

Η ΠΡΟΚΛΗΣΗ ΤΗΣ ΕΝΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ ΚΑΙ Η ΣΗΜΑΣΙΑ ΤΟΥ ΑΡΧΙΤΕΚΤΟΝΙΚΟΥ ΣΧΕΔΙΑΣΜΟΥ ΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ

Ρ. Ιωαννίδης

Μεταδιδακτορικός Ερευνητής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Γ.-Φ. Σαργέντης

Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Α. Ευστρατιάδης

Επίκουρος Καθηγητής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Ν. Μαμάσης

Καθηγητής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Δ. Κουτσογιάννης

Ομότιμος Καθηγητής, Σχολή Πολιτικών Μηχανικών ΕΜΠ

Λέξεις κλειδιά: Φράγματα, αρχιτεκτονική, τοπίο, έργα ανανεώσιμης ενέργειας

ΠΕΡΙΛΗΨΗ: Οι επιπτώσεις των έργων υποδομής στο τοπίο απασχολούν όλο και περισσότερο την κοινή γνώμη. Την τελευταία δεκαετία, ιδιαίτερη έμφαση έχει δοθεί στα αιολικά και τα φωτοβολταϊκά έργα και τις επιδράσεις τους στον φυσικό, πολιτισμικό και αισθητικό χαρακτήρα των τοπίων. Παράλληλα όμως, η προβληματική αυτή αποτέλεσε αφορμή για να έρθει στο προσκήνιο ένα σημαντικό χαρακτηριστικό των φραγμάτων: τα φράγματα είναι από τα λίγα έργα υποδομής που μπορούν να έχουν μετρήσιμη θετική συνεισφορά στα τοπία, συνεισφορά η οποία αποκτά μεγαλύτερη σημασία στο πλαίσιο του τρέχοντος αναβρασμού.

Σε επιστημονικό επίπεδο, η προοπτική θετικής συμβολής των φραγμάτων στο τοπίο σχετίζεται όχι μόνο με τη δημιουργία τεχνητών λιμνών, οι οποίες αποτελούν μια φυσικότροπη μεταβολή του τοπίου, αλλά με την επιδεκτικότητα που παρουσιάζουν τα ίδια τα φράγματα και τα συνοδά τους έργα σε αρχιτεκτονική επεξεργασία. Στην παρούσα εργασία αναλύονται με τεχνικούς, αλλά και κοινωνικούς όρους, τα παραπάνω χαρακτηριστικά. Η έρευνα ξεκινά από μια σύγκριση μεταξύ των επιπτώσεων των βασικών έργων ανανεώσιμης ενέργειας στο τοπίο με μετρήσιμους δείκτες, σύγκριση η οποία περιλαμβάνει τα υδροηλεκτρικά, τα αιολικά και τα φωτοβολταϊκά έργα. Στην συνέχεια και έπειτα από την ανάδειξη της σημασίας των φραγμάτων για το τοπίο, πραγματοποιείται επισκόπηση των βέλτιστων διεθνών πρακτικών στον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό τους, αλλά και ανάλυση των σχετικών προοπτικών για την Ελλάδα. Τέλος, πραγματοποιείται μια σύνοψη των δράσεων επιστημονικής επικοινωνίας και κοινωνικής διάχυσης που έχουν υλοποιηθεί σχετικά με τα παραπάνω αποτελέσματα μέχρι σήμερα από την ερευνητική ομάδα, ως εφελκυστικό για την περαιτέρω αξιοποίηση και προβολή της θετικής αυτής πτυχής των φραγμάτων, εντάσσοντάς την, μεταξύ άλλων, και στην εκπαιδευτική διαδικασία της Σχολής Πολιτικών Μηχανικών του ΕΜΠ.

1 ΕΙΣΑΓΩΓΗ: ΤΟ ΠΡΟΒΛΗΜΑ ΤΗΣ ΕΝΤΑΞΗΣ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΥΠΟΔΟΜΗΣ ΣΤΟ ΤΟΠΙΟ – ΤΟ ΠΑΡΑΔΕΙΓΜΑ ΤΩΝ ΕΡΓΩΝ ΑΠΕ

Η ομαλή ένταξη των έργων υποδομής στο τοπίο αποτελεί μια σημαντική πρόκληση με επίκεντρο τα έργα ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (ΑΠΕ). Μέχρι σήμερα, η εμπειρία από την ανάπτυξη των έργων ΑΠΕ αποδεικνύει ότι η παραμέληση των επιπτώσεων των έργων στα φυσικά και πολιτισμικά χαρακτηριστικά των τοπίων και η

περιθωριοποίηση των κοινοτήτων που επηρεάζονται από αυτές τις επιπτώσεις, μπορεί να οδηγήσει σε έναν φαύλο κύκλο δημόσιας αναταραχής και αναπτυξιακής αβεβαιότητας.

Φυσικά, οι αντιδράσεις απέναντι στα έργα δεν αποδίδονται μόνο στην επίπτωση τους στο τοπίο. Με βάση όμως τη διεθνή βιβλιογραφία αποτελούν συνήθως το βασικό ή ένα από τα βασικά κίνητρα αυτών. Αρκετές φορές βέβαια αυτό δεν αποτυπώνεται στην πράξη, αφού όπως αναφέρεται στις σχετικές δικαστικές διαμάχες η αναφορά στην επίπτωση στο τοπίο συνήθως δεν προτιμάται καθώς αναζητούνται πιο ποσοτικοί δείκτες για τα νομικά επιχειρήματα (Lee, 2017), όπως οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις των έργων. Στην Ελλάδα βέβαια, εντοπίζονται ήδη και αρκετές περιπτώσεις στις οποίες το τοπίο εμφανίζεται και αυτό στις σχετικές δικογραφίες (Ιωαννίδης et al., 2022).

Ενδεικτικά, παρουσιάζονται αρχικά κάποιες από τις περιπτώσεις Αιολικών έργων στην Ελλάδα, σε διάφορα στάδια εξέλιξης, για οποία εντοπίζονταν αντιδράσεις διαφόρων τύπων κατά την περίοδο 2017 και 2018 (Πίνακας 1) από τις τοπικές κοινωνίες. Βέβαια, η αντίδραση έναντι στα έργα ΑΠΕ με επιχειρήματα τις επιπτώσεις τους στο τοπίο δεν αφορά μόνο την Ελλάδα αλλά είναι ένα διεθνές φαινόμενο. Σχετικά προβλήματα έχουν παρουσιαστεί, για παράδειγμα, τις τελευταίες δεκαετίες στην Ευρώπη, σε χώρες όπως η Γαλλία, ή Ολλανδία, η Ισπανία, η Σκωτία και πολλές άλλες (Nadaï and Labussière, 2017; Pasqualetti, 2011; Uytterlinde et al., 2017; Wolsink, 2000). Αντίστοιχα, στις ΗΠΑ, οι νομικές αγωγές με επιχειρήματα σχετικά με το τοπίο, την ορατότητα και την αισθητική όχληση από τα έργα ΑΠΕ είναι συνηθισμένες, τόσο κατά των αιολικών όσο και, σε μικρότερο βαθμό, και κατά των φωτοβολταϊκών έργων (Brown and Escobar, 2007; Butler, 2009; Elkind et al., 2018; Lewis, 2014).

