ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ

Ανάλυση Κύκλου Ζωής

1η φάση ΑΚΖ: λειτουργική μονάδα και όρια συστήματος

Γιώργος Α. Τσαλίδης

Περιεχόμενα

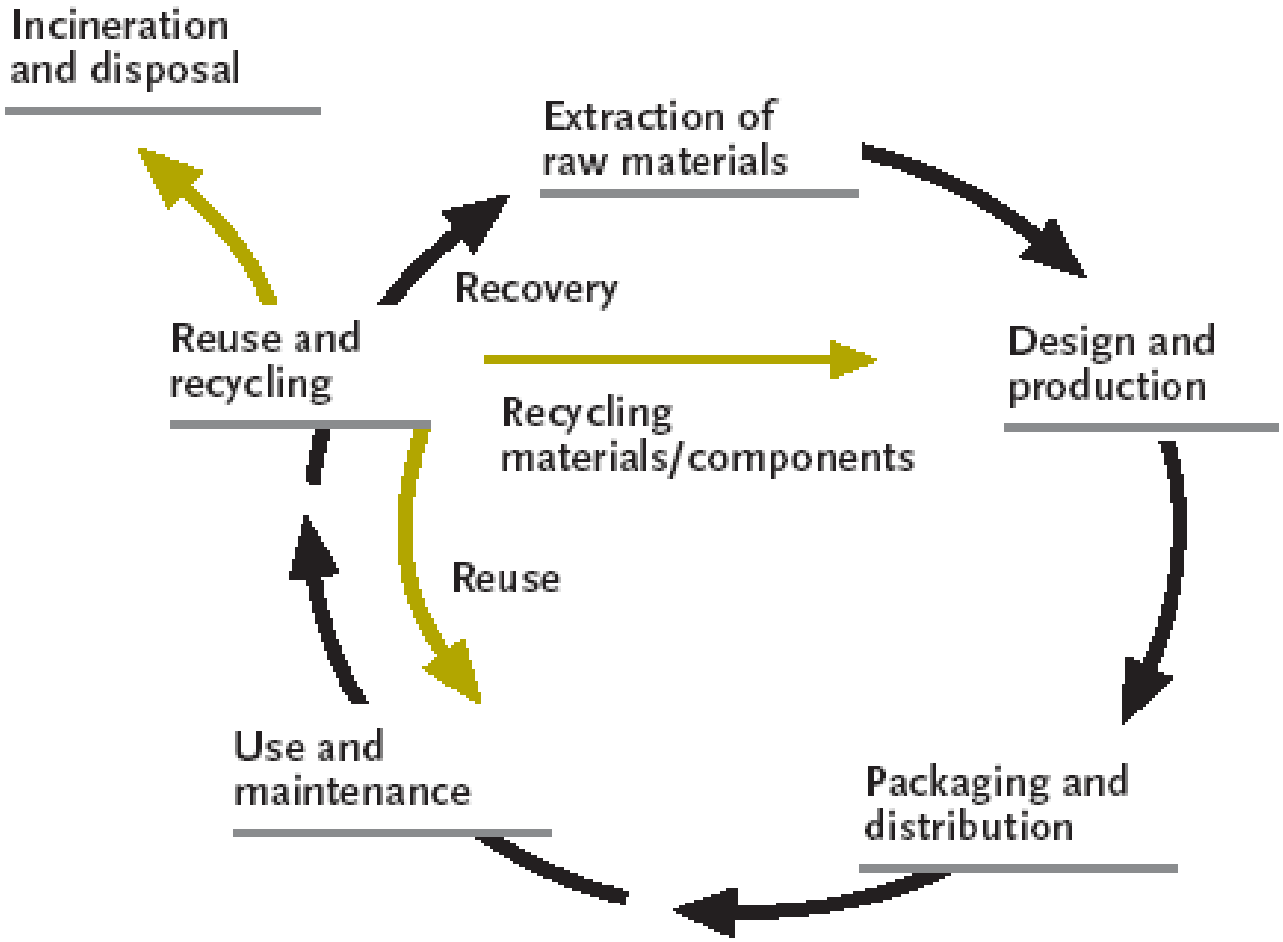
1. Ορισμός στόχου και πεδίου εφαρμογής

1.Α. Λειτουργική μονάδα

1.Β. Όρια συστήματος

Ζωή και Κύκλος και Ανάλυση

- Ζωή?
- Κύκλος?
- Ανάλυση?



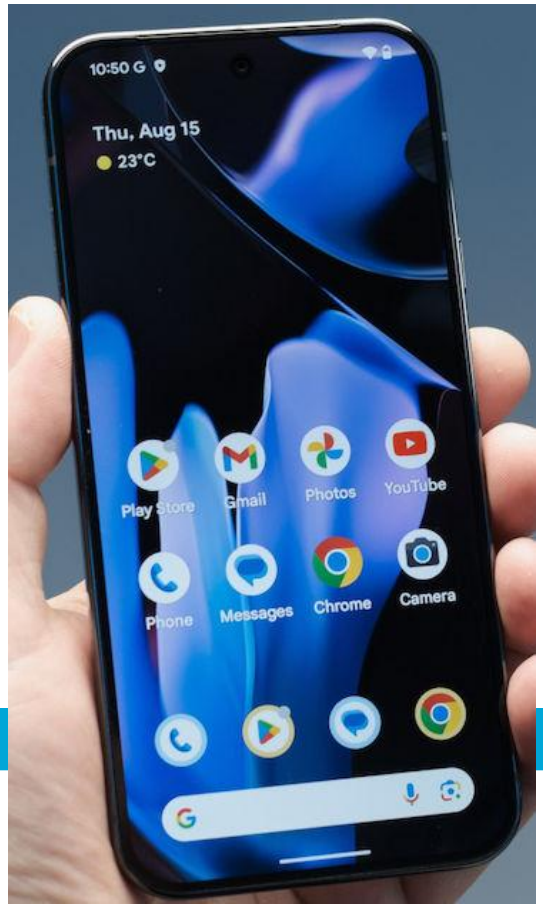
Παιχνίδι 1 - "Αποδομήστε ένα προϊόν"

1. Τι υπάρχει πριν και τι υπάρχει μετά τη χρήση του;
2. Πού φτιάχνεται, πώς μεταφέρεται, τι γίνεται μετά τη χρήση;



Παιχνίδι 1 - "Αποδομήστε ένα προϊόν"

1. Τι υπάρχει πριν και τι υπάρχει μετά τη χρήση του;
2. Πού φτιάχνεται, πώς μεταφέρεται, τι γίνεται μετά τη χρήση;



Παιχνίδι 1 - "Αποδομήστε ένα προϊόν"

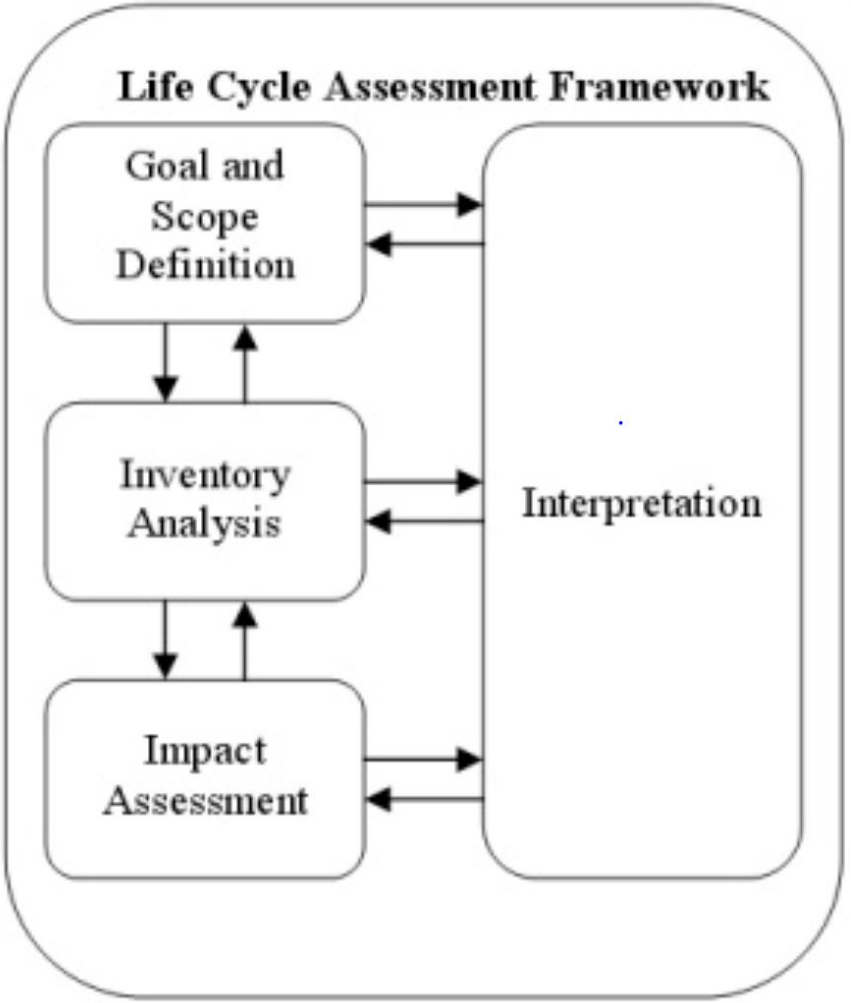
1. Τι υπάρχει πριν και τι υπάρχει μετά τη χρήση του;
2. Πού φτιάχνεται, πώς μεταφέρεται, τι γίνεται μετά τη χρήση;



Φάσεις ΑΚΖ

Καθορίζεται από τα ISO 14040 και 14044

1. Ορισμός στόχου και πεδίου εφαρμογής
2. Ανάλυση/συλλογή Δεδομένων
3. Εκτίμηση Επιπτώσεων
4. Ερμηνεία



ISO 14040 Πλαίσιο αξιολόγησης κύκλου ζωής – Οι τέσσερις φάσεις μιας ΑΚΖ (ISO, 1997)

1. Ορισμός στόχου και πεδίου εφαρμογής

- Ορισμός και περιγραφή του προϊόντος, της διαδικασίας ή της υπηρεσίας. Καθορισμός του πλαισίου μέσα στο οποίο θα γίνει η αξιολόγηση

- **Στόχος** : ποιος είναι ο σκοπός;
- **Σύστημα αναφοράς** : ποια είναι η σύγκριση;
- **Λειτουργική μονάδα (functional unit)**: ποια θα είναι;
- **Όρια συστήματος** : τι θα συμπεριληφθεί στην μελέτη;
- Δεδομένα: πηγές και **υποθέσεις** ;
- Ποιες **κατηγορίες επιπτώσεων** είναι σχετικές για την μελέτη;

Στόχος (1)

- Ποιο είναι το αντικείμενο της ανάλυσης;
  - Προϊόν
  - Υπηρεσία
  - Διεργασία
- Τι ψάχνουμε;
  - Αξιολόγηση/σύγκριση
  - Βελτίωση
  - Χωρικές και χρονικές πτυχές
  - Λήψη αποφάσης

Στόχος (2)

- Τι είναι ο χώρος;
  - Τοπικός
  - Εθνικός
  - Παγκόσμια
- Τι είναι ο χρόνος?
  - Σταθερή κατάσταση
  - Δυναμική κατάσταση

Στόχος (3)

