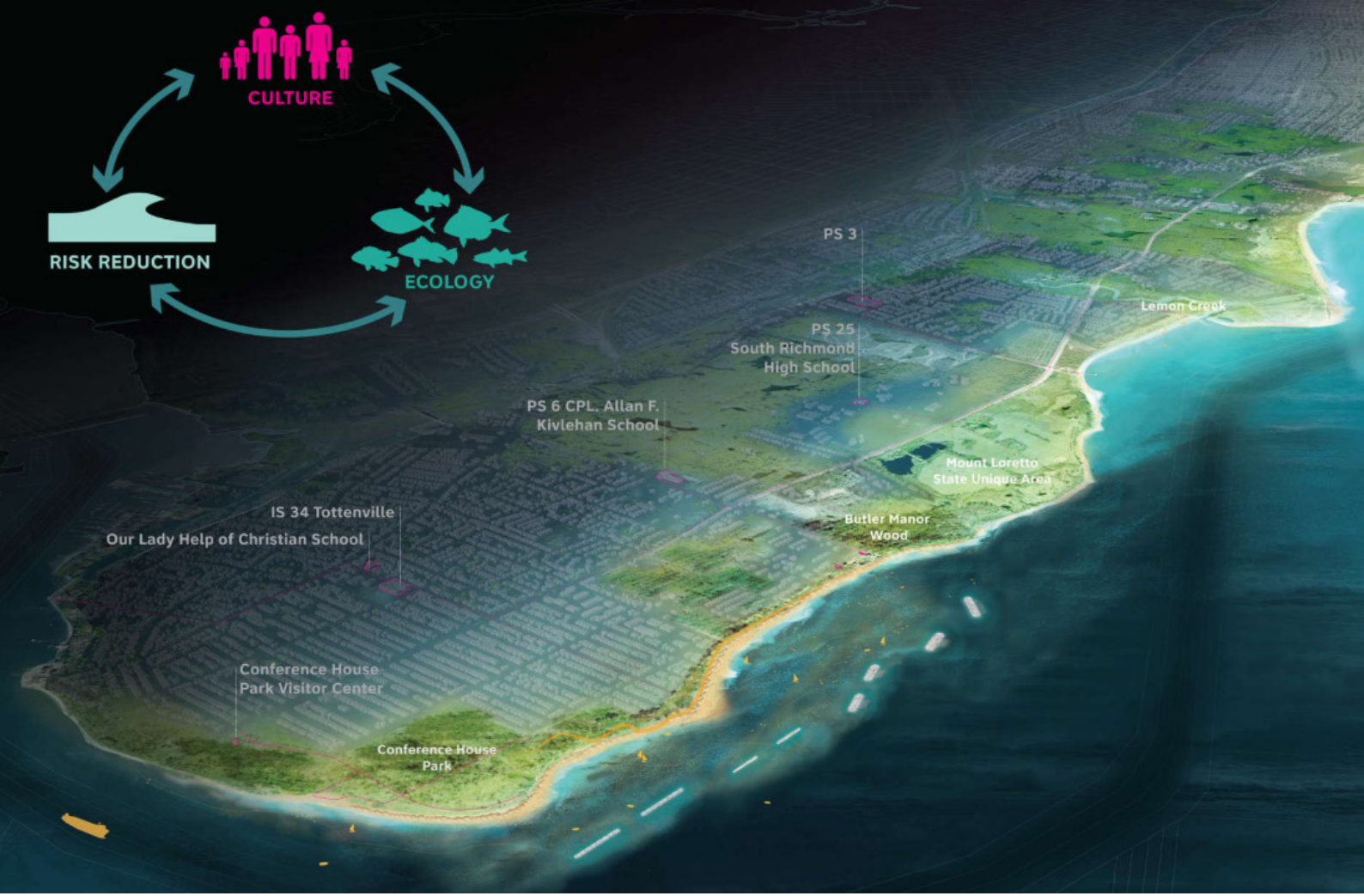


Εικόνα 97: Ατμοσφαιρική απεικόνιση του έργου Living Breakwaters στο Staten Island, που οπτικοποιεί τη σύνθεση της παράκτιας υποδομής ως «ζωντανό τοπίο». Οι κυματοθραύστες, με σύνθετα υλικά και πορώδεις μορφές, μειώνουν την κυματική ενέργεια, φιλοξενούν θαλάσσια ζωή (όπως στρείδια και ψάρια) και υποστηρίζουν εκπαιδευτικές και αναψυχικές δραστηριότητες. Η εικόνα καταγράφει τη συνεύρεση οικολογικής αποκατάστασης, κοινωνικής χρήσης και αρχιτεκτονικής καινοτομίας, αναδεικνύοντας τον πολυλειτουργικό χαρακτήρα της ακτογραμμής ως «οικοσύστημα-υποδομή».

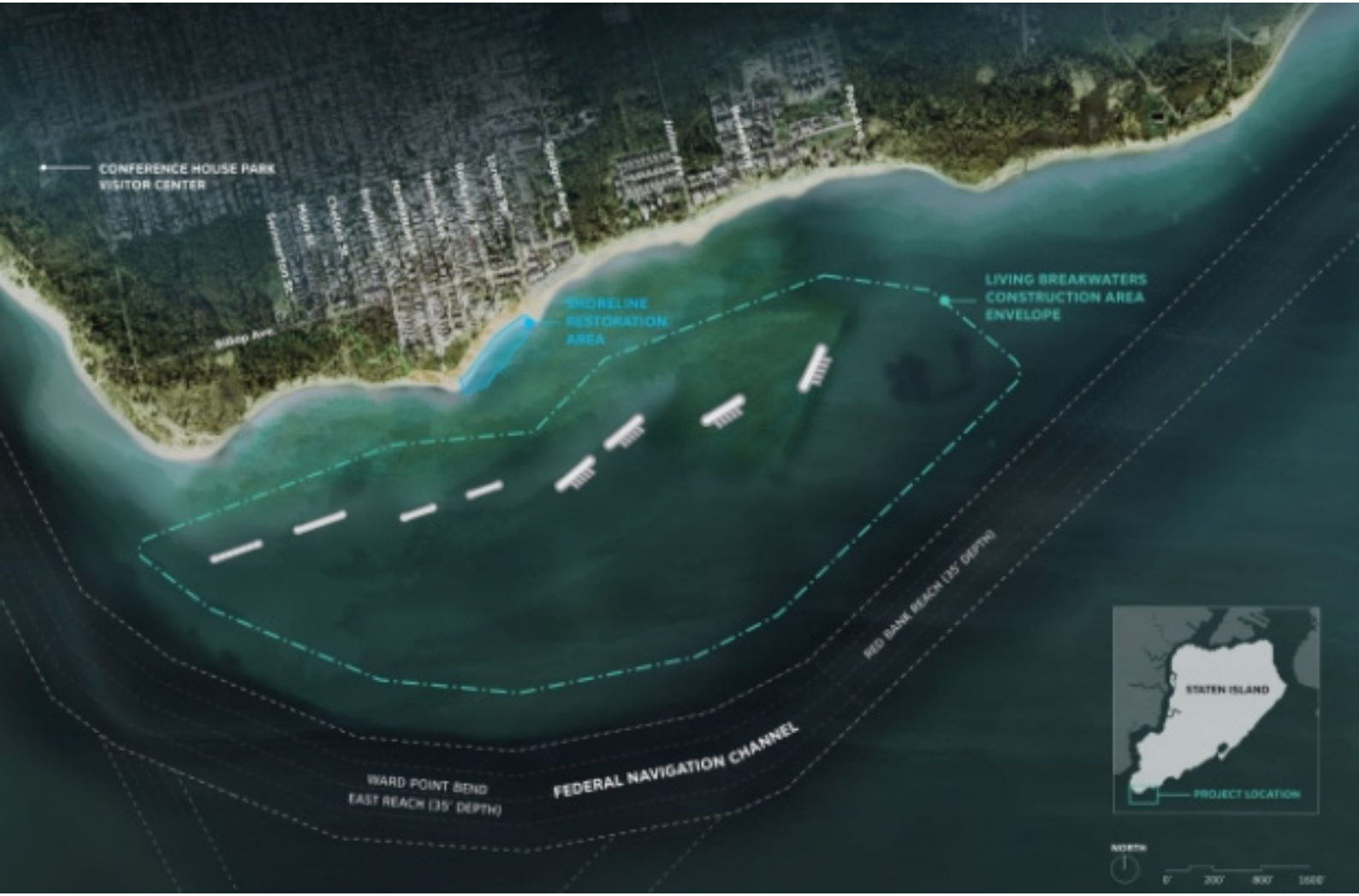


Εικόνα 98: Κατασκευασμένοι κυματοθραύστες του έργου Living Breakwaters στο Staten Island, οι οποίοι συνδυάζουν φυσικά και τεχνητά υλικά, ενισχύοντας την προστασία από τη διάβρωση και τη θαλάσσια βιοποικιλότητα. Η διαστρωμάτωση των πετρωμάτων και των οικολογικών στοιχείων υποστηρίζει την προσέγγιση της "υποδομής που μαθαίνει από τη φύση", δημιουργώντας ένα υβριδικό όριο μεταξύ στεριάς και θάλασσας με περιβαλλοντική, κοινωνική και αισθητική λειτουργία.

