



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Κυκλικός σχεδιασμός & βιομηχανική οικολογία για ενίσχυση της βιωσιμότητας του τομέα δόμησης

Καθ. Ευάγγελος Γ. Παπαδάκης

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών, Πανεπιστήμιο Πατρών

Ημερίδα «Πράσινα Κατασκευαστικά Υλικά : Νέα Πρότυπα για Κλιματικά Ουδέτερες Πόλεις»
ECOCITY, Πάτρα 25/11/2024



1. Γενικά Χαρακτηριστικά του Τομέα Δόμησης

Γενικά χαρακτηριστικά του τομέα δόμησης (1 /2)

- ▶ Ο τομέας δόμησης παγκοσμίως κατέχει μια από τις πρώτες θέσεις στις γενικές βιομηχανικές/τεχνολογικές δραστηριότητες, από πλευράς ύψους παραγωγής και οικονομικού μεγέθους.
- ▶ Θεωρείται ο μεγαλύτερος κλάδος στον Ευρωπαϊκό χώρο, με ετήσιο κύκλο εργασιών 1.5 τρισεκατομμυρίων € που αντιστοιχεί στο 11% του συνολικού Ευρωπαϊκού εισοδήματος και απασχολεί σχεδόν το 20% του συνολικού εργατικού δυναμικού της ΕΕ.
- ▶ Αντίστοιχη είναι η επίδραση των δραστηριοτήτων του κλάδου στο περιβάλλον, όσον αφορά τις μη ανανεώσιμες πηγές ενέργειας (ορυκτά καύσιμα), τις εκπομπές αερίων θερμοκηπίου (κυρίως CO₂), τα στερεά απόβλητα, κλπ.

Γενικά χαρακτηριστικά του τομέα δόμησης (2/2)

Ηγετική θέση στον τομέα δόμησης κατέχει η *βιομηχανία τσιμέντου/σκυροδέματος* (65% εργατικού δυναμικού, 80% εκπομπές αερίων ρύπων στον τομέα δόμησης), ενώ τα ακόλουθα αντικείμενα αναδεικνύονται ως θέματα μεγάλης σημασίας για τον κατασκευαστικό κλάδο:

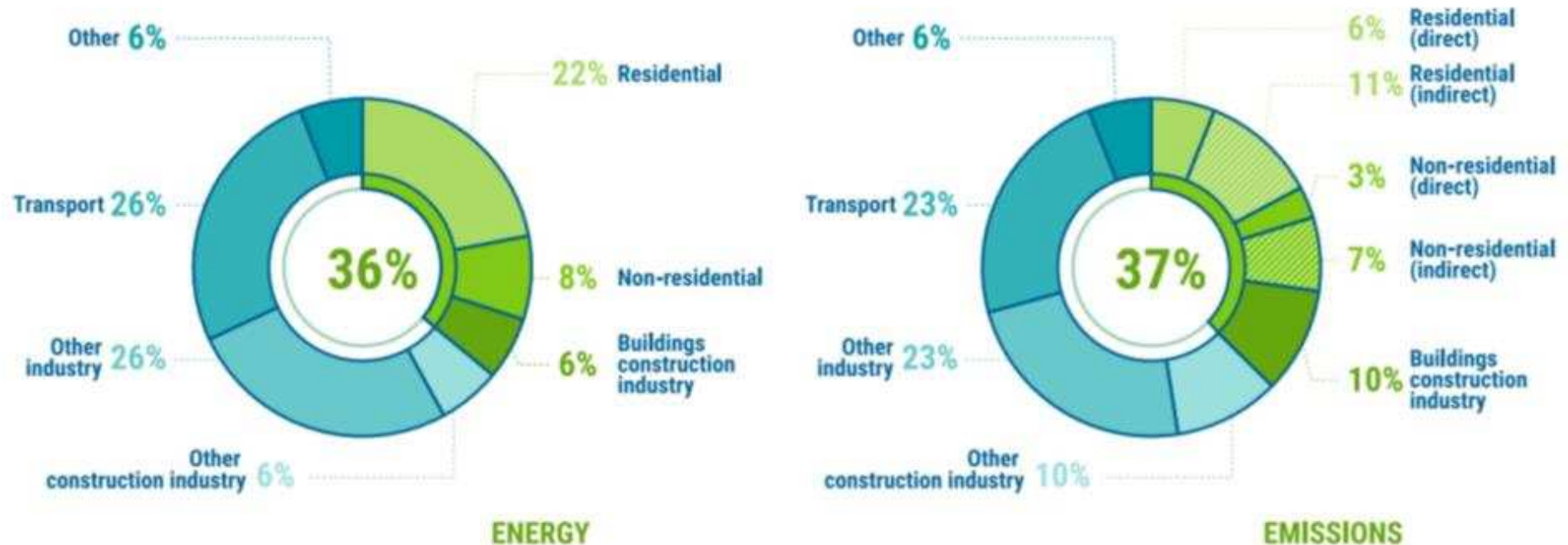
- Η **τεράστια ανάγκη σε υποδομές και κατοικίες** λόγω της ταχείας αστικοποίησης παγκοσμίως.
- Η **κρίση στο χώρο ανθεκτικότητας των κατασκευών** και ιδιαίτερα του σκυροδέματος (διάρκεια ζωής κατασκευών).
- Η αναγκαιότητα **ισορροπίας μεταξύ ανάπτυξης και περιβάλλοντος**.



2. Περιβαλλοντικές Επιπτώσεις του Τομέα Δόμησης / *«Βιωσιμότητα Κατασκευών»*

Η κατασκευή και η λειτουργία κτιρίων είναι υπεύθυνες για το **37% (11.7 Gt)** των παγκόσμιων εκπομπών CO₂ ενώ καταναλώνουν το **36%** της παγκόσμιας ενέργειας.

Figure 2. Buildings and construction's share of global final energy and energy-related CO₂ emissions, 2020



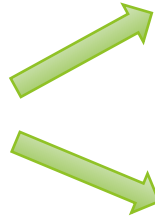
Επειδή συνολικά η παραγωγή τσιμέντου συμβάλλει στο 6-7% των παγκόσμιων ανθρωπογενών εκπομπών CO₂, θα πρέπει να δοθεί έμφαση στη διερεύνηση και την επιβολή τρόπων, μεθοδολογιών και πολιτικών ώστε η παραγωγή τσιμέντου και η βιομηχανία κατασκευών γενικά να καταστεί ένας τομέας φιλικότερος προς το περιβάλλον.