- Μειώστε τις αρνητικές επιπτώσεις του αντικειμένου ανάλυσης
- Προσδιορίστε μέρη για βελτίωση
- Αποφύγετε την άμβλυνση των αρνητικών επιπτώσεων
- Συγκρίνετε τις περιβαλλοντικές επιδόσεις παρόμοιων αντικειμένων ανάλυσης
- Ανάπτυξη νέων πολιτικών → Συνεπακόλουθη προσέγγιση

Βρείτε το σύστημα αναφοράς



Βρείτε το σύστημα αναφοράς



Βρείτε το σύστημα αναφοράς



Βρείτε το σύστημα αναφοράς

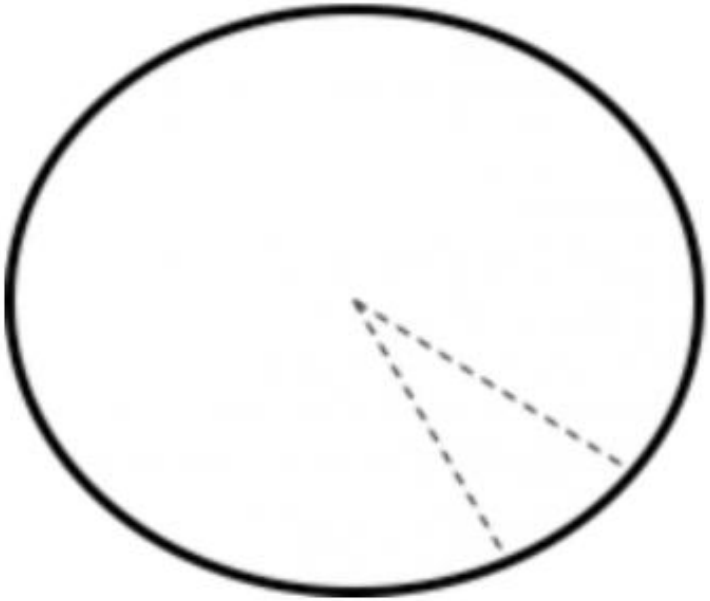


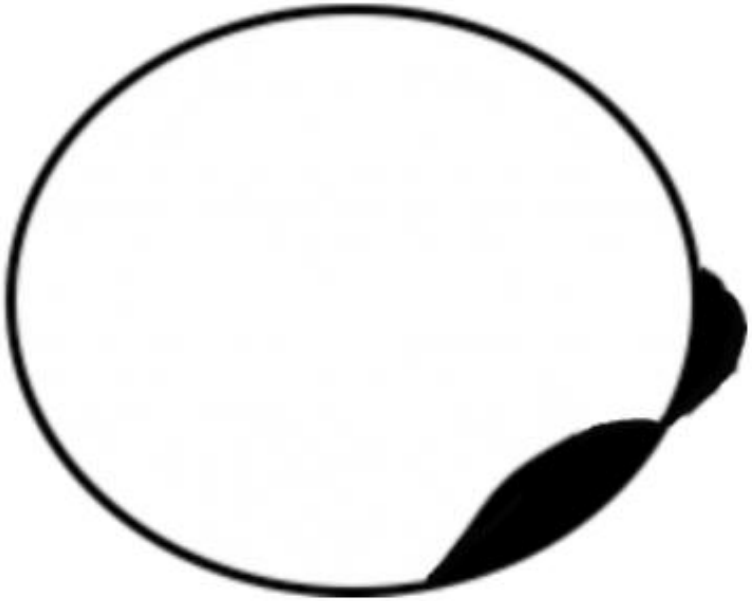
Βρείτε το σύστημα αναφοράς

1. Μια νέα τεχνολογία που παράγει καυστική σόδα
2. Θέρμανση σπιτιού με αντλία θερμότητας
3. Μοντέλο αμάξι υβριδικό
4. Ανακύκλωση μπαταριών

Προσεγγίσεις AKZ

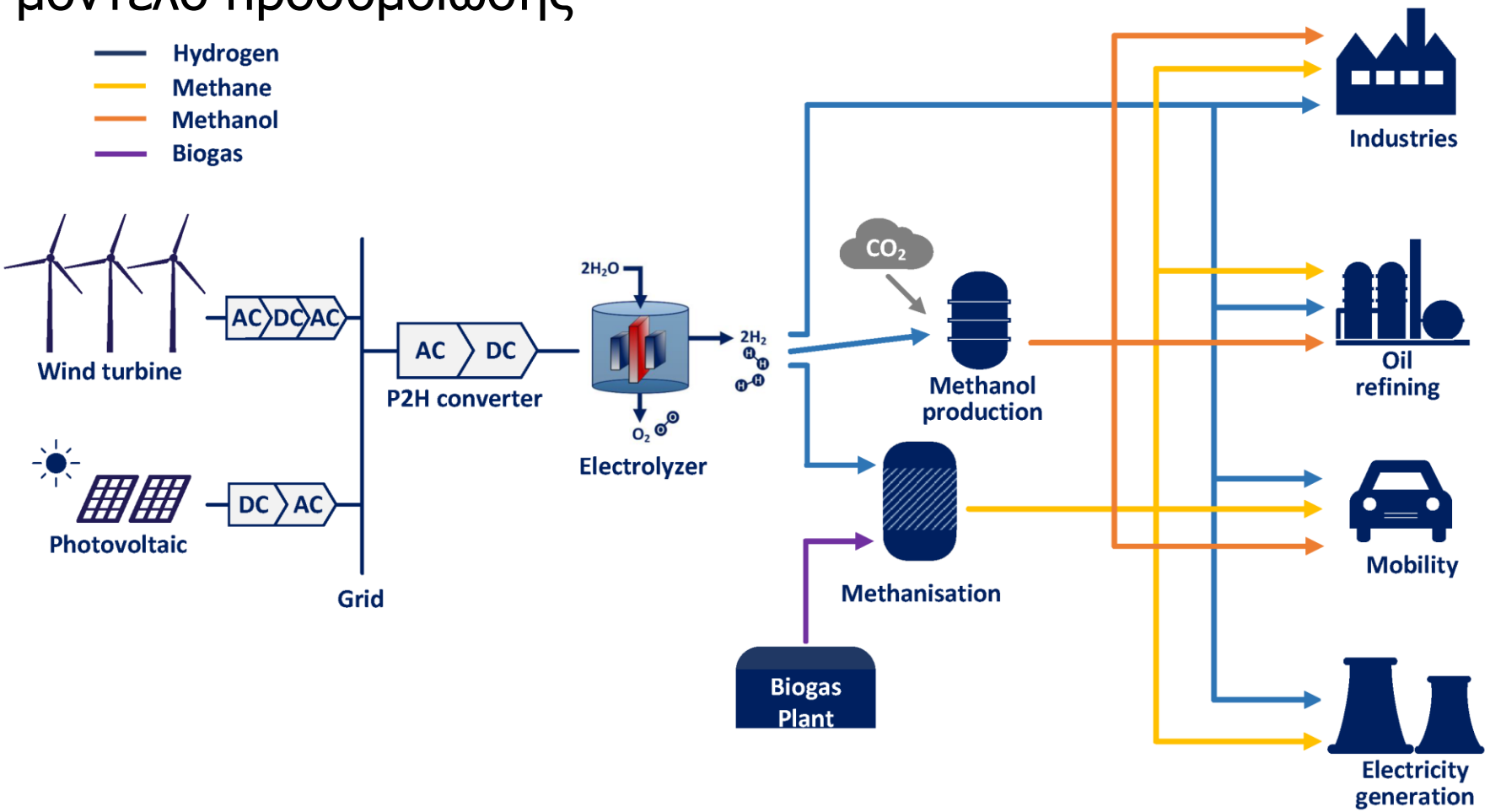
- Καταλογιστική προσέγγιση
- Συνεπακόλουθη προσέγγιση





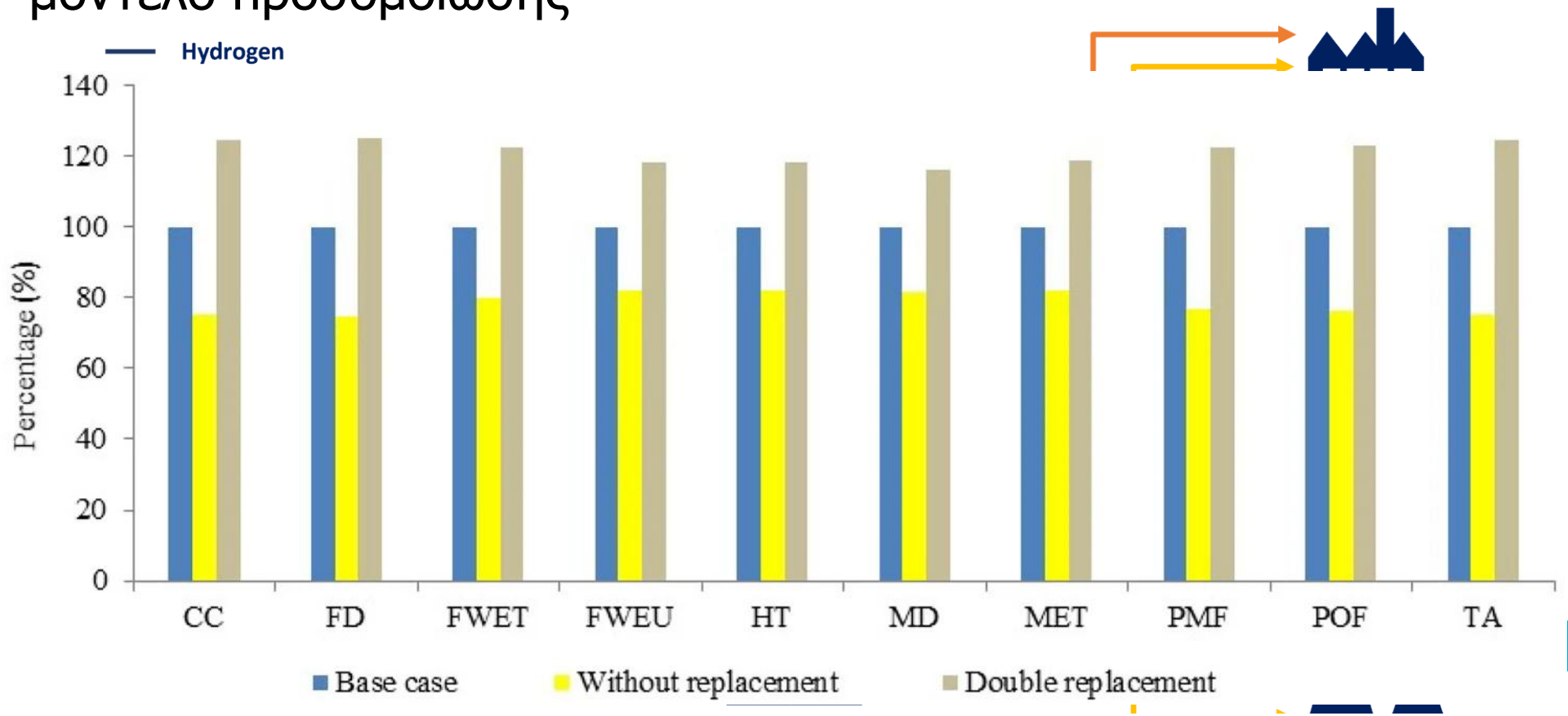
Μοντέλο συστήματος (1) – Καταλογιστική προσέγγιση