Πίνακας 1. Παραδείγματα αιολικών έργων έναντι στα οποία εμφανίζονταν αντιδράσεις κατά την περίοδο 2017 and 2018*.

Τοποθεσία	Ισχύς (MW)	Αριθμός ανεμογεννητριών	Τύπος αντίδρασης
Πάρος, Νάξος, Τήνος και Άνδρος	218.5	95	Νομικές ενέργειες από την τοπική αυτοδιοίκηση
Σαμοθράκη	110.7	39	Ψηφίσματα από ομάδες πολιτών και συλλόγους
Βέρμιο	465	174	Αρνητική απόφαση από την τοπική αυτοδιοίκηση
Άγραφα	86	40	Νομικές ενέργειες από πολίτες
Σητεία	81	27	Αρνητική απόφαση από την τοπική αυτοδιοίκηση
Κάρυστος	167.9	73	Νομικές ενέργειες από την τοπική αυτοδιοίκηση
Μάνη	103.2	48	Νομικές ενέργειες από πολίτες και συλλόγους
Μονεμβασιά	5.4	5	Νομικές ενέργειες από την τοπική αυτοδιοίκηση

*Τα δεδομένα συλλέχθηκαν από ειδησεογραφικά άρθρα σε εθνικά μέσα μαζικής ενημέρωσης.

Οι διαμάχες για την ένταξη των έργων υποδομής στο τοπίο φυσικά έχουν φυσικά και οικονομικές και αναπτυξιακές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, σε σχέση με την Ελλάδα, η συνολική προβλεπόμενη εγκατεστημένη ισχύς των έργων που παρουσιάζονται στον Πίνακα 1 αθροίζει σε 1237.7 MW, ποσό το οποίο αντιστοιχούσε εκείνη την περίοδο περίπου στη μισή συνολική εγκατεστημένη ισχύ της χώρας, σε αιολικά έργα. Για τα αντίστοιχα φαινόμενα στις ΗΠΑ, σε μελέτη του 2010 από το Εμπορικό Επιμελητήριο, στην οποία συγκεντρωθήκαν και αναλύθηκαν 351 αμφισβητούμενα και υπό-καθυστέρηση έργα, υπολογίστηκε ότι η οικονομία των ΗΠΑ στερήθηκε βραχυπρόθεσμη οικονομική ανάπτυξη 1,1 τρισεκατομμυρίων δολαρίων και 1,9 εκατομμύρια θέσεις εργασίας ετησίως, λόγω των νομικών κωλυμάτων των έργων (Pociask and Fuhr Jr, 2011). Βέβαια η μελέτη αυτή δεν αφορούσε αποκλειστικά τα έργα ΑΠΕ (το 45% από αυτά ήταν έργα ΑΠΕ) και δεν διαχωρίστηκε το συγκεκριμένο ποσοστό των αντιδράσεων που αφορούσε συγκεκριμένα τη χρήση νομικών επιχειρημάτων σχετικά με οπτικές επιπτώσεις και επιπτώσεις στο τοπίο.

Ωστόσο, οι προκλήσεις της ένταξης των έργων υποδομής στο τοπίο δεν θα πρέπει να αντιμετωπίζονται αποκλειστικά υπό το πρίσμα των οικονομικών και αναπτυξιακών τους επιπτώσεων. Αντιθέτως είναι εμφανές ότι τα έργα ΑΠΕ προκαλούν και θα συνεχίσουν να προκαλούν σημαντικές και εκτεταμένες αλλαγές στα τοπία. Είναι η πρώτη φορά στην ανθρώπινη ιστορία που η παραγωγή ενέργειας έχει τόσο υψηλές απαιτήσεις σε χρήση γης (Apostol et al., 2016; Stremke and van den Dobbelsteen, 2012; Trainor et al., 2016; van Zalk and Behrens, 2018) και που τα απαιτούμενα έργα δημιουργούν τόσο εκτενείς οπτικές επιπτώσεις (Möller, 2010; Scottish Natural Heritage [SNH], 2014). Περαιτέρω, τις τελευταίες δεκαετίες λόγω της μείωσης των διαθέσιμων τοποθεσιών τα έργα υποδομής επεκτείνονται όλο και περισσότερο προς τις ορεινές και τις νησιωτικές περιοχές, οι οποίες χαρακτηρίζονται από ιδιαίτερες συνθήκες τοπίου και συγκεκριμένες χρήσεις γης (Gkoltsiou et al., 2021; Gkoltsiou and Mousgiakou, 2021; Tsakiri et al., 2021; Tsilimigkas et al., 2018). Η πραγματική κλίμακα των οπτικών και κατ' επέκταση τοπιακών επιπτώσεων των έργων ΑΠΕ, αναδεικνύεται από τους υπολογισμούς των λεγόμενων Ζωνών Θεωρητικής Ορατότητας (ΖΘΟ), οι οποίοι αφορούν κυρίως τα έργα αιολικής ενέργειας. Συγκεκριμένα, τα αποτελέσματα από μεγάλης κλίμακας αναλύσεις ΖΘΟ από τη διεθνή βιβλιογραφία, έδειξαν ότι ανεμογεννήτριες ήταν πλέον ορατές από περίπου το 17% της χερσαίας έκτασης της Ισπανίας¹ (Rodrigues et al., 2010), 21% της Ολλανδίας (Statistics Netherlands [CBS] et al., 2014), 46% της Σκωτίας (Scottish Natural Heritage [SNH], 2014) and 96% της Περιφέρειας της Βόρειας Γιουτλάνδης, στη Δανία (Möller, 2010). Επιπλέον, η παγκόσμια προσπάθεια για αύξηση της παραγωγής ενέργειας από ΑΠΕ, αναπόφευκτα θα οδηγήσει στην συνέχιση της προβληματικής σχέσης μεταξύ παραγωγής ενέργειας και της διαφύλαξης της ποιότητας των τοπίων. Τα έργα ΑΠΕ θα αρχίσουν να τοποθετούνται όλο και πιο κοντά σε ευαίσθητες-τοπιακά τοποθεσίες, καθώς οι διαθέσιμες τοποθεσίες για έργα έχουν ήδη μειωθεί αισθητά (Deshaies and Herrero-Luque, 2015; Kaldellis et al., 2012; Nitsch et al., 2004).

