



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

Διπλωματική Εργασία

**«Μεθοδολογίες κυκλικής οικονομίας:
Η συνεισφορά τους στη διαχείριση αποβλήτων σε
τουριστικές, νησιωτικές περιοχές»**

Ευστάθιος Καρβέλης

Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Ψαρράς , ΕΜΠ

Αθήνα, Νοέμβριος 2025



**ΕΘΝΙΚΟ ΜΕΤΣΟΒΙΟ ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ
ΣΧΟΛΗ ΗΛΕΚΤΡΟΛΟΓΩΝ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
& ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΥΠΟΛΟΓΙΣΤΩΝ
ΤΟΜΕΑΣ ΗΛΕΚΤΡΙΚΩΝ ΒΙΟΜΗΧΑΝΙΚΩΝ
ΔΙΑΤΑΞΕΩΝ & ΣΥΣΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟΦΑΣΕΩΝ**

Διπλωματική Εργασία

**«Μεθοδολογίες κυκλικής οικονομίας:
Η συνεισφορά τους στη διαχείριση αποβλήτων σε
τουριστικές, νησιωτικές περιοχές»**

Ευστάθιος Καρβέλης

Επιβλέπων Καθηγητής: Ιωάννης Ψαρράς, ΕΜΠ

Εγκρίθηκε από την τριμελή εξεταστική επιτροπή την 02/12/2024

Μέλος 1

Ομότιμος Καθηγητής:

**Ιωάννης Ψαρράς,
ΕΜΠ**

Μέλος 2

Καθηγητής:

**Δημήτριος Ασκούνης,
ΕΜΠ**

Μέλος 3

Επικουρος Καθηγητής:

**Ευάγγελος Μαρινάκης,
ΕΜΠ**

Αθήνα, Νοέμβριος 2025



Copyright © – Ευστάθιος Καρβέλης, 2025.

Με επιφύλαξη παντός δικαιώματος. All rights reserved.

Απαγορεύεται η αντιγραφή, αποθήκευση και διανομή της παρούσας εργασίας, εξ' ολοκλήρου ή τμήματος αυτής, για εμπορικό σκοπό. Επιτρέπεται η ανατύπωση, αποθήκευση και διανομή για σκοπό μη κερδοσκοπικό, εκπαιδευτικής ή ερευνητικής φύσεως, υπό την προϋπόθεση να αναφέρεται η πηγή προέλευσης και να διατηρείται το παρόν μήνυμα.

Οι απόψεις και τα συμπεράσματα που περιέχονται σε αυτό το έγγραφο εκφράζουν τον συγγραφέα και δεν πρέπει να ερμηνευθεί ότι αντιπροσωπεύουν τις επίσημες θέσεις του Εθνικού Μετσόβιου Πολυτεχνείου.

ΔΗΛΩΣΗ ΜΗ ΛΟΓΟΚΛΟΠΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΛΗΨΗΣ ΠΡΟΣΩΠΙΚΗΣ ΕΥΘΥΝΗΣ

Με πλήρη επίγνωση των συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων, δηλώνω ενυπογράφως ότι είμαι αποκλειστικός συγγραφέας της παρούσας Πτυχιακής Εργασίας, για την ολοκλήρωση της οποίας κάθε βοήθεια είναι πλήρως αναγνωρισμένη και αναφέρεται λεπτομερώς στην εργασία αυτή. Έχω αναφέρει πλήρως και με σαφείς αναφορές, όλες τις πηγές χρήσης δεδομένων, απόψεων, θέσεων και προτάσεων, ιδεών και λεκτικών αναφορών, είτε κατά κυριολεξία είτε βάσει επιστημονικής παράφρασης. Αναλαμβάνω την προσωπική και ατομική ευθύνη ότι σε περίπτωση αποτυχίας στην υλοποίηση των ανωτέρω δηλωθέντων στοιχείων, είμαι υπόλογος έναντι λογοκλοπής, γεγονός που σημαίνει αποτυχία στην Πτυχιακή μου Εργασία και κατά συνέπεια αποτυχία απόκτησης του Τίτλου Σπουδών, πέραν των λοιπών συνεπειών του νόμου περί πνευματικών δικαιωμάτων. Δηλώνω, συνεπώς, ότι αυτή η Πτυχιακή Εργασία προετοιμάστηκε και ολοκληρώθηκε από εμένα προσωπικά και αποκλειστικά και ότι, αναλαμβάνω πλήρως όλες τις συνέπειες του νόμου στην περίπτωση κατά την οποία αποδειχθεί, διαχρονικά, ότι η εργασία αυτή ή τμήμα της δεν μου ανήκει διότι είναι προϊόν λογοκλοπής άλλης πνευματικής ιδιοκτησίας.

(Υπογραφή)

Ευστάθιος Καρβέλης

Διπλωματούχος Ηλεκτρολόγος Μηχανικός & Μηχανικός Υπολογιστών Ε.Μ.Π.

Περίληψη

Η παρούσα διπλωματική εργασία εξετάζει πώς οι μεθοδολογίες της Κυκλικής Οικονομίας (ΚΟ) μπορούν να βελτιώσουν τη διαχείριση αποβλήτων σε τουριστικές, νησιωτικές περιοχές, με έμφαση στα Επτάνησα. Το ζήτημα είναι κρίσιμο λόγω περιορισμένης γης, ανεπαρκών υποδομών και έντονης εποχικότητας του τουρισμού, που επιβαρύνουν τη συλλογή, μεταφορά και επεξεργασία αποβλήτων. Στόχος είναι η διαμόρφωση ενός ρεαλιστικού κυκλικού μοντέλου που μειώνει την ταφή και τις εκπομπές, αυξάνει την ανάκτηση υλικών και ενισχύει την ανθεκτικότητα των νησιών.

Το θεωρητικό μέρος χαρτογραφεί αρχές και εργαλεία ΚΟ (πλαίσιο 10R, LCA/LCC/LCSA) και το ευρωπαϊκό κανονιστικό πλαίσιο (CEAP, Ecodesign, Critical Raw Materials), καθορίζοντας στόχους και δείκτες κυκλικότητας. Το εμπειρικό σκέλος περιλαμβάνει: (α) αποτύπωση υποδομών στα Ιόνια, (β) χαρτογράφηση ροών αποβλήτων, (γ) SWOT ανάλυση δύο ευέλικτων λύσεων – prMRF (RECLAIM, Κεφαλονιά) και ReBoat – και (δ) αντιστοίχιση πρακτικών με τους Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs).

Τα αποτελέσματα δείχνουν ότι τα Επτάνησα βρίσκονται σε μεταβατική φάση: έχουν γίνει σημαντικά βήματα, αλλά απαιτείται ενοποίηση δράσεων και ενεργός συμμετοχή των πολιτών. Λύσεις μικρής ή κινητής κλίμακας μπορούν να συμπληρώσουν τις μόνιμες εγκαταστάσεις, μειώνοντας κόστος, μεταφορές και περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Ο συνδυασμός «χωριστή συλλογή – ΜΕΒΑ/κομποστοποίηση – ΜΕΑ» συνδέεται με τους SDGs 11, 12 και 13, προωθώντας υψηλότερη ανάκτηση και χαμηλότερη ταφή.

Συμπερασματικά, η ΚΟ προσφέρει εφαρμόσιμη στρατηγική για νησιωτικά συστήματα, εφόσον συνδυάζονται τεχνολογικές λύσεις, αξιόπιστη εφοδιαστική και συμμετοχική διακυβέρνηση. Η μελέτη προτείνει ολιστική προσέγγιση βασισμένη σε δεδομένα ροών, κίνητρα καθαρότητας και θεσμικό συντονισμό, ώστε τα Ιόνια να εξελιχθούν σε πρότυπο κυκλικής διαχείρισης στη Μεσόγειο.

Λέξεις Κλειδιά

Κυκλική οικονομία, Διαχείριση αποβλήτων, Νησιωτικές περιοχές, Τουρισμός, Επτάνησα, Βιώσιμη ανάπτυξη

Ευστάθιος
Καρβέλης



*Μεθοδολογίες κυκλικής οικονομίας: Η συνεισφορά τους στη
διαχείριση αποβλήτων σε τουριστικές, νησιωτικές περιοχές*



Abstract

This master's thesis examines how Circular Economy (CE) methodologies can improve waste management in tourist-oriented island regions, focusing on the Ionian Islands. The issue is critical due to limited land, insufficient infrastructure, and tourism seasonality that burden waste collection, transport, and processing. The aim is to develop a realistic circular model that reduces landfilling and emissions, enhances material recovery, and strengthens island resilience.

The theoretical part maps CE principles and tools (10R framework, LCA/LCC/LCSA) and the European regulatory context (CEAP, Ecodesign, Critical Raw Materials), defining goals and circularity indicators. The empirical part includes: (a) mapping existing infrastructure in the Ionian Islands, (b) charting waste flow streams, (c) SWOT analysis of two flexible solutions – prMRF (RECLAIM, Kefalonia) and ReBoat – and (d) linking practices to the Sustainable Development Goals (SDGs).

Findings show that the Ionian Islands are in a transition phase: progress has been made, yet greater action integration and citizen engagement are required. Small-scale or mobile solutions can complement permanent facilities, reducing costs, transport needs, and environmental footprint. The system “separate collection – composting/MBT – residual minimization” aligns with SDGs 11, 12, and 13, promoting higher recovery and reduced landfilling.

In conclusion, CE provides a feasible strategy for island waste systems when combining technological solutions, reliable logistics, and participatory governance. The study proposes a holistic, data-driven approach based on material flow monitoring, purity incentives, and institutional coordination, positioning the Ionian Islands as a model of circular waste management in the Mediterranean.

Key Words

Circular economy, Waste management, Island areas, Tourism, Ionian Islands, Sustainable development

Ευστάθιος
Καρβέλης



*Μεθοδολογίες κυκλικής οικονομίας: Η συνεισφορά τους στη
διαχείριση αποβλήτων σε τουριστικές, νησιωτικές περιοχές*

Ευχαριστίες

Η παρούσα διπλωματική εργασία εκπονήθηκε στο Εθνικό Μετσόβιο Πολυτεχνείο, Σχολή Ηλεκτρολόγων Μηχανικών και Μηχανικών Υπολογιστών, στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων.

Θα ήθελα να εκφράσω την ειλικρινή μου ευγνωμοσύνη προς τον επιβλέποντα καθηγητή μου, κ. Ιωάννη Ψαρρά, για την καθοδήγηση, την επιστημονική του υποστήριξη και τις καίριες συμβουλές που μου παρείχε σε όλη τη διάρκεια της εκπόνησης της εργασίας. Η συμβολή του υπήρξε καθοριστική στην επιστημονική τεκμηρίωση και στη διαμόρφωση της τελικής μορφής της μελέτης.

Ιδιαίτερες ευχαριστίες θα ήθελα να απευθύνω στην κα Μαρία Φλουρή, που αποτελεί Εργαστηριακό Διδακτικό Προσωπικό (ΕΔΙΠ) στον Τομέα Ηλεκτρικών Βιομηχανικών Διατάξεων και Συστημάτων Αποφάσεων, για τη συνεχή επικοινωνία, τη διαρκή υποστήριξη και τις στοχευμένες κατευθύνσεις που μου παρείχε σε κρίσιμα στάδια της έρευνας. Η βοήθειά της υπήρξε ανεκτίμητη τόσο στην επιστημονική ανάλυση όσο και στη συγγραφική διαδικασία.

Ευχαριστώ θερμά επίσης τον καθηγητή κ. Δ. Ασκούνη και τον καθηγητή κ. Ευ. Μαρινάκη, μέλη της εξεταστικής επιτροπής, για τον χρόνο που διέθεσαν, τις εύστοχες παρατηρήσεις τους και τη συμβολή τους στη βελτίωση της παρούσας εργασίας.

Τέλος, αισθάνομαι την ανάγκη να ευχαριστήσω την οικογένειά μου και τους φίλους μου για την αμέριστη συμπαράσταση, την κατανόηση και την ενθάρρυνση που μου προσέφεραν καθ' όλη τη διάρκεια των σπουδών μου. Η υποστήριξή τους αποτέλεσε πολύτιμη πηγή δύναμης και έμπνευσης.

Αθήνα, 2025

Ευστάθιος Καρβέλης

Ευστάθιος
Καρβέλης



*Μεθοδολογίες κυκλικής οικονομίας: Η συνεισφορά τους στη
διαχείριση αποβλήτων σε τουριστικές, νησιωτικές περιοχές*



Πίνακας Περιεχομένων

Περίληψη.....	iii
Λέξεις Κλειδιά	iii
Abstract.....	v
Key Words	v
Ευχαριστίες.....	vii
Πίνακας Περιεχομένων	ix
Κατάλογος Σχημάτων – Εικόνων - Πινάκων	xii
Σχήματα	xii
Εικόνες.....	xii
Πίνακες	xiii
Συντομογραφίες - Απόδοση Όρων	xiv
1ο. Κεφάλαιο: «Εισαγωγή»	1
1.1 Σκοπός και σημασία της μελέτης	3
1.2 Δομή της εργασίας.....	4
2ο. Κεφάλαιο: «Διαχείριση Αποβλήτων σε Νησιωτικές Περιοχές - Η Διάγνωση του Προβλήματος».....	6
2.1 Χαρακτηριστικά νησιωτικών συστημάτων που δυσχεραίνουν τη διαχείριση αποβλήτων	6
2.2 Παράγοντες πίεσης και πρότυπα κατανάλωσης	8
2.3 Υποδομές, μεταφορές και χρηματοοικονομικοί περιορισμοί	10
2.4 Επικρατούσες πρακτικές και περιβαλλοντικές/υγειονομικές επιπτώσεις	13
2.5 Κοινωνικές διαστάσεις και διακυβέρνηση	15
2.6 Συμπεράσματα.....	17



3ο.	Κεφάλαιο: «Κυκλική Οικονομία».....	19
3.1	Ορισμός και βασικές αρχές	19
3.2	Διαφορά κυκλικής οικονομίας από τη γραμμική οικονομία	21
3.3	Ο ρόλος της κυκλικής οικονομίας στη βιώσιμη ανάπτυξη	24
3.3.1	Περιβαλλοντικός ρόλος.....	25
3.3.2	Οικονομικός ρόλος.....	26
3.3.3	Κοινωνικός ρόλος.....	28
3.4	Πολιτικές και στρατηγικές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής	29
3.4.1	Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία	29
3.4.2	Κανονισμοί και νόμοι (Ecodesign, Raw Material Act).....	31
3.5	Το πλαίσιο 10R στην Κυκλική Οικονομία.....	33
3.6	Μεθοδολογίες Κυκλικής Οικονομίας.....	36
3.6.1	Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment / LCA)	36
3.6.2	Κόστος Κύκλου Ζωής (Life Cycle Cost / LCC)	41
3.6.3	Αξιολόγηση Βιωσιμότητας Κύκλου Ζωής (Life Cycle Sustainability Assessment / LCSA)	44
3.7	Τομείς εφαρμογής κυκλικής οικονομίας (ΚΟ).....	48
3.8	Προβλήματα και περιορισμοί κυκλικής οικονομίας	49
4ο.	Κεφάλαιο: «Μελέτη Περίπτωσης: Τα Επτάνησα».....	57
4.1	Γενική εικόνα της διαχείρισης αποβλήτων στα Επτάνησα	57
4.2	Υποδομές και υφιστάμενη κατάσταση	60
4.2.1	Παρουσίαση ΧΥΤΥ, ΜΕΑ, σημείων ανακύκλωσης.....	60
4.2.2	Χάρτες υποδομών	62
4.3	Βέλτιστες πρακτικές και παραδείγματα εφαρμογών	67
4.3.1	Reclaim Project στη Κεφαλονιά.....	67



4.3.2	ReBoat – Κινητό εργοστάσιο ανακύκλωσης για νησιά.....	72
4.4	Προβλήματα και προκλήσεις	74
4.5	Συμμετοχή των πολιτών	80
4.6	Συγκριτική ανάλυση με άλλες νησιωτικές περιοχές	83
4.7	Χάρτες ροής διαχείρισης αποβλήτων	86
4.7.1	Ανακυκλώσιμα υλικά	86
4.7.2	Οργανικά απόβλητα	88
4.7.3	Μη ανακυκλώσιμα υλικά	89
4.7.4	Ειδικά απόβλητα: ΑΕΚΚ και επικίνδυνα.....	90
4.7.5	Κριτική αποτίμηση και προοπτικές.....	91
4.8	Σύνδεση με Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs).....	93
4.9	Προτάσεις στρατηγικής βελτίωσης	95
5ο.	Κεφάλαιο: «Συμπεράσματα».....	97
5.1	Ανασκόπηση κύριων ευρημάτων	97
5.2	Σημασία της κυκλικής οικονομίας για τις νησιωτικές περιοχές.....	98
5.3	Μελλοντικές προοπτικές και έρευνες.....	99
	Βιβλιογραφία.....	101

Κατάλογος Σχημάτων – Εικόνων - Πινάκων

Σχήματα

Σχήμα 1.1: Δομή της εργασίας	4
Σχήμα 3.1: Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας (λιγότερες πρώτες ύλες, λιγότερα απόβλητα, λιγότερες εκπομπές).	19
Σχήμα 3.2: Όρια συστήματος σε LCA και θέση της κυκλικής οικονομίας	25
Σχήμα 3.3: Τα διάφορα στάδια που μπορούν να εφαρμοστούν οι R-Strategies (Το πλαίσιο 10R).	33
Σχήμα 3.4: Στάδια Υλοποίησης LCA σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ISO 14040 και ISO 14044.	39
Σχήμα 3.5: Τα στάδια της ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής.	42
Σχήμα 3.6: τρία βασικά εργαλεία της LCSA.	45

Εικόνες

Εικόνα 4.1: Τα Επτάνησα.....	57
Εικόνα 4.2: ΧΥΤΑ Τεμπλονίου Κέρκυρας.	63
Εικόνα 4.3: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (ΧΥΤΑ) της Ζακύνθου.	64
Εικόνα 4.4: ΧΥΤΥ Κεφαλονιάς – Ιθάκης (Παλωστή Κεφαλονιάς (Περιοχή Ζόλων)).	65
Εικόνα 4.5: Εντοπισμός βασικών υποδομών ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ σε Κέρκυρα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθο (δορυφορικό υπόβαθρο Google).	66
Εικόνα 4.6: Χάρτης Ροής Ανακυκλώσιμων Υλικών.	87
Εικόνα 4.7: Χάρτης Ροής Οργανικών Αποβλήτων..	88
Εικόνα 4.8: Χάρτης Ροής Μη Ανακυκλώσιμων.....	89
Εικόνα 4.9: Χάρτης Ροής Ειδικών Απόβλητων_ ΑΕΚΚ και Επικίνδυνα.	91



Πίνακες

Πίνακας 3.1: Γραμμική vs Κυκλική Οικονομία - βασικές διαφορές.	23
Πίνακας 3.2: Ενδεικτικά παραδείγματα για το «Product as a Service» (PaaS).	26
Πίνακας 3.3: Θετικά - Περιορισμοί/Προκλήσεις - Ενδεικτικές εφαρμογές LCA (Life Cycle Assessment).	37
Πίνακας 3.4: Θετικά - Περιορισμοί/Προκλήσεις - Ενδεικτικές εφαρμογές LCC (Life Cycle Costing).	43
Πίνακας 3.5: Συγκριτική πρόοδος προς την Κυκλική Οικονομία στην ΕΕ.	51
Πίνακας 3.6: Μετρήσιμα οφέλη από την εφαρμογή πρακτικών Κυκλικής Οικονομίας.	52
Πίνακας 4.1: Στοιχεία πληθυσμού & τουριστικών αφίξεων νησιών Ιονίων Νήσων.	59
Πίνακας 4.2: Συντεταγμένες και Σύνδεσμοι Google Maps των ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ σε Κέρκυρα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθο.	67
Πίνακας 4.3: Ανάλυση SWOT – RECLAIM (prMRF) στην Κεφαλονιά.	70
Πίνακας 4.4: Ανάλυση SWOT – ReBoat.	73
Πίνακας 4.5: Προβλήματα και προκλήσεις – Συγκριτική αποτύπωση νησιωτικών συμπλεγμάτων.	76
Πίνακας 4.6: Συγκριτική εικόνα βασικών δεικτών.	83
Πίνακας 4.7: Βασικές πρακτικές κυκλικής διαχείρισης αποβλήτων με τους SDGs δείκτες... ..	94



Συντομογραφίες - Απόδοση Όρων

Συντομογραφία	Απόδοση στα Ελληνικά	Αγγλικός Όρος
AHP	Αναλυτική Ιεραρχική Διαδικασία	Analytic Hierarchy Process
AI	Τεχνητή Νοημοσύνη	Artificial Intelligence
ARDL	Αυτοπαλίνδρομης Κατανεμημένης Καθυστέρησης	Autoregressive Distributed Lag
CEAP	Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία	Circular Economy Action Plan
CAPEX	Κεφαλαιουχικές δαπάνες	Capital Expenditures
CMU	Ποσοστό χρήσης κυκλικού υλικού	Circular material use rate
DMC	Εγχώρια κατανάλωση υλικών	Domestic Material Consumption
DMO	Οργανισμός Διαχείρισης Προορισμών	Destination Management Organization
DRS	Σύστημα Επιστροφής Εγγύησης	Deposit Return System
EDAS	Μέθοδο της Συγκριτικής Στάθμισης με την Αξιολόγηση και την Επιλογή	Evaluation based on Distance from Average Solution
EE	Ευρωπαϊκή Ένωση	European Union
EoL	Τέλος Κύκλου Ζωής	End of Life
EU	Ευρωπαϊκή Ένωση	European Union
HDI	Δείκτης Ανθρώπινης Ανάπτυξης	Human Development Index
HORECA	Ξενοδοχεία – Εστίαση – Καφετέριες	Hotels – Restaurants – Cafés
IoT	Διαδίκτυο των Πραγμάτων	Internet of Things
ISO	Διεθνής Οργανισμός Τυποποίησης	International Organization for Standardization



Συντομογραφία	Απόδοση στα Ελληνικά	Αγγλικός Όρος
ISWM	Ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων	Integrated Solid Waste Management
GIS	Γεωγραφικά Συστήματα Πληροφοριών	Geographic Information Systems
LCA	Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής	Life Cycle Assessment
LCC	Κόστος Κύκλου Ζωής	Life Cycle Cost
LCSA	Αξιολόγηση Βιωσιμότητας Κύκλου Ζωής	Life Cycle Sustainability Assessment
MRV	Παρακολούθηση, Αναφορά και Επαλήθευση	Monitoring, Reporting, and Verification
NSRF	Εθνικό Στρατηγικό Πλαίσιο Αναφοράς	National Strategic Reference Framework
OPEX	Λειτουργικές δαπάνες	Operational Expenditures
PCDD/Fs	Πολυχλωριωμένες διβενζο-p-διοξίνες και πολυχλωριωμένα διβενζοφουράνια	Polychlorinated Dibenzo-p-Dioxins and Polychlorinated Dibenzofurans
PET	Τερεφθαλικό Πολυαιθυλένιο	Polyethylene Terephthalate
REC	Κατανάλωση Ανανεώσιμης Ενέργειας	Renewable Energy Consumption
RDF	Απορριφθέν Καύσιμο Παραγώγου	Refused Derived Fuel
RRF	Μηχανισμός Ανάκαμψης και Ανθεκτικότητας	Recovery and Resilience Facility
SAW	Απλή Πρόσθετη Στάθμιση	Simple Additive Weighting
SDGs	Στόχοι Βιώσιμης Ανάπτυξης	Sustainable Development Goals



Συντομογραφία	Απόδοση στα Ελληνικά	Αγγλικός Όρος
SIDS	Αναπτυσσόμενα Μικρά Νησιωτικά Κράτη	Small Island Developing States
SRF	Στερεό Ανακτημένο Καύσιμο	Solid Recovered Fuel
TCO	Συνολικό Κόστος Ιδιοκτησίας	Total Cost of Ownership
UV	Υπεριώδες ακτινοβολία	Ultraviolet
3R / 10R	Αρχές Μείωσης – Επαναχρησιμοποίησης – Ανακύκλωσης / Διευρυμένο Πλαίσιο Κυκλικότητας	Reduce – Reuse – Recycle / 10R Framework
ΑΕΚΚ	Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων	Construction and Demolition Waste (CDW)
ΑΗΗΕ	Απόβλητα Ηλεκτρικού και Ηλεκτρονικού Εξοπλισμού	Waste Electrical and Electronic Equipment
ΑΠΕ	Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας	Renewable Energy Sources
ΑΣΑ	Αστικά Στερεά Απόβλητα	Municipal Solid Waste
ΔΑ	Διαχείριση Αποβλήτων	Waste Management
ΕΣΔΑ	Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων	National Waste Management Plan
ΕΣΠΑ	Εταιρικό Σύμφωνο για το Πλαίσιο Ανάπτυξης	Corporate Agreement on the Development Framework
ΕΠΕ	Εταιρείας Περιορισμένης Ευθύνης	Limited Liability Company
ΗΒ	Ηνωμένο Βασίλειο	United Kingdom
ΚΔΑΥ	Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών	Recyclable Material Sorting Centers
ΚΟ	Κυκλική Οικονομία	Circular Economy (CE)



Συντομογραφία	Απόδοση στα Ελληνικά	Αγγλικός Όρος
KYE	Καταστήματα Υγειονομικού Ενδιαφέροντος	Health Interest Store
MEA	Μονάδα Επεξεργασίας Απορριμμάτων	Waste Treatment Plant
MEBA	Μονάδα Επεξεργασίας Βιοαποβλήτων	Biowaste Treatment Plant
MKO	Μη Κυβερνητικές Οργανώσεις	Non-governmental organizations
OHE	Οργανισμός Ηνωμένων Εθνών	United Nations
ΠΙΝ	Περιφέρεια Ιονίων Νήσων	Region of the Ionian Islands
ΠΟΠ	Πληρώνω Όσο Πετάω	Pay as You Throw
PAAEY	Ρυθμιστική Αρχή Αποβλήτων, Ενέργειας και Υδάτων	Regulatory Authority for Waste, Energy, and Water
ΣΔΙΤ	Συμπράξεων Δημοσίου και Ιδιωτικού Τομέα	Public-Private Partnerships
ΣΣΕΔ	Συλλογικά Συστήματα Εναλλακτικής Διαχείρισης	Collective Alternative Management Systems
ΧΑΔΑ	Χώρος Ανεξέλεγκτης Διάθεσης Απορριμμάτων	Uncontrolled Waste Disposal Site
ΧΥΤΑ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων	Landfill
ΧΥΤΥ	Χώρος Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων	Sanitary Landfill for Residues
ΦΟΔΣΑ	Φορέας Διαχείρισης Στερεών Αποβλήτων	Solid Waste Management Authority

Ευστάθιος
Καρβέλης



*Μεθοδολογίες κυκλικής οικονομίας: Η συνεισφορά τους στη
διαχείριση αποβλήτων σε τουριστικές, νησιωτικές περιοχές*

1ο.Κεφάλαιο: «Εισαγωγή»

Η κυκλική οικονομία (ΚΟ) αποτελεί μια αναδυόμενη προσέγγιση που στοχεύει στη διατήρηση των φυσικών πόρων μέσω επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης υλικών, μειώνοντας τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις και τη σπατάλη φυσικών πόρων. Η στρατηγική της ΚΟ κερδίζει έδαφος καθώς τα περιβαλλοντικά και οικονομικά προβλήματα που προκύπτουν από τη μείωση των αποβλήτων και τη συνετή χρήση των πόρων γίνονται ολοένα και πιο εμφανή (Strippoli, Gallucci, & Ingraio, 2024).

Ο τουρισμός, σημαντικός οικονομικός κλάδος για πολλές χώρες, όπως η Ελλάδα, αντιμετωπίζει σημαντικές προκλήσεις στη διαχείριση αποβλήτων, ιδίως στις νησιωτικές περιοχές που χαρακτηρίζονται από υψηλή τουριστική κίνηση κατά τους καλοκαιρινούς μήνες. Οι ανάγκες σε ενέργεια και πόσιμο νερό είναι αυξημένες, ενώ οι παραγόμενες ποσότητες απορριμμάτων πολλαπλασιάζονται σε αυτές τις περιοχές, επηρεάζοντας τις τοπικές υποδομές (Rodríguez, Florido, & Jacob, 2020).

Η κυκλική οικονομία αποτελεί μια απάντηση στα περιβαλλοντικά προβλήματα του τουριστικού τομέα. Ο κλάδος παράγει μεγάλες ποσότητες αποβλήτων και εκπέμπει αέρια του θερμοκηπίου, ωστόσο οι αρχές της ΚΟ ελαττώνει τη ποσότητα των αποβλήτων μέσω ανακύκλωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανακατασκευής προϊόντων) (Rodríguez, Florido, & Jacob, 2020). Οι ευρωπαϊκές πρωτοβουλίες, όπως το Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία και ο Κανονισμός για τον Οικολογικό Σχεδιασμό για τα Βιώσιμα Προϊόντα, υποστηρίζουν τη βιώσιμη κατανάλωση και παραγωγή, προωθώντας την τοπική ανακύκλωση και την ανακατασκευή υλικών.

Η Κυκλική Οικονομία (ΚΟ) βασίζεται στην αρχή της διατήρησης των πόρων και της μείωσης των περιβαλλοντικών επιπτώσεων μέσω της ορθής διαχείρισης των υλικών σε όλο τον κύκλο ζωής τους. Ένα σημαντικό εργαλείο για την υλοποίηση αυτής της φιλοσοφίας είναι το πλαίσιο 10R, το οποίο περιλαμβάνει στρατηγικές όπως η μείωση (Reduce), η επαναχρησιμοποίηση (Reuse) και η ανακύκλωση (Recycle). Οι στρατηγικές αυτές όχι μόνο ενισχύουν την αποδοτικότητα της διαχείρισης αποβλήτων, αλλά συμβάλλουν και στη διατήρηση των φυσικών πόρων, στη μείωση της ρύπανσης και στην αντιμετώπιση της κλιματικής αλλαγής (Strippoli, Gallucci, & Ingraio, 2024).

Το πλαίσιο 10R διαχωρίζεται σε διάφορες στρατηγικές, οι οποίες εφαρμόζονται σε διαφορετικά στάδια του κύκλου ζωής των προϊόντων. Στην κορυφή του πλαισίου βρίσκεται η στρατηγική «Άρνηση» (Refuse), που αποσκοπεί στην πρόληψη δημιουργίας αποβλήτων από τη φάση σχεδιασμού. Ακολουθούν οι στρατηγικές «Επανεξέταση» (Rethink) και «Μείωση» (Reduce), οι οποίες προωθούν τη βιώσιμη χρήση των πόρων και την ελαχιστοποίηση της σπατάλης κατά την παραγωγή και την κατανάλωση. Η «Επαναχρησιμοποίηση» (Reuse), η «Επιδιόρθωση» (Repair) και η «Ανακαίνιση» (Refurbish) παρατείνουν τον κύκλο ζωής των προϊόντων, μειώνοντας την ανάγκη για νέες πρώτες ύλες.

Σε περιβάλλοντα όπως οι τουριστικές και νησιωτικές περιοχές, η εφαρμογή αυτών των στρατηγικών είναι κρίσιμη. Οι περιοχές αυτές συχνά χαρακτηρίζονται από αυξημένη παραγωγή αποβλήτων λόγω εποχικότητας, γεγονός που αυξάνει την πίεση στα τοπικά συστήματα διαχείρισης αποβλήτων. Η υιοθέτηση στρατηγικών 10R, όπως η ανακύκλωση (Recycle) και η ανάκτηση υλικών (Recover), ενισχύει την αποδοτικότητα αυτών των συστημάτων, ενώ παράλληλα συμβάλλει στην προστασία των ευαίσθητων φυσικών οικοσυστημάτων. Συνολικά, το πλαίσιο 10R προσφέρει έναν ολοκληρωμένο οδηγό για τη μετάβαση από το γραμμικό στο κυκλικό μοντέλο ανάπτυξης, προωθώντας τη βιωσιμότητα και τη διαχείριση πόρων με υπεύθυνο τρόπο.

Στα τουριστικά νησιά της Μεσογείου, η αυξημένη ζήτηση πόρων από τον τουρισμό επιβαρύνει τις τοπικές υποδομές και δημιουργεί αυξημένες ανάγκες για αποκομιδή απορριμμάτων και διαχείριση υδάτινων πόρων. Χαρακτηριστικά παραδείγματα αποτελούν τα ελληνικά νησιά, όπου οι μεγάλες διακυμάνσεις στον πληθυσμό λόγω εποχικότητας κάνουν αναγκαία την εφαρμογή συστημάτων ΚΟ για τη διαχείριση των αποβλήτων και την προστασία των φυσικών πόρων (Rodríguez, Florido, & Jacob, 2020).

Ερευνητικές μελέτες δείχνουν ότι η επιτυχία της ΚΟ σε τουριστικές περιοχές εξαρτάται από την υιοθέτηση πολιτικών και συνεργασιών, που θα ευνοήσουν τη βιώσιμη διαχείριση των αποβλήτων και θα ενισχύσουν τον τουρισμό (Ferronato et al., 2023; Sorin & Einarsson, 2020; Strippoli et al., 2024; Rodríguez et al., 2020).

1.1 Σκοπός και σημασία της μελέτης

Η παρούσα μελέτη εστιάζει στη διερεύνηση της κυκλικής οικονομίας (ΚΟ) και των μεθοδολογιών της ως εργαλείων για τη βιώσιμη διαχείριση αποβλήτων σε τουριστικές, νησιωτικές περιοχές. Οι περιοχές αυτές χαρακτηρίζονται από αυξημένες ανάγκες σε πόρους και έντονες περιβαλλοντικές πιέσεις, ιδιαίτερα κατά τις περιόδους τουριστικής αιχμής. Η ΚΟ προσφέρει ένα καινοτόμο πλαίσιο που δίνει έμφαση στη μείωση της παραγωγής απορριμμάτων, στην επαναχρησιμοποίηση προϊόντων και στην ενίσχυση της ανακύκλωσης, συμβάλλοντας έτσι στη διαμόρφωση ενός πιο ανθεκτικού και περιβαλλοντικά υπεύθυνου μοντέλου ανάπτυξης.

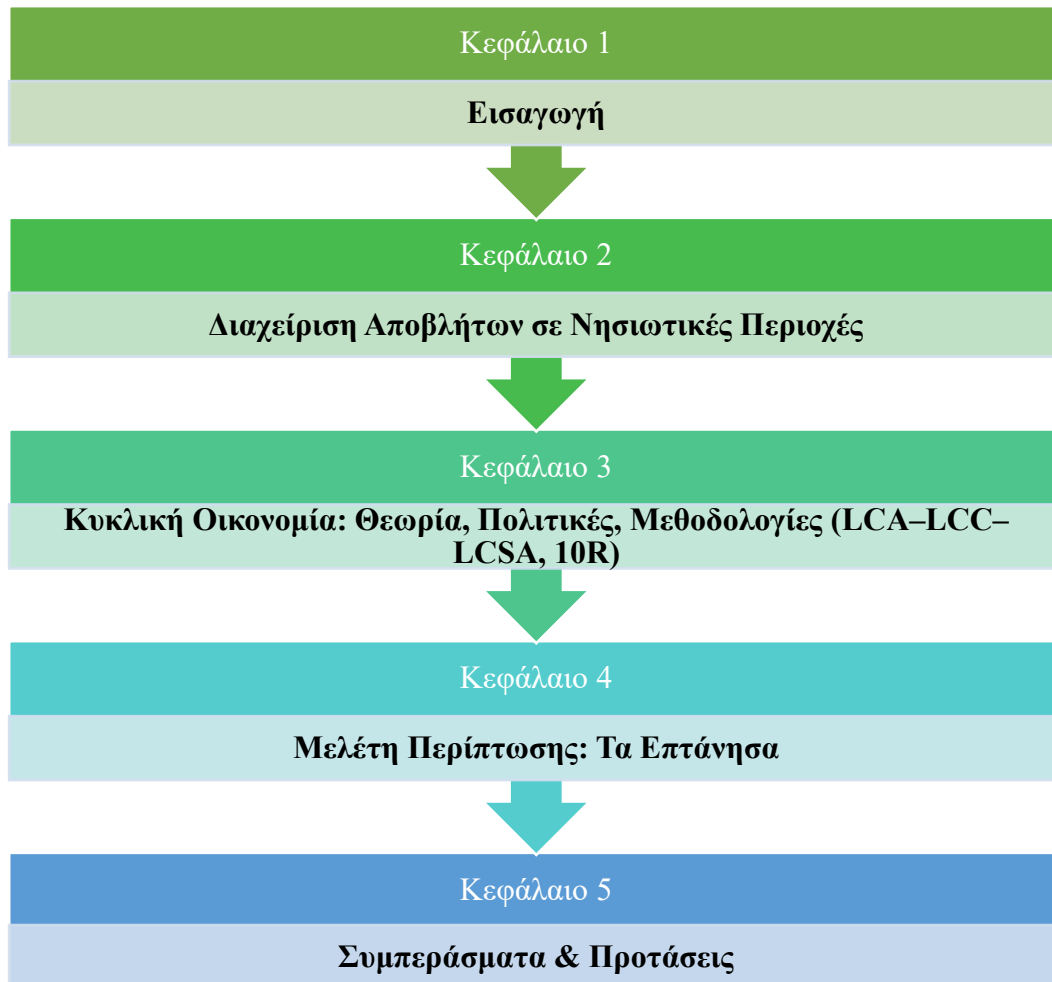
Ο σκοπός της μελέτης είναι να εξετάσει πώς οι αρχές και οι πρακτικές της κυκλικής οικονομίας μπορούν να εφαρμοστούν αποτελεσματικά στις τουριστικές περιοχές της Ελλάδας και ειδικότερα στα Επτάνησα. Επιδιώκεται να αναλυθεί ο τρόπος με τον οποίο τέτοιες μεθοδολογίες μπορούν να μειώσουν τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις του τουρισμού και να ενισχύσουν την αποδοτική χρήση των τοπικών πόρων, προσφέροντας ταυτόχρονα οικονομικά και κοινωνικά οφέλη.

Η σημασία της μελέτης έγκειται στο ότι παρέχει θεωρητική και πρακτική βάση για την υιοθέτηση βιώσιμων στρατηγικών. Οι στρατηγικές αυτές δεν περιορίζονται στη διαχείριση των αποβλήτων, αλλά επεκτείνονται στην ενδυνάμωση της τοπικής οικονομίας, στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής ανθεκτικότητας και στη δημιουργία ενός πιο «πράσινου» τουριστικού προφίλ. Η ανάγκη για βελτιωμένες πρακτικές είναι ιδιαίτερα επιτακτική, καθώς σε πολλές νησιωτικές περιοχές η τουριστική βιομηχανία δημιουργεί περιβαλλοντικές πιέσεις που συχνά υπερβαίνουν τις δυνατότητες των υφιστάμενων υποδομών.

Τέλος, η μελέτη φιλοδοξεί να συμβάλει στην κατανόηση του πώς οι στρατηγικές κυκλικής οικονομίας μπορούν να προσαρμοστούν στις ιδιαίτερες ανάγκες των τουριστικών προορισμών. Μέσα από την ανάλυση παραδειγμάτων και την παρουσίαση βέλτιστων πρακτικών, επιχειρεί να προτείνει λύσεις που θα περιορίσουν τις περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις, θα ενισχύσουν τη βιωσιμότητα του τουρισμού και θα προσφέρουν οφέλη στους τοπικούς πληθυσμούς και στις επιχειρήσεις.

1.2 Δομή της εργασίας

Η εργασία οργανώνεται σε πέντε κύρια κεφάλαια, ακολουθώντας μια λογική πορεία από τη θεωρητική ανάλυση έως την εφαρμογή σε μελέτη περίπτωσης και τα τελικά συμπεράσματα.



Σχήμα 1.1: Δομή της εργασίας

Στο Κεφάλαιο 1 (Εισαγωγή) παρουσιάζεται ο σκοπός και η σημασία της μελέτης, καθώς και η δομή της. Στόχος είναι να εισαγάγει τον αναγνώστη στο αντικείμενο και να αναδείξει τη σπουδαιότητα της κυκλικής οικονομίας ως μέσου διαχείρισης αποβλήτων σε νησιωτικές και τουριστικές περιοχές.

Το Κεφάλαιο 2 (Διαχείριση Αποβλήτων σε Νησιωτικές Περιοχές) επικεντρώνεται στα ιδιαίτερα χαρακτηριστικά των νησιών, στα προβλήματα που ανακύπτουν από τον τουρισμό και στις περιορισμένες υποδομές, αλλά και σε κοινωνικούς και θεσμικούς παράγοντες.



Παράλληλα, αναλύονται οι δυσκολίες εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας σε τέτοια περιβάλλοντα.

Στο Κεφάλαιο 3 (Κυκλική Οικονομία) αναπτύσσονται οι θεωρητικές βάσεις: ορισμός και αρχές της κυκλικής οικονομίας, διαφορές με τη γραμμική προσέγγιση, οι περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές της διαστάσεις, καθώς και οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Ένωσης. Επιπλέον, παρουσιάζονται οι βασικές μεθοδολογίες (LCA, LCC, LCSA) και το πλαίσιο 10R, συνοδευόμενα από παραδείγματα εφαρμογών και τα όρια πρακτικής τους.

Το Κεφάλαιο 4 (Μελέτη Περίπτωσης: Τα Επτάνησα) αποτελεί το σημαντικό κομμάτι της εργασίας. Αρχικά παρουσιάζεται η γενική εικόνα της διαχείρισης αποβλήτων στα νησιά, με αναφορά στις υποδομές, τις προκλήσεις και τις βέλτιστες πρακτικές. Στη συνέχεια, αναλύονται συγκεκριμένα παραδείγματα εφαρμογής (Reclaim Project, ReBoat, ΦΟΔΣΑ Ιονίων Νήσων), καταγράφονται τα προβλήματα και οι αντιδράσεις των πολιτών, ενώ γίνεται συγκριτική ανάλυση με άλλες νησιωτικές περιοχές. Ιδιαίτερη βαρύτητα δίνεται στη δημιουργία χαρτών ροής για τα διάφορα ρεύματα αποβλήτων, οι οποίοι επιτρέπουν την απεικόνιση των πρακτικών διαχείρισης και τη διατύπωση κριτικής αποτίμησης και προοπτικών.

Τέλος, το Κεφάλαιο 5 (Συμπεράσματα) συνοψίζει τα κύρια ευρήματα, αναδεικνύει τη σημασία της κυκλικής οικονομίας για τις νησιωτικές περιοχές και προτείνει μελλοντικές κατευθύνσεις και ερευνητικές προοπτικές.

Με αυτόν τον τρόπο, η εργασία ακολουθεί μια συνεκτική πορεία από τη θεωρία προς την πράξη, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη αποτύπωση της συμβολής της κυκλικής οικονομίας στη διαχείριση αποβλήτων στα Επτάνησα.

2ο.Κεφάλαιο: «Διαχείριση Αποβλήτων σε Νησιωτικές Περιοχές - Η Διάγνωση του Προβλήματος»

2.1 Χαρακτηριστικά νησιωτικών συστημάτων που δυσχεραίνουν τη διαχείριση αποβλήτων

Τα νησιωτικά συστήματα συνδυάζουν μια ιδιόμορφη «δέσμη» περιορισμών: γεωγραφική απομόνωση, μικρή κλίμακα πληθυσμού και αγοράς, περιορισμένη γη για υποδομές, εξάρτηση από εισαγόμενα αγαθά, καθώς και υψηλή περιβαλλοντική ευαισθησία. Η εποχικότητα -ιδίως λόγω τουρισμού- δημιουργεί έντονες αιχμές ζήτησης σε υπηρεσίες καθαριότητας και οδηγεί σε μεγάλες διακυμάνσεις τόσο στον όγκο όσο και στη σύσταση των αποβλήτων. Σε αυτό το πλαίσιο, η επίτευξη οικονομιών κλίμακας καθίσταται δύσκολη, με αποτέλεσμα υψηλότερο μοναδιαίο κόστος συλλογής, μεταφοράς και επεξεργασίας, ενώ η εξάρτηση από εισαγόμενα προϊόντα αυξάνει τις ροές συσκευασιών και άλλων υλικών με σημαντικό περιβαλλοντικό αποτύπωμα. Η διεθνής βιβλιογραφία στα SIDS (Small Island Developing States) τεκμηριώνει συστηματικά τα παραπάνω, αναδεικνύοντας ως κρίσιμους κόμβους τις μεταφορές (θαλάσσιες/χερσαίες), τη διαθεσιμότητα γης, τις χαμηλές ποσότητες ανά ρεύμα (που δυσκολεύουν την ανακύκλωση) και την εποχική πίεση του τουρισμού (Mishcon de Reya, 2024).

