



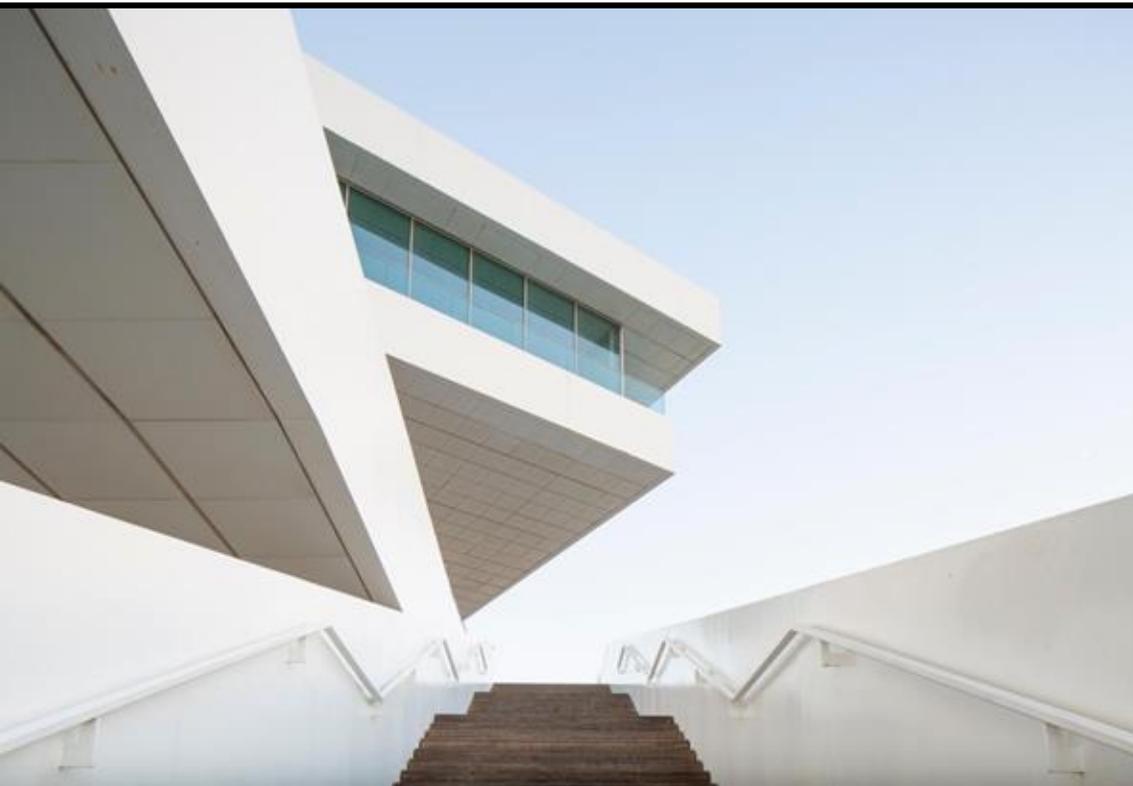
ΜΕΤΑΠΤΥΧΙΑΚΟ ΠΡΟΓΡΑΜΜΑ ΣΠΟΥΔΩΝ

ΤΕΧΝΟΛΟΓΙΕΣ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ
ΣΤΗΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΙΚΗ ΝΟΜΟΘΕΣΙΑ

Διαχείριση φυσικών πόρων και οικοσυστημάτων I

**Η Πόλη ως Οικοσύστημα: Φυσικοί Πόροι, Ενεργειακή Αξιοποίηση και η Μετάβαση
στους Μηδενικούς Οικισμούς Άνθρακα**

**Καντζιούρα Αθηνά
Επίκουρη Καθηγήτρια**



Α. Οικισμοί ως οικοσυστήματα

01

Εισαγωγή

02

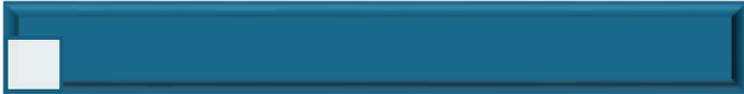
Το αστικό οικοσύστημα

03

Εφαρμογή

01: Εισαγωγή

Η πόλη ως οργανισμός...



Παραλληλισμοί με βιολογία –
μεταβολισμός, ροές, ανακύκλωση.



Από Urban Metabolism έως
Circular Urbanism.



i. Παραδοσιακή θεώρηση

Για δεκαετίες, η πόλη αντιμετωπιζόταν ως **τεχνητό δημιούργημα του ανθρώπου** — ένα στατικό σύνολο κτιρίων, δρόμων και υποδομών **που σχεδιάζονται, κατασκευάζονται και λειτουργούν**, χωρίς να λαμβάνουν υπόψη τη φέρουσα ικανότητα του περιβάλλοντος.



