ΔΗΜΟΚΡΙΤΕΙΟ ΠΑΝΕΠΙΣΤΗΜΙΟ ΘΡΑΚΗΣ ΠΟΛΥΤΕΧΝΙΚΗ ΣΧΟΛΗ
ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΕΡΙΒΑΛΛΟΝΤΟΣ



Ανάλυση Κύκλου Ζωής
3η φάση: υπολογισμός περιβαλλοντικων επιπτώσεων

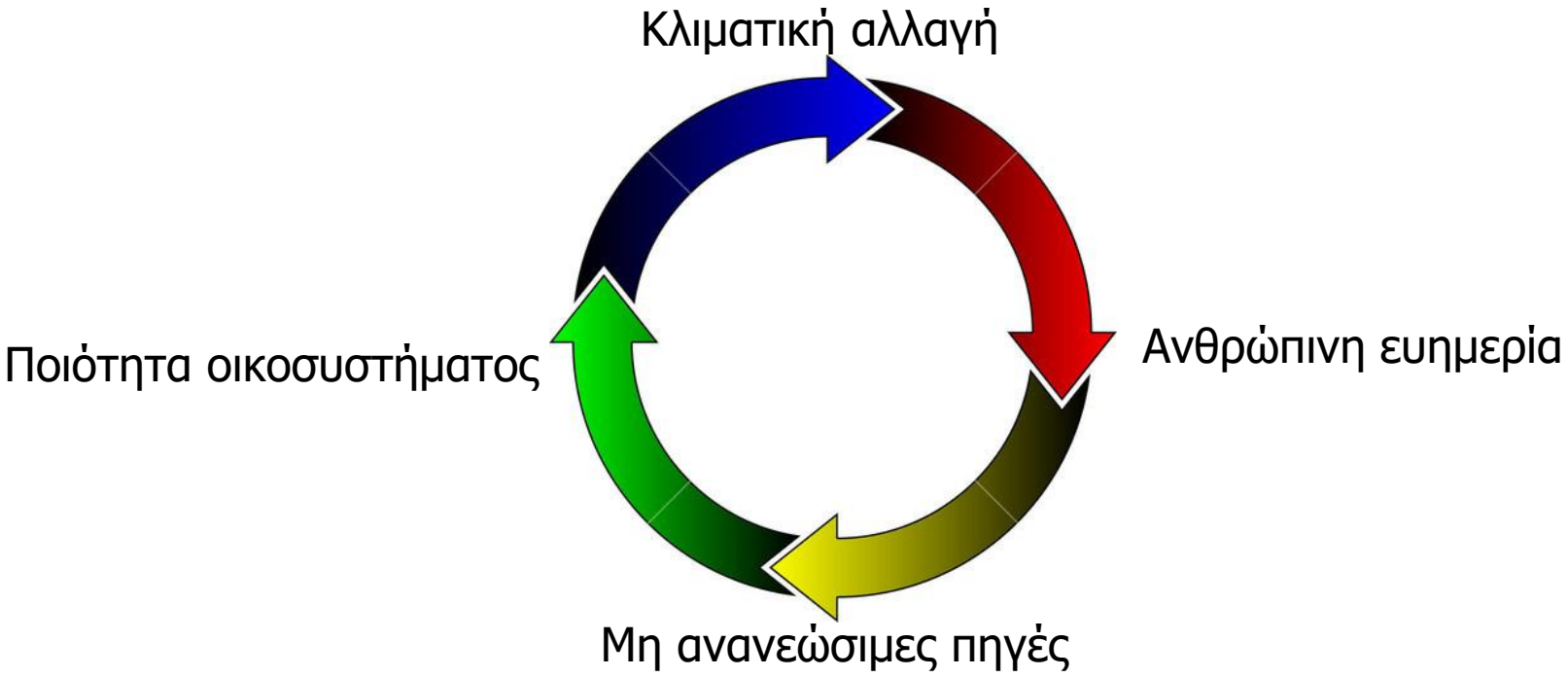
ΔΙΑΛΕΞΗ 5

Γιώργος Α. Τσαλίδης