2 ΣΤΟΧΟΙ ΚΑΙ ΔΟΜΗ ΤΗΣ ΕΡΓΑΣΙΑΣ

Η εργασία αφορμάται από τα αποτελέσματα δημοσιευμένης επιστημονικής εργασίας η οποία διερεύνησε το κατά πόσο οι διαφορετικοί τύποι έργων ΑΠΕ έχουν πράγματι διαφορετικής κλίμακας επιπτώσεις στο τοπίο (Ioannidis and Koutsoyiannis, 2020). Η έρευνα αυτή κατέδειξε ότι τα υδροηλεκτρικά έργα παράγουν τόσο χωρικά όσο και αντιληπτικά πολύ μικρότερη επίπτωση στο τοπίο, κατά μέσο όρο, συγκριτικά με αλλά έργα ΑΠΕ. Πως ορίζεται όμως το τοπίο; Η επεξήγηση του όρου είναι ιδιαίτερα σημαντική καθώς πολύ συχνά στις αμιγώς τεχνικές κοινότητες δεν υπάρχει σαφής αντίληψη για το τι εννοούμε λέγοντας «τοπίο». Με βάση την Ευρωπαϊκή επιτροπή το τοπίο ως «μια περιοχή, όπως αυτή γίνεται αντιληπτή από τον λαό, της οποίας ο χαρακτήρας είναι αποτέλεσμα της αλληλεπίδρασης φυσικών ή/και ανθρώπινων παραγόντων» (Council of Europe, 2000). Συνεπώς, για την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων των έργων υποδομής στο τοπίο δεν αρκεί μια αποκλειστικά χωρική ανάλυση αλλά απαιτείται και διερεύνηση του πως οι χωρικές τροποποιήσεις του τοπίου από τα έργα υποδομής γίνονται αντιληπτές από τον άνθρωπο και την κοινωνία (Ioannidis, 2022). Αξιοποιώντας τα αποτελέσματα αυτής της αρχική και κυρίως θεωρητικής διερεύνησης, μπορούν στη συνέχεια να διαμορφωθούν προτάσεις βελτίωσης του χωρικού (Ioannidis et al., 2022a) και του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού (Ioannidis et al., 2022b) των έργων υποδομής ΑΠΕ με στόχο τη βελτίωση της ένταξης τους στα τοπία και κατ' επέκταση την μείωση των επιπτώσεων στις τοπικές κοινωνίες και των αντιδράσεων που αυτές δημιουργούν.

Πιο αναλυτικά οι στόχοι της παρούσας έρευνας είναι αφενός (α) η βελτίωση των μεθόδων σχεδιασμού των έργων για τον μετριασμό των αρνητικών επιπτώσεων τους στα τοπία: Η προσπάθεια αυτή κρίνεται χρήσιμη για την ελαχιστοποίηση των επιπτώσεων των έργων στην ποιότητα ζωής των τοπικών κοινωνιών στην εγγύτητα μεγάλων έργων υποδομής όσο και για την αποτροπή συγκρούσεων των τοπικών κοινωνιών και φορέων με τους δημόσιους ή ιδιωτικούς φορείς που αναλαμβάνουν την υλοποίηση αυτών των έργων, και συνεπώς και για την επιτάχυνση της απρόσκοπτης ανάπτυξης των έργων. Αφετέρου στόχος της εργασίας είναι (β) η ανάδειξη και αξιοποίηση των προτερημάτων των φραγμάτων και των υδροηλεκτρικών έργων σε σχέση με τις παραπάνω προβληματικές, καθώς και των σχετικών προκλήσεων.

¹ Από την εξέταση ενός υποθετικού σεναρίου αξιοποίησης της αιολικής ενέργειας στην Ισπανία, που αναφέρεται σε εθνική εγκατεστημένη ισχύ σχεδόν ίση με την τρέχουσα εγκατεστημένη ισχύ αιολικής ενέργειας στην Ισπανία.

Η εργασία δομείται σε τρία επίπεδα. Το πρώτο μέρος της εργασίας αφορά την συγκριτική αξιολόγηση των τυπικών επιπτώσεων των διαφόρων τύπων έργων υποδομής στο τοπίο, με έμφαση στην ανάδειξη των ιδιαιτεροτήτων των φραγμάτων και των υδροηλεκτρικών έργων. Η ανάλυση αυτή πραγματοποιείται σε παγκόσμια κλίμακα αξιοποιώντας την σχετική διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία καθώς και δεδομένα από είδη ολοκληρωμένα έργα, τα οποία συγκεντρώθηκαν από παγκόσμιους και εθνικούς επιστημονικούς οργανισμούς και φορείς. Το δεύτερο επίπεδο αφορά της έρευνας αφορά (α) τη διερεύνηση της συνεισφοράς του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού και του σχεδιασμού τοπίου στην βελτίωση της κοινωνικής αποδοχής των έργων υποδομής, με έμφαση στα φράγματα, αλλά και (β) στην διερεύνηση των δυνατοτήτων επέκτασης της εφαρμογής τέτοιου τύπου μελετών, εξετάζοντας τους πιθανούς οικονομικούς ή τεχνικούς περιορισμούς. Τέλος στο τρίτο μέρος παρουσιάζονται δράσεις που έχουν πραγματοποιηθεί σχετικά με την προβολή των δυνατοτήτων των φραγμάτων σχετικά με την ένταξη τους στο τοπίο και τον αρχιτεκτονικό τους σχεδιασμό, δημιουργώντας το υπόβαθρο για τη μελλοντική περαιτέρω αξιοποίηση αυτών των προτερημάτων.

3 ΜΕΘΟΔΟΙ ΚΑΙ ΑΠΟΤΕΛΕΣΜΑΤΑ

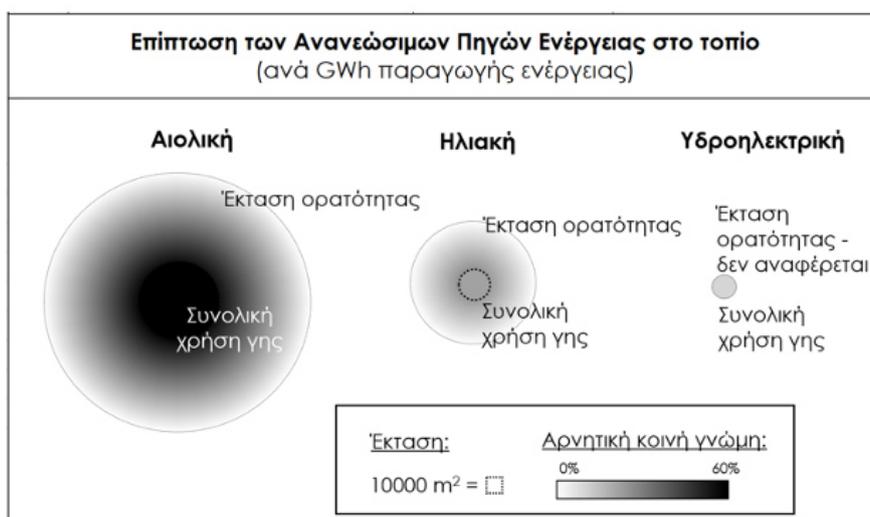
3.1 Μέρος Ι – Συγκριτική αξιολόγηση των τυπικών επιπτώσεων των διαφορετικών τύπων έργων υποδομής στο τοπίο & Ο Ρόλος των φραγμάτων και των υδροηλεκτρικών έργων