Εικόνα 99: Το έργο στοχεύει στην αποκατάσταση του θαλάσσιου οικοσυστήματος, προσφέροντας νέους βιοτόπους για στρείδια, ψάρια και άλλους θαλάσσιους οργανισμούς. Οι τεχνητές κατασκευές ενισχύουν τη θαλάσσια ζωή και ενισχύονται οι ίδιες από τη φυσική προσκόλληση οργανισμών με την πάροδο του χρόνου. Το έργο επιδιώκει να αντιστρέψει τη χρόνια διάβρωση της ακτής και να επαναφέρει την οικολογική ισορροπία στην περιοχή.

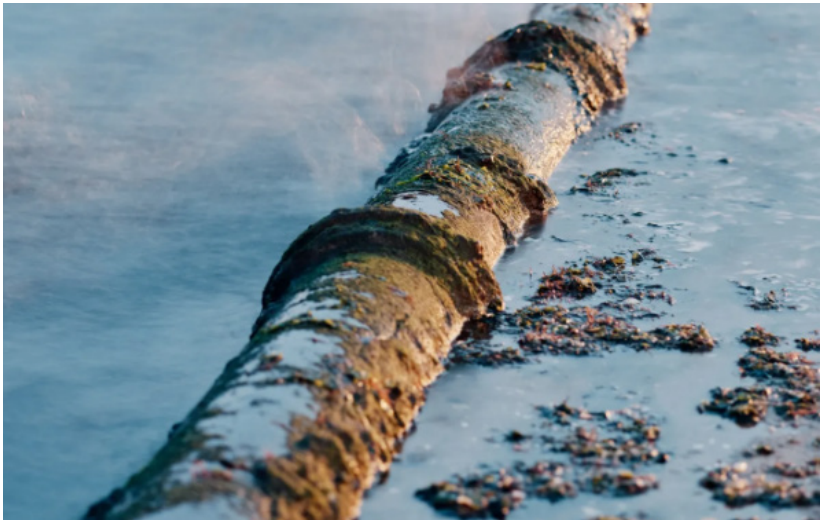


Εικόνα 100: Το έργο Living Breakwaters στο Staten Island θεωρείται πρότυπο για υποδομές που βασίζονται στη φύση και προσαρμόζονται στην κλιματική αλλαγή. Περιλαμβάνει 730 μέτρα υποθαλάσσιων κατασκευών από πέτρα και ειδικό σκυρόδεμα, οι οποίες σπάνε τα κύματα και μειώνουν τη διάβρωση της ακτής στο πάρκο Conference House. Τα «τεχνητά υφάλια» έχουν σχεδιαστεί με υδροδυναμικά μοντέλα ώστε να προστατεύουν την κοινότητα του Tottenville από ακραία καιρικά φαινόμενα όπως ο τυφώνας Sandy. Περιλαμβάνουν ειδικές διαμορφώσεις ("reef ridges" και "reef streets") για να φιλοξενήσουν στρείδια και άλλους θαλάσσιους οργανισμούς. Το έργο συνδυάζεται με εκπαιδευτικά προγράμματα και δράσεις ευαισθητοποίησης για την κοινότητα μέσω συνεργασιών όπως με το Billion Oyster Project.



Εικόνα 101: Το έργο Living Breakwaters είναι μια καινοτόμα πράσινη υποδομή για την προστασία των ακτών, σχεδιασμένη για να μειώσει ή να αντιστρέψει τη διάβρωση και τις ζημιές από τα κύματα καταιγίδων, να βελτιώσει την υγεία του οικοσυστήματος στον κόλπο Raritan, να ενθαρρύνει την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση για τα παράκτια ύδατα και γενικά να ενισχύσει την εμπειρία των ανθρώπων από την ακτογραμμή του νότιου Staten Island. Το έργο αναπτύχθηκε αρχικά από το γραφείο αρχιτεκτονικής τοπίου SCAPE για τον διαγωνισμό Rebuild by Design (RBD), έναν διαγωνισμό σχεδιασμού που διοργανώθηκε από το Υπουργείο Στέγασης και Αστικής Ανάπτυξης των ΗΠΑ (HUD), με σκοπό την αναζήτηση πρωτοποριακών ιδεών για την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των ακτών μετά τον τυφώνα Sandy.

Εικόνα 102: Το έργο Living Breakwaters, που βραβεύτηκε με το Obel Award 2023, δείχνει πώς η αρχιτεκτονική μπορεί να προσαρμόζεται σε ένα μεταβαλλόμενο περιβάλλον. Αντί για σκληρές κατασκευές όπως τοίχοι και φράγματα, το έργο χρησιμοποιεί τεχνητούς υφάλους που μιμούνται φυσικές μορφές και ενισχύουν τη θαλάσσια ζωή, κυρίως τα στρείδια. Οι δομές σχεδιάστηκαν με επιστημονική ακρίβεια ώστε να λειτουργούν με το χρόνο, να ενδυναμώνονται από οργανισμούς και να προστατεύουν τις ακτές. Πρόκειται για ένα χαμηλού κόστους, χαμηλής τεχνολογίας παράδειγμα που συνδυάζει φυσικά και τεχνητά στοιχεία για βιώσιμη προσαρμογή στην κλιματική αλλαγή.



Εικόνα 103: Στο Tottenville του Staten Island, η διαρκής διάβρωση της ακτογραμμής είχε απογυμνώσει παλαιές υποδομές, όπως αυτός ο σωλήνας αποχέτευσης που κάποτε ήταν θαμμένος κάτω από την άμμο. Το φαινόμενο αυτό επιβεβαιώνει την ανάγκη για νέες στρατηγικές παράκτιας προστασίας, όπως το έργο Living Breakwaters, που επαναπροσδιορίζουν τον ρόλο των υποδομών στην εποχή της κλιματικής κρίσης.

5. Σύγκριση των περιπτώσεων μελέτης, συμπεράσματα και μελλοντικές κατευθύνσεις

Η συγκριτική ανάλυση των εννέα παρεμβάσεων διαχείρισης νερού, όπως αποτυπώνεται στον πίνακα, αναδεικνύει τη σημασία της αρχιτεκτονικής ως πολυδιάστατου εργαλείου σχεδιασμού, το οποίο υπερβαίνει την αισθητική για να ενσωματωθεί οργανικά σε συστήματα υδρολογίας, οικολογίας και κοινωνικής λειτουργίας. Κοινός παρονομαστής των έργων αποτελεί η υιοθέτηση μιας «τοπιακής αρχιτεκτονικής» που συνδυάζει φυσικά και τεχνητά στοιχεία με στόχο την ενίσχυση της βιωσιμότητας και της λειτουργικότητας του υδάτινου χώρου. Στρατηγικές όπως η επαναφορά φυσικών ροών (π.χ. Bishan Park, Cheonggyecheon), η υβριδική χρήση υποδομών ως δημόσιου χώρου (The Big U, Brooklyn Bridge Park) ή η ανάδειξη οικοσυστημάτων σε αστικά περιβάλλοντα (Living Breakwaters), καταδεικνύουν πώς η αρχιτεκτονική ερμηνεύει και οργανώνει την πολυπλοκότητα του νερού. Σε αυτές τις περιπτώσεις, ο σχεδιασμός γίνεται μέσο συνδιαλλαγής με το τοπίο και όχι εργαλείο επιβολής. Η διαφοροποίηση των τυπολογιών, από υποθαλάσσια τεχνητά ύφαλα έως αστικά ρέματα, αποδεικνύει ότι η αρχιτεκτονική προσαρμόζεται δυναμικά στα εκάστοτε περιβαλλοντικά και κοινωνικά συμφραζόμενα. Ειδικότερα, η χρήση χαμηλών τεχνολογικών λύσεων, η ενσωμάτωση φυσικών υλικών και η πρόβλεψη για οικολογική ανάκαμψη, συμβάλλουν στην ανθεκτικότητα των παρεμβάσεων και την επανένταξη του νερού ως στοιχείο του δημόσιου χώρου. Συνολικά, ο πίνακας επιβεβαιώνει ότι η αρχιτεκτονική αποτελεί κρίσιμο συντελεστή για την επιτυχία παρεμβάσεων διαχείρισης νερού. Όχι απλώς ως μορφολογικό πλαίσιο, αλλά ως οργανωτικό υπόβαθρο για υβριδικά, βιώσιμα και κοινωνικά συμμετοχικά μοντέλα σχεδιασμού.