Πέρα από τα «υλικά» εμπόδια, αναδύονται και ζητήματα διακυβέρνησης. Σε μικρά, τουριστικά νησιά, οι θεσμικές ρυθμίσεις και οι σχέσεις μεταξύ δημόσιων αρχών, επιχειρήσεων και κοινωνίας πολιτών συχνά εμφανίζουν ακαμψίες, με αποτέλεσμα ασυνέχειες στον σχεδιασμό και την υλοποίηση συστημάτων. Η σχετική έρευνα, με εργαλείο την Evolutionary Governance Theory, δείχνει ότι οι δυσλειτουργίες δεν περιορίζονται στην τεχνική επάρκεια αλλά αφορούν τον τρόπο που συναρθρώνονται οι ρόλοι, οι κανόνες και οι ρουτίνες λήψης αποφάσεων - ιδίως όταν ο τουρισμός μεταβάλλει ταχύτατα τις ροές υλικών και την κοινωνική ζήτηση για υπηρεσίες (Wang et al., 2021; Singh et al., 2023).

Στην ελληνική περίπτωση, η νησιωτικότητα και η έντονη χωρική διασπορά των οικισμών καθιστούν τη «γραμμή υπηρεσίας» (συλλογή - μεταφορά - ενδιάμεση αποθήκευση - τελική επεξεργασία) ακριβή και επιχειρησιακά δύσκολη. Τα επίσημα έγγραφα στρατηγικού σχεδιασμού στην Περιφέρεια Ιονίων Νήσων επισημαίνουν ότι η διαχείριση αποβλήτων απαιτεί

συντονισμό σε περιφερειακό επίπεδο, με σαφή ιεράρχηση ροών, χωροθέτηση υποδομών και διασύνδεση με τα ΠΕΣΔΑ, λόγω των ιδιαίτερων περιβαλλοντικών πιέσεων και της εποχικότητας. Η Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) του Περιφερειακού Προγράμματος κάνει ρητή αναφορά στη «Διαχείριση αποβλήτων» ως θεματικό άξονα, παραπέμποντας στο ισχύον πλαίσιο σχεδιασμού (ΠΕΣΔΑ Ιονίων Νήσων) και στην ανάγκη ευθυγράμμισης παρεμβάσεων, ακριβώς επειδή οι νησιωτικές συνθήκες αυξάνουν το κόστος και τη δυσκολία ορθολογικής οργάνωσης (ΣΜΠΕ-Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, 2021).

Ειδικότερα, τέσσερις ομάδες χαρακτηριστικών περιγράφουν το «πρόβλημα» στα νησιά (Wang et al., 2021; Singh et al., 2023; Mishcon de Reya, 2024; ΦΟΔΣΑ Ιονίων Νήσων, 2025):

1. Χωρικοί και γεωμορφολογικοί περιορισμοί. Η περιορισμένη γη για ΧΥΤΥ/ΜΕΑ και πράσινα σημεία, σε συνδυασμό με την ανάγκη προστασίας ευαίσθητων οικοσυστημάτων (παράκτιων/θαλάσσιων), οδηγεί σε λύσεις με αυξημένες απαιτήσεις μεταφοράς ή προσωρινής αποθήκευσης. Στα SIDS, η έλλειψη επαρκών αδειοδοτημένων χώρων και οι δυσκολίες χωροθέτησης αναφέρονται ως μόνιμο εμπόδιο.
2. Κλίμακα ροών και οικονομίες κλίμακας. Οι μικρές ποσότητες ανά υλικό αποθαρρύνουν την τοπική αξιοποίηση/ανακύκλωση (υψηλό σταθερό κόστος ανά τόνο), ενώ οι ακριβές θαλάσσιες μεταφορές επιβαρύνουν την «έξοδο» δευτερογενών υλικών προς ηπειρωτικές αγορές.
3. Εποχικότητα και τουρισμός. Η απότομη αύξηση επισκεπτών μεταβάλλει όχι μόνο τον όγκο αλλά και τη σύσταση των αποβλήτων (πλαστικά μιας χρήσης, συσκευασίες τροφίμων, οργανικά από HORECA), απαιτώντας ευέλικτους στόλους/δρομολόγια και ενισχυμένες υποδομές αιχμής. Μελέτες από τουριστικά νησιά τεκμηριώνουν ότι οι τουρίστες παράγουν ανά άτομο σημαντικά περισσότερα απορρίμματα από τους μόνιμους κατοίκους και ότι, χωρίς διακυβέρνηση «προσαρμοστική», το σύστημα υπερφορτώνεται.
4. Διακυβέρνηση και θεσμική ικανότητα. Η τεχνική λύση (ΜΕΑ, κομποστοποίηση, δικτύωση πράσινων σημείων) αποτυγχάνει αν δεν υποστηρίζεται από συνεκτικούς κανόνες, σταθερή χρηματοδότηση, συμβάσεις υπηρεσιών με κίνητρα απόδοσης και ενεργό συμμετοχή των ενδιαφερομένων μερών. Η πρόσφατη σύνοψη της διεθνούς βιβλιογραφίας προτείνει ένα κοινωνικο-μεταβολικό πλαίσιο (Socio-Metabolic Research Framework) για τον σχεδιασμό συστημάτων με βάση ροές υλικών, κοινωνικές πρακτικές και θεσμικές διαδρομές.

Για τα Ιόνια νησιά ειδικότερα, οι παράγοντες αυτοί «συναντιούνται» σε μια περιοχή με υψηλή τουριστική ένταση, πολυδιάσπαση οικισμών και ευαίσθητους θαλάσσιους πόρους. Η περιφερειακή τεκμηρίωση τονίζει την ανάγκη συνδυασμού υποδομών (ΜΕΑ/ΧΥΤΥ, κομποστοποίηση οργανικών, δίκτυο διαλογής στην πηγή) με οριζόντιες δράσεις (εκπαίδευση, ενίσχυση Δήμων, ψηφιακά εργαλεία για βέλτιστη συλλογή), ώστε να αντιμετωπιστούν οι δομικές αιχμές ζήτησης και να μειωθεί το κόστος ανά τόνο. Με άλλα λόγια, το «πρόβλημα» δεν είναι μόνο τεχνικό αλλά συστημικό: αφορά νησιωτικές κλίμακες, εποχικότητα και διακυβέρνηση - και γι' αυτό απαιτεί περιφερειακό συντονισμό, δεδομένα ροών και ευελιξία πολιτικής (ΣΜΠΕ-Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, 2021).

2.2 Παράγοντες πίεσης και πρότυπα κατανάλωσης

Στις νησιωτικές περιοχές, η αιχμή της τουριστικής περιόδου λειτουργεί ως «πολλαπλασιαστής» πίεσης στα τοπικά συστήματα αποβλήτων. Η απότομη αύξηση του πληθυσμού σε σύντομο χρονικό διάστημα συνεπάγεται ημερήσια παραγωγή αστικών στερεών αποβλήτων που συχνά υπερβαίνει τις δυνατότητες συλλογής και επεξεργασίας. Επιπλέον, οι τουρίστες τείνουν να παράγουν περισσότερα απόβλητα από τους μόνιμους κατοίκους λόγω διαφορετικών προτύπων κατανάλωσης (π.χ. μικρές συσκευασίες, έτοιμα γεύματα, εμφιαλωμένο νερό) και υψηλότερης κατά κεφαλήν δαπάνης (Shamshiry et al., 2011; Wang et al., 2021). Το αποτέλεσμα είναι όχι μόνο η αύξηση του όγκου, αλλά και η μεταβολή της σύστασης των ροών - με σαφή ενίσχυση των πλαστικών μίας χρήσης, των υλικών συσκευασίας και των «μεικτών» ρευμάτων που απαιτούν αυστηρότερη διαλογή στην πηγή και καθαρότερες δευτερογενείς ύλες.

Σε μικρά νησιά με περιορισμένη υλικοτεχνική υποδομή, η εποχική κυκλοφορία υλικών εκτός κλίμακας οδηγεί σε «συστήματα υπερχείλισης»: προσωρινά σημεία συγκέντρωσης χωρίς επάρκεια κάδων, ανεπαρκή δρομολόγια αποκομιδής και απουσία χώρων μεταφόρτωσης. Στη Nosy Be της Μαδαγασκάρης, εκτιμάται ότι περί το 95% των αποβλήτων καταλήγει σε ανοιχτή απόρριψη, καύση ή διαρροή στο θαλάσσιο περιβάλλον, με τον τουρισμό να επιδεινώνει την εικόνα μέσω αυξημένων ροών πλαστικών, μπαταριών και ελαστικών (Ferronato, Mertenat, Zurbrugg, & Torretta, 2023). Αντίστοιχα, στο νησί Παρί της Ινδονησίας, η συνύπαρξη οικιακών, τουριστικών και παρασυρόμενων απορριμμάτων υπερβαίνει συστηματικά τη διαχειριστική ικανότητα, ενώ η συμμετοχή της κοινότητας στη διαλογή δεν αρκεί για να

αντισταθμίσει την έλλειψη μεταφορικών και υποδομών προς την ηπειρωτική χώρα (Assa & Wibisono, 2020). Αυτά τα παραδείγματα καταδεικνύουν ότι η εποχικότητα και η «εισαγόμενη» κατανάλωση ανατρέπουν τις ισορροπίες ενός συστήματος που έχει σχεδιαστεί για μόνιμο πληθυσμό.

Τα τουριστικά πρότυπα κατανάλωσης χαρακτηρίζονται από υψηλή «ενσωματωμένη» υλική ένταση: συσκευασίες τροφίμων/ποτών, ατομικά είδη υγιεινής, υλικά μίας χρήσης στη φιλοξενία, καθώς και αυξημένες ροές οργανικών από τον κλάδο εστίασης. Η δε εξάρτηση πολλών νησιών από εισαγόμενα προϊόντα ενισχύει τις ροές συσκευασίας και αυξάνει το ποσοστό «μη τοπικά αξιοποιήσιμων» υλικών. Η απουσία ώριμων δευτερογενών αγορών, ειδικά για μεικτά και ρυπασμένα πλαστικά, ωθεί στη λύση της προσωρινής αποθήκευσης ή/και της ανεξέλεγκτης απόρριψης, με υψηλό κίνδυνο θαλάσσιας ρύπανσης. Στο επίπεδο διακυβέρνησης, πρόσφατη βιβλιογραφία για νησιωτικά συστήματα τονίζει ότι η διαχείριση αποβλήτων δεν είναι απλώς τεχνικό ζήτημα αλλά πρόβλημα διακυβέρνησης, με θεσμικές ακαμψίες, ασυμμετρίες ρόλων και έλλειψη εξελικτικού σχεδιασμού που να λαμβάνει υπόψη τις ιδιαιτερότητες του τουριστικού κύκλου (Wang, Lee, & Mokhtar, 2021).

Σημαντική διάσταση αποτελεί και η συμπεριφορά των καταναλωτών. Παρότι η κυκλική οικονομία επαγγέλλεται μείωση αποβλήτων μέσω επαναχρησιμοποίησης, επισκευής και ανακύκλωσης, τα εμπειρικά δεδομένα δείχνουν χάσμα ανάμεσα στην πρόθεση και στην πράξη, ακόμη και σε ανεπτυγμένες χώρες, λόγω ελλιπούς κατανόησης, κόστους, και ανεπαρκών κινήτρων/υποστήριξης (Gonella, Filho, Campos, & Ganga, 2024). Σε μακρο-επίπεδο, η ενσωμάτωση κυκλικών πρακτικών εξαρτάται από τα χαρακτηριστικά του εθνικού «συστήματος επιχειρηματικής οργάνωσης» (ρυθμιστικό πλαίσιο, χρηματοδότηση, συνεργασίες), που μπορεί να ευνοούν ή να αναστέλλουν λύσεις όπως συστήματα επιστροφής εγγύησης, τοπικές μονάδες προεπεξεργασίας και συμβάσεις μεταφοράς (Gutberlet, Preuss, & Thorpe, 2023).

Ειδικά για τα νησιά, οι πιέσεις εντείνονται από: (α) τον περιορισμένο χώρο για υγειονομική ταφή, (β) το υψηλότερο μοναδιαίο κόστος μεταφοράς προς την ενδοχώρα, (γ) τη δυσκολία διατήρησης σταθερών ποιοτικών ροών για ανακύκλωση μέσα σε ένα έντονα εποχικό προφίλ, και (δ) τη «διαρροή» αποβλήτων στο παράκτιο/θαλάσσιο περιβάλλον κατά τις περιόδους αιχμής. Η διεθνής εμπειρία καταδεικνύει ότι οι τουριστικοί φορείς μπορούν να λειτουργήσουν ως «είσοδος» για κυκλικές παρεμβάσεις (π.χ. διακριτή συλλογή υψηλής καθαρότητας σε

ξενοδοχεία, πράσινες προμήθειες, τέλος τουρισμού υπέρ ΣΔΙΤ ανακύκλωσης), όμως απαιτείται ενεργή συμπερίληψη τοπικών εταίρων, ρεαλιστική χαρτογράφηση ροών και εξασφαλισμένες διεξόδους για τα δευτερογενή υλικά (Ferronato, Mertenat, Zurbrügg, & Torretta, 2023).

Τέλος, αξίζει να σημειωθεί ότι οι κυκλικές πρακτικές δεν είναι αυτόματα «ουδέτερες» ως προς τις κοινωνικές και περιβαλλοντικές εκβάσεις: σε εθνικό επίπεδο, μελέτες στη Γερμανία δείχνουν ότι επιμέρους κατηγορίες της κυκλικής οικονομίας έχουν ετερογενείς επιδράσεις -με τη χρήση ΑΠΕ να βελτιώνει δείκτες ανθρώπινης ανάπτυξης και οικολογικού αποτυπώματος, ενώ η ανακύκλωση, όταν η βιομηχανία είναι ανώριμη ή ενεργοβόρα, μπορεί βραχυπρόθεσμα να συνοδεύεται από μη αναμενόμενες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις (Erum et al., 2024; Musa et al., 2024). Σε νησιωτικά περιβάλλοντα, όπου οι κλίμακες είναι μικρές και τα μεταφορικά «βαριά», τέτοιες ιδιαιτερότητες υπογραμμίζουν την ανάγκη για στοχευμένες, τοποειδικές λύσεις με έμφαση στην πρόληψη και επαναχρησιμοποίηση, πριν από την ανακύκλωση.

Συνοψίζοντας, οι παράγοντες πίεσης στα νησιά προκύπτουν από τη σύγκλιση της εποχικής υπερφόρτωσης, των ενεργοβόρων τουριστικών προτύπων κατανάλωσης και των θεσμικών-υποδομικών περιορισμών. Η απάντηση προϋποθέτει ανασχεδιασμό των ροών στην πηγή (αποσυσκευασία, συστήματα επιστροφής, bulk διάθεση), υποχρεωτική διαλογή υψηλής καθαρότητας στα τουριστικά καταλύματα, και διοικητικές ρυθμίσεις που «εξομαλύνουν» την εποχικότητα (ρήτρες υπηρεσιών αιχμής, τέλη βάσει ποσότητας/ρύπανσης, συμβάσεις μεταφοράς). Χωρίς αυτά, η υπερπαραγωγή και η αλλοίωση της σύστασης των αποβλήτων θα συνεχίσουν να διαβρώνουν την ικανότητα των νησιωτικών συστημάτων να προστατεύουν το φυσικό τους κεφάλαιο, που αποτελεί και το βασικό τουριστικό τους πόρο.

2.3 Υποδομές, μεταφορές και χρηματοοικονομικοί περιορισμοί

Στα νησιωτικά μικρο-συστήματα, η αλληλεπίδραση τεχνικών, γεωγραφικών και χρηματοοικονομικών περιορισμών διαμορφώνει ένα ιδιαίτερα «στενό» πεδίο δράσης για τις υποδομές διαχείρισης αποβλήτων. Η έλλειψη διαθέσιμης γης και η κατακερματισμένη ιδιοκτησία καθιστούν δυσχερή την αδειοδότηση και χωροθέτηση εγκαταστάσεων επεξεργασίας, ενώ η μικρή κλίμακα στερεί οικονομίες κλίμακας στη συλλογή, προεπεξεργασία και αξιοποίηση υλικών. Επιπλέον, η εξάρτηση από θαλάσσιες μεταφορές για διακίνηση υπολειμμάτων ή δευτερογενών υλικών προς/από ηπειρωτικά κέντρα αυξάνει σημαντικά το

κόστος κύκλου ζωής μιας υποδομής, καθώς μεταβλητές όπως καιρικές συνθήκες, μικρά φορτία και χαμηλή πληρότητα «σπάνε» την καμπύλη κόστους ανά τόνο. Η διεθνής βιβλιογραφία για τα SIDS τεκμηριώνει σταθερά ότι αυτά τα χαρακτηριστικά οδηγούν σε υψηλότερα μοναδιαία κόστη, συχνές καθυστερήσεις ροής υλικών και δυσκολία στη σταθερή απορρόφηση δευτερογενών προϊόντων από τις τοπικές αγορές (Bundhoo, 2018).

Η εποχικότητα του τουρισμού επιβαρύνει περαιτέρω το σύστημα: αιχμές ζήτησης συμπυκνώνονται σε λίγους μήνες, πολλαπλασιάζοντας τον όγκο των ΑΣΑ, των συσκευασιών μίας χρήσης και των οργανικών, την ώρα που ο στόλος οχημάτων, τα σημεία μεταφόρτωσης και οι χώροι προσωρινής αποθήκευσης έχουν σχεδιαστεί για «μέση ημέρα». Μελέτες από τουριστικά νησιά στην Ασία αναδεικνύουν ότι οι επισκέπτες μπορούν να παράγουν διπλάσιους ρυθμούς απορριμμάτων ανά κάτοικο σε σχέση με τους μόνιμους κατοίκους, με άμεση συνέπεια την πίεση στον προϋπολογισμό συλλογής/μεταφοράς και τη συρρίκνωση του υπολειπόμενου χρόνου ζωής χώρων υγειονομικής ταφής (Ferronato, Mertenat, Zurbrügg, & Torretta, 2023).

Στο επίπεδο διακυβέρνησης, η τρωτότητα των νησιών δεν οφείλεται μόνο σε «υλικούς» περιορισμούς αλλά και σε ακαμψίες συντονισμού: οι ρόλοι φορέων, οι ροές χρηματοδότησης και τα ρυθμιστικά εργαλεία συχνά δεν προσαρμόζονται στον ταχύ ρυθμό μεταβολής που επιβάλλουν η τουριστική εποχικότητα και οι μεταφορικές αβεβαιότητες. Η προσέγγιση της Evolutionary Governance έχει δείξει ότι όπου απουσιάζει θεσμική μάθηση και ευελιξία, εγκλωβιζόμαστε σε βραχυπρόθεσμες λύσεις (π.χ. προσωρινοί σταθμοί και «πυροσβεστικές» μεταφορές) με υψηλό κόστος και χαμηλό κυκλικότητα-αποτέλεσμα (Ferronato, Mertenat, Zurbrügg, & Torretta, 2023).

Η ελληνική εμπειρία, όπως αποτυπώνεται σε στρατηγικές περιφερειακές μελέτες και προφίλ προορισμών, επιβεβαιώνει τα παραπάνω. Η Περιφέρεια Ιονίων Νήσων υπογραμμίζει την ανάγκη για διαπεριφερειακό συντονισμό, ενίσχυση υποδομών συλλογής/μεταφόρτωσης και ικανότητα διαχείρισης αιχμών -ώστε να εξασφαλιστεί ομαλή ροή υλικών και να περιοριστούν οι προσωρινές, δαπανηρές λύσεις (ΣΜΠΕ-Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, 2021). Παράλληλα, τα λειτουργικά προφίλ νησιωτικών προορισμών αναδεικνύουν ότι η τουριστική συγκέντρωση εντός μικρού χρονικού παραθύρου μεταφράζεται σε αυξημένες ανάγκες στόλου, βαρδιών και γραμμών μεταφοράς προς κεντρικούς αποδέκτες, με αποτέλεσμα υψηλή μεταβλητότητα κόστους και διακινδύνευση ποιότητας υπηρεσίας.

Στην πράξη, οι χρηματοοικονομικοί περιορισμοί εμφανίζονται σε τρία επίπεδα. Πρώτον, στο CAPEX, όπου το κόστος ανά ισοδύναμο τόνο εγκατεστημένης δυναμικότητας είναι υψηλότερο λόγω νησιωτικότητας (ναυτιλιακές προσανξήσεις στον εξοπλισμό, ειδικά έργα θεμελίωσης, μικρή κλίμακα). Δεύτερον, στο OPEX, με αυξημένα καύσιμα/ναύλα, κόστος συντήρησης (λόγω αλμυρής ατμόσφαιρας και δυσκολίας ανταλλακτικών) και κόστος προσωπικού για κάλυψη αιχμών. Τρίτον, στη ρευστότητα της αγοράς δευτερογενών υλικών: μικροί όγκοι και ασταθείς ροές αποθαρρύνουν σταθερά off-take συμβόλαια, οδηγώντας σε αποθήκευση ή/και re-routing σε ηπειρωτικά κέντρα με επιπλέον κόστος. Η διεθνής τεκμηρίωση από μικρά τουριστικά νησιά της Ινδονησίας επισημαίνει ότι ακόμη και όταν υπάρχει συμμετοχή νοικοκυριών στην πηγή, η ανεπάρκεια δημόσιων υποδομών για τη μεταφορά προς «ηπειρωτικούς» τελικούς αποδέκτες καθιστά τη ροή εύθραυστη και ακριβή (Willmott & Graci, 2012).

Σε αυτό το πλαίσιο, οι κυκλικές λύσεις πρέπει να σχεδιάζονται «κοντά στην πηγή» και με ρεαλιστική οριοθέτηση των νησιωτικών μεταφορικών/οικονομικών περιορισμών. Η βιβλιογραφία για μικρά τουριστικά νησιά υποδεικνύει πρακτικά σενάρια: αποκεντρωμένη κομποστοποίηση και προ-διαλογή οργανικών για μείωση βάρους/όγκου, μικρές μονάδες προεπεξεργασίας πλαστικών με στόχευση σε λίγες ροές υψηλής καθαρότητας (π.χ. PET), καθώς και συμβατικά σχήματα «ο ρυπαίνων πληρώνει» προσαρμοσμένα στον τουριστικό κλάδο (τέλη διανυκτέρευσης υπέρ ΑΣΑ) ώστε να δημιουργείται προβλέψιμο έσοδο για OPEX/ανανεώσεις εξοπλισμού. Παράλληλα, απαιτείται ενίσχυση των σημείων μεταφόρτωσης με λειτουργικές δυνατότητες συμπίεσης/δεματοποίησης, ώστε να επιτυγχάνεται μεγαλύτερη πυκνότητα φορτίου και μειωμένο κόστος ανά θαλάσσιο δρομολόγιο (Mohee, et al., 2015).

Τέλος, η διακυβέρνηση της «αλυσίδας εφοδιασμού» αποβλήτων σε νησιά -από τη συλλογή μέχρι την τελική αξιοποίηση- χρειάζεται θεσμικά εργαλεία συνεργασίας και προτυποποίηση ροών. Όπου ενεργοποιούνται σχήματα πολυμερούς συνεργασίας (δήμος, ιδιώτες, τουριστικές επιχειρήσεις, ΜΚΟ) και εισάγονται σταθερά συμβόλαια απορρόφησης για επιλεγμένα ρεύματα, καταγράφονται μετρήσιμα οφέλη: μείωση ανοιχτής απόρριψης/καύσης, καλύτερη αξιοπιστία υπηρεσιών και σταδιακή δημιουργία τοπικών «πυρήνων» κυκλικότητας που μπορούν να αντέξουν την εποχική μεταβλητότητα (Mohee, et al., 2015).

2.4 Επικρατούσες πρακτικές και περιβαλλοντικές/υγειονομικές επιπτώσεις

Σε πολλές νησιωτικές περιοχές όπου η διαχείριση αποβλήτων (ΔΑ) υστερεί σε υποδομές, κυριαρχούν «λύσεις ανάγκης» όπως ανεξέλεγκτη απόρριψη σε πρόχειρους σωρούς ή πρηνή ρεμάτων/ακτών, προσωρινή αποθήκευση και δεματοποίηση χωρίς επαρκή στεγάνωση, καθώς και ανοικτή καύση μιγμάτων απορριμμάτων. Οι πρακτικές αυτές έχουν τεκμηριωμένες περιβαλλοντικές και υγειονομικές επιπτώσεις: (α) παραγωγή στραγγισμάτων με υψηλά οργανικά φορτία, ιόντα αμμωνίου, μέταλλα και ξеноβιοτικά, τα οποία δύνανται να ρυπάνουν επιφανειακά και υπόγεια ύδατα, ιδίως όταν δεν υφίσταται στεγάνωση/συλλογή και επεξεργασία (Kjeldsen, 2001), (β) έντονες εκπομπές μεθανίου από χώρους ανεξέλεγκτης διάθεσης και πρόχειρους χώρους ταφής, με σημαντική συμβολή στο ισοζύγιο αερίων θερμοκηπίου (IPCC/Waste, 2019), (γ) εκπομπές διοξινών/φουρανίων και άλλων επικίνδυνων ρύπων από ανοικτές καύσεις, οι οποίες συνδέονται με αυξημένο τοξικολογικό κίνδυνο για εργαζομένους, κατοίκους και επισκέπτες.

Στα τουριστικά νησιά, η εποχική αιχμή και ο υψηλός λόγος παραγόμενων απορριμμάτων ανά επισκέπτη επιβαρύνουν ακόμη περισσότερο τα ήδη οριακά συστήματα συλλογής/μεταφοράς. Η μελέτη περίπτωσης της Langkawī (Μαλαισία) κατέδειξε ότι ο συνδυασμός ραγδαίας τουριστικής ανάπτυξης, ελλιπούς διαλογής στην πηγή και περιορισμένου κύκλου ζωής χώρων ταφής οδηγεί σε ασταθή και μη βιώσιμη ΔΑ, με αισθητικές και υγειονομικές οχλήσεις που υπονομεύουν την ελκυστικότητα του προορισμού (Shamshiry, Nadi, Komoo, Hashim, & Yahaya, 2011). Αντίστοιχα, σε μικρά ινδονησιακά νησιά (π.χ. Gili Trawangan) έχει τεκμηριωθεί ότι η ανεπαρκής υλικοτεχνική υποστήριξη ωθεί σε ανοικτή καύση και ανεπίσημη απόρριψη, με συνέπεια επιβάρυνση του αέρα, των υδάτων και της τουριστικής εμπειρίας· μοντέλα τοπικής συνεργασίας έδειξαν βελτιώσεις, αλλά παραμένουν εύθραυστα χωρίς σταθερή χρηματοδότηση και διακυβέρνηση (Wang, Lee, & Mokhtar, 2021).

Η διεθνής βιβλιογραφία για τα Μικρά Νησιωτικά Αναπτυσσόμενα Κράτη επιβεβαιώνει ότι η «διαφυγή» απορριμμάτων προς το περιβάλλον αποτελεί συστημική παθογένεια όταν λείπουν υποδομές πρόληψης/ανακύκλωσης, μεταφόρτωσης και ασφαλούς διάθεσης. Στις περιπτώσεις αυτές, «προσωρινές» λύσεις (δεματοποίηση, πρόχειρη αποθήκευση) τείνουν να παγιώνονται, αυξάνοντας το ρίσκο στραγγισμάτων και δυσοσμίων, ενώ η καύση στον ύπαιθρο -συχνά για μείωση όγκου- παράγει τοξικούς ρύπους και λεπτά σωματίδια με άμεσες επιπτώσεις στη δημόσια υγεία (Mohee, et al., 2015). Στο θαλάσσιο περιβάλλον, η ανεπαρκής συλλογή και οι

παράκτιες απορρίψεις τροφοδοτούν ροές πλαστικών στα ύδατα και στα ιζήματα, ενισχύοντας το πρόβλημα των μικροπλαστικών και διαταράσσοντας τροφικά πλέγματα και βιότοπους υψηλής τουριστικής αξίας (Jambeck, Geyer, Wilcox, & Siegler, 2015).

Η σύνδεση ΔΑ -τουρισμού είναι ιδιαίτερα έντονη σε νησιωτικά συστήματα με περιορισμένη εδαφική φέρουσα ικανότητα και μεγάλες αποστάσεις από εγκαταστάσεις επεξεργασίας στην ηπειρωτική χώρα. Η έρευνα στο Pari Island (Ινδονησία) ανέδειξε ότι, παρά μερική πρόοδο στη διαλογή σε νοικοκυριά, η ανεπάρκεια σε μεταφορική ικανότητα/υποδομές και η έλλειψη σταθερών κινήτρων συντηρούν πρακτικές ανοικτής απόρριψης/καύσης, με άμεσο αντίκτυπο στην παράκτια αισθητική, στην υγεία και στο εισόδημα από τον θαλάσσιο τουρισμό (Assa & Wibisono, 2020). Παρόμοια εικόνα κατέγραψαν πρόσφατες επιτόπιες μελέτες στη Nosy Be (Μαδαγασκάρη), όπου το 95% των αποβλήτων απορρίπτεται ή καίγεται ανεξέλεγκτα· ωστόσο, ο τουρισμός μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός κυκλικότητας όταν κατευθυνθεί σε στοχευμένα σχήματα διαλογής/ανάκτησης και πράσινης πιστοποίησης (Ferronato, Mertenat, Zurbrügg, & Torretta, 2023).

Οι υγειονομικές επιπτώσεις είναι πολυεπίπεδες. Τα στραγγίσματα από πρόχειρα δεματοποιημένους ή ανεξέλεγκτα εναποτεθειμένους όγκους απορριμμάτων μεταφέρουν οργανικούς και ανόργανους ρύπους, παθογόνους μικροοργανισμούς και ιχνοστοιχεία στον υδροφόρο ορίζοντα, ιδίως σε παράκτια καρστικά υδροσυστήματα με ταχεία υδραυλική σύνδεση (Kjeldsen, 2001). Η εκπομπή μεθανίου από τα οργανικά κλάσματα των απορριμμάτων σε αναερόβιες συνθήκες -ακόμη και χωρίς «τυπική» υγειονομική ταφή- εντείνει τον κλιματικό κίνδυνο (IPCC/Waste, 2019). Η δε ανοικτή καύση μιγμάτων (πλαστικά με χλώριο, οργανικά, καουτσούκ κ.λπ.) αποτελεί αποδεδειγμένη πηγή PCDD/Fs και άλλων επικίνδυνων ρύπων, με δυνητικές χρόνιες επιπτώσεις.

Συνολικά, η «διάγνωση» για τα τουριστικά νησιά συγκλίνει: η έλλειψη ολοκληρωμένων υποδομών και θεσμικής ικανότητας οδηγεί σε πρακτικές που υποβαθμίζουν την εμπειρία επισκεπτών, μειώνουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων και απειλούν κρίσιμα οικοσυστήματα. Η διεθνής εμπειρία υποδεικνύει ότι μόνο συνδυαστικές παρεμβάσεις -ενίσχυση συλλογής/μεταφόρτωσης, τοπικά σχήματα πρόληψης/επαναχρησιμοποίησης/ανάκτησης, κίνητρα στον τουριστικό κλάδο, και «ανθεκτική» διακυβέρνηση με πολυμερείς συνεργασίες- μπορούν να ανακόψουν τον φαύλο κύκλο υποεπένδυσης και περιβαλλοντικής υποβάθμισης (Mohee et al., 2015; Wang, Lee & Mokhtar, 2021).

2.5 Κοινωνικές διαστάσεις και διακυβέρνηση

Η κοινωνική αποδοχή και η ενεργός συμμετοχή των κατοίκων επηρεάζουν καταλυτικά κάθε σύστημα διαχείρισης αποβλήτων σε νησιά. Η διεθνής βιβλιογραφία τεκμηριώνει ένα σταθερό «χάσμα στάσεων-συμπεριφορών»: πολλοί πολίτες δηλώνουν θετικοί στην κυκλική οικονομία, αλλά η πραγματική υιοθέτηση πρακτικών όπως η πρόληψη, η επαναχρησιμοποίηση και η διαλογή στην πηγή παραμένει περιορισμένη. Τα αίτια σχετίζονται με ανεπαρκή κατανόηση των εννοιών, ελλείψεις σε πόρους και κίνητρα, αντιληπτά «κόστη συναλλαγής» (χρόνος/ευκολία) και ελλιπή κυβερνητική υποστήριξη· οι παράγοντες αυτοί παρατηρούνται ακόμη και σε ανεπτυγμένα περιβάλλοντα (Gonella, Filho, Campos, & Ganga, 2024).

Στις νησιωτικές περιοχές το πρόβλημα οξύνεται από δομικές ιδιαιτερότητες: εποχικές αιχμές τουρισμού, περιορισμένη χωρητικότητα υποδομών, δυσκολίες μεταφοράς υπολειμμάτων προς την ηπειρωτική χώρα και, συχνά, ασυνέχεια ενημερωτικών προγραμμάτων. Εμπειρικές μελέτες από νησιά της Ασίας καταγράφουν ότι, όταν απουσιάζουν σταθεροί μηχανισμοί συμμετοχής και διαφάνειας (κανόνες, λογοδοσία, δημόσια δεδομένα), η συμμόρφωση μειώνεται και επικρατούν πρακτικές απόρριψης/καύσης σε υπαίθριους χώρους (Assa & Wibisono, 2020). Αντίστοιχα, στην Nosy Be (Μαδαγασκάρη), όπου ~95% των απορριμμάτων αποτίθενται/καίγονται ανεξέλεγκτα, η έρευνα κατέδειξε ότι η εμπλοκή των τουριστικών επιχειρήσεων μπορεί να λειτουργήσει ως μοχλός μετάβασης σε διακριτές ροές υλικών και τοπικές αλυσίδες ανακύκλωσης -υπό την προϋπόθεση χαρτογράφησης των ενδιαφερομένων και συμφωνημένων κανόνων διακυβέρνησης (Ferronato, Mertenat, Zurbrügg, & Torretta, 2023).

Η εμπειρία μικρών τουριστικών νησιών αναδεικνύει ότι τα τεχνικά εργαλεία (διαλογή στην πηγή, κομποστοποίηση, ανάκτηση) αποδίδουν μόνο εφόσον υποστηρίζονται από θεσμική «αρχιτεκτονική» που οργανώνει ρόλους, ροές πληροφορίας και κίνητρα. Το πλαίσιο της Evolutionary Governance Theory προτείνει προσαρμοστική διακυβέρνηση με ικανότητα μάθησης, συνεχείς ανατροφοδοτήσεις και αναθεώρηση κανόνων όταν αλλάζουν τα υλικά/τουριστικά πρότυπα (Wang, Lee, & Mokhtar, 2021). Στην πράξη, αυτό μεταφράζεται σε: (α) μόνιμες δομές συμμετοχής (τοπικά φόρουμ/συμβούλια αποβλήτων με παρουσία δήμου -κοινότητας- τουρισμού), (β) διαφάνεια δεδομένων (δείκτες ανάκτησης, καθαρότητα ρευμάτων, κόστος υπηρεσιών) και (γ) σταθερούς χρηματοδοτικούς μηχανισμούς δεμένους με

τον τουρισμό (π.χ. περιβαλλοντικό τέλος επισκέπτη που «δακτυλοποιείται» για καθαριότητα, εκστρατείες και εποπτεία).

Επιπλέον, οι ολοκληρωμένες προσεγγίσεις ISWM σε τουριστικά νησιά, όπως το Λανγκάουι (Μαλαισία), δείχνουν ότι η ιεράρχηση (πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση, ενεργειακή αξιοποίηση, ταφή) αποκτά νόημα όταν ενσωματώνονται εργαλεία διοίκησης (εκπαίδευση προσωπικού, συμβάσεις απόδοσης, «ο ρυπαίνων πληρώνει») και όταν οι ξενοδοχειακές μονάδες γίνονται συνδιαχειριστές, όχι απλοί «παραγωγοί αποβλήτων» (Shamshiry, Nadi, Komoo, Hashim, & Yahaya, 2011). Στο επίπεδο νοικοκυριών, τα μοντέλα κοινοτικά εδραζόμενης διαχείρισης (waste banks, τοπικά σχέδια κάλυψης κόστους, μικρο-κίνητρα) βελτιώνουν τη συμμετοχή όπου το σύστημα κάνει «ορατό» το όφελος και μειώνει την τριβή της καθημερινής ταξινόμησης (Assa & Wibisono, 2020).

Για τα Ιόνια Νησιά, τα επίσημα κείμενα σχεδιασμού επισημαίνουν ακριβώς αυτά τα «μαλακά» θεμέλια: ενίσχυση θεσμικού συντονισμού (δήμοι, ΦΟΔΣΑ, λιμενικές αρχές), τυποποίηση δεικτών και βελτίωση της ποιότητας δεδομένων για να υποστηριχθούν ο προγραμματισμός και η παρακολούθηση (ΣΜΠΕ-Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, 2021). Το τουριστικό προφίλ της Περιφέρειας συνδέει την ικανοποίηση επισκεπτών με την καθαριότητα και την αισθητική του χώρου· κατά συνέπεια, η συμπεριφορική συμμόρφωση δεν είναι μόνο περιβαλλοντικός στόχος, αλλά και όρος ανταγωνιστικότητας του προορισμού (Kostopoulou, Gaki, Parisi, & Lagos, 2019).

Συνολικά, η «κοινωνική μηχανική» της κυκλικής οικονομίας σε νησιωτικούς προορισμούς απαιτεί πέντε δέσμες ενεργειών:

1. Κίνητρα και κανόνες: συστήματα εγγυοδοσίας (deposit-return) για συσκευασίες υψηλού όγκου, «πληρώνω όσο πετάω» όπου είναι εφικτό, και συμβάσεις καθαριότητας με δείκτες αποτελέσματος.
2. Εκπαίδευση με συνέχεια: προγράμματα συν-σχεδιασμένα με σχολεία/επιχειρήσεις και στοχευμένα στις αιχμές σεζόν, ώστε να περιορίζονται οι οπισθοχωρήσεις μετά το πέρας των εκστρατειών (Gonella, Filho, Campos, & Ganga, 2024).
3. Συμπαραγωγή με τον τουρισμό: δεσμευτικές συμφωνίες με ξενοδοχεία και μαρίνες για χωριστή συλλογή, προμήθειες ξηρού φορτίου χωρίς περιττή συσκευασία και πιλοτικές «bulk» λύσεις σε νησιωτικές αγορές (Ferronato, Mertenat, Zurbrügg, & Torretta, 2023).

4. Διαλειτουργικότητα νησιού-ηπειρωτικής χώρας: σταθερά δρομολόγια μεταφοράς υπολειμμάτων, διαδημοτικές συμφωνίες και πρότυπα ποιότητας δευτερογενών υλικών, ώστε να αποφεύγονται «μπλοκαρίσματα» που ακυρώνουν την προσπάθεια πολιτών.
5. Διακυβέρνηση με μάθηση: θεσμοθετημένοι κύκλοι αξιολόγησης (annual learning reviews) με δημόσια ανάρτηση δεδομένων και αναπροσαρμογή παρεμβάσεων βάσει απόδοσης (Wang, Lee, & Mokhtar, 2021).

Η εμπειρία των Ιονίων υποδεικνύει ότι χωρίς αυτά τα κοινωνικά και θεσμικά στηρίγματα, ακόμη και καλές τεχνολογικές λύσεις υπολειτουργούν. Με αντίστροφη λογική, επενδύοντας στην κοινωνική εμπλοκή, στη διαφάνεια και στον προσαρμοστικό συντονισμό, η κυκλική οικονομία γίνεται απτή στην καθημερινότητα των κατοίκων και οικονομικά αναγκαία για έναν νησιωτικό προορισμό υψηλής ποιότητας.

2.6 Συμπεράσματα

Η διάγνωση του προβλήματος κατέδειξε ότι η διαχείριση αποβλήτων στα νησιά δεν είναι μόνο τεχνική πρόκληση αλλά συστημικό ζήτημα, όπου αλληλεπιδρούν χωρικοί/γεωμορφολογικοί περιορισμοί, μικρές κλίμακες ροών, έντονη εποχικότητα λόγω τουρισμού, χρηματοοικονομικές ασυνέχειες και ζητήματα διακυβέρνησης (ρόλοι, κανόνες, συντονισμός). Το αποτέλεσμα είναι ένα «στενό» πεδίο εφικτότητας για συλλογή-μεταφορά-προεπεξεργασία-διάθεση, που συχνά οδηγεί σε υψηλότερο μοναδιαίο κόστος, μεταφορικές εξαρτήσεις από την ηπειρωτική χώρα, υπολειμματική ταφή και περιβαλλοντικές/υγειονομικές επιβαρύνσεις (στραγγίσματα, εκπομπές, ανοικτές καύσεις). Παράλληλα, το χάσμα στάσεων-συμπεριφορών και η αποσπασματική συμμετοχή των εμπλεκομένων (Δήμοι, ΦΟΔΣΑ, τουριστικές επιχειρήσεις, πολίτες) υπονομεύουν τη σταθερή ποιότητα ρευμάτων και την αξιοπιστία υπηρεσιών, ιδίως στις αιχμές της σεζόν.

Από την αποτύπωση προκύπτει ότι η μετάβαση σε κυκλική λογική απαιτεί «κοντούς βρόχους» και τοποειδικό σχεδιασμό: ιεράρχηση στην πηγή (πρόληψη, επαναχρησιμοποίηση, καθαρή προδιαλογή), τοπική προεπεξεργασία για μείωση βάρους/όγκου (π.χ. μικρές, ευέλικτες μονάδες) και στοχευμένη διαλειτουργικότητα με περιφερειακές υποδομές (ΜΕΒΑ/ΜΕΑ, ΧΥΤΥ/ΧΥΤΑ, ΚΔΑΥ). Η επιχειρησιακή απάντηση περνά από modular και season-ready λύσεις (ενίσχυση χωρητικότητας το καλοκαίρι, ενδιάμεσοι κόμβοι συμπίεσης/δεματοποίησης, υβριδικά δίκτυα «hub-and-spoke»), καθώς και από μηχανισμούς κινήτρων (π.χ. τέλη βάσει



ποσότητας/ρύπανσης, συμφωνίες off-take, πράσινες προμήθειες HORECA). Καθοριστική είναι η διακυβέρνηση με μάθηση: διαφανή δεδομένα ροών, σαφείς δείκτες απόδοσης, συμβάσεις με στόχους, θεσμοθετημένη συμμετοχή ενδιαφερομένων και σταθερή χρηματοδότηση OPEX.

Υπό αυτή τη σκοπιά, το επόμενο κεφάλαιο υιοθετεί αναλυτικό φακό Κυκλικής Οικονομίας και Αποτίμησης Κύκλου Ζωής (10R, LCA/LCC/LCSA) για να ιεραρχήσει επιλογές με γνώμονα περιβαλλοντικές επιπτώσεις, κόστος κύκλου ζωής και κοινωνική αποδοχή. Παράλληλα, αξιοποιεί SWOT σε αντιπροσωπευτικές λύσεις ευέλικτης κλίμακας (π.χ. prMRF/RECLAIM, ReBoat) ώστε να συνδεθούν οι τεχνικές παράμετροι με τους κινδύνους, τις προϋποθέσεις υλοποίησης και τις δυνατότητες κλιμάκωσης. Στόχος είναι ένα ρεαλιστικό, μετρήσιμο μονοπάτι για τα νησιά: περισσότερη ανάκτηση, λιγότερη ταφή, χαμηλότερες εκπομπές και αναβάθμιση του τουριστικού προϊόντος, σε ευθυγράμμιση με τους SDGs και το ισχύον ευρωπαϊκό πλαίσιο.