- ❑ Ο πολεοδόμος ή ο μηχανικός θεωρείται “**σχεδιαστής μηχανής**” που ρυθμίζει κυκλοφορία, ζώνες χρήσεων, αποχετεύσεις, κ.λπ.
- ❑ Το αστικό περιβάλλον αντιμετωπίζεται **μηχανιστικά**, με γνώμονα τη λειτουργικότητα και την αποδοτικότητα, όχι την προσαρμοστικότητα.
- ❑ Το αποτέλεσμα: αστικά συστήματα που **λειτουργούν σε απομόνωση** από το φυσικό περιβάλλον, με ελάχιστη ενσωμάτωση φυσικών διεργασιών.

ii. Νέα οπτική: Η πόλη ως ζωντανός οργανισμός

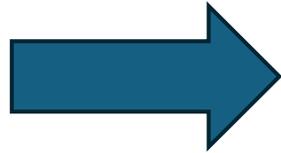
Αντί για «αντικείμενο» ή «κατασκευή», η πόλη μπορεί να νοηθεί ως **οργανισμός** με τα εξής χαρακτηριστικά:



- ❑ **Μεταβολισμός:** Εισροές (ενέργεια, νερό, πρώτες ύλες), διεργασίες (παραγωγή, κατανάλωση), εκροές (απόβλητα, ρύποι).
- ❑ **Αλληλεξάρτηση υποσυστημάτων:** Μεταφορές, κατοικία, οικονομία, οικοσύστημα, κοινωνικές ροές — όπως τα όργανα ενός σώματος.
- ❑ **Προσαρμοστικότητα:** Η πόλη μαθαίνει, μετασχηματίζεται, ανακάμπτει (resilience).
- ❑ **Ανατροφοδότηση:** Οι επιλογές των κατοίκων επηρεάζουν τη «φυσιολογία» της (κυκλοφορία, ρύπανση, κατανάλωση ενέργειας) και αντίστροφα.

iii. Urban Metabolism

Η προσέγγιση αυτή στηρίζεται στη θεωρία του **αστικού μεταβολισμού (urban metabolism)**,



- ❑ Αντιμετωπίζει την πόλη ως **σύστημα ροών** και αποθεμάτων.
 - ❑ Επιτρέπει **ποσοτικοποίηση** των εισροών και εκροών (π.χ. GJ ενέργειας, m³ νερού, τόνους απορριμμάτων).
 - ❑ Δημιουργεί το υπόβαθρο για **κυκλική οικονομία** και **σχεδιασμό μηδενικών αποβλήτων**.
-

Εισαγωγή: Η πόλη ως οργανισμός...



**Παραλληλισμοί με βιολογία –
μεταβολισμός, ροές, ανακύκλωση.**



Από Urban Metabolism έως Circular
Urbanism.

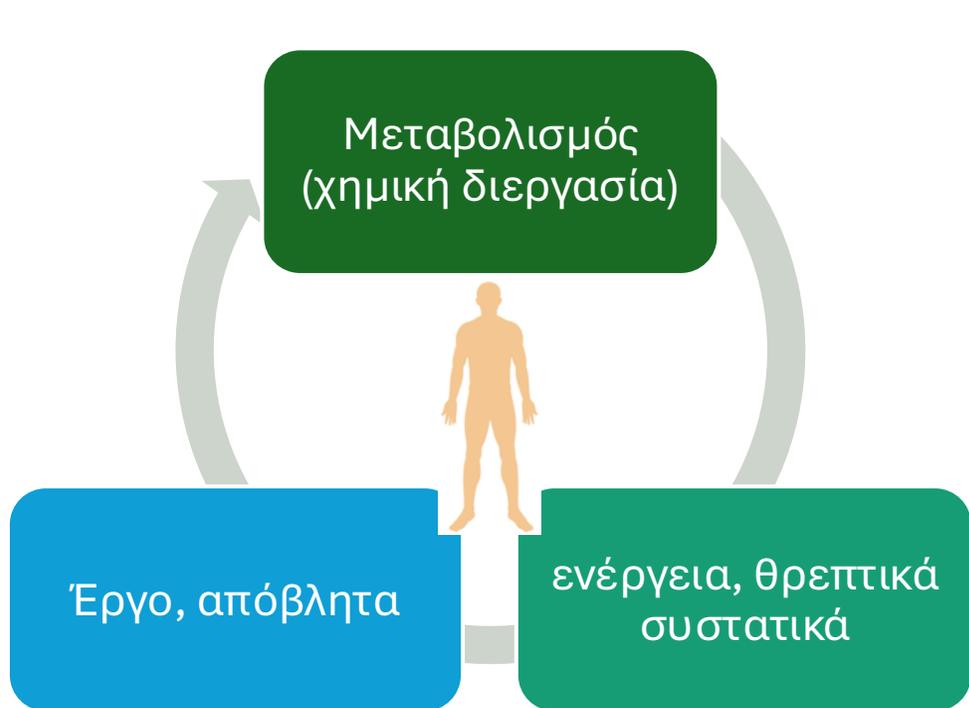


Παραλληλισμοί με βιολογία

Η προσέγγιση “οικισμός ως οικοσύστημα” βασίζεται στον παραλληλισμό με τη βιολογία:

- Η πόλη **καταναλώνει ενέργεια και υλικά**, όπως ένας οργανισμός.
- Παράγει απόβλητα** (ρύποι, νερά, απορρίμματα).
- Ανακυκλώνει και επαναχρησιμοποιεί πόρους** όπου είναι δυνατόν.
- Διατηρεί ισορροπία** ανάμεσα στις εισροές, τις διεργασίες και τις εκροές.

