



ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ
ΠΑΤΡΩΝ
UNIVERSITY OF PATRAS

Κυκλική Οικονομία: Αναγκαιότητα, παραδείγματα, δυνατότητες

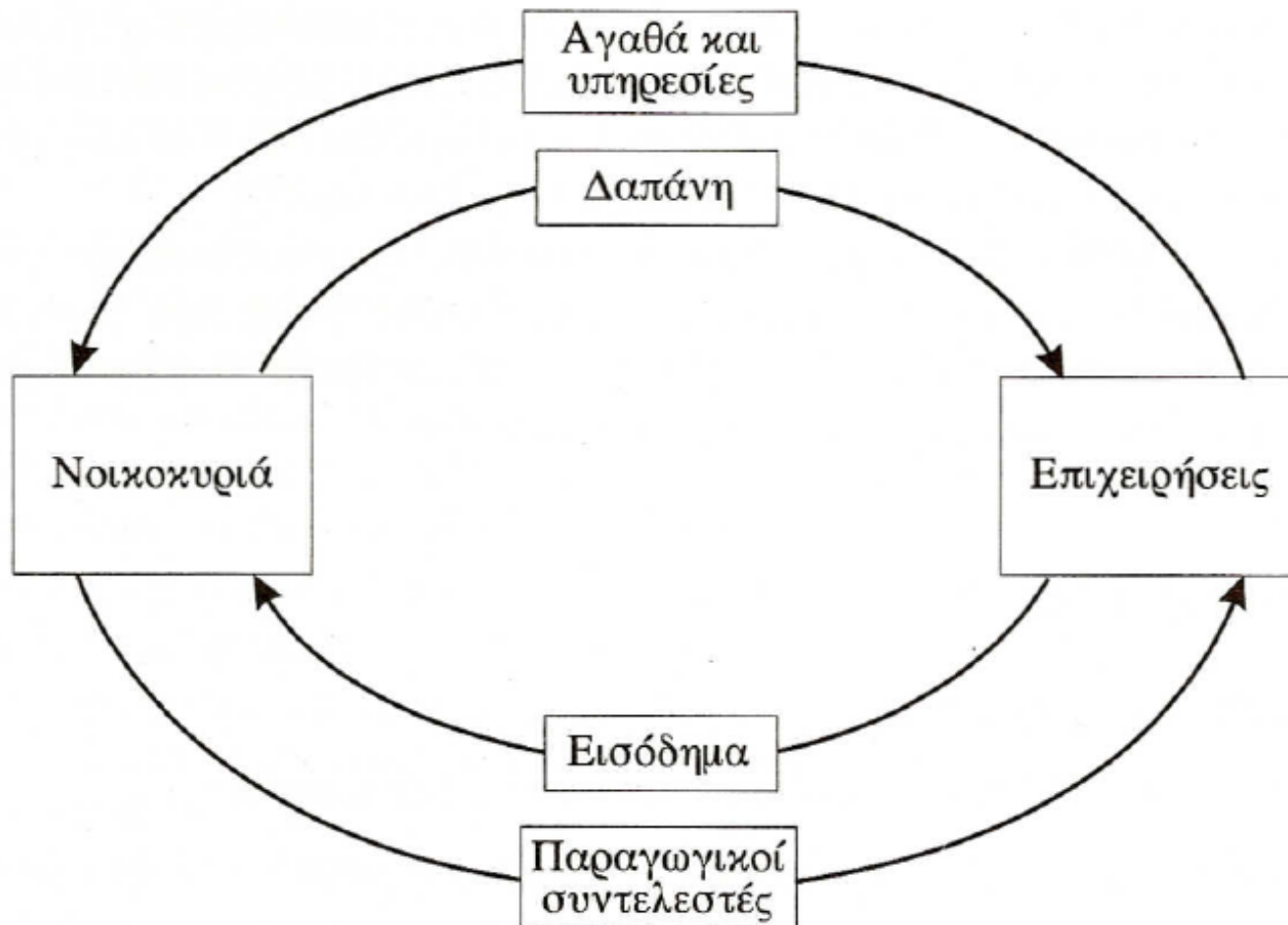


Ευάγγελος Γ. Παπαδάκης

*Καθηγητής Φυσικών & Χημικών Διεργασιών Περιβάλλοντος,
Ανθεκτικότητα και Βιωσιμότητα Κατασκευών
Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων
Πολυτεχνική Σχολή, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ*