Πάγιο & λειτουργικό περιβαλλοντικό κόστος (Ιδία Προσέγγιση)

Σχεδόν κάθε τύπος δομικού υλικού που χρησιμοποιείται, έχει σημαντικό αντίκτυπο στο τοπικό και παγκόσμιο περιβάλλον.

Σε γενικές γραμμές, κάθε σύνολο δομικών υλικών συνεπάγεται συγκεκριμένο **περιβαλλοντικό κόστος**

(με τη μορφή εκπομπών διοξειδίου του άνθρακα και άλλων αερίων και γκρίζας ενέργειας που καταναλώνεται)



από το στάδιο κατασκευής του έως την τελική του εφαρμογή (**πάγιο περιβαλλοντικό κόστος**) και

κατά τη χρήση της κατασκευής (**λειτουργικό περιβαλλοντικό κόστος**), ανάλογα με το συγκεκριμένο είδος κατασκευής.



Πάγιο Περιβαλλοντικό Κόστος Σκυροδέματος

Το πάγιο περιβαλλοντικό κόστος σκυροδέματος μπορεί να εκφραστεί ως εξής:

$$E_{I,conc} = E_M + E_P + E_T + E_G$$

(kg εκπομπών CO₂ / m³ σκυροδέματος)

όπου E_M : το περιβαλλοντικό κόστος υλικών,

E_P : το περιβαλλοντικό κόστος της παραγωγής σκυροδέματος,

E_T : το περιβαλλοντικό κόστος της μεταφοράς και της διανομής σκυροδέματος,

E_G : το περιβαλλοντικό κόστος χύτευσης και άλλα κόστη.

Περιβαλλοντικό Κόστος Υλικών Σκυροδέματος

Το Περιβαλλοντικό Κόστος των υλικών σκυροδέματος μπορεί να υπολογιστεί ως εξής:

$$E_M = C \cdot E_c + \Sigma (SCM \cdot E_{SCM}) + A \cdot E_A + W \cdot E_W + D \cdot E_D$$

(kg εκπομπών CO₂ / m³ σκυροδέματος)

όπου:

C , SCM , A , W , και D : οι περιεκτικότητες του τσιμέντου, των SCM (συμπληρωματικά υλικά τσιμέντου), των αδρανών, του νερού και των προσμίκτων, αντίστοιχα, στον όγκο σκυροδέματος (kg υλικού/ m³ σκυροδέματος) και

E_c , E_{SCM} , E_A , E_W , και E_D : τα αντίστοιχα μοναδιαία περιβαλλοντικά κόστη των υλικών (σε kg CO₂ / kg υλικού).

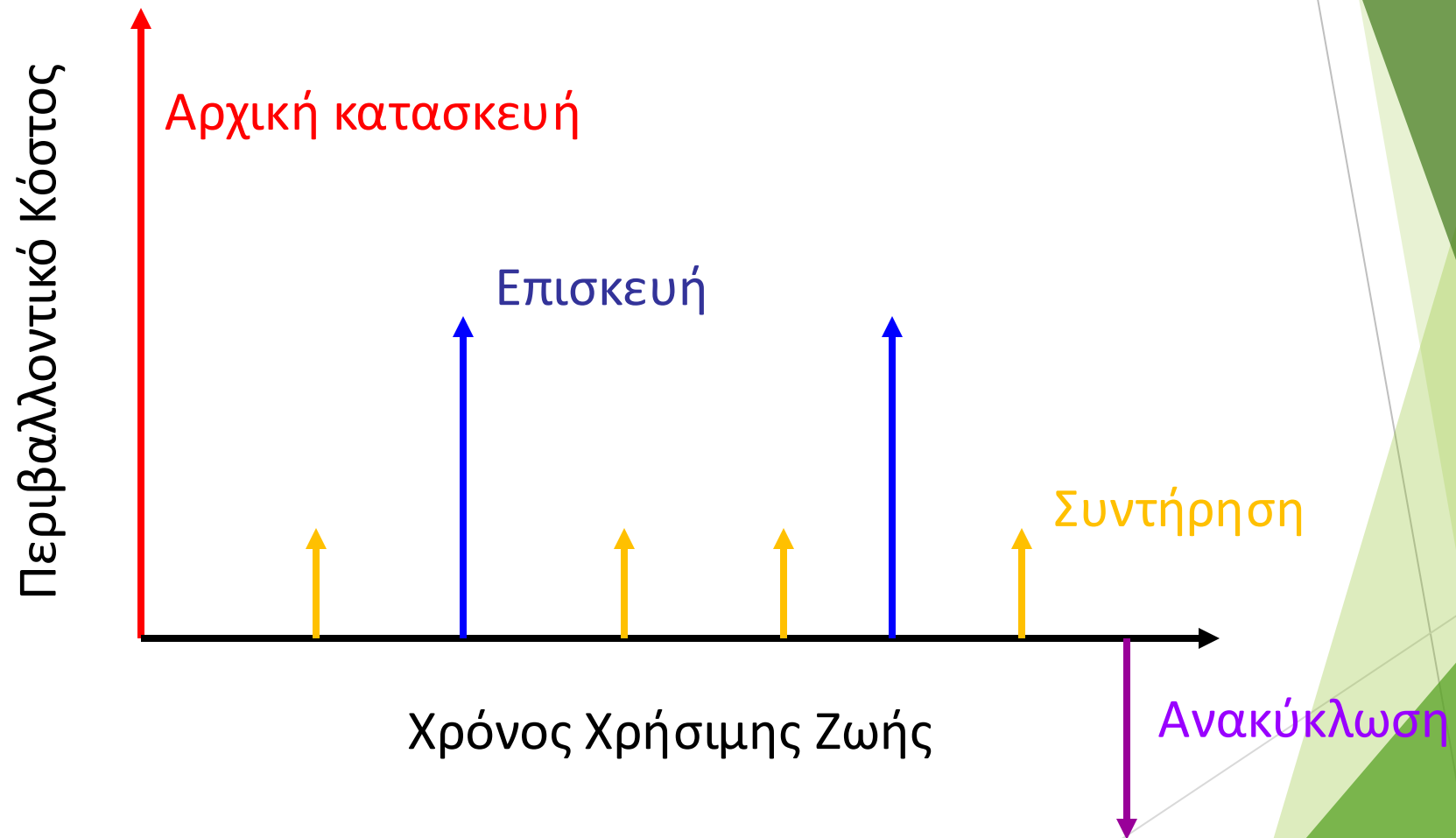
Πάγιο περιβαλλοντικό κόστος άλλων δομικών υλικών

Τυπικές εκπομπές CO₂ ανά μονάδα μάζας ή όγκου διαφόρων δομικών υλικών (Πηγή: Τ.Ο.Τ.Ε.Ε 20701-2/2010, ICE v.2.0).