Οι φορείς που συμμετέχουν στον σχεδιασμό, την αδειοδότηση και τις επενδύσεις σε έργα ΑΠΕ συχνά αμφιβάλλουν για το κατά πόσο οι αποκαλούμενες «επιπτώσεις στο τοπίο» είναι ένα αντικειμενικό ζήτημα ή εάν αποτελούν απλά μια πρόφαση των τοπικών κοινωνιών για να αντιταχθούν σε προτεινόμενα έργα. Συχνά λοιπόν, οι αντιδράσεις που επικαλούνται τις επιπτώσεις των έργων στο τοπίο αποδίδονται στην προκατειλημμένη αρνητική στάση των τοπικών κοινωνιών απέναντι σε έργα υποδομής. Η συμπεριφορά αυτή αποδίδεται στην διεθνή επιστημονική βιβλιογραφία με τον όρο NIMBY (not in my back yard – όχι στην πίσω αυλή μου). Η άκριτη όμως αμφισβήτηση της αντικειμενικότητας των επιπτώσεων των έργων στο τοπίο, που δεν προκύπτει μετά από κάποια σχετική ανάλυση, συντελεί στην παραμέληση τους τους και δυσχεραίνει την ανάπτυξη βέλτιστων μεθόδων σχεδιασμού για τον μετριασμό τους. Για το λόγο αυτό, το πρώτο μέρος της εργασίας αφιερώνεται στη διερεύνηση του κατά πόσον η έκταση και η σοβαρότητα των επιπτώσεων των διαφόρων έργων υποδομής στο τοπίο μπορεί να ποσοτικοποιηθεί αντικειμενικά και συνεπώς στο κατά πόσο μπορούν να συγκριθούν τα διαφορετικά έργα ή τύποι έργων ως προς την δριμύτητα των επιπτώσεων τους στο τοπίο.

Για την ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων των έργων ΑΠΕ στο τοπίο επιλέχθηκε η διερεύνηση τριών διαφορετικών δεικτών των επιπτώσεων τους στο τοπίο, οι οποίοι έχουν ήδη αναφερθεί εκτενώς στη διεθνή βιβλιογραφία. Αυτοί είναι (i) η χρήση γης των έργων, (ii) η περιοχή από την οποία γίνονται ορατά και (iii) η κοινή γνώμη για τις επιπτώσεις τους στο τοπίο (Romanos Ioannidis and Koutsoyiannis, 2017; Ioannidis and Koutsoyiannis, 2020). Οι δείκτες αυτοί να μεν έχουν αναλυθεί ήδη εκτενώς αλλά οι αναλύσεις τους έχουν υπάρξει κυρίως αποσπασματικές και δεν είχαν ως στόχο της δημιουργία μιας συνολικής εικόνας για τις επιπτώσεις των έργων στο τοπίο. Από τη διερεύνηση των δεικτών, αποδείχθηκε ότι τα έργα αιολικής ενέργειας έχουν προκαλέσει μέχρι σήμερα κατά μέσο όρο, τις πιο έντονες επιπτώσεις στα τοπία, ανά μονάδα παραγωγής ενέργειας, ακολουθούμενα από τα ηλιακά φωτοβολταϊκά έργα και τα υδροηλεκτρικά φράγματα, κατά σειρά. Τα αποτελέσματα που οδήγησαν σε αυτό το συμπέρασμα παρουσιάζονται συνοπτικά στον Πίνακα 2 και την Εικόνα 1.

Πίνακας 2. Εκτιμήσεις της χρήσης γης, της περιοχής ορατότητας και της κοινής γνώμης σε σχέση με τις επιπτώσεις των έργων ΑΠΕ στο τοπίο.

Τύπος τεχνολογίας ΑΠΕ	Συνολική χρήση γης (m ² /GWh)	Περιοχή ορατότητας (m ² /GWh)	Δείκτης αρνητικής κοινής γνώμης από τη διεθνή βιβλιογραφία (%)
Αιολική (χερσαία έργα)	176 000	2 014 800	60%
Ηλιακή (φωτοβολταϊκά έργα μεγάλης κλίμακας)	28 000	451 500	22%
Υδροηλεκτρική	16 900	N/A	15%



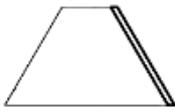
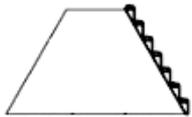
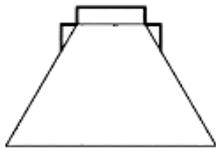
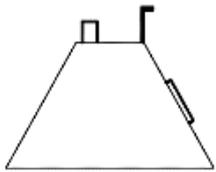
Εικόνα 1. Γραφική απεικόνιση - οπτικοποίηση των αποτελεσμάτων του Πίνακα 2. (α) Η χρήση γης παρουσιάζεται με συνεχές χρώμα. (β) Η έκταση της ορατότητας απεικονίζεται με χρώμα που φθίνει βαθμιδωτά όσο απομακρυνόμαστε από τον κύκλο που αφορά τη χρήση γης. Αυτή η απεικόνιση εκφράζει το γεγονός ότι η οπτική επίπτωση των έργων μειώνεται ανάλογα με την απόσταση. (γ) Το χρώμα που έχει επιλεγεί σε κάθε περίπτωση είναι ανάλογο του ποσοστού αρνητικής κοινής γνώμης για τις επιπτώσεις του εν λόγω έργου στο τοπίο, με βάση τον δείκτη που υπολογίστηκε από τη επιστημονική βιβλιογραφία.

Οι διαφορετικοί τύπων έργων ΑΠΕ παράγουν λοιπόν όντως διαφορετικού τύπου και έκτασης επιπτώσεις στο τοπίο και επομένως απαιτούν και ειδικές στοχευμένες προσεγγίσεις μετριάσμου σε κάθε περίπτωση. Η δριμύτητα των επιπτώσεων των έργων στο τοπίο εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από: (i) το εάν ο εξεταζόμενος τύπος έργου γίνεται αντιληπτός ως βιομηχανικό αντικείμενο, όπως πχ. συμβαίνει σε μεγαλύτερο βαθμό για τις ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά πάνελ, η και γενικότερα εάν γίνεται αντιληπτό αρνητικά από την κοινή γνώμη ως προς την επίπτωση του στα φυσικά, πολιτισμικά και αισθητικά χαρακτηριστικά του τοπίου. Τα τοπία που παράγουν τα υδροηλεκτρικά φράγματα γίνονται συνήθως πιο θετικά αποδεκτά καθώς το μεγαλύτερο ποσοστό της τροποποίησης που παράγουν στο τοπίο αφορά της δημιουργία μια τεχνητής λίμνης που προσιδιάζει σε μεγάλο βαθμό με τις φυσικές λίμνες, ενώ και τα τεχνικά έργα των φραγμάτων διαθέτουν δυνατότητα αρχιτεκτονικής επεξεργασίας κάτι το οποίο δεν είναι δυνατό στις ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά έργα για την παραγωγή ενέργειας σε μεγάλη κλίμακα (ii) την έκταση των χωρικών απαιτήσεων και της οπτικής επιρροής του έργου για την παραγωγή της ίδιας ποσότητας ενέργειας σε σχέση με τις εναλλακτικές του. Οι εκτάσεις αυτές μετρούνται τόσο σε όρους χρήσης γης όσο και σε όρους έκτασης της περιοχής που επηρεάζεται οπτικά από το έργο, αξιοποιώντας υπολογισμούς ορατότητας (viewshed-visibility analysis) που γίνονται σε Συστήματα Γεωγραφικών Πληροφοριών (ΣΓΠ) με αξιοποίηση ψηφιακού μοντέλου εδάφους.