Το μοντέλο του συστήματος προϊόντων είναι συνήθως στατικό μοντέλο προσομοίωσης



Μοντέλο συστήματος (1) – Καταλογιστική προσέγγιση

Το μοντέλο του συστήματος προϊόντων είναι συνήθως στατικό μοντέλο προσομοίωσης

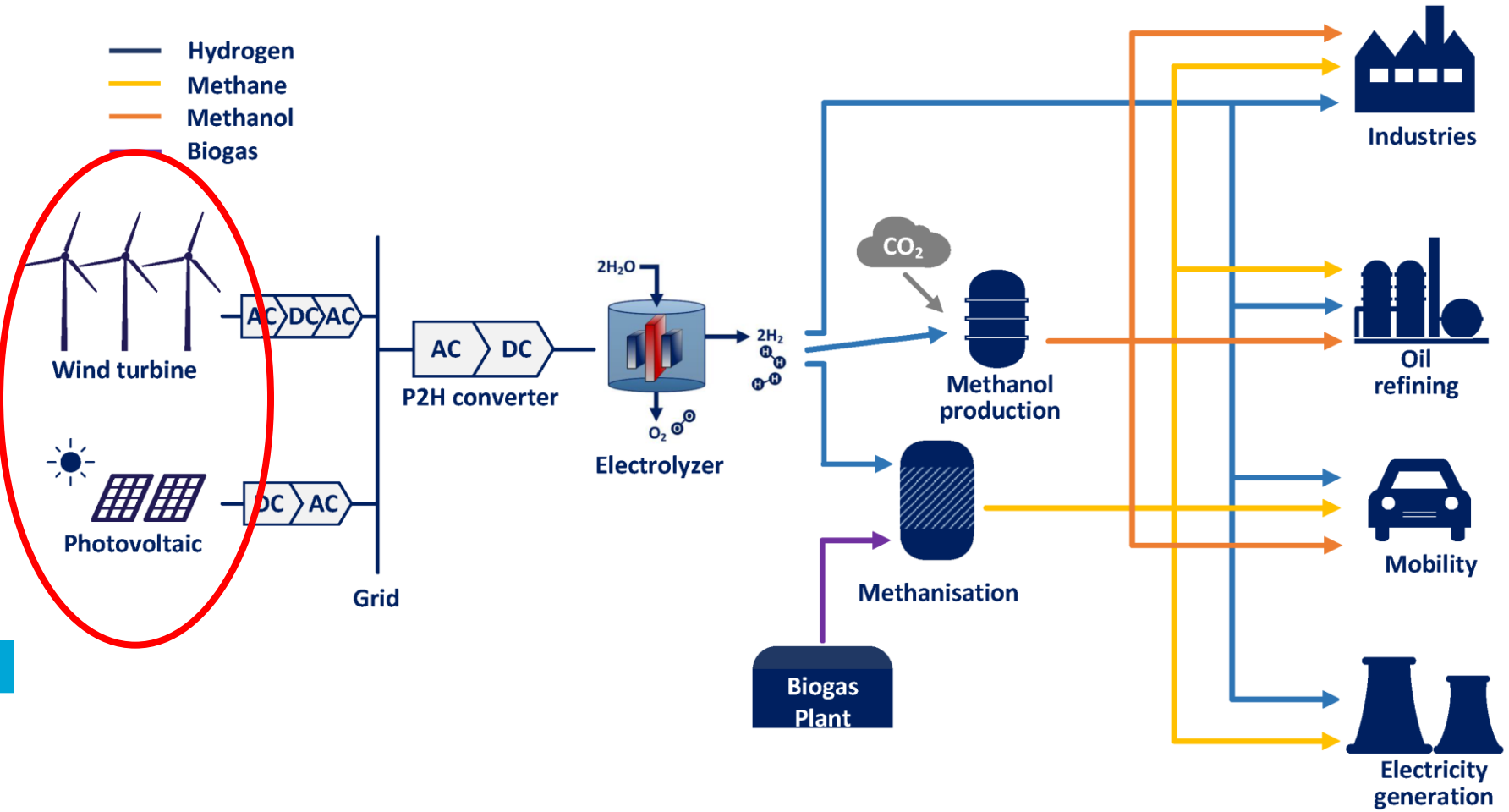


https://link.springer.com/article/10.1007/s11367-020-01834-5/figures/4

generation

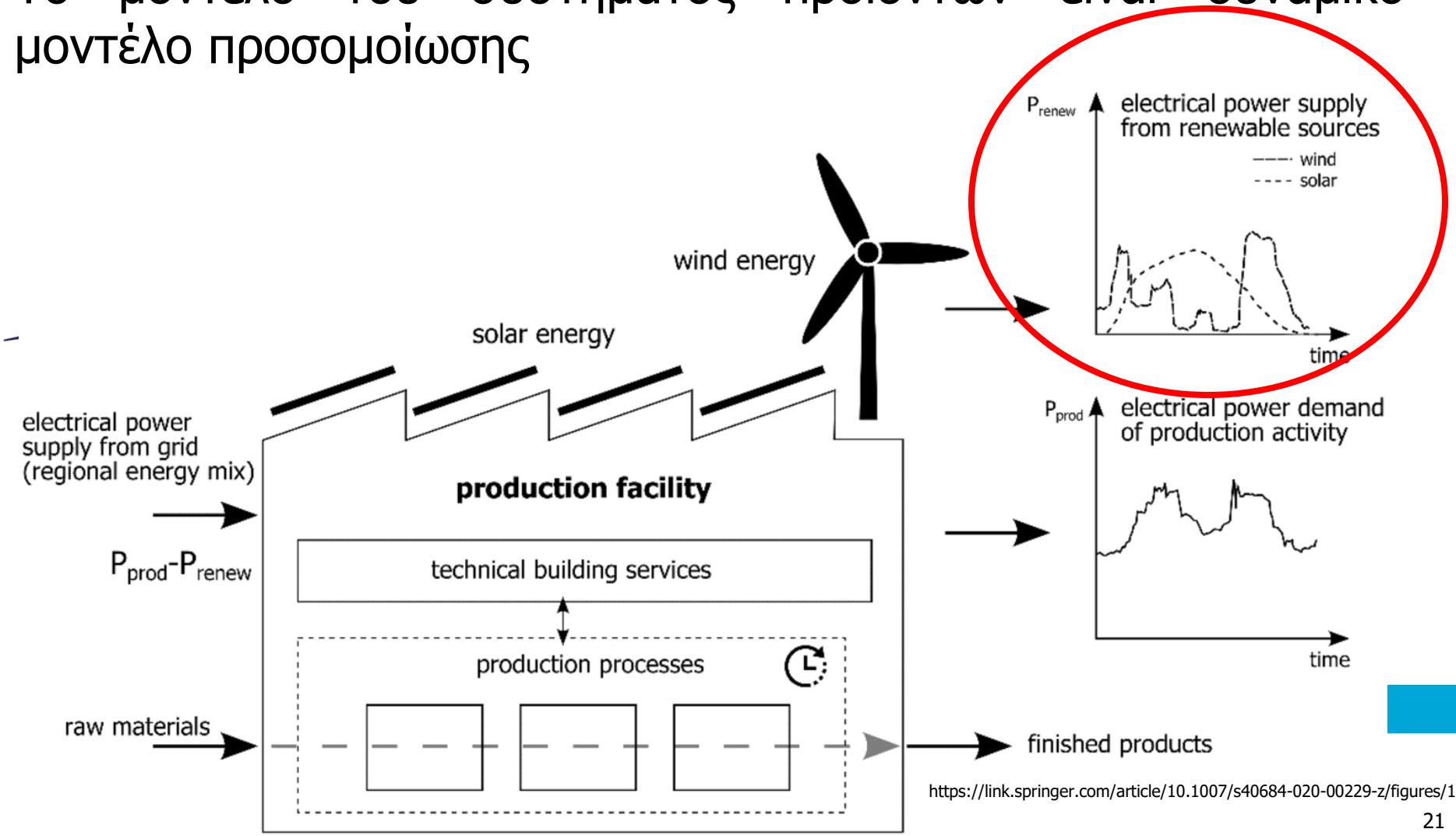
Μοντέλο συστήματος (2)

Το μοντέλο του συστήματος προϊόντων είναι δυναμικό μοντέλο προσομοίωσης



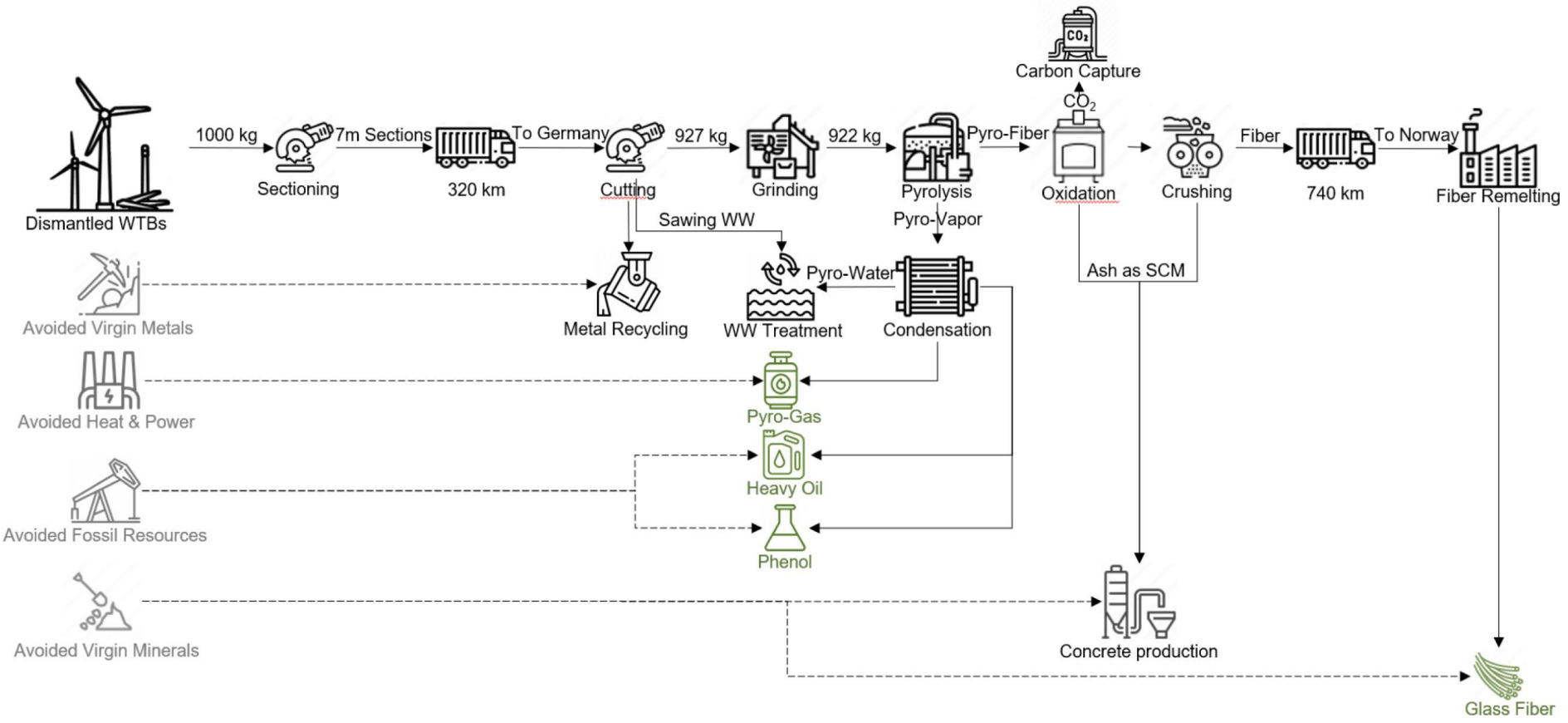
Μοντέλο συστήματος (2)