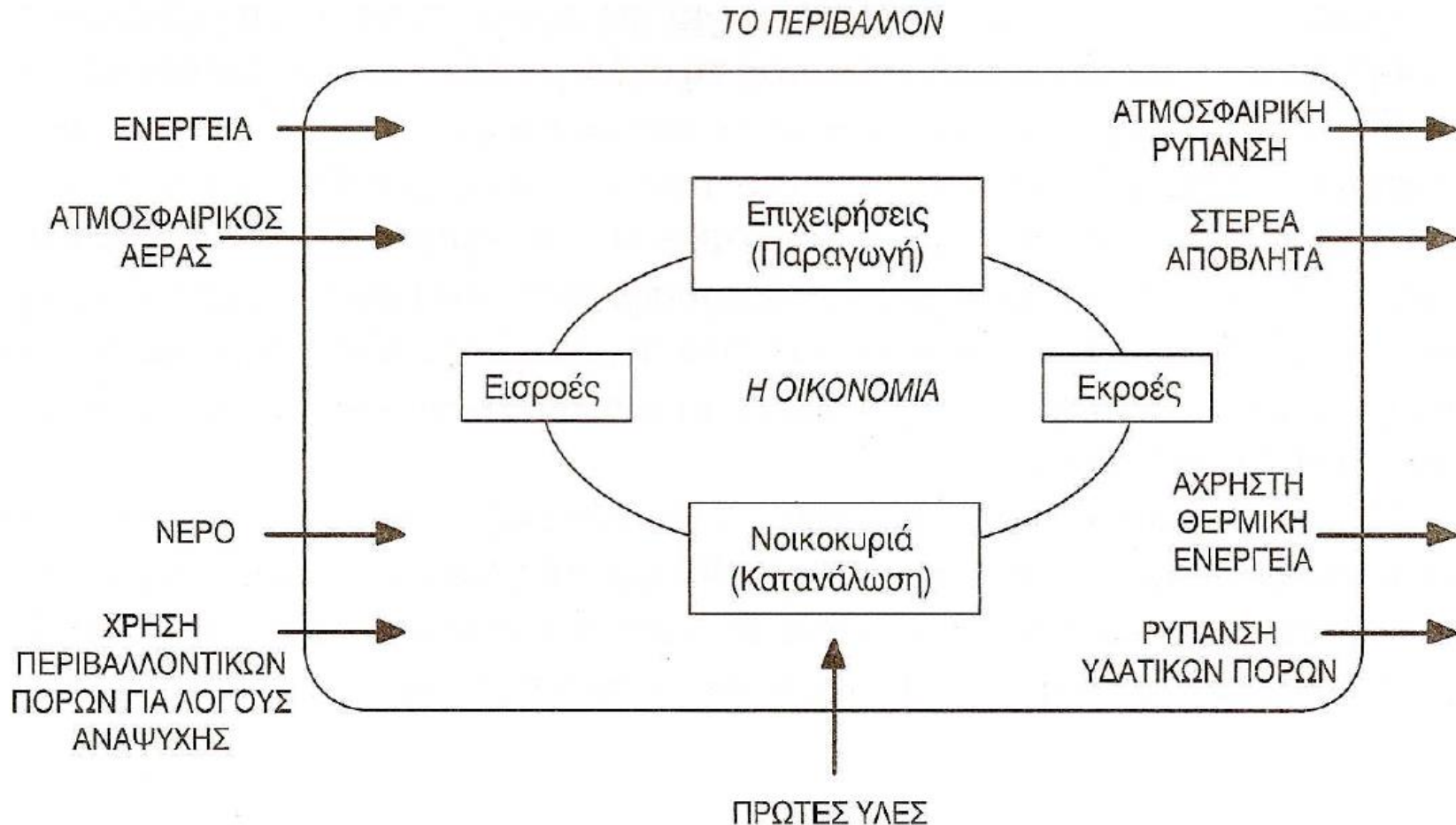
Το Οικονομικό Κύκλωμα:

Μια παλιά, κλασσική προσέγγιση



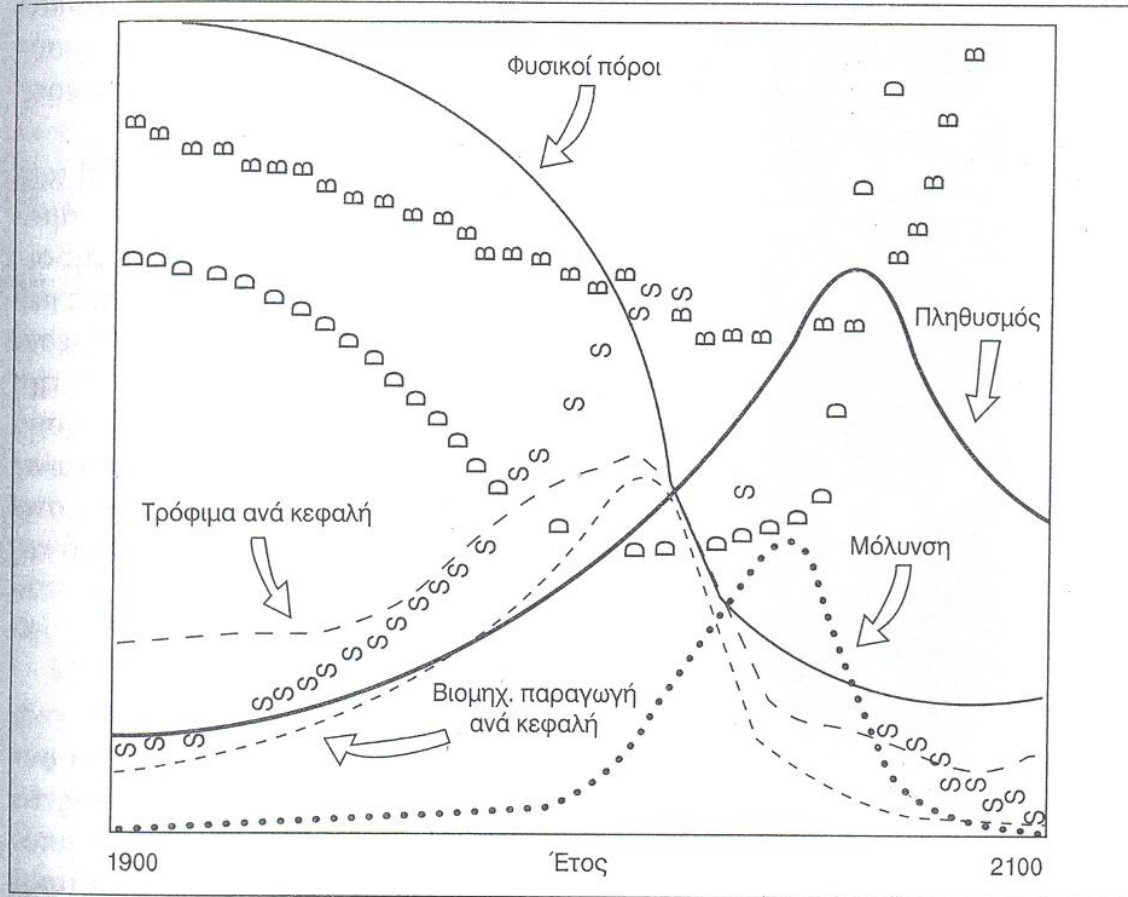
Το Οικονομικό Σύστημα & το Περιβάλλον:

Το ισχύον γραμμικό μοντέλο



Δύο όψεις του Μέλλοντος: το Απαισιόδοξο Σενάριο

ΣΧΗΜΑ 1.1. Προβλέψεις σύμφωνα με το κανονικό υπόδειγμα της μελέτης Τα Όρια της Οικονομικής Μεγέθυνσης.