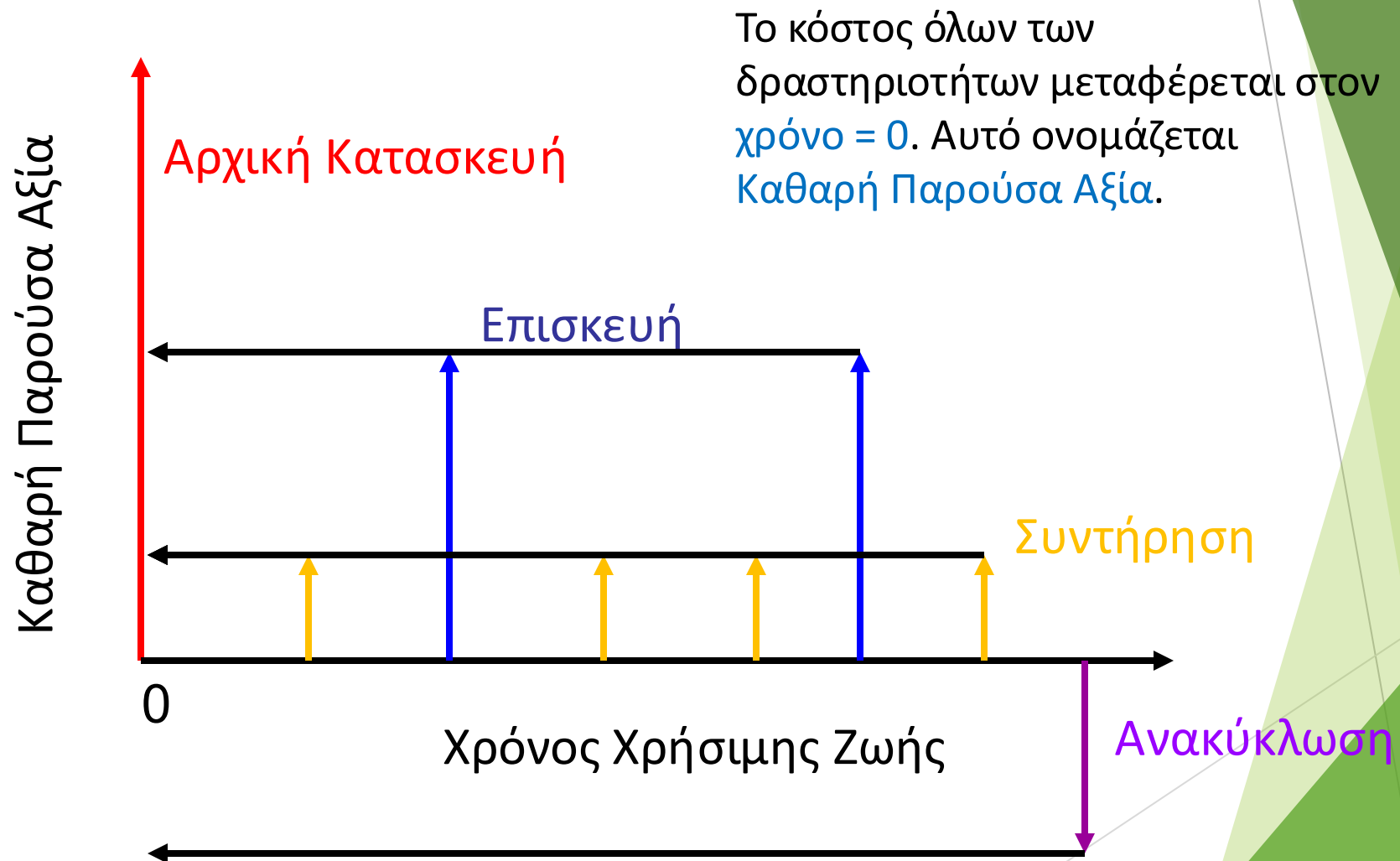
Δομικό υλικό/ υλικά κατασκευών	Εκπομπές CO ₂
Σκυρόδεμα	0.13 kg/kg ή 0.31 t/m ³
Αλουμίνιο	8.24 kg/kg
Χάλυβας	1.77 kg/kg
Γυαλί	0.91 kg/kg
Εξηλασμένη πολυστερίνη	3.42 kg/kg
Πετροβάμβακας	1.12 kg/kg
Ελαφροβαρείς τσιμεντόλιθοι	0.83 kg/kg
Γυψοσανίδα	0.39 kg/kg
Κεραμικά πλακίδια	0.78 kg/kg
Πορώδη τούβλα	0.24 kg/kg



Κεφαλαιοποιημένο πάγιο ΠΚ



Καθαρή παρούσα αξία (για περιβαλλοντικό κόστος)



Καθαρή Παρούσα Αξία - Υπολογισμός

$$NPV = I.C. + \sum_{k=1}^N R.C._k \left[\frac{1}{(1+i)^{n_k}} \right]$$

Αριθμός
Επαναλ/νων κοστών

Αρχικό κόστος

Επαναλαμβανόμενα
κόστη

Κόστος
Κεφαλαίου

Αριθμός
ετών

► NPV: περιβαλλοντικό κόστος (εκπομπές CO₂, κατανάλωση γκρίζας ενέργειας, ή οικονομικοί όροι, κλπ.).