Το μοντέλο του συστήματος προϊόντων είναι δυναμικό μοντέλο προσομοίωσης

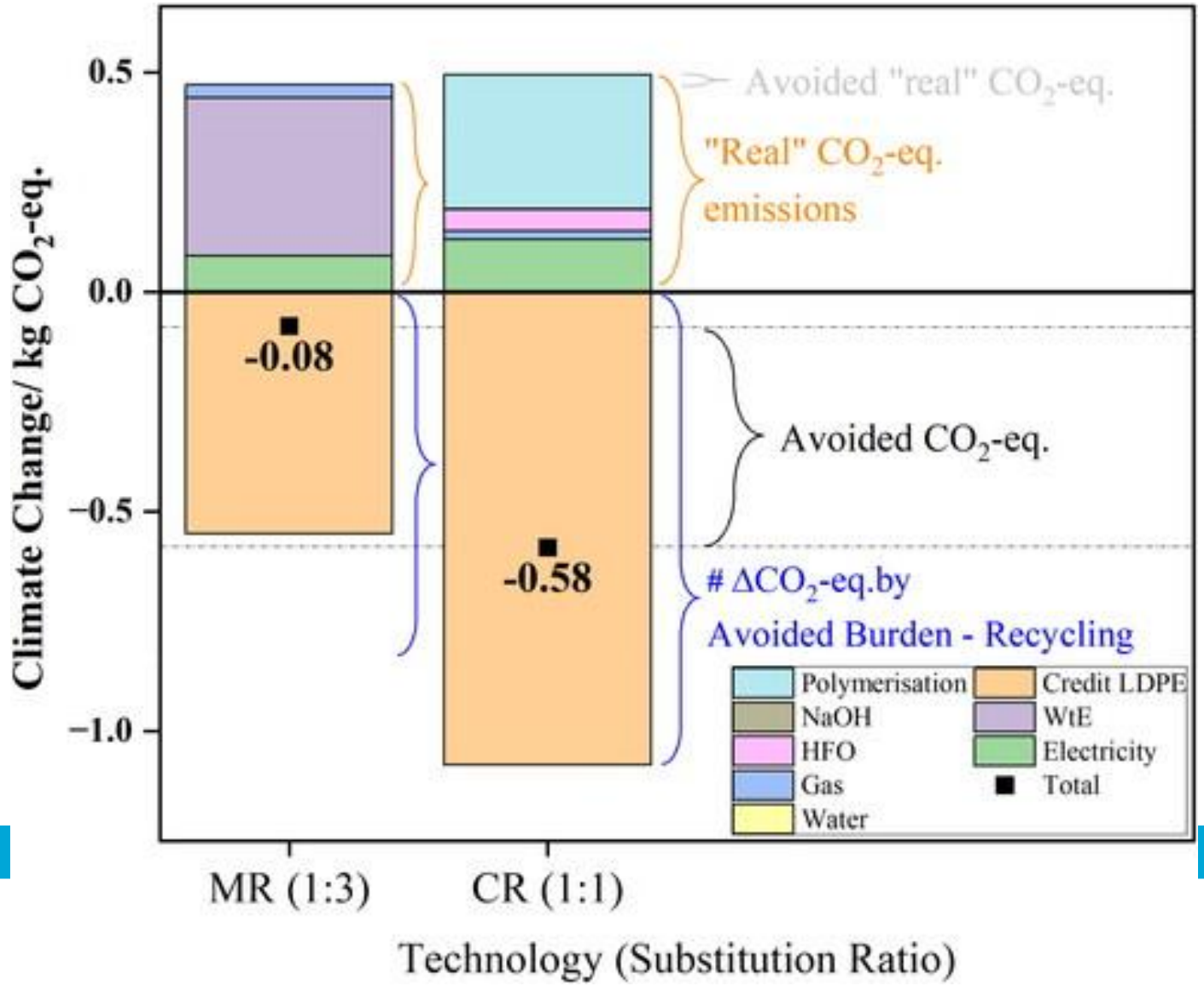


https://link.springer.com/article/10.1007/s40684-020-00229-z/figures/1

Συνεπακόλουθη προσέγγιση (1)



Συνεπακόλουθη προσέγγιση (2)



Ποια ερώτηση απαντάμε;

Προσέγγιση	**Παράδειγμα ερωτήματος**
Καταλογιστική	
Συνεπακόλουθη	

Η συνεπακόλουθη ΑΚΖ εξετάζει μεταβολές.
Δεν απαιτεί πάντοτε δυναμική προσομοίωση.

Ποια ερώτηση απαντάμε;

Προσέγγιση	**Παράδειγμα ερωτήματος**
Καταλογιστική	Ποιες επιπτώσεις αντιστοιχούν στον σημερινό καφέ μας;
Συνεπακόλουθη	

Η συνεπακόλουθη ΑΚΖ εξετάζει μεταβολές.
Δεν απαιτεί πάντοτε δυναμική προσομοίωση.

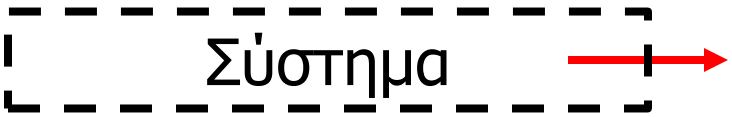
Ποια ερώτηση απαντάμε;

Προσέγγιση	**Παράδειγμα ερωτήματος**
Καταλογιστική	Ποιες επιπτώσεις αντιστοιχούν στον σημερινό καφέ μας;
Συνεπακόλουθη	Ποιες επιπτώσεις αλλάζουν αν υιοθετήσουμε κούπες;

Η συνεπακόλουθη AKZ εξετάζει μεταβολές.
Δεν απαιτεί πάντοτε δυναμική προσομοίωση.

Λειτουργική μονάδα

- Λειτουργικότητα του προϊόντος ή της υπηρεσίας
- Χρησιμοποιείται για σύγκριση μεταξύ προϊόντων ή υπηρεσιών
- Τα αποτελέσματα ΑΚΖ θα παρουσιάζονται ανά λειτουργική μονάδα → Κανονικοποίηση
- Είναι συνήθως η μόνη ροή που εξέρχεται από τα όρια



Είδη λειτουργικών μονάδων (1)

Παραγωγικη διαδικασία → Με βάση το προϊόν



Είδη λειτουργικών μονάδων (2)

Επεξεργασία αποβλήτων → Με βάση τις εισροές αποβλήτων



Παραδείγματα λειτουργικών μονάδων

- σε ενεργειακά συστήματα→ Λειτουργική μονάδα = 1 MJ ή kWh
- στην παραγωγή βιοκαυσίμων→ Λειτουργική μονάδα = 1 kg ή λίτρο ή kJ
- στο πλυντήριο→

Παραδείγματα λειτουργικών μονάδων

- σε ενεργειακά συστήματα→ Λειτουργική μονάδα = 1 MJ ή kWh
- στην παραγωγή βιοκαυσίμων→ Λειτουργική μονάδα = 1 kg ή λίτρο ή kJ
- στο πλυντήριο→ Λειτουργική μονάδα = 1 λίτρο χρησιμοποιημένο νερό ή 1 φορά χρησιμοποιημένο

Η υπηρεσία που συγκρίνουμε

Συντήρηση τροφίμων σε ωφέλιμο χώρο 200 L, στους 4 °C, για 10 έτη.

Τι υπηρεσία (**λειτουργικότητα**); Συντήρηση τροφίμων.
Πόση; Ωφέλιμος χώρος 200 L.
Πόσο καλά; Στους 4 °C.
Για πόσο; 10 έτη.



Ποιο απορρυπαντικό;

Ίδιο πλύσιμο: 5 kg ρούχων, στους 40 °C, με το ίδιο επίπεδο καθαριότητας.

Υποθετικά δεδομένα	**A**	**B**
Δόση ανά πλύση	50 g	25 g
Εκπομπές παραγωγής ανά kg προϊόντος	2 kg CO_2	3 kg CO_2

Ποιο έχει μικρότερη επίπτωση παραγωγής ανά πλύση;
Γιατί δεν αρκεί η σύγκριση ανά kg;

Η δόση αλλάζει τη σύγκριση

Ανά ίδια πλύση	**Υπολογισμός**
Απορρυπαντικό Α	$0{,}050 \times 2 = 0{,}100$ kg CO_2e
Απορρυπαντικό Β	$0{,}025 \times 3 = 0{,}075$ kg CO_2e

Το Β απαιτεί τη μισή ποσότητα ανά πλύση.
Η επίπτωση λόγω του σταδίου παραγωγής ανά πλύση είναι μικρότερη.

Το παράδειγμα καλύπτει μόνο την παραγωγή του απορρυπαντικού.

Λειτουργική μονάδα – Σύγκριση



Vs



- Μπορεί η λειτουργική μονάδα να είναι ένα φλιτζάνι καφέ;

Do not edit
How to change the design

Μπορεί η λειτουργική μονάδα να είναι ένα φλιτζάνι καφέ;



The Slido app must be installed on every computer you're presenting from

slido

Λειτουργική μονάδα – Σύγκριση



Vs



- Μπορεί η λειτουργική μονάδα να είναι ένα φλιτζάνι καφέ;
  - Γιατί ναι/όχι;