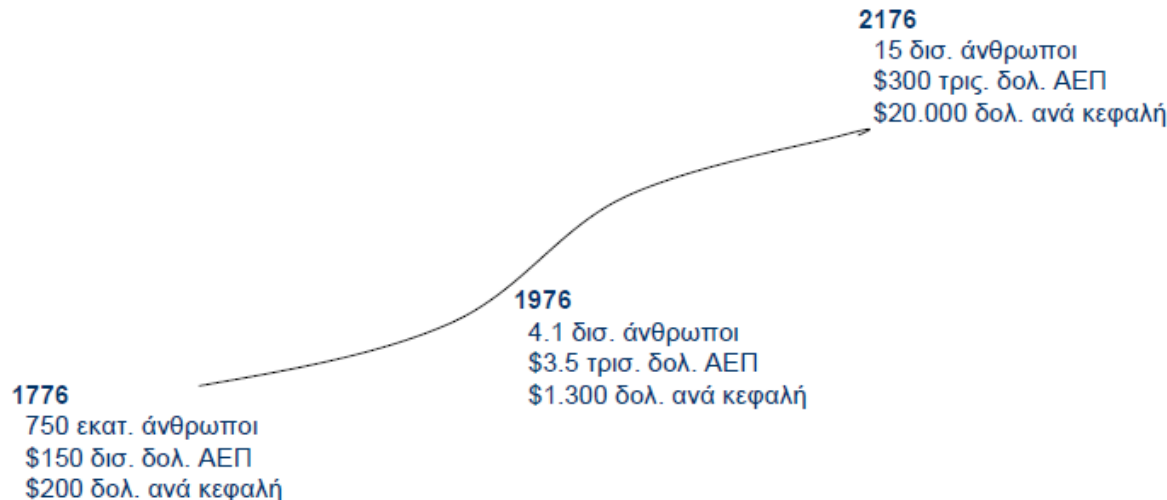


ΠΗΓΗ: *The Limits to Growth: A Report for the Club of Rome's Project on the Predicament of Mankind*, των Donella H. MEADOWS, Dennis L. MEADOWS, Jorgen RANDERS και William H. BEHRENS, III (Universe Books, N.Y., 1972).

Δύο όψεις του Μέλλοντος: το Αισιόδοξο Σενάριο

Ο Herman Kahn και οι συνεργάτες του δεν πίστευαν το σενάριο των 'ορίων' και αντιπρότειναν **«Τα Επόμενα 200 Χρόνια»**

- Η αισιοδοξία στηρίζεται σε αδιάκοπη εξέλιξη τεχνολογικής προόδου που συνεχώς διευρύνει τα φυσικά όρια.



Για τον Καν οποιαδήποτε παρέμβαση περιορισμού μεγέθυνσης στην φυσική εξέλιξη της κοινωνίας θα ήταν ανήθικη: καταδικάζοντας τους φτωχότερους σε μιζέρια.

Όμως...

“Η οικολογική υποβάθμιση δεν είναι το ίδιο με τη στενότητα πρώτων υλών. Στο μέλλον, ο σάπιενς μπορεί πια να κατέχει το κέρας της Αμάλθειας ως προς τα νέα υλικά και τις πηγές ενέργειας, όμως θα συνεχίσει να καταστρέφει ότι έχει απομείνει από το φυσικό περιβάλλον...

Στην πραγματικότητα, η οικολογική αναστάτωση μπορεί να θέσει σε κίνδυνο και την επιβίωση του ίδιου του σάπιενς (φαινόμενο θερμοκηπίου, εκτεταμένη μόλυνση, κλπ.). Καθώς οι άνθρωποι θα χρησιμοποιούν τη δύναμή τους για να ακυρώσουν τις δυνάμεις της φύσης, θα προκαλούν παρενέργειες και μεγαλύτερο χάος...

Ίσως σε κάποια χρόνια από σήμερα, ευφυή ποντίκια θα βλέπουν με ευγνωμοσύνη τον αποδεκατισμό που προκάλεσε η ανθρωπότητα, όπως ~~εμείς~~ σήμερα ευγνωμονούμε εκείνον τον αστεροειδή που έθαψε τους δεινόσαυρους...”

Yaval Noah Harari, Μια Σύντομη Ιστορία του Ανθρώπου



Αναγκαιότητα

Η συμβατική οικονομική δίνει παραπλανητική εικόνα της σχέσης οικονομικού συστήματος και περιβάλλοντος (ουσιαστικά αγνοεί ότι το περιβάλλον είναι πεπερασμένο).