Ολικό περιβαλλοντικό κόστος

$$\text{Ολικό ΠΚ} = \text{Πάγιο ΠΚ} + \text{Λειτουργικό ΠΚ}$$

Από το άθροισμα του (κεφαλαιοποιημένου) πάγιου περιβαλλοντικού κόστους καθώς και του λειτουργικού κόστους (για μια επιθυμητή διάρκεια ζωής της κατασκευής) προκύπτει το ολικό περιβαλλοντικό κόστος, και αυτό είναι ένα σημαντικό χαρακτηριστικό από το οποίο μπορούν να βγουν ασφαλή συμπεράσματα σχετικά με το επίπεδο βιωσιμότητας της κατασκευής αλλά και να διεξαχθεί αριστοποίηση (ελαχιστοποίηση ΠΚ).



Εργαλεία Οικολογικού Σχεδιασμού στον Κατασκευαστικό Τομέα (άλλες προσεγγίσεις)

Τα τελευταία χρόνια στον κατασκευαστικό κλάδο έχουν αναπτυχθεί **δύο κατηγορίες εργαλείων** για την εκτίμηση των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.

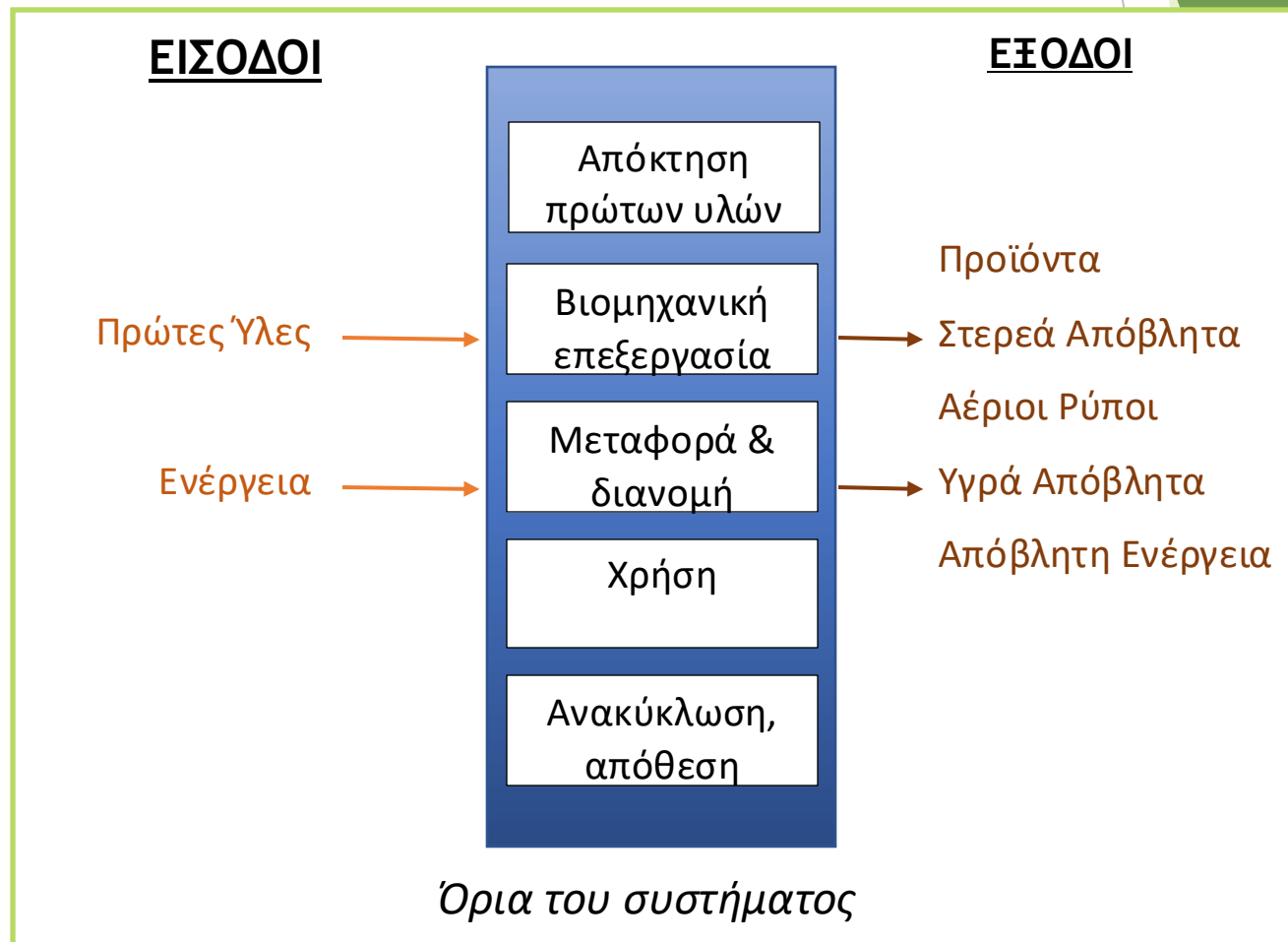
- ❑ **Η πρώτη κατηγορία** βασίζεται στην **εφαρμογή κριτηρίων**, βάσει των οποίων ορίζονται τιμές σε επιλεγμένες παραμέτρους για να εκτιμηθούν οι περιβαλλοντικές τους επιπτώσεις (από μικρής έως μεγάλης κλίμακας) π.χ. τα εργαλεία **BREEAM, LEED, κλπ.**
- ❑ **Η δεύτερη κατηγορία** εργαλείων βασίζεται στη **μεθοδολογία της ανάλυσης του κύκλου ζωής** και εφαρμόζεται κυρίως στην επιλογή των κατάλληλων πρακτικών σχεδιασμού και των υλικών κατασκευής (και συνδυασμού αυτών).

Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ)

Σκοπός

Η συλλογή και εξέταση των στοιχείων εισόδου και εξόδου των **ενεργειακών ισοζυγίων** και **ισοζυγίων μάζας** και των **περιβαλλοντικών επιπτώσεων**

Προσδιορίζονται απευθείας μέσω της λειτουργίας του προϊόντος ή του συστήματος εξυπηρέτησης κατά τη **διάρκεια του κύκλου ζωής**.



Ανάλυση Κύκλου Ζωής (ΑΚΖ)

- ✓ Αυτό είναι εφικτό μέσω της παρακολούθησης του προϊόντος από την «γέννηση» μέχρι την «ταφή» του, από την εξόρυξη των πρώτων υλών, την παραγωγή, την χρήση μέχρι και την τελική του διάθεση.
- ✓ Μέσα από αυτή τη διαδικασία επιτυγχάνεται ο εντοπισμός εκείνων των δραστηριοτήτων που προκαλούν τις σοβαρότερες περιβαλλοντικές επιβαρύνσεις.
- ✓ Οι παραγωγοί συνεπώς μπορούν να προσανατολιστούν σε συγκεκριμένους τομείς για να μειώσουν ή ακόμα και να ελαχιστοποιήσουν τις πιέσεις που ασκούνται στο περιβάλλον από την παραγωγική τους διαδικασία.