3ο.Κεφάλαιο: «Κυκλική Οικονομία»

3.1 Ορισμός και βασικές αρχές

Η κυκλική οικονομία (ΚΟ) αποτελεί ένα καινοτόμο μοντέλο παραγωγής και κατανάλωσης που βασίζεται στην αρχή της βιωσιμότητας. Σε αντίθεση με την παραδοσιακή γραμμική οικονομία, η οποία ακολουθεί το μοντέλο «παίρνω-καταναλώνω-απορρίπτω», η κυκλική οικονομία στοχεύει στη διατήρηση των υλικών και των προϊόντων εντός του συστήματος για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα, μέσω της επαναχρησιμοποίησης, της ανακύκλωσης και της ανακατασκευής (Dahuri & Subri, 2025). Οι βασικές αρχές της ΚΟ συνοψίζονται στις έννοιες «Μείωση, Επαναχρησιμοποίηση, Ανακύκλωση» (Reduce, Reuse, Recycle – 3R) (Εικόνα 1.1: Γράφημα που εξηγεί το μοντέλο κυκλικής οικονομίας).



Σχήμα 3.1: Το μοντέλο της κυκλικής οικονομίας (λιγότερες πρώτες ύλες, λιγότερα απόβλητα, λιγότερες εκπομπές).

Πηγή: (European Parliament, 2023).

Αυτές οι αρχές λειτουργούν ως κατευθυντήριες γραμμές για τη μετάβαση από τη γραμμική στη βιώσιμη οικονομία. Η αρχή της «Μείωσης» επικεντρώνεται στη βελτιστοποίηση της χρήσης των πόρων και στη μείωση της παραγόμενης ποσότητας αποβλήτων. Η «Επαναχρησιμοποίηση» αφορά τη διεύρυνση του κύκλου ζωής προϊόντων μέσω επισκευών ή επαναχρησιμοποίησής τους, ενώ η «Ανακύκλωση» αποσκοπεί στη μετατροπή των αποβλήτων σε νέα υλικά και πρώτες ύλες, μειώνοντας την εξάρτηση από νέους φυσικούς πόρους (European Parliament, 2023).

Η ΚΟ είναι ένα ολιστικό μοντέλο που ενσωματώνει περιβαλλοντικές, οικονομικές και κοινωνικές διαστάσεις. Σύμφωνα με τους Mandych et al. (2023), η ΚΟ διαφοροποιείται από τα παραδοσιακά οικονομικά συστήματα, καθώς βασίζεται στην αλληλεξάρτηση παραγωγών, καταναλωτών και περιβαλλοντικών συστημάτων, προάγοντας τη βέλτιστη αξιοποίηση των πόρων. Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις μειώνονται δραστικά μέσω της μείωσης των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και της κατανάλωσης περιορισμένων φυσικών πόρων, όπως τα σπάνια μέταλλα. Η εφαρμογή της ΚΟ επιτρέπει την ανάπτυξη νέων επιχειρηματικών μοντέλων και καινοτομιών, καθιστώντας την στρατηγική επιλογή για την οικονομική και κοινωνική ευημερία (Kiaušienė, Hladkova, & Makūnaitė, 2024). Στον τομέα του τουρισμού, για παράδειγμα, οι πρακτικές της ΚΟ μειώνουν τα απορρίμματα και τις εκπομπές CO₂, συμβάλλοντας στην αειφορία των τοπικών οικονομιών.

Η ΚΟ προσφέρει πληθώρα πλεονεκτημάτων, τα οποία κατηγοριοποιούνται σε περιβαλλοντικά, οικονομικά και κοινωνικά.

1. Περιβαλλοντικά πλεονεκτήματα: Η ΚΟ μειώνει την περιβαλλοντική ρύπανση και προστατεύει τη βιοποικιλότητα μέσω της εξοικονόμησης φυσικών πόρων και της μείωσης των αποβλήτων (Shebanin, Shebanina, & Kormyshkin, 2024). Η επαναχρησιμοποίηση υλικών και η ανακύκλωση περιορίζουν τη χρήση νέων πρώτων υλών, συμβάλλοντας στην αποφυγή της εξάντλησης φυσικών πόρων.
2. Οικονομικά πλεονεκτήματα: Η μετάβαση σε ένα κυκλικό οικονομικό μοντέλο μπορεί να ενισχύσει την οικονομική ανθεκτικότητα, δημιουργώντας νέες θέσεις εργασίας και μειώνοντας το κόστος παραγωγής (Mandych, Babko, Pasemko, Girzheva, & Taran, 2023). Επιπλέον, οι επιχειρήσεις που υιοθετούν κυκλικά πρότυπα επωφελούνται από τη βελτίωση της φήμης τους και την αύξηση της ανταγωνιστικότητάς τους.



3. Κοινωνικά πλεονεκτήματα: Η ΚΟ συμβάλλει στην ενίσχυση της κοινωνικής ευθύνης και της περιβαλλοντικής συνείδησης, προάγοντας την ανάπτυξη κοινοτήτων και την ευημερία των πολιτών (European Parliament, 2023).

Παρά τα οφέλη, η εφαρμογή της ΚΟ δεν είναι χωρίς προκλήσεις. Η αλλαγή συμπεριφοράς των καταναλωτών και η αναπροσαρμογή των παραγωγικών διαδικασιών απαιτούν σημαντική προσπάθεια. Επιπλέον, η έλλειψη κατάλληλων υποδομών ανακύκλωσης και η ανεπαρκής νομοθετική υποστήριξη αποτελούν εμπόδια στην υλοποίηση των αρχών της ΚΟ. Η κυκλική οικονομία είναι ένα απαραίτητο εργαλείο για τη βιώσιμη ανάπτυξη και την προστασία του περιβάλλοντος. Με την ενσωμάτωση των αρχών της «Μείωσης, Επαναχρησιμοποίησης και Ανακύκλωσης», η ΚΟ παρέχει λύσεις που βελτιώνουν την οικονομική αποδοτικότητα, μειώνουν τις περιβαλλοντικές πιέσεις και ενισχύουν την κοινωνική συνοχή.

3.2 Διαφορά κυκλικής οικονομίας από τη γραμμική οικονομία

Η κυκλική οικονομία (ΚΟ) και η γραμμική οικονομία αντιπροσωπεύουν δύο διαμετρικά αντίθετα οικονομικά μοντέλα με διαφορετική προσέγγιση στη χρήση των πόρων και τη διαχείριση των αποβλήτων. Η γραμμική οικονομία λειτουργεί με βάση το μοντέλο «παίρνω-κατασκευάζω-απορρίπτω», ενώ η κυκλική οικονομία υιοθετεί το μοντέλο «μειώνω-επαναχρησιμοποιώ-ανακυκλώνω» (Contec/Linear Economy vs Circular Economy, 2024).

1. Προσέγγιση: Από το «Take-Make-Waste» στο «Reduce-Reuse-Recycle»

Η γραμμική οικονομία επικεντρώνεται στην εξόρυξη πρώτων υλών, την κατασκευή προϊόντων και την απόρριψή τους ως απόβλητα. Η διαδικασία αυτή ασκεί έντονη πίεση στους φυσικούς πόρους και παράγει μεγάλες ποσότητες αποβλήτων (Tabellini, 2024). Αντίθετα, η κυκλική οικονομία βασίζεται σε έναν συνεχόμενο κύκλο παραγωγής, όπου τα απόβλητα ελαχιστοποιούνται ή επαναχρησιμοποιούνται. Για παράδειγμα, στην ΚΟ τα υλικά σχεδιάζονται ώστε να μπορούν να ανακυκλωθούν ή να επαναχρησιμοποιηθούν, συμβάλλοντας στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων (Von Kolpinski & Kratzer, 2024).

2. Διαφορετική «αίσθηση» της αξίας

Η γραμμική οικονομία δίνει έμφαση στη μεγιστοποίηση του βραχυπρόθεσμου κέρδους μέσω της μαζικής παραγωγής και κατανάλωσης, συχνά χωρίς να λαμβάνονται υπόψη οι περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις. Αντίθετα, η κυκλική οικονομία επικεντρώνεται

στη δημιουργία αξίας μέσω βιωσιμότητας και μεγαλύτερης διάρκειας ζωής των προϊόντων. Η ανακύκλωση, η επαναχρησιμοποίηση και η αποκατάσταση αποτελούν τα βασικά μέσα επίτευξης αυτής της μακροπρόθεσμης αξίας (Abuselidze & Zoidze, 2024).

3. Προοπτική βιωσιμότητας

Η γραμμική οικονομία εστιάζει στη μείωση των επιπτώσεων στο περιβάλλον (eco-efficiency), χωρίς να αλλάζει το βασικό μοντέλο παραγωγής. Αντίθετα, η κυκλική οικονομία υιοθετεί την προσέγγιση της περιβαλλοντικής αποτελεσματικότητας (eco-effectiveness), εξαλείφοντας την έννοια των αποβλήτων και προάγοντας τη μετατροπή τους σε υλικά μεγαλύτερης αξίας (upcycling) (Markic & Πιό, 2024).

4. Διαχείριση πόρων και αποβλήτων

Στη γραμμική οικονομία, οι πρώτες ύλες εξάγονται και χρησιμοποιούνται για τη δημιουργία προϊόντων, ενώ τα απόβλητα απορρίπτονται χωρίς επαναχρησιμοποίηση. Στον αντίποδα, η κυκλική οικονομία προωθεί τη διαχείριση των αποβλήτων μέσω ανάκτησης, ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης. Ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα είναι η υιοθέτηση της «βιομηχανικής συμβίωσης», όπου τα απόβλητα μιας επιχείρησης γίνονται πρώτες ύλες για μια άλλη (Tabellini, 2024).

5. Επιχειρηματικά μοντέλα

Η γραμμική οικονομία βασίζεται στην παραγωγή και πώληση προϊόντων. Στον αντίποδα, η κυκλική οικονομία εισάγει νέα επιχειρηματικά μοντέλα όπως το Product-as-a-Service (PaaS), όπου οι καταναλωτές πληρώνουν για τη χρήση προϊόντων αντί για την κατοχή τους. Αυτή η αλλαγή οδηγεί σε μεγαλύτερη διάρκεια ζωής των προϊόντων και σε μειωμένη κατανάλωση πρώτων υλών (Contec/Linear Economy vs Circular Economy, 2024).

6. Κοινωνικές και περιβαλλοντικές επιπτώσεις

Η γραμμική οικονομία επιδεινώνει τις κοινωνικές ανισότητες και προκαλεί περιβαλλοντική ρύπανση λόγω της εντατικής εξόρυξης φυσικών πόρων και της δημιουργίας μεγάλων ποσοτήτων αποβλήτων. Αντίθετα, η κυκλική οικονομία συμβάλλει στη μείωση αυτών των επιπτώσεων μέσω της εξοικονόμησης πόρων και της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας σε τομείς όπως η ανακύκλωση και η επαναχρησιμοποίηση (European Parliament, 2023).

Πίνακας 3.1: Γραμμική vs Κυκλική Οικονομία - βασικές διαφορές.

Διάσταση	Γραμμική οικονομία ("Take-Make-Waste")	Κυκλική οικονομία ("Reduce-Reuse-Recycle")
Λογική συστήματος	Γραμμικές ροές πόρων: εξόρυξη → παραγωγή → κατανάλωση → απόρριψη.	Κυκλικές ροές υλικών/ενέργειας: σχεδιασμός για ανθεκτικότητα, επισκευή, επαναχρησιμοποίηση, ανακύκλωση.
Σχεδιασμός προϊόντων	Βραχυζωία / αντικαταστασιμότητα, περιορισμένη δυνατότητα λύσης/επισκευής.	Eco-design, modularity, δυνατότητα επισκευής/αναβάθμισης, ανακυκλωσιμότητα εξ αρχής.
Αίσθηση αξίας	Έμφαση στο βραχυπρόθεσμο κέρδος από όγκο πωλήσεων.	Μακροπρόθεσμη αξία μέσω διάρκειας ζωής, διατήρησης υλικών και υπηρεσιών.
Στόχευση βιωσιμότητας	Eco-efficiency: μετριασμός επιπτώσεων χωρίς αλλαγή μοντέλου.	Eco-effectiveness: εξάλειψη της έννοιας "απόβλητο", upcycling όπου είναι εφικτό.
Διαχείριση πόρων & αποβλήτων	Εξάρτηση από πρωτογενείς πρώτες ύλες, εστίαση στην τελική διάθεση (XYTA / καύση).	Ιεράρχηση: πρόληψη → επαναχρησιμοποίηση → ανακύκλωση → ανάκτηση ενέργειας· βιομηχανική συμβίωση.
Επιχειρηματικά μοντέλα	Πώληση ιδιοκτησίας προϊόντος.	Product-as-a-Service , leasing, pay-per- use, ανάκληση / επανακατασκευή (remanufacturing).
Διακυβέρνηση	Κατακερματισμένες αρμοδιότητες, περιορισμένη διαφάνεια ροών υλικών.	Συν-διακυβέρνηση με δείκτες απόδοσης, ανοιχτά δεδομένα, κίνητρα (deposit-return, ΠοΠ "πληρώνω όσο πετάω").

Διάσταση	Γραμμική οικονομία ("Take-Make-Waste")	Κυκλική οικονομία ("Reduce-Reuse-Recycle")
Κοινωνικές / περιβαλλοντικές επιπτώσεις	Υψηλή κατανάλωση πόρων, ρύπανση, άνιση κατανομή κόστους/οφέλους.	Εξοικονόμηση πόρων, νέες θέσεις εργασίας σε επισκευή / ανακατασκευή / ανακύκλωση, χαμηλότερο αποτύπωμα.
Ενδεικτικοί δείκτες	Εγχώρια Κατανάλωση Υλικών (Domestic Material Consumption / DMC), παραγόμενα ΑΣΑ / κάτ., ποσοστό υγειονομικής ταφής.	Ποσοστό χρήσης κυκλικών υλικών / Circular material use rate (CMU), ποσοστά επαναχρησιμοποίησης/επισκευών, μερίδιο δευτερογενών υλικών.
Παραδείγματα πρακτικών	Συσκευασίες μίας χρήσης, σχεδιασμός για αντικατάσταση.	Επαναγεμιζόμενα συστήματα, επισκευάσιμες συσκευές, συμμετρικές συμβάσεις επιστροφής υλικών.

Η μετάβαση από τη γραμμική στην κυκλική οικονομία είναι αναγκαία για την επίτευξη βιώσιμης ανάπτυξης. Παρά τις προκλήσεις, η κυκλική οικονομία προσφέρει μια καινοτόμο προσέγγιση στη διαχείριση πόρων, συμβάλλοντας στη μείωση της εξάρτησης από τους φυσικούς πόρους, στη βελτίωση της αποδοτικότητας και στη μείωση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

3.3 Ο ρόλος της κυκλικής οικονομίας στη βιώσιμη ανάπτυξη

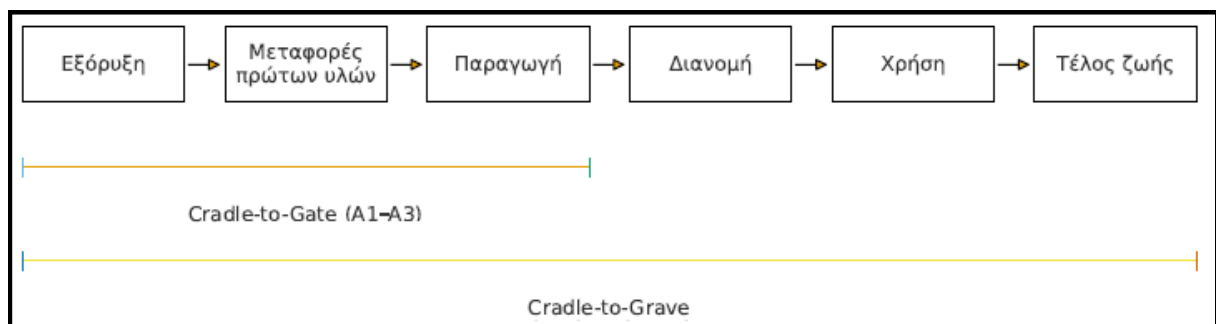
Η κυκλική οικονομία (ΚΟ) αποτελεί μια καινοτόμο προσέγγιση που συνδέει τις αρχές της βιωσιμότητας με την αποτελεσματική διαχείριση πόρων, υποστηρίζοντας ταυτόχρονα περιβαλλοντικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς στόχους. Σε αντίθεση με το γραμμικό οικονομικό μοντέλο της εξαγωγής, χρήσης και απόρριψης πόρων, η ΚΟ προάγει τη μείωση των αποβλήτων μέσω της επαναχρησιμοποίησης, ανακύκλωσης και ανάκτησης υλικών (Chaudhari, 2023).

3.3.1 Περιβαλλοντικός ρόλος

Η κυκλική οικονομία (ΚΟ) μειώνει συστηματικά την περιβαλλοντική επιβάρυνση, διότι περιορίζει τη ζήτηση πρωτογενών πόρων, αυξάνει τη διάρκεια ζωής των προϊόντων και κλείνει υλικά κυκλώματα μέσω επαναχρησιμοποίησης, επισκευής και ανακύκλωσης. Σε ευρωπαϊκό επίπεδο, η στροφή προς κυκλικά πρότυπα συνδέεται ρητά με τη μείωση εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, την αποσύνδεση ανάπτυξης -πόρων και την προστασία της βιοποικιλότητας (π.χ. μείωση εξορυκτικής πίεσης σε οικοσυστήματα). Η ΕΕ τεκμηριώνει ότι η ΚΟ συμβάλλει τόσο στη μείωση αποβλήτων όσο και στην αποτροπή περιβαλλοντικής υποβάθμισης μέσω σχεδιασμού προϊόντων, πρόληψης και υψηλής ποιότητας ανακύκλωσης (Chaudhari, 2023).

Η ανωτέρω λογική είναι συμβατή με τις αρχές «cradle-to-cradle» (σχεδιασμός για συνεχή κυκλική ροή υλικών σε βιολογικούς και τεχνικούς κύκλους, ώστε τα «απόβλητα» να γίνονται τροφή για νέους κύκλους παραγωγής), όπως διατυπώθηκαν από τους McDonough & Braungart και ενσωματώνονται στο πλαίσιο πιστοποίησης Cradle to Cradle Certified® (Cradle to Cradle Certified, 2025).

Για να αξιολογηθεί με συνέπεια ο περιβαλλοντικός ρόλος της ΚΟ, οι μελέτες κύκλου ζωής (LCA) ακολουθούν τα διεθνή πρότυπα ISO 14040/14044, τα οποία καθορίζουν το πλαίσιο, τα στάδια (απογραφή, εκτίμηση επιπτώσεων, ερμηνεία) και -κριτικά εδώ- τα όρια του συστήματος (Σχήμα 3.2).



Σχήμα 3.2: Όρια συστήματος σε LCA και θέση της κυκλικής οικονομίας

Κυκλικοί βρόχοι ΚΟ: επισκευή → επαναχρησιμοποίηση → ανακατασκευή ⇔ ανακύκλωση (τεχνικός κύκλος) και κομποστοποίηση / βιολογική ανάκτηση (βιολογικός κύκλος).

Στο πλαίσιο αυτό χρησιμοποιούνται συχνά δύο διαφορετικές οριοθετήσεις:

1. Cradle-to-grave (C2Gv): από την «εξόρυξη πρώτων υλών» (εξόρυξη/παραγωγή πρώτων υλών) έως την «έξοδο από το εργοστάσιο» (τελική διάθεση/καύση/ταφή μετά τη χρήση). Πρόκειται για «ολόκληρο» κύκλο ζωής, κατάλληλο όταν θέλουμε πλήρη αποτίμηση περιβαλλοντικού αποτυπώματος μέχρι το τέλος ζωής.
2. Cradle-to-gate (C2Gt): από την «κούνια» έως την «πύλη» του εργοστασίου (modules A1-A3 στα EPD/EN 15804: εξόρυξη-μεταφορά-παραγωγή). Δεν περιλαμβάνει τις φάσεις χρήσης (B) και τέλους ζωής (C). Χρησιμοποιείται ευρέως σε Περιβαλλοντικές Δηλώσεις Προϊόντων (Environmental Product Declarations /EPD) για σύγκριση υλικών/προϊόντων στην έξοδο του παραγωγού.

Οι συγκρίσεις έργων/προϊόντων πρέπει να βασίζονται σε ίδια όρια συστήματος. Η αξιολόγηση ΚΟ με cradle-to-gate υποτιμά (ή δεν «βλέπει») οφέλη από παρατεταμένη χρήση, επαναχρησιμοποίηση και ανακύκλωση στο τέλος ζωής, τα οποία αναδεικνύονται μόνον σε ανάλυση cradle-to-grave (ή σε μελέτες με επεκτάσεις/«Module D» για πιστωτικές ροές υλικών) (Chaudhari, 2023).

3.3.2 Οικονομικός ρόλος

Η ΚΟ αποτελεί καταλύτη για οικονομική ανάπτυξη, δημιουργώντας νέες αγορές και επιχειρηματικά μοντέλα, όπως το «Product as a Service» (PaaS), όπου οι καταναλωτές πληρώνουν για τη χρήση αντί της κατοχής προϊόντων (Umar, 2023).

Πίνακας 3.2: Ενδεικτικά παραδείγματα για το «Product as a Service» (PaaS).

Κλάδος	Υπηρεσία	Κυκλικοί μηχανισμοί	Οφέλη
Φωτισμός κτιρίων/αεροδρομίων	Φως ως υπηρεσία (pay-per-lux)	Διατήρηση κυριότητας, αρθρωτή αναβάθμιση LED/Drivers, επαναχρησιμοποίηση φωτιστικών, ανάκτηση/ανακύκλωση υλικών	Μειωμένο CAPEX, χαμηλότερη κατανάλωση, λιγότερα απόβλητα HHE
HVAC/Ψύξη σε ξενοδοχεία	Cooling/Heating -as-a-Service	Προληπτική συντήρηση, αναβάθμιση modules, ανάκτηση ψυκτικών,	Σταθερό κόστος, υψηλή

Κλάδος	Υπηρεσία	Κυκλικοί μηχανισμοί	Οφέλη
		ανακατασκευή αντλιών/συμπιεστών	απόδοση, παράταση ζωής εξοπλισμού
Πλυντήρια/Οικιακές συσκευές	Appliances-as-a- Service	Επισκευή, επαναχρησιμοποίηση εξαρτημάτων, take-back στο τέλος ζωής, ανακύκλωση	Μείωση αποβλήτων συσκευών, χαμηλότερο TCO για χρήστη
Εκτυπώσεις σε γραφεία/ξενοδοχεία	Managed Print Services	Αναγόμευση/ανακατασκευή δοχείων, αποκατάσταση εξαρτημάτων, ανάκτηση πλαστικών/μετάλλων	Μείωση κατανάλωσης , έλεγχος χρήσης, κλείσιμο κύκλου αναλωσίμων
Δάπεδα/μοκέτες σε τουριστικά ακίνητα	Flooring-as-a- Service	Επανατοποθέτηση/καθαρισμό ς, ανακατασκευή ινών, ανακύκλωση υποστρώματος	Μείωση παρθένων υλικών, ευελιξία ανακαινίσεων

Η εφαρμογή της ΚΟ μπορεί να αυξήσει την αποδοτικότητα των πόρων και να μειώσει τις δαπάνες παραγωγής. Οι Sukiennik et al. (2021) τονίζουν ότι οι επενδύσεις στην ΚΟ δημιουργούν ευκαιρίες για καινοτομία και ανάπτυξη τεχνολογιών, οδηγώντας σε ενίσχυση της ανταγωνιστικότητας και σε μακροπρόθεσμη οικονομική σταθερότητα. Η μετάβαση από τη γραμμική στην κυκλική οικονομία μειώνει επίσης τη μεταβλητότητα στις τιμές πρώτων υλών, περιορίζοντας την εξάρτηση από εξωτερικούς προμηθευτές. Η αποτελεσματική χρήση

ανακυκλωμένων υλικών και η ανάκτηση ενέργειας ενισχύουν τη βιωσιμότητα της εφοδιαστικής αλυσίδας.

3.3.3 Κοινωνικός ρόλος

Η ΚΟ προάγει την κοινωνική ισότητα μέσω της δημιουργίας νέων θέσεων εργασίας σε τομείς όπως η ανακύκλωση, η διαχείριση αποβλήτων και οι ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (Naikoo, Arora, & Kumar, 2022). Η εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών ενισχύει τις τοπικές κοινότητες, βελτιώνει την ποιότητα ζωής και μειώνει τις κοινωνικές ανισότητες. Παράλληλα, η ΚΟ ενισχύει τη συμμετοχή των πολιτών, προάγοντας την περιβαλλοντική συνείδηση και την υπεύθυνη κατανάλωση. Σύμφωνα με την Earth5R (2023), δράσεις όπως η εκπαίδευση για την ανακύκλωση και η ενεργή εμπλοκή των πολιτών στη διαχείριση αποβλήτων ενισχύουν την κοινωνική συνοχή και την ατομική ευθύνη για τη βιωσιμότητα.

Παρά τα πλεονεκτήματα της ΚΟ, η υλοποίησή της αντιμετωπίζει προκλήσεις, όπως η έλλειψη υποδομών, η ακαταλληλότητα των υφιστάμενων κανονισμών και η περιορισμένη χρηματοδότηση για καινοτόμες επιχειρήσεις. Οι Aborujilah et al. (2023) επισημαίνουν ότι η μετάβαση απαιτεί συντονισμό μεταξύ κυβερνήσεων, επιχειρήσεων και πολιτών και επενδύσεις σε έρευνα και ανάπτυξη -αλλά και σε ανθρώπινο κεφάλαιο: εκπαίδευση εργαζομένων στις επισκευές/ανακατασκευές, ανάπτυξη τοπικών δεξιοτήτων επαναχρησιμοποίησης, ενίσχυση κοινωνικών επιχειρήσεων και συνεταιρισμών συλλογής/διαλογής. Στις νησιωτικές και τουριστικές περιοχές, η κυκλική μετάβαση αποκτά πρόσθετη κοινωνική αξία, καθώς μπορεί να δημιουργήσει σταθερές, τοπικές θέσεις εργασίας (π.χ. επισκευές, υπηρεσίες leasing/PaaS, κέντρα επαναχρησιμοποίησης), να μειώσει την εποχικότητα του εισοδήματος και να ενισχύσει την κοινωνική συνοχή μέσα από συμμετοχικούς μηχανισμούς (διαβούλευση, κοινοτικά εργαστήρια επισκευής, προγράμματα “πληρώνω όπως χρησιμοποιώ” για νοικοκυριά και μικρές επιχειρήσεις).

Η περιορισμένη ζήτηση για κυκλικά προϊόντα και υπηρεσίες, σε συνδυασμό με την απροθυμία των επενδυτών να στηρίξουν βιώσιμες πρακτικές, παραμένει εμπόδιο. Πολιτικές με κοινωνικό πρόσημο -όπως πράσινες δημόσιες προμήθειες με ρήτρες κοινωνικής ένταξης, φοροαπαλλαγές/επιδότησεις για επισκευή αντί αντικατάστασης, μικροχρηματοδότηση για κοινωνικές επιχειρήσεις, και προγράμματα κατάρτισης εύαλωτων ομάδων- μπορούν να κινητοποιήσουν ζήτηση και ιδιωτική επένδυση (Binsuwadan, Yousif, Abdulrahim, & Alofaysan, 2023). Επιπλέον, τα συστήματα διευρυμένης ευθύνης παραγωγού μπορούν να

κατευθύνουν πόρους σε τοπικά σχήματα επαναχρησιμοποίησης/επανακατασκευής, ενώ τα τιμολόγια “pay-per-use” μειώνουν τα αρχικά κόστη για τα νοικοκυριά.

Επομένως, η κυκλική οικονομία αποτελεί θεμέλιο βιώσιμης ανάπτυξης ακριβώς επειδή συνδυάζει περιβαλλοντικούς, οικονομικούς και κοινωνικούς στόχους: μείωση κατανάλωσης παρθένων πόρων και αποβλήτων, δημιουργία δίκαιων και ποιοτικών θέσεων εργασίας, ενδυνάμωση των πολιτών μέσω συμμετοχής και δεξιοτήτων. Η ενίσχυση της συνεργασίας μεταξύ των εμπλεκόμενων φορέων, η ανάπτυξη υποδομών και η μέριμνα για «δίκαιη μετάβαση» (στοχευμένη κατάρτιση, κοινωνικές ρήτρες, υποστήριξη ΜΜΕ/κοινΣΕπ) είναι κρίσιμες προϋποθέσεις για την επιτυχία της.

3.4 Πολιτικές και στρατηγικές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής

Η Ευρωπαϊκή Επιτροπή έχει αναπτύξει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο πολιτικών και στρατηγικών για τη μετάβαση προς την κυκλική οικονομία (ΚΟ), ενσωματώνοντας μέτρα για τη βιώσιμη χρήση των πόρων, τη μείωση των αποβλήτων και την ενίσχυση της ανθεκτικότητας των αλυσίδων αξίας. Το πλαίσιο αυτό αποτελείται κυρίως από το Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία και μια σειρά κανονισμών, όπως ο Κανονισμός Οικολογικού Σχεδιασμού (Ecodesign) και ο Κανονισμός για τις Κρίσιμες Πρώτες Ύλες (Critical Raw Materials Act). Αυτές οι πολιτικές της Ευρωπαϊκής Επιτροπής για την κυκλική οικονομία, δημιουργούν τις προϋποθέσεις για μια βιώσιμη και ανθεκτική ευρωπαϊκή οικονομία. Η ενίσχυση της κυκλικότητας στις αλυσίδες αξίας και η μείωση της εξάρτησης από μη ανανεώσιμους πόρους υποστηρίζουν την κλιματική ουδετερότητα και τη βιώσιμη ανάπτυξη. Ωστόσο, η επιτυχία τους εξαρτάται από την αποτελεσματική υλοποίηση και τη συνεργασία όλων των εμπλεκόμενων φορέων.

3.4.1 Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία

Το Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία (Circular Economy Action Plan - CEAP), που υιοθετήθηκε το 2020, αποτελεί έναν από τους πυλώνες της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας (European Green Deal). Με στόχο τη μετάβαση σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας, το σχέδιο αυτό αποσκοπεί στη μείωση της πίεσης στους φυσικούς πόρους, στην ενίσχυση της βιώσιμης ανάπτυξης και στη συμβολή στην κλιματική ουδετερότητα της Ευρωπαϊκής Ένωσης (ΕΕ) έως το 2050 (European Union/Circular Economy Action Plan, 2020).

Το CEAP περιλαμβάνει 35 δράσεις, νομοθετικού και μη νομοθετικού χαρακτήρα, που καλύπτουν τον κύκλο ζωής των προϊόντων. Οι βασικοί του στόχοι περιλαμβάνουν (WBCSD/CEAP, 2021):

1. Προώθηση βιώσιμων προϊόντων, μέσω οικολογικού σχεδιασμού, που διασφαλίζει αντοχή, δυνατότητα επισκευής και ανακύκλωσης.
2. Ενίσχυση των κύκλων ζωής των προϊόντων, με έμφαση στη μείωση των αποβλήτων και στην ανακύκλωση.
3. Στήριξη τομέων με υψηλή κατανάλωση πόρων, όπως τα ηλεκτρονικά, η κλωστοϋφαντουργία, οι κατασκευές και τα τρόφιμα.
4. Προώθηση της αποδοτικότητας των πόρων μέσω εργαλείων, όπως το αποτύπωμα κατανάλωσης (consumption footprint) και η παραγωγικότητα των υλικών (material productivity).
5. Δημιουργία ευκαιριών για θέσεις εργασίας και υποστήριξη καινοτομίας μέσω επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης υλικών (European Union/The EU's Circular Economy Action Plan, 2022).

Η εφαρμογή αυτών των στρατηγικών έχει ως στόχο την αποσύνδεση της οικονομικής ανάπτυξης από τη χρήση πόρων, μειώνοντας παράλληλα την εξάρτηση της ΕΕ από τις εισαγωγές πρώτων υλών και ενισχύοντας τη βιώσιμη ανάπτυξη.

Το CEAP δίνει έμφαση σε δράσεις που προωθούν τη βιωσιμότητα κατά την παραγωγή, χρήση και απόρριψη προϊόντων. Εισάγει την έννοια του ψηφιακού διαβατηρίου προϊόντων, το οποίο παρέχει πληροφορίες για την ανακυκλωσιμότητα και το περιβαλλοντικό αποτύπωμα κάθε προϊόντος, διασφαλίζοντας διαφάνεια και ενίσχυση της κυκλικότητας. Επιπλέον, υιοθετήθηκαν δείκτες για την παρακολούθηση της προόδου, όπως το αποτύπωμα κατανάλωσης, το οποίο αξιολογεί αν η κατανάλωση της ΕΕ βρίσκεται εντός των πλανητικών ορίων.

Το CEAP επικεντρώνεται σε τομείς που καταναλώνουν σημαντικούς φυσικούς πόρους, όπως:

- Ηλεκτρονικά και τεχνολογία πληροφορικής: Με δράσεις που περιλαμβάνουν τη μείωση των ηλεκτρονικών αποβλήτων μέσω της βελτίωσης της διάρκειας ζωής και της δυνατότητας επισκευής των προϊόντων.
- Πλαστικά: Η στρατηγική για τα πλαστικά περιλαμβάνει μέτρα για τη μείωση της ρύπανσης από μικροπλαστικά και την αύξηση του περιεχομένου ανακυκλωμένων υλικών.

- Κατασκευές και κτίρια: Προωθείται η χρήση ανακυκλώσιμων και επαναχρησιμοποιούμενων υλικών στις κατασκευές.

Η μετάβαση σε κυκλική οικονομία αναμένεται να δημιουργήσει σημαντικές ευκαιρίες απασχόλησης σε ολόκληρη την ΕΕ. Στο διάστημα 2012-2018, οι θέσεις εργασίας που σχετίζονται με την κυκλική οικονομία αυξήθηκαν κατά 6% (Eurostat/Circular economy, 2024). Για την παρακολούθηση της εφαρμογής του CEAP, η ΕΕ έχει αναπτύξει ένα πλαίσιο δεικτών που καλύπτουν τη χρήση υλικών, τη δημιουργία αποβλήτων και την παραγωγικότητα των πόρων. Το πλαίσιο αυτό επικαιροποιήθηκε το 2023, με νέους δείκτες για την παρακολούθηση της αποδοτικότητας των υλικών και του αποτυπώματος κατανάλωσης (Eurostat/Circular economy, 2024).

Η ενίσχυση της συνεργασίας σε περιφερειακό και εθνικό επίπεδο παραμένει κρίσιμη για την επιτυχή υλοποίηση των στρατηγικών αυτών. Με την ενσωμάτωση των αρχών της κυκλικής οικονομίας στις πολιτικές της, η ΕΕ εδραιώνει τον ηγετικό της ρόλο στη βιώσιμη ανάπτυξη και την κλιματική ουδετερότητα.

3.4.2 Κανονισμοί και νόμοι (Ecodesign, Raw Material Act)

Η Ευρωπαϊκή Ένωση (ΕΕ) πρωτοστατεί στην εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας μέσω κανονισμών που διασφαλίζουν τη βιωσιμότητα και την αποτελεσματική χρήση των φυσικών πόρων. Οι πρωτοβουλίες όπως ο Κανονισμός Οικολογικού Σχεδιασμού (Ecodesign Regulation) και ο Κανονισμός για τις Κρίσιμες Πρώτες Ύλες (Critical Raw Materials Act) αποτελούν κεντρικούς πυλώνες για την επίτευξη των στόχων της Πράσινης Συμφωνίας και την κλιματική ουδετερότητα έως το 2050 (European Union/Critical Raw Materials Act, 2024).

Ο Κανονισμός Οικολογικού Σχεδιασμού, που υιοθετήθηκε το 2024, στοχεύει στη μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος των προϊόντων καθ' όλη τη διάρκεια ζωής τους, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα. Εισάγει τη χρήση του Ψηφιακού Διαβατηρίου Προϊόντος (Digital Product Passport), το οποίο παρέχει κρίσιμες πληροφορίες σχετικά με την επισκευασιμότητα, την ανακύκλωση και τη βιωσιμότητα ενός προϊόντος. Το εργαλείο αυτό ενισχύει τη διαφάνεια στην αγορά και διευκολύνει τη διαδικασία επισκευής και επαναχρησιμοποίησης (Lam & Schmidt, 2024).

Μια άλλη βασική πρόβλεψη είναι η απαγόρευση της καταστροφής αδιάθετων προϊόντων, όπως ενδυμάτων και υποδημάτων, η οποία τίθεται σε εφαρμογή από το 2026. Ο στόχος αυτών των

μέτρων είναι η ενίσχυση της ανακύκλωσης και η προώθηση μιας πιο βιώσιμης παραγωγής και κατανάλωσης (European Parliament, 2023). Επιπλέον, ο κανονισμός περιλαμβάνει απαιτήσεις που σχετίζονται με την ανθεκτικότητα των προϊόντων, όπως η εγγύηση μακροχρόνιας χρήσης, η δυνατότητα επισκευής και η χρήση ανακυκλωμένων υλικών. Οι προβλέψεις αυτές διευκολύνουν την υιοθέτηση βιώσιμων πρακτικών στον σχεδιασμό και την παραγωγή προϊόντων, διασφαλίζοντας παράλληλα ότι οι καταναλωτές έχουν πρόσβαση σε αξιόπιστες πληροφορίες για την αγορά τους (European Parliament, 2023).

Ο Κανονισμός για τις Κρίσιμες Πρώτες Ύλες (Critical Raw Materials Act), που εγκρίθηκε το 2023, αποσκοπεί στην ενίσχυση της ανθεκτικότητας της ΕΕ απέναντι σε διαταραχές στην αλυσίδα εφοδιασμού κρίσιμων πρώτων υλών, όπως το λίθιο και το κοβάλτιο. Οι πρώτες αυτές ύλες είναι καίριες για τεχνολογίες καθαρής ενέργειας και τη μετάβαση στην ψηφιακή οικονομία (European Union/Critical Raw Materials Act, 2024).

Στρατηγικοί στόχοι του κανονισμού:

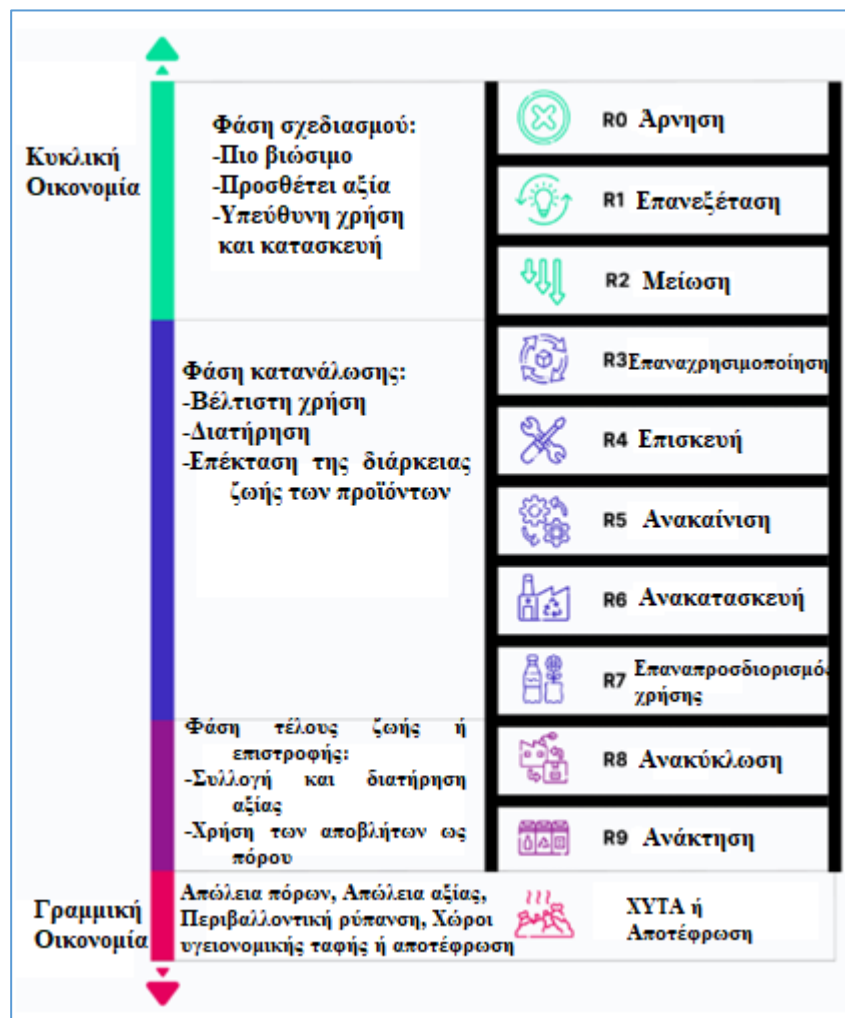
- Ενίσχυση της εγχώριας παραγωγής: Ο κανονισμός θέτει ως στόχο τουλάχιστον το 10% της ετήσιας κατανάλωσης της ΕΕ για εξόρυξη, το 40% για επεξεργασία και το 25% για ανακύκλωση έως το 2030.
- Μείωση εξάρτησης από τρίτες χώρες: Ορίζεται ανώτατο όριο εξάρτησης 65% από μία μόνο τρίτη χώρα για κάθε κρίσιμη πρώτη ύλη.
- Βιώσιμη ανάπτυξη και κυκλικότητα: Προβλέπονται μέτρα για τη βελτίωση της συλλογής αποβλήτων πλούσιων σε κρίσιμες πρώτες ύλες και την ανακύκλωσή τους σε δευτερογενείς πρώτες ύλες (Eurostat/Circular economy, 2024).

Η ενίσχυση της κυκλικότητας μέσω της επαναχρησιμοποίησης υλικών και η προώθηση της διαφάνειας στην αγορά συμβάλλουν επίσης στη βελτίωση των περιβαλλοντικών επιδόσεων της ΕΕ και στην προσαρμογή στις προκλήσεις της κλιματικής αλλαγής. Οι κανονισμοί αυτοί ενθαρρύνουν την καινοτομία και τη δημιουργία θέσεων εργασίας, ενώ ταυτόχρονα υποστηρίζουν τη μετάβαση σε ένα βιώσιμο και ανθεκτικό οικονομικό μοντέλο.

Επομένως, οι κανονισμοί Οικολογικού Σχεδιασμού και Κρίσιμων Πρώτων Υλών αποτελούν ισχυρά εργαλεία για την προώθηση της κυκλικής οικονομίας στην ΕΕ. Με τη θέσπιση φιλόδοξων στόχων και πρακτικών, η ΕΕ ενισχύει την ανθεκτικότητά της απέναντι στις παγκόσμιες προκλήσεις, διασφαλίζοντας παράλληλα την περιβαλλοντική βιωσιμότητα και την οικονομική ευημερία των κρατών-μελών.

3.5 Το πλαίσιο 10R στην Κυκλική Οικονομία

Το πλαίσιο 10R αποτελεί θεμελιώδες εργαλείο για την εφαρμογή της κυκλικής οικονομίας, προσφέροντας δέκα στρατηγικές που κατηγοριοποιούνται βάσει του μήκους του βρόχου (επανάληψης/επαναχρησιμοποίησης) αποβλήτων και της βιωσιμότητας της κάθε πρακτικής. Αυτές οι στρατηγικές, γνωστές ως R-Strategies, ξεκινούν από τη μείωση των υλικών εισροών (R0–R2), την επέκταση της διάρκειας ζωής των προϊόντων (R3–R7) και καταλήγουν στη διαχείριση αποβλήτων και υλικών (R8–R9) (Larae & Tian, 2023).



Σχήμα 3.3: Τα διάφορα στάδια που μπορούν να εφαρμοστούν οι R-Strategies (Το πλαίσιο 10R).

Πηγή: (Larae & Tian, 2023).

1. Στρατηγικές R0–R2: Μείωση Εισροών Υλικών



Οι στρατηγικές Refuse (R0), Rethink (R1) και Reduce (R2) επικεντρώνονται στην ελαχιστοποίηση των υλικών που εισέρχονται στην παραγωγή. Η Refuse (R0) αποτρέπει τη χρήση βλαβερών υλικών ή περιβαλλοντικά καταστροφικών διαδικασιών, όπως η κατάργηση πλαστικών μίας χρήσης. Η Rethink (R1) ενθαρρύνει τη δημιουργία προϊόντων μέσω νέων επιχειρηματικών μοντέλων, όπως η κοινή χρήση. Η Reduce (R2) επιδιώκει την αύξηση της αποδοτικότητας, μειώνοντας την κατανάλωση φυσικών πόρων και την παραγωγή αποβλήτων, όπως η χρήση ανακυκλωμένων υλικών (Larae & Tian, 2023), (Ραυτοπούλου & Χατζή, 2024).