ι. Μεταβολισμός



ii. Ροές



- ❑ **Ενέργεια:** ηλεκτρισμός, θερμότητα, καύσιμα
- ❑ **Υλικά:** νερό, τροφή, πρώτες ύλες, οικοδομικά υλικά
- ❑ **Άνθρωποι και πληροφορία:** εργατικό δυναμικό, πληροφόρηση, γνώση

Οι ροές είναι **αλληλεξαρτώμενες**. Παράδειγμα: η αύξηση της κατανάλωσης ηλεκτρικής ενέργειας σε μια γειτονιά αυξάνει τη θερμική εκπομπή, η οποία επηρεάζει μικροκλίμα και ζήτηση ψύξης.



iii. Ανακύκλωση



- ❑ **Κυκλική χρήση νερού:** συλλογή βρόχινου νερού, επεξεργασία και επαναχρησιμοποίηση.
- ❑ **Ανακύκλωση υλικών:** χαρτί, μέταλλα, γυαλί, οργανικά απόβλητα ως κομπόστ.
- ❑ **Αξιοποίηση απόβλητης θερμότητας:** τηλεθέρμανση, CHP, θερμική ανακύκλωση.

Στόχος: οι πόλεις να λειτουργούν με λιγότερη εξάρτηση από εξωτερικούς πόρους, μειώνοντας την εκροή αποβλήτων και την περιβαλλοντική πίεση.

Εισαγωγή: Η πόλη ως οργανισμός..



Παραλληλισμοί με βιολογία –
μεταβολισμός, ροές, ανακύκλωση.



**Από Urban Metabolism έως
Circular Urbanism.**



Αστικός Μεταβολισμός

Ορισμός

Ο αστικός μεταβολισμός είναι η ποσοτικοποιημένη περιγραφή των **ροών ενέργειας, υλικών, νερού και πληροφορίας** μέσα σε μια πόλη, όπως αυτές εισέρχονται, κυκλοφορούν, μετασχηματίζονται και εξέρχονται.



Η πόλη σαν οργανισμό είναι ένα **σύστημα εισροών και εκροών**, όπου:

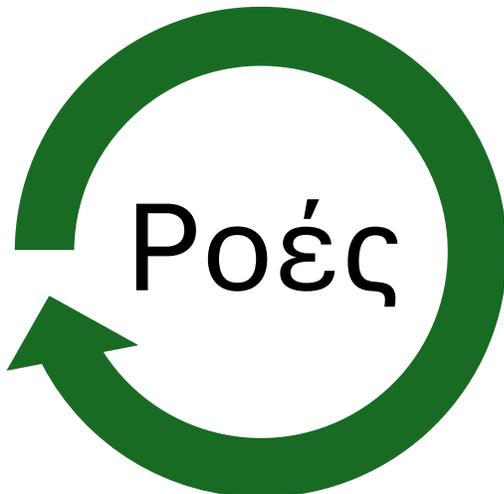
- μετρώνται οι **ποσότητες** (π.χ. τόνοι απορριμμάτων, GWh ενέργειας, m³ νερού),
- υπολογίζονται οι **συντελεστές απόδοσης** (π.χ. kWh ανά κάτοικο),
- και αναγνωρίζονται **σημεία αστοχίας**: πού σπαταλιέται ενέργεια, πού “μπλοκάρει” η ροή, πού μπορεί να γίνει ανάκτηση.

Αστικός Μεταβολισμός

Είδη μεταβολισμού



Γραμμικός
μεταβολισμός



Κυκλικός μεταβολισμός



Δείκτες Αστικού Μεταβολισμού

Για να αξιολογηθεί ο μεταβολισμός,
χρησιμοποιούνται δείκτες όπως:

- Energy intensity (kWh/κάτοικο/έτος)
- Water balance (% επαναχρησιμοποίησης)
- Material Flow Intensity (t/κάτοικο/έτος)
- Circularity Index (%)
- Waste-to-Energy ratio (%)

Εισροές – Εκροές – Αποθέματα



Urban Metabolism → Sustainable Urbanism

Το **sustainable urbanism** δεν βλέπει την πόλη ως σύνολο κτιρίων, αλλά ως δίκτυο συστημάτων που αλληλοτροφοδοτούνται.

Η σχεδιαστική λογική μετατοπίζεται:

- Από “μονάδες” → σε **συνδεδεμένα υποσυστήματα** (ενέργεια, μεταφορές, ύδρευση).
- Από “καταναλωτές” → σε **παραγωγούς-χρήστες** (prosumers).
- Από “στατικές μορφές” → σε **ροές και διαδικασίες**.



Circular Urbanism (Κυκλικός Αστικός Σχεδιασμός)

Ο **κυκλικός αστικός σχεδιασμός** βασίζεται στην αρχή ότι οι πόλεις πρέπει να λειτουργούν όπως τα φυσικά οικοσυστήματα:

Ό,τι θεωρείται “απόβλητο” σε ένα σημείο, γίνεται “πόρος” κάπου αλλού.