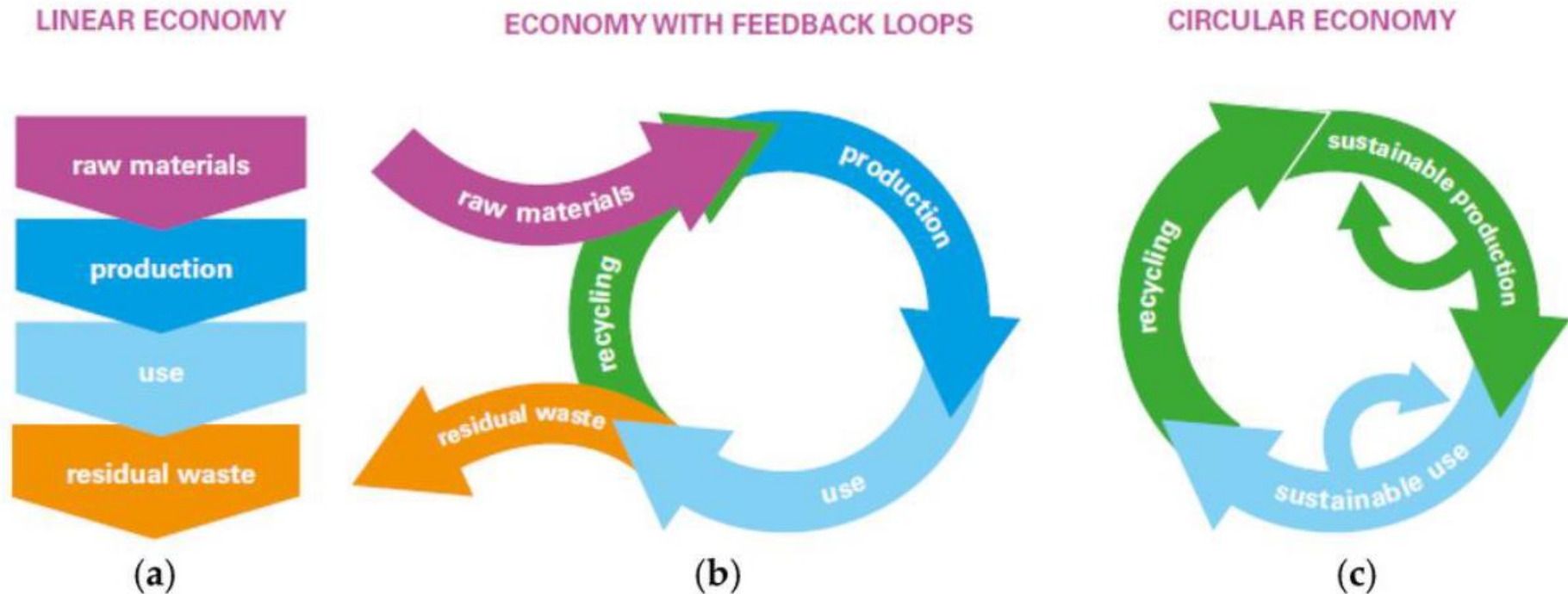
Εμφανίζει την οικονομία ως κλειστή ενώ είναι φυσικά αδύνατο. Το οικονομικό σύστημα είναι ανοιχτό σύστημα που στηρίζεται όμως στην περιορισμένη φύση, την οποία καταναλώνει γραμμικά. Η οικονομία δεν μπορεί να αγνοεί τους βασικούς κανόνες της φύσης:

1^{ος} Νόμος της Θερμοδυναμικής: Η ενέργεια και η ύλη δεν μπορούν ούτε να δημιουργηθούν ούτε να καταστραφούν.


Εάν η μετατροπή ενέργειας ήταν εφικτή χωρίς απώλεια (100%) ένα κομμάτι άνθρακα θα μπορούσε να χρησιμοποιηθεί αιωνίως. Δηλαδή η τέλεια ανακύκλωση δεν είναι εφικτή - Ο **2^{ος} Νόμος της Θερμοδυναμικής** ορίζει τα τελικά όρια σπανιότητας της οικονομίας.

Όσο μεγαλύτερος ο εσωτερικός βαθμός ανακύκλωσης (μείωση εξωτερικής ροής υλών και ενέργειας) τόσο μεγαλύτερα τα όρια της οικονομίας και της αειφορίας : ανάγκη για Κυκλική Οικονομία.

Γραμμική → Κυκλική Οικονομία



©Ως κυκλική οικονομία (Ανακοίνωση ΕΕ COM(2014) 398 της 25.9.2014) ορίζεται η διατήρηση σε χρήση και αξιοποίηση των υλικών ροών, των ροών ενέργειας και των προϊόντων σε μια οικονομία για όσο το δυνατόν μεγαλύτερο χρονικό διάστημα με βιώσιμο τρόπο.



(αποσπασματικά)
**Παραδείγματα και Δυνατότητες
π.χ., από τα οικιακά απορρίμματα**

Ένα κουτάκι αλουμινίου «καίει» 0,1 λίτρο πετρέλαιο



Για ένα κουτάκι, που ζυγίζει περίπου 15 γρ. χρειάζεται:

- βωξίτης βάρους 60 γραμμαρίων, τα κοιτάσματα του οποίου δεν είναι ανεξάντλητα.
- ενέργεια, ικανή να λειτουργήσει μια τηλεόραση για 3 ώρες.

Αυτοί οι φυσικοί πόροι πάνε χαμένοι εάν το κουτάκι πέσει στα κοινά σκουπίδια, όπου θα μείνει για πολλά χρόνια πριν διαλυθεί.

Αντίθετα, η ανακύκλωσή του έχει πολλά οφέλη:

- για να παραχθεί ένα νέο κουτάκι από ανακύκλωση απαιτείται **μόλις το 5%** της ενέργειας της κανονικής παραγωγής.
- αποφεύγουμε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα σχεδόν ίσες με το βάρος του.
- για κάθε τόνο ανακυκλώσιμου αλουμινίου **κερδίζουμε** 4 τόνους βωξίτη, 37 βαρέλια πετρέλαιο, 500 κιλά σόδα και 100 κιλά ασβεστόλιθο.

Ενώ χρειάζονται μόλις 90 μέρες για να εμφανισθεί πάλι στα ράφια.



Ένα γυάλινο μπουκάλι θα...φώτιζε ένα δωμάτιο για 8 ώρες

Κατασκευάζεται από άμμο (που μας δίνει το πυρίτιο), ανθρακικό νάτριο και ασβεστόλιθο.

Τα 3 αυτά υλικά συγχωνεύονται σε υψηλές θερμοκρασίες – και γι' αυτό απαιτείται σημαντική ενέργεια.