Συνοπτικά παραδείγματα για τις στρατηγικές R0–R2 που στοχεύουν να «κόψουν» την κατανάλωση από την πηγή αποτελούν τα παρακάτω. Refuse (R0) σημαίνει απορρίπτω υλικά/λύσεις με υψηλό αποτύπωμα: π.χ. κατάργηση πλαστικών μίας χρήσης σε ξενοδοχεία και events, επιλογή μη-τοξικών εναλλακτικών και προμηθευτών με πιστοποίηση. Rethink (R1) είναι επανασχεδιασμός χρήσης: μεταβαίνω από πώληση προϊόντος σε υπηρεσία/κοινή χρήση (π.χ. κοινόχρηστα e-bikes για επισκέπτες, δανειστικές συσκευές/εξοπλισμό αντί για αγορά), άρα λιγότερα τεμάχια κυκλοφορούν. Reduce (R2) είναι αύξηση αποδοτικότητας στην πράξη: βελτιστοποιημένες συσκευασίες, ανακυκλωμένα/βιοκυκλικά υλικά στις κατασκευές και στα αναλώσιμα, πρόληψη απορριμμάτων τροφίμων μέσω μενού «κατ’ εκτίμηση ζήτησης» και δωρεών. Σε νησιωτικούς/τουριστικούς προορισμούς, ο συνδυασμός R0 (π.χ. zero-single-use policy), R1 (sharing/PaaS για μετακίνηση-εξοπλισμό) και R2 (eco-design, ελαφρύτερες αλυσίδες εφοδιασμού) μειώνει δραστικά εισροές υλικών και ροές αποβλήτων, ενώ βελτιώνει κόστος και εμπειρία χρήστη.

2. Στρατηγικές R3–R7: Επέκταση της Διάρκειας Ζωής

Οι στρατηγικές Reuse (R3), Repair (R4), Refurbish (R5), Remanufacture (R6) και Repurpose (R7) διατηρούν τα προϊόντα και τα εξαρτήματά τους εντός του οικονομικού συστήματος. Η Reuse (R3) περιλαμβάνει την επαναχρησιμοποίηση προϊόντων, όπως γυάλινα μπουκάλια. Η Repair (R4) αφορά την επισκευή προϊόντων ώστε να επανέλθουν στη λειτουργική τους κατάσταση, ενώ η Refurbish (R5) επικεντρώνεται στην αναβάθμιση προϊόντων. Η Remanufacture (R6) ενσωματώνει εξαρτήματα σε νέα προϊόντα, όπως στις αυτοκινητοβιομηχανίες, ενώ η Repurpose (R7) επαναπροσδιορίζει τη χρήση εξαρτημάτων για νέους σκοπούς, όπως η δημιουργία λιπασμάτων από μπαταρίες (Larae & Tian, 2023), (Ραυτοπούλου & Χατζή, 2024).

Συνοπτικά παραδείγματα για τις στρατηγικές R3–R7 οι οποίες κρατούν προϊόντα και εξαρτήματα “σε κύκλο”, παρατείνοντας την αξία τους, αποτελούν τα παρακάτω. Reuse (R3): επαναχρησιμοποίηση χωρίς (ή με ελάχιστη) επεξεργασία -π.χ. επιστρεφόμενα γυάλινα μπουκάλια σε ξενοδοχεία/μπαρ, επαναγεμιζόμενα amenities. Repair (R4): στοχευμένες επισκευές ώστε ο εξοπλισμός να επιστρέψει στη λειτουργική του κατάσταση -service σε ποδήλατα, καφετιέρες, ηλεκτρικά σκούτερ, με βιβλία ανταλλακτικών και SLA για γρήγορη αποκατάσταση. Refurbish (R5): ανακαίνιση/αναβάθμιση ώστε να επεκταθεί ο ωφέλιμος χρόνος ζωής -ανακατασκευή λαμπτήρων/φωτιστικών με LED kits, ανανέωση επίπλων ή IT εξοπλισμού (π.χ. laptops) για δεύτερη χρήση. Remanufacture (R6): βιομηχανική διαδικασία όπου “καλός” πυρήνας και εξαρτήματα επανενσωματώνονται σε προϊόν ίσης απόδοσης -π.χ. remanufactured συμπιεστές κλιματισμού, αντλίες, ή κασετίνες εκτυπωτών με εργοστασιακές προδιαγραφές. Repurpose (R7): αλλαγή χρήσης για νέο σκοπό -παλέτες/ξύλινα κιβώτια σε υπαίθρια έπιπλα, παλιά λευκά είδη (λινοθήκες) σε τσάντες πολλαπλών χρήσεων, γυάλινα δοχεία σε επιτραπέζια σκεύη. Σε νησιωτικούς/τουριστικούς προορισμούς, ο συνδυασμός αυτών μειώνει σημαντικά τις ανάγκες για νέες εισροές, περιορίζει τα απόβλητα και δημιουργεί τοπικές αλυσίδες επισκευής/αναβάθμισης με θέσεις εργασίας.

3. Στρατηγικές R8–R9: Διαχείριση Αποβλήτων

Στις στρατηγικές μακρύτερου βρόχου ανήκουν οι Recycle (R8) και Recover (R9). Η Recycle περιλαμβάνει την ανάκτηση υλικών από προϊόντα που έχουν ολοκληρώσει τον κύκλο ζωής τους, όπως η δημιουργία ανακυκλωμένου πλαστικού. Η Recover αξιοποιεί οργανικά απόβλητα για παραγωγή ενέργειας, όπως μέσω της αερόβιας επεξεργασίας (Larae & Tian, 2023), (Ραυτοπούλου & Χατζή, 2024).

Συνοπτικά παραδείγματα για τις στρατηγικές: Recycle (R8): στοχεύει στην ανάκτηση καθαρών υλικών για νέα παραγωγή -π.χ. διαλογή στην πηγή και μηχανική ανακύκλωση PET/HDPE από φιάλες νερού, αλουμινίου από κουτιά, γυαλιού (cullet) για νέες φιάλες, και χαρτιού/χαρτονιού από συσκευασίες φιλοξενίας. Σε νησιά, η προτυποποίηση ρευμάτων (μονοϋλικά, εναρμονισμένοι κάδοι) και οι συμπίεσεις σε bales μειώνουν κόστος μεταφοράς και διασφαλίζουν ποιότητα υλικού. Recover (R9): στοχεύει στην ανάκτηση αξίας όταν δεν είναι εφικτή/σκοπιμή η ανακύκλωση· για τα οργανικά, προκρίνεται αναερόβια χώνευση με παραγωγή βιοαερίου/ηλεκτρισμού και λιπασματοποίηση υπολείμματος, ενώ όπου ενδείκνυται εφαρμόζεται αερόβια κομποστοποίηση για παραγωγή εδαφοβελτιωτικού. Για τα υπολείμματα

μεικτών αποβλήτων, μπορεί να παραχθεί RDF/SRF για ενεργειακή αξιοποίηση σε αδειοδοτημένες μονάδες. Στους τουριστικούς προορισμούς, ο συνδυασμός R8–R9 μειώνει θεαματικά τον όγκο προς ταφή, σταθεροποιεί τα κόστη μέσω εσόδων από υλικά/ενέργεια και περιορίζει τις εκπομπές από μεταφορές, ειδικά όταν συνοδεύεται από συμβόλαια απορρόφησης υλικών και διαφανή ποιοτικά πρότυπα.

Το πλαίσιο 10R ενισχύει τη βιωσιμότητα, μειώνοντας την εξόρυξη πρώτων υλών και τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Για παράδειγμα, η στρατηγική Refuse έχει χρησιμοποιηθεί για την αντικατάσταση συμβατικών μπαταριών με πιο βιώσιμες λύσεις, όπως αυτές που βασίζονται στο νάτριο. Επιπλέον, η Repair έχει ενισχυθεί μέσω νομοθεσιών, όπως οι νόμοι περί δικαιώματος επισκευής, που δίνουν στους καταναλωτές τη δυνατότητα να επιδιορθώνουν τα προϊόντα τους (Larae & Tian, 2023). Το πλαίσιο 10R προτείνει μια ολιστική προσέγγιση για τη μετάβαση στην κυκλική οικονομία, προωθώντας την αποδοτική χρήση πόρων και τη μείωση αποβλήτων. Οι στρατηγικές αυτές μπορούν να προσαρμοστούν σε τουριστικές, νησιωτικές περιοχές, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα των τοπικών συστημάτων και προστατεύοντας τους φυσικούς πόρους.

3.6 Μεθοδολογίες Κυκλικής Οικονομίας

3.6.1 Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment / LCA)

Η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment, LCA) αποτελεί ένα κρίσιμο εργαλείο για την κατανόηση και βελτιστοποίηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων ενός προϊόντος ή υπηρεσίας καθ' όλη τη διάρκεια ζωής του. Σε συνδυασμό με την κυκλική οικονομία (ΚΟ), η LCA επιτρέπει τη διαμόρφωση βιώσιμων λύσεων που προάγουν τη μείωση αποβλήτων, την ανακύκλωση και την αναχρησιμοποίηση υλικών (Oliveira, 2023).

Ο συνδυασμός αυτών των μεθοδολογιών συμβάλλει στη μετάβαση από το γραμμικό στο κυκλικό μοντέλο ανάπτυξης, υποστηρίζοντας την επίτευξη οικονομικής, περιβαλλοντικής και κοινωνικής βιωσιμότητας. Η LCA αξιολογεί τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις σε όλα τα στάδια του κύκλου ζωής ενός προϊόντος, από την εξόρυξη πρώτων υλών μέχρι την ανακύκλωση ή τη διάθεσή του. Σε περιβάλλον κυκλικής οικονομίας, αυτό περιλαμβάνει την ενσωμάτωση διαδικασιών επαναχρησιμοποίησης και ανακύκλωσης, οι οποίες μειώνουν τη χρήση πρωτογενών πόρων και περιορίζουν τις εκπομπές ρύπων (Shebanin, Shebanina, & Kormyshkin, 2024).

Οι Mannan & Al-Ghamdi, (2022) επεσήμαναν ότι η ενσωμάτωση της LCA σε στρατηγικές κυκλικής οικονομίας βελτιώνει την κατανόηση των επιπτώσεων σε οικονομικό, κοινωνικό και περιβαλλοντικό επίπεδο. Υποστηρίζουν ότι η LCA επιτρέπει την επιστημονική αξιολόγηση της απόδοσης της κυκλικότητας, εντοπίζοντας «καυτά σημεία» (hotspots) για βελτίωση.

Παραδείγματα εφαρμογής LCA αποτελούν τα εξής (Mannan & Al-Ghamdi, 2022):

1. Δομικά υλικά: Σε έρευνα που δημοσιεύτηκε από τον Antwi-Afari et al. (2023), χρησιμοποιήθηκε η LCA για την αξιολόγηση σεναρίων χρήσης χαλύβδινων πλακών σε κατοικίες. Η μελέτη έδειξε ότι η εφαρμογή της LCA μπορεί να βελτιώσει την ανακυκλωσιμότητα και να μειώσει τις εκπομπές CO₂, συμβάλλοντας στη βιωσιμότητα της κατασκευαστικής βιομηχανίας (Antwi-Afari, et al., 2023).
2. Προϊόντα καθημερινής χρήσης: η Chaudhari, (2023) ανέδειξε τη χρήση της LCA στη σύγκριση υλικών για τη δημιουργία βιώσιμων επιλογών συσκευασίας. Η μέθοδος αυτή ενισχύει την κατανόηση της περιβαλλοντικής απόδοσης διαφορετικών επιλογών.
3. Αγροτική παραγωγή: Στην έρευνα της Oliveira, (2023), η LCA εφαρμόστηκε σε διαφορετικές φάσεις παραγωγής τροφίμων, αναδεικνύοντας τα οφέλη της ανακύκλωσης και της χρήσης βιολογικών υλικών για τη μείωση των εκπομπών.

Πίνακας 3.3: Θετικά - Περιορισμοί/Προκλήσεις - Ενδεικτικές εφαρμογές LCA (Life Cycle Assessment).

LCA (Life Cycle Assessment)	
Θετικά	Περιορισμοί/Προκλήσεις
• Ολιστική αποτίμηση από «λίκνο» έως «τάφο/πύλη» (cradle-to-grave/gate), εντοπίζει “hotspots” εκπομπών/πόρων και στηρίζει οικο-σχεδιασμό & κυκλικές στρατηγικές. • Επιτρέπει συγκρίσεις σεναρίων EoL (ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, ανάκτηση ενέργειας) και μέτρων πρόληψης (μείωση υλικών/συσκευασίας).	• Υψηλές απαιτήσεις δεδομένων, επιλογές ορίων συστήματος/βάσεων δεδομένων επηρεάζουν τα αποτελέσματα. • Σε νησιά: έντονη εποχικότητα (τουρισμός), μικρές κλίμακες, ιδιαιτερότητες μεταφορών/διαρροών (marine litter) δυσκολεύουν ρεαλιστικές υποθέσεις EoL.

Ενδεικτικές εφαρμογές (τουρισμός/απόβλητα)

- Νερό/αναψυκτικά σε ξενοδοχεία: LCA εμφιαλωμένου vs φίλτρα-αναπλήρωση (refill) vs κανάτες με UV, συνήθως τα refill μειώνουν σημαντικά αποτύπωμα μεταφορών/συσκευασίας.
- Οργανικά απόβλητα ξενοδοχείων/εστίασης: LCA κομποστοποίησης, αναερόβιας χώνευσης (με ανάκτηση βιοαερίου), καύσης ή μεταφοράς σε ηπειρωτικό ΧΥΤΥ, σε νησιά, “τοπική προεπεξεργασία και μικρή AD” τείνει να υπερέχει όταν οι ναύλοι/αποστάσεις είναι μεγάλοι.
- Λευκά είδη/καθαρισμοί: LCA πολιτικών “towel/linen reuse” (μείωση πλύσεων, απορρυπαντικών, ενέργειας).
- Υλικά υποδομών SWM: LCA για κάδους/σακούλες (μονοϋλικά, ανακυκλωμένο περιεχόμενο) ή για MRF μικρής κλίμακας vs “baling και μεταφορά”.
- Πλαστικά μίας χρήσης σε παραλίες: LCA εναλλακτικών (επαναγεμιζόμενα, βιοπλαστικά, επαναχρησιμοποιήσιμα ποτήρια με σύστημα επιστροφής-ενέχυρο).

Η LCA προσφέρει μια πλήρη και επιστημονική θεώρηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Ωστόσο, έχει ορισμένους περιορισμούς (Mannan & Al-Ghamdi, 2022):

- Βραχυπρόθεσμη αντίληψη: Η LCA τείνει να επικεντρώνεται σε άμεσα μετρήσιμους δείκτες, παραβλέποντας μακροπρόθεσμες περιβαλλοντικές και κοινωνικές επιπτώσεις.
- Δεδομένα και υποθέσεις: Τα αποτελέσματα μιας ανάλυσης εξαρτώνται από την ποιότητα των δεδομένων και τις παραδοχές που έχουν υιοθετηθεί. Αυτό μπορεί να οδηγήσει σε διαφορετικά συμπεράσματα, ανάλογα με την αξιοπιστία των δεδομένων και τις αρχικές υποθέσεις.

Παρά τους περιορισμούς, η συνδυαστική χρήση της LCA, όπως η κοινωνική ανάλυση κύκλου ζωής (Social LCA) και η ανάλυση κόστους-οφέλους, μπορεί να εξισορροπήσει αυτές τις αδυναμίες. Η ενσωμάτωση της LCA στις στρατηγικές κυκλικής οικονομίας παρέχει ένα ολοκληρωμένο πλαίσιο για βιώσιμη ανάπτυξη:

- α) Ανάπτυξη τεχνολογιών ανακύκλωσης: Η χρήση της LCA μπορεί να προωθήσει την ανάπτυξη τεχνολογιών που ενισχύουν την ανακύκλωση και την επαναχρησιμοποίηση πρώτων υλών.

- β) Καινοτομία προϊόντων: Μέσω της αξιολόγησης του κύκλου ζωής, ενθαρρύνεται η δημιουργία προϊόντων που είναι ευκολότερα στην επισκευή, την ανακύκλωση ή την επαναχρησιμοποίηση.
- γ) Εκπαίδευση και πολιτικές: Η εκπαίδευση γύρω από τη εφαρμογή νομοθεσίας που προάγει τη βιωσιμότητα θα ενισχύσουν τη μετάβαση στην κυκλική οικονομία.

Επομένως, η LCA αποτελεί ένα κρίσιμο εργαλείο για τη διαχείριση πόρων και την προώθηση της βιωσιμότητας. Ο συνδυασμός της μεθόδου με τις αρχές της κυκλικής οικονομίας παρέχει μια ολοκληρωμένη προσέγγιση για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών προκλήσεων. Μελλοντικές ερευνητικές και πρακτικές πρωτοβουλίες μπορούν να ενισχύσουν τη συμβολή της LCA στη δημιουργία ενός βιώσιμου μέλλοντος.

Η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment - LCA) είναι μια μεθοδολογία που εξετάζει τις περιβαλλοντικές επιπτώσεις ενός προϊόντος, μιας διαδικασίας ή μιας υπηρεσίας σε όλη τη διάρκεια του κύκλου ζωής τους, από την εξαγωγή των πρώτων υλών μέχρι την τελική διάθεση ή ανακύκλωση. Η διαδικασία αυτή ακολουθεί συγκεκριμένα στάδια, σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ISO 14040 και ISO 14044.

Τα στάδια υλοποίησης της LCA καταγράφονται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 3.4: Στάδια Υλοποίησης LCA σύμφωνα με τα διεθνή πρότυπα ISO 14040 και ISO 14044.

Αναλυτικότερα:

1ο. Καθορισμός Στόχου και Πεδίο Εφαρμογής:

- Καθορίζεται ο σκοπός της ανάλυσης (π.χ. σύγκριση προϊόντων ή αξιολόγηση περιβαλλοντικής απόδοσης).
- Ορίζεται η «λειτουργική μονάδα», δηλαδή το μέτρο αναφοράς (π.χ. 1 κιλό προϊόντος ή 1 MWh ενέργειας).
- Προσδιορίζονται τα όρια του συστήματος (π.χ. cradle-to-grave, cradle-to-cradle).

2ο. Απογραφή Κύκλου Ζωής (Life Cycle Inventory - LCI):

- Συλλογή δεδομένων για τις εισροές (πρώτες ύλες, ενέργεια) και τις εκροές (εκπομπές, απόβλητα) σε κάθε στάδιο του κύκλου ζωής.
- Χρησιμοποιούνται βάσεις δεδομένων για τη συμπλήρωση των ελλειπόντων δεδομένων.

3ο. Ανάλυση Επιπτώσεων Κύκλου Ζωής (Life Cycle Impact Assessment - LCIA):

- Τα δεδομένα απογραφής ταξινομούνται σε κατηγορίες περιβαλλοντικών επιπτώσεων (π.χ. παγκόσμια θέρμανση, εξάντληση πόρων, οξίνιση).
- Γίνεται ποσοτικοποίηση των επιπτώσεων μέσω ειδικών δεικτών (π.χ. ισοδύναμα CO₂).

4ο. Ερμηνεία Αποτελεσμάτων:

- Αναλύονται τα αποτελέσματα, προσδιορίζονται οι βασικοί παράγοντες επιπτώσεων και διατυπώνονται συστάσεις για βελτίωση.

Για την υλοποίηση μιας LCA, υπάρχουν εξειδικευμένα εργαλεία και βάσεις δεδομένων που διευκολύνουν την ανάλυση, όπως:

1) Λογισμικά:

- SimaPro: Ένα από τα πιο διαδεδομένα λογισμικά για την υλοποίηση LCA, με πρόσβαση σε βάσεις δεδομένων όπως Ecoinvent.
- GaBi: Παρέχει ευέλικτες επιλογές ανάλυσης και εκτενείς βάσεις δεδομένων για διαφορετικούς κλάδους.
- OpenLCA: Λογισμικό ανοιχτού κώδικα, ιδανικό για μικρότερες μελέτες ή εκπαιδευτικούς σκοπούς.
- Umberto: Εστιάζει στη μοντελοποίηση διαδικασιών και ροών ενέργειας.

2) Βάσεις Δεδομένων:



- Ecoinvent: Από τις μεγαλύτερες βάσεις δεδομένων, με λεπτομερή δεδομένα για υλικά, διεργασίες και εκπομπές.
- ELCD (European Reference Life Cycle Database): Δωρεάν βάση δεδομένων της Ευρωπαϊκής Ένωσης.
- Agri-footprint: Εξειδικεύεται στον γεωργικό τομέα.
- US LCI Database: Παρέχει δεδομένα ειδικά για την αγορά των ΗΠΑ.

3) Εξειδικευμένα Εργαλεία για Κυκλική Οικονομία:

- Circularity Indicator Tools: Εργαλεία όπως το Circularity Assessment Tool (CAT) για την ενσωμάτωση της κυκλικότητας.
- EcoDesign Tools: Υποστηρίζουν τον σχεδιασμό βιώσιμων προϊόντων με βάση τα αποτελέσματα LCA.

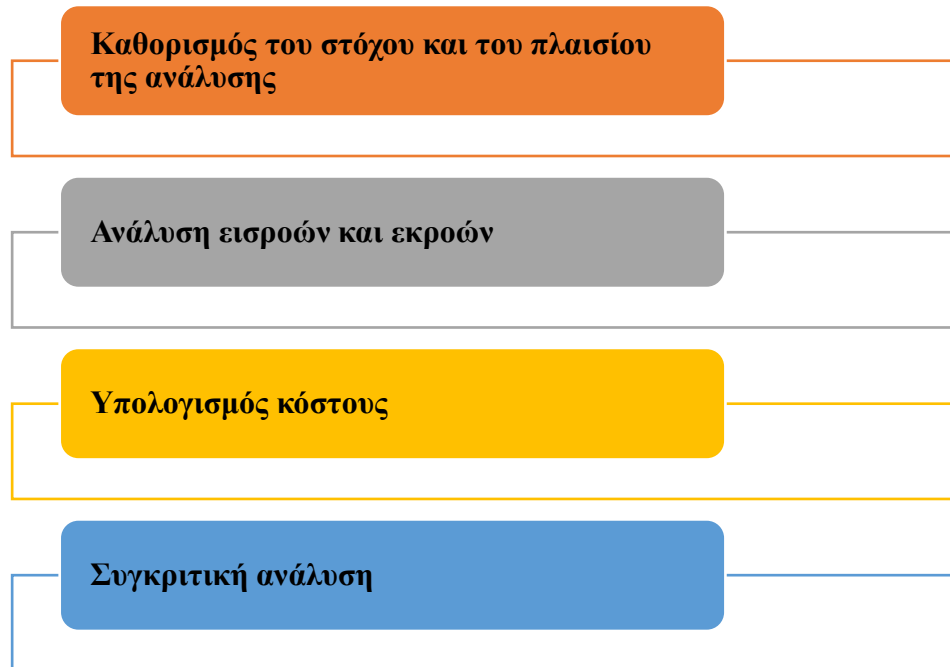
3.6.2 Κόστος Κύκλου Ζωής (Life Cycle Cost / LCC)

Το κόστος κύκλου ζωής (Life Cycle Cost - LCC) αποτελεί ένα από τα βασικότερα εργαλεία για την αξιολόγηση της οικονομικής βιωσιμότητας προϊόντων και διαδικασιών στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας. Η μεθοδολογία αυτή παρέχει μια ολιστική εικόνα του συνολικού κόστους ενός προϊόντος ή μιας υπηρεσίας, καλύπτοντας όλα τα στάδια του κύκλου ζωής τους – από την εξόρυξη πρώτων υλών και την κατασκευή, έως τη χρήση, τη συντήρηση και την τελική απόρριψη ή ανακύκλωση (Kerdlap & Cornago, 2021). Η μεθοδολογία LCC επικεντρώνεται στην ανάλυση όλων των οικονομικών παραμέτρων που σχετίζονται με τον κύκλο ζωής ενός προϊόντος. Η υιοθέτησή της ενισχύει τη λήψη αποφάσεων που βασίζονται σε δεδομένα, προσδιορίζοντας τις πραγματικές δαπάνες και αποφεύγοντας τις ελλειπείς ή παραπλανητικές οικονομικές εκτιμήσεις που συχνά συνοδεύουν τις γραμμικές προσεγγίσεις. Όπως επισημαίνεται από τους Mannan & Al-Ghamdi (2022), η εφαρμογή της LCC μπορεί να συμβάλλει στη μετάβαση σε ένα μοντέλο κυκλικής οικονομίας μέσω της συστηματικής αξιολόγησης των οικονομικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων σε κάθε φάση της παραγωγής και κατανάλωσης.

Η κυκλική οικονομία προϋποθέτει τη διατήρηση των υλικών σε χρήση για όσο το δυνατόν περισσότερο, μειώνοντας την ανάγκη για νέες πρώτες ύλες και την παραγωγή αποβλήτων. Το LCC λειτουργεί ως κρίσιμο εργαλείο για την οικονομική αξιολόγηση τέτοιων κυκλικών συστημάτων. Για παράδειγμα, η χρήση ανακυκλωμένων υλικών ή η σχεδίαση προϊόντων που επιτρέπουν την εύκολη επισκευή και επαναχρησιμοποίηση μπορεί να έχει υψηλότερο αρχικό

κόστος, αλλά να αποφέρει σημαντική εξοικονόμηση στη διάρκεια ζωής του προϊόντος (Antwi-Afari, et al., 2023).

Η ανάλυση κόστους κύκλου ζωής περιλαμβάνει τα εξής στάδια (González-Prida, Sánchez-Herguedas, Mena-Nieto, & Parra, 2024):



Σχήμα 3.5: Τα στάδια της ανάλυσης κόστους κύκλου ζωής.

Αναλυτικότερα:

- α) Καθορισμός του στόχου και του πλαισίου της ανάλυσης: Περιλαμβάνει τον προσδιορισμό της χρήσης του LCC, όπως η επιλογή μεταξύ διαφορετικών υλικών ή τεχνολογιών. Επίσης, ορίζονται οι λειτουργικές μονάδες και τα όρια του συστήματος.
- β) Ανάλυση εισροών και εκροών: Σε αυτή τη φάση συγκεντρώνονται δεδομένα σχετικά με το κόστος παραγωγής, λειτουργίας, συντήρησης, καθώς και το τέλος ζωής.
- γ) Υπολογισμός κόστους: Περιλαμβάνει τη χρήση μαθηματικών μοντέλων για την εκτίμηση του συνολικού κόστους, λαμβάνοντας υπόψη τις οικονομικές αποσβέσεις, την ανακύκλωση υλικών και το περιβαλλοντικό κόστος.
- δ) Συγκριτική ανάλυση: Η σύγκριση μεταξύ διαφορετικών επιλογών επιτρέπει την εκτίμηση του κόστους κύκλου ζωής σε σχέση με τις επιδόσεις τους στο πλαίσιο της κυκλικής οικονομίας.

Το LCC παρέχει σημαντικά πλεονεκτήματα για τη λήψη αποφάσεων, όπως:

- Οικονομική διαφάνεια: Επιτρέπει τον εντοπισμό κρυφών δαπανών που συνήθως παραβλέπονται σε συμβατικές οικονομικές αναλύσεις.
- Υποστήριξη βιωσιμότητας: Συνδέεται άμεσα με άλλες μεθοδολογίες, όπως η Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (Life Cycle Assessment - LCA), για τη λήψη ολοκληρωμένων αποφάσεων.

Ωστόσο, η εφαρμογή LCC της να αντιμετωπίζει προκλήσεις, όπως:

- Αβεβαιότητα δεδομένων: Η ακρίβεια των αποτελεσμάτων εξαρτάται από την ποιότητα και την επάρκεια των δεδομένων, ενώ συχνά απαιτούνται εκτιμήσεις ή υποθέσεις.
- Πολυπλοκότητα μοντέλων: Η ανάπτυξη και χρήση σύνθετων μαθηματικών μοντέλων μπορεί να είναι χρονοβόρα και απαιτεί εξειδικευμένες γνώσεις.

Η χρήση της μεθοδολογίας LCC σε τομείς όπως ο τουρισμός, η βιομηχανία και η ενέργεια έχει αποδείξει την αξία της. Στο πλαίσιο των νησιωτικών περιοχών, η ανάλυση κόστους κύκλου ζωής μπορεί να υποστηρίξει την εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών διαχείρισης αποβλήτων, όπως η ανάπτυξη συστημάτων ανακύκλωσης και η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας. Επίσης, η ένταξη της LCC στην επιλογή υλικών κατασκευής και υποδομών συμβάλλει στη μείωση του συνολικού περιβαλλοντικού αποτυπώματος (Antwi-Afari, et al., 2023).

Πίνακας 3.4: Θετικά - Περιορισμοί/Προκλήσεις - Ενδεικτικές εφαρμογές LCC (Life Cycle Costing).

LCC (Life Cycle Costing)	
Θετικά	Περιορισμοί/Προκλήσεις
• Καλύπτει CAPEX+OPEX+τέλη EPR/τέλη ταφής/ναύλους, αποκαλύπτει «κρυφά» κόστη (π.χ. μεταφορές νησιών, αντικαταστάσεις). • Υποστηρίζει επιλογές με χαμηλότερο συνολικό κόστος ιδιοκτησίας (TCO) και ευθυγραμμίζεται με PaaS/Pay-as-you-throw.	• Αβεβαιότητες σε τιμές καυσίμων/ναύλων/αγορών δευτερογενών υλικών. • Αν δεν συνδυαστεί με LCA, δεν εσωτερικεύει περιβαλλοντικές εξωτερικότητες.
Ενδεικτικές εφαρμογές (τουρισμός/απόβλητα)	

- Σύγκριση XYTY (μεταφορά σε ηπειρωτικό) vs τοπική MBE/κομποστοποίηση/AD σε 10ετή ορίζοντα.
- Ηλεκτρικοί vs ντιζελοκίνητοι στόλοι αποκομιδής (TCO με τιμές ρεύματος/καυσίμου και συντήρηση).
- Συστήματα refill σε resorts (μπουκάλια νερού/amenities) vs αναλώσιμα μίας χρήσης.
- Συμβάσεις leasing για εξοπλισμό (σπαστήρες, πρέσες, πλυντήρια λινών) με ρήτρες απόδοσης/ενέργειας.

Επομένως, η ανάλυση κόστους είναι αναπόσπαστο μέρος της μετάβασης στην κυκλική οικονομία, προσφέροντας αξιόπιστα δεδομένα για τη λήψη στρατηγικών αποφάσεων. Αν και υπάρχουν προκλήσεις που σχετίζονται με την εφαρμογή της, η συνεισφορά της στην οικονομική βιωσιμότητα και την περιβαλλοντική διαχείριση καθιστούν τη μεθοδολογία αυτή απαραίτητη για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η ενοποίηση του LCC με άλλες μεθοδολογίες, όπως η LCA, ενισχύει περαιτέρω την αποτελεσματικότητά της, παρέχοντας μια ολιστική προσέγγιση για την αντιμετώπιση των σύγχρονων προκλήσεων.

Μάλιστα προτείνονται στην LCC τα ίδια εργαλεία με την LCA (αναφέρθηκαν και αναλύθηκαν παραπάνω), όπως τα: SimaPro, OpenLCA, GaBi Software και Ecoinvent.

Παρόλο που τα εργαλεία LCC προσφέρουν σημαντικές δυνατότητες, υπάρχουν περιορισμοί όπως η ακρίβεια των δεδομένων και η ανάγκη για ενσωμάτωση τοπικών παραμέτρων. Ωστόσο, η συνεχής ανάπτυξη αυτών των εργαλείων και η σύνδεση τους με δεδομένα σε πραγματικό χρόνο, όπως αυτά που παρέχει το Ecoinvent, υπόσχονται να βελτιώσουν την ακρίβεια και τη χρησιμότητα της LCC.

Η Αξιολόγηση Κόστους Κύκλου Ζωής αποτελεί θεμελιώδες εργαλείο για την υποστήριξη της κυκλικής οικονομίας, βοηθώντας στην εξισορρόπηση μεταξύ κόστους και περιβαλλοντικών επιπτώσεων. Σε συνδυασμό με τα κατάλληλα εργαλεία, μπορεί να προσφέρει κρίσιμα δεδομένα για τη βελτίωση της διαχείρισης αποβλήτων στις τουριστικές, νησιωτικές περιοχές.

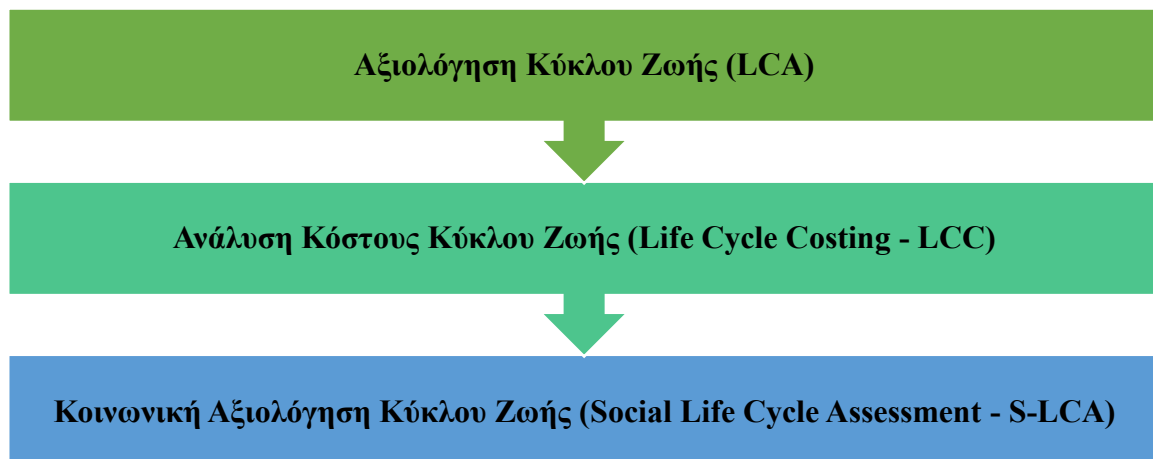
3.6.3 Αξιολόγηση Βιωσιμότητας Κύκλου Ζωής (Life Cycle Sustainability Assessment / LCSA)

Η Αξιολόγηση Βιωσιμότητας Κύκλου Ζωής (Life Cycle Sustainability Assessment - LCSA) αποτελεί μια ολιστική μεθοδολογία που συνδυάζει τις αρχές της Αξιολόγησης Κύκλου Ζωής

(LCA) με επιπρόσθετους οικονομικούς και κοινωνικούς δείκτες. Εστιάζει στην πλήρη ενσωμάτωση περιβαλλοντικών, οικονομικών και κοινωνικών πτυχών ενός προϊόντος ή μιας διαδικασίας, προσφέροντας ένα πολυδιάστατο εργαλείο για τη βιώσιμη ανάπτυξη. Η LCSA είναι ιδιαίτερα σημαντική στο πλαίσιο της Κυκλικής Οικονομίας, όπου στόχος είναι η δημιουργία συστημάτων που ενισχύουν τη βιωσιμότητα σε κάθε φάση του κύκλου ζωής .

Η LCSA βασίζεται στην έννοια ότι η βιωσιμότητα δεν μπορεί να περιοριστεί μόνο στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις. Όπως αναφέρουν οι Mannan & Al-Ghamdi (2022), ο συνδυασμός της LCA με οικονομικούς και κοινωνικούς δείκτες συμβάλλει στην κατανόηση των αλληλεπιδράσεων μεταξύ διαφορετικών πτυχών βιωσιμότητας, υποστηρίζοντας τη μετάβαση σε κυκλικά οικονομικά μοντέλα. Με την ενσωμάτωση της LCSA, παρέχεται η δυνατότητα αξιολόγησης της συνολικής απόδοσης ενός συστήματος, λαμβάνοντας υπόψη την περιβαλλοντική προστασία, την κοινωνική ευημερία και την οικονομική αποδοτικότητα. Η Κυκλική Οικονομία βασίζεται στις αρχές της ανακύκλωσης, επαναχρησιμοποίησης και ανάκτησης πόρων, ενώ η LCSA παρέχει τα μέσα για την αξιολόγηση της επιτυχίας αυτών των στρατηγικών. Η εφαρμογή της LCSA σε κυκλικά συστήματα επιτρέπει την αποτύπωση των συνολικών επιπτώσεων, παρέχοντας χρήσιμες πληροφορίες για τη βελτιστοποίηση διαδικασιών. Για παράδειγμα, σε μελέτες όπως αυτή του Antwi-Afari et al., (2023), η LCSA χρησιμοποιήθηκε για την αξιολόγηση διαφορετικών σεναρίων κυκλικής οικονομίας σε προϊόντα, ενισχύοντας την κατανόηση των περιβαλλοντικών και κοινωνικών τους διαστάσεων.

Η LCSA συνδυάζει τρία βασικά εργαλεία (Kerdlap & Cornago, 2021), όπως φαίνονται στο παρακάτω σχήμα:



Σχήμα 3.6: τρία βασικά εργαλεία της LCSA.

Και αναλυτικότερα:

1. Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (LCA): Εστιάζει στις περιβαλλοντικές επιπτώσεις, όπως οι εκπομπές CO₂ και η χρήση φυσικών πόρων.
2. Ανάλυση Κόστους Κύκλου Ζωής (Life Cycle Costing - LCC): Εξετάζει τις οικονομικές παραμέτρους, όπως το κόστος παραγωγής, συντήρησης και διάθεσης.
3. Κοινωνική Αξιολόγηση Κύκλου Ζωής (Social Life Cycle Assessment - S-LCA): Αξιολογεί τις κοινωνικές πτυχές, όπως η ευημερία των εργαζομένων και η κοινωνική αποδοχή ενός προϊόντος.

Η ενσωμάτωση αυτών των τριών διαστάσεων επιτρέπει την αξιολόγηση της συνολικής βιωσιμότητας, παρέχοντας μια ολιστική εικόνα για τα προϊόντα και τις διαδικασίες.

Τα οφέλη και οι περιορισμοί της LCSA παρουσιάζονται παρακάτω:

Οφέλη:

- Ολιστική προσέγγιση: Η LCSA λαμβάνει υπόψη περιβαλλοντικές, κοινωνικές και οικονομικές πτυχές, προσφέροντας μια ολοκληρωμένη εικόνα της βιωσιμότητας.
- Υποστήριξη λήψης αποφάσεων: Παρέχει δεδομένα που υποστηρίζουν στρατηγικές επιλογές, ενισχύοντας την ευθυγράμμιση με τους στόχους βιώσιμης ανάπτυξης.
- Ευελιξία εφαρμογής: Μπορεί να προσαρμοστεί σε διαφορετικούς τομείς και εφαρμογές, όπως ο τουρισμός, η βιομηχανία και η γεωργία.

Περιορισμοί:

- Πολυπλοκότητα δεδομένων: Η LCSA απαιτεί εκτενή συλλογή δεδομένων και σύνθετες αναλύσεις.
- Διαφορές σε δεδομένα και υποθέσεις: Οι παραδοχές που γίνονται κατά την ανάλυση μπορεί να οδηγήσουν σε διαφορετικά συμπεράσματα.
- Κόστος εφαρμογής: Η ανάπτυξη και εφαρμογή της LCSA ενδέχεται να απαιτεί σημαντικούς πόρους, καθιστώντας την λιγότερο προσιτή για μικρότερες επιχειρήσεις.

Η LCSA έχει ευρεία εφαρμογή σε ποικίλους τομείς, με σκοπό τη βελτίωση της βιωσιμότητας και της αποδοτικότητας:

- α) Τουριστικές περιοχές: Η LCSA μπορεί να χρησιμοποιηθεί για τη διαχείριση αποβλήτων σε νησιωτικές περιοχές, αξιολογώντας τη βιωσιμότητα εναλλακτικών λύσεων, όπως η ανακύκλωση και η κομποστοποίηση.
- β) Βιομηχανία: Σε τομείς όπως η κατασκευή και η ενέργεια, η LCSA συμβάλλει στην ανάπτυξη καινοτόμων λύσεων που μειώνουν το περιβαλλοντικό αποτύπωμα.
- γ) Αστικές περιοχές: Σε έργα αναβάθμισης αστικών υποδομών, η LCSA αξιολογεί τη βιωσιμότητα λύσεων, όπως οι πράσινες στέγες και τα συστήματα διαχείρισης νερού.

Τέλος, η ανάπτυξη της LCSA αναμένεται να επηρεαστεί από τεχνολογικές καινοτομίες και ευνοϊκές πολιτικές. Η ενσωμάτωση ψηφιακών τεχνολογιών, όπως η Τεχνητή Νοημοσύνη (AI) και το Internet of Things (IoT), μπορεί να διευκολύνει τη συλλογή δεδομένων και να ενισχύσει την ακρίβεια των αναλύσεων. Παράλληλα, η αυξανόμενη ευαισθητοποίηση σχετικά με τη βιωσιμότητα και οι εκπαιδευτικές καμπάνιες ενισχύουν την αποδοχή και εφαρμογή της LCSA σε διαφορετικούς τομείς. Επομένως, η Αξιολόγηση Βιωσιμότητας Κύκλου Ζωής αποτελεί ένα ισχυρό εργαλείο για τη μετάβαση στην Κυκλική Οικονομία. Παρά τις προκλήσεις, η συνεισφορά της στην κατανόηση και βελτίωση της βιωσιμότητας είναι αδιαμφισβήτητη. Η ενσωμάτωσή της σε τουριστικές και νησιωτικές περιοχές προσφέρει μια μοναδική ευκαιρία για την ανάπτυξη στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων που υποστηρίζουν τη βιώσιμη ανάπτυξη (Oliveira, 2023).

Παραδείγματα εργαλείων που χρησιμοποιεί στην πράξη η LCSA:

- S-LCA (κοινωνική LCA): έτοιμες βάσεις (PSILCA/SHDB) και σύντομα ερωτηματολόγια στην τοπική κοινότητα για να μαζεύουμε κοινωνικά δεδομένα.
- GIS & δρομολόγηση: QGIS/ArcGIS για χαρτογράφηση κάδων/σημείων, υπολογισμό αποστάσεων και βελτίωση διαδρομών συλλογής.
- IoT & AI: «έξυπνοι» κάδοι με αισθητήρες (πληρότητα, βάρος, GPS) και απλά μοντέλα μηχανικής μάθησης για καθάρισμα δεδομένων, πρόβλεψη πληρότητας και βελτίωση δρομολογίων.
- Αναλυτικά & πολυκριτήρια: Power BI/Tableau για πίνακες ελέγχου (KPI) και μέθοδοι AHP/TOPSIS για να σταθμίζουμε εναλλακτικές λύσεις.

Με αυτό το «πακέτο εργαλείων» η LCSA γίνεται εφαρμόσιμη σε τουριστικά/νησιωτικά σενάρια, βοηθώντας στον σχεδιασμό έξυπνων στρατηγικών διαχείρισης αποβλήτων και στη μετάβαση στην Κυκλική Οικονομία (Oliveira, 2023).

3.7 Τομείς εφαρμογής κυκλικής οικονομίας (ΚΟ)

Η βιβλιογραφία συγκλίνει ότι η ΚΟ σε νησιωτικά, τουριστικά περιβάλλοντα προϋποθέτει παρεμβάσεις «κοντά στην πηγή» και θεσμική συνέχεια. Σε μικρά νησιά με έντονη εποχικότητα, η απουσία σταθερών μηχανισμών συμμετοχής και χρηματοδότησης οδηγεί συχνά σε ασυνέχειες προγραμμάτων, χαμηλή συμμόρφωση και πρακτικές ανοικτής απόρριψης ή καύσης, με αποτέλεσμα περιορισμένη ανάκτηση υλικών (Assa & Wibisono, 2020). Μελέτη πεδίου στη Nosy Be (Μαδαγασκάρη) έδειξε ότι το 95% των αποβλήτων κατευθύνεται σε ανοικτή απόρριψη/καύση, ωστόσο η ενεργός εμπλοκή τουριστικών επιχειρήσεων ως «κόμβων κυκλικότητας» μπορεί να κινητοποιήσει ροές επαναχρησιμοποίησης/ανακύκλωσης και να δημιουργήσει τοπικές αξιακές αλυσίδες (Ferronato et al., 2023).