3. Κυκλικός Σχεδιασμός & 10R για Βιώσιμη Δόμηση



Αρχές Βιώσιμης Δόμησης

1

Εισαγωγή και ανάλυση του αντικειμένου.

Περιβαλλοντικές επιπτώσεις του τομέα δόμησης. Διάρκεια ζωής κατασκευών. Μέθοδοι και εργαλεία εκτίμησης περιβαλλοντικού κόστους (ΠΚ).

2

Ανάλυση κύκλου ζωής (ΑΚΖ). Το μεθοδολογικό πλαίσιο ΑΚΖ. Ορισμός στόχου και πεδίου εφαρμογής. Εργαλεία λογισμικού ΑΚΖ. Συστήματα αξιολόγησης και πιστοποίησης της βιωσιμότητας των κτιρίων (BREEAM, LEED, κλπ.).

3

Εκτίμηση διάρκειας ζωής. Ανθεκτικότητα ΔΥ σε διάρκεια. Γενικοί μηχανισμοί μείωσης ανθεκτικότητας ΔΥ και κατασκευών. Συνήθεις μηχανισμοί μείωσης ανθεκτικότητας σπλισμένου σκυροδέματος. Εκτίμηση διάρκειας ζωής μέσω υπολογιστικών προσομοιωμάτων.

4

Περιβαλλοντικό κόστος. Πάγιο περιβαλλοντικό κόστος. Λειτουργικό περιβαλλοντικό κόστος. Ολικό περιβαλλοντικό κόστος. Υπολογισμός ΠΚ και βελτιστοποίηση. Ανασκόπηση κανονισμών και οδηγιών για βιώσιμη δόμηση.

5

Αρχές κυκλικής οικονομίας και εφαρμογές στη δόμηση. Αρχές κυκλικής οικονομίας και βιομηχανικής οικολογίας. Ανακύκλωση αποβλήτων εκσκαφών, κατασκευών και κατεδαφίσεων (ΑΕΚΚ). Σχεδιασμός συστημάτων βιομηχανικής δόμησης με δυνατότητα αποσυναρμολόγησης / επανάχρησης.

6

Χρήση συμπληρωματικών υλικών τσιμέντου στη δόμηση. Χρήση συμπληρωματικών υλικών και βιομηχανικών προϊόντων στη δόμηση (τέφρες, σκωρίες, κλπ.).

7

Δέσμευση CO₂ στις κατασκευές. Το πρόβλημα εκπομπών CO₂. Δέσμευση CO₂ στις κατασκευές και μετριασμός της κλιματικής αλλαγής.



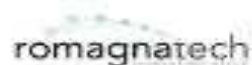
Co-funded by
the European Union



CIRCES – SKILLS FOR FUTURE PEOPLE

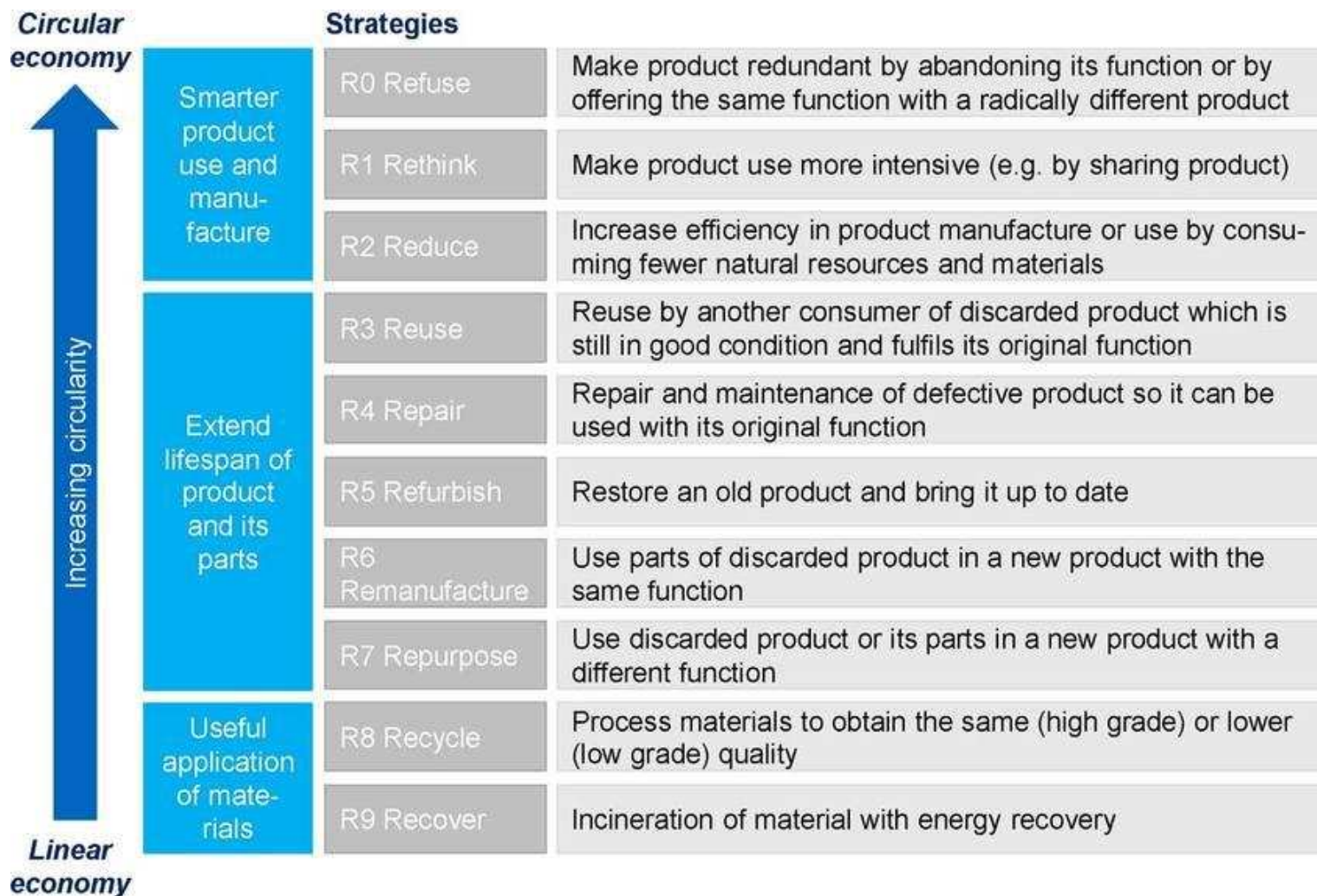
Κυκλικός Σχεδιασμός: Δεξιότητες για τους Ανθρώπους του Μέλλοντος