Υπολογίζεται ότι για την **κατασκευή ενός μπουκαλιού καταναλώνεται ενέργεια ίση με αυτή που καίει ένας λαμπτήρας 100 W σε 8 ώρες.**

Ενώ η ανακύκλωση ενός γυάλινου μπουκαλιού μας δίνει το ίδιο προϊόν **με 50% λιγότερη ενέργεια.**

Επίσης υπολογίζεται ότι με την ανακύκλωση **αποσorbούμε εκπομπές διοξειδίου του άνθρακα ίσες με το ένα τρίτο του βάρους του μπουκαλιού.**

Μια μπαταρία **μολύνει 400 κυβικά μέτρα νερού**



100 εκατομμύρια μπαταρίες οικιακής χρήσης πωλούνται κάθε χρόνο στην Ελλάδα.

Μεγάλο ποσοστό από τις μπαταρίες αυτού του τύπου (έως και 20%) περιέχουν υδράργυρο, ένα υλικό που προκαλεί νευρολογικές διαταραχές, θάνατο και τύφλωση. Αν και μικροσκοπικές, οι μπαταρίες μπορεί να προκαλέσουν ανυπολόγιστη καταστροφή, εάν πεταχτούν ανεξέλεγκτα, καθώς περιέχουν το εξαιρετικά επικίνδυνο κάδμιο (συνδέεται με καρκινογένεση, πνευμονοπάθειες, νεφρικές βλάβες κλπ.) και σειρά ακόμα τοξικών ουσιών.

Μια μπαταρία είναι αρκετή για να μολύνει ένα κυβικό μέτρο χώμα και 400 κυβικά νερού!

Αν και η ανακύκλωση μπαταριών δεν αποδίδει άμεσα οικονομικά, μας προστατεύει από τέτοιους κινδύνους.

**5 μπουκάλια =
1 μπουφάν!**



Εκτός από το ότι αυξάνουν τον όγκο των σκουπιδιών εάν δεν «τσαλακωθούν» (έχει υπολογιστεί ότι ο όγκος που καταλαμβάνει κάθε ένα είναι 2,5 φορές το βάρος τους), θα χρειαστεί να περάσουν 400-500 χρόνια πριν αρχίσουν να αποσυντίθενται.

Ανακυκλώνοντας μισό κιλό PET πλαστικά μπουκάλια, εξοικονομεί κανείς ενέργεια αντίστοιχη με 12,000 BTU.

Η διαδικασία για την ανακύκλωσή τους είναι η εξής:

χωρίζονται ανά είδος (PET, PVC, PP), πλένονται και κομματιάζονται. Από τις νιφάδες κατασκευάζονται διάφορα προϊόντα: από νέα πλαστικά μπουκάλια έως ύφασμα, επένδυση μαξιλαριών και μπουφάν.

Έχει υπολογιστεί ότι **5 πλαστικά μπουκάλια** είναι αρκετά για την επένδυση ενός μπουφάν, 25 για ένα φλις παλτό ή 26 μπουκάλια για να φτιαχτεί ένα κουστούμι από πολυεστέρα.



Πάνα μιας χρήσης = 15 δέντρα ανά παιδί

Είναι πρακτική αλλά με πολύ υψηλό κόστος – όχι μόνο οικονομικό αλλά και περιβαλλοντικό.

Έχει υπολογισθεί ότι για κάθε παιδί χρειάζονται πάνω από 3.000 πάνες μιας χρήσης, ποσότητα που απαιτεί την θυσία 15 δέντρων!

Ένα εκατομμύριο δέντρα κόβονται παγκοσμίως μόνο για πάνες μιας χρήσης.

Οι πάνες που χρησιμοποιεί ένα και μόνο παιδί στην ανάπτυξή του ξεπερνούν σε βάρος τον ένα τόνο.

Ένα σπίτι «παράγει» 7,7 κιλά τετραπάκ ετησίως



Οι συσκευασίες από τετραπάκ κατακτούν όλο και μεγαλύτερο κομμάτι της αγοράς, καθώς είναι αρκετά εύχρηστες, τόσο για τις εταιρίες, όσο και για τους καταναλωτές.

Υπολογίζεται ότι μια οικογένεια **σε ένα χρόνο καταναλώνει 300 λίτρα γάλα και «παράγει» σκουπίδια τετραπάκ βάρους 7,7 κιλά.**

Αν και είναι ελαφρύ, μαλακό και ταυτόχρονα ανθεκτικό, το τετραπάκ αποτελεί πραγματικό εφιάλτη για οποιοδήποτε σύστημα ανακύκλωσης.

Καθώς αποτελείται κατά **77% από χαρτί, 18% από πλαστικό και 5% από αλουμίνιο, η ανακύκλωση του απαιτεί τον διαχωρισμό των διαφορετικών υλικών, πράγμα που καθιστά ιδιαίτερα δαπανηρό το κόστος της.**

Σε κάποιες περιπτώσεις οι ίδιες οι εταιρείες που παράγουν τη συσκευασία αναλαμβάνουν και την ανακύκλωση, φτιάχνοντας νέα συσκευασία.

300 εκατ. ευρώ το χρόνο γίνονται...σακούλες



Παράγωγο του πετρελαίου και σύμβολο της κοινωνίας μιας χρήσης, η πλαστική σακούλα έχει κατακλύσει τη ζωή μας.

Πάνω από 60.000 τόνοι πλαστικού μιας χρήσης καταναλώνονται κάθε χρόνο στην Ελλάδα.

Η παραγωγή τους υπολογίζεται ότι στοιχίζει περίπου 300 εκατ. ευρώ, δηλαδή 5 ευρώ το κιλό.

Πολλαπλάσιο είναι το κόστος τους από τη στιγμή που θα πεταχτούν. **Αυξάνουν τον όγκο** των σκουπιδιών, η διαχείρισή τους είναι δύσκολη, ενώ μια πλαστική σακούλα χρειάζεται **από 100 έως 400 χρόνια για να διαλυθεί**, αφού ταφεί. Επιπλέον, **δυσκολεύει** την αποσύνθεση των απορριμμάτων οργανικής προέλευσης που περιέχουν.