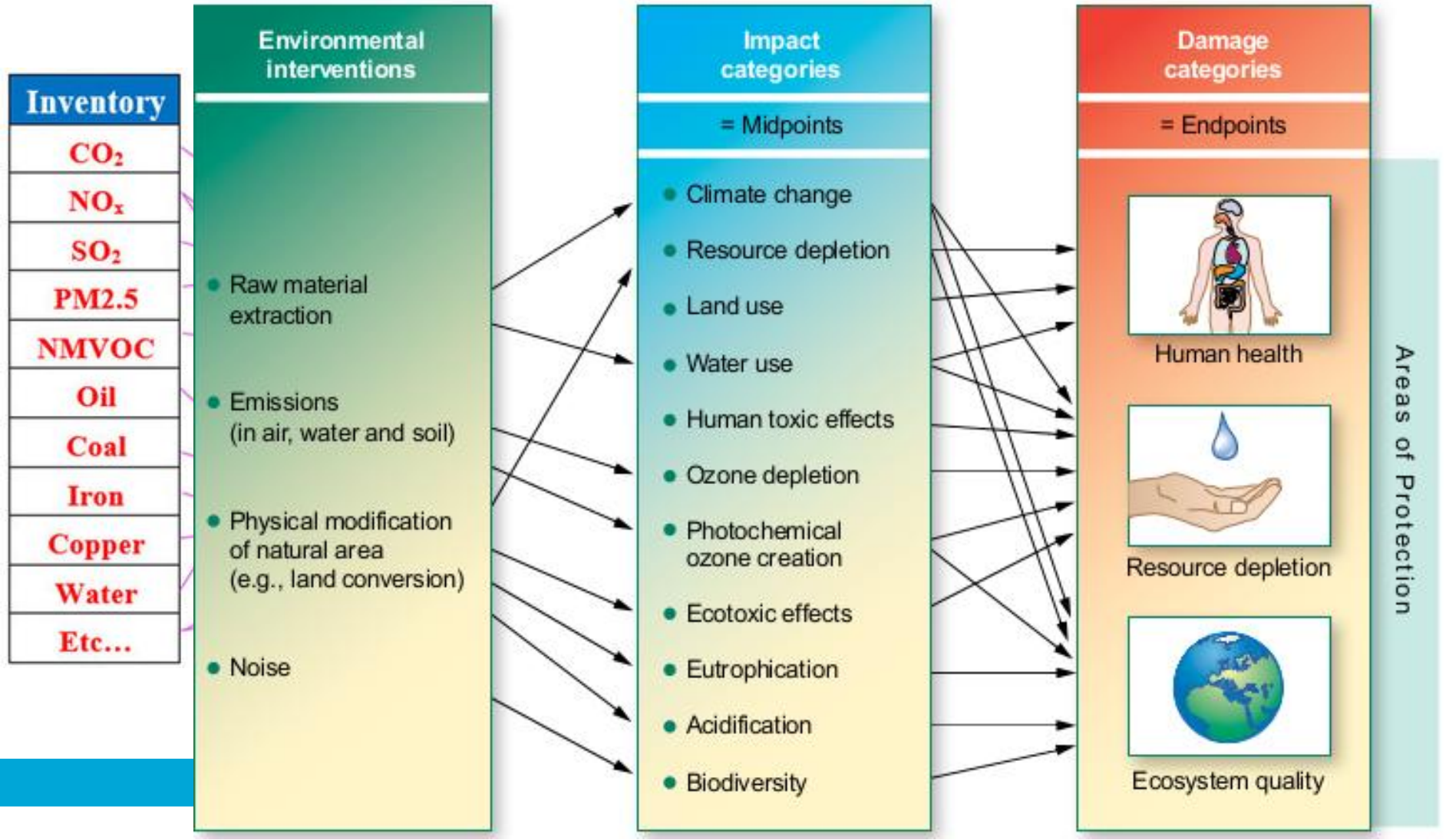
Περιεχόμενα

1. Υπολογισμός επιπτώσεων
2. Χαρακτηρισμός
3. Αποτελέσματα

3. Υπολογισμός επιπτώσεων



Ο υπολογισμός γίνεται με μαθηματικά μοντέλα



http://michaelminn.net/energy/life-cycle-analysis/

Ίδια ποσότητα, ίδια επίπτωση;