Συγκριτικός πίνακας

Έργο	Τύπος Παρέμβασης	Αρχιτεκτονική Προσέγγιση	Στόχος Διαχείρισης Νερού	Ενσωμάτωση στο Τοπίο	Δημόσιος Χώρος / Βιωσιμότητα
Toronto Waterfront	Αστική ανάπλαση ακτής	Ενοποίηση υποδομών με τοπίο	Εξυγίανση εδάφους – συλλογή νερού	Νέο υδάτινο μέτωπο	Υψηλή – περιβαλλοντική εκπαίδευση
Κόλπος Κούταβου	Ανάπλαση οικοσυστήματος	Ήπιες παρεμβάσεις – προστασία υγροτόπου	Οικολογική εξυγίανση & ανάκτηση υφάλμυρων υδάτων	Ανασύσταση φυσικού περιβάλλοντος	Περιορισμένη – με ήπια χρήση
The Big U	Αντιπλημμυρικό αστικής κλίμακας	Αρχιτεκτονική τοπίου – αντιπλημμυρικά όρια ως πάρκα	Ανύψωση/απορρόφηση παλιρροϊκών νερών	Δυναμική σχέση με το περιβάλλον	Υψηλή – πολυεπίπεδη προσβασιμότητα
Copenhagen Nor-dhavn	Ανάπτυξη παραλιακής πόλης	Ανασχεδιασμός υποδομών – αειφορία	Συλλογή ομβρίων – χρήση καναλιών	Ένταξη σε υπάρχον λιμάνι	Υψηλή – κατοίκηση & αναψυχή
Room for the River	Ποτάμια ανάσχεση / πλημμυρική πρόβλεψη	Στρατηγικός ανασχεδιασμός κοίτης	Παροχέτευση, εκτροπή και καθυστέρηση πλημμύρας	Ανάπλαση πλημμυρικών πεδίων	Μέτρια – χρήση για καλλιέργεια/αναψυχή
Brooklyn Bridge Park	Ανάκτηση παράκτιας βιομηχανικής ζώνης	Τοπιακός σχεδιασμός με κλιμακωτή υποδομή	Φυσικός καθαρισμός – διαχείριση ομβρίων	Συνεχής ακτογραμμή – βιοφιλία	Πολύ υψηλή – οικολογική ψυχαγωγία
Living Breakwaters	Ακτοπροστασία με οικολογικό σχεδιασμό	Θαλάσσια αρχιτεκτονική – τεχνητοί ύφαλοι	Μείωση διάβρωσης – αναγέννηση θαλάσσιας ζωής	Υποθαλάσσια ενσωμάτωση	Έμμεση – περιβαλλοντική εκπαίδευση
Bishan-Ang Mo Kio Park	Αστικός ποταμός σε πάρκο	Αποκατάσταση ρέματος με φυσική κοίτη	Επανεισαγωγή υδρολογικού κύκλου	Μετατροπή αποστραγγιστικού σε οικοσύστημα	Πολύ υψηλή – χρήση σε καθημερινότητα
Cheonggyecheon (Σεούλ)	Αστική ανασύσταση – επαναφορά ρέματος	Αφαίρεση αυτοκινητόδρομου – αποκάλυψη ποταμού	Αστική ψύξη – διαχείριση νερού βροχής	Ανάκτηση φυσικού άξονα στο κέντρο πόλης	Πολύ υψηλή – τουρισμός και δημόσια ζωή

Η αρχιτεκτονική, ως σύνθεση τεχνικής και χωρικής σκέψης, διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διαχείριση του νερού, λειτουργώντας ως εργαλείο συστημικού σχεδιασμού που γεφυρώνει υδρολογικά, κοινωνικά και περιβαλλοντικά δεδομένα. Μέσω αυτής, οι τεχνικές υποδομές — αποστραγγιστικά συστήματα, φράγματα, αναχώματα — μετατρέπονται σε δημόσιους χώρους με κοινωνική και πολιτισμική αξία. Το υδάτινο στοιχείο δεν αντιμετωπίζεται πλέον αποκλειστικά ως πρόβλημα προς έλεγχο, αλλά εντάσσεται ενεργά στην αστική καθημερινότητα. Η αρχιτεκτονική καθιστά ορατή και προσβάσιμη τη λειτουργία του νερού, διαμορφώνοντας αυτορυθμιζόμενα και προσαρμοστικά περιβάλλοντα μέσω φυσικών τοπίων, τοπικών υλικών και πρόβλεψης εποχικών μεταβολών. Παράλληλα, ενισχύει διατομεακές συνεργασίες, συνδυάζοντας μηχανική, οικολογία, κοινωνιολογία και πολιτισμό. Προσφέρει έτσι ένα ολιστικό πλαίσιο βιώσιμης διαχείρισης, όπου η υδατική υποδομή αποτελεί οργανικό τμήμα του δημόσιου χώρου και του κοινωνικού βίου.

Η αποτελεσματική διαχείριση του νερού στις σύγχρονες παρεμβάσεις δεν εξαρτάται αποκλειστικά από την τεχνική ακρίβεια ή την υδραυλική υποδομή, αλλά σε μεγάλο βαθμό από τον τρόπο με τον οποίο η αρχιτεκτονική ενσωματώνει και μεταφράζει τη δυναμική του νερού στον χώρο. Ο αρχιτεκτονικός σχεδιασμός μπορεί να ενισχύσει τη λειτουργικότητα ενός έργου, αξιοποιώντας στοιχεία όπως η τοπογραφία, η ροή, η υδατοπερατότητα και οι κλιματικές συνθήκες για τη μεγιστοποίηση της αποδοτικότητας. Χαρακτηριστικά παραδείγματα έργων όπως το Room for the River και το Bishan-Ang Mo Kio Park αποδεικνύουν πως η αρχιτεκτονική δεν επιλύει απλώς προβλήματα, αλλά επανερμηνεύει το υδάτινο τοπίο, ενισχύοντας τις φυσικές διαδικασίες αντί να τις καταστέλλει. Μέσω ευέλικτων γεωμετριών, επαναδιαμόρφωσης της κοίτης και εναλλαγής υλικών, οι παρεμβάσεις αυτές απορροφούν, καθυστερούν ή κατευθύνουν τη ροή με ακρίβεια, μειώνοντας τον κίνδυνο πλημμυρών και επιτυγχάνοντας οικολογική σταθερότητα. Έτσι, η αρχιτεκτονική λειτουργεί ως σύστημα διαχείρισης. Η μορφή και η διάταξη δεν είναι μόνο αισθητικές επιλογές, αλλά λειτουργικές συνιστώσες που καθορίζουν την απόδοση ενός έργου απέναντι στην υδρολογική αστάθεια. Συνεπώς, η

αποτελεσματικότητα ενισχύεται όταν ο σχεδιασμός επιτυγχάνει τη συμβίωση τεχνολογίας, τοπίου και νερού.

Η αρχιτεκτονική συμβάλλει ουσιαστικά στην οικολογική ανάκαμψη ενός τοπίου όταν προσεγγίζει το νερό ως ζωντανό σύστημα και όχι ως τεχνικό πρόβλημα. Μέσω στοχευμένων χωρικών στρατηγικών, μπορεί να ενισχύσει τη φυσική αναγέννηση, την αποκατάσταση οικοτόπων και τη βιοποικιλότητα. Έργα όπως το Brooklyn Bridge Park, το Living Breakwaters και ο Κούταβος δείχνουν πώς η αρχιτεκτονική λειτουργεί ως καταλύτης για τη δημιουργία νέων περιβαλλοντικών συνθηκών μέσα από ήπιες παρεμβάσεις. Η χρήση μορφών και υλικών που μιμούνται φυσικές διαδικασίες, η αποκατάσταση οικολογικής συνέχειας και η επανένταξη υγροτοπικών ή παράκτιων περιοχών στον αστικό ιστό επιτρέπουν την ανάκαμψη της χλωρίδας και πανίδας. Παράλληλα, η ενίσχυση μικροενδιαιτημάτων υποστηρίζει απειλούμενα ή εκτοπισμένα είδη.