Σε μακρο-κλίμακα, η διείσδυση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας (renewable energy penetration / REC) λειτουργεί ως σταθερός θετικός μοχλός: στη Γερμανία, η REC συσχετίζεται με βελτίωση δεικτών ανθρώπινης ανάπτυξης (Erum et al., 2024) και μείωση οικολογικού αποτυπώματος (Musa et al., 2024). Ταυτόχρονα, η αποτελεσματικότητα «κλασικών» ρευμάτων (ανακύκλωση/επαναχρησιμοποίηση) επηρεάζεται από την ωριμότητα της σχετικής βιομηχανίας και τα διαθέσιμα δεδομένα -σε ορισμένες φάσεις μετάβασης οι αποδόσεις μπορεί να είναι χαμηλότερες ή ασταθείς, στοιχείο που απαιτεί προσεκτικό σχεδιασμό υποδομών και κινήτρων (Erum et al., 2024; Musa et al., 2024).

Κρίσιμος παράγοντας είναι η συμπεριφορά των καταναλωτών/επισκεπτών. Συστηματική ανασκόπηση τεκμηριώνει χάσμα στάσεων-πρακτικών: υψηλή αποδοχή σε δηλώσεις προθέσεων, αλλά χαμηλότερη ενσώματη συμμετοχή (διαλογή στην πηγή, αποφυγή μίας χρήσης), λόγω ελλιπούς κατανόησης, εκπαιδευτικών ανισοτήτων και ανεπαρκούς πολιτικής στήριξης (Gonella et al., 2024). Για νησιωτικά συστήματα αυτό σημαίνει στοχευμένη ενημέρωση σε σημεία κατανάλωσης (λιμένες, καταλύματα, KYE), απλές μονοϋλικές ροές και σαφή οικονομικά κίνητρα (επιστρεφόμενες εγγυοδοσίες κ.ά.).

Η υιοθέτηση μέτρων ΚΟ εξαρτάται επίσης από το εθνικό επιχειρηματικό σύστημα: ρυθμίσεις, χρηματοδότηση, αγορά δευτερογενών υλών και θεσμοί συνεργασίας. Συγκριτική ανάλυση για Γαλλία, Γερμανία και ΗΒ δείχνει ότι οι μακρο-θεσμικές ρυθμίσεις μπορούν να επιταχύνουν ή να εμποδίσουν την κυκλικότητα (Gutberlet et al., 2023). Σε επίπεδο ΕΕ, πολυκριτηριακές αξιολογήσεις καταγράφουν υψηλές επιδόσεις σε Ιταλία, Γερμανία, Γαλλία, Κάτω Χώρες και

Ισπανία, αλλά και ουσιώδεις ανισότητες μεταξύ κρατών-μελών -ένδειξη ότι απαιτούνται προσαρμοσμένες στρατηγικές και σχέδια δράσης (Grybaitė & Burinskiene, 2024; Lukić, 2024).

Για τα νησιωτικά τουριστικά οικοσυστήματα, η διακυβέρνηση είναι καθοριστική. Η Εξελικτική Θεωρία Διακυβέρνησης προτείνει να αντιμετωπίζονται οι «δυσκαμψίες» των υφιστάμενων ρυθμίσεων με επαναληπτικό σχεδιασμό, σύζευξη τοπικών-ιδιωτικών πόρων και ενσωμάτωση μάθησης πολιτικής (Wang, Lee & Mokhtar, 2021). Πρακτικά, αυτό μεταφράζεται σε: συμβάσεις απορρόφησης δευτερογενών υλών με τουριστικούς φορείς, τέλη-κινήτρων συνδεδεμένα με εποχικότητα, υποδομές για οργανικά (κομποστοποίηση/ΑΧ) και διαφανή παρακολούθηση επιδόσεων.

Συνολικά, τα ισχυρότερα αποτελέσματα προκύπτουν όταν η ΚΟ συνδυάζει: (α) πρόληψη και σχεδιασμό για επαναχρησιμοποίηση, (β) επενδύσεις σε ΑΠΕ και τοπικές μονάδες διαχείρισης οργανικών, (γ) συμπεριφορικές παρεμβάσεις σε «σημεία τριβής» τουριστικής κατανάλωσης και (δ) σταθερά θεσμικά σχήματα που μειώνουν το ρίσκο για τις επιχειρήσεις και κλείνουν τους βρόχους υλικών/ενέργειας. Αυτό το πλέγμα μέτρων είναι που μετατρέπει τα νησιά από «τελικούς αποδέκτες» αποβλήτων σε ενεργούς κόμβους κυκλικότητας, με μετρήσιμα οφέλη σε περιβάλλον, ανταγωνιστικότητα και κοινωνική ευημερία.

3.8 Προβλήματα και περιορισμοί κυκλικής οικονομίας

Η κυκλική οικονομία (ΚΟ) έχει αναδειχθεί σε μία από τις πιο σημαντικές στρατηγικές για τη μετάβαση σε βιώσιμα πρότυπα παραγωγής και κατανάλωσης, με στόχο τη μείωση των αποβλήτων και την προστασία του περιβάλλοντος. Ωστόσο, η εφαρμογή της δεν είναι απαλλαγμένη από προκλήσεις και περιορισμούς. Τα εμπόδια αυτά αφορούν τόσο θεσμικούς και τεχνολογικούς όσο και κοινωνικούς και συμπεριφορικούς παράγοντες, που καθορίζουν την τελική της αποτελεσματικότητα.

Ένα βασικό πρόβλημα είναι ότι η επιτυχία της ΚΟ εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την ανθρώπινη συμπεριφορά. Σύμφωνα με τους Gonella et al. (2024), η έρευνα για την κυκλική οικονομία αποκαλύπτει σημαντικά κενά στην ενημέρωση και τη συμπεριφορική υιοθέτηση των πολιτών. Η αγορά προϊόντων από ανακυκλωμένα υλικά ή η ενεργή συμμετοχή σε προγράμματα ανακύκλωσης παραμένει χαμηλή, ακόμη και σε ανεπτυγμένες χώρες, λόγω ελλειπών κατανόησης του κόστους-οφέλους, περιορισμένων κινήτρων και ανισοτήτων στην

πρόσβαση σε εκπαιδευτικούς πόρους. Αυτό σημαίνει ότι η έκβαση κάθε πολιτικής ΚΟ δεν μπορεί να προβλεφθεί πλήρως, καθώς εξαρτάται από τη διαθεσιμότητα και αποδοχή των πολιτών.

Πέρα από τα κοινωνικά εμπόδια, σημαντικό ρόλο παίζουν οι οικονομικοί και τεχνολογικοί περιορισμοί. Η μελέτη των Mohee et al. (2015) έδειξε ότι οι μικρές κοινότητες, και ειδικότερα οι νησιωτικές περιοχές, συχνά στερούνται τις αναγκαίες υποδομές για την επεξεργασία αποβλήτων. Η έλλειψη οικονομιών κλίμακας και η ανάγκη για εξειδικευμένο εξοπλισμό καθιστούν υψηλό το κόστος επενδύσεων, με αποτέλεσμα η μετάβαση σε ένα πλήρες μοντέλο ΚΟ να καθίσταται δύσκολη. Παράλληλα, η απουσία τοπικών αγορών για δευτερογενή υλικά περιορίζει τη βιωσιμότητα της ανακύκλωσης.

Στο επίπεδο των μακρο-οικονομικών συστημάτων, η εφαρμογή της ΚΟ διαφοροποιείται σημαντικά από χώρα σε χώρα. Οι Gutberlet et al. (2023) τόνισαν ότι η υιοθέτηση κυκλικών πρακτικών δεν εξαρτάται μόνο από τις εταιρικές στρατηγικές, αλλά και από τα εθνικά επιχειρηματικά συστήματα, όπως οι θεσμοί, οι κανόνες της αγοράς και το ρυθμιστικό πλαίσιο. Για παράδειγμα, η Γερμανία έχει αναπτύξει μια ισχυρή στρατηγική κυκλικής οικονομίας, ωστόσο ακόμη και εκεί παρατηρούνται αρνητικές συσχετίσεις μεταξύ συγκεκριμένων πρακτικών (π.χ. ανακύκλωση) και κοινωνικών δεικτών, λόγω των υψηλών απαιτήσεων σε ενέργεια και κόστη επεξεργασίας (Erum, et al. 2024).

Η διεθνής βιβλιογραφία παρέχει ισχυρές ενδείξεις για οφέλη σε επίπεδο συστημικών δεικτών (π.χ. REC, επαναχρησιμοποίηση) αλλά λείπουν δράση-ειδικές, νησιωτικές μετρήσεις. Επομένως, η παρούσα μεθοδολογία εφαρμόζει πρωτόκολλο MRV ανά δράση (σαφή λειτουργικά όρια, τηλεμετρία ροών, σύγκριση σεναρίων σε LCA/LCC) και αναφέρει αποτελέσματα με διαστήματα αβεβαιότητας. Έτσι γεφυρώνεται το κενό μεταξύ γενικών “εκτιμήσεων εξοικονόμησης” και πολιτικά αξιοποιήσιμων, τοπικών δεικτών.

Στο πλαίσιο της ΕΕ, η αξιολόγηση των Grybaitė & Burinskienė (2024) έδειξε ότι η πρόοδος προς την ΚΟ είναι άνιση μεταξύ των κρατών-μελών. Χώρες όπως η Ιταλία, η Γερμανία και η Ολλανδία έχουν σημειώσει σημαντική πρόοδο, αλλά υστερούν άλλες όπως η Ρουμανία ή η Κροατία, λόγω θεσμικών και χρηματοδοτικών περιορισμών. Οι συγγραφείς υπογράμμισαν την ανάγκη για καλύτερη συγκρισιμότητα δεδομένων, καθώς η αξιολόγηση μεθόδων, όπως η SAW (Simple Additive Weighting), αποκάλυψε μεγάλες αποκλίσεις στην εφαρμογή δεικτών.

Πίνακας 3.5: Συγκριτική πρόοδος προς την Κυκλική Οικονομία στην ΕΕ.

Κατηγορία	Χώρες (ενδεικτικά)	Σχόλιο
Προηγμένες χώρες	Ιταλία, Γερμανία, Γαλλία, Κάτω Χώρες, Ισπανία	Σημαντική πρόοδος σε δείκτες ΚΟ (SAW)
Υστερούσες χώρες	Ρουμανία, Κροατία	Θεσμικοί/χρηματοδοτικοί περιορισμοί
Λοιπά κράτη- μέλη	Ελλάδα	SAW- άνιση πρόοδος και ανάγκη καλύτερης συγκρισιμότητας δεικτών

Η ΚΟ παρουσιάζει επίσης περιορισμούς που σχετίζονται με τη δικαιοσύνη και την κοινωνική διάσταση. Οι Osaulenko et al. (2024) εισήγαγαν τον όρο παγκόσμια ενταξιακή κυκλική οικονομία (Global Inclusive Circular Economy - SGICE), υποστηρίζοντας ότι τα περισσότερα μοντέλα επικεντρώνονται στη διάσταση της ανακύκλωσης και αγνοούν τις κοινωνικές ανισότητες που προκύπτουν, όπως η ανεπίσημη εργασία στη διαχείριση αποβλήτων ή η παράνομη εμπορία υλικών. Αυτό σημαίνει ότι, χωρίς κοινωνικά δίκαιη οπτική, η ΚΟ μπορεί να ενισχύσει υπάρχουσες ανισότητες αντί να τις μειώσει.

Αξίζει επίσης να σημειωθεί ότι η αποτελεσματικότητα της ΚΟ επηρεάζεται από την πολιτική βούληση και τον σχεδιασμό στρατηγικών. Σε περιπτώσεις όπως το Βιετνάμ, η ανάπτυξη πράσινης οικονομίας μέσω κυκλικών μοντέλων παρουσιάστηκε ως επιτακτική ανάγκη, αλλά τα θεσμικά κενά και οι αδύναμοι μηχανισμοί εφαρμογής αποτελούν σημαντικό φραγμό (Khoe & Phuong, 2024). Αντίστοιχα, η συγκριτική ανάλυση του Lukić (2024) για την ΕΕ και τη Σερβία κατέδειξε ότι οι διαφορές στις επιδόσεις οφείλονται όχι μόνο στην τεχνολογική πρόοδο, αλλά και στην ικανότητα διαχείρισης εξωτερικών εξαρτήσεων, όπως οι εισαγωγές πρώτων υλών και η διαχείριση αστικών αποβλήτων.

Πίνακας 3.6: Μετρήσιμα οφέλη από την εφαρμογή πρακτικών Κυκλικής Οικονομίας.

Χώρα / Περιοχή	Παρέμβαση / Κατηγορία ΚΟ	Μετρήσιμο όφελος	Σχόλια	Συγγραφείς (Έτος)
Γερμανία	Επαναχρησιμοποίηση (Reuse) – μακρο-δείκτης/ (proxy) σε εθνικό επίπεδο	Στατιστικά σημαντική μείωση του οικολογικού αποτυπώματος στη μακρά περίοδο (εκτίμηση μέσω dynamic ARDL)	Ο δείκτης δεν αντιστοιχεί σε συγκεκριμένο υλικό/ποσότητα · αντανακλά συνολικές πρακτικές επανάχρησης στη Γερμανία.	Musa et al. (2024)
Γερμανία	Αύξηση συμμετοχής ΑΠΕ στο ενεργειακό μείγμα (REC, μακρο-δείκτης)	Στατιστικά σημαντική μείωση εκπομπών/οικολογικού αποτυπώματος, η εκτίμηση -18% είναι αποτέλεσμα οικονομετρικής προσομοίωσης (όχι απευθείας μεταφράσιμη σε MWh).	Για μετατροπή σε MWh απαιτούνται CO ₂ baseline, EF_grid, EF_RE και υπόθεση υποκατάστασης	Musa et al. (2024)
Γερμανία	Ανακύκλωση (Recycle)	Το αποτέλεσμα είναι αρνητικό: αντί για όφελος, καταγράφεται +5% αύξηση περιβαλλοντικής πίεσης. Δηλαδή πρόκειται για	Οφείλεται στην ενεργοβόρα βιομηχανία ανακύκλωσης.	Musa et al. (2024)



Χώρα / Περιοχή	Παρέμβαση / Κατηγορία ΚΟ	Μετρήσιμο όφελος	Σχόλια	Συγγραφέι ς (Έτος)
		μετρήσιμο αποτέλεσμα, όχι απαραίτητα όφελος		
Γερμανία	Κυκλικές πρακτικές και Ανθρώπινη Ανάπτυξη	Renewable Energy Consumption (REC): έχει θετική επίδραση → δηλαδή όταν αυξάνεται η χρήση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας, βελτιώνονται οι δείκτες ανθρώπινης ανάπτυξης (υγεία, εκπαίδευση, εισόδημα). Ανακύκλωση (Recycle): είχε αρνητική επίδραση στον HDI → πιθανόν γιατί η βιομηχανία ανακύκλωσης στη Γερμανία είναι ενεργοβόρα και κοστοβόρα, οπότε δεν μεταφράζεται σε κοινωνικό όφελος. Επαναχρησιμοποίηση (Reuse): επίσης	Δείχνει τη σύνθετη σχέση περιβάλλοντος- οικονομίας.	Erum et al. (2024)



Χώρα / Περιοχή	Παρέμβαση / Κατηγορία ΚΟ	Μετρήσιμο όφελος	Σχόλια	Συγγραφείς (Έτος)
		βρέθηκε να έχει αρνητική επίδραση, πιθανόν επειδή σε αυτό το πλαίσιο συνδέθηκε με κόστη ή μειωμένη ζήτηση για νέα προϊόντα που στηρίζουν την απασχόληση.		
ΕΕ (27 χώρες)	Συνολική αξιολόγηση ΚΟ με SAW (Simple Additive Weighting) μέθοδο	Το «μετρήσιμο όφελος» είναι ένα συγκριτικό αποτέλεσμα/κατάταξη από την εφαρμογή της μεθοδολογίας SAW που χρησιμοποιείται για να συγκρίνει την πρόοδο των κρατών- μελών της ΕΕ στην Κυκλική Οικονομία	Η πρόοδος άνιση, με μεγάλες αποκλίσεις μεταξύ χωρών.	Grybaitė & Burinskienė (2024)
Βιετνάμ	ΚΟ για Πράσινη Ανάπτυξη	~20% μείωση ρύπων σε τομείς με ΑΠΕ (Ηλεκτροπαραγωγή, Βιοενέργεια, Υδροηλεκτρική ενέργεια μικρής κλίμακας) και επαναχρησιμοποίηση	Απαιτείται ισχυρή πολιτική στήριξη.	Khoe & Phuong (2024)

Χώρα / Περιοχή	Παρέμβαση / Κατηγορία ΚΟ	Μετρήσιμο όφελος	Σχόλια	Συγγραφέι ς (Έτος)
Παγκόσμι α μελέτη	Inclusive Circular Economy (SGICE)	Υπολογισμός σύνθετου δείκτη IGICE ανά χώρα και ανά συνιστώσα (οικονομική, κοινωνική, οικολογική, κυκλική) και εντοπισμός “circular gap” στα οικολογικά/κυκλικά σκέλη μέσω συσταδοποίησης (benchmarking & ιεράρχηση χωρών).	Τονίζει τη σημασία της κοινωνικής διάστασης και της δικαιοσύνης.	Osaulenko, et al. (2024)
ΕΕ – Σερβία	Απόδοση ΚΟ (AHP- EDAS)	Σύνθετη βαθμολογία απόδοσης ΚΟ ανά χώρα με AHP-EDAS, κατάταξη (Top-5: Λουξεμβούργο, Ολλανδία, Βέλγιο, Εσθονία, Αυστρία) και εντοπισμός υστερήσεων (π.χ. Ανατολική Ευρώπη) και δεικτών-μοχλών βελτίωσης	Χώρες της Ανατολικής Ευρώπης υστερούν σε απόδοση.	Lukić (2024)
ΕΕ (Γερμανία	Εφαρμογή σε διαφορετικά	Ανάδειξη διαφορών υιοθέτησης ΚΟ σε	Δεν παρέχουν ποσοτικά	Gutberlet, Preuss &

Χώρα / Περιοχή	Παρέμβαση / Κατηγορία ΚΟ	Μετρήσιμο όφελος	Σχόλια	Συγγραφέι ς (Έτος)
, Γαλλία, HB)	επιχειρηματικά συστήματα	Γερμανία, Γαλλία και HB, εντοπισμός συστημικών φραγμών και προϋποθέσεων για αποτελεσματική εφαρμογή	δεδομένα αλλά επισημαίνουν κρίσιμους περιορισμούς.	Thorpe (2023)

Συνολικά, τα προβλήματα και οι περιορισμοί της κυκλικής οικονομίας δεν ακυρώνουν τη σημασία της, αλλά αναδεικνύουν την ανάγκη για πιο στοχευμένες πολιτικές και πολυδιάστατες στρατηγικές. Η εμπειρική τεκμηρίωση δείχνει ότι η ΚΟ μπορεί να οδηγήσει σε μετρήσιμες μειώσεις εκπομπών και οικολογικού αποτυπώματος, υπό την προϋπόθεση ότι ενισχύεται από την ενεργή συμμετοχή των πολιτών, την επαρκή τεχνολογική υποδομή και τη σταθερή πολιτική δέσμευση. Επομένως, η ΚΟ δεν αποτελεί πανάκεια, αλλά ένα δυναμικό εργαλείο που απαιτεί συνεχή προσαρμογή, έλεγχο και ενσωμάτωση κοινωνικών, οικονομικών και περιβαλλοντικών παραμέτρων.

4ο.Κεφάλαιο: «Μελέτη Περίπτωσης: Τα Επτάνησα»

4.1 Γενική εικόνα της διαχείρισης αποβλήτων στα Επτάνησα

Τα Επτάνησα αποτελούν έναν από τους πλέον αναπτυγμένους τουριστικούς προορισμούς της Ελλάδας, αλλά ταυτόχρονα και μία ιδιαίτερα ευαίσθητη περιβαλλοντικά περιοχή. Η γεωγραφική τους διάσπαση, το μικρό μέγεθος των νησιών και οι περιορισμένες δυνατότητες γης για υγειονομική ταφή ή εγκατάσταση μονάδων επεξεργασίας απορριμμάτων συνθέτουν ένα σύνθετο τοπίο προκλήσεων. Παράλληλα, η έντονη εποχικότητα και η μαζική άφιξη επισκεπτών πολλαπλασιάζουν τον όγκο των αποβλήτων σε σύντομα χρονικά διαστήματα, ξεπερνώντας συχνά τις δυνατότητες των τοπικών υποδομών (Σπιλάνης, 2023).



Εικόνα 4.1: Τα Επτάνησα.

Παρακάτω θα γίνει μια σύντομη παρουσίαση γεωγραφικών και κοινωνικοοικονομικών χαρακτηριστικών για τα μεγαλύτερα νησιά του Ιονίου Πελάγους :

Η Κέρκυρα είναι το βορειότερο νησί στο Ιόνιο και βρίσκεται στην είσοδο της Αδριατικής και πολύ κοντά στις ακτές της Ηπείρου και της Αλβανίας (Britannica, 2025). Χαρακτηρίζεται ως ορεινό ανάγλυφο και από λοφώδη , εύφορα εδάφη . Παρουσιάζει αυξημένη υγρασία λόγω των δυτικών ανέμων έχοντας μεσογειακό κλίμα . Η παλαιά πόλη αποτελεί Μνημείο Παγκόσμιας Κληρονομιάς και διαθέτει ισχυρή αεροπορική συνδεσιμότητα με εποχικές αιχμές (UNESCO, 2007) (CFU, 2025).

Η Ζάκυνθος είναι νησί νότια της Κεφαλονιάς με ορεινό και πεδινό ανατολικό τμήμα . Φιλοξενεί το Εθνικό Θαλάσσιο Πάρκο για Carreta – carreta και Monachus – monachus , διαθέτει όπως και η Κέρκυρα αεροπορική εξυπηρέτηση . (NMPZ, 2023) (ZTH, 2025)

Η Κεφαλονιά είναι το μεγαλύτερο νησί του Ιονίου και έχει τον Εθνικό Δρυμό Αίνου με υψόμετρο 1.628μ , έχοντας ενδημική Κεφαλληνιακή Ελάτη (Αίνου, 2021) . Γνωστό είναι ότι αποτελεί ένα νησί με υψηλή σεισμικότητα λόγω Kefalonia Transform Fault Zone (Kourouklas, 2023) . Όμοια διαθέτει αεροπορική πρόσβαση με διεθνή ροή (EFL, 2025) .

Η Λευκάδα είναι νησί που συνδέεται οδικώς με την ηπειρωτική χώρα μέσω διαύλου και πλωτής/αιωρούμενης γέφυρας (Lefkada Ports, 2025). Διαθέτει από τις καλύτερες παραλίες του κόσμου και αυτό ελκύει τον τουριστικό πληθυσμό κατά τις περιόδους αιχμής , καθώς αεροπορική υποστήριξη διαθέτει μέσω του Άκτιου καθώς η μεταξύ τους απόσταση είναι λιγότερη από 12 χιλιόμετρα (Discover Greece, 2024) (PVK, 2025) .

Σύμφωνα με τη Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων (2021), οι τουρίστες ευθύνονται για μεγάλο ποσοστό της συνολικής παραγωγής αποβλήτων κατά την αιχμή της τουριστικής περιόδου. Ειδικότερα, σε Κέρκυρα, Ζάκυνθο και Κεφαλονιά, οι αφίξεις υπερβαίνουν πολλαπλά τον μόνιμο πληθυσμό, με αποτέλεσμα να δημιουργούνται αιχμιακές ροές απορριμμάτων που απαιτούν άμεσες και προσαρμοσμένες λύσεις (INSETE/Marketing plan Ιονίων Νήσων, 2020).

Οι προκλήσεις δεν περιορίζονται μόνο στις ποσότητες. Τα τουριστικά απόβλητα χαρακτηρίζονται από υψηλή παρουσία πλαστικών μιας χρήσης, τροφικών υπολειμμάτων από τον κλάδο HORECA¹ και αυξημένη ανάγκη προσωρινής αποθήκευσης. Η εφαρμογή της Οδηγίας (ΕΕ) 2019/904 για τα πλαστικά μιας χρήσης έχει ιδιαίτερη σημασία για νησιωτικούς προορισμούς, καθώς περιορίζει τη χρήση ποτηριών, και άλλων ειδών σερβιρίσματος που συχνά καταλήγουν στο θαλάσσιο περιβάλλον (European Commission, 2019). Επίσης, η Οδηγία 2018/851 (τροποποίηση της 2008/98/ΕΚ) θέτει ως υποχρέωση την ξεχωριστή συλλογή βιοαποβλήτων έως το 2024, γεγονός που καθιστά την ενίσχυση των υποδομών στα Ιόνια άμεση προτεραιότητα (European Parliament, 2018).

¹ Ο όρος HO.RE.CA. προέρχεται από τα αρχικά των λέξεων HOtel – REstaurant – CAFé/CAtering. Πρόκειται για έναν διεθνώς αναγνωρισμένο όρο που περιγράφει τον κλάδο της φιλοξενίας, της εστίασης και της μαζικής εστίασης/εξυπηρέτησης. Στην Ελλάδα συχνά αναφέρεται απλά ως «τουρισμός και εστίαση».

Πέραν των θεσμικών υποχρεώσεων, η περιφερειακή πραγματικότητα αποκαλύπτει διαχρονικά ελλείμματα. Για παράδειγμα, η Κέρκυρα αντιμετώπισε έντονες κοινωνικές αντιδράσεις λόγω κορεσμένων ΧΥΤΑ και καθυστερήσεων στη δημιουργία ΜΕΑ (Μονάδες Επεξεργασίας Αποβλήτων)², ενώ σε μικρότερα νησιά όπως η Ιθάκη και οι Παξοί η μεταφορά απορριμμάτων σε άλλες περιοχές παραμένει βασική πρακτική (ΡΑΑΕΥ, 2025). Παράλληλα, η ευαισθητοποίηση και η ενεργός συμμετοχή των τοπικών κοινωνιών παραμένουν περιορισμένες, όπως αναδεικνύεται σε μελέτες που καταγράφουν χαμηλά ποσοστά συμμετοχής σε προγράμματα ανακύκλωσης (Gonella, Filho, Campos, & Ganga, 2024).

Πίνακας 4.1: Στοιχεία πληθυσμού & τουριστικών αφίξεων νησιών Ιονίων Νήσων.

Νησί	Πληθυσμός (Απογραφή 2021)	Παραγόμενα ΑΣΑ / Απορρίμματα (τόνοι/έτος – τελευταία αξιόπιστη τιμή)	Τουριστικές αφίξεις
Κέρκυρα	101.600	45.954 t/έτος (Στατιστικά Στοιχεία Απορριμμάτων 2024 μέσω δημοσιοποιημένα στοιχεία του Δήμου Κέρκυρας)	4.295.760 επιβάτες (σύνολο αερολιμένα CFU, 2024)
Ζάκυνθος	41.180	≈24.000 t/έτος (εκτιμώμενη ετήσια παραγωγή σύμφωνα με ΕΣΔΑ για οικιακά ΑΣΑ)	2.223.011 επιβάτες (σύνολο αερολιμένα ZTH, 2024)
Κεφαλονιά	36.064	25.217 t/έτος (Κεφαλονιά και Ιθάκη, ΕΣΔΑ)	860.533 επιβάτες (σύνολο αερολιμένα EFL, 2023)
Λευκάδα	22.826	14.239 t/έτος	-
Ιθάκη	2.862	25.217 t/έτος (Κεφαλονιά και Ιθάκη, ΕΣΔΑ)	-

² Πρόκειται για σύγχρονες εγκαταστάσεις όπου γίνεται μηχανική και βιολογική επεξεργασία απορριμμάτων με στόχο:

- Τη διαλογή και ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών (πλαστικό, γυαλί, μέταλλο, χαρτί).
- Την κομποστοποίηση ή βιολογική επεξεργασία του οργανικού κλάσματος (τροφικά απόβλητα, πράσινα απόβλητα).
- Τη σταθεροποίηση των υπολειμμάτων πριν καταλήξουν σε ΧΥΤΥ (Χώρο Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων).

Νησί	Πληθυσμός (Απογραφή 2021)	Παραγόμενα ΑΣΑ / Απορρίμματα (τόνοι/έτος – τελευταία αξιόπιστη τιμή)	Τουριστικές αφίξεις
Παξοί	2.466	Λειτουργεί ΣΜΑ Παξών και μεταφορά· δεν δημοσιεύεται σταθερά ετήσια νησιωτική ποσότητα σε κεντρικά datasets	-

Πηγή : Ελληνική Στατιστική Αρχή , (Νήσων) , (Ε.Σ.Δ.Α., 2020)

Τέλος, η αλληλεπίδραση τουριστικής ανάπτυξης, κοινωνικής αποδοχής και περιβαλλοντικής προστασίας απαιτεί νέες προσεγγίσεις που να ενσωματώνουν την κυκλική οικονομία. Μεθοδολογίες όπως η ολοκληρωμένη διαχείριση στερεών αποβλήτων (integrated solid waste management / ISWM) και η εφαρμογή των αρχών των 7R (reduce, reuse, recycle, recover, redesign, remanufacture, repair) μπορούν να προσφέρουν αποτελεσματικές λύσεις για νησιωτικά συστήματα με υψηλή εποχικότητα . Η εμπειρία από τα Ιόνια Νησιά καταδεικνύει ότι οι προκλήσεις είναι πολυδιάστατες και απαιτούν συνδυασμό θεσμικών ρυθμίσεων, τεχνολογικών υποδομών και κοινωνικής συμμετοχής για την εξασφάλιση βιώσιμης διαχείρισης αποβλήτων.

4.2 Υποδομές και υφιστάμενη κατάσταση

4.2.1 Παρουσίαση ΧΥΤΥ, ΜΕΑ, σημείων ανακύκλωσης

Στα Επτάνησα, όπου ο τουρισμός και η εποχικότητα αυξάνουν έντονα τις ροές αποβλήτων, η υποδομή διαχείρισης οργανώνεται γύρω από τρεις πυλώνες: (α) Χώρους Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ) και παλαιότερους ΧΥΤΑ, (β) Μονάδες Επεξεργασίας Αποβλήτων (ΜΕΑ/ΜΕΒΑ) και (γ) δίκτυα προδιαλογής-ανακύκλωσης (ΣΜΑ, ΚΔΑΥ, «πράσινα σημεία»). Η προσέγγιση αυτή εναρμονίζεται με την ευρωπαϊκή ιεραρχία αποβλήτων και τον προσανατολισμό της κυκλικής οικονομίας, όπου η ταφή περιορίζεται στο αναπόφευκτο υπόλειμμα και οι ροές υλικών επανακυκλοφορούν (CEAP, 2020). Για νησιωτικά περιβάλλοντα με έντονη τουριστική αιχμή, η διεθνής βιβλιογραφία αναδεικνύει ότι συνδυαστικά σχήματα ISWM (Integrated Solid Waste Management) είναι αποτελεσματικότερα από λύσεις «μονο-τεχνολογίας», ακριβώς επειδή μπορούν να

απορροφήσουν μεταβλητότητα στις ποσότητες και τη σύσταση (Shamshiry et al., 2011; Wang et al., 2021).

Στην Κέρκυρα, ο υφιστάμενος χώρος στο Τεμπλόνι και οι συνοδευτικές παρεμβάσεις παραμένουν κρίσιμοι για τη βραχυπρόθεσμη διασφάλιση διάθεσης του υπολείμματος, ενώ σε περιφερειακό επίπεδο προβλέπεται ολοκληρωμένη επεξεργασία με ΜΕΑ/ΜΕΒΑ ώστε να κλείσει ο κύκλος ταφής σύμμεικτων.

Στη Ζάκυνθο, ο χώρος «Λίβας» λειτουργεί ως οργανωμένη ΟΕΔΑ με ΧΥΤΥ, αποτελώντας σημείο αναφοράς για τα νησιά με υψηλές θερινές ροές. Πρόκειται για μονάδα Επεξεργασίας Απορριμμάτων με μηχανική διαλογή και κομποστοποίηση, η οποία θα επεξεργάζεται συνολικά 24.144 τόνους αποβλήτων τον χρόνο (Ανάπτυξης, 2017) . Ακόμη είναι εν ενεργεία ο παλιός ΧΥΤΑ στον Σκοπό , ωστόσο κρίνεται απαραίτητη η εκσυγχρόνιση του. Καθώς οι περιβαλλοντικές απαιτήσεις που τέθηκαν από την Ευρωπαϊκή Ένωση δε πληρούνται και η Ελλάδα υπεβλήθη σε πρόστιμο 5,5 εκατ. Ευρώ (Ημέρα Ζακύνθου, 2025)

Για την Κεφαλονιά-Ιθάκη η περιφερειακή στόχευση είναι σαφής: μηχανική-βιολογική επεξεργασία για ανάκτηση υλικών/βιομάζας και υγειονομική ταφή μόνο του υπολείμματος (Μονάδα Μηχανικής-Βιολογικής Επεξεργασίας Απορριμμάτων Κεφαλονιάς). Επίσης είναι εν λειτουργία και ο ΧΥΤΥ Κεφαλονιάς – Ιθάκης (Παλωστή Κεφαλονιάς) (Δήμος Αργοστολίου, 2020).

Η Λευκάδα και τα μικρότερα νησιά (Παξοί, Μεγανήσι, Ιθάκη) συμπληρώνουν το πλέγμα με ΣΜΑ και πράσινα σημεία, ώστε να συνδέονται λειτουργικά με τις κεντρικές υποδομές. Τα παραπάνω αποτυπώνονται τόσο στο αναπτυξιακό/περιβαλλοντικό προγραμματισμό της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων (Στρατηγική/ΣΜΠΕ) όσο και σε κλαδικές καταγραφές για τη νησιωτικότητα και την τουριστική αιχμή (ΙΝΣΕΤΕ/Marketing plan Ιονίων Νήσων, 2020).

Η Λευκάδα δε διαθέτει σύγχρονη ΧΥΤΑ/ΜΕΑ και στέλνει τα απορρίμματά της στα ΧΥΤΑ Παλαίρου (Αιτωλοακαρνανία) μέχρι να κατασκευασθεί τοπική μονάδα (ΜΟ.Π.Α.Κ. / ΜΕΑ) (Anasa Ionion, 2024). Παρόμοια και οι Παξοί θα μεταφέρουν τα απορρίματα που υπολογίζονται περίπου στους 2.000 τόνους στην Ήπειρο (Epirus Post, 2025).

Ο δεύτερος πυλώνας αφορά τις μονάδες ανάκτησης. Οι ΜΕΑ/ΜΕΒΑ σε νησιά με περιορισμένο χώρο και έντονες μετακινήσεις υλικών μειώνουν τις εξαγωγές σύμμεικτων και, κυρίως, δημιουργούν ρεύματα δευτερογενών υλών (χαρτί, μέταλλο, πλαστικό, γυαλί) και

κομπόστ/ SRF, ενισχύοντας κυκλικές αλυσίδες σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο. Η διεθνής εμπειρία από μικρά τουριστικά νησιά δείχνει ότι όταν οι υποδομές επεξεργασίας συνδυάζονται με προδιαλογή στον HORECA και σε οικιακό επίπεδο, οι δείκτες ανακύκλωσης βελτιώνονται και μειώνονται οι ανεπίσημες πρακτικές (απόθεση/καύση) που υπονομεύουν το τουριστικό προϊόν (Ferronato et al., 2023; Chandra & Ismail, 2023).

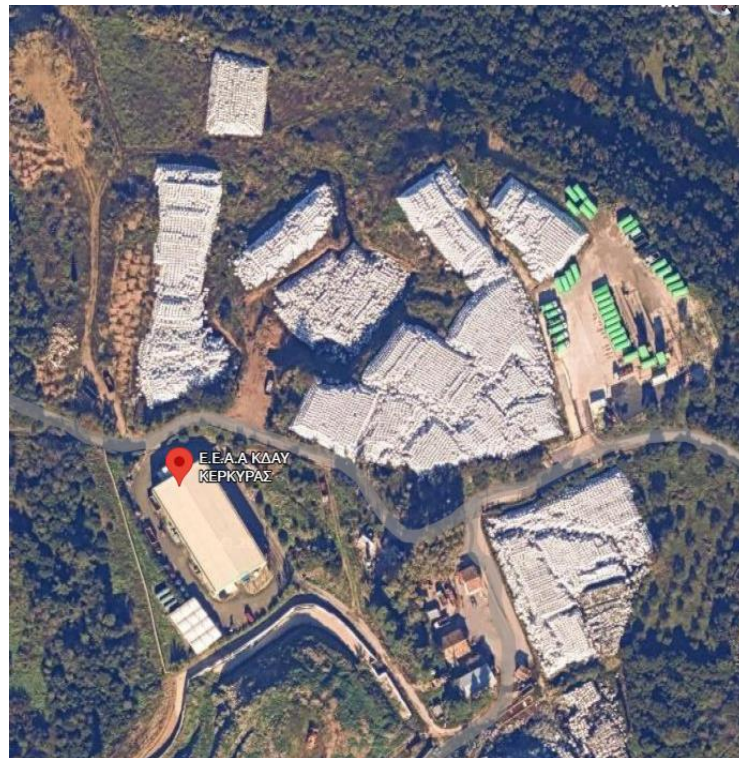
Τρίτος πυλώνας είναι το δίκτυο ανακύκλωσης και η χωρική εγγύτητα για τον πολίτη/επισκέπτη: «μπλε κάδος» (ΕΕΑΑ), ΚΔΑΥ/συνεργαζόμενοι αποδέκτες, πράσινα σημεία, καφέ κάδος βιοαποβλήτων σε τουριστικούς δήμους. Η διεθνής βιβλιογραφία υπογραμμίζει ότι η συμπεριφορά/επίγνωση των πολιτών λειτουργεί ως πολλαπλασιαστής κάθε τεχνολογικής επένδυσης (Gonella et al., 2024), ενώ οι πολιτικές για τα πλαστικά μιας χρήσης και τη χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων δημιουργούν το ρυθμιστικό περιβάλλον για πραγματική κυκλική μετάβαση. Παράλληλα, μεθοδολογίες αξιολόγησης προόδου κυκλικότητας (π.χ. SAW, σύνθετοι δείκτες) δείχνουν ότι, πέρα από την ύπαρξη υποδομών, μετρά η διακυβέρνηση και η διαλειτουργικότητα τους (Grybaitė & Burinskienė, 2024; Gutberlet et al., 2023).

Συνολικά, το ιονικό σύστημα τείνει στο πρότυπο «επεξεργασία–ανάκτηση–ταφή υπολείμματος», με χωριστή συλλογή και κόμβους ανακύκλωσης κλίμακας νησιού/δήμου. Για τουριστικούς προορισμούς, αυτό δεν είναι μόνο συμμόρφωση: αποτελεί προϋπόθεση διατηρησιμότητας και ανταγωνιστικότητας (Kostopoulou, Gaki, Parisi, & Lagos, 2019), καθώς καθαρότητα χώρου και ορατές κυκλικές πρακτικές συνδέονται με ικανοποίηση και πρόθεση επανανεπισκεψιμότητας.

4.2.2 Χάρτες υποδομών

Στο παρόν χαρτογραφικό υπόβαθρο ενσωματώνονται τρεις κομβικές εγκαταστάσεις:

Σημείο αναφοράς για την υγειονομική ταφή στον Δήμο Κεντρικής Κέρκυρας και Διαποντίων, η χωροθέτηση τεκμηριώνεται και σε τοπικά σχεδιαστικά κείμενα του Δήμου Κεντρικής Κέρκυρας (Τοπικό Σχέδιο Διαχείρισης), τα οποία περιγράφουν την υφιστάμενη λειτουργία/προβλήματα και τη μετάβαση σε σύγχρονες μονάδες επεξεργασίας. Ο σύνδεσμος θέσης (Google Maps) που χρησιμοποιήθηκε για τη γεωκωδικοποίηση: <https://maps.app.goo.gl/En7r7SML3pH9mV9bA> (Εικόνα 4.2).



Εικόνα 4.2: XYTA Τεμπλονίου Κέρκυρας.

Η εγκατάσταση του Χώρου Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (XYTA) της Ζακύνθου αποτελεί τον κύριο αποδέκτη των υπολειμμάτων του νησιού, με επικαιροποιημένες παρεμβάσεις αποκατάστασης και προμήθειες εξοπλισμού να προωθούνται από ΦΟΔΣΑ/Δήμο. Ο σύνδεσμος θέσης (Google Maps) για τη γεωκωδικοποίηση: <https://maps.app.goo.gl/4WqALvTCAGzSWqnHA> (Εικόνα 4.3).



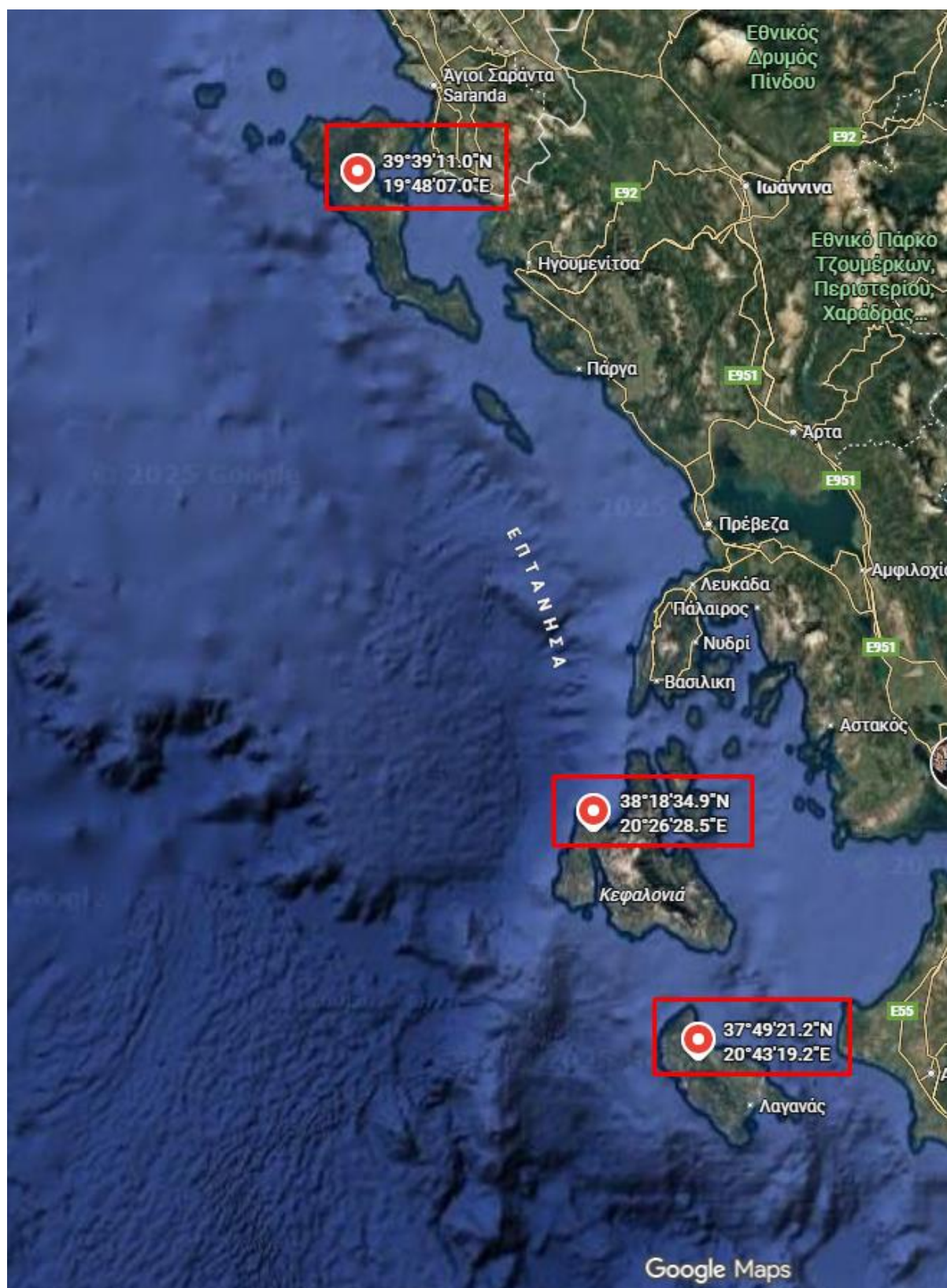
Εικόνα 4.3: Χώρος Υγειονομικής Ταφής Απορριμμάτων (XYTA) της Ζακύνθου.