Ο βασικός στόχος είναι η **μείωση της χρήσης της**. Από εκεί και πέρα η εκ νέου χρησιμοποίησή, η ξεχωριστή συλλογή και η ανακύκλωση (παρ' ότι κοστίζει αρκετά) αποτελούν καλύτερες επιλογές από το πέταγμα στο σωρό.

Για κάθε τόνο
χαρτιού,

γλιτώνεις 32.000
λίτρα νερό



Για κάθε τόνο χαρτιού που ανακυκλώνουμε, σώζουμε **17 δέντρα**, **32.000 λίτρα νερού**, **2 βαρέλια πετρελαίου** και **4.100 kWh** ηλεκτρικού ρεύματος, ικανού να καλύψει τις ανάγκες ενός σπιτιού για 5 μήνες.

Σημαντική είναι και η **εξοικονόμηση αερίων του θερμοκηπίου** (πάνω από 74%), καθώς και η μείωση του όγκου των απορριμμάτων. **Ένας τόνος από υψηλής ποιότητας ανακυκλωμένο χαρτί μπορεί να αντικαταστήσει 3 τόνους ξύλο για χαρτί.**

Δυστυχώς, όμως, τα περισσότερα περιοδικά που κυκλοφορούν σήμερα στην Ελλάδα δεν χρησιμοποιούν ανακυκλωμένο χαρτί. Ταυτόχρονα, στην προσπάθεια για ιλουστρασιόν εκτυπώσεις περνούν το **χαρτί με επικάλυψη καολίνης**, η οποία περιέχει άργιλο. Ο άργιλος όμως δυσκολεύει την ανακύκλωση, καθώς δημιουργεί σβόλους και δίνει κακής ποιότητας ανακυκλωμένο χαρτί.

5 λεπτά για να αδειάσει, 200 χρόνια για να λιώσει



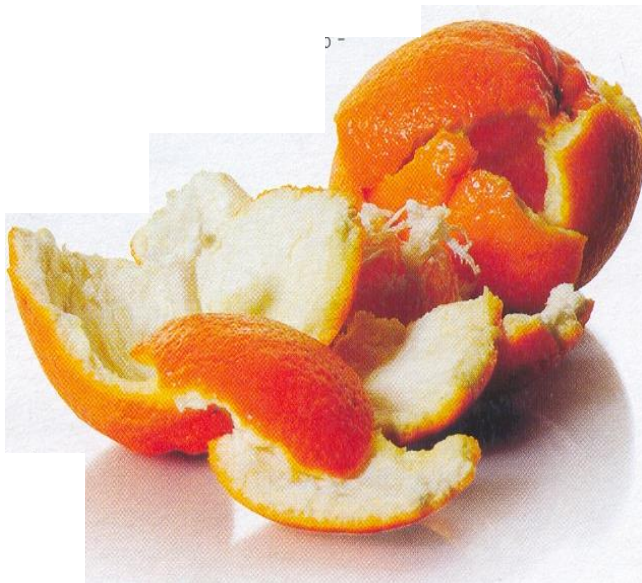
5 λεπτά για να αδειάσει,
200 χρόνια για να λιώσει

Χρησιμοποιούνται για λίγα λεπτά και κάνουν 200 χρόνια για να λιώσουν! Μάλλον δεν συμφέρει...

Αλλά καθώς το φαστ φουντ, το φαγητό «παραγγελία απέξω» και το φαγητό στο πόδι, καφές στο χέρι επεκτείνονται, τα πλαστικά πιατάκια, ποτηράκια, μαχαιροπήρουνα και κάθε είδους σκεύη μιας χρήσης γίνονται τια συνώνυμα της καθημερινότητας.

Φτιαγμένα συνήθως από πολυστυρένιο, αποτελούν μεγάλο μέρος του συνολικού όγκου των πλαστικών απορριμμάτων και είναι εξίσου δύσκολο να διαλυθούν.

Το 1/3 των σκουπιδιών μας είναι κομπόστ



Φλούδες από φρούτα, λαχανικά και κάθε είδους υπολείμματα φαγητού πέφτουν «χύμα» στον σκουπιδοτενεκέ μας, **φτάνοντας το 35% - 50% του συνόλου των σκουπιδιών μας.**

Τα οργανικά σκουπίδια αποτελούν έτσι ένα **μεγάλο μέρος του όγκου των αποβλήτων** που κατευθύνονται για ταφή. Όπως ανακατεύονται με τα άλλα απορρίμματα, δυσκολεύουν την ανακύκλωση.