Αντί δηλαδή για τον γραμμικό κύκλο

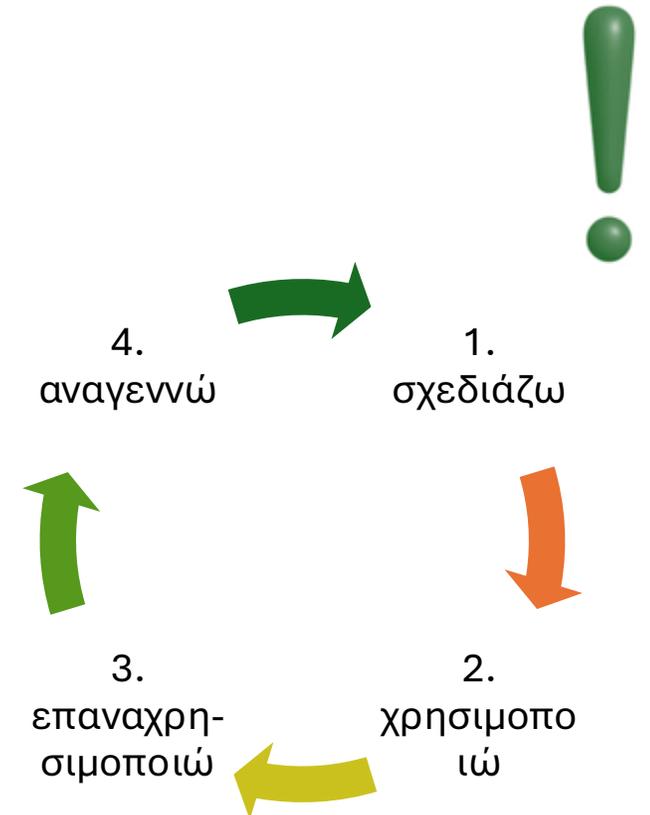
Παίρνω → Χρησιμοποιώ → Πετάω,

ο κυκλικός σχεδιασμός προτείνει:

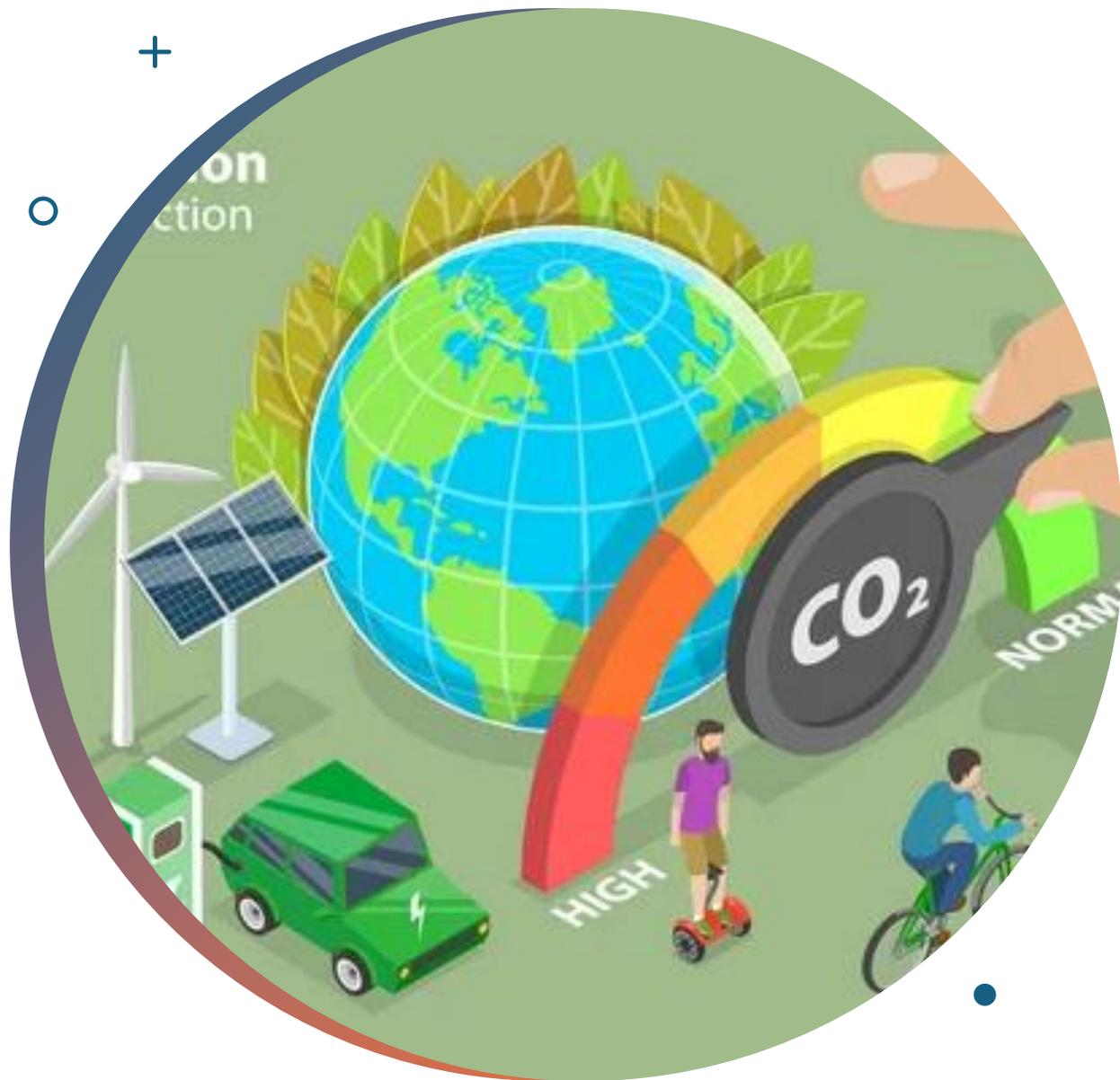
Σχεδιάζω → Χρησιμοποιώ → Επαναχρησιμοποιώ → Αναγεννώ.



Γραμμικός σχεδιασμός



Κυκλικός σχεδιασμός



Οικισμοί Μηδενικού Άνθρακα

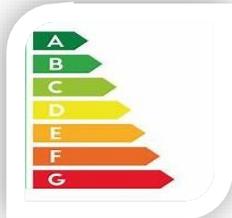
1. Οικισμοί μηδενικού άνθρακα – Ορισμός



1. Μηδενικές Εκπομπές: Οι οικισμοί μηδενικού άνθρακα είναι εκείνοι που **δεν παράγουν καθόλου** εκπομπές αερίων του θερμοκηπίου από τις δραστηριότητές τους, **ή εξισορροπούν** τις εκπομπές τους με την αφαίρεση άνθρακα από την ατμόσφαιρα.