Ο χώρος υγειονομικής ταφής υπολειμμάτων που εξυπηρετεί την Κεφαλονιά και την Ιθάκη, λειτουργεί ως κρίκος της περιφερειακής αρχιτεκτονικής διαχείρισης (συνδυασμός ΜΕΑ/ΜΕΒΑ και τελικής διάθεσης υπολειμμάτων). Σύνδεσμος θέσης (Google Maps) για τη γεωκωδικοποίηση είναι: <https://maps.app.goo.gl/57NLJmZsXtHLd7Hu6> (Εικόνα 4.4).



Εικόνα 4.4: XYTY Κεφαλονιάς – Ιθάκης (Παλωστή Κεφαλονιάς (Περιοχή Ζόλων)).

Στην παρακάτω εικόνα παρουσιάζονται χαρτογραφικά οι βασικές υποδομές διάθεσης/επεξεργασίας ΑΣΑ στα Επτάνησα (ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ) και τεκμηριώνονται οι ακριβείς θέσεις τους με συντεταγμένες. Ο συνοπτικός χάρτης δημιουργήθηκε σε περιβάλλον Google Maps (δορυφορικό υπόβαθρο) (ακολουθεί και σχετικός πίνακας με όλα τα στοιχεία).



Εικόνα 4.5: Εντοπισμός βασικών υποδομών ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ σε Κέρκυρα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθο (δορυφορικό υπόβαθρο Google).

Πίνακας 4.2: Συντεταγμένες και Σύνδεσμοι Google Maps των ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ σε Κέρκυρα, Κεφαλονιά και Ζάκυνθο

	Συντεταγμέν ες (DMS)	Συντεταγμέν ες (δεκαδικές)	Σύνδεσμος Google Maps
ΧΥΤΑ Τεμπλονίου Κέρκυρας	39°39'11.0'' 19°48'07.0'' E	39.653056, 19.801944	https://maps.app.goo.gl/En7r7SML3pH9mV9bA
Χώρος Υγειονομική ς Ταφής Απορριμμάτ ων (ΧΥΤΑ) της Ζακύνθου	37°49'21.2'' N 20°43'19.2'' E	37.822556, 20.722000	https://maps.app.goo.gl/4WqALvTCAGzSWqnHA
ΧΥΤΥ Κεφαλονιάς - Ιθάκης (Παλωστή Κεφαλονιάς, περιοχή Ζόλων)	38°18'34.9'' N 20°26'28.5'' E	38.309694, 20.441250	https://maps.app.goo.gl/57NLJmZsXtHLd7Hu6

4.3 Βέλτιστες πρακτικές και παραδείγματα εφαρμογών

4.3.1 Reclaim Project στη Κεφαλονιά

Η Κεφαλονιά, ως το μεγαλύτερο νησί των Επτανήσων και σημαντικός τουριστικός προορισμός της Ελλάδας, αντιμετωπίζει διαχρονικά οξυμένα προβλήματα διαχείρισης αποβλήτων, ιδίως κατά τους θερινούς μήνες. Η εποχικότητα του τουρισμού οδηγεί σε εκρηκτική αύξηση των παραγόμενων απορριμμάτων, η οποία, σύμφωνα με εκτιμήσεις της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων, φτάνει έως και το 60% της ετήσιας παραγωγής κατά τη διάρκεια του καλοκαιριού

(INSETE/Marketing plan Ιονίων Νήσων, 2020). Οι υποδομές του νησιού, παρότι έχουν ενισχυθεί την τελευταία δεκαετία, δεν είναι πάντοτε σε θέση να καλύψουν αποτελεσματικά αυτές τις αιχμιακές ανάγκες, με αποτέλεσμα την ανάγκη προσωρινής αποθήκευσης ή μεταφοράς απορριμμάτων στην ηπειρωτική χώρα, γεγονός που αυξάνει το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος.

Στο πλαίσιο αυτό, το ευρωπαϊκό έργο RECLAIM (Recycling in Island Communities for Local Added-value and Material recovery)³, που χρηματοδοτήθηκε από το πρόγραμμα Horizon 2020, ανέπτυξε μια καινοτόμο λύση με την εγκατάσταση της πρώτης στον κόσμο φορητής, αυτόνομης μονάδας ανακύκλωσης (portable Materials Recovery Facility – prMRF) στην Κεφαλονιά (RECLAIM, 2025). Πρόκειται για μια εγκατάσταση εμφωλευμένη σε κοντέινερ, εξοπλισμένη με τεχνολογίες τεχνητής νοημοσύνης (AI) και αυτοματοποιημένα συστήματα διαλογής, η οποία μπορεί να προσαρμόζεται εύελκτα στις ανάγκες κάθε νησιού.

Η λειτουργία της prMRF βασίζεται στην τοπική διαλογή και ανάκτηση υλικών, μειώνοντας έτσι την εξάρτηση από κεντρικές εγκαταστάσεις και περιορίζοντας σημαντικά τις ανάγκες μεταφοράς αποβλήτων στην ηπειρωτική Ελλάδα. Με τον τρόπο αυτό, μειώνεται το ανθρακικό αποτύπωμα των μεταφορών και ενισχύεται η αυτάρκεια του νησιού στη διαχείριση απορριμμάτων (European Union/Circular Economy Action Plan, 2020). Επιπλέον, η μονάδα συμβάλλει στη μείωση των περιβαλλοντικών πιέσεων από την προσωρινή απόθεση απορριμμάτων, η οποία συχνά δημιουργεί κοινωνικές αντιδράσεις και επηρεάζει αρνητικά την εικόνα ενός τουριστικού προορισμού.

Η σημασία του RECLAIM δεν περιορίζεται στην τεχνολογική καινοτομία αλλά εκτείνεται και στη μεθοδολογική διάσταση της κυκλικής οικονομίας. Μέσω της τοπικής ανάκτησης υλικών (χαρτί, πλαστικό, μέταλλο, γυαλί), επιτυγχάνεται η ενίσχυση των δεικτών ανακύκλωσης και δημιουργούνται δευτερογενείς πρώτες ύλες που μπορούν να επαναχρησιμοποιηθούν σε τοπικό ή περιφερειακό επίπεδο. Το μοντέλο αυτό ενσωματώνει τις αρχές των 7R (reduce, reuse, recycle, recover, redesign, remanufacture, repair), όπως αναφέρονται στη βιβλιογραφία για νησιωτικά συστήματα .

³ Το έργο RECLAIM (Grant Agreement 101070524) ξεκίνησε την 1^η Σεπτεμβρίου 2022 και έχει προβλεφθεί να ολοκληρωθεί την 31^η Αυγούστου 2025. Στη σελίδα του CORDIS (<https://cordis.europa.eu/project/id/101070524>) αναφέρεται ρητά ότι το έργο έχει ολοκληρωθεί «Project closed» . Έχουν ήδη δημοσιοποιηθεί αποτελέσματα, τουλάχιστον ως πιλοτική εφαρμογή της φορητής μονάδας στην Κεφαλονιά με τεχνολογίες AI, αναφορές για βελτίωση στη διαλογή, μείωση μεταφορών και μείωση εκπομπών.

Η υλοποίηση του RECLAIM στην Κεφαλονιά συνδέεται επίσης με τη στρατηγική της ΕΕ για την κυκλική οικονομία. Το Circular Economy Action Plan (CEAP, 2020) θέτει ως προτεραιότητα την ενίσχυση της ανακύκλωσης και της επαναχρησιμοποίησης σε τομείς με υψηλές περιβαλλοντικές πιέσεις, όπως ο τουρισμός και η φιλοξενία (European Union/Circular Economy Action Plan, 2020). Παράλληλα, η Οδηγία 2018/851/ΕΕ για τα απόβλητα και η Οδηγία 2019/904/ΕΕ για τα πλαστικά μιας χρήσης δημιουργούν το θεσμικό πλαίσιο που καθιστά υποχρεωτική τη χωριστή συλλογή και την περιορισμένη χρήση πλαστικών προϊόντων, στόχοι που μπορούν να επιτευχθούν μέσω καινοτομιών όπως το prMRF (European Union, 2019).

Εξίσου σημαντική είναι η διάσταση της κοινωνικής αποδοχής και της εμπλοκής της τοπικής κοινωνίας. Το έργο RECLAIM δεν εστιάζει μόνο στην τεχνολογία αλλά και στην εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση πολιτών και επιχειρήσεων. Μέσα από πιλοτικές δράσεις σε τουριστικές επιχειρήσεις της Κεφαλονιάς, αναδείχθηκε η σημασία της ενεργούς συμμετοχής του κλάδου HORECA στη μείωση των αποβλήτων τροφίμων και στη χωριστή συλλογή υλικών συσκευασίας (INΣΕΤΕ/Marketing plan Ιονίων Νήσων, 2020). Η διεθνής βιβλιογραφία επιβεβαιώνει ότι η ανθρώπινη συμπεριφορά και τα κοινωνικά κίνητρα αποτελούν καθοριστικό παράγοντα για την επιτυχία της κυκλικής οικονομίας (Gonella, Filho, Campos, & Ganga, 2024).

Σε συγκριτικό επίπεδο, η εφαρμογή του RECLAIM στην Κεφαλονιά μπορεί να συσχετιστεί με ανάλογες πρωτοβουλίες σε άλλα νησιωτικά συστήματα. Για παράδειγμα, στο Nosy Be της Μαδαγασκάρης, η έλλειψη υποδομών περιορίζει την ανάκτηση στο 5%, γεγονός που καταδεικνύει την αξία φορητών και ευέλικτων λύσεων (Ferronato, Mertenat, Zurbrügg, & Torretta, 2023). Αντίστοιχα, τα αποτελέσματα από την Ισπανία και την Ιταλία δείχνουν ότι η ενσωμάτωση καινοτομιών στην τουριστική οικονομία οδηγεί σε ουσιαστική μείωση του οικολογικού αποτυπώματος (Erum, Musa, Tufail, Said, & Zakaria, 2024).

Το έργο RECLAIM στην Κεφαλονιά αποτελεί ένα χαρακτηριστικό παράδειγμα εφαρμογής της κυκλικής οικονομίας σε νησιωτικό και τουριστικό περιβάλλον. Με τον συνδυασμό καινοτόμων τεχνολογιών, τήρησης των κανονισμών και ενεργής συμμετοχής της τοπικής κοινωνίας, αναδεικνύει ένα μοντέλο που μπορεί να αξιοποιηθεί και σε άλλες νησιωτικές περιοχές της Ελλάδας και της Μεσογείου. Πέρα από τη βελτίωση στη διαχείριση αποβλήτων,

συμβάλλει και στη διαμόρφωση μιας πιο «πράσινης» εικόνας για τον τουρισμό, ενισχύοντας τη βιωσιμότητα και την ελκυστικότητα των Ιονίων Νήσων σε διεθνές επίπεδο.

Η παρακάτω ανάλυση SWOT χρησιμοποιείται ως συνοπτικό εργαλείο στρατηγικής αποτίμησης του prMRF (RECLAIM) σε νησιωτικό πλαίσιο, ώστε να συνδεθούν οι τεχνικές επιλογές με κινδύνους, προαπαιτούμενα και ευκαιρίες κλιμάκωσης, διευκολύνοντας τεκμηριωμένες αποφάσεις συμμόρφωσης με το ευρωπαϊκό κεκτημένο και τις ιδιαιτερότητες της τουριστικής εποχικότητας

Πίνακας 4.3: Ανάλυση SWOT – RECLAIM (prMRF) στην Κεφαλονιά.

Διάσταση	Σημεία
Strengths (Ισχυρά σημεία)	- Φορητή, αυτόνομη μονάδα (prMRF) με AI/αυτοματισμούς: γρήγορη εγκατάσταση, μικρό αποτύπωμα γης, προσαρμογή σε νησιωτικές ροές, - Τοπική ανάκτηση υλικών (χαρτί/πλαστικό/μέταλλο/γυαλί) που μειώνει μεταφορές προς ηπειρωτική χώρα και το σχετικό ανθρακικό αποτύπωμα. - Ευθυγράμμιση με CEAP (2020), Οδηγία 2018/851/ΕΕ και 2019/904/ΕΕ, διευκολύνει συμμόρφωση Δήμου/ΦΟΔΣΑ σε χωριστή συλλογή και στόχους ανακύκλωσης. - Εποχική ευελιξία: δυνατότητα «ενίσχυσης» δυναμικότητας τους θερινούς μήνες. - Θετικό επικοινωνιακό αποτύπωμα για τουριστικό brand («πράσινο προορισμός»).
Weaknesses (Αδυναμίες)	- Περιορισμένη ονομαστική δυναμικότητα σε σχέση με αιχμές καλοκαιριού, απαιτείται προδιαλογή για να αποφευχθούν κορεσμοί. - Ευαισθησία της ποιότητας εξόδων (bales/flakes) σε υψηλή επιμόλυνση ρευμάτων-ιδίως από HORECA. - Ανάγκη εξειδικευμένων τεχνικών για AI/συντήρηση, κίνδυνος «vendor lock-in».

	• CAPEX/OPEX για νησιωτική λειτουργία (ενέργεια, ανταλλακτικά, θαλάσσιες μεταφορές) και κόστος εκπαίδευσης προσωπικού/πολιτών. • Εξάρτηση από διαθέσιμες αγορές δευτερογενών υλικών (τιμές PET/χαρτιού/μετάλλου).
Opportunities (Ευκαιρίες)	• Σύζευξη με χωριστή συλλογή βιοαποβλήτων και ΠΟΠ (Pay-As-You-Throw) ώστε να βελτιωθεί καθαρότητα ρευμάτων και οικονομική βιωσιμότητα. • Συμφωνίες off-take με ανακυκλωτές/βιομηχανίες σε Ιόνιο-Δυτική Ελλάδα, σταθεροποίηση εσόδων από δευτερογενείς ύλες. • Ένταξη σε ευρωπαϊκά/εθνικά χρηματοδοτικά (LIFE, Interreg, RRF, ΕΣΠΑ) για αναβάθμιση εξοπλισμού/αισθητήρων και επέκταση σε «έξυπνους» κάδους. • Εκπαιδευτικά προγράμματα με HORECA, μαρίνες και καταλύματα (Green Key) για μείωση τροφικών αποβλήτων & πλαστικών μίας χρήσης. • Συμπληρωματικές ροές: μικρά ΑΗΗΕ, fishing gear, γυαλί από εστίαση, με σήμανση «island-recycled».
Threats (Απειλές)	• Διακοπές ακτοπλοϊκών/εφοδιασμού και ακραία καιρικά φαινόμενα που διακόπτουν ροές εισόδου/εξόδου και συντήρηση. • Διακύμανση διεθνών τιμών ανακυκλώσιμων υλικών που μειώνει έσοδα, κίνδυνος να αυξηθεί το κόστος ανά τόνο. • Κοινωνική κόπωση/χαμηλή συμμόρφωση σε προδιαλογή, αυξημένη επιμόλυνση οδηγεί σε απόρριψη υλικών. • Νομοθετικές αλλαγές ή καθυστερήσεις σε ΕΠΕ/αδειοδοτήσεις που δυσχεραίνουν μόνιμη εγκατάσταση. • Ανταγωνισμός από άλλες τεχνολογίες (π.χ. ΜΕΑ/ΜΕΒΑ ή ΣΔΙΤ) που απορροφούν χρηματοδότηση χωρίς να δίνουν προτεραιότητα στην πρόληψη/επαναχρησιμοποίηση.

Το prMRF του RECLAIM «συνδέεται» με τις ιδιαιτερότητες της νησιωτικότητας (ευελιξία, μικρό αποτύπωμα, μείωση μεταφορών) και δημιουργεί θετικό κύκλο συμμόρφωσης με το ευρωπαϊκό κεκτημένο και αναβάθμισης του τουριστικού προϊόντος.

4.3.2 ReBoat – Κινητό εργοστάσιο ανακύκλωσης για νησιά

Η γεωγραφική ιδιαιτερότητα των Επτανήσων (νησιωτικό σύμπλεγμα, περιορισμένος χώρος υποδομών) και η εποχική αύξηση αποβλήτων δημιουργούν προκλήσεις συλλογής και επεξεργασίας. Σε αυτό το πλαίσιο, το έργο ReBoat (Horizon Europe, Grant Agreement) προτείνει τη χρήση μιας κινητής μονάδας ανακύκλωσης πάνω σε πλοίο, με αρθρωτό σχεδιασμό, για να ανταποκρίνεται στη μεταβλητότητα των ροών αποβλήτων στα νησιά (ReBoat, 2025).

Το έργο σχεδιάζει πιλοτικές εφαρμογές σε νησιά των Ιονίων (Ελλάδα) και των Ηφαιστειακών (Ιταλία), αντιμετωπίζοντας ιδιαίτερα ρεύματα πλαστικών και υφασμάτων (Dipartimento Di Meccanica, 2025). Η μονάδα διαθέτει αυτόματες γραμμές διαλογής, μηχανισμούς ανακύκλωσης και επεξεργασίας υλικών, και αρθρωτές υλοποιήσεις που μπορούν να αναπτυχθούν «κατά ζήτηση».

Με βάση τα διαθέσιμα στοιχεία, το ReBoat στοχεύει να μειώσει τη μεταφορά αποβλήτων προς την ηπειρωτική Ελλάδα (και τις σχετικές εκπομπές), να ενισχύσει την τοπική ανάκτηση υλικών και να δημιουργήσει κυκλικές αλυσίδες αξίας σε νησιωτικά περιβάλλοντα.

Δυνατότητες αναπαραγωγής σε άλλα νησιά αποτελούν τα εξής:

- **Υψηλή εφικτότητα** όπου υπάρχουν βασικές λιμενικές υποδομές (κρηπιδώματα, παροχές ρεύματος/νερού, ασφαλής φορτοεκφόρτωση) και δυνατότητα αγκυροβολίας κοντά σε οικιστικά κέντρα.
- **Βέλτιστο μοντέλο λειτουργίας:** περιφερειακός κόμβος τύπου hub-and-spoke με προγραμματισμένα δρομολόγια· συλλογή προδιαλεγμένων ρευμάτων (πλαστικά, υφάσματα, μέταλλα, γυαλί), προκαταρκτική ανακύκλωση/δεματοποίηση και εκφόρτωση δευτερογενών υλικών σε κεντρικό λιμένα.
- **Κλίμακα & οικονομικά:** όσο αυξάνεται ο αριθμός νησιών που εξυπηρετούνται, τόσο μειώνεται το κόστος ανά τόνο.
- **Ρυθμιστικά ζητήματα:** απαιτείται συντονισμένη αδειοδότηση με Λιμενικές Αρχές και συναρμόδιους φορείς.

Τώρα, όσον αφορά τον βαθμό συμμετοχής πολιτών, χρειάζεται ενεργή συμβολή Δήμων, HORECA, μαρινών και κατοίκων στη χωριστή συλλογή και σταθερά σημεία παράδοσης. Επιπλέον δύναται να δοθούν κίνητρα τύπου «Πληρώνω Όσο Πετάω», συστήματα εγγυοδοσίας πλαστικών/γυαλιού, και σχολικές καμπάνιες αυξάνουν την καθαρότητα των ροών.

Η παρακάτω ανάλυση SWOT για το ReBoat λειτουργεί ως γρήγορη στρατηγική αποτίμηση μιας κινητής λύσης σε νησιωτικό περιβάλλον, συνδέοντας τα τεχνικά χαρακτηριστικά με κινδύνους, προαπαιτούμενα και ευκαιρίες κλιμάκωσης, ώστε οι επιλογές υλοποίησης να είναι τεκμηριωμένες και συμβατές με τις ιδιαιτερότητες της εποχικότητας.

Πίνακας 4.4: Ανάλυση SWOT – ReBoat.

Διάσταση	Σημεία
Strengths (Ισχυρά σημεία)	• Κινητή, αρθρωτή υποδομή που φτάνει «εκεί που δεν φτάνει» η χερσαία ΜΕΑ, μηδενική μόνιμη κατάληψη γης. • Δυνατότητα εξυπηρέτησης πολλών νησιών με ένα στόλο - οικονομίες κλίμακας. • Γρήγορη ανάπτυξη/αναδίπλωση, ευελιξία σε εποχικές αιχμές τουρισμού. • Ισχυρό επικοινωνιακό αφήγημα «θαλάσσιας κυκλικής οικονομίας» που ενισχύει το τουριστικό brand.
Weaknesses (Αδυναμίες)	• Περιορισμένη επεξεργαστική ισχύς εν πλω, συχνά μένει σε προεπεξεργασία/δεματοποίηση. • Εξάρτηση από καιρό, επομένως ενέχει κίνδυνος καθυστερήσεων/συσσώρευσης αποβλήτων. • Υψηλό OPEX (πλήρωμα, καύσιμα/shore power, συντήρηση ναυτικού εξοπλισμού). • Ανάγκη υψηλής ποιότητας ρευμάτων· χωρίς προδιαλογή τα παραγόμενα δευτερογενή υλικά υποβαθμίζονται.
Opportunities (Ευκαιρίες)	• Διασύνδεση με τοπικά Πράσινα Σημεία και prMRF (π.χ. Κεφαλονιά) - υβριδικά δίκτυα νησιών. • Χρηματοδότηση από Horizon Europe, Interreg MED, LIFE.

Διάσταση	Σημεία
	Εισαγωγή «τουριστικού τέλους κυκλικότητας» που χρηματοδοτεί δρομολόγια/εκπαίδευση.
Threats (Απειλές)	- Διακυμάνσεις στις τιμές ανακυκλώσιμων/ναυτιλιακά καύσιμα που πλήττουν τη βιωσιμότητα. - Ρυθμιστικές καθυστερήσεις (MARPOL, ISM, τελωνειακά για διασυνοριακές ροές δευτερογενών υλικών). - Αντιδράσεις σε λιμένες λόγω θορύβου/κυκλοφορίας φορτηγών σε περιόδους αιχμής. - Ανταγωνισμός από μόνιμες ΜΕΑ/ΣΔΙΤ που «κλειδώνουν» ροές/χρηματοδοτήσεις.

Το ReBoat είναι ιδιαίτερα «αναπαράξιμο» σε συνθήκες με μικρά νησιά και ανισομερείς ροές, επειδή μειώνει το επενδυτικό ρίσκο μόνιμων εγκαταστάσεων. Η πραγματική αξία του αναδύεται όταν συνδέεται σε δίκτυο: σταθερή προδιαλογή στην ξηρά, συλλογή σε κόμβους, σύνδεση με περιφερειακούς ανακυκλωτές. Ο βαθμός συμμετοχής πολιτών/επιχειρήσεων είναι ο καθοριστικός μοχλός για να παράγονται υλικά εμπορεύσιμης ποιότητας και να παραμείνει βιώσιμο το επιχειρησιακό μοντέλο.

4.4 Προβλήματα και προκλήσεις

Η εισαγωγή της κυκλικής οικονομίας ως μεθοδολογίας διαχείρισης αποβλήτων στα Επτάνησα αποτελεί μια καινοτόμα προσέγγιση για την αντιμετώπιση των περιβαλλοντικών, κοινωνικών και οικονομικών προβλημάτων που αντιμετωπίζουν οι τουριστικές, νησιωτικές περιοχές. Παρότι η εφαρμογή της μπορεί να οδηγήσει σε βιώσιμη ανάπτυξη, υφίστανται σοβαρά εμπόδια και προκλήσεις.

Κύρια προβλήματα που προκύπτουν:

- Περιορισμένες υποδομές διαχείρισης αποβλήτων: Η έλλειψη επαρκών υποδομών για την ανακύκλωση και τη διαχείριση οργανικών αποβλήτων παραμένει σημαντικό ζήτημα. Πολλά απορρίμματα οδηγούνται σε ανεξέλεγκτες χωματερές, συμβάλλοντας στην υποβάθμιση του φυσικού περιβάλλοντος.

- Αυξημένος όγκος τουριστικών αποβλήτων: Κατά την τουριστική περίοδο, τα απόβλητα αυξάνονται δραματικά, υπερφορτώνοντας τα τοπικά συστήματα διαχείρισης. Σύμφωνα με τον Ferronato et al. (2024), οι τουρίστες μπορούν να διπλασιάσουν την παραγωγή απορριμμάτων σε μικρές νησιωτικές κοινότητες.
- Έλλειψη συντονισμού: Η ασυνεννοησία μεταξύ τοπικής αυτοδιοίκησης, ιδιωτικών φορέων και κατοίκων οδηγεί σε αποτυχία εφαρμογής ολοκληρωμένων λύσεων κυκλικής οικονομίας.

Προκλήσεις που δημιουργούνται:

1. Εκπαίδευση και ευαισθητοποίηση: Η ενημέρωση και εκπαίδευση των τοπικών κοινοτήτων για τη σημασία της κυκλικής οικονομίας είναι απαραίτητη. Η έλλειψη γνώσεων για πρακτικές ανακύκλωσης και επαναχρησιμοποίησης υλικών αποτελεί ανασταλτικό παράγοντα (Grybaitė & Burinskiene, 2024).
2. Χρηματοδότηση και κίνητρα: Η εφαρμογή βιώσιμων πρακτικών απαιτεί σημαντικές επενδύσεις. Παρά την ύπαρξη ευρωπαϊκών προγραμμάτων χρηματοδότησης, η τοπική απορρόφηση παραμένει χαμηλή (Erum et al., 2024).
3. Νομοθεσία και Πολιτική Υποστήριξη: Παρά την ύπαρξη κανονισμών για τη διαχείριση αποβλήτων, η γραφειοκρατία και η έλλειψη πόρων περιορίζουν την αποτελεσματικότητά τους.

Και τέλος οι προτεινόμενες λύσεις για την επιτυχή εφαρμογή των μεθοδολογιών κυκλικής οικονομίας στα Επτάνησα, έχουν ως εξής:

- Αναβάθμιση υποδομών: Κατασκευή κέντρων ανακύκλωσης και κομποστοποίησης σε στρατηγικά σημεία. Παράδειγμα αποτελεί η χρήση τέφρας βιομάζας ως εδαφοβελτιωτικού⁴, (Βασιλάτος, Αναστασάτου, Κυπριτίδου, Σταματάκης, & Ασπιώτης, 2022)

⁴ Η χρήση τέφρας βιομάζας ως εδαφοβελτιωτικού δεν αφορά άμεσα μια «υποδομή» όπως εργοστάσιο ή ΜΕΑ, αλλά συνδέεται με την αναβάθμιση των συνολικών υποδομών διαχείρισης αποβλήτων και πόρων, γιατί:

- Μειώνει την ανάγκη ταφής: η τέφρα, αντί να απορρίπτεται σε ΧΥΤΥ, αξιοποιείται στη γεωργία. Έτσι, αποσυμφορούνται οι υποδομές υγειονομικής ταφής.
- Ενισχύει τις κυκλικές ροές: συνδέει ενεργειακές υποδομές (μονάδες καύσης/συμπαγωγής βιομάζας) με γεωργικούς τομείς, δημιουργώντας ένα «κλειστό κύκλο» χρήσης υλικών.
- Βελτιώνει την ανθεκτικότητα των συστημάτων: οι υποδομές παραγωγής ενέργειας από βιομάζα αποκτούν «διπλό προϊόν» (ενέργεια + υλικό εδαφοβελτίωσης), κάνοντάς τες πιο βιώσιμες οικονομικά.
- Υποστηρίζει την αγροτική παραγωγή: αντί να απαιτούνται νέες εισροές λιπασμάτων (που αυξάνουν εξαρτήσεις και κόστος), τα τοπικά παραπροϊόντα εντάσσονται στις υποδομές κυκλικής γεωργίας.

- Εκπαίδευση και συνεργασία: Προγράμματα εκπαίδευσης και ευαισθητοποίησης για κατοίκους και τουριστικές επιχειρήσεις. Η συνεργασία με φορείς όπως περιβαλλοντικές ΜΚΟ μπορεί να ενισχύσει την αποδοχή και τη συμμετοχή .
- Χρηματοδότηση και φορολογικά κίνητρα: Η παροχή φορολογικών ελαφρύνσεων σε επιχειρήσεις που εφαρμόζουν πρακτικές κυκλικής οικονομίας μπορεί να λειτουργήσει ως καταλύτης για την υιοθέτηση βιώσιμων λύσεων (Osaulenko, Shlapak, Zvaryeh, Brodovska, & Krysovata, 2024).

Η ΡΑΑΕΥ αναφέρει , ότι οι Εγκαταστάσεις Διαχείρισης Απορριμάτων σε Κέρκυρα και Λευκάδα , είναι ακόμα σε μεταβατικό στάδιο . Έτσι αναγκάζονται να μεταφέρουν τα απόβλητά τους στη ΜΕΑ Ηπείρου και Δυτικής Ελλάδας αντίστοιχα . Αυτή πρακτική συνεπάγεται με υψηλό οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος καθώς και εξάρτηση από άλλες Περιφέρειες (ΡΑΑΕΥ, 2025) .

Σημαντικό παράδειγμα που υποδεικνύει την έλλειψη υποδομών είναι η περίπτωση της Ζακύνθου για τον ΧΥΤΑ Σκοπού. Καθώς οδήγησε σε πρόστιμο 5,5 εκατ. Ευρώ από το Δικαστήριο της Ευρωπαϊκής Ένωσης λόγω παραβίασης της ευρωπαϊκής νομοθεσίας για περιοχή Natura 2000 χωρίς να λάβει επαρκή μέτρα προστασίας του περιβάλλοντος και της δημόσιας υγείας (Eur-Lex, 2014) (Ημέρα Ζακύνθου, 2025) .

Μελέτες υποδεικνύουν ότι βασικό εμπόδιο για τη βιωσιμότητα και αποτελεσματικότητα του συστήματος διαχείρισης αποβλήτων σε νησιά είναι θαλάσσιες μεταφορές καθώς αυξάνουν δραματικά τις λειτουργικές δαπάνες . Τα νησιά του Αιγαίου λόγω μεγαλύτερης απόστασης από αυτά του Ιονίου αντιμετωπίζουν και μεγαλύτερο ναυτιλιακό κόστος. (Kizos, 2023)

Η υλοποίηση της κυκλικής οικονομίας στα Επτάνησα αποτελεί μια πολυδιάστατη πρόκληση που απαιτεί συντονισμένες δράσεις, επαρκείς υποδομές και την ενεργή συμμετοχή όλων των εμπλεκόμενων φορέων. Μέσω της εκπαίδευσης, της χρηματοδότησης και της ανάπτυξης καινοτόμων λύσεων, τα Επτάνησα μπορούν να εξελιχθούν σε πρότυπο βιώσιμης τουριστικής ανάπτυξης, διασφαλίζοντας ταυτόχρονα την προστασία του περιβάλλοντος.

Πίνακας 4.5: Προβλήματα και προκλήσεις – Συγκριτική αποτύπωση νησιωτικών συμπλεγμάτων.

Κριτήριο	Επτάνησα (Ιόνιο)	Κυκλάδες	Δωδεκάνησα
Γεωγραφία & κλίμακα	7 μεγάλα νησιά και μικρότερα,	Πολλά μικρά/μεσαία νησιά, διάσπαρτα,	Μεσαία-μεγάλα νησιά, μεγάλο μήκος



Κριτήριο	Επτάνησα (Ιόνιο)	Κυκλάδες	Δωδεκάνησα
Τουριστική εποχικότητα πίεση αποβλήτων Υποδομές ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ ΜΕΑ/ΜΕΒΑ προδιαλογή	σχετικά κοντινές αποστάσεις με ηπειρωτική Ελλάδα, έντονη βλάστηση, ορεινά εσωτερικά.	μεγάλα θαλάσσια κενά, ισχυροί άνεμοι/Μελτέμια.	ακτογραμμής, άκρα του Αιγαίου, μεγαλύτερες αποστάσεις από ηπειρωτική χώρα.
	Πολύ υψηλή το καλοκαίρι (κορυφώσεις σε Κέρκυρα, Ζάκυνθο, Κεφαλονιά), αιχμιακοί όγκοι και εποχικοί εργαζόμενοι.	Εξαιρετικά υψηλή και βραχεία, τουριστική σεζόν σε Σαντορίνη/Μύκονο, μικρά νησιά υπερκορεσμένα.	Υψηλή αλλά με μεγαλύτερη διάρκεια σε Ρόδο/Κω, κρουαζιερά αυξάνει αιχμές στα λιμάνια.
	Παρόντες ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ σε βασικά νησιά, ιστορικά προβλήματα κορεσμού/λειτουργίας σε τουριστικές αιχμές.	Πιο άνιση κάλυψη: κάποια νησιά με μεταφορά σε κεντρικούς ΧΥΤΥ ή ηπειρωτικά, άλλα με μικρούς ΧΑΔΑ που έχουν αποκατασταθεί/κλείσει.	Μεγάλες νησιωτικές βάσεις (Ρόδος, Κως) και δευτερεύοντες χώροι σε μικρότερα νησιά, η γεωγραφική εξάπλωση αυξάνει κόστος ελέγχου.
	Εξελισσόμενες ΜΕΑ/ΜΕΒΑ σε βασικούς κόμβους,	Ετερογενής εικόνα, όπου υπάρχουν ΜΕΒΑ, ο εφοδιασμός είναι δύσκολος από πολλά	Σημαντικές ΜΕΑ σε κεντρικά νησιά αλλά δύσκολες τροφοδοσίες από περιφερειακά,

Κριτήριο	Επτάνησα (Ιόνιο)	Κυκλάδες	Δωδεκάνησα
Επιμελητεία/Εφοδιαστική	πilotικές λύσεις (π.χ. prMRF).	νησιά, νησιά με μόνο προδιαλογή/δεματοποίηση.	ανάγκη για προ-επεξεργασία επί τόπου.
	Συχνά δρομολόγια και κοντινές αποστάσεις → χαμηλότερο κόστος ανά τόνο για μεταφορές.	Αποστάσεις/καιρός δημιουργούν ακυρώσεις, υψηλό κόστος ανά τόνο, ειδικά για μικρά νησιά.	Μεγάλα ταξίδια και διεθνή ύδατα/τελωνειακές ιδιαιτερότητες για αποστολές προς κέντρα ανακύκλωσης.
Κυκλικές καινοτομίες	prMRF (Κεφαλονιά), σχεδιασμός κινητών/περιφερειακών λύσεων· συνεργασίες HORECA.	Τοπικά δίκτυα ανταλλαγής υλικών, επαναχρησιμοποίηση στο τουριστικό προϊόν.	Δυνατότητες ανακύκλωσης (δίχτυα/ιματισμός τουρισμού) και μεγάλοι αποδέκτες σε Ρόδο/Κω, χώρος για «πλωτές» λύσεις τύπου ReBoat.
Συμμετοχή πολιτών/επιχειρήσεων	Μεσαία–υψηλή όπου υπάρχουν καμπάνιες & κάδοι καφέ· HORECA κινητοποιείται σε αιχμές.	Μεγάλη διάσταση μεταξύ «flagship» νησιών (υψηλή) και μικρών (χαμηλή) λόγω πόρων/στελέχωσης.	Καλό δυναμικό σε μεγάλα νησιά, δυσκολίες συνέχειας/ελέγχου στα μικρά και απομακρυσμένα.
Κύρια προβλήματα	Αιχμιακοί όγκοι, περιορισμένοι χώροι, κοινωνικές αντιδράσεις σε	Πολλά νησιά → υψηλό κόστος, ασυνέχεια ροών, περιορισμένος	Κόστη μεταφοράς, διασυνοριακές/τελωνειακές λεπτομέρειες, εξάρτηση από λίγους κεντρικούς κόμβους.

Κριτήριο	Επτάνησα (Ιόνιο)	Κυκλάδες	Δωδεκάνησα
Ευκαιρίες πολιτικής	νέες εγκαταστάσεις.	χώρος, πίεση από υπερτουρισμό.	
	Δίκτυα hub-and-spoke με κινητές μονάδες, συμβάσεις off-take, τουριστικό τέλος κυκλικότητας.	Μικρο-υποδομές (micro-MRF, κομποστοποίηση) και συστήματα εγγυοδοσίας σε μαρίνες.	Περιφερειακά κέντρα ανακύκλωσης με τακτικά δρομολόγια/συμβάσεις, συνεργασίες με κρουαζιέρα & αλυσίδες ξενοδοχείων.

Πηγή: (Aegean Islands, 2020), (CFU, 2025), (EFL, 2025) (Fraport Greece, 2025), (PAAEY, 2025), (ΦΟΔΣΑ Νοτίου Αιγαίου, 2024), (RECLAIM, 2025), (EBRD, 2025), (Vagiona, 2013), (Ενέργειας, 2020), (Ouzounoglou, 2014)

Στα τρία νησιωτικά συμπλέγματα οι ίδιες πιέσεις (αιχμές τουρισμού, κόστος/αβεβαιότητα μεταφορών, ελλείψεις υποδομών) εκδηλώνονται με διαφορετική ένταση και απαιτούν διαφορετική αρχιτεκτονική συστήματος:

- Επτάνησα: μικρότερες αποστάσεις/καλύτερες συνδέσεις επιτρέπουν υβριδικό μοντέλο: ισχυρή προδιαλογή και τοπική προεπεξεργασία (micro-MRF/prMRF, κομποστοποίηση) και τακτικές αποστολές σε περιφερειακούς κόμβους (MEA/XYTY).
- Κυκλάδες: πολλά νησιά και τα «κενά θάλασσας» ευνοούν αποκεντρωμένες μικρο-υποδομές (micro-MRF, κομποστοποίηση in-situ), κινητές/πλωτές λύσεις για αιχμές και συστήματα εγγυοδοσίας (DRS) για PET/γυαλί σε μαρίνες και HORECA.
- Δωδεκάνησα: η κλίμακα Ρόδου/Κω ευνοεί περιφερειακούς κόμβους που «ρουφούν» ροές από μικρότερα νησιά, με τυποποιημένη προ-επεξεργασία στο νησί προέλευσης και μακροχρόνιες ναυτιλιακές συμβάσεις (σταθερότητα κόστους/ποιότητας ρευμάτων).

Κοινός παρονομαστής επιτυχίας είναι ο συνδυασμός: (α) προδιαλογή/εκπαίδευση, (β) εύελικτες τεχνολογίες χαμηλού αποτυπώματος (micro-MRF, κινητές μονάδες), (γ) οικονομικά εργαλεία (τουριστικό τέλος κυκλικότητας, DRS, συμβάσεις off-take), και (δ) διακυβέρνηση hub-and-spoke με σαφείς ρόλους ΦΟΔΣΑ-Δήμων-τουριστικού κλάδου.

4.5 Συμμετοχή των πολιτών

Η μετάβαση σε κυκλικές πρακτικές στα Επτάνησα δεν είναι μόνο τεχνικό ζήτημα, είναι πρωτίστως κοινωνική διαδικασία. Τα διαθέσιμα ευρήματα για την Ελλάδα δείχνουν ότι οι πολίτες έχουν θετικές προδιαθέσεις απέναντι στη «πράσινη ανάπτυξη», την οποία συνδέουν αυθόρμητα με την προστασία του περιβάλλοντος, την εξοικονόμηση ενέργειας και την ποιότητα ζωής. Ωστόσο, το κενό μεταξύ στάσης και πράξης παραμένει όταν λείπουν απτές γνώσεις και πρακτική καθοδήγηση για το «πώς» (Λιασκοπούλου, 2024). Σε τουριστικές νησιωτικές περιοχές, αυτό το κενό διευρύνεται από την εποχικότητα, την πρόσθετη πίεση στις υπηρεσίες καθαριότητας και την ετερογένεια των χρηστών (μόνιμοι κάτοικοι, εποχικοί εργαζόμενοι, επισκέπτες).

Στα Ιόνια, η ικανοποίηση των επισκεπτών συσχετίζεται με την περιβαλλοντική εικόνα των προορισμών, γεγονός που «μεταφράζεται» σε κοινωνική πίεση για καθαρότερους δημόσιους χώρους και καλύτερη διαχείριση ροών αποβλήτων (Kostopoulou, Gaki, Parisi, & Lagos, 2019). Την ίδια στιγμή, η διεθνής βιβλιογραφία για μικρά νησιά καταγράφει επαναλαμβανόμενα εμπόδια: χωρική διασπορά πηγών, υψηλό μεταφορικό κόστος, επιβάρυνση από τουριστικές αιχμές και ελλιπή τοπική οργάνωση, που καταλήγουν σε υπολειμματικές πρακτικές όπως ανοιχτή απόρριψη ή καύση (Chandra & Ismail, 2023). Σε αυτό το πλαίσιο, παραδείγματα όπως το Nosy Be αναδεικνύουν ότι ο τουρισμός μπορεί να λειτουργήσει ως «επιταχυντής» κυκλικότητας όταν συνδυάζεται με εκπαίδευση, σαφείς ροές υλικών και κίνητρα αγοράς (Ferronato, Mertenat, Zurbrugg, & Torretta, 2023).

Παρά όλες τις δυσκολίες, γίνονται μεμονωμένες δράσεις με απώτερο σκοπό την ενίσχυση της κυκλικότητας στα Επτάνησα. Για παράδειγμα, η Περιφέρεια Ιόνιων Νήσων διοργάνωσε ενημερωτικές εκδηλώσεις και καθαρισμούς σε Κέρκυρα, Ζάκυνθο, Κεφαλλονιά, Λευκάδα και Ιθάκη στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής «Πράσινης» Εβδομάδας με σκοπό να προωθηθεί η ιδέα της κυκλικής οικονομίας και της ορθής διαχείρισης απορριμμάτων. (ERT News, 2022). Επίσης, το Ιόνιο Πανεπιστήμιο συμβάλει ενεργά στην ενίσχυση της περιβαλλοντικής παιδείας μέσω του Διατμηματικού Προγράμματος Μεταπτυχιακών Σπουδών «Νέες Τεχνολογίες για την Περιβαλλοντική Εκπαίδευση και Βιώσιμη Ανάπτυξη». Με σκοπό να ευαισθητοποιήσει και να ωθήσει την ενεργό συμμετοχή των πολιτών σε θέματα Βιώσιμης Ανάπτυξης (Ιόνιο Πανεπιστήμιο - Τμήμα ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ, 2023).

Σε άλλο νησί των Επτανήσων φαίνεται η προσπάθεια των Δημοτικών Αρχών να ενημερώσουν τους πολίτες και τις επιχειρήσεις για την αξία της ανακύκλωσης. Ο Δήμος Λευκάδας μαζί με την Ελληνική Εταιρία Αξιοποίησης Ανακύκλωσης πραγματοποίησαν δράσεις ενημέρωσης και ευαισθητοποίησης για τους πολίτες. Το μήνυμά τους ήταν: «Ανακύκλωσε στους Μπλε Κάδους του Δήμου σου!». Πραγματοποιήθηκε στην κεντρική πλατεία της Λευκάδας όπου ενημερώθηκαν για τον σωστό τρόπο ανακύκλωσης των συσκευασιών βάσει του υλικού, παράλληλα ενημερώθηκαν και παιδιά Δημοτικού παίζοντας με το «Λούνα Παρκ της Ανακύκλωσης» (Δήμος Λευκάδας, 2023). Επίσης στην Λευκάδα, μέσα από τη δράση Clean, Create, Educate, δημιουργήθηκε μια ομάδα εθελοντών όπου καθαρίζουν το νησί ενισχύοντας την περιβαλλοντική ευαισθητοποίηση, δημιουργούν έργα τέχνης από απορρίμματα μετατρέποντας τα σε δημιουργική έμπνευση και εμπνέουν καινοτομία στην ανακύκλωση, συνδέοντας την οικολογική δράση με την κοινωνική προσφορά (Aroma Lefkadas, 2025).

Η συμπεριφορά των πολιτών αποτελεί κρίσιμο κρίκο των κυκλικών αλυσίδων αξίας. Συστηματικές ανασκοπήσεις τεκμηριώνουν ότι, διεθνώς, οι γνώσεις και οι στάσεις υπέρ της κυκλικής οικονομίας αυξάνονται, αλλά η καθημερινή υιοθέτηση πρακτικών παραμένει άνιση, επηρεαζόμενη από εκπαιδευτικά κενά, κόστη συναλλαγής και ανεπαρκή θεσμική στήριξη (Gonella et al., 2024; Grybaitė & Burinskiene, 2024). Αυτό υποδεικνύει ότι οι δράσεις ευαισθητοποίησης οφείλουν να είναι βιωματικές (π.χ. οικιακή προδιαλογή με ανατροφοδότηση), τοπικά προσαρμοσμένες (π.χ. ρεύματα πλαστικού/γυαλιού από HORECA) και συνεχείς, όχι αποσπασματικές. Το μακρο-περιβάλλον πολιτικής επηρεάζει έντονα την αποδοτικότητα τέτοιων παρεμβάσεων· όταν οι θεσμοί προσφέρουν σαφή σήματα (κανόνες, κίνητρα, σταθερές συμβάσεις απορρόφησης υλικών), οι πολίτες και οι επιχειρήσεις αποκτούν «σταθερό σημείο» για να προσαρμόσουν συμπεριφορές (Gutberlet, Preuss, & Thorpe, 2023).