Διεργασία Α: 1 kg CO_2

Διεργασία Β: 1 kg CH_4

Έχουν την ίδια επίπτωση στην κλιματική αλλαγή;

Ποια πληροφορία χρειαζόμαστε για τη σύγκριση;

Do not edit
How to change the design

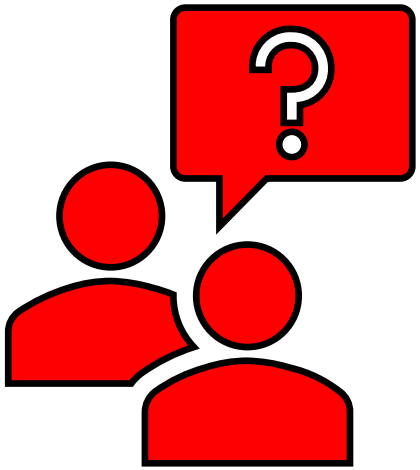
Διεργασία Α: 1 kg CO_2
Διεργασία Β: 1 kg CH_4



Έχουν την ίδια επίπτωση στην κλιματική αλλαγή;

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

slido



Ποιες είναι οι τρεις βασικές ομάδες περιβαλλοντικών επιπτώσεων που εξετάζονται στην ΑΚΖ;

1. Κλιματική αλλαγή,
2. ποιότητα οικοσυστήματος,
3. εξάντληση μη ανανεώσιμων πόρων

Δραστηριότητα προσωπικού υδατικού αποτυπώματος (συζήτηση)

Εκτιμήστε τα σημεία με το άμεσο και έμμεσο υδατικό σας αποτύπωμα

1. Μπλε νερό: Επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα που εισέρχονται σε προϊόντα και επιστρέφουν στο περιβάλλον.

2. Πράσινο νερό: Εξατμισμένο νερό που προέρχεται από τη βροχή και την υγρασία.