2. Πηγές Ενέργειας: Οι οικισμοί βασίζονται σε ανανεώσιμες πηγές ενέργειας, όπως η ηλιακή, η αιολική, η υδροηλεκτρική, και η βιομάζα.



3. Ενεργειακή Απόδοση: Οι οικισμοί μηδενικού άνθρακα εφαρμόζουν μέτρα ενεργειακής απόδοσης για τη μείωση της συνολικής ζήτησης για ενέργεια.



4. Βιώσιμος Σχεδιασμός: Οι οικισμοί χρησιμοποιούν πρακτικές βιώσιμου σχεδιασμού για να μειώσουν τις ανάγκες για ενέργεια, να χρησιμοποιήσουν ανακυκλώσιμα υλικά και να βελτιώσουν την ποιότητα ζωής των κατοίκων.

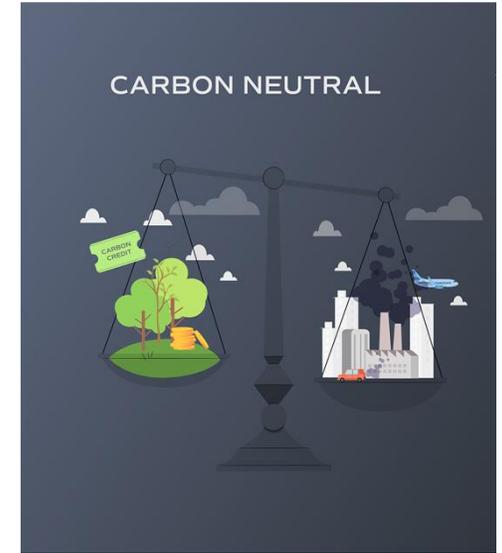
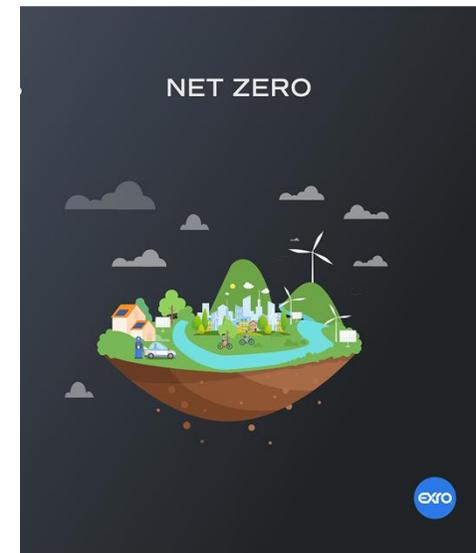


1. Οικισμοί μηδενικού άνθρακα – Ορισμός

Net Zero Energy Settlements - Zero Carbon Emission Settlements

Οι οικισμοί μηδενικών ενεργειακών απαιτήσεων επικεντρώνονται στην ισορροπία μεταξύ παραγωγής και κατανάλωσης ενέργειας μέσω ανανεώσιμων πηγών ενέργειας.

Οι οικισμοί μηδενικών εκπομπών άνθρακα στοχεύουν στην πλήρη εξάλειψη των εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα σε όλες τις δραστηριότητες (συμπεριλαμβανομένων της ενέργειας, των μεταφορών, των αποβλήτων και άλλων διαδικασιών), επιδιώκοντας την **πλήρη ουδετερότητα άνθρακα**.



1. Οικισμοί μηδενικού άνθρακα – Βιώσιμη Ανάπτυξη Σύγχρονων Πόλεων & Περιβαλλοντικός Σχεδιασμός Κτιρίων

Η ανάπτυξη λύσεων για τους οικισμούς μηδενικού άνθρακα συμβάλλει στην **ανάπτυξη βιώσιμων σύγχρονων πόλεων με:**

1. Ανανεώσιμες Πηγές Ενέργειας (Ηλιακή Ενέργεια, Αιολική Ενέργεια)
2. Ενεργειακή Απόδοση και Διαχείριση (Smart Grids, Energy Management Systems)
3. Βιώσιμη Αρχιτεκτονική και Σχεδίαση (Χρήση υλικών με χαμηλό αποτύπωμα άνθρακα, Μείωση του περιβαλλοντικού αποτυπώματος για όλη την διάρκεια ζωής του κτιρίου)
4. Χρήση υλικών και αστικών σχεδιασμών που συμβάλλουν στην βελτίωση του αστικού μικροκλίματος
5. Πράσινες Μεταφορές
6. Αειφόρος Διαχείριση Υδάτων και Απορριμμάτων



1. Οικισμοί μηδενικού άνθρακα – Συμβολή στην επίτευξη των παγκόσμιων στόχων βιωσιμότητας με βάση των παγκόσμιων στόχων για την Αειφόρο Ανάπτυξη του ΟΗΕ.