Προτεινόμενα εργαλεία ενεργοποίησης (εργονομικά και εφαρμόσιμα) φαίνονται παρακάτω:

1. Εθελοντικά προγράμματα μετρήσιμου αντίκτυπου

Τακτικές «ημέρες συλλογής» σε παραλίες/μονοπάτια με καταγραφή δεδομένων (citizen science) και άμεση ανατροφοδότηση (kg συλλεχθέντων, είδη υλικών, hotspots). Η τεκμηρίωση ενισχύει τη λογοδοσία και «δένει» τοπικές καμπάνιες με δημοτικές αποφάσεις (π.χ. τοποθέτηση καφέ κάδων ή μικρών MRF κοντά σε μαρίνες).

2. Τοπικές καμπάνιες για στοχευμένα ρεύματα

«DRS light» για PET/γυαλί σε συνεργασία με HORECA και μαρίνες: εγγύηση επιστροφής εντός σεζόν, με κουπόνια που εξαργυρώνονται σε τοπικές επιχειρήσεις. Τέτοια εργαλεία είναι πιο αποτελεσματικά όταν υπάρχουν σαφείς διαδρομές υλικού (Chandra & Ismail, 2023).

3. Μικρο-υποδομές επίδειξης με εκπαιδευτικό σκέλος

Σταθμοί προδιαλογής/πρέσας (micro-MRF) σε κόμβους τουρισμού (λιμάνια, ΚΤΕΛ, μεγάλες παραλίες), επισκέψιμοι από σχολεία/συλλόγους, ώστε οι πολίτες να «βλέπουν» την αξία του καθαρού ρεύματος. Η σύζευξη με τουρισμό μπορεί να αυξήσει τη βιωσιμότητα (Ferronato, Mertenat, Zurbrügg, & Torretta, 2023).

4. Συμβάσεις «καθαρού προορισμού» με τον κλάδο φιλοξενίας

Αμοιβαίες δεσμεύσεις (π.χ. 80% συμμετοχή σε προδιαλογή, εκπαίδευση προσωπικού δύο φορές/έτος, ορατή σήμανση για επισκέπτες) με αντάλλαγμα προώθηση σε επίσημες καμπάνιες προορισμού και μειωμένα τέλη για εγγεγραμμένες επιχειρήσεις.

5. Εξατομικευμένη ανατροφοδότηση και «ήπια» κίνητρα για νοικοκυριά

Εφαρμογή «πληρώνω όσο πετάω» με φάσεις ωρίμανσης (πρώτα ενημερωτικά εκκαθαριστικά χωρίς χρέωση, έπειτα ήπιες κλίμακες), συνδυασμένη με δωρεάν κιτ προδιαλογής/κομποστοποίησης. Η εμπειρία δείχνει ότι, χωρίς καθοδήγηση και «ορατό» όφελος, η συμμετοχή αποδυναμώνεται (Grybaitė & Burinskiene, 2024).

6. Σχολικά προγράμματα «κύκλος του υλικού»

Ενδοσχολικές «αλυσίδες αξίας»: συλλογή-ταξινόμηση-πώληση-μικρο-χρηματοδότηση σχολικών εργαστηρίων. Η διαγενεακή διάχυση αλλάζει κανόνες ρουτίνας (Gonella, Filho, Campos, & Ganga, 2024).

Η κοινωνική προθυμία υπάρχει αλλά «σκαλώνει» σε δύο σημεία: (α) πρακτικά εμπόδια (υποδομές, συχνότητα συλλογών, σταθερότητα απορρόφησης υλικών) και (β) θεσμικά κενά (ασυνεπείς κανόνες, βραχύβιες καμπάνιες). Η διεθνής εμπειρία σε μικρά νησιά υποδεικνύει ότι η συν-διαμόρφωση με επιχειρήσεις τουρισμού και συλλόγους, η μετρήσιμη λογοδοσία (δείκτες συμμετοχής/καθαρότητας ρεύματος) και η σταθερή πολιτική στήριξη είναι οι τρεις αποφασιστικοί παράγοντες για να μετατραπεί η θετική στάση σε σταθερή καθημερινή πρακτική (Wilson et al., 2015; Gutberlet et al., 2023). Με άλλα λόγια, η ενεργοποίηση των

πολιτών θα «αποδώσει» όταν κάθε καμπάνια ή εθελοντική δράση κουμπώνει σε λειτουργικές ροές υλικών και ξεκάθαρα οφέλη για τον τόπο.

4.6 Συγκριτική ανάλυση με άλλες νησιωτικές περιοχές

Η σύγκριση τριών μεγάλων ελληνικών νησιωτικών συσσωματώσεων -Επτάνησα, Κυκλάδες και Δωδεκάνησα- εστιάζει σε τρεις πρακτικούς δείκτες: (α) επίπεδο ανακύκλωσης/ανάκτησης σε σχέση με τους εθνικούς στόχους, (β) ύπαρξη και ωρίμανση βασικών υποδομών (ΜΕΑ/ΜΕΒΑ, ΧΥΤΥ/ΧΥΤΑ, ΚΔΑΥ), (γ) βαθμός εξάρτησης από μεταφορές αποβλήτων/υλικών εκτός νησιού.

Η σύγκριση των Επτανήσων, Κυκλάδων και Δωδεκανήσων γίνεται για να ορίσει κοινό σημείο αναφοράς (benchmark) σε τρεις πρακτικούς δείκτες -επιδόσεις ανακύκλωσης/ανάκτησης, ωριμότητα βασικών υποδομών (ΜΕΑ/ΜΕΒΑ, ΧΥΤΥ/ΧΥΤΑ, ΚΔΑΥ) και βαθμό εξάρτησης από εκτός νησιού μεταφορές- ώστε να αναδειχθούν τα κενά της αλυσίδας διαχείρισης και οι ρεαλιστικές δυνατότητες βελτίωσης. Με αυτόν τον τρόπο εντοπίζονται λύσεις με υψηλή μεταφερσιμότητα (π.χ. προδιαλογή, prMRF, hub-and-spoke με ΚΔΑΥ), τεκμηριώνεται η ιεράρχηση επενδύσεων (π.χ. χωριστή συλλογή, τοπική προεπεξεργασία, περιφερειακές μονάδες), και μειώνεται το κόστος/τόνο και το ανθρακικό αποτύπωμα από μεταφορές. Παράλληλα, συνδέονται οι επιχειρησιακές επιλογές με απαιτήσεις διακυβέρνησης και συμμόρφωσης προς εθνικούς/ευρωπαϊκούς στόχους. Συνολικά, η σύγκριση λειτουργεί ως εργαλείο προτεραιοποίησης για στοχευμένες παρεμβάσεις κυκλικής οικονομίας ανά νησιωτικό σύμπλεγμα.

Οι δείκτες αποτυπώνονται συνοπτικά, με τεκμηρίωση σε επίσημα έγγραφα και τεχνικές παρουσιάσεις φορέων διαχείρισης.

Πίνακας 4.6: Συγκριτική εικόνα βασικών δεικτών.

Περιοχή	Ανακύκλωση	Υποδομές-Κλειδί	Μεταφορές εκτός νησιού
Επτάνησα	Μέτρια και ανισομερής μεταξύ νησιών, προτεραιότητα	Λειτουργική ΜΕΑ Ζακύνθου· ΧΥΤΥ Κεφαλονιάς-Ιθάκης (Παλλωστή/Ζολών), ενίσχυση ΜΕΒΑ/ΜΕΑ	Μεταφορά ανακυκλώσιμων/υπολειμμάτων κατά περίπτωση, κυρίως μέσω συνεργασιών με ΣΣΕΔ



	α στη διαλογή στην πηγή και στη μείωση υπολείμματος (σε εξέλιξη)	Κέρκυρας σε φάση ωρίμανσης	και logistics προς ΚΔΑΥ εκτός νησιού
Κυκλάδες	Χαμηλή-μέτρια συνολικά, με νησίδες υψηλής επίδοσης (π.χ. Τήλος στο Ν. Αιγαίο με >85% ανάκτηση ως καλό πρακτικό παράδειγμα της περιφέρειας)	Δίκτυο ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ μικρής κλίμακας· ΚΔΑΥ Σύρου (διαλογή/δεματοποίηση) , υπό ωρίμανση τρεις ΜΕΑ/ΜΒΤ στην Περιφέρεια Ν. Αιγαίου	Συχνή μεταφορά ανακυκλώσιμων προς συνεργαζόμενα ΚΔΑΥ/εγκαταστάσεις στην ενδοχώρα, δια-νησιωτική διακίνηση
Δωδεκάνησα	Μέτρια και ανομοιογενής (Ρόδος/Κως καλύτερα οργανωμένες από μικρότερα νησιά)· ισχυρές πιλοτικές δράσεις στην Περιφέρεια Ν. Αιγαίου	ΧΥΤΑ/ΧΥΤΥ μεγάλης κλίμακας (π.χ. Ρόδος), υπό δημοπράτηση/ωρίμανση γραμμές ΜΒΤ· δίκτυα συλλογής ρευμάτων	Μεταφορά ανακυκλώσιμων εκτός νησιού - ανάγκη για σταθμούς μεταφόρτωσης/τοπική επεξεργασία

Πηγή : (ΠΕΣΔΑ, 2021) , (Ecopress, 2023), (ΡΑΑΕΥ, 2025), (Δήμος Αργοστολίου, 2020), (ΠΕΣΔΑ Περιφέρεια
Νοτίου Αιγαίου, 2021) (Just Go Zero, 2022), (Βιώσιμες Κυκλάδες, 2024) (ΦΟΔΣΑ Νοτίου Αιγαίου, 2025)
(ΦΟΔΣΑ Νοτίου Αιγαίου, 2024)

Σε όλα τα παραπάνω, κοινός παρονομαστής είναι η γεωγραφική διασπορά και οι έντονες εποχικές αιχμές τουρισμού, που αυξάνουν απότομα τις ροές αποβλήτων και πιέζουν τα τοπικά ΧΥΤΥ/ΧΥΤΑ. Και στις τρεις ζώνες, η εξάρτηση από μεταφορές ανακυκλώσιμων προς ηπειρωτικά ΚΔΑΥ παραμένει δομική, ειδικά όπου δεν υπάρχουν επαρκείς τοπικές εγκαταστάσεις δευτερογενούς διαλογής/επεξεργασίας.

Τα Επτάνησα εμφανίζουν πιο συνεκτικό δίκτυο βασικών υποδομών σε σχέση με πολλές Κυκλάδες (π.χ. λειτουργική ΜΕΑ Ζακύνθου και ΧΥΤΥ Κεφαλονιάς-Ιθάκης), ενώ η Κέρκυρα ενισχύει ΜΕΒΑ/ΜΕΑ για να μειώσει το υπόλειμμα ταφής. Η ωρίμανση αυτών των έργων δημιουργεί προϋποθέσεις για σταθερότερη επίδοση ανακύκλωσης/ανάκτησης (ΠΕΣΔΑ, 2016; ΦΟΔΣΑ Ιονίων Νήσων, 2025).

Οι Κυκλάδες/Δωδεκάνησα (Ν. Αιγαίο) έχουν διατυπώσει σαφή οδικό χάρτη (π.χ. «νησιά σχεδόν μηδενικών αποβλήτων», τρεις γραμμές ΜΒΤ σε εξέλιξη) και παρουσιάζουν πρωτοποριακά πιλοτικά (Τήλος >85% ανάκτηση), αλλά σε πολλά μικρά νησιά η επίδοση παραμένει χαμηλή-μέτρια λόγω κλίμακας, κόστους μεταφορών και έλλειψης κρίσιμης μάζας για τοπική ανακύκλωση (ΦΟΔΣΑ Νοτίου Αιγαίου, 2024).

Και στις τρεις περιοχές, τα ανακυκλώσιμα (ιδίως συσκευασίες) δεματοποιούνται/διαλογίζονται τοπικά και αποστέλλονται σε ΚΔΑΥ εκτός νησιού, με χαρακτηριστικό παράδειγμα τη Σύρο που συγκεντρώνει υλικά και τα αποστέλλει στη συνέχεια σε συνεργαζόμενα ΚΔΑΥ της ενδοχώρας.

Όσον αφορά την κυκλική οικονομία, προτείνονται τα εξής:

- Υποδομές πρώτης και δεύτερης βαθμίδας: Τα Επτάνησα έχουν ήδη «πυρήνες» (ΜΕΑ Ζακύνθου, ΧΥΤΥ Κεφαλονιάς-Ιθάκης) που, αν συνδυαστούν με ΜΕΒΑ/ΜΕΑ Κέρκυρας και δικτύωση με ΣΣΕΔ, μπορούν να ανεβάσουν σταθερά τους δείκτες ανάκτησης. Στο Νότιο Αιγαίο, η κεντρική στόχευση σε «μηδενικά απόβλητα» και οι επερχόμενες ΜΒΤ κλείνουν το χάσμα -αλλά σε νησιά πολύ μικρής κλίμακας θα συνεχίσουν να απαιτούνται συλλογικές λύσεις (δια-νησιωτικοί σταθμοί μεταφόρτωσης, κοινά logistics) (ΡΑΑΕΥ, 2025).

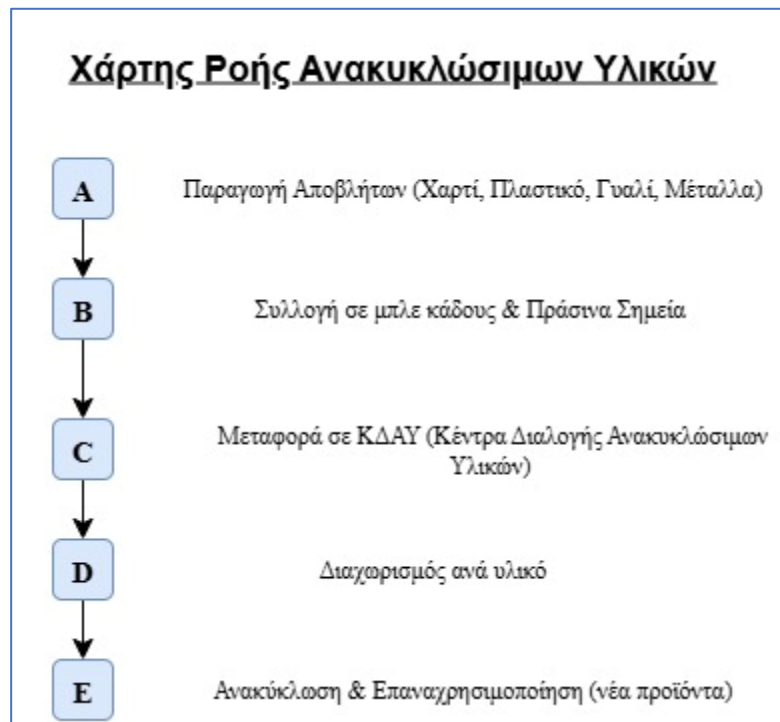
- Διαλογή στην πηγή & τουριστικά ρεύματα: Η εμπειρία της Περιφέρειας Ν. Αιγαίου (π.χ. Τήλος) δείχνει ότι σχεδιασμός με την κοινότητα και συνεργασίες με τον τουριστικό κλάδο (HORECA) μπορούν να εκτοξεύσουν την ανάκτηση, υπό την προϋπόθεση ότι υπάρχει συνεχής απορρόφηση των ανακτημένων υλικών/κομπόστ.
- Εφοδιαστική αλυσίδα ανακυκλώσιμων: Η αποστολή υλικών σε ΚΔΑΥ της ενδοχώρας είναι αναγκαίο μεταβατικό στάδιο. Η βελτίωση της αξιοπιστίας μεταφορών και η ύπαρξη τοπικών κόμβων διαλογής/δεματοποίησης (π.χ. Σύρος για Κυκλάδες) μειώνει κόστος και απώλειες υλικού.

4.7 Χάρτες ροής διαχείρισης αποβλήτων

Η χαρτογράφηση ροών βοηθά να δειχθεί «πού χάνεται» υλικό και πού υπάρχουν δυνατότητες ανάκτησης. Παρακάτω περιγράφονται συνοπτικά οι βασικές ροές για τα Επτάνησα - ανακυκλώσιμα, οργανικά, μη-ανακυκλώσιμα και ειδικά ρεύματα- και καταγράφονται κρίσιμες παρατηρήσεις με βάση ευρωπαϊκές υποχρεώσεις και περιφερειακό σχεδιασμό..

4.7.1 Ανακυκλώσιμα υλικά

Τα ανακυκλώσιμα ρεύματα περιλαμβάνουν χαρτί, χαρτόνι, πλαστικά, γυαλί και μέταλλα. Η συλλογή πραγματοποιείται μέσω του δικτύου μπλε κάδων και, σε αρκετούς δήμους, με τη λειτουργία πράσινων σημείων (INΣETE/Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, 2024). Στη συνέχεια, τα υλικά μεταφέρονται σε Κέντρα Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών (ΚΔΑΥ), όπως αυτά που εξυπηρετούν την Κέρκυρα και τη Ζάκυνθο, όπου διαχωρίζονται ανά κατηγορία. Το τελικό στάδιο περιλαμβάνει την ανακύκλωση και επαναχρησιμοποίηση για την παραγωγή νέων προϊόντων (Εικόνα 4.6: Χάρτης Ροής Ανακυκλώσιμων Υλικών).



Εικόνα 4.6: Χάρτης Ροής Ανακυκλώσιμων Υλικών.

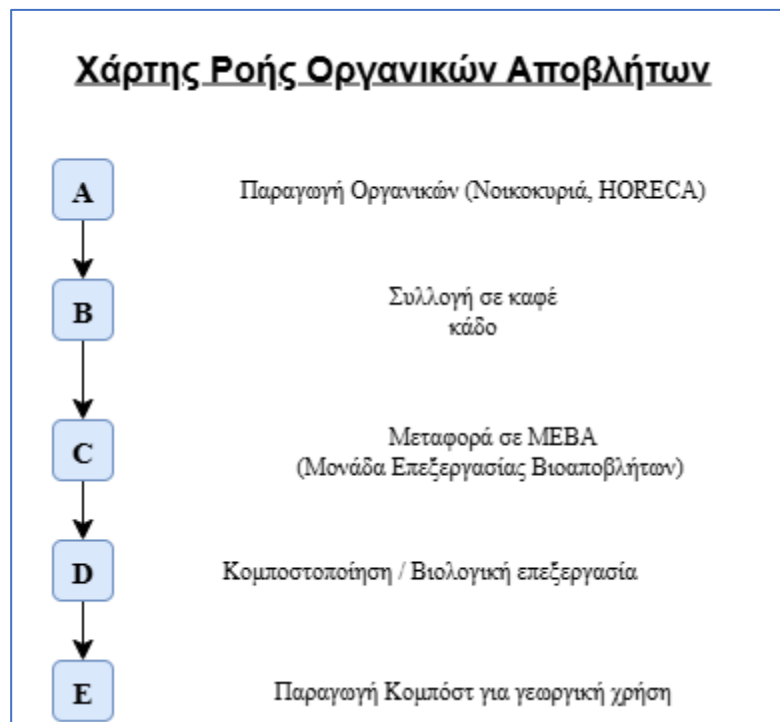
Η διαδικασία αυτή συνάδει με την Οδηγία 2018/851/ΕΕ, η οποία επιβάλλει την ενίσχυση της διαλογής στην πηγή, αλλά και με το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων, που προκρίνει την αποκεντρωμένη διαχείριση και την πρόληψη. Στην Κέρκυρα, η εφαρμογή τετραπλού συστήματος κάδων και η πιλοτική χρήση «έξυπνων κάδων» με αισθητήρες, δείχνει θετικά αποτελέσματα στην αύξηση των ποσοστών ανακύκλωσης (Circulargreece, 2023).

- Η απόδοση εξαρτάται από τη διαλογή στην πηγή και την καθαρότητα ρεύματος (λιγότερες προσμίξεις με καλύτερες τιμές διάθεσης/χαμηλότερες απορρίψεις). Το περιφερειακό στρατηγικό υλικό της Περιφέρειας Ιονίων Νήσων αναγνωρίζει ενίσχυση χωριστών ρευμάτων και κόμβων συλλογής ως προϋπόθεση για βελτίωση των δεικτών.
- Η ΕΕ ζητά λιγότερα απόβλητα σε ταφή και υψηλότερη ανάκτηση υλικών. Η επίτευξη των ποσοτικών στόχων της κυκλικής οικονομίας (CEAP, 2020) προϋποθέτει σταθερή, προβλέψιμη λειτουργία ΚΔΑΥ (Κέντρων Διαλογής Ανακυκλώσιμων Υλικών) και δίκτυο πράσινων σημείων, ιδίως σε τουριστικά νησιά με έντονη εποχικότητα (Ferronato, Mertenat, Zurbrugg, & Torretta, 2023).

4.7.2 Οργανικά απόβλητα

Τα οργανικά απόβλητα αποτελούν κρίσιμο ρεύμα για τα Επτάνησα, λόγω της έντονης παρουσίας του τουριστικού κλάδου HORECA. Προέρχονται από νοικοκυριά, ξενοδοχεία και εστιατόρια, και συλλέγονται σε καφέ κάδους. Στη συνέχεια μεταφέρονται σε Μονάδες Επεξεργασίας Βιοαποβλήτων (ΜΕΒΑ) ή σε εγκαταστάσεις κομποστοποίησης.

Η Κέρκυρα βρίσκεται στο τελικό στάδιο δημιουργίας ΜΕΒΑ, η οποία αναμένεται να διαχειρίζεται τους μεγάλους εποχικούς όγκους οργανικών (ΙΝΣΕΤΕ/Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, 2024). Το αποτέλεσμα είναι η παραγωγή κομπόστ που επαναεισάγεται στην τοπική γεωργία, προωθώντας έτσι έναν κλειστό βρόχο κυκλικής οικονομίας (Εικόνα 4.7: Χάρτης Ροής Οργανικών Αποβλήτων).



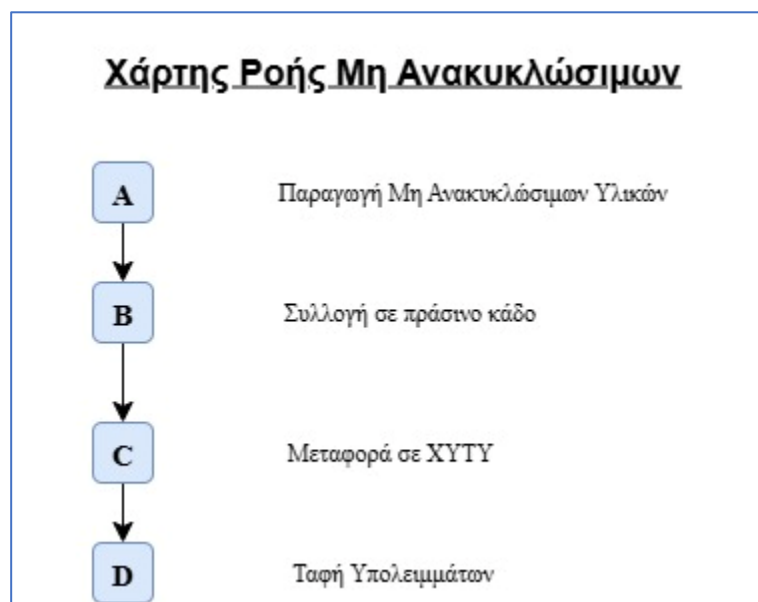
Εικόνα 4.7: Χάρτης Ροής Οργανικών Αποβλήτων..

Η πρακτική αυτή συνδέεται με διεθνείς εμπειρίες: στο Nosy Be της Μαδαγασκάρης, η απουσία τέτοιων μονάδων είχε ως αποτέλεσμα ανάκτηση μόλις 5% (Ferronato, Mertenat, Zurbrügg, & Torretta, 2023). Στα Ιόνια, η δημιουργία ΜΕΒΑ ενισχύει τη συμμόρφωση με την ευρωπαϊκή υποχρέωση για ξεχωριστή συλλογή βιοαποβλήτων έως το 2024.

- Σε νησιά χωρίς ώριμες ΜΕΒΑ, μεγάλο ποσοστό των οργανικών εξακολουθεί να «χάνεται» στο ρεύμα σύμμεικτων -με άμεση επίπτωση στην απόδοση των ΜΕΑ/ΧΥΤΥ. Η διεθνής εμπειρία από μικρά τουριστικά νησιά δείχνει ότι χωρίς οργανωμένες υποδομές οργανικών, η ανάκτηση υλικών παραμένει πολύ χαμηλή (~5%).
- Πρακτικά, η πλήρης λειτουργία ΜΕΒΑ/κομποστοποίησης σε κόμβους υψηλής παραγωγής (ξενοδοχεία, εστίαση) είναι το ταχύτερο μέτρο για να μειωθεί το υπόλειμμα και να βελτιωθεί η ποιότητα των ανακυκλώσιμων.

4.7.3 Μη ανακυκλώσιμα υλικά

Τα μη ανακυκλώσιμα απόβλητα συλλέγονται στους πράσινους κάδους και αποτελούν το υπόλειμμα που δεν μπορεί να αξιοποιηθεί περαιτέρω. Η διαχείρισή τους περιλαμβάνει τη μεταφορά σε Χώρους Υγειονομικής Ταφής Υπολειμμάτων (ΧΥΤΥ), όπως αυτόν που λειτουργεί στη Ζάκυνθο. Ωστόσο, σε μικρότερα νησιά, όπως οι Παξοί και τα Κύθηρα, εξακολουθούν να χρησιμοποιούνται πρακτικές προσωρινής αποθήκευσης ή μεταφοράς στην ηπειρωτική χώρα (ΡΑΑΕΥ, 2025).



Εικόνα 4.8: Χάρτης Ροής Μη Ανακυκλώσιμων.

Η ταφή παραμένει ένα αναπόφευκτο στάδιο, αλλά το ζητούμενο είναι η μείωση του ποσοστού της κάτω από 10% έως το 2035, σύμφωνα με το Σχέδιο Δράσης για την Κυκλική Οικονομία της ΕΕ (CEAP, 2020) (Εικόνα 4.8: Χάρτης Ροής Μη Ανακυκλώσιμων). Η Περιφέρεια ΙΝ

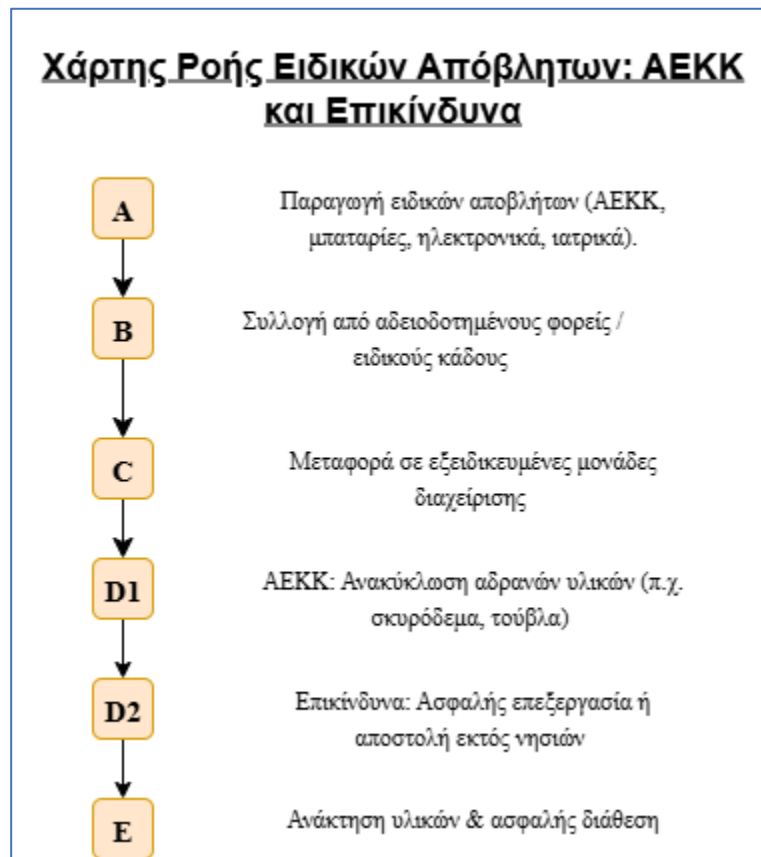
κινείται προς αυτή την κατεύθυνση μέσω της λειτουργίας νέων ΜΕΑ και της ενίσχυσης συστημάτων διαλογής.

- Η ευρωπαϊκή νομοθεσία για τους χώρους υγειονομικής ταφής (2018/850) θέτει σαφή ποσοτικό στόχο: ταφή $\leq 10\%$ των ΑΣΑ έως το 2035 (<https://www.efta.int/eea-lex/32018l0850>). Αυτό μεταφράζεται, πρακτικά, σε «συρρίκνωση» του πράσινου κάδου μέσω πρόληψης, βελτιωμένης ανακύκλωσης και πλήρους αξιοποίησης των οργανικών.

4.7.4 Ειδικά απόβλητα: ΑΕΚΚ και επικίνδυνα

Εκτός από τα κύρια απόβλητα, σημαντική πρόκληση αποτελούν τα Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ), τα οποία συχνά παράγονται από έργα τουριστικών υποδομών. Σύμφωνα με το Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης ΑΕΚΚ, τα απόβλητα αυτά πρέπει να οδηγούνται σε ειδικές εγκαταστάσεις ανακύκλωσης, αλλά στα Ιόνια Νησιά η πρακτική αυτή παραμένει περιορισμένη.

Αντίστοιχα, τα επικίνδυνα απόβλητα (ηλεκτρονικός εξοπλισμός, μπαταρίες, ιατρικά απόβλητα) απαιτούν ειδικές αδειοδοτημένες εγκαταστάσεις. Ο ΦΟΔΣΑ ΙΝ συνεργάζεται με πιστοποιημένους φορείς για την ασφαλή συλλογή και αποστολή τους εκτός νησιών (Observatory Sustainable Greece, 2025) (Εικόνα 4.9: Χάρτης Ροής Ειδικών Απόβλητων_ ΑΕΚΚ και Επικίνδυνα).



Εικόνα 4.9: Χάρτης Ροής Ειδικών Απόβλητων_ ΑΕΚΚ και Επικίνδυνα.

4.7.5 Κριτική αποτίμηση και προοπτικές

Η ανάλυση των χαρτών ροής για τα βασικά και ειδικά ρεύματα αποβλήτων στα Επτάνησα αναδεικνύει μια εικόνα προόδου, αλλά και σημαντικών ανισοτήτων που εξακολουθούν να εμποδίζουν την πλήρη μετάβαση σε ένα κυκλικό μοντέλο. Από τη μια πλευρά, παρατηρείται η υλοποίηση κρίσιμων έργων, όπως η Μονάδα Επεξεργασίας Αποβλήτων (ΜΕΑ) στη Ζάκυνθο και τα πιλοτικά προγράμματα κομποστοποίησης στη Λευκάδα, τα οποία αποδεικνύουν ότι η κυκλική οικονομία μπορεί να ενσωματωθεί στην πράξη. Από την άλλη, σε νησιά όπως η Κέρκυρα, παρά τις προσπάθειες για την κατασκευή Μονάδας Επεξεργασίας Βιοαποβλήτων (ΜΕΒΑ), η καθυστέρηση στην υλοποίηση προκαλεί πιέσεις στο σύστημα διαχείρισης, ιδιαίτερα κατά την τουριστική αιχμή (ΙΝΣΕΤΕ/Περιφέρεια Ιονίων Νήσων, 2024).

Η ανισομέρεια μεταξύ μεγάλων και μικρών νησιών παραμένει το κύριο πρόβλημα. Τα μεγάλα νησιά, λόγω μεγαλύτερου πληθυσμού και τουριστικής κίνησης, προσελκύουν περισσότερους πόρους και χρηματοδότηση για έργα υποδομής. Αντίθετα, μικρότερα νησιά, όπως οι Παξοί και

η Ιθάκη, εξακολουθούν να βασίζονται σε προσωρινές λύσεις, όπως η αποθήκευση ή η μεταφορά αποβλήτων εκτός νησιού (PAAEY, 2025). Αυτή η πρακτική αυξάνει το οικονομικό και περιβαλλοντικό κόστος, περιορίζοντας τη βιωσιμότητα των τοπικών συστημάτων.

Ανάλογες ελλείψεις εντοπίζονται και στην ανάπτυξη πράσινων σημείων, τα οποία αποτελούν θεμελιώδη υποδομή για την αύξηση της διαλογής στην πηγή και την ενίσχυση της επαναχρησιμοποίησης. Στην Κέρκυρα και τη Ζάκυνθο έχουν δημιουργηθεί ορισμένες εγκαταστάσεις, αλλά η γεωγραφική κάλυψη παραμένει περιορισμένη. Η διεθνής εμπειρία δείχνει ότι τα πράσινα σημεία, όταν λειτουργούν σε δίκτυο και συνδέονται με τοπικές κοινωνικές επιχειρήσεις, μπορούν να αυξήσουν σημαντικά τη συμμετοχή των πολιτών (Wang, Lee, & Mokhtar, 2021).

Ένα ακόμη κρίσιμο σημείο είναι η διασύνδεση του τουρισμού με την κυκλική οικονομία. Ο κλάδος HORECA αποτελεί τον μεγαλύτερο παραγωγό αποβλήτων στα Ιόνια κατά τους θερινούς μήνες. Η εφαρμογή του μέτρου «Πληρώνω Όσο Πετάω» (ΠΟΠ) θα μπορούσε να δημιουργήσει ισχυρά οικονομικά κίνητρα για ξενοδοχεία και εστιατόρια ώστε να μειώσουν τα απόβλητά τους. Επιπλέον, η συμμόρφωση με την Οδηγία 2019/904/ΕΕ για τα πλαστικά μιας χρήσης παραμένει περιορισμένη, με αποτέλεσμα η κατανάλωση SUP να συνεχίζει να επιβαρύνει τις ακτές και τα θαλάσσια οικοσυστήματα (European Union, 2019).

Η εμπλοκή του ΦΟΔΣΑ Ιονίων Νήσων ως κεντρικής δομής στρατηγικού σχεδιασμού είναι καθοριστική. Ο ρόλος του οργανισμού δεν περιορίζεται στη διαχείριση των υφιστάμενων υποδομών, αλλά επεκτείνεται στον συντονισμό των δήμων, στην ενσωμάτωση της βιομηχανικής συμβίωσης και στη σύνδεση των πολιτικών διαχείρισης με την προστασία της βιοποικιλότητας (Observatory Sustainable Greece, 2025). Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα αυτής της καθοδηγητικής δομής εξαρτάται σε μεγάλο βαθμό από την εξασφάλιση επαρκούς χρηματοδότησης και την ενίσχυση της κοινωνικής συμμετοχής.

Η διεθνής βιβλιογραφία ενισχύει τα συμπεράσματα αυτά. Ο Ferronato, et al. (2023), στη μελέτη τους για το Nosy Be, καταδεικνύουν ότι χωρίς ολοκληρωμένες δομές, η ανάκτηση υλικών παραμένει εξαιρετικά χαμηλή (~5%). Αντίθετα, σε συστήματα όπου εφαρμόζονται ολιστικές μεθοδολογίες ολοκληρωμένης διαχείρισης στερεών αποβλήτων (integrated solid waste management methodologies / ISWM), με ισορροπία μεταξύ τεχνολογικών λύσεων και κοινωνικής συμμετοχής, επιτυγχάνονται σημαντικά αποτελέσματα (Wang et al., 2021). Παρόμοια, οι Erum, et al. (2024) τεκμηριώνουν ότι οι στρατηγικές επαναχρησιμοποίησης και

ανάκτησης, όταν συνδυάζονται με εργαλεία τεχνητής νοημοσύνης και big data, οδηγούν σε ουσιαστική μείωση του οικολογικού αποτυπώματος.

Η συστηματική επισκόπηση των Gonella, et al. (2024) υπογραμμίζει ότι ο ανθρώπινος παράγοντας αποτελεί το συχνότερο «στενό σημείο» στις πολιτικές κυκλικής οικονομίας. Χωρίς αλλαγή στις κοινωνικές συμπεριφορές, καμία τεχνολογική ή θεσμική καινοτομία δεν μπορεί να αποδώσει πλήρως. Για τα Ιόνια Νησιά, αυτό σημαίνει ότι οι καμπάνιες εκπαίδευσης και η ενεργός εμπλοκή της τουριστικής βιομηχανίας είναι εξίσου σημαντικές με την ανάπτυξη υποδομών.

Συνολικά, η κριτική αποτίμηση δείχνει ότι τα Επτάνησα βρίσκονται σε μια μεταβατική φάση: έχουν υλοποιηθεί κρίσιμα έργα και θεσμικές παρεμβάσεις, αλλά απαιτείται ενοποίηση των δράσεων, μεγαλύτερη γεωγραφική κάλυψη και κοινωνική συμμετοχή. Η προοπτική για τα επόμενα χρόνια είναι θετική, εφόσον συνδυαστούν τεχνολογικές λύσεις (MEA, MEBA, IoT), οικονομικά εργαλεία (ΠΟΠ), θεσμικός συντονισμός (ΦΟΔΣΑ) και κοινωνική ευαισθητοποίηση. Μόνο μέσα από μια τέτοια ολιστική εφαρμογή θα μπορέσουν τα Ιόνια Νησιά να αποτελέσουν πρότυπο κυκλικής διαχείρισης αποβλήτων για ολόκληρη τη Μεσόγειο.

4.8 Σύνδεση με Στόχους Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs)

Στην παρούσα ενότητα συνδέονται οι βασικές πρακτικές κυκλικής διαχείρισης αποβλήτων των Επτανήσων με συγκεκριμένους δείκτες των Στόχων Βιώσιμης Ανάπτυξης (SDGs), αξιοποιώντας τους κωδικούς του UN Global Indicator Framework, με σκοπό να μετατραπούν οι παρεμβάσεις σε μετρήσιμους στόχους και σαφή KPIs. Η αντιστοίχιση αυτή προσφέρει προστιθέμενη αξία σε τρία επίπεδα: α) επιχειρησιακό: διευκολύνει τον ορθολογικό σχεδιασμό και την ιεράρχηση επενδύσεων μεταξύ χωριστής συλλογής, MEBA/κομποστοποίησης και MEA, β) αξιολόγησης: επιτρέπει συγκρισιμότητα επιδόσεων στον χρόνο και ανά νησί (benchmarking) με δείκτες όπως καθαρότητα ρευμάτων, ποσοστό ταφής <10% και εκπομπές ανά τόνο, και γ) διακυβέρνησης/χρηματοδότησης: ενισχύει τη λογοδοσία προς πολίτες και φορείς και ευθυγραμμίζει τις παρεμβάσεις με κριτήρια προγραμμάτων χρηματοδότησης (π.χ. ΕΣΠΑ, RRF, LIFE).

Ο παρακάτω συνοπτικός πίνακας αντιστοιχίζει βασικές πρακτικές κυκλικής διαχείρισης αποβλήτων (όπως εφαρμόζονται/προτείνονται για τα Επτάνησα) με τους πλέον SDGs δείκτες.

Οι κωδικοί δεικτών είναι αυτοί του Πλαισίου Δεικτών του ΟΗΕ (UN Global Indicator Framework).

Πίνακας 4.7: Βασικές πρακτικές κυκλικής διαχείρισης αποβλήτων με τους SDGs δείκτες.

Πρακτική	Περιγραφή / εστίαση	Κατάλληλοι SDGs
Χωριστή συλλογή & πράσινα σημεία	Πράσινα σημεία για μικρο-RAEE, μπαταρίες, BAY	SDG 11, SDG 12
MEBA/κομποστοποίηση βιοαποβλήτων	Συλλογή «καφέ» υπολειμμάτων από νοικοκυριά/HORECA & παραγωγή κομπόστ	SDG 12, SDG 13
MEA & ελαχιστοποίηση υπολείμματος	Προεπεξεργασία σύμμεικτων, στόχευση ταφής <10%	SDG 11, SDG 12, SDG 13

Όσον αφορά την χωριστή συλλογή & πράσινα σημεία → SDG 11, SDG 12: εργαζόμαστε με μικρά «κέντρα» (πράσινα σημεία) για μπαταρίες, μικρο-RAEE και λοιπά υλικά. Αυτό κάνει τις πόλεις/οικισμούς πιο καθαρούς (SDG 11) και αυξάνει την ανακύκλωση/επανάκτηση υλικών (SDG 12). Κλειδί: σωστή ενημέρωση για να μην «λερώνουν» τα ρεύματα και σταθερές διεξόδους για τα υλικά (ΚΔΑΥ/πιστοποιημένοι συλλέκτες).

Όσον αφορά τα MEBA/κομποστοποίηση βιοαποβλήτων → SDG 12, SDG 13: ο καφέ κάδος για τρόφιμα/κουζινικά και τα προγράμματα κομποστοποίησης μειώνουν ό,τι πάει για ταφή και δίνουν κομπόστ για γεωργία. Έτσι βελτιώνεται η κυκλική χρήση πόρων (SDG 12) και μειώνονται οι εκπομπές από σκουπίδια (SDG 13). Προσοχή στην καθαρότητα του καφέ ρεύματος και στη διάθεση του κομπόστ (αγορά/χρήστες).

Όσον αφορά τα MEA & ελαχιστοποίηση υπολείμματος (<10% ταφή) → SDG 11, SDG 12, SDG 13: Οι MEA «στύβουν» τα σύμμεικτα για να μείνει όσο γίνεται λιγότερο υπόλειμμα για ΧΥΤΥ. Βοηθούν καθαρότερες πόλεις (SDG 11), περισσότερη ανάκτηση (SDG 12) και λιγότερες εκπομπές από ταφή (SDG 13). Σημαντικό: να μη «αντικαταστήσουν» τη χωριστή συλλογή, αλλά να τη συμπληρώνουν.

Συνολικά, ο συνδυασμός «χωριστή συλλογή και πράσινα σημεία», «ΜΕΒΑ» (για τα οργανικά) και «ΜΕΑ» (για το αναπόφευκτο υπόλειμμα) είναι ο πιο ασφαλής δρόμος για τα νησιά: περισσότερη ανακύκλωση, λιγότερη ταφή, χαμηλότερες εκπομπές -άρα ουσιαστική πρόοδος στους SDGs 11, 12, 13 (και έμμεσα 14).

4.9 Προτάσεις στρατηγικής βελτίωσης

Η μετάβαση των Επτανήσων σε ένα ώριμο, κυκλικό μοντέλο διαχείρισης αποβλήτων χρειάζεται τρία ταυτόχρονα «στρώματα» πολιτικής: (α) καθαρή χωριστή συλλογή κοντά στην πηγή, (β) αξιόπιστες μονάδες επεξεργασίας που μειώνουν δραστικά το υπόλειμμα και (γ) μια κουλτούρα συμμετοχής, διαφάνειας και συνεχούς μάθησης. Κρίσιμος καταλύτης είναι ο τουρισμός: αν ενταχθεί ως σύμμαχος (μέσω κινήτρων και κανόνων), το εποχικό «κύμα» αποβλήτων μετατρέπεται σε μοχλό επένδυσης και καινοτομίας. Παρακάτω προτείνεται ένα σύντομο, πρακτικό πλάνο με χρονικούς ορίζοντες, δείκτες και συγκεκριμένες κινήσεις.

A. Άμεσα βήματα (0-12 μήνες)

- Γενίκευση καφέ κάδου σε HORECA & νοικοκυριά: ενιαίες προδιαγραφές, συμβάσεις συλλογής, απλή οπτική σήμανση σε τρεις γλώσσες.
- Δίκτυο πράσινων σημείων & κινητών σημείων: τουλάχιστον ένα μόνιμο ανά μεγάλο νησί και προγραμματισμένα «pop-up» σημεία στα μικρά νησιά για μπαταρίες, μικρο-PAEE, ογκώδη.
- Σχέδιο θερινής αιχμής: επιπλέον δρομολόγια, προσωρινά containers, ενισχυμένη καθαριότητα παραλιών.