Καθ. Ευάγγελος Γ. Παπαδάκης
Επιστημονικός Υπεύθυνος Έργου





Co-funded by
the European Union



Τα 10R της Κυκλικής Οικονομίας



Σχεδιασμός για Αποσυναρμολόγηση, Επαναχρησιμοποίηση & Ανακύκλωση

1. Η **αποσυναρμολόγηση** και η **αποδόμηση** συμβαίνουν συχνά στο τέλος του κύκλου ζωής ενός κτηρίου και *στοχεύουν στην αύξηση της επαναχρησιμοποίησης και της ανακύκλωσης δομικών στοιχείων και υλικών*, μειώνοντας έτσι τη δημιουργία απορριμμάτων.

Ο σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση **απαιτεί αλλαγές στις παραδοσιακές μεθόδους σχεδιασμού, προγραμματισμού και κατασκευής** και οι βασικές αρχές του περιλαμβάνουν:

- σχεδιασμό συνδέσεων που είναι προσβάσιμες και εύκολο να αποσυναρμολογηθούν,
- καλή τεκμηρίωση δομικών υλικών και εξαρτημάτων,
- σχεδιασμό απλών κατασκευών για την επίτευξη τυποποίησης των διαστάσεων και των λεπτομερειών των εξαρτημάτων,
- ξεχωριστά στοιχεία που δεν απορρίπτονται, ανακυκλώνονται και επαναχρησιμοποιούνται, όπως μηχανικά, ηλεκτρικά και υδραυλικά συστήματα.

Σχεδιασμός για Αποσυναρμολόγηση, Επαναχρησιμοποίηση & Ανακύκλωση

2. Η **επαναχρησιμοποίηση** θεωρείται τρόπος βελτίωσης της περιβαλλοντικής επίδοσης των **κτηρίων**, επειδή *αποφεύγει τη δημιουργία αποβλήτων από την κατεδάφιση κτηρίων και αντικαθιστά τα πρωτογενή υλικά και προϊόντα*, με πιθανά οφέλη όσον αφορά τη μείωση των αερίων του θερμοκηπίου και την ενεργειακή επίδοση.
3. Η **ανακύκλωση** είναι η διαδικασία συλλογής και επεξεργασίας υλικών που διαφορετικά θα πετιούνταν ως απορρίμματα και τη μετατροπή τους σε νέα προϊόντα.

Η **διαφορά** είναι ότι η **επαναχρησιμοποίηση διατηρεί τη λειτουργικότητα των υλικών και των εξαρτημάτων**, ενώ η **ανακύκλωση στοχεύει στην απομάκρυνση των απορριμμάτων που αναπαράγονται σε νέα υλικά**.

Ως εκ τούτου, η **επαναχρησιμοποίηση είναι περιβαλλοντικά προτιμότερη από την ανακύκλωση**, ωστόσο, δεν είναι όλα τα στοιχεία στα κτήρια διασώσιμα στην αρχική τους κατάσταση

Αρθρωτή κατασκευή

Η αρθρωτή κατασκευή είναι μια αναδυόμενη τεχνική κατασκευής εκτός εργοταξίου κατά την οποία παράγονται δομικές αρθρωτές μονάδες σε εργοστάσια και μεταφέρονται προς συναρμολόγηση στο εργοτάξιο για να σχηματίσουν κτήρια με δυνατότητες αποσυναρμολόγησης.

Οι διακριτές αρθρωτές μονάδες σχηματίζουν συνήθως μια αυτοφερόμενη δομή και περιέχει το δάπεδο, το φινίρισμα, τα υδραυλικά και κάποια έπιπλα.

- ❖ Η αρθρωτή κατασκευή παρουσιάζει **ταχεία αναπτυξιακή τάση** διεθνώς.