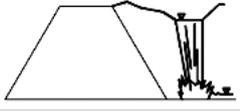
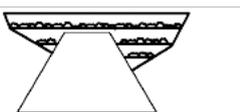
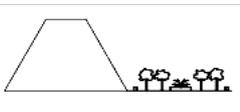
3.2 Μέρος II – Διερεύνηση του οφέλους των αρχιτεκτονικών μελετών και των δυνατοτήτων επέκτασης της εφαρμογής τους

Αφού στο Μέρος I αναδείχθηκε η δυνατότητα αρχιτεκτονικού σχεδιασμού ως μια βασική ειδοποιός διαφορά-δυνατότητα που έχουν τα υδροηλεκτρικά έργα σε σχέση με τα άλλα έργα ΑΠΕ, στο Μέρος II διερευνούμε αυτή την πτυχή των φραγμάτων σε μεγαλύτερο βάθος. Εμβαθύνουμε λοιπόν στη διερεύνηση τη συνεισφοράς των αρχιτεκτονικών μελετών των φραγμάτων στην βελτίωση της κοινής γνώμης που λαμβάνουν, και κατ' επέκταση δηλαδή στο μετριασμό των επιπτώσεών τους στο τοπίο. Για το σκοπό αυτό, επικεντρωθήκαμε τόσο σε φράγματα του εξωτερικού όσο και σε έργα στην Ελλάδα (Romanos Ioannidis et al., 2022). Τα φράγματα παρουσιάζουν διεθνώς μια πληθώρα παραδειγμάτων εφαρμογής αρχιτεκτονικών μελετών κα μελετών τοπίου διαφορετικού τύπου και έκτασης (Ioannidis, 2015; R. Ioannidis and Koutsoyiannis, 2017; Šrpano et al., 2022; Navá, 2019). Διαμορφώσαμε λοιπόν μια παγκόσμια τυπολογία πρακτικών αρχιτεκτονικού σχεδιασμού σε φράγματα, συγκεντρώνοντας μια λίστα από 53 φράγματα από όλες τις κατοικημένες ήπειρους (Πίνακας 3 και Πίνακας 4). Στη συνέχεια, διερευνήσαμε τις εφαρμογές αυτής της τυπολογίας από άποψη κόστους-οφέλους, δίνοντας έμφαση αφενός στην συνεισφορά των μελετών στην βελτίωση της κοινής γνώμης για τα έργα και αφετέρου στο κόστος και τις τεχνικές απαιτήσεις για την εφαρμογή τέτοιων μελετών.

Πίνακας 3. Τυπολογία αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων στο σώματος του φράγματος.

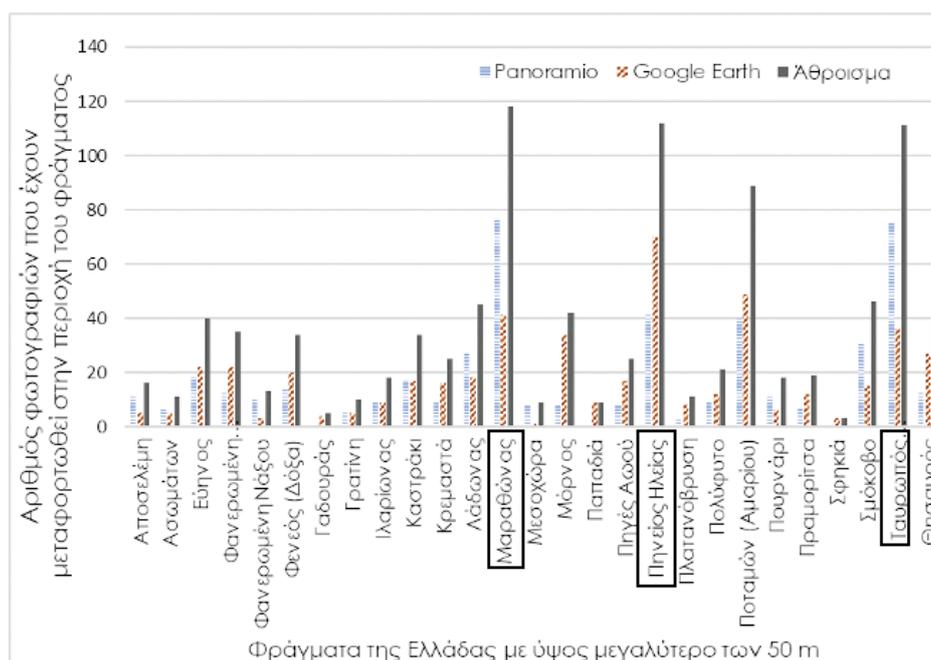
Μέρος του φράγματος	Τύπος παρέμβασης	Παραδείγματα Φραγμάτων
	Επένδυση κατάντη πρανούς	Howden (UK-England), Vyrnwy (UK-Wales), Marathon (Greece), Bornos (Spain), Cataract (Australia), Solbergofoss (Norway), Wachuset (USA), Minamiaiki (Japan), Kuriyama (Japan), Tirajana (Spain), Pinios (Greece)
	Φύτευση κατάντη πρανούς ή στέψης	Ladybower (UK-England), La Breña II (Spain), Bhandardara or Wilson (India), Arriaran (Spain), Charco Redondo (Spain), Sorpe (Germany), Jarrama (Spain), Aswan High (Egypt), Kalangur (China), Nangoumen (China)
	Προσθήκες στη στέψη	Kawachi (Japan), Vyrnwy (UK-Wales), Cataract (Australia), Mõhnetalsperre (Germany), Jandula (Spain), Grand Dixence (Switzerland)
	Ενημερωτικά και διακοσμητικά στοιχεία	Oddatjorns (Norway), Miharu (Japan), Arriaran (Spain), Sannokai (Japan), Hume (Australia),
	Αρχιτεκτονική ιδιαιτερότητα τοξωτών και αντηριδωτών φραγμάτων	Emosson or Barberine (Switzerland), Meishan (China), Roselend (France), Navatn (Norway), Plastiras (Greece)

Πίνακας 4. Τυπολογία εφαρμογής τεχνικών σχεδιασμού τοπίου στα φράγματα και τα συνοδά τους έργα