Λειτουργική μονάδα – Σύγκριση



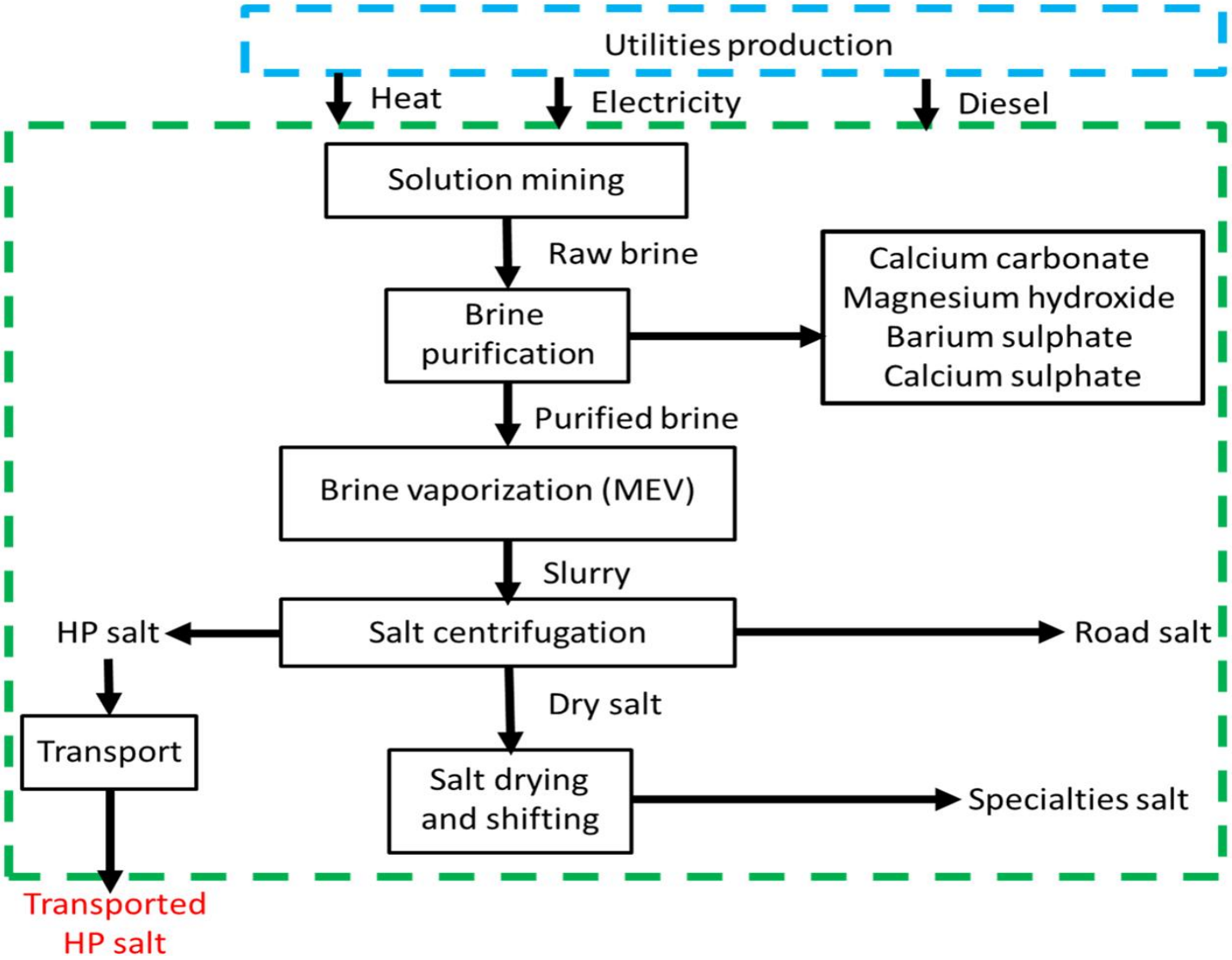
Vs



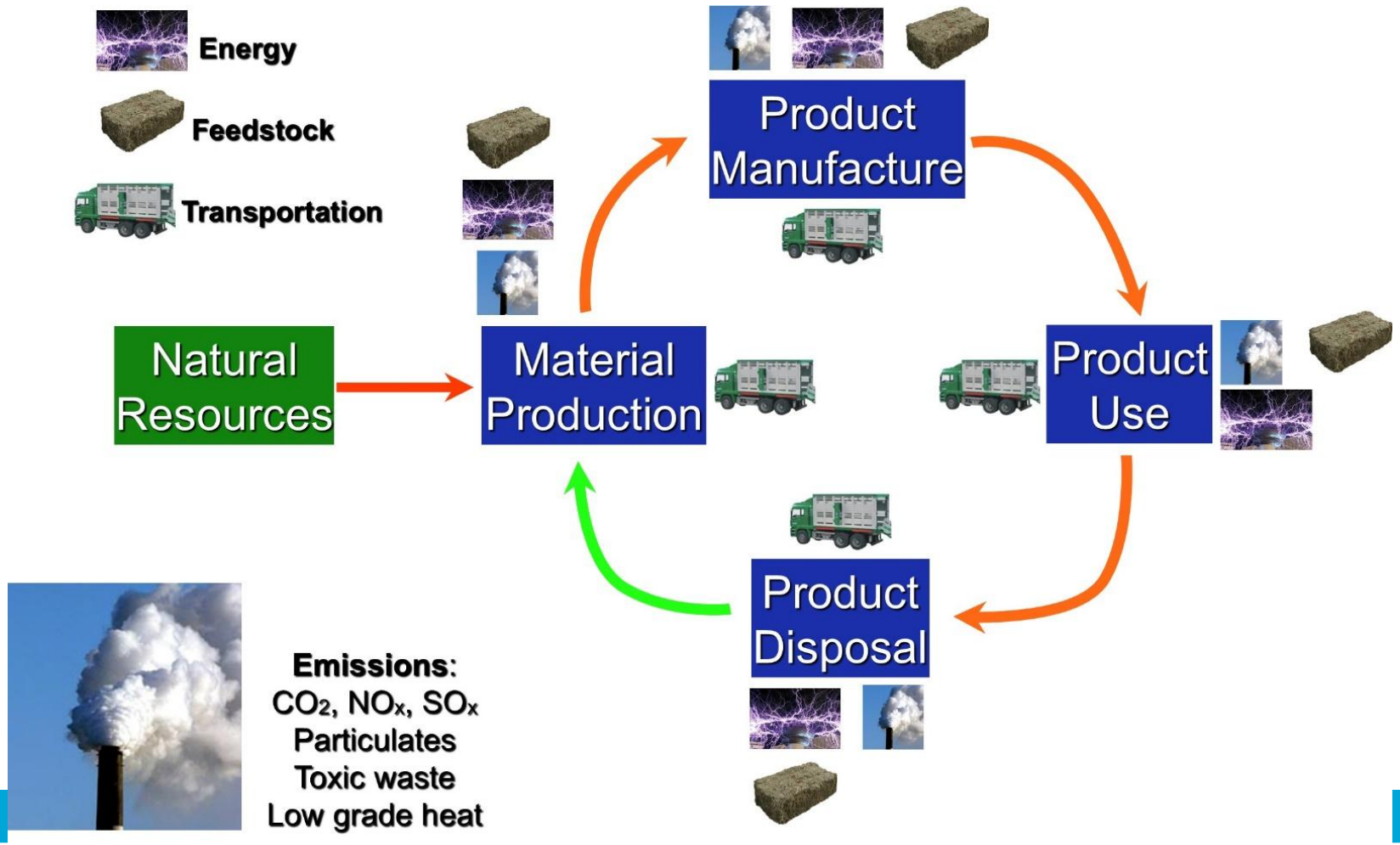
- Μπορεί η λειτουργική μονάδα να είναι ένα φλιτζάνι καφέ;
  - Γιατί ναι/όχι;

FU: 100 φορές φλιτζάνια καφέ ή Ένα έτος κατανάλωσης καφέ

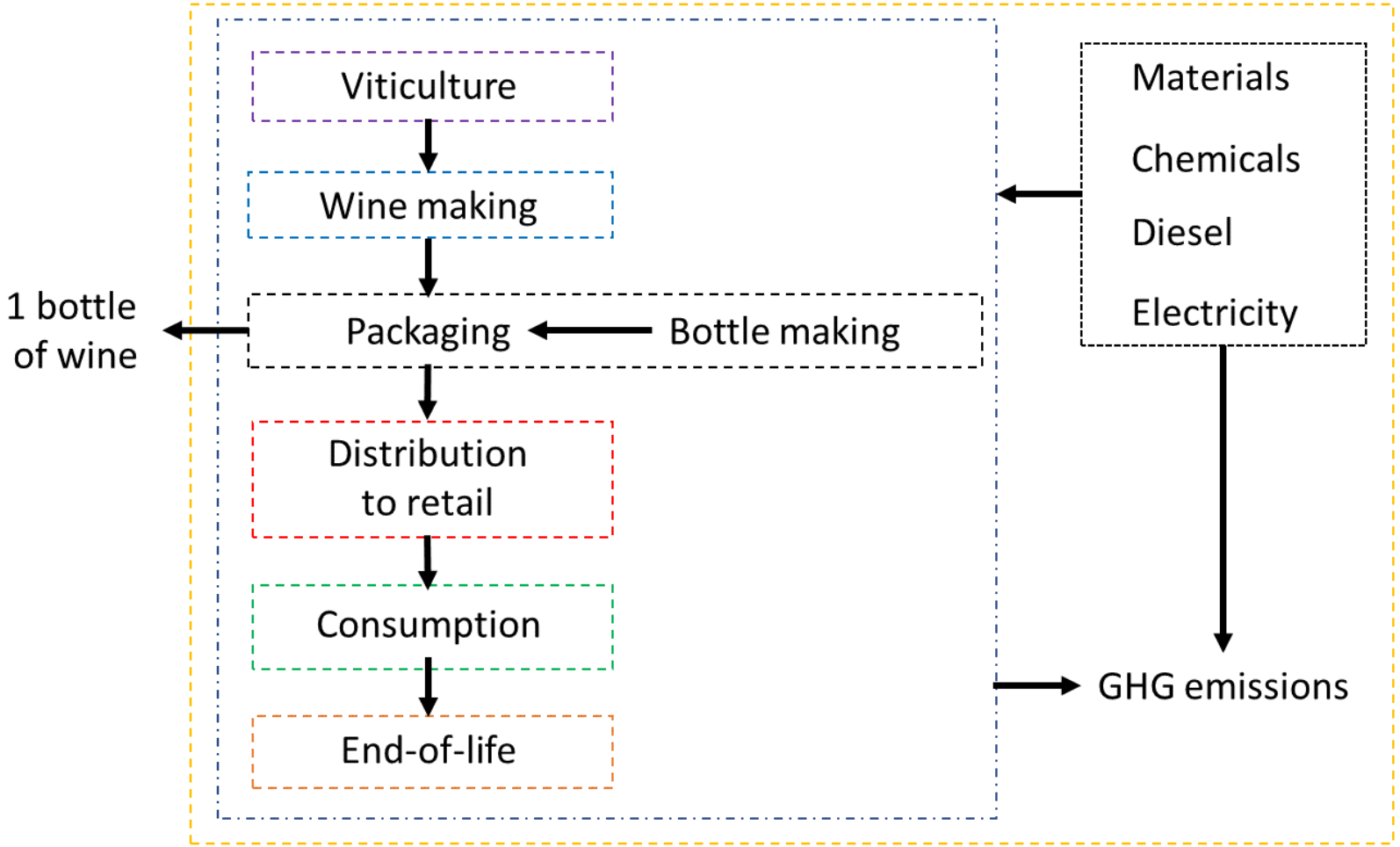
Ροές αναφοράς και λειτουργική μονάδα στα όρια του συστήματος

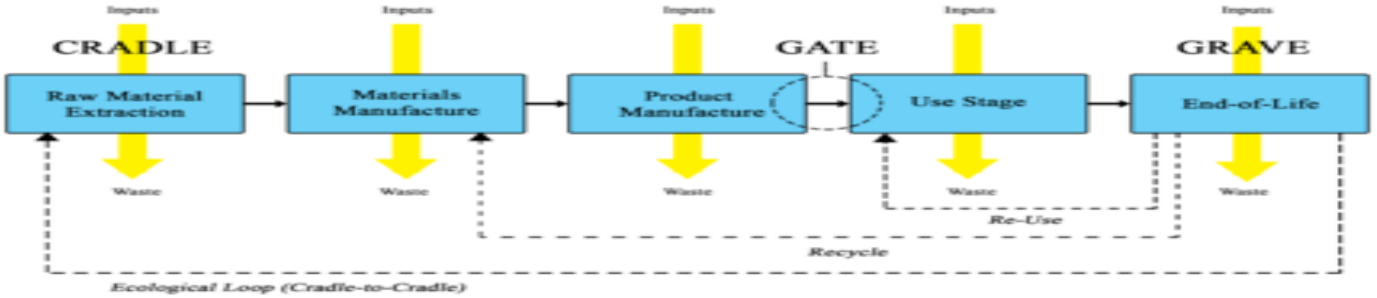


Όρια συστήματος – Τι να συμπεριληφθεί;