4. Βιομηχανική Οικολογία για Βιώσιμη Δόμηση



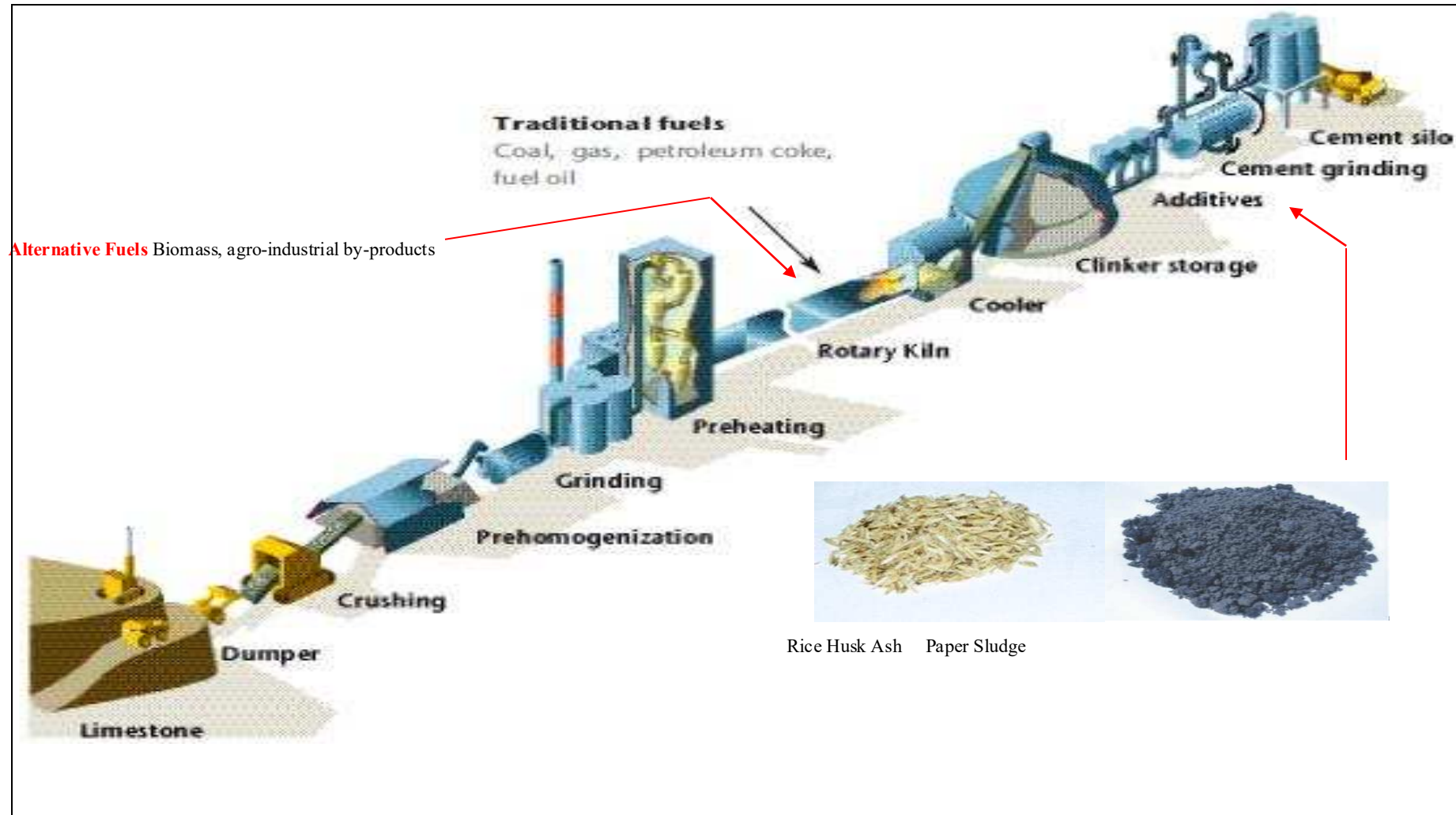
Βιομηχανική οικολογία προς μια βιώσιμη κατασκευή

Βιομηχανική οικολογία είναι «η Επιστήμη της Αειφορίας», μέσω της ελαχιστοποίησης της κατανάλωσης φυσικών πόρων και της παραγωγής απορριμμάτων με βέλτιστη αξιοποίηση των πρώτων υλών για την παραγωγή προϊόντων με βέλτιστη επίδοση και προσδόκιμο ζωής.

*Η εφαρμογή της βιομηχανικής οικολογίας περιλαμβάνει **την ανακύκλωση των παραπροϊόντων μιας βιομηχανίας και την χρησιμοποίησή τους από μια άλλη βιομηχανία**, αντικαθιστώντας τις παρθένες πρώτες ύλες με τις ανακυκλώσιμες. Με αυτόν τον τρόπο μειώνουν την περιβαλλοντική επίδραση και οι δύο βιομηχανίες.*



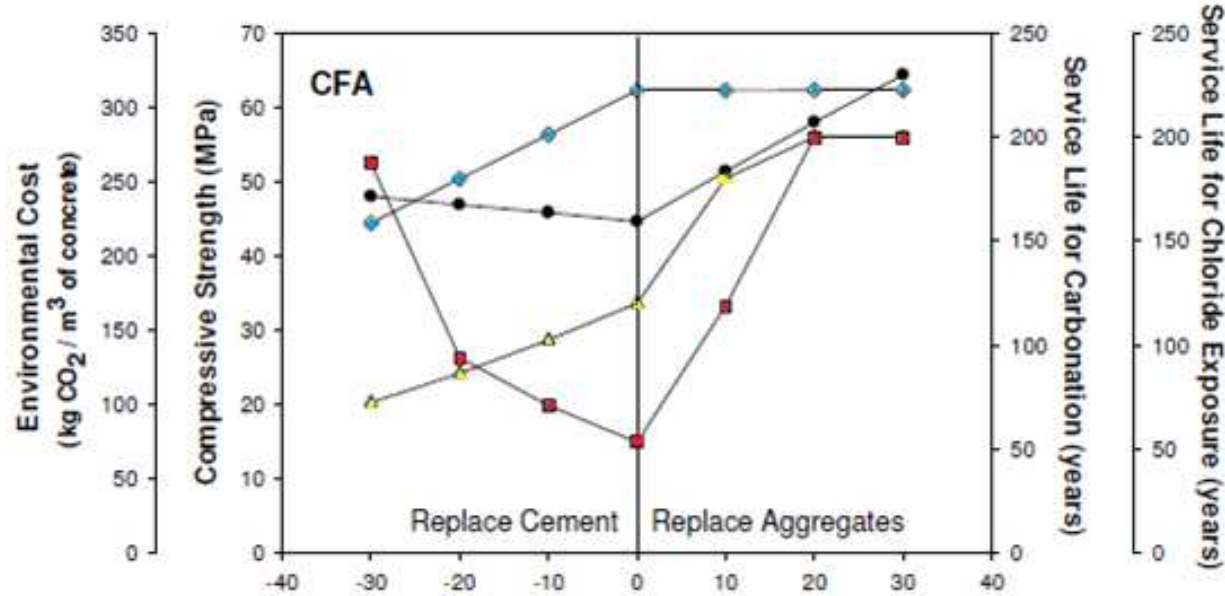
Παράδειγμα: Προτάσεις για πιο πράσινη παραγωγή τσιμέντου



Υλικά και τεχνικές για μείωση περιβαλλοντικού κόστους

1. Αντικατάσταση όσο το δυνατόν περισσότερου τσιμέντου Portland από **συμπληρωματικά υλικά τσιμέντου (supplementary cementing materials, SCM)**, ειδικά αυτά που είναι παραπροϊόντα βιομηχανικών διεργασιών, όπως ιπτάμενη τέφρα, σκωρία υψικαμίνου, πυριτική παιπάλη, τέφρες βιομάζας, κλπ. → **βιομηχανική οικολογία**
2. **Χρήση ανακυκλωμένων υλικών** στη θέση των φυσικών πόρων (ανακύκλωση σκυροδέματος).
3. **Βελτίωση της ανθεκτικότητας και επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των κατασκευών**, μειώνοντας έτσι την ένταση και έκταση των επισκευών.
4. **Βελτίωση των μηχανικών και άλλων ιδιοτήτων του σκυροδέματος**, οι οποίες μπορούν επίσης να μειώσουν την ποσότητα των απαιτούμενων υλικών.
5. Χρήση υπολειμματικής αγροτικής βιομάζας για **κάλυψη ενεργειακών αναγκών** μονάδων παραγωγής δομικών υλικών.
6. Επαναχρησιμοποίηση βοηθητικών πόρων, πχ. νερό πλύσης, κ.α.