Μέρος φράγματος	Τύπος σχεδιασμού	Παραδείγματα Φραγμάτων
Συνοδά έργα		
	Σχεδιασμός έργω υπερχειλίσης και εκχείλισης	Bhandardara/ Wilson (India), Jandula (Spain), La Pena (Spain), Tunhovd (Norway)
	Ειδικός σχεδιασμός υπερχειλιστή στο σώμα του έργου	Derwent (UK-England), Batanejo (Spain), Kuromata (Japan), Ovre Eggevatn (Norway), Malpaso del Calvillo (Mexico)
	Αρχιτεκτονικός σχεδιασμός συνοδών έργων	Marathon (Greece), Bermejales (Spain), Rocky Reach (USA), Dalsfos (Norway), Pitlochry (UK-Scotland), Beni Haroun (Algeria)
Ευρύτερη περιοχή έργου		
	Αποκατάσταση εκσκαφών	Fukashiro (Japan), Kitakawachi (Japan), Shimokubo (Japan), Haizuka (Japan)
	Δημιουργία δημόσιου πάρκου στο έργο	Asari (Japan), Haizuka (Japan), Kensico (USA), Lenexa (USA), Mettur (India), Sardar Saroar (India)

Η έρευνα έδειξε ότι εφαρμογή αρχιτεκτονικών μελετών και μελετών αρχιτεκτονική τοπίου:

Μπορεί να βελτιώσει μετρήσιμα την κοινή γνώμη της κοινωνίας για τα έργα υποδομής στα οποία εφαρμόζονται αυτές οι μελέτες. Αυτό παρατηρήθηκε τόσο μέσω της ανάλυσης της διεθνούς βιβλιογραφίας και τον εντοπισμό δεκάδων θετικών αναφορών σε φράγματα στα οποία είχαν εφαρμοστεί αρχιτεκτονικές μελέτες όσο και μέσω μιας επιπλέον στοχευμένης σύγκρισης που πραγματοποιήθηκε για τα ελληνικά φράγματα (βλ. Εικόνα 4). Για την τελευταία αυτή ανάλυση μελετήθηκε το κατά πόσο η τυπολογία αρχιτεκτονικού σχεδιασμού των φραγμάτων που συναντάται διεθνώς βρίσκει εφαρμογές στην Ελλάδα και σε ποιο βαθμό η εφαρμογή αυτής της τυπολογίας επηρεάζει την κοινή γνώμη για τα εν λόγω έργα (συνδέοντας την κοινή γνώμη με τον αριθμό φωτογραφιών που μεταφορτώνονται από τους πολίτες σε σχετικές βάσεις δεδομένων).



Εικόνα 4. Αριθμός μεταφορτωμένων φωτογραφιών στην εγγύτητα φραγμάτων, όπως μετρήθηκε από τις βάσεις δεδομένων γεωαναφερεμένων φωτογραφιών Panoramio (δεδομένα 2016) και Google Earth (δεδομένα 2019). Τα ονόματα των φραγμάτων τα οποία βρέθηκαν να περιλαμβάνουν στοιχεία αρχιτεκτονικού σχεδιασμού ή τοπιακού ενδιαφέροντος παρουσιάζονται μέσα σε μαύρο περίγραμμα.

Περαιτέρω, παρατηρήθηκε ότι δεν υφίστανται ανυπερβλήτοι τεχνικοί ή οικονομικοί περιορισμοί στην ευρύτερη εφαρμογή αρχιτεκτονικών μελετών και μελετών αρχιτεκτονικής τοπίου στα έργα υποδομής. Συγκεκριμένα, παρατηρήθηκε ότι το κόστος της εφαρμογής τέτοιου τύπου μελετών κυμαίνεται σημαντικά ανάλογα με τις σχεδιαστικές επιλογές, αλλά παράλληλα υπάρχουν αρκετά παραδείγματα εφαρμογών με χαμηλό κόστος που μπορούν να αποτελέσουν υπόδειγμα για αντίστοιχες μελλοντικές μελέτες, όπως πχ. το φράγμα La Brena II στην Ισπανία ή έργα που ακολουθούν ήπιες αρχιτεκτονικές παρεμβάσεις όπως αυτή που προτάθηκε από τον Ιωαννίδη et al. (Romanos Ioannidis et al., 2022). Περαιτέρω η πληθώρα περιπτώσεων αρχιτεκτονικής επεξεργασίας φραγμάτων η οποία εξετάστηκε δεν κατέδειξε κάποια σημαντική τεχνική δυσκολία στην εφαρμογή αρχιτεκτονικών μελετών.

3.3 Μέρος III – Δράσεις σχετικές με την ανάδειξη και αξιοποίηση των δυνατοτήτων των φραγμάτων σχετικά με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό κα την ένταξη στο τοπίο

- Δημοσίευση στο επιστημονικό περιοδικό Applied Energy (εκδοτικός οίκος Elsevier – impact factor 11.4) σχετικά με τη σύγκριση υδροηλεκτρικών, αιολικών και φωτοβολταϊκών έργων ως προς τη μέση επίπτωση τους στο τοπίο (Ioannidis and Koutsogiannis, 2020)
- Δημοσίευση στο επιστημονικό περιοδικό Landscape Research (εκδοτικός οίκος Taylor & Francis – impact factor 1.7) σχετικά με την ανάλυση εφαρμογών αρχιτεκτονικού σχεδιασμού σε φράγματα ως προς τις οικονομικές και τεχνικές τους προκλήσεις καθώς και ως προς την συνεισφορά τους στην βελτίωση της κοινής γνώμης για τα έργα.
- Παρουσίαση για τη σύγκριση υδροηλεκτρικών και άλλων έργω ΑΠΕ ως προς την επίπτωση στο τοπίο σε συνέδριο στο εθνικό ερευνητικό έργο Argonne National Laboratory στο Lemont, Illinois των Η.Π.Α (Ioannidis and Demetris Koutsogiannis, 2023)

- Συμμετοχή στον διεθνή διαγωνισμό ICOLD Innovation Award το 2021, με τη στήριξη της ΕΕΜΦ το 2021, με υποψηφιότητα σχετική με τον αρχιτεκτονικό και τοπιακό σχεδιασμό στα φράγματα.
- Προσθήκη αναφοράς για τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των φραγμάτων στους Κανονισμούς Μελετών Έργων Υδρομάστευσης και συγκεκριμένα στην ενότητα ΚΑΝΟΝΙΣΜΟΣ ΕΚΠΟΝΗΣΗΣ ΜΕΛΕΤΩΝ ΦΡΑΓΜΑΤΩΝ, σε συνέχεια πρόσκλησης σε διαβούλευση από τον Δρ. Ι. Στεφανάκο.
- Προσθήκη ενότητας διδασκαλίας σχετικής με τον αρχιτεκτονικό σχεδιασμό των φραγμάτων στο μάθημα Υδραυλικές Κατασκευές & Φράγματα (Συντονιστής: Επ. Καθηγητής Ανδρέας Ευστρατιάδης) της σχολής Πολιτικών Μηχανικών του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