Η οικολογική ανάκαμψη απαιτεί συνθετική σκέψη, όπου η αρχιτεκτονική δομή λειτουργεί ως ρυθμιστής περιβαλλοντικών μεταβολών και φορέας οικοσυστημικής συνύπαρξης σε περιοχές έντονης ανθρώπινης παρέμβασης.

Η αρχιτεκτονική διαδραματίζει κρίσιμο ρόλο στη διαμόρφωση των κοινωνικών και οικονομικών αποτελεσμάτων των παρεμβάσεων διαχείρισης νερού. Όταν ο σχεδιασμός είναι ανοιχτός και προσβάσιμος, το νερό μετατρέπεται από υποδομή σε μέσο κοινωνικής συνοχής, ενισχύοντας την επαφή των πολιτών με το περιβάλλον. Έργα όπως το Cheonggyecheon και το Big U δείχνουν ότι τέτοιες παρεμβάσεις, όταν διαμορφώνονται ως δημόσιοι χώροι, δημιουργούν νέες αστικές ταυτότητες και ενισχύουν το αίσθημα του ανήκειν. Παράλληλα, η αύξηση επισκεψιμότητας, αξίας γης και τουριστικής δραστηριότητας καθιστά τα έργα μοχλούς αστικής ανανέωσης. Η αρχιτεκτονική προσφέρει νέες, φιλικές προς το περιβάλλον λύσεις για τη χρήση δημόσιου χώρου, συνδυάζοντας λειτουργικότητα με κοινωνική και οικονομική ανταποδοτικότητα. Η συμμετοχή των πολιτών στον σχεδιασμό προάγει τη βιωσιμότητα των επεμβάσεων, αναδεικνύοντας την αρχιτεκτονική ως μέσο παραγωγής κοινωνικού και οικονομικού κεφαλαίου.

Η αντιμετώπιση των σύνθετων

περιβαλλοντικών, κοινωνικών και υδρολογικών προκλήσεων στις παράκτιες και αστικές περιοχές απαιτεί την ανάπτυξη νέων μορφών αρχιτεκτονικού σχεδιασμού, που βασίζονται στη διατομεακή καινοτομία και την τεχνολογική προσαρμοστικότητα. Μελλοντικά έργα θα πρέπει να ενσωματώνουν αρχές της οικοσυστημικής σκέψης, αξιοποιώντας τεχνολογίες που ενισχύουν την αυτορρύθμιση των φυσικών συστημάτων και την ευφυή διαχείριση των υδάτινων ροών. Η χρήση αισθητήρων σε πραγματικό χρόνο (real-time hydrological monitoring), η εφαρμογή υλικών που ανταποκρίνονται στο περιβάλλον (responsive materials), καθώς και η ενσωμάτωση τεχνολογιών πράσινων υποδομών (green-blue infrastructure systems) μπορούν να συμβάλουν ουσιαστικά στην πρόληψη πλημμυρικών φαινομένων και στη βελτίωση της ποιότητας του νερού. Επιπλέον, η αξιοποίηση αλγοριθμικού σχεδιασμού (computational design) δίνει τη δυνατότητα δημιουργίας δυναμικών μορφών που προσαρμόζονται στις μεταβολές του τοπίου και των υδάτινων συνθηκών με ακρίβεια και οικονομία μέσων. Η αρχιτεκτονική οφείλει να μετακινηθεί από τη λογική της μόνιμης κατασκευής προς τη δημιουργία ευέλικτων, επαναχρησιμοποιήσιμων και χρονικά περιορισμένων παρεμβάσεων, οι οποίες ανταποκρίνονται τοπικά και εποχικά. Η συνεργασία με επιστήμονες περιβάλλοντος, υδρολόγους και κοινωνικούς σχεδιαστές καθίσταται απαραίτητη, προκειμένου ο σχεδιασμός να αντανακλά την πολυεπίπεδη φύση του νερού ως πόρου, οικοσυστήματος και πολιτισμικού συμβόλου. Η τεχνολογική καινοτομία δεν έγκειται μόνο στη χρήση νέων εργαλείων αλλά κυρίως στην αλλαγή του παραδείγματος σχεδιασμού: από έργα που ελέγχουν το νερό, σε έργα που συνεργάζονται με αυτό, ενσωματώνοντάς το στον πυρήνα της αστικής εμπειρίας με λειτουργικούς, κοινωνικούς και περιβαλλοντικούς όρους.

Η διαχείριση του νερού στον αστικό και παράκτιο χώρο δεν μπορεί να νοηθεί σήμερα έξω από ένα πλαίσιο πολυεπίπεδης συνεργασίας, όπου η αρχιτεκτονική, η τεχνολογία και οι περιβαλλοντικές επιστήμες συνδυάζονται για τη δημιουργία ανθεκτικών και βιώσιμων συστημάτων. Από τα ιστορικά υδραγωγεία έως τις σύγχρονες «έξυπνες» υποδομές, η υδάτινη αρχιτεκτονική αποδεικνύει διαχρονικά τη δυνατότητά της να συνδέει το φυσικό με το πολιτισμικό, και την τεχνική λειτουργία με τη

δημόσια ζωή. Ωστόσο, κανένα από τα παραδείγματα που εξετάστηκαν δεν θα ήταν ουσιαστικά επιτυχημένο χωρίς την κοινωνική αποδοχή και ενεργή συμμετοχή. Η ενσωμάτωση των τοπικών κοινοτήτων στον σχεδιασμό και τη φροντίδα των υδάτινων έργων αναδεικνύεται ως κρίσιμος παράγοντας για τη βιωσιμότητα των παρεμβάσεων. Η γνώση των κατοίκων, η εμπειρία της καθημερινής σχέσης με το τοπίο, αλλά και η πολιτισμική μνήμη που συνοδεύει το νερό ως τόπο και σύμβολο, αποτελούν ανεκτίμητους πόρους στον σχεδιασμό έργων με μακροπρόθεσμο αντίκτυπο. Η αρχιτεκτονική, επομένως, δεν δρα σε κενό, αλλά μέσα σε κοινωνικά και οικολογικά πλέγματα. Ο ρόλος της σήμερα είναι να ενορχηστρώνει τη σύγκλιση επιστημονικών εργαλείων, τεχνολογικών δυνατοτήτων και κοινωνικών αναγκών σε ένα συνεκτικό όραμα. Αυτό προϋποθέτει τη μετάβαση από παθητικές μορφές υποδομής σε «ζωντανά» έργα, ανοιχτά στην αλλαγή, στη μάθηση και στη διαπραγμάτευση με το τοπικό πλαίσιο. Η επόμενη γενιά υδάτινων έργων δεν θα κριθεί μόνο από την τεχνική της επιτυχία, αλλά από τη δυνατότητά της να διαμορφώσει βιώσιμες σχέσεις μεταξύ ανθρώπων, τόπου και νερού. Η συμμετοχή των κοινοτήτων δεν είναι απλώς υποστήριξη, αλλά συστατικό του ίδιου του σχεδιασμού.

βιβλιογραφία

An, D.W. and Lee, J.Y., 2019. Influence and sustainability of the concept of landscape seen in Cheonggye stream and Suseongdong valley restoration projects. *Sustainability*, **11(4), p.1126.**

An, Y. and Lee, D., 2019. Public participation in urban waterway redevelopment: Lessons from Cheonggyecheon. *Sustainability*, **11(8), 2255.**

Angelakis, A.N. and Koutsoyiannis, D., 2003. Urban water engineering and management in ancient Greece. pp.1–15.

Angelakis, A.N., Koutsoyiannis, D. and Tchobanoglous, G., 2012. Urban water engineering and management in ancient civilizations. *Water*, **4(3), pp.394–419.**

Angelakis, A.N., Mays, L.W., Koutsoyiannis, D. and Mamassis, N., 2012. Evolution of water supply through the millennia. In: Mays, L.W. (ed.) *Ancient Water Technologies*. **Springer.**

Bergdoll, B. and Architecture Research Office, 2010. *Rising Currents: Projects for New York's Waterfront*. **New York: MoMA Publications.**

Berking, J. (ed.), 2018. *Water Management in Ancient Civilizations*. **Berlin:** *Berlin Studies of the Ancient World*.