Παράδειγμα: Γενική συμπεριφορά σκυροδέματος ασβεστιτικής ιπτάμενης τέφρας-αντοχή σκυροδέματος, διάρκεια ζωής, περιβαλλοντικό κόστος



✓ Συγκριτική αξιολόγηση δεικτών αντοχής, ανθεκτικότητας και περιβαλλοντικού κόστους

✓ Μείωση του περιβαλλοντικού κόστους διατηρώντας την αντοχή και διάρκεια ζωής πάνω από τις τιμές στόχου.



Compressive strength
Service life for carbonation
Service life for chloride exposure
Environmental cost

Ανακύκλωση Σκυροδέματος

- Στην περιφέρεια της ΔΕ υπάρχει **περιορισμένος αριθμός λατομείων** για την κάλυψη αναγκών της. Η περιφερειακή συνολική παραγωγή δεν επαρκεί για την κάλυψη των αναγκών σε παραγωγή σκυροδεμάτων, για κατασκευή οδοστρωσιών και ασφαλικών, για συντήρηση οδών και για άλλα έργα υποδομών.



Πρόταση

- Προώθηση της χρήσης αδρανών από ανακυκλωμένο σκυρόδεμα στις εταιρείες σκυροδέματος (όχι μόνο για οδοστρωσία) και σημαντική αναβάθμισή των.
- Διερεύνηση της δυνατότητας ενανθράκωσης του ανακυκλωμένου σκυροδέματος, π.χ. σε εργοστάσιο παραγωγής τσιμέντου ή άλλο παραγωγό CO₂, ώστε να επιτυγχάνεται δέσμευση CO₂ στη μάζα τους για επιπλέον περιβαλλοντικά οφέλη έναντι κλιματικής αλλαγής.

- Η απόρριψη γύψου σε χώρους υγειονομικής ταφής οδηγεί στην παραγωγή υδρόθειου (όταν αναμιγνύεται με βιοαποικοδομήσιμα απόβλητα), το οποίο είναι ένα άχρωμο, δηλητηριώδες εύφλεκτο αέριο με χαρακτηριστική δυσάρεστη οσμή.



Πρόταση

- Ξεχωριστή συλλογή γυψοσανίδων από ΑΕΚΚ σε διακριτούς κάδους που θα είναι τοποθετημένοι σε μεγάλες πόλεις της Π. Δυτικής Ελλάδας.
- Μεταφορά των γυψοσανίδων από τις εταιρείες συλλογής και μεταφοράς ΑΕΚΚ που είναι συμβεβλημένες με ΣΣΕΔ απευθείας σε τελικούς χρήστες, πχ. εργοστάσια παραγωγής τσιμέντου, γυψοσανίδων κλπ.
- Χρήση των συλλεχθέντων γυψοσανίδων ως πρώτη ύλη στα εργοστάσια παραγωγής τσιμέντου **για αντικατάσταση της πρόσθετης γύψου στο τσιμέντο.**
- Εναλλακτική αξιοποίηση ως γεωργική γύλιος κ.α.

Scaling up eWASTE circular economy in Adrion region

CIRCLEWASTE

Χρήση κλασμάτων ΑΗΗΕ στη δόμηση

- The project CIRCLEWASTE is funded by the Interreg IPA-ADRION Programme under Project Code IPA-ADRION00124, within Programme Priority 2: Supporting a Greener and Climate Resilient Adriatic-Ionian Region.
- The goal of CIRCLEWASTE is to support the long-term sustainability of businesses that add economic, environmental and social value to the Waste from Electronic and Electric Equipment (eWASTE), by providing businesses with a consistent source of eWASTE for their circular model, ensuring a continuous cycle of use and reuse.
- A group of 12 partners from 8 ADRION countries will collaborate to develop collective solutions aimed at boosting eWASTE businesses in the region.

5. ΓΕΝΙΚΑ ΣΥΜΠΕΡΑΣΜΑΤΑ

- Συμπερασματικά, μεγάλη έμφαση πρέπει να δοθεί στα εξής:

1.

Η «βιωσιμότητα» ενός δομικού υλικού ή μιας κατασκευής πρέπει να υπολογίζεται ποσοτικά, τεχνοκρατικά, μέσω εκτίμησης του **Ολικού Περιβαλλοντικού Κόστους** ή μέσω **Ανάλυσης Κύκλου Ζωής (LCA)**.

2.

Εν αρχή ην ο **Κυκλικός Σχεδιασμός (ΚΣ)** και η ιεραρχική εφαρμογή των 10R ώστε να επιτύχουμε αρχές Κυκλικής Οικονομίας στη Δόμηση:
Σχεδιασμός για αποσυναρμολόγηση, επαναχρησιμοποίηση & ανακύκλωση.

3.

Υπάρχει πλήθος κατάλληλων βιομηχανικών και άλλων παραπροϊόντων που μπορούν να χρησιμοποιηθούν ως πρώτες ύλες στις βιομηχανίες παραγωγής δομικών υλικών:
Βιομηχανική Οικολογία (ΒΟ).

4.

Οι βιομηχανίες ΔΥ πρέπει να στοχεύουν σταθερά στη βιωσιμότητα, υιοθετώντας τα **αποτελέσματα της Έρευνας**. Η **Πολιτεία** πρέπει να καταστεί ουσιαστικός υποστηρικτής της εφαρμογής δράσεων ΚΣ & ΒΟ με **Κανονισμούς & Χρηματοδότηση**.



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Ευχαριστώ για την προσοχή σας!

Καθ. Ευάγγελος Γ. Παπαδάκης

Τμήμα Πολιτικών Μηχανικών
Πανεπιστήμιο Πατρών

vgpapadakis@upatras.gr