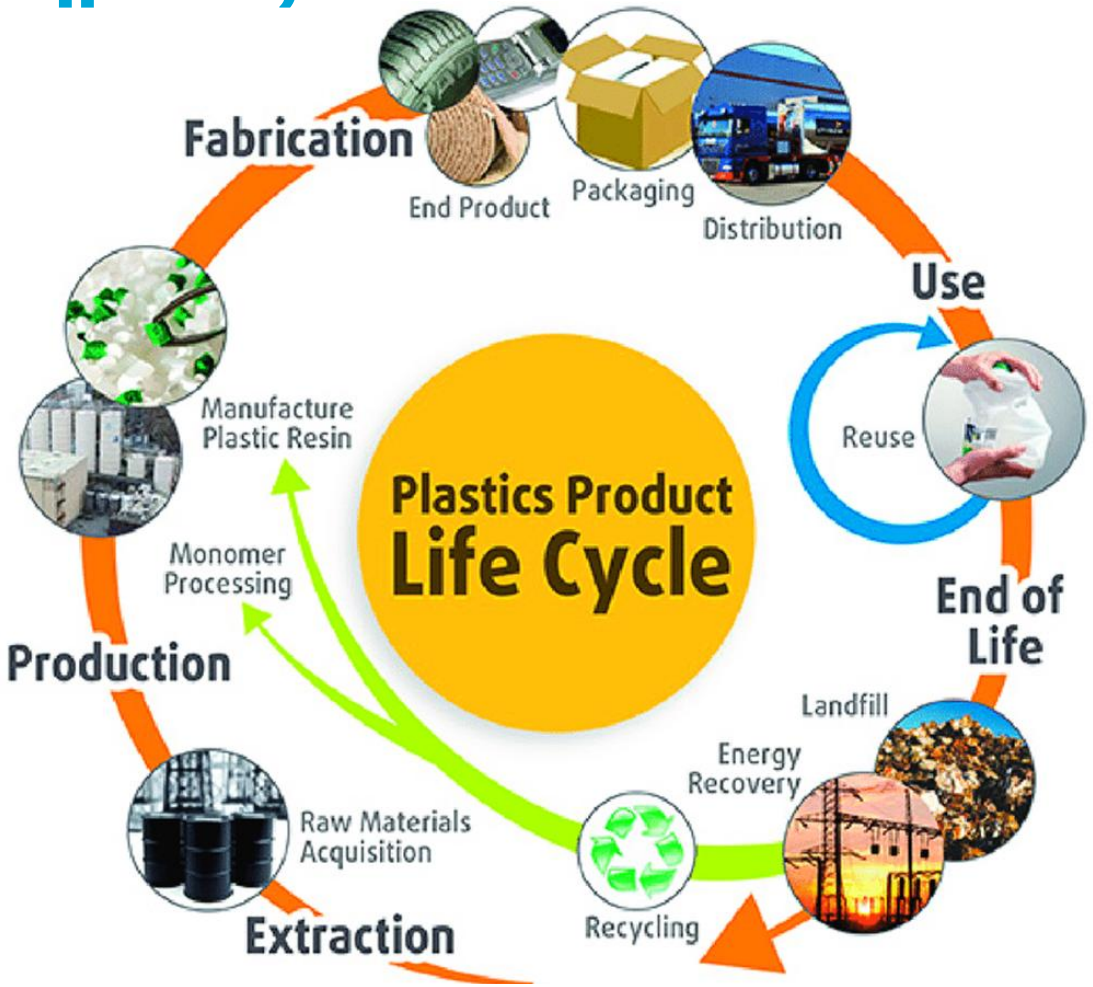


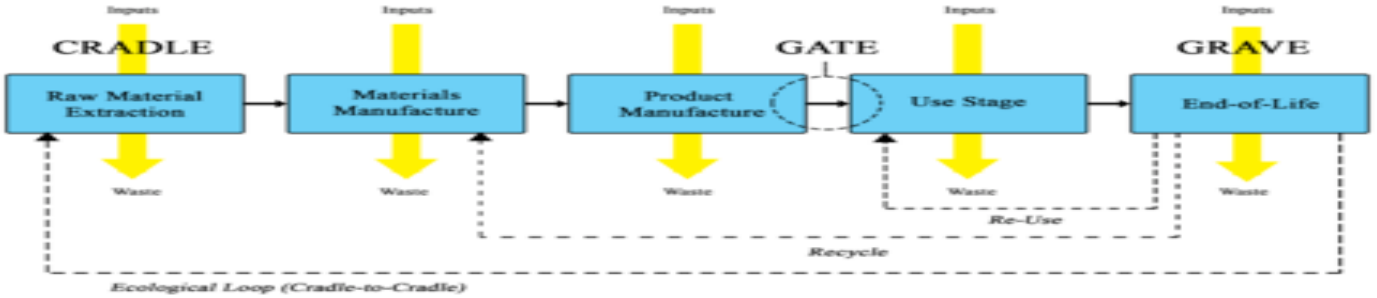
Όρια συστήματος – Λίκνο στον τάφο



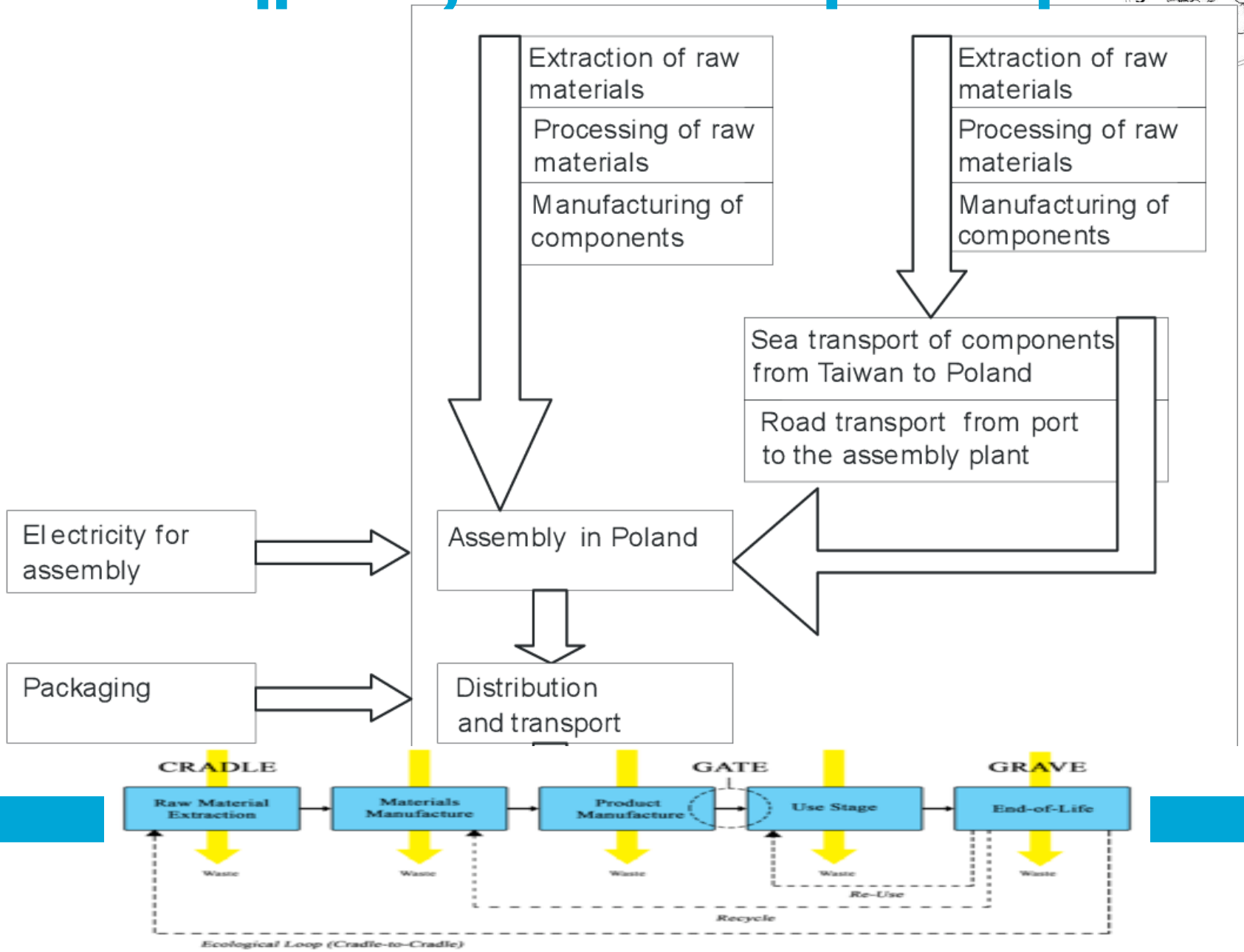


Όρια συστήματος – Λίκνο στο λίκνο



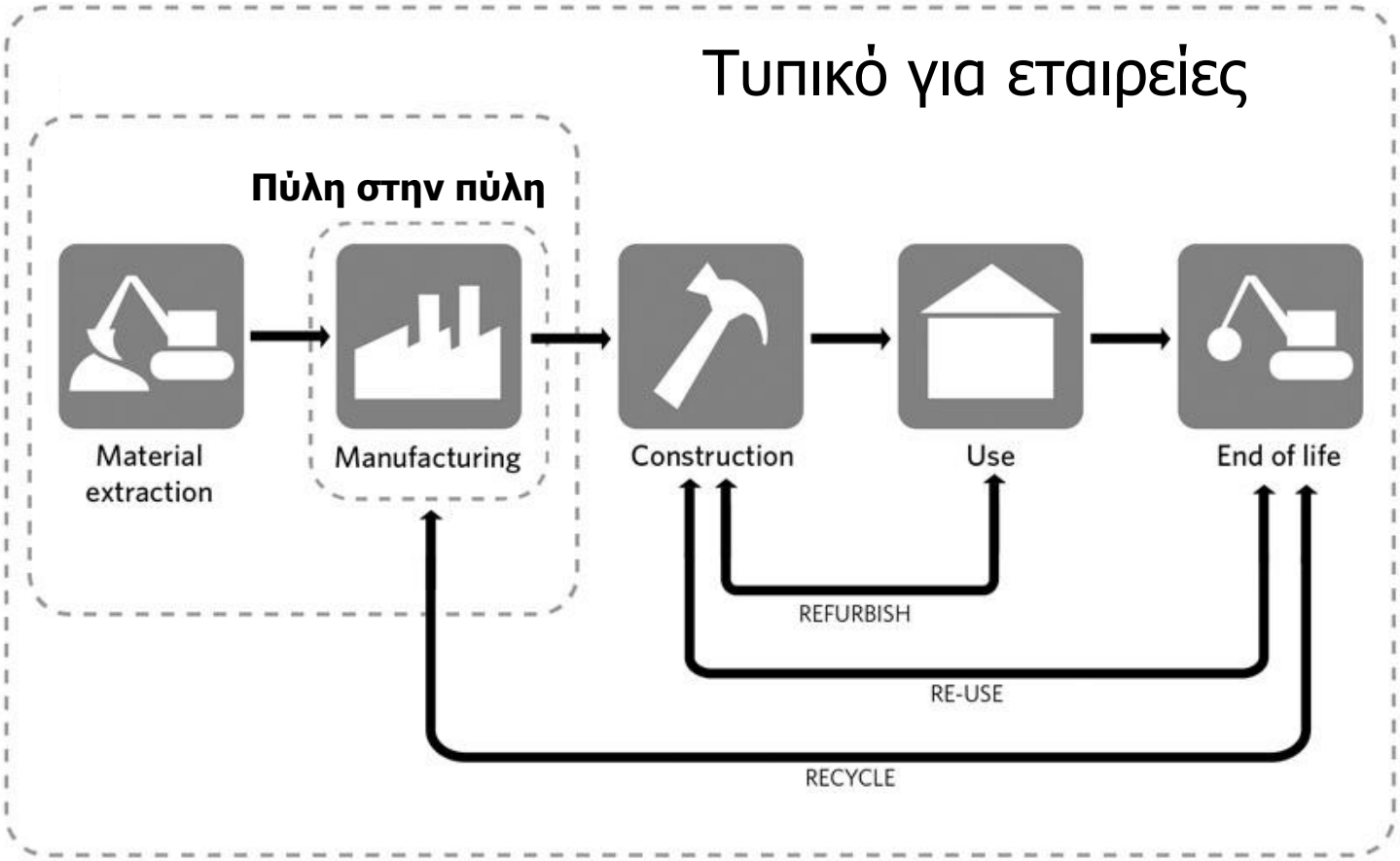


Όρια συστήματος – Λίκνο στην πύλη

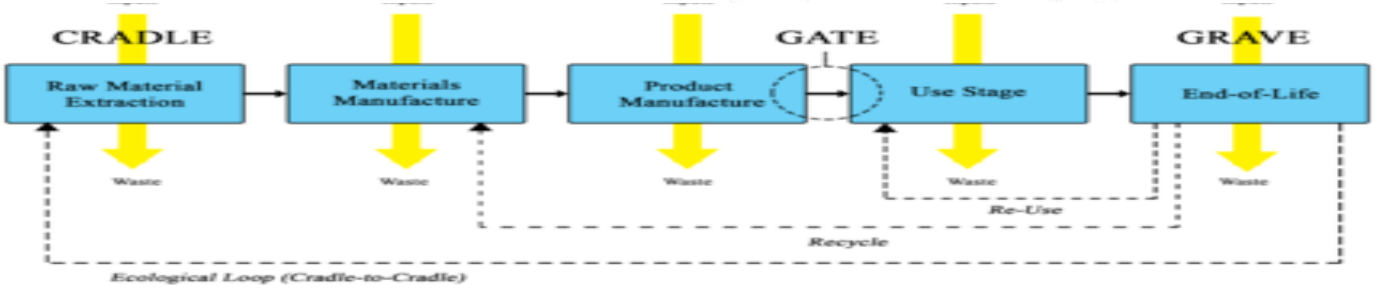


Όρια συστήματος – Πύλη στην πύλη

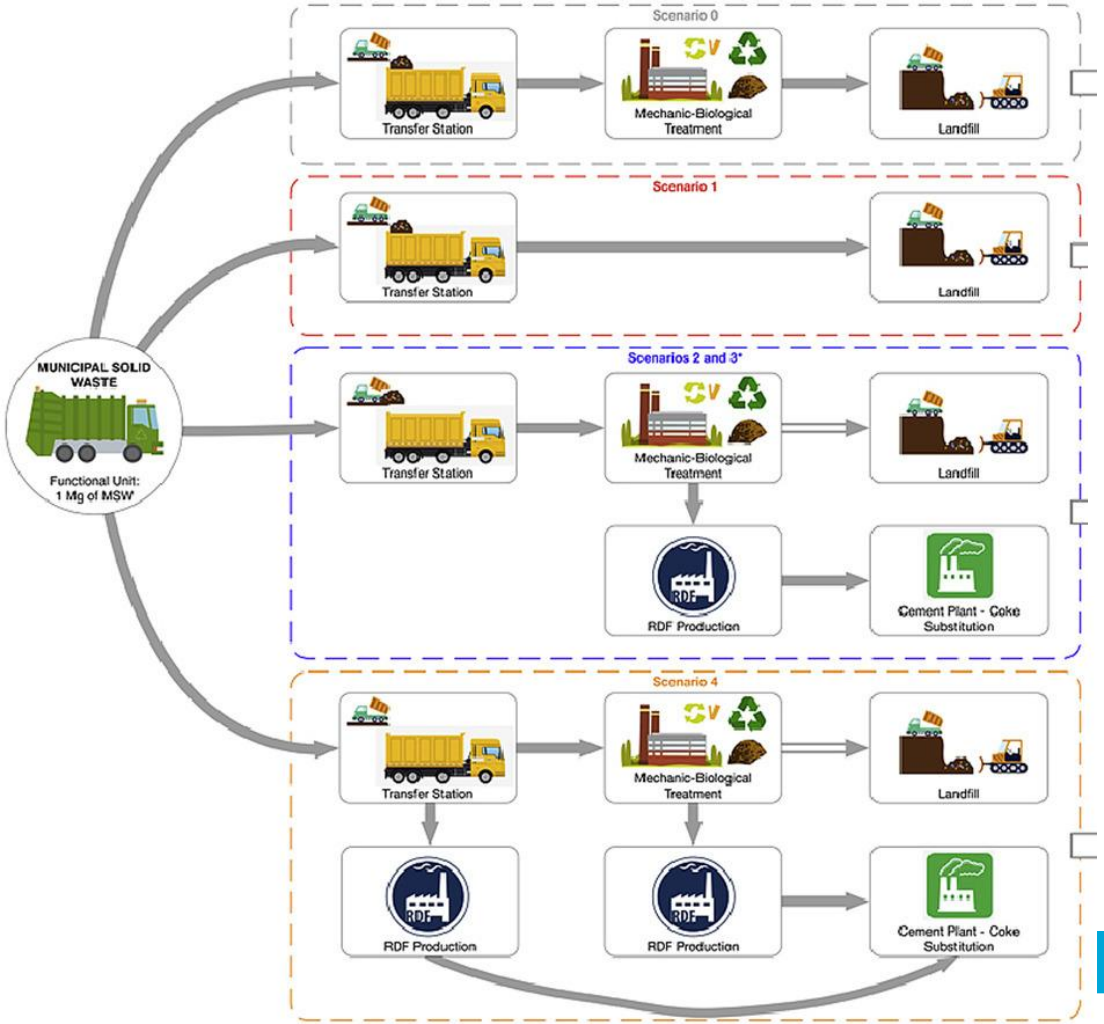
Τυπικό για εταιρείες



Adapted from K. Simonen, Life Cycle Assessment



Επεξεργασία στερεών αποβλήτων – Λίκνο στον τάφο



- Όλα τα συστήματα ξεκινούν από την συλλογή των αποβλήτων
- Γιατί «λίκνο»;

https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123696

Τύποι ορίων συστήματος

- Σχετικές διαδικασίες μονάδας
- Τα κοινά όρια του συστήματος είναι:
  - από λίκνο μέχρι τάφο
  - πύλη προς τάφο
  - πύλη σε πύλη
  - από λίκνο σε πύλη
- Γεωγραφικός
- Χρονικός ορίζοντας

Παιχνίδι 2 - "Σχεδίαση κύκλου ζωής"

Προϊόν: 1 kg ψωμί

Μπορείτε να σχεδιάσετε τα όρια του συστήματος:

- Λίκνο-πύλη,
- Πύλη-πύλη,
- Λίκνο-τάφο



Do not edit
How to change the design

Τι είδους δεδομένα πρέπει να συλλεχθούν σε κάθε περίπτωση;



ⓘ The Slido app must be installed on every computer you're presenting from

slido

Τα όρια στο ίδιο προϊόν

Όρια	**Στάδια για το ψωμί**
Λίκνο–πύλη	Καλλιέργεια, άλεση, μεταφορές, αρτοποίηση
Πύλη–πύλη	Αρτοποίηση μέσα στο αρτοποιείο
Λίκνο–τάφο	Όλα τα προηγούμενα, διανομή, κατανάλωση, απόβλητα

Πύλη εδώ: η έξοδος του αρτοποιείου.