1. Επίτευξη Αειφόρου Πόλεων και Κοινοτήτων: Οι οικισμοί μηδενικού άνθρακα μπορούν να διαδραματίσουν κεντρικό ρόλο στην επίτευξη του Στόχου 11 της Αειφόρου Ανάπτυξης.
2. Δράση για το Κλίμα: Με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου, οι οικισμοί μηδενικού άνθρακα συμβάλλουν σημαντικά στην επίτευξη του Στόχου 13.
3. Οικονομικής Ανάπτυξης: Η δημιουργία πράσινων θέσεων εργασίας και η προώθηση της τεχνολογικής καινοτομίας μπορεί να συμβάλει στην επίτευξη του Στόχου 8.
4. Αειφόρου Κατανάλωσης και Παραγωγής: Οι οικισμοί μηδενικού άνθρακα μπορούν να ενθαρρύνουν πιο αειφόρες μεθόδους κατανάλωσης και παραγωγής, συμβάλλοντας στην επίτευξη του Στόχου 12.





Εκπομπές άνθρακα ανά τομέα δραστηριότητας



2. Σύγχρονες τεχνικές και προσεγγίσεις

ΑΙ. Προκλήσεις και Λύσεις στην Εφαρμογή Οικισμών Μηδενικού Άνθρακα – Τεχνολογικές Προκλήσεις

1. Διαθέσιμη τεχνολογία: Οι τρέχουσες τεχνολογίες μπορεί να μην είναι αρκετά αποδοτικές ή βιώσιμες για την κατασκευή και τη λειτουργία των οικισμών μηδενικού άνθρακα.
 2. Κόστος τεχνολογιών: Οι τεχνολογίες που είναι απαραίτητες για την υλοποίηση των οικισμών μηδενικού άνθρακα μπορεί να είναι ακριβές, κάτι που δημιουργεί οικονομικές προκλήσεις.
 3. Ενσωμάτωση τεχνολογιών: Το να καταστήσεις έναν οικισμό μηδενικού άνθρακα απαιτεί την ενσωμάτωση και παράλληλη χρήση πολλών τεχνολογιών, όπως αιολική ενέργεια, ηλιακή ενέργεια, διαχείριση αποβλήτων, κτλ. Η συνύπαρξη αυτών των τεχνολογιών είναι ένα ζήτημα από μόνο του.
 4. Πρόβλημα κλίμακας: Η εφαρμογή τεχνολογιών μηδενικού άνθρακα σε μεγάλη κλίμακα μπορεί να κρύβει τεχνολογικές προκλήσεις οι οποίες ακόμα δεν έχουν αντιμετωπιστεί.
-

2. Σύγχρονες τεχνικές και προσεγγίσεις

A. Προκλήσεις και Λύσεις στην Εφαρμογή Οικισμών Μηδενικού Άνθρακα-Άλλες Προκλήσεις

AII. Οικονομικές Προκλήσεις

Υψηλή Δέσμευση Κεφαλαίου αρχικής επένδυσης, Πηγές Χρηματοδότησης και Επενδύσεων, Χρόνος Απόσβεσης Επένδυσης, Κόστος Ενέργειας

AIII. Κοινωνικές και Συμπεριφορικές Αλλαγές

Αντίσταση στην Αλλαγή, Έλλειψη Ενημέρωσης και Εκπαίδευσης για τη σημασία και τα οφέλη των οικισμών μηδενικού άνθρακα, Κοινωνική Αποδοχή νέων τεχνολογιών και τρόπων ζωής

AIV. Κρατικές Πολιτικές και Προκλήσεις του Ρυθμιστικού Πλαισίου

Έλλειψη συνεκτικής και ευνοϊκής Νομοθεσίας, πολιτικής βούλησης και συνεργασίας

AV. Περιβαλλοντικές Προκλήσεις

Διαχείριση Πόρων, Προσαρμογή στην Κλιματική Αλλαγή ώστε να είναι ανθεκτικοί και να προσαρμόζονται στις αλλαγές του κλίματος, Αειφόρος Διαχείριση Αποβλήτων

2. Σύγχρονες τεχνικές και προσεγγίσεις

Β. Παραδείγματα Οικισμών Μηδενικού Άνθρακα

- I. BedZED, UK
- II. Vauban, Germany
- III. Masdar City, UAE



ΒΙ. BedZED (Beddington Zero Energy Development)

Το BedZED (Beddington Zero Energy Development) είναι το πρώτο μεγάλης κλίμακας οικολογικό χωριό στο Ηνωμένο Βασίλειο, που βρίσκεται στο Νότιο Λονδίνο (82 κατοικίες, κήπους με συγκροτήματα χώρων εργασίας και κατοικίας και διαμερίσματα).

Σχεδιασμένο με στόχο τις μηδενικές εκπομπές άνθρακα, η κοινότητα περιλαμβάνει ενεργειακά αποδοτικές κατοικίες, ΑΠΕ και δέσμευση για βιώσιμη διαβίωση.

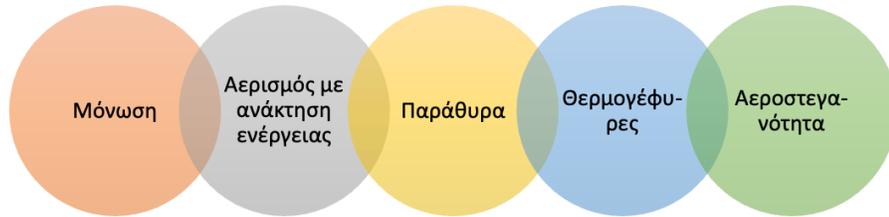
Τα κύρια χαρακτηριστικά περιλαμβάνουν:

- ✓ Ηλιακά πάνελ και ενσωμάτωση ανανεώσιμων πηγών ενέργειας
- ✓ Υψηλής απόδοσης μόνωση κτιρίων και πράσινες στέγες
- ✓ Έμφαση στη δημόσια συγκοινωνία, την ποδηλασία και το περπάτημα



BII. Wandelgarten Vauban (Βάντελγκαρτεν Φάουμπαν)

Όλα τα σπίτια είναι κατασκευασμένα σύμφωνα με το πρότυπο Passivhaus ultra-low energy building.