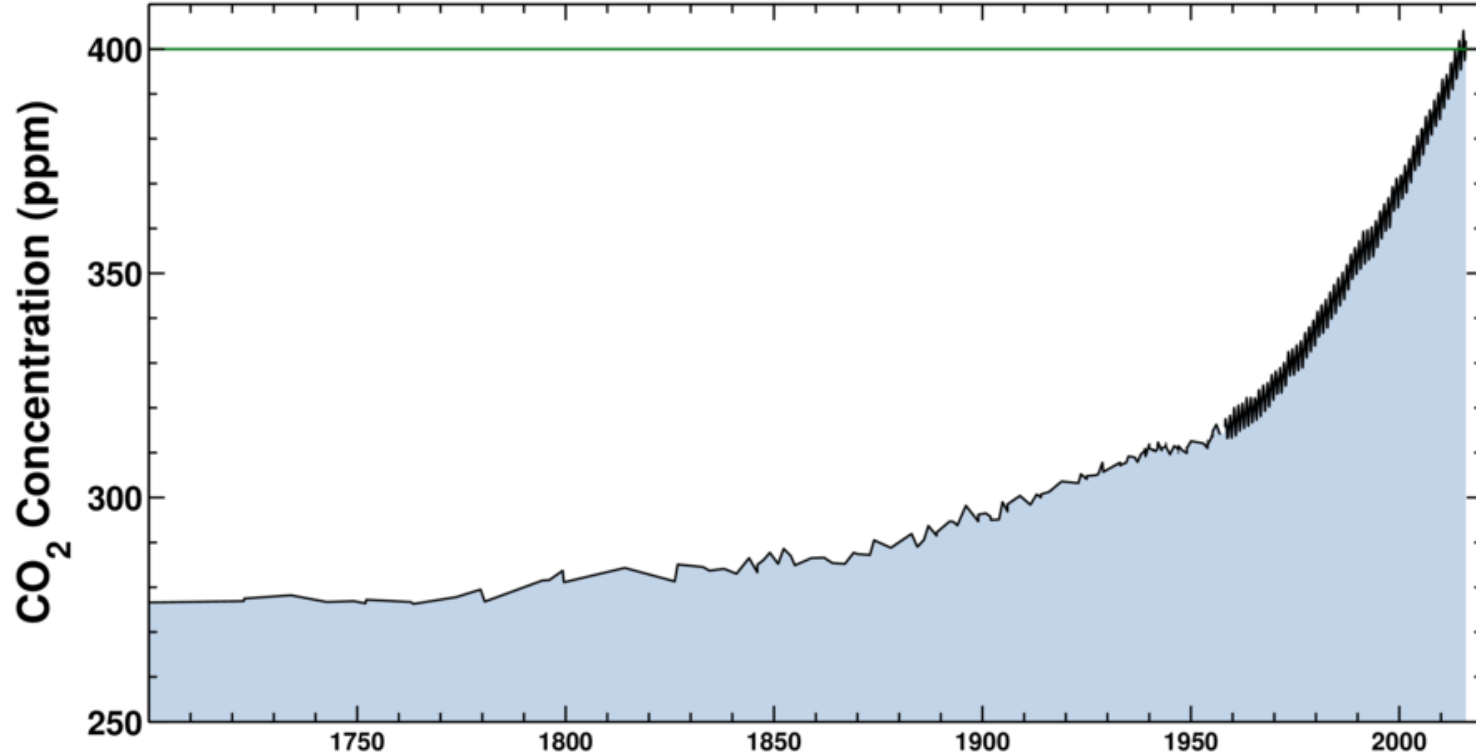
Απεναντίας, εάν έπεφταν σε ξεχωριστό κάδο ή (ακόμα καλύτερα) **εάν συλλέγονταν σε ειδικούς κάδους κομποστοποίησης** σε κάθε σπίτι, θα μπορούσαν να μας δώσουν πολύ καλό κομπόστ, κατάλληλο για επιχωματώσεις και καλλιέργειες.

Εκπομπές CO₂ σε μια γραμμική οικονομία:
δεν αφήνουν περιθώρια για το αισιόδοξο σενάριο

Latest CO₂ reading
January 11, 2016

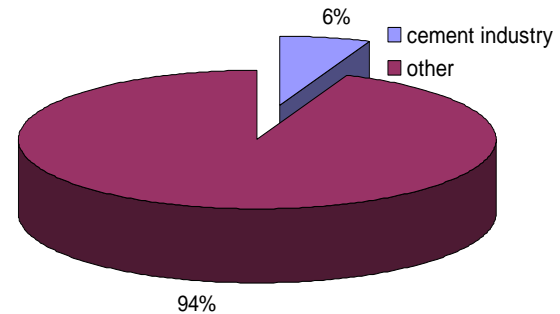
402.10 ppm

Ice-core data before 1958. Mauna Loa data after 1958.



Πανεπ. Πατρών – Τμ ΔΠΦΠ: Βιωσιμότητα του Τομέα Δόμησης

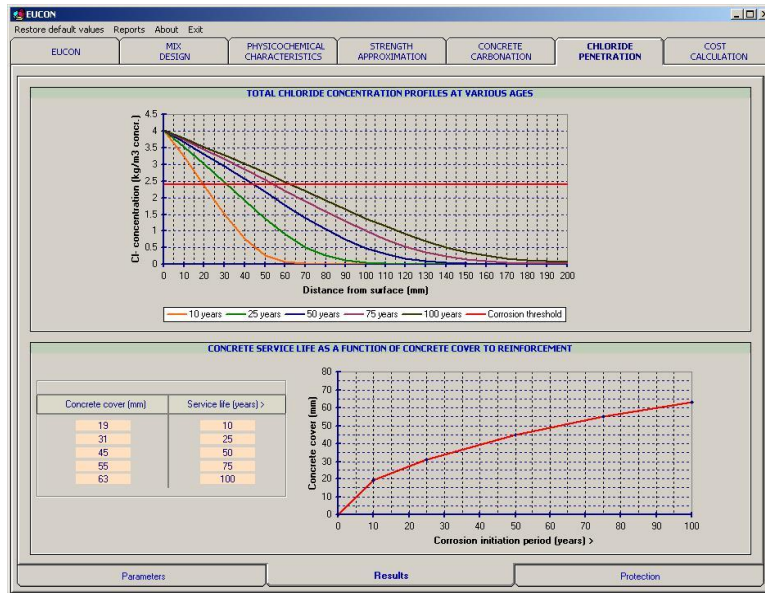
► Η βιομηχανία τσιμέντου συμμετέχει κατά 6% στις παγκόσμιες εκπομπές CO₂



- Η **βιομηχανία κατασκευών** θεωρείται ως ο **μεγαλύτερος καταναλωτής υλικών** στη σύγχρονη κοινωνία μας. Περίπου το **40% κβ** όλων των υλικών που χρησιμοποιούνται σχετίζονται με αυτόν τον βιομηχανικό κλάδο- με το σκυρόδεμα να αποτελεί το πλέον διαδεδομένο υλικό δόμησης (**δεύτερο υλικό σε κατανάλωση μετά το νερό**).
- Ο **τομέας δόμησης**, και η βιομηχανία τσιμέντου ιδιαιτέρως, έχουν επίσης ένα σημαντικό ρόλο στην κάλυψη των αναγκών της κοινωνίας για στέγαση και υποδομές και αναμένεται συνεχής μεγέθυνσή τους στον αναπτυσσόμενο κόσμο (**η ζήτηση για σκυρόδεμα αναμένεται να φτάσει τους 16 εκατ. tn/yr έως το 2050**).
- Ο **τομέας δόμησης** ευθύνεται για υψηλές ενεργειακές καταναλώσεις (**> 42% EU**) και παράγει περισσότερο από **35% των ολικών εκπομπών αερίων θερμοκηπίου**.