Bogdan, E.A., Beckie, M.A. and Caine, K.J., 2022. Making room for nature? Applying the Dutch Room for the River approach to flood risk management in Alberta, Canada. *International Journal of River Basin Management*, **20(2), pp.153–165.**

Chao, K.W., 2015. *Symbiotic Urban Parks: Exploring Design Aesthetics, User Experiences and Ecological Services*. **Doctoral dissertation, University of Guelph.**

De Castro Mazarro, A., George Kaliaden, R., Wende, W. and Egermann, M., 2023. Beyond urban ecomodernism: How can degrowth-aligned spatial practices enhance urban sustainability transformations. *Urban Studies*, **60(7), pp.1304-1315.**

De Feo, G., Antoniou, G., Fardin, H.F., El-Gohary, F., Zheng, X.Y., Reklaityte, I., Butler, D. and Yannopoulos, S., 2010.

The historical development of water and wastewater management: A global perspective. *Water Science & Technology*, **61(2), pp.623–636.**

Diamond, G.A., 2016. *An exploration of the opportunities to improve the ecological function of the shoreline at Northeast False Creek*.

Donovan, E., Pelsmakers, S. and Kozminska, U., 2021. Rethinking Nordic urban harbour development – a sustainable perspective. *Nordic Journal of Architectural Research*, **33(2), pp.142–174.**

Drenthen, M., 2009. Ecological restoration and place attachment: emplacing non-places. *Environmental Values*, **18(3), pp.285–312.**

Education, 155(1), pp.1-10. https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1936-704X.2015.03190.x

Forsyth, K.J., 2021. *Where Have All the Flowers Gone? Searching for Answers in Contemporary Practice*. **Rutgers The State University of New Jersey, School of Graduate Studies.**

García-Ruiz, J.M., et al., 2011. Mediterranean water resources in a global change scenario. *Earth-Science Reviews*, **105(3–4), pp.121–139.**

Gleick, P.H., 2003. *Water use*. *Annual Review of Environment and Resources*, **28, pp.275–314.**

Gönül, H., 2022. The building edge as public space: Discussing the contemporary design approach with five projects from Copenhagen. *Kent Akademisi*, **15(2), pp.798–818.**

GWP (Global Water Partnership), 2000. *Integrated Water Resources Management*. **TAC Background Paper No. 4.**

Kim, 2018. *History, Narrative, and Production in the Cheonggyecheon Reconstruction*.

Kim, J., 2018. Urban stream restoration and ecological health in Seoul: The case of Cheonggyecheon. *Journal of Urban Ecology*, **4(1), juy025.**

Kingwell, M. and Turmel, P., eds., 2009. *Rites of way: The politics and poetics of public space*. **Wilfrid Laurier University Press.**

Klijn, F., de Bruin, D., de Hoog, M.C., Jansen, S. and Sijmons, D.F., 2013. Design quality of room-for-the-river measures in the Netherlands: role and assessment of the quality team (Q-team). *International Journal of River Basin Management*, **11(3), pp.287–299.**

Kozlovsky, R. and Grobman, Y.J., 2017. The blue garden: coastal infrastructure as ecologically enhanced wavescapes. *Landscape Research*, **42(5), pp.439-454.**

Lah, T.J., 2019. The dilemma of Cheonggyecheon restoration in Seoul. *Development of learning materials and methodological support on sustainable production and consumption. ProsPER.Net Joint Research Project*. **Available at: https://prospernet.ias.unu.edu/wp-content/uploads/2012/09/SPC-learning-case-2_final.pdf**

Lee, J. and Jung, M., 2016. Economic and social impacts of Cheonggyecheon restoration. *Korean Journal of Urban Studies*, **22(2), pp.145–167.**

Lee, M. and Jung, I., 2016. Assessment of an urban stream restoration project by cost-benefit analysis: The case of Cheonggyecheon stream in Seoul, South Korea. *KSCE Journal of Civil Engineering*, **20, pp.152-162.**

Liudmyla, R., 2023. Guidelines for "Blue-Green" Urban Infrastructure: Adaptive Model and its Structural Elements. *Landscape Architecture and Art*, **22(22), pp.147-156.**

Marino, M., 2024. *Designing More Permeable Urban Areas Based on Green Solutions: Comparing Practices in Copenhagen and Porto*. **Master's thesis, Universidade do Porto.**

Marrone, J., Zhou, S., Brashear, P., Howe, B. and Baker, S., 2019. Numerical and Physical Modeling to Inform Design of the Living Breakwaters Project, Staten Island, New York. *Coastal Structures 2019*, **pp.1044-1054.**

Mays, L.W., Koutsoyiannis, D. and Angelakis, A.N., 2007. A brief history of urban water supply in antiquity. *Water Science and Technology: Water Supply*, **7(1), pp.1–12.**

Mazurek, O., 2020. *THERE WILL BE FLOOD: Resilient architecture for sea level rise*.

McCully, P., 2001. *Silenced Rivers: The Ecology and Politics of Large Dams*. **London: Zed Books.**

Meissner, R., Funke, N., Nienaber, S. and Ntombela, C., 2013. *The status quo of research on South Africa's water resource management institutions*. *Water SA*, **39(5), pp.721–732.**

Moosavi, S., 2017. Ecological coastal protection: pathways to living shorelines. *Procedia Engineering*, **196, pp.930-938.**

Postel, S. and Richter, B., 2003. *Rivers for Life: Managing Water for People and Nature*. **Washington, DC: Island Press.**

Redpath, N., 2014. *Revitalizing the Vancouver Viaducts: Recommendations for Implementing Parks and Public Space Beneath the Georgia and Dunsmuir Street Viaducts in Vancouver, British Columbia*.

Roden, T.M., 2017. *A Landscape of Possibilities: On Landscape Urbanism in Danish (Sub) Urban Development Projects*.

Ruban, L., 2023. Guidelines for "Blue-Green" Urban Infrastructure: Adaptive Model and its Structural Elements. *Landscape Architecture and Art*, **22(22), pp.147-156.**

Shannon, E., 2018. *Resilient architecture: Adaptive community living in coastal locations*.

Shibley, R.G., 2011. Partnering strategies for the urban edge: 2011 Rudy Bruner Award for Urban Excellence. *Bruner Foundation*.

Sordi, J., 2018. Framing the Open (Urban) Project: Insights from Landscape and Ecology. *Materia Arquitectura*, **(18), pp.123-128.**

Triman, J.G., 2014. *Local Wisdom: Unearthing Urban Nature through Community Research + Design*. **Doctoral dissertation. University of Virginia.**

UNEP, 2012. *Green Infrastructure Guide for Water Management*. **Nairobi: United Nations Environment Programme.**

UNESCO, 2020. *World Water Development Report: Water and Climate Change*. **Paris: UNESCO.**

Van den Boom, N., Boos, A. and Konstantas, D., 2024. AVENUE site demonstrators: Geneva, Lyon, Luxembourg, and Copenhagen. In: *Automated Vehicles as a Game Changer for Sustainable Mobility*, **pp.15.**

van den Brink, M., Edelenbos, J., van den Brink, A., Verweij, S., van Etteger, R. and Busscher, T., 2019. To draw or

to cross the line? The landscape architect as boundary spanner in Dutch river management. *Landscape and Urban Planning*, **186, pp.13–23.**

van Vuren, S., Paarlberg, A. and Havinga, H., 2015. The aftermath of "Room for the River" and restoration works: Coping with excessive maintenance dredging. *Journal of Hydro-Environment Research*, **9(2), pp.172–186.**

Vreudenhil, H., Slinger, J., Kater, E. and Thissen, W., 2010. The influence of scale preferences on the design of a water innovation: a case in Dutch river management. *Environmental Management*, **46, pp.29–43.**

Vuorinen, H.S., Juuti, T.S. and Katko, T.S., 2007. History of water and health from ancient civilizations to modern times. *Water Science & Technology: Water Supply*, **12(1), pp.49–56.**

Wakefield, S., 2020. Making nature into infrastructure: The construction of oysters as a risk management solution in New York City. *Environment and Planning E: Nature and Space*, **3(3), pp.761-785.**

Waldheim, C., 2002. *Landscape Urbanism: A Genealogy*. *PRAXIS: Journal of Writing + Building*, **No. 4,** *Landscapes*, **pp.10–17. Published by: PRAXIS, Inc.**

Waldheim, C., 2006. *The Landscape Urbanism Reader*. **New York: Princeton Architectural Press.**