Τα κτίρια θερμαίνονται είτε από σύστημα συμπαραγωγής ηλεκτρισμού και θερμότητας, είτε διαθέτουν ηλιακούς συλλέκτες και φωτοβολταϊκά στοιχεία.

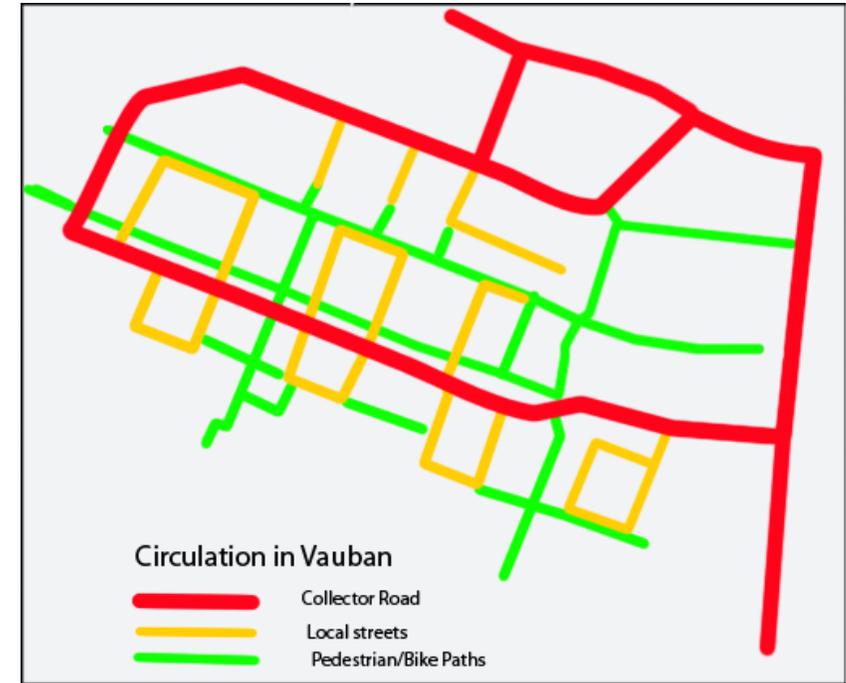
Είναι η πρώτη οικιστική κοινότητα παγκοσμίως στην οποία **όλα τα σπίτια παράγουν θετικό ενεργειακό ισοζύγιο**. Το πλεόνασμα ηλιακής ενέργειας πωλείται στη συνέχεια στο δίκτυο της πόλης.



BII. Wandelgarten Vauban

Πράσινη Μεταφορά: Το Wandelgarten Vauban προωθεί τη χρήση μη μηχανοκίνητης και δημόσιας μεταφοράς. Η χρήση αυτοκινήτου αποθαρρύνεται και υπάρχει ένας ισχυρός σχεδιασμός επικεντρωμένος στο περπάτημα, το ποδήλατο και τη χρήση τραμ. Αυτό συμβάλλει στη μείωση των εκπομπών άνθρακα.

Πράσινοι Χώροι: Υπάρχει έμφαση στην ύπαρξη πράσινων χώρων στο Wandelgarten Vauban, με πολυάριθμα πάρκα και κοινόχρηστους κήπους. Αυτές οι περιοχές αυξάνουν τη βιοποικιλότητα, βελτιώνουν την ποιότητα ζωής για τους κατοίκους και απορροφούν το διοξείδιο του άνθρακα.

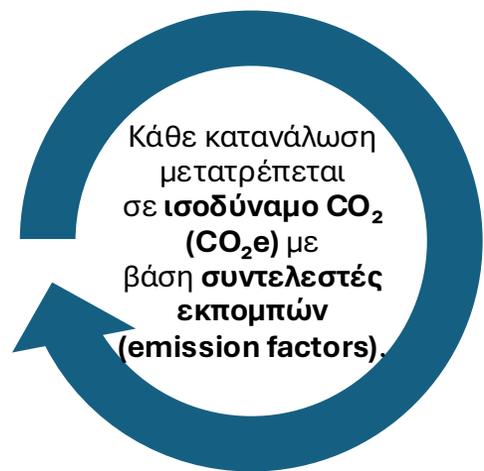
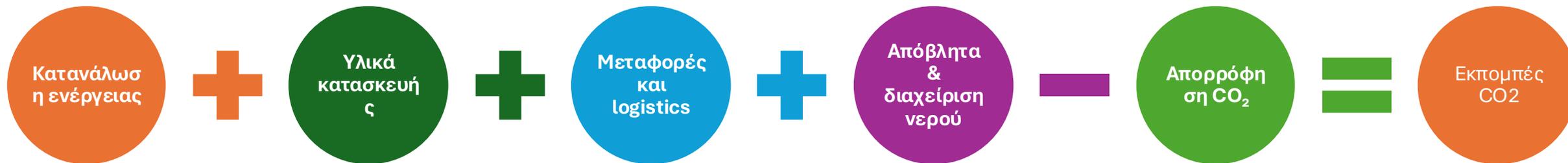