Ποια στάδια προσθέτουμε για να μελετήσουμε τη σπατάλη ψωμιού στο σπίτι;

Το ψωμί μέσα στα όρια

Στάδιο	**Ενδεικτικά δεδομένα**
Καλλιέργεια και άλεση	Σιτάρι, λίπασμα, καύσιμα, ηλεκτρισμός
Αρτοποιείο	Αλεύρι, νερό, ενέργεια φούρνου, συσκευασία
Διανομή και νοικοκυριό	Αποστάσεις, αποθήκευση, απορριπτόμενο ψωμί

Αν ζητούμε 1 kg ψωμιού που καταναλώνεται, πώς αλλάζει η απαιτούμενη παραγωγή όταν υπάρχουν απώλειες;

Παιχνίδι 3 - "Διαφορετικοί στόχοι – διαφορετικά όρια" (1)

Τρία συστήματα:

- Σύγκριση πλαστικής vs γυάλινης φιάλης,
- Βελτίωση παραγωγής σε εργοστάσιο,
- Ανάλυση πολιτικής ανακύκλωσης.

1. Ποια είναι τα όρια του κάθε συστήματος ΑΚΖ;
2. Ποιος είναι ο στόχος;
3. Ποια είναι τα δεδομένα;

Παιχνίδι 3 - "Διαφορετικοί στόχοι – διαφορετικά όρια" (2)

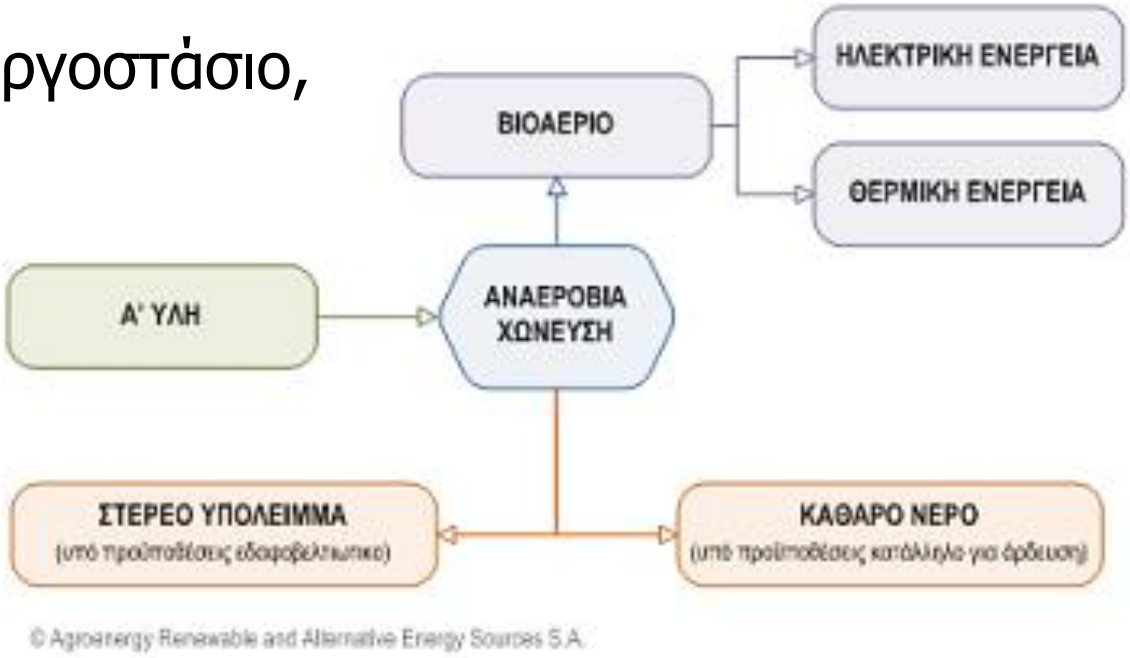
Σύγκριση πλαστικής vs γυάλινης φιάλης,



1. Ποια είναι τα όρια του κάθε συστήματος AKZ;
2. Ποιος είναι ο στόχος;
3. Ποια είναι τα δεδομένα;

Παιχνίδι 3 - "Διαφορετικοί στόχοι – διαφορετικά όρια" (3)

Βελτίωση παραγωγής σε εργοστάσιο,



1. Ποια είναι τα όρια του κάθε συστήματος ΑΚΖ;
2. Ποιος είναι ο στόχος;
3. Ποια είναι τα δεδομένα;

Παιχνίδι 3 - "Διαφορετικοί στόχοι – διαφορετικά όρια" (4)

Ανάλυση πολιτικής ανακύκλωσης



1. Ποια είναι τα όρια του κάθε συστήματος ΑΚΖ;
2. Ποιος είναι ο στόχος;
3. Ποια είναι τα δεδομένα;

Η ανακύκλωση έχει διεργασίες

Υποθετικό παράδειγμα: 1 kg συλλεγμένου υλικού δίνει 0,8 kg ανακυκλωμένου υλικού και 0,2 kg υπολειμμάτων.