Warner, J. and Van Buuren, A., 2011. Implementing room for the river: Narratives of success and failure in Kampen, the Netherlands. *International Review of Administrative Sciences*, **77(4), pp.779–801.**

Waterfront Toronto, 2023. *Central Waterfront*. **[online] Available at: https://www.waterfronttoronto.ca/our-projects/scope-scale/central-waterfront [Accessed 17 May 2025].**

White, J.T., 2014. Design by competition and the potential for public participation: Assessing an urban design competition on Toronto's waterfront. *Journal of Urban Design*, **19(4), pp.541–564.**

Wolsink, M., 2006. River basin approach and integrated water management: Governance pitfalls for the Dutch Space-Water-Adjustment Management Principle. *Geoforum*, **37(4), pp.473–487.**

Zevenbergen, C., Rijke, J., Van Herk, S. and Bloemen, P.J.T.M., 2015. Room for the river: A stepping stone in adaptive

delta management. *International Journal of Water Governance*, **3(3), pp.121–140.**

Zevenbergen, C., Rijke, J., Van Herk, S., Ludy, J. and Ashley, R., 2013. Room for the River: International relevance. *Water Governance*, **3(2), pp.24–31.**

Zingoni de Baro, M.E., 2022. Singapore Case Study. In: *Regenerating Cities: Reviving Places and Planet*. **Cham: Springer International Publishing, pp.163-206.**

Χεκιμόγλου, Ε., 2014. *Υδατινή Ιστοριογραφία: Χρονικό της διαχείρισης του νερού στην Αττική*.

Διαδικτυακές πηγές:

ArchDaily, 2011. *Toronto Central Waterfront / West 8 and DTAH*. **[online] Available at: https://www.archdaily.com/111635/toronto-central-waterfront-west-8-and-dtah [Accessed 17 May 2025].**

ArchDaily, 2014. *BIG's BIG U to Shield New York City from Flood Waters*. **[online] Available at: https://www.archdaily.com/485291/big-s-big-u-to-shield-new-york-city-from-flood-waters**

ArchDaily, n.d. *Bishan-Ang Mo Kio Park*. **[online] Available at: https://www.archdaily.com/331224/bishan-ang-mo-kio-park-atelier-dreiseitl [Accessed 12 May 2025].**

ArchDaily, n.d. *Brooklyn Bridge Park – MVVA*. **[online] Available at: https://www.archdaily.com/422845/brooklyn-bridge-park-mvva**

ArchDaily, n.d. *Cheonggyecheon Stream Restoration, Seoul, South Korea*. **[online] Available at: https://www.archdaily.com/899054/cheonggyecheon-stream-restoration-seoul-south-korea**

ArchDaily, n.d. *Homepage*. **[online] Available at: https://www.archdaily.com [Accessed 17 May 2025].**

ArchDaily, n.d. *Living Breakwaters*. **[online] Available at: https://www.archdaily.com [Accessed 12 May 2025].**

Atelier Dreiseitl, n.d. *Bishan-Ang Mo Kio Park*. **[online] Available at: https://www.dreiseitlconsulting.com/ [Accessed 12 May 2025].**

BIG, n.d. *The BIG U – Bjarke Ingels Group*. **[online] Available at: https://big.dk/#projects-bigu**

BIG, n.d. *The BIG U – Bjarke Ingels Group*. **[online] Available at: https://big.dk/#projects-bigu [Accessed 12 May 2025].**

Bjarke Ingels Group, 2014. *Rebuild by Design: The BIG U*. **[online] Available at: https://www.rebuildbydesign.org/our-work/all-proposals/winning-projects/big-u/**

Bjarke Ingels Group, 2014. *Rebuild by Design: The BIG U*. **[online] Available at: https://www.rebuildbydesign.org/our-work/all-proposals/winning-projects/big-u/ [Accessed 12 May 2025].**

Brooklyn Bridge Park, n.d. *Brooklyn Bridge Park*. **[online] Available at: https://www.brooklynbridgepark.org/**

Canadian Architect, n.d. *Homepage*. **[online] Available at: https://www.canadianarchitect.com [Accessed 17 May 2025].**

COBE, n.d. *Nordhavn – A City of the Future*. **[online] Available at: https://cobe.dk/projects/nordhavn [Accessed 17 May 2025].**

Commons Wikimedia, n.d. *Category: Brooklyn Bridge Park*. **[online] Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Brooklyn_Bridge_Park**

Commons Wikimedia, n.d. *Category: Cheonggyecheon*. **[online] Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Cheonggyecheon**

Commons Wikimedia, n.d. *Category: Living Breakwaters*. **[online] Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Living_Breakwaters [Accessed 12 May 2025].**

Dezeen, 2022. *Adjaye unveils mass timber buildings for Toronto waterfront*. **[online] Available at: https://www.dezeen.com/2022/02/23/adjaye-mass-timber-plants-for-toronto-waterfront/ [Accessed 17 May 2025].**

Dezeen, n.d. [online] Available at: https://www.dezeen.com/

Dezeen, n.d. *Living Breakwaters*. **[online] Available at: https://www.dezeen.com/ [Accessed 12 May 2025].**

Dutch Water Sector, n.d. *Room for the River Programme*. **[online] Available at: https://www.dutchwatersector.com/news/room-for-the-river-programme [Accessed 17 May 2025].**

Ecological Design Lab, 2017. *Toronto Waterfront Revitalization Project*. **[pdf] Available at: https://ecologicaldesignlab.ca/site/uploads/2017/04/WOT-Toronto-Guide_RU-Grad-Group-reduced-1.pdf [Accessed 17 May 2025].**

Eissa, A.E. and Zaki, M.M., 2011. The impact of global climatic changes on the aquatic environment. *Procedia Environmental Sciences*, **4, pp.251–259. Available at: https://www.researchgate.net/profile/Alaa-Eissa-2/publication/251717607_The_impact_of_global_climatic_changes_on_the_aquatic_environment/links/0c96052b0d8b639971000000/The-impact-of-global-climatic-changes-on-the-aquatic-environment.pdf [Accessed 17 May 2025].**

European Commission, 2025. *CORDIS Project Report - Project ID: 282656*. **[online] Available at: https://cordis.europa.eu/project/id/282656/reporting [Accessed 17 May 2025].**

H+N+S Landscape Architects, n.d. *Homepage*. **[online] Available at: https://www.hnsland.nl/en [Accessed 17 May 2025].**

HCR NY, n.d. *Living Breakwaters Project Home*. **[online] Available at: https://hcr.ny.gov/living-breakwaters-project-home [Accessed 12 May 2025].**

Hodge, A.T., 2002. *Roman Aqueducts & Water Supply*. **London: Duckworth Publishers. Available at: https://archive.org/details/t.-hodge-roman-aqueducts-and-water-supply-2002-compressed/mode/2up [Accessed 17 May 2025].**

Holliday, C. and Ravit, B., 2015. *Urban Coastal Resilience: Designing the BIG U in New York*. **Rutgers Climate Institute.**

[online] Available at: https://climate.rutgers.edu

Holliday, C. and Ravit, B., 2015. *Urban Coastal Resilience: Designing the BIG U in New York*. **Rutgers Climate Institute. [online] Available at: https://climate.rutgers.edu [Accessed 12 May 2025].**

http://armng.wordpress.com/2010/10/06/ilissos [Accessed 17 May 2025].

https://el.wikipedia.org/wiki/Ιλισός [Accessed 17 May 2025].