BIII. Mazdar City

1. Ανανεώσιμη Ενέργεια
2. Περ/κος Σχεδιασμός Κτιρίων
3. Πράσινη Μεταφορά
4. Διαχείριση Αποβλήτων
5. Διατήρηση Νερού



Υπολογισμός εκπομπών "Zero Carbon" σε επίπεδο οικισμού



Operational emissions

Embodied emissions

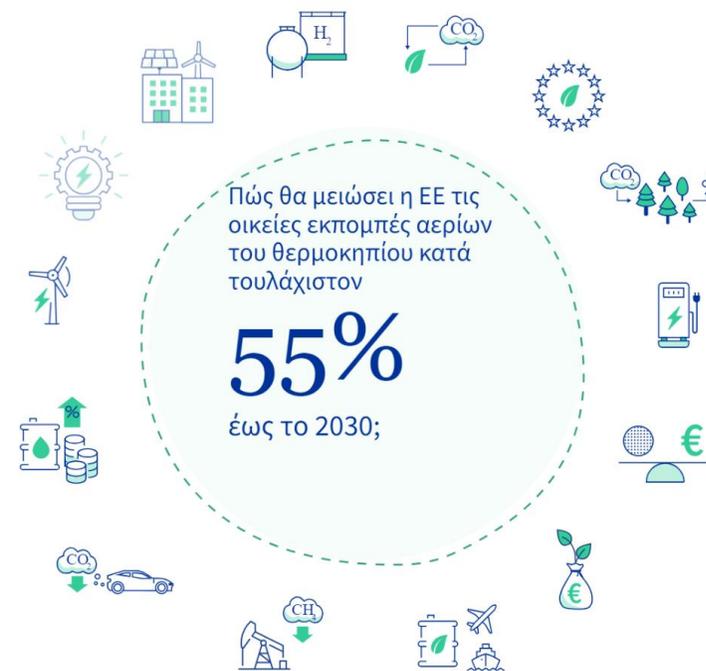
3. Οικισμοί μηδενικού άνθρακα - Πράσινη Συμφωνία

- I. Πράσινη συμφωνία
- II. Οδηγία ΕΕ
- III. Εθνικός νόμος για το κλίμα

Η Ευρωπαϊκής Ένωση στοχεύει, στα πλαίσια της Πράσινης Συμφωνίας, να γίνει η πρώτη ήπειρος στον πλανήτη που θα πετύχει μέχρι το 2050 την κλιματική ουδετερότητα με μηδενικές εκπομπές άνθρακα.

Ο στόχος αυτός κατέστη νομικά δεσμευτικός όταν το Ευρωπαϊκό Κοινοβούλιο και το Συμβούλιο υιοθέτησαν τον Νόμο για το Κλίμα το 2021. **Ο νόμος για το κλίμα επιταχύνει τον στόχο μείωσης των εκπομπών για το 2030 από 40% σε τουλάχιστον 55% (Fit for 55).**

Μετατρέπεται έτσι η πολιτική δέσμευση της Ευρωπαϊκής Πράσινης Συμφωνίας για μια κλιματικά ουδέτερη ΕΕ έως το 2050 σε νομική υποχρέωση.



3. Οικισμοί μηδενικού άνθρακα - Οδηγία (ΕΕ) 2024/1275, 24.04.2024

Στόχος η μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και η επίτευξη κτιριακού αποθέματος μηδενικών εκπομπών έως το 2050.

-Χρονοδιάγραμμα Εφαρμογής:

Νέα Δημόσια Κτίρια: Από την 1/1/2028, όλα τα νέα δημόσια κτίρια πρέπει να είναι μηδενικών εκπομπών.

Όλα τα Νέα Κτίρια: Από την 1/1/2030, η απαίτηση αυτή επεκτείνεται σε όλα τα νέα κτίρια.

-Ανακαίνιση Υφιστάμενων Κτιρίων (Τα κράτη μέλη οφείλουν να θεσπίσουν μέτρα για τη μείωση της κατανάλωσης πρωτογενούς ενέργειας κατά τουλάχιστον 16% μέχρι το 2030 και κατά 20-22% μέχρι το 2035, για τη μετατροπή τους σε κτίρια μηδενικών εκπομπών έως το 2050)

-Θέσπιση Ελάχιστων Προτύπων Ενεργειακής Απόδοσης

-Ενσωμάτωση Ανανεώσιμων Πηγών Ενέργειας στα κτίρια

-Συστήματα «Διαβατηρίου Ανακαίνισης Κτιρίου» προς την κατεύθυνση των μηδενικών εκπομπών, (δεδομένα πραγματικής κατανάλωση ενέργειας, απόδοσης των υλικών και επιπέδου άνεσης των κατοίκων)

-Υποδομές για Ηλεκτρικά Οχήματα:

3. Οικισμοί μηδενικού άνθρακα - Εθνικός Κλιματικός Νόμος (Ν. 4936/2022)

Στον Εθνικό Κλιματικό Νόμο (Ν. 4936/2022), οι διατάξεις που σχετίζονται με τη μείωση των εκπομπών αερίων του θερμοκηπίου και την προώθηση βιώσιμων οικισμών περιλαμβάνονται στα εξής άρθρα:

Άρθρο 17: Μέτρα για τη μείωση των εκπομπών από τα κτίρια

Άρθρο 16: Δημοτικά Σχέδια Μείωσης Εκπομπών (ΔηΣΜΕ)

Άρθρο 12: Μέτρα προώθησης των οχημάτων μηδενικών εκπομπών