4 ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

Η ένταξη των έργων υποδομής στο τοπίο έχει αποτελέσει μια σημαντική νέα πρόκληση τις τελευταίες δεκαετίες με βασικό παράδειγμα τα έργα ΑΠΕ. Στο πλαίσιο της αναζήτησης για να τεθούν καλύτερα θεμέλια για την αντιμετώπιση αυτού του ζητήματος, αναδείχθηκε ένα σημαντικό θετικό χαρακτηριστικό των υδροηλεκτρικών έργων: η δυνατότητα ήπιας ένταξης στο τοπίο και δημιουργίας έργων υψηλής αρχιτεκτονικής ποιότητας. Συγκεκριμένα, το συμπέρασμα αυτό προέκυψε μέσω της συγκριτικής αξιολόγησης των διαφορετικών τύπων έργων ΑΠΕ ως προς τις επιπτώσεις τους στο τοπίο. Η σύγκριση αυτή πραγματοποιήθηκε μέσω της ανάλυσης τριών δεικτών οι οποίοι αξιολογήθηκαν ως χαρακτηριστικοί αυτών των επιπτώσεων: της χρήσης γης των έργων, της έκτασης της ορατότητάς τους και της κοινής γνώμης για τις επιπτώσεις των έργων στο τοπίο. Αναλύοντας παγκόσμια δεδομένα και τη διεθνή βιβλιογραφία για τους παραπάνω δείκτες κατέστη δυνατό να ποσοτικοποιηθούν και να συγκριθούν οι τυπικές επιπτώσεις των υδροηλεκτρικών φραγμάτων, των έργων αιολικής ενέργειας και των έργων ηλιακής ενέργειας. Τα ποσοτικά αποτελέσματα έδειξαν ότι τα αιολικά έργα παράγουν τις πιο έντονες τροποποιήσεις στα τοπία ακολουθούμενα από τα φωτοβολταϊκά και τα υδροηλεκτρικά έργα, κατά σειρά. Σε ποιοτικό επίπεδο, βρέθηκε ότι η κοινή γνώμη είναι χειρότερη για τους τύπους έργων που απαιτούν την εκτεταμένη εγκατάσταση στα τοπία αντικειμένων τα οποία εκλαμβάνονται ως βιομηχανικής φύσεως, όπως οι ανεμογεννήτριες και τα φωτοβολταϊκά πάνελ. Τα υδροηλεκτρικά έργα ξεχωρίζουν καθώς (i) η πιο σημαντική τροποποίηση που παράγουν στο τοπίο είναι η δημιουργία τεχνητών λιμνών, οι οποίες εκλαμβάνονται πιο θετικά από τις κοινωνίες, ως φυσικότροπες μεταβολές και (ii) στα υδροηλεκτρικά φράγματα και τα συνοδά τους έργα, τα οποία έχουν την ιδιαιτερότητα ότι επιδέχονται μελέτες αρχιτεκτονικής και αρχιτεκτονικής τοπίου, κάτι που δεν είναι δυνατό στα αιολικά και τα φωτοβολταϊκά έργα.

Για την περαιτέρω ανάλυση των δυνατοτήτων εφαρμογής αρχιτεκτονικών μελετών στα υδροηλεκτρικά έργα και τα φράγματα, διερευνήθηκαν οι καλύτερες διεθνείς πρακτικές σε περισσότερες από 50 παραδειγματικές εφαρμογές. Μέσω της ανάλυσης αυτών των εφαρμογών διερευνήθηκε τόσο η χρησιμότητα του αρχιτεκτονικού σχεδιασμού ως προς την βελτίωση της δημόσιας εικόνας των έργων όσο οι απαιτήσεις των αρχιτεκτονικών παρεμβάσεων από άποψη κόστους-οφέλους. Τα αποτελέσματα κατέδειξαν ότι η εφαρμογή αρχιτεκτονικών μελετών μπορεί να βελτιώσει μετρήσιμα την κοινή γνώμη για τα έργων και περαιτέρω ότι με κατάλληλο σχεδιασμό οι αρχιτεκτονικές βελτιώσεις μπορούν να πραγματοποιηθούν χωρίς να απαιτούνται σημαντικοί επιπρόσθετοι πόροι ή πολύπλοκες τεχνικές μελέτες. Συμπεραίνεται λοιπόν ότι μπορεί να υποστηριχθεί η περαιτέρω εφαρμογή αρχιτεκτονικών μελετών σε μελλοντικά υδροηλεκτρικά έργα και φράγματα, βελτιώνοντας την ένταξη των έργων στο τοπίο και αξιοποιώντας μια δυνατότητα που δεν υφίσταται σε άλλα έργα ανανεώσιμης ενέργειας.

ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ

- Apostol, D., Palmer, J., Pasqualetti, M., Smardon, R., Sullivan, R., 2016. *The Renewable Energy Landscape: Preserving Scenic Values in our Sustainable Future*. Routledge.
- Brown, B.T., Escobar, B.A., 2007. *Wind power: generating electricity and lawsuits*. *Energy LJ* 28, 489.
- Butler, S., 2009. *Headwinds to a Clean Energy Future: Nuisance Suits against Wind Energy Projects in the United States*. *California Law Review* 97, 1337. <https://doi.org/10.15779/Z381419>
- Council of Europe, 2000. *European landscape convention (No. No. 176)*, European Treaty Series. Florence.
- Deshaies, M., Herrero-Luque, D., 2015. *Wind Energy and Natural Parks in European Countries (Spain, France and Germany)*, in: *Renewable Energies and European Landscapes*. Springer, pp. 217-233.
- Elkind, E.N., Lamm, T., Diamond, J., Hecht, S., Horowitz, C., 2018. *A New Solar Landscape: Improving County-Level Landscape Planning for Utility-Scale Solar PV Facilities (No. 19)*, Series on how climate change will create opportunities for specific sectors of the business community and how policy makers can facilitate those opportunities. *UCLA School of Law Emmett Institute on Climate Change and the Environment, UC Berkeley School of Law's Center for Law, Energy & the Environment*.
- Gkoltsiou, A., Athanasiadou, E., Paraskevopoulou, A.T., 2021. *Agricultural Heritage Landscapes of Greece: Three Case Studies and Strategic Steps towards Their Acknowledgement, Conservation and Management*. *Sustainability* 13, 5955.
- Gkoltsiou, A., Mouggiakou, E., 2021. *The use of Islandscape character assessment and participatory spatial SWOT analysis to the strategic planning and sustainable development of small islands. The case of Gavdos*. *Land use policy* 103, 105277.
- Ioannidis, R., 2022. *Spatial planning and architectural design for the integration of civil infrastructure into landscapes: Inferences from renewable energy works and dams (PhD Thesis)*. National Technical University of Athens, Athens, Greece.
- Ioannidis, R., 2015. *Η αρχιτεκτονική και το αισθητικό στοιχείο στα φράγματα – Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα [Architecture and the aesthetic element in dams: From international cases to proposals for Greece]*. Department of Water Resources and Environmental Engineering – National Technical University of Athens.
- Ioannidis, R., Demetris Koutsogiannis, 2023. *A generic quantification of the landscape impacts of wind, solar and hydroelectric energy works*. Presented at the 2023 Visual Resource Stewardship Conference Exploring Multisensory Landscapes, Argonne National Laboratory, IL, United States.
- Ioannidis, R., Koutsogiannis, D., 2020. *A review of land use, visibility and public perception of renewable energy in the context of landscape impact*. *Applied Energy* 276, 115367. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2020.115367>
- Ioannidis, Romanos, Koutsogiannis, D., 2017. *Evaluating the landscape impact of renewable energy plants*, in: *Geophysical Research Abstracts*. Presented at the EGU General Assembly 2017, Vienna, p. p.5297.
- Ioannidis, R., Koutsogiannis, D., 2017. *Η αρχιτεκτονική και τοπιακή αξία των φραγμάτων: Από τα διεθνή παραδείγματα στις προτάσεις για την Ελλάδα [The architectural and landscape value of dams: From international examples to proposals for Greece]*, in: *Proceedings of 3rd Hellenic Conference on Dams and Reservoirs, Hellenic Commission on Large Dams, Zappeion, Athens*.
- Ioannidis, Romanos, Koutsogiannis, D., Sargentis, G.-F., 2022. *Landscape design in infrastructure projects-is it an extravagance? A cost-benefit investigation of practices in dams*. *Landscape Research*. <https://doi.org/10.1080/01426397.2022.2039109>
- Ioannidis, R., Mamassis, N., Efstratiadis, A., Koutsogiannis, D., 2022. *Reversing visibility analysis: Towards an accelerated a priori assessment of landscape impacts of renewable energy projects*. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 161, 112389. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2022.112389>
- Kaldellis, J.K., Kapsali, M., Katsanou, E., 2012. *Renewable energy applications in Greece-What is the public attitude?* *Energy Policy* 42, 37-48.
- Lee, M., 2017. *Knowledge and landscape in wind energy planning*. *Legal Studies* 37, 3-24. <https://doi.org/10.1111/lest.12156>