Islam, S. and Repella, A.C., 2015. *Water diplomacy: A negotiated approach to manage complex water problems*. *Journal of Contemporary Water Research & Education*, **155(1), pp.1–10. Available at: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1936-704X.2015.03190.x**

Koolhaas, R. and OMA/AMO, 2020. *Countryside: The Future*. **Guggenheim Museum Exhibition Catalogue. Available at: https://www.oma.com/projects/countryside-the-future**

Koolhaas, R., 2012. *Countryside*. *Icon Magazine*, **25 April. Available at: https://www.oma.com/lectures/countryside**

Koolhaas, R., 2020. *Countryside, A Report*. **Köln: Taschen. Available at: https://www.oma.com/publications/countryside-a-report**

Landezine, n.d. *Homepage*. **[online] Available at: https://landezine.com [Accessed 17 May 2025].**

Landscape Architecture Foundation, n.d. *Brooklyn Bridge Park - Case Study Investigation*. **[online] Available at: https://www.lafoundation.org/projects/case-study-investigation/brooklyn-bridge-park**

Landscape Architecture Magazine, n.d. *Homepage*. **[online] Available at: https://landscapearchitecturemagazine.org [Accessed 17 May 2025].**

Landscape Institute, n.d. *Bishan-Ang Mo Kio Park*. **[online] Available at: https://www.landscapeinstitute.org/case-studies/bishan-ang-mo-kio-park/ [Accessed 12 May 2025].**

MoMA, 2010. *Rising Currents – MoMA Exhibition Archive*. **[online] Available at: www.moma.org [Accessed 17 May 2025].**

Mukherjee, S., Rizvi, S.S., Biswas, G., Paswan, A.K., Vaiphei, S.P., Warsi, T. and Mitran, T., 2023. *Aquatic ecosystems under influence of climate change and anthropogenic activities: potential threats and its mitigation strategies*. **In:** *Hydrogeochemistry of Aquatic Ecosystems*, **pp.307–331. Available at: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/9781119870562.ch14**

MVVA Inc., n.d. *Brooklyn Bridge Park*. **[online] Available at: https://www.mvvainc.com/projects/brooklyn-bridge-park**

OECD OPSI, n.d. *The Room for the River Programme: Giving Rivers Space to Roam*. **[online] Available at: https://oecd-opsi.org/innovations/the-room-for-the-river-programme-giving-rivers-space-to-roam/ [Accessed 17 May 2025].**

Pinterest, n.d. *Brooklyn Bridge Park MVVA*. **[online] Available at: https://www.pinterest.com/search/pins/?q=brooklyn%20bridge%20park%20mvva**

Ramboll, 2022. *Nordhavn: Blueprint for a 5-minute city*. **[online] Available at: https://www.ramboll.com/en/projects/denmark/nordhavn [Accessed 17 May 2025].**

Ramboll, n.d. *Bishan-Ang Mo Kio Park*. **[online] Available at: https://ramboll.com/projects/rd/bishan-ang-mo-kio-park [Accessed 12 May 2025].**

Rebuild by Design, 2014. *The BIG U*. **[online] Available at: https://www.rebuildbydesign.org [Accessed 12 May 2025].**

Rebuild by Design, 2014. *Toronto Waterfront Redevelopment*. **[online] Available at: https://www.rebuildbydesign.org [Accessed 17 May 2025].**

Rebuild by Design, n.d. *Living Breakwaters*. **[online] Available at: https://www.rebuildbydesign.org/project/living-breakwaters/ [Accessed 12 May 2025].**

Riskowski, J.L., Todd, C.D., Wee, B., Dark, M. and Harbor, J., 2009. Exploring the effectiveness of an interdisciplinary water resources engineering module in an eighth grade science course. International journal of engineering education, 25(1), p.181. https://citeseerx.ist.psu.edu/document?repid=rep1&type=pdf&doi=e186eca7bc20901d0be8ab2afc78b405b7a15cf6

River Restoration Centre (RRC), 2025. *Manual of River Restoration Techniques*. **[online] Available at: https://www.therrc.co.uk/manual-river-restoration-techniques [Accessed 17 May 2025].**

Ruimte voor de Rivier, n.d. *Room for the River Programme – English*. **[online] Available at: https://www.ruimtevoorderivier.nl/english/ [Accessed 17 May 2025].**

Scape Studio, n.d. *Living Breakwaters*. **[online] Available at: https://www.scapestudio.com/projects/living-breakwaters/ [Accessed 12 May 2025].**

Scribd, n.d. *Critical Review of the Cheonggyecheon*. **[online] Available at: https://www.scribd.com/document/14892153/Critcal-Review-of-the-Cheonggyecheon**

Seoul Metropolitan Government, n.d. *Cheonggyecheon Restoration Project (Seoul Solution)*. **[online] Available at: https://www.seoulsolution.kr/sites/default/files/policy/%5BEN%5DCheong%20Gye%20Cheon%20Restoration%20Project.pdf**

Seoul Metropolitan Government, n.d. *Urban Planning – Cheonggyecheon*. **[online] Available at: https://english.seoul.go.kr/policy-information/urban-planning/cheonggyecheon/**

STOWA, n.d. *Room for the River – Deltafacts*. **[online] Available at: https://www.stowa.nl/deltafacts/waterveiligheid/waterveiligheidsbeleid-en-regelgeving/room-river [Accessed 17 May 2025].**

STOWA, n.d. *Room for the River EN – Deltafacts PDF*. **[online] Available at: https://www.stowa.nl/sites/default/files/assets/DELTAFACTS/Deltafacts%20E%20PDF%20nieuw%20format/Room%20for%20the%20river%20EN.pdf [Accessed 17 May 2025].**

The Cultural Landscape Foundation (TCLF), n.d. *Brooklyn Bridge Park*. **[online] Available at: https://tclf.org/landscapes/brooklyn-bridge-park**

UNESCO, 2000. *Mount Qingcheng and the Dujiangyan Irrigation System*. **[online] Available at: https://whc.unesco.org/en/list/1001 [Accessed 17 May 2025].**

UNESCO, 2014. *Water and Culture*. **[online] Available at: https://en.unesco.org/themes/water-security/hydrology/water-culture [Accessed 17 May 2025].**

UNESCO, 2020. *World Water Development Report: Water and Climate Change*. **Available at: https://www.unesco.org/en/wwap/wwdr/2020 [Accessed 17 May 2025].**

UN-Habitat, 2020. *Enhancing Climate Resilience in Cities*. **[online] Available at: https://unhabitat.org/topic/climate-change [Accessed 12 May 2025].**

Unknown Author, 2012. Dujiangyan Irrigation System - History and Challenge. *HydroLink*, **2012(3), pp.25–28. Available through: International Association for Hydro-Environment Engineering and Research (IAHR).**

urbannext, n.d. *Room for the River*. **[online] Available at: https://urbannext.net/room-for-the-river/ [Accessed 17 May 2025].**

Waterfront Toronto, n.d. *Waterfront Toronto*. **[online] Available at: https://www.waterfronttoronto.ca [Accessed 17 May 2025].**

West 8, n.d. *Homepage*. **[online] Available at: https://www.west8.com [Accessed 17 May 2025].**

West 8, n.d. *Toronto Central Waterfront*. **[online] Available at: https://www.west8.com/projects/toronto-central-waterfront/ [Accessed 17 May 2025].**

Whitehead, P.G., Wilby, R.L., Battarbee, R.W., Kernan, M. and Wade, A.J., 2009. A review of the potential impacts of climate change on surface water quality. *Hydrological Sciences Journal*, **54(1), pp.101–123. Available at: https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1623/hysj.54.1.101 [Accessed 17 May 2025].**

Wikimedia Commons, n.d. *Category: Room for the River*. **[online] Available at: https://commons.wikimedia.org/wiki/Category:Room_for_the_River [Accessed 17 May 2025].**

Yadava, P.K., Kumar, H., Singh, A., Kumar, V. and Verma, S., 2023. *Impact of climate change on water quality and its assessment*. **In:** *Visualization Techniques for Climate Change with Machine Learning and Artificial Intelligence*, **pp.39–54.**

Elsevier. Available at: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780323997140000029

Zheng, X., Kazemi, E., Gabreil, E., Liu, X. and Chen, R., 2020. Sustainability of the Dujiangyan Irrigation System for over 2000 Years: A Numerical Investigation of the Water and Sediment Dynamic Diversions. *Sustainability*, **12(6), p.2431. Available at: https://doi.org/10.3390/su12062431 [Accessed 17 May 2025].**

Zheng, X.Y., 2015. The ancient urban water system construction of China: the lessons from history for a sustainable future. *International Journal of Global Environmental Issues*, **14(3–4), pp.187–199. Available at: https://doi.org/10.1504/IJGENVI.2015.071864 [Accessed 17 May 2025].**

ZUS [Zones Urbaines Sensibles], n.d. *Homepage*. **[online] Available at: https://zus.cc [Accessed 17 May 2025].**

πηγές φωτογραφιών

[Εικόνα 1] Berking, J. (ed.). (2018). *Water Management in Ancient Civilizations*. Berlin Studies of the Ancient World.

[Εικόνα 2] Berking, J. (ed.). (2018). *Water Management in Ancient Civilizations*. Berlin Studies of the Ancient World.