B. Μεσοπρόθεσμα (1–3 έτη)

- ΜΕΒΑ & αποκεντρωμένη κομποστοποίηση: ολοκλήρωση/αναβάθμιση ΜΕΒΑ στα μεγάλα νησιά και μικρές μονάδες κομποστοποίησης για Λευκάδα/Παξούς/Ιθάκη.
- ΜΕΑ με στόχο υπόλειμμα <10%: προεπεξεργασία σύμμεικτων, ανάκτηση υλικών/ενέργειας, ποιοτικός έλεγχος υπολείμματος.
- PAYT/“Πληρώνω Όσο Πετάω” για τον τουρισμό: τιμολόγηση ανά κιλό με bonus-malus για καθαρότητα ρευμάτων.
- Σύστημα εγγυοδοσίας (DRS) για γυαλί/πλαστικό: αυτόματοι ανακυκλωτές σε λιμάνια, σούπερ μάρκετ, μεγάλα ξενοδοχεία.



- Ψηφιακή παρακολούθηση (IoT): αισθητήρες πληρότητας, ζυγομέτρηση, dashboards ανοικτών δεδομένων.
- Αγορές για το κομπόστ: συμβόλαια με αγρότες/δήμους (αστικό πράσινο), προδιαγραφές ποιότητας.

Γ. Μακροπρόθεσμα (3–5 έτη)

- Εποχικά “έξυπνα” κέντρα ανάκτησης (prMRF): φορητές γραμμές διαλογής που μετακινούνται μεταξύ νησιών στην αιχμή.
- Κυκλικές προμήθειες & πρότυπα HORECA: υποχρεωτικά επαναχρησιμοποιούμενα/βιοδιασπώμενα, μηδενικά SUP σε εκδηλώσεις.

Ο ΦΟΔΣΑ Ιονίων Νήσων λειτουργεί ως «ενιαίος εγκέφαλος»: κοινοί διαγωνισμοί, ίδιες προδιαγραφές κάδων/σήμανσης, ενιαία επικοινωνία. Χρηματοδοτικά, ενεργοποιούνται ΕΣΠΑ/NSRF, LIFE, Horizon Europe, RRF, Πράσινο Ταμείο και στοχευμένα τοπικά τέλη μέσω DMO. Βασικοί κίνδυνοι (κοινωνική κόπωση, εποχική υπερφόρτωση, ασταθείς αγορές δευτερογενών υλικών) μετριάζονται με γρήγορες «νίκες» ορατές στους πολίτες, συμβάσεις αιχμής και συμβόλαια απορρόφησης με ελάχιστες τιμές.

Εν κατακλείδι: Με καθαρή χωριστή συλλογή, ισχυρές ΜΕΒΑ/ΜΕΑ και ενεργή συμμετοχή πολιτών-τουρισμού, τα Επτάνησα μπορούν να ρίξουν την ταφή σε μονοψήφιο ποσοστό, να μειώσουν κόστος και εκπομπές και να αναδειχθούν σε μεσογειακό πρότυπο κυκλικής διαχείρισης.

5ο.Κεφάλαιο: «Συμπεράσματα»

5.1 Ανασκόπηση κύριων ευρημάτων

Η παρούσα μελέτη επικεντρώθηκε στη διερεύνηση των μεθοδολογιών κυκλικής οικονομίας και της συμβολής τους στη διαχείριση αποβλήτων σε τουριστικές, νησιωτικές περιοχές, με ειδική αναφορά στα Επτάνησα. Μέσα από τη βιβλιογραφική ανάλυση και τα πραγματικά παραδείγματα εφαρμογής προέκυψε ότι τα νησιά αντιμετωπίζουν οξύτατες προκλήσεις λόγω του συνδυασμού γεωγραφικής απομόνωσης, μικρής κλίμακας υποδομών και έντονης τουριστικής εποχικότητας.

Τα βασικά ευρήματα αναδεικνύουν ότι η τουριστική ανάπτυξη είναι ο σημαντικότερος παράγοντας πίεσης στα συστήματα διαχείρισης αποβλήτων, καθώς οδηγεί σε αύξηση κατά 30-60% του συνολικού όγκου απορριμμάτων κατά τους θερινούς μήνες. Αυτό το στοιχείο επιβεβαιώνει τη διεθνή βιβλιογραφία, όπου καταγράφεται παρόμοιο φαινόμενο σε νησιά όπως το Nosy Be στη Μαδαγασκάρη ή η Μαγιόρκα.

Σχετικά με τις υποδομές, η ανάλυση έδειξε ότι έχουν γίνει σημαντικά βήματα: η ΜΕΑ Ζακύνθου λειτουργεί ήδη, η Λευκάδα ανέπτυξε πιλοτικά προγράμματα κομποστοποίησης, ενώ η Κέρκυρα βρίσκεται στη διαδικασία ολοκλήρωσης ΜΕΒΑ. Παρόλα αυτά, οι ανισότητες μεταξύ μεγάλων και μικρών νησιών παραμένουν έντονες, με τα μικρότερα να εξαρτώνται ακόμη από προσωρινή αποθήκευση ή δαπανηρή μεταφορά απορριμμάτων στην ηπειρωτική Ελλάδα.

Η χαρτογράφηση των ροών ανέδειξε τρία βασικά ρεύματα:

- Ανακυκλώσιμα υλικά: συλλογή μέσω μπλε κάδων και πράσινων σημείων, μεταφορά σε ΚΔΑΥ, ανακύκλωση.
- Οργανικά απόβλητα: συλλογή σε καφέ κάδο, κομποστοποίηση και παραγωγή λιπάσματος.
- Μη ανακυκλώσιμα υλικά: μεταφορά σε ΧΥΤΥ για ασφαλή διάθεση.

Παράλληλα, σημαντικά ρεύματα αποτελούν τα Απόβλητα Εκσκαφών, Κατασκευών και Κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ) και τα επικίνδυνα απόβλητα, τα οποία απαιτούν ειδική διαχείριση. Αν και υπάρχει θεσμικό πλαίσιο (ΕΣΔΕΑ, 2024), η πρακτική εφαρμογή στα νησιά παραμένει περιορισμένη.

Σημαντικό εύρημα είναι η αυξανόμενη υιοθέτηση καινοτόμων πρακτικών που ενσωματώνουν τις αρχές της κυκλικής οικονομίας. Το έργο RECLAIM στην Κεφαλονιά εισήγαγε την πρώτη φορητή μονάδα ανακύκλωσης με τεχνητή νοημοσύνη, ενώ το έργο ReBoat αναπτύσσει πλωτή μονάδα ανακύκλωσης που εξυπηρετεί ταυτόχρονα Κεφαλονιά, Ιθάκη και Λευκάδα. Οι λύσεις αυτές αποδεικνύουν ότι οι κινητές και ευέλικτες υποδομές μπορούν να απαντήσουν στις προκλήσεις της εποχικότητας.

Η μελέτη έδειξε επίσης ότι ο ΦΟΔΣΑ Ιονίων Νήσων λειτουργεί ως καθοδηγητική δομή, συντονίζοντας τους δήμους και εντάσσοντας δράσεις όπως πράσινα σημεία, συστήματα ΠΟΠ και προγράμματα βιομηχανικής συμβίωσης. Ωστόσο, η αποτελεσματικότητα του φορέα εξαρτάται από την επαρκή χρηματοδότηση και τη διαρκή συνεργασία με τον τουριστικό κλάδο.

Τέλος, η διεθνής βιβλιογραφία επιβεβαιώνει ότι η επιτυχία των πολιτικών κυκλικής οικονομίας δεν εξαρτάται μόνο από την τεχνολογία, αλλά κυρίως από την ανθρώπινη συμπεριφορά και την κοινωνική συμμετοχή. Για τα Επτάνησα, αυτό σημαίνει ότι οι καμπάνιες ενημέρωσης, η συμμετοχή του HORECA και η εκπαίδευση των πολιτών είναι εξίσου κρίσιμες με τις νέες υποδομές.

5.2 Σημασία της κυκλικής οικονομίας για τις νησιωτικές περιοχές

Η κυκλική οικονομία αποκτά ιδιαίτερη σημασία για τις νησιωτικές περιοχές, καθώς απαντά σε δύο βασικές προκλήσεις: την περιβαλλοντική ευαλωτότητα και την περιορισμένη κλίμακα. Τα νησιά διαθέτουν μικρή έκταση γης, γεγονός που καθιστά την ταφή απορριμμάτων μη βιώσιμη λύση. Παράλληλα, η τουριστική πίεση δημιουργεί αιχμακούς όγκους αποβλήτων που ξεπερνούν τις τοπικές δυνατότητες.

Η υιοθέτηση κυκλικών μεθοδολογιών - κομποστοποίηση, ανακύκλωση, επαναχρησιμοποίηση, ΠΟΠ - μειώνει την εξάρτηση από εξωτερικούς πόρους και αυξάνει την αυτάρκεια. Για παράδειγμα, η παραγωγή κομπόστ από οργανικά απόβλητα στη Λευκάδα καλύπτει τοπικές ανάγκες σε εδαφοβελτιωτικά. Αντίστοιχα, η ανάκτηση ανακυκλώσιμων υλικών ενισχύει την τοπική οικονομία και μειώνει το κόστος μεταφοράς.

Η κυκλική οικονομία συμβάλλει επίσης στη βιώσιμη τουριστική ανάπτυξη. Οι επισκέπτες δείχνουν αυξημένη περιβαλλοντική ευαισθησία και προτιμούν προορισμούς με «πράσινο»

προφίλ. Σύμφωνα με τον ΟΗΕ, η ενσωμάτωση βιώσιμων πρακτικών αυξάνει την ανταγωνιστικότητα των τουριστικών περιοχών. Φ

Σε θεσμικό επίπεδο, η κυκλική οικονομία προσφέρει εναρμόνιση με τις ευρωπαϊκές πολιτικές, που καθιστούν υποχρεωτική τη χωριστή συλλογή, την πρόληψη και τον περιορισμό των πλαστικών. Για τα νησιά, η συμμόρφωση δεν είναι μόνο νομική υποχρέωση αλλά και εργαλείο επιβίωσης, καθώς τα οικοσυστήματα είναι εξαιρετικά ευαίσθητα σε ρύπανση.

5.3 Μελλοντικές προοπτικές και έρευνες

Η μελλοντική πορεία των Επτανήσων στη διαχείριση αποβλήτων και την κυκλική οικονομία θα εξαρτηθεί από την ικανότητα συνδυασμού υποδομών, τεχνολογιών και κοινωνικής συμμετοχής.

Πρώτον, απαιτείται η ολοκλήρωση όλων των ΜΕΑ και ΜΕΒΑ στην Περιφέρεια, ώστε να καλυφθούν οι ανάγκες για οργανικά και ανακυκλώσιμα. Η εμπειρία δείχνει ότι οι κινητές λύσεις, όπως το RECLAIM και το ReBoat, μπορούν να αποτελέσουν πρότυπα για άλλα νησιά με αντίστοιχες προκλήσεις.

Δεύτερον, οι νέες τεχνολογίες (AI, IoT, big data) μπορούν να βελτιώσουν την πρόβλεψη ροών αποβλήτων και την αποδοτικότητα των δρομολογίων συλλογής. Η ενσωμάτωση «έξυπνων κάδων» και πλατφορμών διαχείρισης θα αποτελέσει σημαντική εξέλιξη.

Τρίτον, απαιτείται μεγαλύτερη σύνδεση της κυκλικής οικονομίας με τον τουριστικό σχεδιασμό. Η εφαρμογή συστημάτων ΠΟΠ σε ξενοδοχεία και εστιατόρια, ο περιορισμός πλαστικών μιας χρήσης και η προώθηση τοπικών προϊόντων μπορούν να δημιουργήσουν ένα νέο πρότυπο «πράσινου τουρισμού».

Σε ερευνητικό επίπεδο, μελλοντικές μελέτες μπορούν να εστιάσουν:

- Στην ποσοτικοποίηση των ωφελειών από την κυκλική οικονομία (μείωση εκπομπών, δημιουργία θέσεων εργασίας).
- Στην ανάλυση συμπεριφοράς πολιτών και τουριστών, ώστε να εντοπιστούν τα κίνητρα που αυξάνουν τη συμμετοχή.
- Στη συγκριτική μελέτη με άλλες νησιωτικές περιφέρειες της Μεσογείου (π.χ. Σαρδηνία, Βαλεαρίδες).



Συνολικά, τα Επτάνησα μπορούν να εξελιχθούν σε πιλότο βιώσιμης νησιωτικής διαχείρισης στην Ευρώπη, αρκεί να συνεχίσουν την πορεία που έχει ήδη ξεκινήσει: επένδυση σε υποδομές, ενσωμάτωση καινοτομίας και ενίσχυση της κοινωνικής συμμετοχής.

Βιβλιογραφία

- Aborujilah, A., Wang, H., Niu, Y., Ji, C., & Yang, Y. (2023, January). The Role of Circular Economy in Achieving Sustainable Development Goals (SDGs): An Integrative Framework. *ESTIDAMAA*, pp. 1-9. doi:10.70470/ESTIDAMAA/2023/001
- Abuselidze, G., & Zoidze, G. (2024, November). Circular Economy: A Modern Concept of Sustainable Development. *E3S Web of Conferences*, 585, p. 11012. doi:10.1051/e3sconf/202458511012
- Aegean Islands. (2020). *KAIMA*. Ανάκτηση από <https://www.aegeanislands.gr/el/aegean-place/climate>
- Anasa Ionion. (2024). Ποια είναι η τύχη του εργοστασίου διαχείρισης απορριμμάτων της Λευκάδας;. *Anasa Ionion*. Ανάκτηση από <https://anasa-ionion.gr/portal/archives/7596>
- Antwi-Afari, P., Ng, S. T., Chen, J., Oluleye, B. I., Antwi-Afari, M. F., & Ababio, B. K. (2023, July). Enhancing life cycle assessment for circular economy measurement of different case scenarios of modular steel slab. *Building and Environment*, 239, p. 110411. doi:10.1016/j.buildenv.2023.110411
- Aroma Lefkadas. (2025, Μάιος). *30 Νέοι Εθελοντές Ενεργοποιούν τη Λευκάδα με Δράσεις για το Περιβάλλον και την Κοινωνία*. Ανάκτηση από <https://aromalefkadas.gr/30-νέοι-εθελοντές-ενεργοποιούν-τη-λευκά>
- Assa, A. F., & Wibisono, C. (2020, October). Waste Treatment Management for Shores and Ocean Cleanness in Pari Island, Indonesia. *Utopía y Praxis Latinoamericana*, 25, pp. 197-207. doi:10.5281/zenodo.4155491
- Binsuwadan, J., Yousif, G., Abdulrahim, H., & Alofaysan, H. (2023, November). The Role of the Circular Economy in Fostering Sustainable Economic Growth in the GCC. *Sustainability*, 15(22), p. 15926. doi:10.3390/su152215926
- Britannica. (2025). *Britannica*. Ανάκτηση από Corfu: <https://www.britannica.com/place/Corfu>
- Bundhoo, Z. M. (2018, March 25). Solid waste management in least developed countries: current status. *Journal of Material Cycles and Waste Management*. doi:10.1007/s10163-018-0728-3

- CEAP. (2020, March). *Circular Economy Action Plan*. Ανάκτηση 8 2025, από European Commission: https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en
- CFU. (2025). Ανάκτηση από Corfu Airport: <https://www.cfu-airport.gr/en/cfu/air-traffic-statistics>
- Chandra, H., & Ismail, M. (2023, June). An overview of the circular economy activity for small island wastes and marine debris. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 120(1). doi:10.1088/1755-1315/1201/1/012013
- Chaudhari, A. (2023). *Circular Economy: How It Can Contribute To Sustainable Development*. Retrieved 11 2024, from Earth5R: <https://earth5r.org/circular-economy-can-contribute-sustainable-development/>
- Circulargreece. (2023). *Κυκλική Οικονομία στην Ελλάδα: Εργαλεία και καλές πρακτικές*. Retrieved 8 2025, from Circulargreece: <https://circulargreece.gr/>
- Contec/Linear Economy vs Circular Economy. (2024). *Linear Economy vs Circular Economy: Differences & How to Make the Change*. Retrieved 11 2024, from Contec: <https://contec.tech/linear-vs-circular-economy-revealed/>
- Cradle to Cradle Certified. (2025). *Overview & Principles (επίσημο πλαίσιο για «cradle-to-cradle» σχεδιασμό)*. Retrieved 9 2025, from Cradle to Cradle Products Innovation Institute: <https://c2ccertified.org/the-standard>
- Dahuri, S. M., & Subri, N. a. (2025, May). The Implementation of 3R (Reuse, Recycle, Reduce) Concept in Optimizing the Consumption of Carpet Waste. *The Implementation of 3R (Reuse, Recycle, Reduce) Concept in Optimizing the Consumption of Carpet Waste At: Malaysia*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/391856002_The_Implementation_of_3R_Reuse_Recycle_Reduce_Concept_in_Optimizing_the_Consumption_of_Carpet_Waste
- Dipartimento Di Meccanica. (2025, 1 31). *Circular innovation on islands: giving waste a new life through mobile plant recycling*. Retrieved 9 2025, from Dipartimento Di Meccanica: <https://www.mecc.polimi.it/en/magazine/circular-innovation-on-islands-giving-waste-a-new-life-through-mobile-plant-recycling>

- Discover Greece. (2024). *Ανακάλυψε τις 12 καλύτερες παραλίες της Λευκάδας*. Ανάκτηση από Discover Greece: <https://www.discovergreece.com/el/travel-ideas/best-of/12-best-beaches-lefkada#:~:text=Γιατί%20να%20επιλέξεις%20για%20διακοπές%20τη%20Λευκάδα,παγκοσμίως%20και%20με%20πιστούς%20λάτρεις%20να%20επιλέγουν>
- EBRD, E. B. (2025). *Waste Management PPP at the Region of South Aegean*. Ανάκτηση από European Bank for Reconstruction and Development: <https://www.ebrd.com/home/work-with-us/projects/tcpsd/21758.html#customtab-5c50afdd56-item-342e72a933-tab>
- Ecopress. (2023, Μάρτιος). *Δήμος Βόρειας Κέρκυρας: οι επιτυχίες στην ανακύκλωση με Πράσινες Γωνίες*. Ανάκτηση από Ecopress: <https://ecopress.gr/dimos-voreias-kerkyras-ta-stoicheia-ep>
- EFL. (2025). *Kefalonia Airport*. Ανάκτηση από <https://www.efl-airport.gr/en/efl/air-traffic-statistics>
- Epirus Post. (2025). *Στην Ήπειρο για έναν ακόμη χρόνο τα σκουπίδια των Παξών*. *Epirus Post*. Ανάκτηση από <https://www.epiruspost.gr/stin-ipeiro-gia-enan-akomi-chrono-ta-sko>
- ERT News. (2022, Μάιος). *Κέρκυρα: Δράσεις στα Ιόνια Νησιά για την Ευρωπαϊκή “Πράσινη” Εβδομάδα*. Ανάκτηση από <https://www.ertnews.gr/perifereiakoi-stathmoi/kerkira/kerkyra-drasesis-sta-ionia-nisia-gia-tin-eyropaiki-quot-prasini-quot-evdomada-quot>
- Erum, N., Musa, K., Tufail, S., Said, J., & Zakaria, N. B. (2024, May). Impact of the circular economy on human development: evidence from Germany. *Environment, Development and Sustainability*, pp. 1-26. doi:10.1007/s10668-024-04918-6
- Eur-Lex. (2014, July). *Failure to fulfill obligations*. Ανάκτηση από European Commission v Hellenic Republic.: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A62012CJ0600>
- EUR-Lex. (2018). *Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance)*. Retrieved 10 2025, from European Union: <https://eur-lex.europa.eu/eli/dir/2018/851/oj>

- European Commission. (2019, June 5). *Directive (EU) 2019/904 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment*. Retrieved 8 2025, from Official Journal of the European Union: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019L0904>
- European Commission. (2020, 3 11). *COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS*. Retrieved 8 2025, from European Union: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52020DC0098>
- European Parliament. (2018, May 30). *Directive (EU) 2018/851 of the European Parliament and of the Council of 30 May 2018 amending Directive 2008/98/EC on waste (Text with EEA relevance)*. Retrieved 8 2025, from European Union: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32018L0851>
- European Parliament. (2023, 5 24). *Circular economy: definition, importance and benefits*. Retrieved 11 2024, from European Parliament: <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20151201STO05603/circular-economy-definition-importance-and-benefits>
- European Union. (2019, June 5). *Directive (EU) 2019/904 of the European Parliament and of the Council of 5 June 2019 on the reduction of the impact of certain plastic products on the environment (Text with EEA relevance)*. Ανάκτηση 8 2025, από European Union: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32019L0904>
- European Union/Circular Economy Action Plan. (2020, March). *Circular Economy Action Plan*. Ανάκτηση 11 2024, από European Commission: https://environment.ec.europa.eu/strategy/circular-economy-action-plan_en
- European Union/Critical Raw Materials Act. (2024). *Critical Raw Materials Act*. Ανάκτηση 11 2024, από European Union: https://single-market-economy.ec.europa.eu/sectors/raw-materials/areas-specific-interest/critical-raw-materials/critical-raw-materials-act_en
- European Union/The EU's Circular Economy Action Plan. (2022, January 12). *The EU's Circular Economy Action Plan*. Retrieved 11 2024, from Ellen MacArthur



- Foundation/European Union: <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-examples/the-eus-circular-economy-action-plan>
- European Union/The European Green Deal. (2024). *The European Green Deal*. Retrieved 11 2024, from European Union: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_en
- Eurostat/Circular economy. (2024, November). *Circular economy - material flows*. Retrieved 11 2024, from Eurostat/European Union: https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Circular_economy_-_material_flows
- Ferronato, N., Mertenat, A., Zurbrügg, C., & Torretta, V. (2023, July). Can tourism support resource circularity in small islands? On-field analysis and intervention proposals in Madagascar. *Waste management & research*, 42(5). doi:10.1177/0734242X231187561
- Fraport Greece. (2025). *Traffic Figures*. Ανάκτηση από <https://www.fraport-greece.com/en/our-expertise/aviation/traffic-figures.html>
- Gabriel Weber, M. C.-F.-V. (2018). The role of environmental organisations on urban transformation: The case of waste management in Esporles (Mallorca). *Journal of Cleaner Production*, σσ. 1546-1557. doi:<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.08.241>
- Gonella, J., Filho, M., Campos, L., & Ganga, G. (2024, September). People's awareness and behaviours of circular economy around the world: literature review and research agenda. *Sustainability Accounting, Management and Policy Journal*, 15(5), pp. 1118-1154. doi:10.1108/SAMPJ-08-2022-0413
- González-Prida, V., Sánchez-Herguedas, A., Mena-Nieto, A., & Parra, C. (2024, November). Exploring the Carbon Footprint's Effect on Life Cycle Costs with Digitalization's Support. *Universidad Técnica Federico Santa María*. doi:10.13140/RG.2.2.14923.20005
- Grybaitė, V., & Burinskiene, A. (2024, November). Assessment of Circular Economy Development in the EU Countries Based on SAW Method. *Sustainability*, 16(21), p. 9582. doi:10.3390/su16219582

- Gutberlet, M., Preuss, L., & Thorpe, A. (2023, September). Macro level matters: Advancing circular economy in different business systems within Europe. *Ecological Economics*, 211(4). doi:10.1016/j.ecolecon.2023.107858
- IPCC/Waste. (2019). *2019 Refinement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories*. Retrieved 9 2025, from IPCC: https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2019rf/pdf/0_Overview/19R_V0_01_Overview.pdf
- Jambeck, J. R., Geyer, R., Wilcox, C., & Siegler, T. R. (2015, Feb.). Plastic waste inputs from land into the ocean. *Science*, 347(6223), pp. 768–771. doi:10.1126/science.1260352
- Just Go Zero. (2022, Μαΐος). *Tilos – the first island in the world to achieve ZERO waste to landfill*. Ανάκτηση από <https://www.justgozero.com/en/tilos-the-first-island-in-the-world-to-achieve-zero-waste-to-landfill>
- Kerdlap, P., & Cornago, S. (2021, January). Life Cycle Costing: Methodology and Applications in a Circular Economy. *An Introduction to Circular Economy*, pp. 499-525. doi:10.1007/978-981-15-8510-4_25
- Khoe, T., & Phuong, N. (2024, November). Developing a Circular Economy Contributes to Promoting Green Growth: International Experiences and Lessons for Vietnam. *Transactions of the Chinese Society of Agricultural Machinery*, 55(10). doi:10.62321/issn.1000-1298.2024.10.06
- Kiaušienė, I., Hladkova, V., & Makūnaitė, G. (2024, April). APPLICATION OF CIRCULAR ECONOMY PRINCIPLES IN THE TOURISM SECTOR. *Management Theory and Studies for Rural Business and Infrastructure Development*, 46(1), pp. 31-44. doi:10.15544/mts.2024.04
- Kizos, T. Z. (2023). A Policy Tool for Island Transport Cost Inequality: Exploration of the Application of the Transport Equivalent Threshold on Greek Islands. *Island Studies Journal*, σσ. 149-168. Ανάκτηση από <https://doi.org/10.24043/isj.404>
- Kjeldsen, P. (2001, June). Composition of leachate from old landfills in Denmark. *Waste Management & Research*, 19(3), pp. 249–256. doi:10.1177/0734242X0101900306

- Kostopoulou, S., Gaki, E., Parisi, E., & Lagos, D. (2019, November). Tourist Satisfaction with Island Destinations: An Investigation on Visitors to the Ionian Islands, Greece. *Tourismos*. Retrieved from <https://tourismosjournal.aegean.gr/article/view/572/518>
- Kourouklas, C. P. (2023). Long-Term Recurrence Pattern and Stress Transfer along the Kefalonia Transform Fault Zone (KTFZ). *Geosciences | Seismic Hazard Assessment and Earthquake Risk Mitigation*. doi:10.3390/geosciences13100295
- Lam, V., & Schmidt, B. (2024, 9 27). *The Ecodesign Regulation: new sustainability obligations for manufacturers*. Retrieved 11 2024, from Stibbe: <https://www.stibbe.com/publications-and-insights/the-ecodesign-regulation-new-sustainability-obligations-for-manufacturers>
- Larae, M., & Tian, D. (2023, November 9). *R-Strategies for a Circular Economy*. Retrieved 11 2024, from circularise: <https://www.circularise.com/blogs/r-strategies-for-a-circular-economy>
- Lefkada Ports. (2025). *Lefkada*. Ανάκτηση από <https://lefkadaports.gr/en/lefkada>
- Lukić, R. (2024, July). Analysis of the Circular Economy Performance of the European Union and Serbia. *Review of International Comparative Management*, 25(3), pp. 525-540. doi:10.24818/RMCI.2024.3.525
- Mandych, O., Babko, N., Pasemko, G., Girzheva, O., & Taran, O. (2023, January). Circular economy model: generating benefits for sustainable development. *Economic Analysis*, pp. 252-257. doi:10.35774/econa2023.01.252
- Mannan, M., & Al-Ghamdi, S. G. (2022, January). Complementing circular economy with life cycle assessment: Deeper understanding of economic, social, and environmental sustainability. *Circular Economy and Sustainability, Elsevier*, pp. 145-160. doi:10.1016/B978-0-12-819817-9.00032-6
- Markic, D. N., & Ilić, P. (2024, September). Circular Economy: Advantages and Disadvantages. *Circular Economy*, pp. 31-56. doi:10.7251/PRB2401031M
- Mishcon de Reya. (2024). *A Multi-Capital Tourism Index - An approach to understanding sustainable tourism in small islands*. Retrieved 2025, from Mishcon de Reya:

<https://natureandpeople.org/wp-content/uploads/2024/10/A-Multi-Capital-Sustainable-Tourism-Index.pdf>

- Mohee, R., Mauthoor, S., Bundhoo, Z. M., Somaroo, G., Soobhany, N., & Gunasee, S. (2015, September). Current status of solid waste management in small island developing states: A review. *Waste Management*, 43, pp. 539-549. doi:10.1016/j.wasman.2015.06.012
- Musa, K., Tufail, S., Erum, N., Said, J., & Mustaffa, A. H. (2024, September). Impact of the circular economy on ecological footprint: evidence from Germany. *Environmental Science and Pollution Research*, pp. 56067-56078. doi:10.1007/s11356-024-34857-8
- Naikoo, M. N., Arora, M., & Kumar, S. (2022, January). Role of Circular Economy, Green Marketing and Sustainable Development in Hotel Industry. *Ecology, Environment and Conservation*, 28(4), pp. 1821-1829. doi:10.53550/EEC.2022.v28i04.025
- NMPZ. (2023). *National Marine Park of Zakynthos*. Ανάκτηση από <https://nmp-zak.org/en/content/national-marine-park-zakynthos>
- Observatory Sustainable Greece. (2025). *Creation of a Circular Economy support structure in the Region of Ionian Islands*. Retrieved 8 2025, from Observatory Sustainable Greece: <https://observatory.sustainable-greece.com/en/practice/creation-circular-economy-support-structure-region-ionian-is.2158.html>
- Oliveira, M. (2023, March). Integrated methodological framework to evaluate circular economy. *ResearchGate*. doi:10.13140/RG.2.2.34744.15369
- Osaulenko, O., Shlapak, A., Zvarych, I., Brodovska, O., & Krysovata, K. (2024, June). Spatial and component structure analysis of the inclusive circular economy: SGICE. *Statistics in Transition new series*, 25(2), pp. 137-165. doi:10.59170/stattrans-2024-019
- Ouzounoglou, K. (2014). *LUND UNIVERSITY*. Ανάκτηση από Waste Management on Islands: <https://lup.lub.lu.se/luur/download?func=downloadFile&recordId=4697048&fileId=4697049>
- PVK. (2025). *Aktion Airport*. Ανάκτηση από <https://www.pvk-airport.gr/en/pvk/air-traffic-statistics>

- ReBoat. (2025, January 1). *ReBoat*. Retrieved 9 2025, from Syxis:
<https://syxis.eu/project/reboat>
- RECLAIM. (2025, August 27). *Reclaim Project end press release*. Retrieved 8 2025, from
European Circular Economy Stakeholder Platform:
<https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/2025-08/Reclaim%20Project%20end%20press%20release.pdf>
- Rodríguez, C., Florido, C., & Jacob, M. (2020, May 20). Circular Economy Contributions to the Tourism Sector: A Critical Literature Review. *Sustainability*, 12(11), p. 4338. doi:10.3390/su12114338
- Shamshiry, E., Nadi, B. M., Komoo, I., Hashim, H. S., & Yahaya, N. (2011). Integrated Models for Solid Waste Management in Tourism Regions: Langkawi Island, Malaysia. *J. Environ Public Health*. doi:10.1155/2011/709549
- Shebanin, V., Shebanina, O., & Kormyshkin, Y. (2024, May). Implementation of circular economy principles to promote the development of rural areas. *Ekonomika APK*, 31(2), pp. 51-59. doi:10.32317/2221-1055.202402051
- Singh, S. J., Elgie, A., Noll, D., & Eckelman, M. J. (2023, June). The challenge of solid waste on Small Islands: Proposing a Socio-metabolic Research (SMR) framework. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 62, p. 101274. doi:10.1016/j.cosust.2023.101274
- Sorin, F., & Einarsson, S. (2020). *CIRCULAR ECONOMY IN TRAVEL AND TOURISM-A conceptual framework for a sustainable, resilient and future proof industry transition*. Retrieved 11 2024, from CE360 Alliance:
<https://circulareconomy.europa.eu/platform/sites/default/files/circular-economy-in-travel-and-tourism.pdf>
- Strippoli, R., Gallucci, T., & Ingrao, C. (2024, September 15). Circular economy and sustainable development in the tourism sector – An overview of the truly-effective strategies and related benefits. *Heliyon*, 10(17). doi:10.1016/j.heliyon.2024.e36801
- Sukiennik, M., Zybała, K., Fuksa, D., & Kęsek, M. (2021, August). The Role of Universities in Sustainable Development and Circular Economy Strategies. *Energies*, 14(17), p. 5365. doi:10.3390/en14175365

- Tabellini, S. (2024, 6 11). *Circular and Linear Economy: the key differences for a sustainable future*. Retrieved 11 2024, from Sfridoo: <https://www.sfridoo.com/en/blog/differences-between-circular-and-linear-economy/>
- Umar, M. (2023, October). *Role of Circular Business Model in the Transition to a Circular Economy for Sustainable Development*. Ανάκτηση από https://www.researchgate.net/publication/382219626_Role_of_Circular_Business_Model_in_the_Transition_to_a_Circular_Economy_for_Sustainable_Development
- UNESCO. (2007). *UNESCO*. Ανάκτηση από Old Town of Corfu: <https://whc.unesco.org/en/list/978>
- Vagiona, D. &. (2013). Perspectives for sustainable development on the Island of Rhodes (Greece): Public participation and stakeholder involvement. *Fresenius Environmental Bulletin*, σσ. 2182-2190. Ανάκτηση από https://www.researchgate.net/publication/288415173_Perspectives_for_sustainable_development_on_the_Island_of_Rhodes_Greece_Public_participation_and_stakeholder_involvement
- Von Kolpinski, C., & Kratzer, J. (2024, November). Zooming Out: Circular Economy Development in the European Union and its Implications on the Economy and Society. *Circular Economy*, 2(4). doi:10.55845/LJOD3552
- Wang, Y., Lee, J. T., & Mokhtar, M. (2021, May). Integrated solid waste management for small tourism islands: Governance, sustainability and evolution. ., *Sustainability*, 13(11), p. 5896. doi:10.3390/su13115896
- WBCSD/CEAP. (2021). *Circular Economy Action Plan (CEAP) 2020 summary for business*. Ανάκτηση 11 2024, από World Business Council for Sustainable Development: https://docs.wbcsd.org/2020/11/WBCSD_Circular_Economy_Action_Plan_2020%E2%80%93Summary_for_business.pdf
- Willmott, L., & Graci, S. (2012). Solid Waste Management in Small Island Destinations: A Case Study of Gili Trawangan, Indonesia. *Open Edition Journals*. Retrieved from <https://journals.openedition.org/teoros/1974>
- Wilson, D. C., Rodic, L., & Modak, P. (2015). *Global Waste Management Outlook*. Retrieved 10 2025, from UNEP: <https://wedocs.unep.org/handle/20.500.11822/9672>

- WWF. (2003). *WWF and the government of Ecuador have signed a milestone agreement to transform the Galapagos Islands into a model for clean energy*. Ανάκτηση από https://wwf.panda.org/wwf_news/?6262/WWF-and-Ecuador-sign-accord-to-transform-Galapagos-into-model-for-clean-energy-use
- ZTH. (2025). *Zakynthos Airport*. Ανάκτηση από <https://www.zth-airport.gr/en/zth/air-traffic-statistics>
- Αίνου, Ε. Δ. (2021). *Geology*. Ανάκτηση από <https://aenosnationalpark.gr/en/fysiko-perivallon/geologia-edafos>
- Ανάπτυξης, Υ. (2017). *Νέα μονάδα ολοκληρωμένης διαχείρισης απορριμμάτων στη Ζάκυνθο 18,6 εκατ. €*. Ανάκτηση από <https://www.mindev.gov.gr/νέα-μονάδα-ολοκληρωμένης-διαχείριση-2>
- Βασιλάτος, Χ., Αναστασάτου, Μ., Κυπριτίδου, Ζ., Σταματάκης, Μ., & Ασπιώτης, Κ. (2022, January). Περιβαλλοντική Διαχείριση της Τέφρας Βιομάζας από Ηλεκτροπαραγωγή και Αξιοποίηση στο Πλαίσιο της Κυκλικής. *1ο Συνέδριο για την κλιματική κρίση: Η συμβολή του Εθνικού και Καποδιστριακού Πανεπιστημίου Αθηνών στην αντιμετώπιση της κλιματικής κρίση*. Ανάκτηση από https://www.researchgate.net/publication/370106289_Periballontike_Diacheirise_tes_Tephra_Biomazas_apo_Elektroparagoge_kai_Axiopoiесе_sto_Plaisio_tes_Kyklikes_Oikonomias
- Βιώσιμες Κυκλάδες. (2024, Μάρτιος). *Βαθαίνει το αδιέξοδο με τα απορρίμματα στη Σαντορίνη*. Ανάκτηση από <https://www.sustainablecyclades.gr/2024/03/05/vathainei-to-adiexodo-me-ta-aporrimmata-sti-santorini>
- Δήμος Αργοστολίου. (2020). *Φορέας Διαχείρισης Αποβλήτων*. Ανάκτηση από <https://argostoli.gov.gr/waste-management>
- Δήμος Λευκάδας. (2023). «ΠΑΡΟΧΗ ΥΠΗΡΕΣΙΑΣ ΥΠΟΣΤΗΡΙΞΗΣ ΤΗΣ ΔΙΕΠΙΣΤΗΜΟΝΙΚΗΣ ΟΜΑΔΑΣ ΕΡΓΟΥ ΓΙΑ ΤΗΝ ΕΚΠΟΝΗΣΗ ΤΟΥ ΕΠΙΧΕΙΡΗΣΙΑΚΟΥ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑΤΟΣ 2020-2023 ΔΗΜΟΥ ΛΕΥΚΑΔΑΣ». Ανάκτηση από https://lefkada.gov.gr/wp-content/uploads/2023/02/2o-paradoteo-_epich.-schediasmos-d.-leykadas_final.pdf

- Ε.Σ.Δ.Α. (2020, 9 29). *Εθνικό Σχέδιο Διαχείρισης Αποβλήτων*. Retrieved 8 2025, from ΥΠΕΝ:
<https://www.nomotelia.gr/photos/File/185a-20.pdf>
- Ενέργειας, Υ. Π. (2020). Ανάκτηση από https://ypen.gov.gr/wp-content/uploads/2021/01/PPXSAA_SOUTH-AEGEAN_B1_PROTASH_2020v2F_b.pdf
- Ημέρα Ζακύνθου. (2025). *ΧΥΤΑ Σκοπός: Πρόστιμο – μαμούθ 5,5 εκατ. ευρώ – Γ. Στασινόπουλος: «Να εστιάσουμε στην αποκατάσταση του περιβάλλοντος»*. Ανάκτηση από <https://www.imerazante.gr/2025/10/10/375028>
- ΙΝΣΕΤΕ/Marketing plan Ιονίων Νήσων. (2020). *ΙΝΣΕΤΕ. (). Marketing plan Ιονίων Νήσων*. Retrieved 8 2025, from Ινστιτούτο ΣΕΤΕ: https://insete.gr/wp-content/uploads/2020/02/marketing_plan_ionian_islands.pdf
- ΙΝΣΕΤΕ/Περιφέρεια Ιονίων Νήσων. (2024). *Περιφέρεια Ιονίων Νήσων*. Ανάκτηση 12 2024, από Ινστιτούτο ΣΕΤΕ: <https://insete.gr/wp-content/uploads/pdf/perifereies/ionia-nisia-analusi.pdf>
- Ιόνιο Πανεπιστήμιο - Τμήμα ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ. (2023). *Δράσεις του Τμήματος Περιβάλλοντος στο πλαίσιο της Ευρωπαϊκής Εβδομάδας Βιώσιμης Ανάπτυξης 2023*. Ανάκτηση από <https://envi.ionio.gr/n-tees/gr/news/28839>
- Καραγιάννης, Ν. (2024, 8 29). *ΜΕΑ στη Ζάκυνθο*. Ανάκτηση 12 2024, από Ypodomes.com: <https://ypodomes.com/xekinoy-n-amesa-ta-erga-gia-ti-ne-a-monada-epexergasias-aporrimmaton-stin-zakyntho>
- Λιασκοπούλου, Α. (2024, March). Πολιτικές για τη μετάβαση της Ελλάδας στην Πράσινη Ανάπτυξη. Η άποψη των πολιτών. *ResearchGate*. doi:10.13140/RG.2.2.29477.31201
- Νήσων, Δ. Κ. (χ.χ.). Στατιστικά Στοιχεία Απορριμμάτων. Ανάκτηση από https://corfu.gr/web-assets/uploads/2025/01/corfu.gr-2025-01-28_09-54-33_387056.pdf
- ΠΕΣΔΑ. (2016). *Μελέτη Αναθεώρησης του Περιφερειακού Σχεδιασμού Διαχείρισης Αποβλήτων (ΠΕΣΔΑ)*. Ανάκτηση 10 2025, από Περιφέρεια Ιονίων Νήσων: <https://fodsaionio.gr/wp-content/uploads/2021/09/PESDA.pdf>
- ΠΕΣΔΑ. (2021). *Δίκτυο ΦΟΔΣΑ*. Ανάκτηση από <https://diktiofodsa.gr/wp-content/uploads/2021/12/Οδηγός-ΠΕΣΔΑ-Περιφέρειας-Ιονίων-Νήσων.pdf>

- ΠΕΣΔΑ Περιφέρεια Νοτίου Αιγαίου. (2021, Ιούνιος). *Οδηγός-ΠΕΣΔΑ-Περιφέρειας-Νοτίου-Αιγαίου*. Ανάκτηση από <https://diktiofodsa.gr/wp-content/uploads/2021/12/Οδηγός-ΠΕΣΔΑ-Περιφέρειας-Νοτίου-Αιγαίου.pdf>
- ΡΑΑΕΥ. (2025, Μάρτιος). *Ετήσια Έκθεση Διαχείρισης Αποβλήτων*. Retrieved 8 2025, from ΦΟ.Δ.Σ.Α. ΙΟΝΙΩΝ ΝΗΣΩΝ Α.Ε./Κέρκυρα: ΦΟΔΣΑ ΙΝ: https://www.raaey.gr/apovlita/wp-content/uploads/2025/08/No-03.2025_ΦΟΔΣΑ-ΙΟΝΙΩΝ-ΝΗΣΩΝ-Επικαιροποιημένο.pdf
- Ραυτοπούλου, Ε., & Χατζή, Θ. (2024, 9 26). “10-R”: Δέκα στρατηγικές μετάβασης των επιχειρήσεων στην κυκλική οικονομία. Retrieved 12 2024, from businessdaily: https://www.businessdaily.gr/apopseis/124235_10-r-deka-stratigikes-metabasis-ton-epiheiriseon-stin-kykliki-oikonomia
- ΣΜΠΕ-Περιφέρεια Ιονίων Νήσων. (2021). *Στρατηγική Μελέτη Περιβαλλοντικών Επιπτώσεων (ΣΜΠΕ) του Περιφερειακού Προγράμματος Ανάπτυξης Περιφέρειας Ιονίων Νήσων 2021-2025*. Ανάκτηση 12 2024, από Περιφέρεια Ιονίων Νήσων - Διεύθυνση Αναπτυξιακού Προγραμματισμού: https://pin.gov.gr/wp-content/uploads/2021/08/SMPE_PPA_PIN-compressed.pdf
- Σπιλάνης, Γ. (2023, 12). *Εκπόνηση Επιχειρησιακού Σχεδίου/Μελέτης για την Περιφερειακή Στρατηγική Βιώσιμου Τουρισμού στην Π.Ι.Ν.* Ανάκτηση 12 2024, από Περιφερειακή Στρατηγική Βιώσιμου Τουρισμού Περιφέρειας Ιονίων: <https://periponia.gr/wp-content/uploads/2024/02/Π1-Μεθοδολογία-Καταγραφή-Κατάστασης-Αξιολόγηση.pdf>
- ΦΟΔΣΑ Νοτίου Αιγαίου. (2024). *Ολοκληρωμένη Διαχείριση Αστικών Στερεών Αποβλήτων στα νησιά του Ν. Αιγαίου*. Ανάκτηση 10 2025, από ΦΟΔΣΑ Νοτίου Αιγαίου: https://www.raaey.gr/apovlita/wp-content/uploads/2025/08/No-14.2024_ΦΟΔΣΑ-NOTIOY-AIGAIOY.pdf
- ΦΟΔΣΑ Νοτίου Αιγαίου. (2025, Ιούλιος). *ΜΟΝΑΔΕΣ ΟΛΟΚΛΗΡΩΜΕΝΗΣ ΑΝΑΚΥΚΛΩΣΗΣ ΚΑΙ ΑΝΑΚΤΗΣΗΣ ΑΠΟΒΛΗΤΩΝ ΔΗΜΩΝ ΚΩ ΚΑΙ ΚΑΛΥΜΝΙΩΝ ΜΕΣΩ ΣΔΙΤ*. Ανάκτηση από <https://wastefreeaegean.gr/monades-olokliromenis-anakyklosis-kai-anaktisis-apovliton-dimon-ko-kai-kalymnion-meso-sdit-2>

Ευστάθιος
Καρβέλης



*Μεθοδολογίες κυκλικής οικονομίας: Η συνεισφορά τους στη
διαχείριση αποβλήτων σε τουριστικές, νησιωτικές περιοχές*