- Lewis, D.A., 2014. Identifying and avoiding conflicts between historic preservation and the development of renewable energy. *NYU Env'tl. LJ* 22, 274.
- Möller, B., 2010. Spatial analyses of emerging and fading wind energy landscapes in Denmark. *Land Use Policy* 27, 233-241. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2009.06.001>
- Nadaï, A., Labussière, O., 2017. Landscape commons, following wind power fault lines. The case of Seine-et-Marne (France). *Energy Policy* 109, 807-816. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.06.049>
- Nitsch, J., Krewitt, W., Nast, M., Viebahn, P., Gärtner, S., Pehnt, M., Reinhardt, G., Schmidt, R., Uihlein, A., Barthel, C., Fishedick, M., Merten, F., 2004. Ecologically Optimized Extension of Renewable Energy Utilization in Germany (No. FKZ 901 41 803). Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) Institut für Technische Thermodynamik, Institut für Energie- und Umweltforschung (ifeu), Wuppertal Institut für Klima, Umwelt und Energie, Stuttgart, Heidelberg, Wuppertal.
- Pasqualetti, M., 2011. Social barriers to renewable energy landscapes. *Geographical Review* 101, 201-223.
- Pociask, S., Fuhr Jr, J.P., 2011. Progress denied: A study on the potential economic impact of permitting challenges facing proposed energy projects (Report commissioned by the US Chamber of Commerce in Conjunction with its Project No Project Initiative No. 10). TeleNomic Research, LLC.
- Rodrigues, M., Montañés, C., Fueyo, N., 2010. A method for the assessment of the visual impact caused by the large-scale deployment of renewable-energy facilities. *Environmental Impact Assessment Review* 30, 240-246.
- Scottish Natural Heritage [SNH], 2014. Natural Heritage Indicator – N3 Visual influence of built development. *Natural Scotland – Scottish Government*.
- Špano, M., Osičková, K., Dzuráková, M., Honek, D., Klepárníková, R., 2022. The Application of Cluster Analysis and Scaling Analysis Methods for the Assessment of Dams in Terms of Heritage Preservation. *International Journal of Architectural Heritage* 16, 1549-1566. <https://doi.org/10.1080/15583058.2021.1899338>
- Statistics Netherlands [CBS], Netherlands Environmental Assessment Agency [PBL], National Institute for Public Health and the Environment [RIVM], Wageningen University and Research [WUR], 2014. Visual disturbance of landscape amenity by wind turbines.
- Stremke, S., van den Dobbelsteen, A., 2012. *Sustainable Energy Landscapes: Designing, Planning, and Development*. CRC Press (Taylor & Francis), Boca Raton, FL, USA.
- Trainor, A.M., McDonald, R.I., Fargione, J., 2016. Energy Sprawl Is the Largest Driver of Land Use Change in United States. *PLOS ONE* 11, e0162269. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0162269>
- Tsakiri, E., Markou, M., Moraitis, K., Haniotou, H., 2021. Local development and cultural landscapes: getting to know the inaccessible villages of the greek war of independence, in: *E3S Web of Conferences*. EDP Sciences, p. 01033.
- Tsilimigkas, G., Pafi, M., Gourgiotis, A., 2018. Coastal landscape and the Greek spatial planning: evidence from windpower in the South Aegean islands. *Journal of Coastal Conservation* 1-14.
- Uytterlinde, M., Londo, M., Sinke, W., van Roosmalen, J., Eecen, P., van den Brink, R., Stremke, S., van den Brink, A., de Waal, R.M., 2017. *Sustainable Energy Transition: A New Dimension in the Dutch Landscape*. ECN.
- van Zalk, J., Behrens, P., 2018. The spatial extent of renewable and non-renewable power generation: A review and meta-analysis of power densities and their application in the US. *Energy policy* 123, 83-91.
- Wolsink, M., 2000. Wind power and the NIMBY-myth: institutional capacity and the limited significance of public support. *Renewable energy* 21, 49-64.
- Ιωαννίδης, Ρ., Μαμάσης, Ν., Μωραΐτης, Κ., Κουτσογιάννης, Δ., 2022. Προτάσεις χωρικού και αρχιτεκτονικού σχεδιασμού για τη βιώσιμη ένταξη των έργων ανανεώσιμης ενέργειας στο ελληνικό τοπίο, in: 10^ο Συνεδρίου Του ΜΕ.Κ.Δ.Ε – Ε.Μ.Π «Έρευνα Και Δράσεις Για Την Αναγέννηση Των Ορεινών Και Απομονωμένων Περιοχών». Presented at the 10^ο Συνέδριο του ΜΕ.Κ.Δ.Ε – Ε.Μ.Π, ΜΕ.Κ.Δ.Ε – Ε.Μ.Π, Μέτσοβο, pp. 332-343.
- Νανά, Μ.Σ., 2019. Ταμιευτήρες Νερού και Μεταμορφώσεις Τοπίου: Συμβολή στην έρευνα Αρχιτεκτονικής Τοπίου [Water Reservoirs and Landscape's Metamorphosis: Contribution to Landscape Architecture Research].