[Εικόνα 3] JW.org (n.d.). *Available at:* https://www.jw.org/el [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 4] Hydria Project (n.d.). *Available at:* https://hydriaproject.info/el/case-studies/sadd-al-kafara-the-oldest-dam-in-the-world/setting [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 5] To Vima. (2017). *Available at:* https://www.tovima.gr/2017/04/25/society/eypalineio-orygma-ena-thayma-arxaias-mixanikis-anoigei-gia-to-koino/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 6] Eilissos. (n.d.). *Available at:* http://www.eilissos.gr/epsiloniotalambdaiotasigmasigma972sigmaf--omicron-piomicrontaualphamu972sigmaf.html [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 7] Armng.wordpress.com (n.d.). *Available at:* https://armng.wordpress.com [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 8] Olympia.gr (n.d.). *Available at:* https://www.olympia.gr/1535846/viral/ilisos-o-ieros-potamos-tis-athinas-2/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 9] Armng.wordpress.com (2010). *Available at:* http://armng.wordpress.com/2010/10/06/ilissos [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 10] Geomythiki.blogspot.com (2018). *Available at:* https://geomythiki.blogspot.com/2018/09/blog-post_10.html [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 11] UNESCO (n.d.). *Available at:* https://whc.unesco.org/en/list/1001/gallery/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 12] UNESCO (n.d.). *Available at:* https://whc.unesco.org/en/list/1001/gallery/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 13] Wikipedia (n.d.). *Map showing the plan of the Dujiangyan project.* Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Dujiangyan#/media/File:Dujiangyan.png [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 14] UNESCO (n.d.). *Available at:* https://www.unesco.org/en/articles/dujiangyan-water-releasing-festival-was-successfully-held [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 15–20] Ritchie, H. and Roser, M. (n.d.). *Water use stress.* Available at: https://ourworldindata.org/water-use-stress [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 21] NASA Earth Observatory (n.d.). *Available at:* https://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/154000/154249/midwestfloodingwide_pho_2025_lrg.jpg [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 22] Climate.gov (n.d.). *Available at:* https://www.climate.gov/news-features/understanding-climate/climate-change-

global-temperature [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 23] Climate Central (n.d.). *Available at:* https://www.climatecentral.org/climate-matters/2022-in-review-global-temperature [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 24–25] MET Group (n.d.). *Available at:* https://group.met.com/en/mind-the-fyouture/mindthefyouture/pollution-of-the-environment [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 26] Wikipedia (n.d.). *Sardar Sarovar Dam.* Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Sardar_Sarovar_Dam [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 27] Offlinepost.gr (2024). *Available at:* https://www.offlinepost.gr/2024/01/09/san-simera-9-ianouariou-1960-xekina-i-kataskeui-tou-fragmatos-tou-asouan/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 28] Mozaweb (n.d.). *Available at:* https://www.mozaweb.hu/el/Extra-Montela_3D-Fragma_toy_Asoyan-655539 [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 29] To Vima. (2008). *Available at:* https://www.tovima.gr/2008/11/25/world/ektonwsan-to-fragma-tis-karimpa/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 30] Scenario Journal (n.d.). *An interview with Charles Waldheim.* Available at: https://scenariojournal.com/article/an-interview-with-charles-waldheim/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 31] Re-thinkingthefuture.com (n.d.). *What architects must know about landscape urbanism.* Available at: https://www.re-thinkingthefuture.com/rtf-fresh-perspectives/a2064-what-architects-must-know-about-landscape-urbanism/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 32] ArchDaily (n.d.). *12 projects that show how landscape urbanism is changing the face of cities.* Available at: https://www.archdaily.com/784842/12-projects-that-show-how-landscape-urbanism-is-changing-the-face-of-cities [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 33] Corner, J. and MacLean, A. (n.d.). *Taking Measures Across the American Landscape.*

[Εικόνα 34] Corner, J. and MacLean, A. (n.d.). *Taking Measures Across the American Landscape.*

[Εικόνες 35–39] MoMA (2010). *Rising Currents – MoMA Exhibition Archive.* Available at: www.moma.org [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 40–41] Koolhaas, R. et al. (2020). *Countryside: A Report.* Cologne: Taschen.

[Εικόνα 42] OMA (n.d.). *Countryside: The Future.* Available at: https://www.oma.com/projects/countryside-the-future [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 43] L'Architecture d'Aujourd'hui (1985). *Amenagement de la Baie de Koutavos in Argostoli.*, p. 70.

[Εικόνα 44] L'Architecture d'Aujourd'hui (1985). *Amenagement de la Baie de Koutavos in Argostoli.*, p. 67.

[Εικόνα 45] L'Architecture d'Aujourd'hui (1985). *Amenagement de la Baie de Koutavos in Argostoli.*, pp. 64–65.

[Εικόνες 46–49] ArchDaily (n.d.). *Toronto Central Waterfront – West 8 and DTAH.* Available at: https://www.archdaily.com/111635/toronto-central-waterfront-west-8-and-dtah [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 50–52] Azure Magazine (n.d.). *Toronto Waterfront: 12 new developments.* Available at: https://www.azuremagazine.com/article/toronto-waterfront-12-new-developments/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 54] STOWA / Rijkswaterstaat (n.d.). *Room for the river.* Available at: https://www.stowa.nl/deltafacts/waterveiligheid/waterveiligheidsbeleid-en-regelgeving/room-river [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 55–59] Urbannext.net (n.d.). *Room for the river.* Available at: https://urbannext.net/room-for-the-river/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 60–61] Portusonline.org (n.d.). *The transformation of Nordhavn, Copenhagen.* Available at: https://portusonline.org/the-transformation-of-nordhavn-copenhagen/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 62–67] COBE (n.d.). *Nordhavn Masterplan.* Available at: https://www.cobe.dk/projects/nordhavn [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 68, 70–74] MVVA Inc. (n.d.). *Brooklyn Bridge Park.* Available at: https://www.mvvainc.com/projects/brooklyn-bridge-park [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 75] Kurikawa, T.K. (n.d.). *Cheonggyecheon stream and Seoul cityscape.* Image via Shutterstock. Available at: https://www.shutterstock.com/image-photo/cheonggyecheon-stream-seoul-cityscape-1512094030 [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 76] National Museum of Korean History. (1972). *Elevated highway over Cheonggye stream.* Image via Wikipedia under license KOGL Type 1. Available at: https://en.wikipedia.org/wiki/Cheonggyecheon [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 77] Khanh, N. (2017). *Lantern festival at the Cheongye stream.* Image via Shutterstock.

[Εικόνα 78] Trabantos (n.d.). *Cheonggyecheon stream in Seoul, Korea.* Image via Shutterstock.

[Εικόνες 79–81] Landscapeperformance.org (n.d.). *Cheonggyecheon Stream Restoration Project.* Available at: https://www.landscapeperformance.org/case-study-briefs/cheonggyecheon-stream-restoration-project [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 82, 85] Rebuild By Design (n.d.). *The Big U.* Available at: https://rebuildbydesign.org/work/funded-projects/the-big-u/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 83–84] ArchDaily (n.d.). *The Big U: BIG's New York City Vision for Rebuild By Design.* Available at: https://www.archdaily.com/493406/the-big-u-big-s-new-york-city-vision-for-rebuild-by-design [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 86–87] Arquitectura Viva (n.d.). *Proyecto The Big U.* Available at: https://arquitecturaviva.com/works/proyecto-the-big-u [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 88–89] Dreiseitl Consulting (n.d.). *Bishan–Ang Mo Kio Park.* Available at: https://www.dreiseitlconsulting.com/bishan-ang-mo-kio-park [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 90–94] Dreiseitl Consulting (n.d.). *Bishan–Ang Mo Kio Park.* Available at: https://www.dreiseitlconsulting.com/bishan-ang-mo-kio-park [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 95] ASLA (2016). *ASLA 2016 Awards: Bishan–Ang Mo Kio Park.* Available at: https://www.asla.org/2016awards/169669.html [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνες 96–100] Scape Studio (n.d.). *Living Breakwaters.* Available at: https://www.scapestudio.com/projects/living-breakwaters/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 101] New York State Homes and Community Renewal (HCR) (n.d.). *Living Breakwaters Project Home.* Available at: https://hcr.ny.gov/living-breakwaters-project-home [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 102] Obel Award (n.d.). *Living Breakwaters.* Available at: https://obelaward.org/winner/living-breakwaters/ [Accessed 8 June 2025].

[Εικόνα 103] Prior, T. (2021). *The seas are rising — Could oysters protect us? The New Yorker.* Available at: https://www.newyorker.com/magazine/2021/08/09/the-seas-are-rising-could-oysters-protect-us [Accessed 8 June 2025].