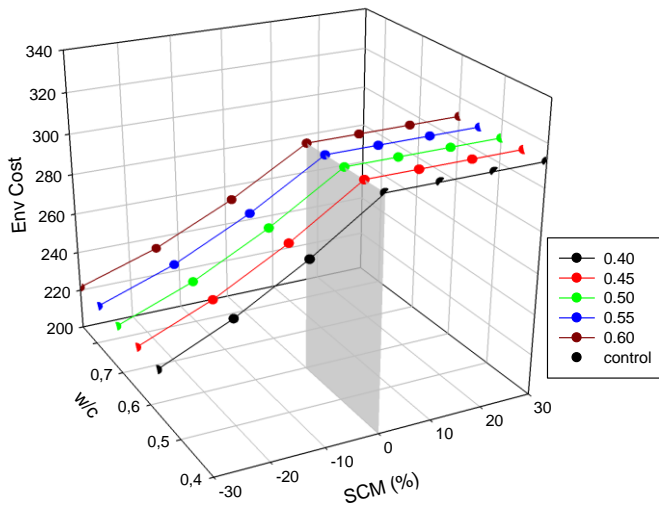
► **Βιωσιμότητα:** μπορεί να εκφραστεί από το **περιβαλλοντικό κόστος (εκπομπές CO₂, κατανάλωση μη-ανανεώσιμης ενέργειας, ή μέσω οικονομικών όρων, κλπ.)**.

Πανεπ. Πατρών – Τμ ΔΠΦΠ: Βιωσιμότητα του Τομέα Δόμησης



Ανθεκτικότητα και Βιωσιμότητα Κατασκευών

- Υπολογισμός και επιμήκυνση της διάρκειας ζωής των κατασκευών (*EUCON models & software, developed by VG Papadakis, et al.*)
- Μεγιστοποίηση της χρήσης ποζολανικών και υδραυλικών παραπροϊόντων (supplementary cementing materials: SCM, τέφρες, σκωρίες, ανακυκλωμένα υλικά, κλπ).
- Ενσωμάτωση ΑΠΕ στα κτίρια.



Πανεπ. Πατρών – Τμ ΔΠΦΠ: Βιομηχανική οικολογία

CIP-EIP-Eco-Innovation “PYRICE”:
Τεχνο-οικονομικός σχεδιασμός και
πιλοτική παραγωγή προηγμένων
υλικών υψηλής προστιθέμενης
αξίας από Τέφρα φλοιών ρυζιού



Κατεργασία με νάνο-μεμβράνες
για κλασματοποίηση υγρών
αποβλήτων ελαιοτριβείου



Αξιοποίηση ελαιοκλαδεμάτων για παραγωγή
κομπόστ και pellets.

Ανάγκη για συντονισμένες & αποτελεσματικές δράσεις



© Όλοι πρέπει να αντιληφθούμε το ΧΡΕΟΣ μας, να αναλάβουμε τις ΕΥΘΥΝΕΣ μας, να υπηρετήσουμε το ρόλο μας στη κοινωνία, και να συμμετάσχουμε στην ουσιαστική μετάβαση από τη γραμμική προς την κυκλική οικονομία:

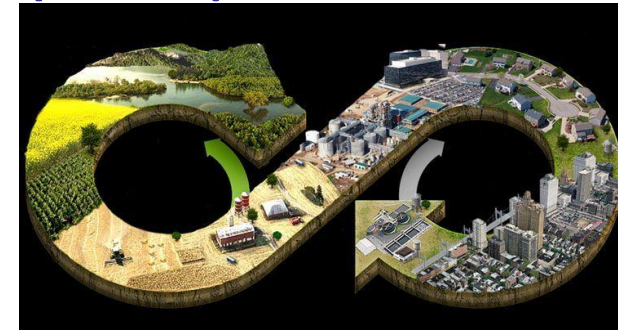
ΗΜΕΡΙΔΑ ΓΙΑ ΤΗΝ ΚΥΚΛΙΚΗ ΟΙΚΟΝΟΜΙΑ

Α' Συνεδρία: Κυκλική Οικονομία & Παραγωγή

Β' Συνεδρία: Οργάνωση & Συστήματα Κυκλικής Οικονομίας

Γ' Συνεδρία: Πόλεις, Πολίτες, Πολιτική για την Κυκλική Οικονομία

Στρογγυλό τραπέζι: “Η μετάβαση στην Κυκλική Οικονομία”



Ευάγγελος Γ. Παπαδάκης

*Καθηγητής Φυσικών και Χημικών Διεργασιών Περιβάλλοντος,
Ανθεκτικότητα & Βιωσιμότητα Κατασκευών*

*Τμήμα Διαχείρισης Περιβάλλοντος & Φυσικών Πόρων
Πολυτεχνική Σχολή, ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΠΑΤΡΩΝ*

e-mail: vgpapadakis@upatras.gr



**Ν'αγαπάς την ευθύνη.
Να λες: Εγώ μονάχος μου έχω χρέος να
σώσω τη γη.
'Αμα δε σωθεί εγώ θα φταίω".**