Καταγράφουμε συλλογή, μεταφορά, διαλογή, επανεπεξεργασία και διαχείριση υπολειμμάτων.

Ποιο παρθένο υλικό αντικαθίσταται;
Σε ποια ποσότητα και με ποια ποιότητα;

Συζήτηση: «ανακυκλώσιμο» σημαίνει ότι ανακυκλώνεται πάντα;

Έλεγχος κατανόησης

1. Αρκεί να συγκρίνουμε δύο προϊόντα ανά τεμάχιο; Δώστε ένα αντιπαράδειγμα.

2. Ποιο στάδιο μπορεί να λείπει αν μια εταιρεία μετρά μόνο μέσα στο εργοστάσιό της;

3. Στο παράδειγμα φωτισμού, ποια είναι η λειτουργική μονάδα και ποιες οι ροές αναφοράς;

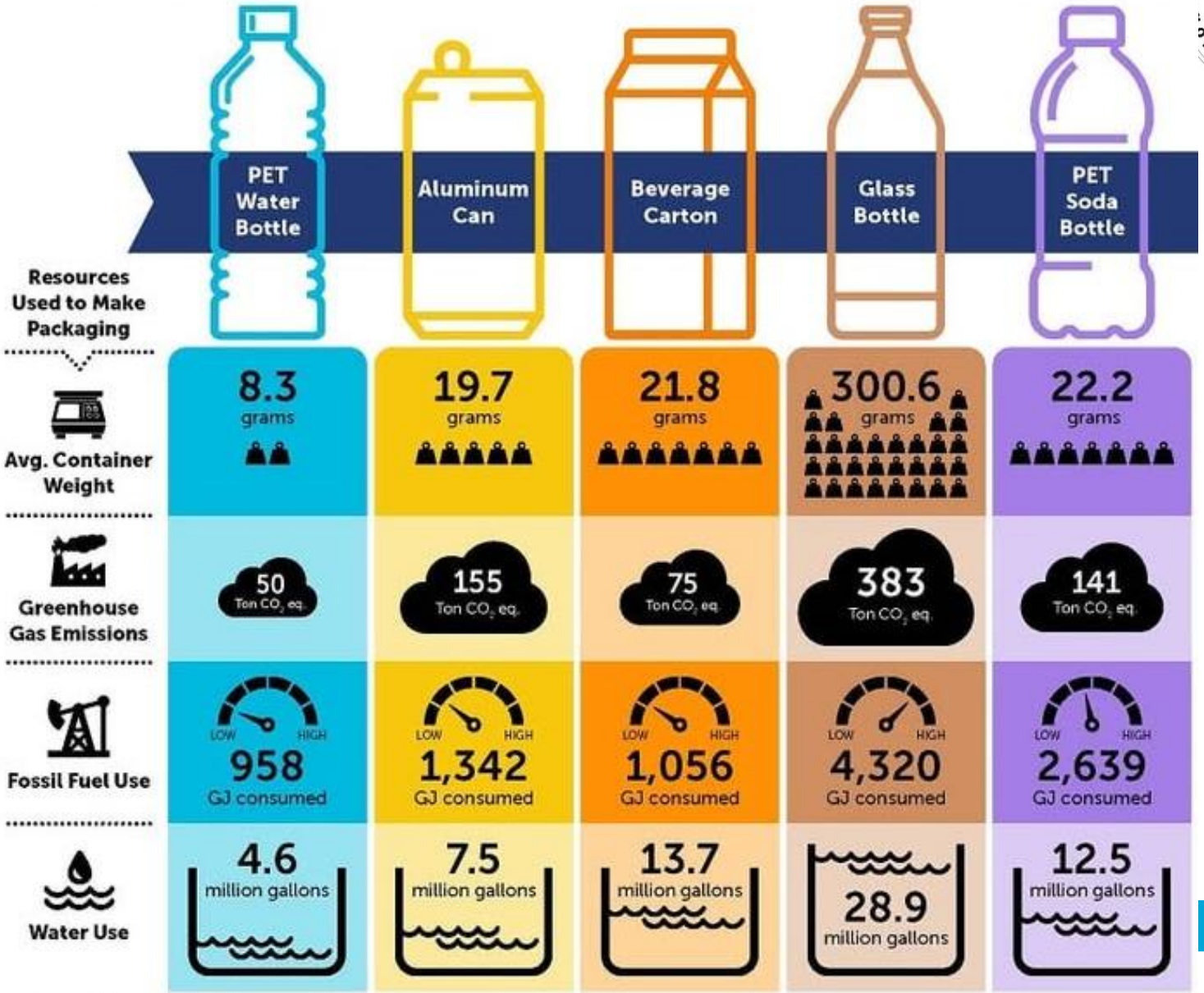
Γράψτε / πείτε μία σύντομη απάντηση ανά ερώτηση.

Ανασκόπηση - Kahoot



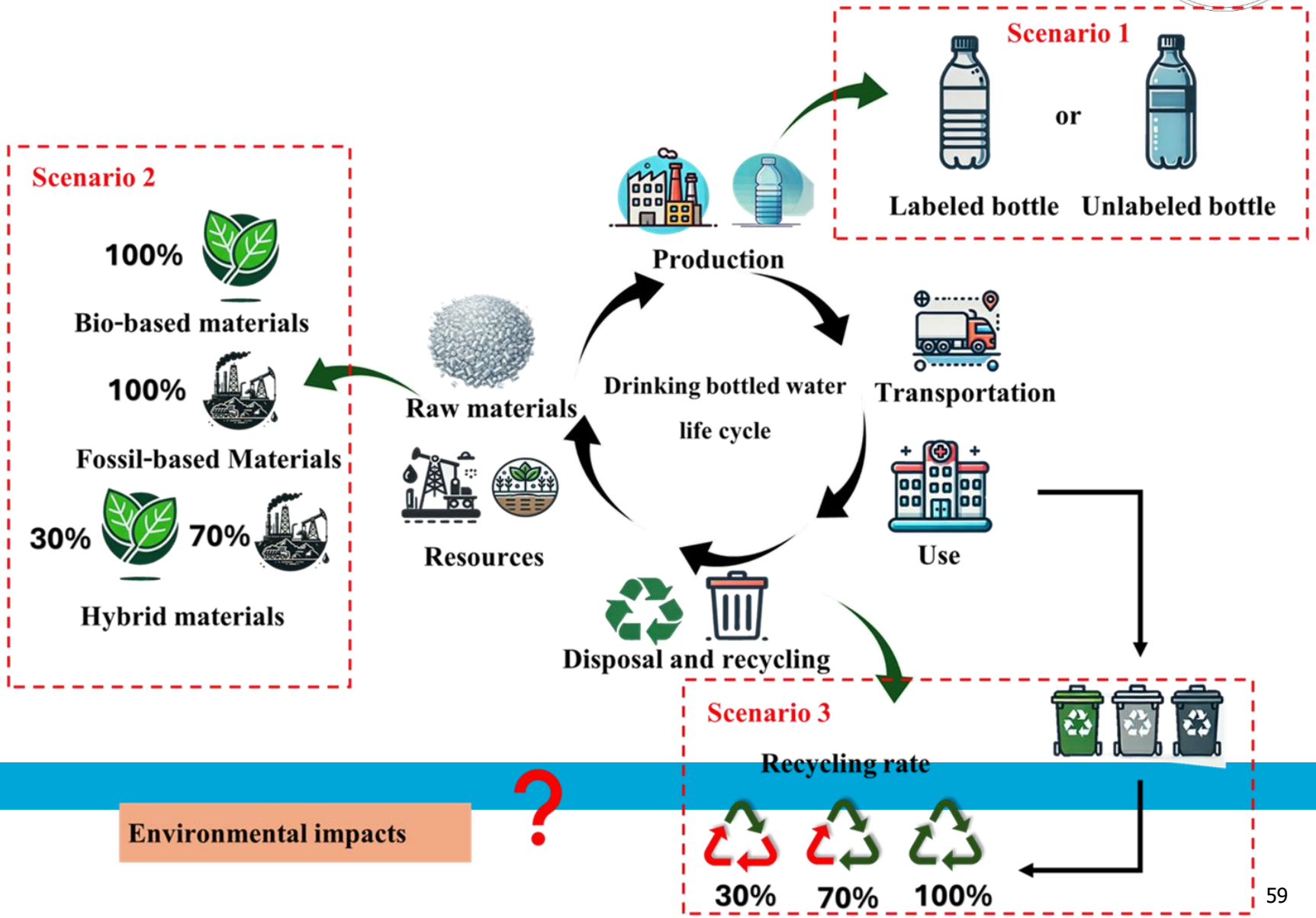
Environmental Impact of Drink Packaging

(Weights are for individual 16.9 oz containers. Other values represent 1 million 16.9 oz bottles, cartons, or cans each.)



Source: Life Cycle Assessment for the International Bottled Water Association (www.bottledwater.org) by Trayak (2021), which used COMPASS to compare packaging sustainability using the average recycled content for each package as reported by industry/industry associations. "Gigajoule (GJ) consumed" is the total quantity of fossil fuel consumed throughout the life cycle. Visual representations of numerical values are not to scale.

Άσκηση: Εμφιαλωμένο νερό



Άσκηση: Εμφιαλωμένο νερό

Για την επόμενη Τετάρτη (21/10), θέλω να γράψετε (και σχεδιάσετε) την Goal and Scope Definition φάση για την μελέτη περίπτωσης:

1. Στόχος μελέτης AKZ (άσκησης)
2. Original σύστημα
3. Λειτουργική μονάδα
4. Όρια συστήματος
5. Λογισμικό που θα χρησιμοποιηθεί → OpenLCA
6. ~~(Πολύ-λειτουργικότητα)~~
7. ~~(Βάση δεδομένων που θα χρησιμοποιηθεί)~~

Ομάδες

Μέχρις τις 31/10 φτιάξτε ομάδες για την εργασια:

https://docs.google.com/spreadsheets/d/1AQZKxsYH6xRYvp26azJDNZuZAPI8oDCvfVzqp_tFk2A/edit?usp=sharing



Σας ευχαριστώ