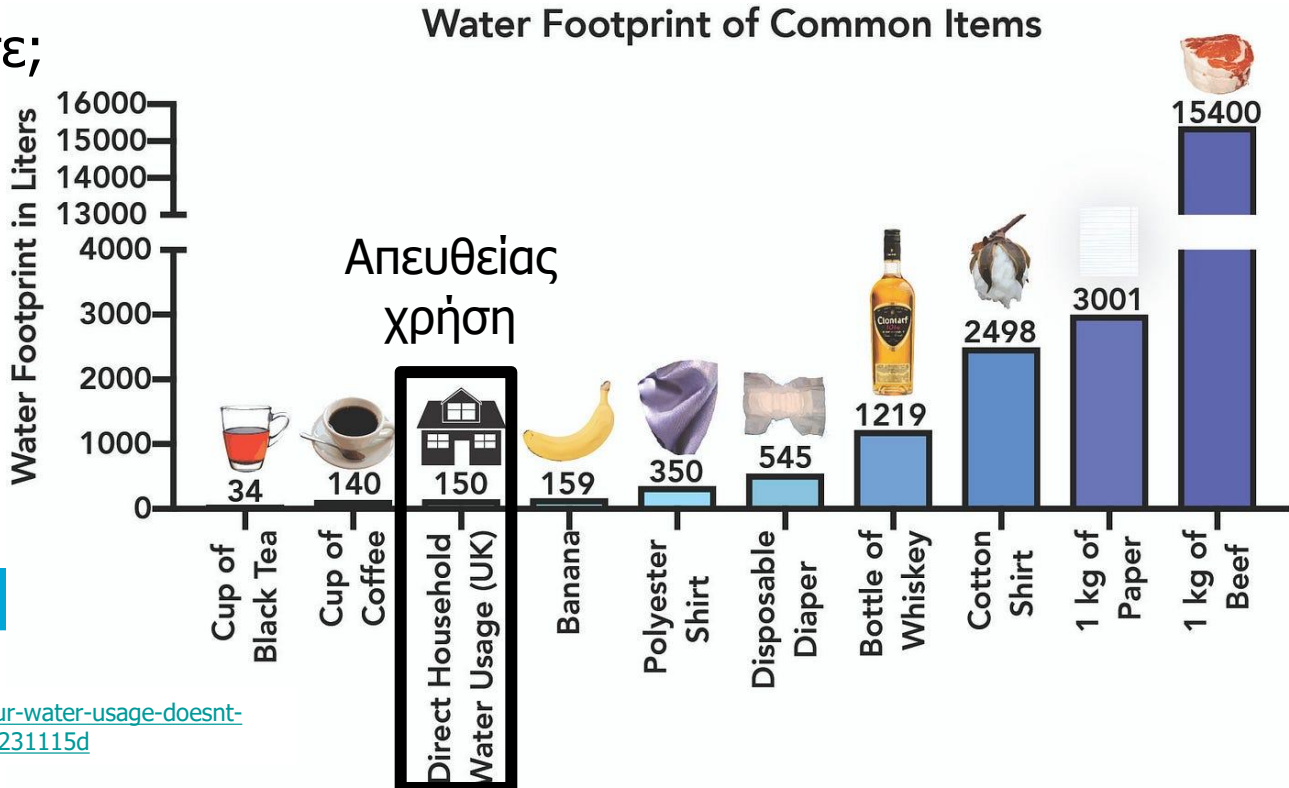
3. Γκρίζο νερό: Νερό που έχει μολυνθεί από την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών.

Δραστηριότητα προσωπικού υδατικού αποτυπώματος (συζήτηση)

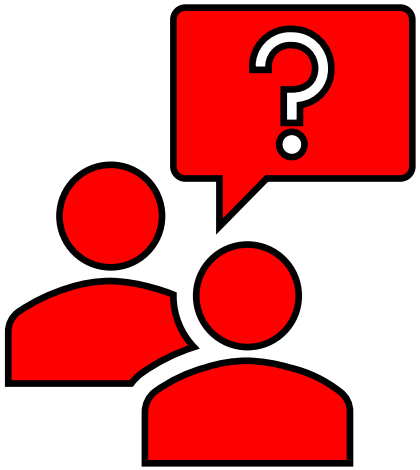
1. Μπλε νερό: Επιφανειακά ή υπόγεια ύδατα που εισέρχονται σε προϊόντα και επιστρέφουν στο περιβάλλον.

~~2. Πράσινο νερό: Εξατμισμένο νερό που προέρχεται από τη βροχή και την υγρασία.~~
~~3. Γκρίζο νερό: Νερό που έχει μολυνθεί από την παραγωγή αγαθών και υπηρεσιών.~~

Ποια hotspots φαντάζεστε;



https://towardsdatascience.com/muddying-the-waters-your-water-usage-doesnt-happen-where-you-think-it-does-d4516ee7b1df?gi=ed959231115d



Αναφέρετε τρεις τυπικές κατηγορίες επιπτώσεων μεσου σημείου (midpoint).

1. Δυνατότητα υπερθέρμανσης (GWP),
2. Δυνατότητα οξίνισης (AP),
3. Δυνατότητα ευτροφισμού (EP).

Σε ποια κατηγορία επιπτώσεων ανήκει;

Αντιστοιχίστε κάθε εκπομπή σε μια σχετική κατηγορία.

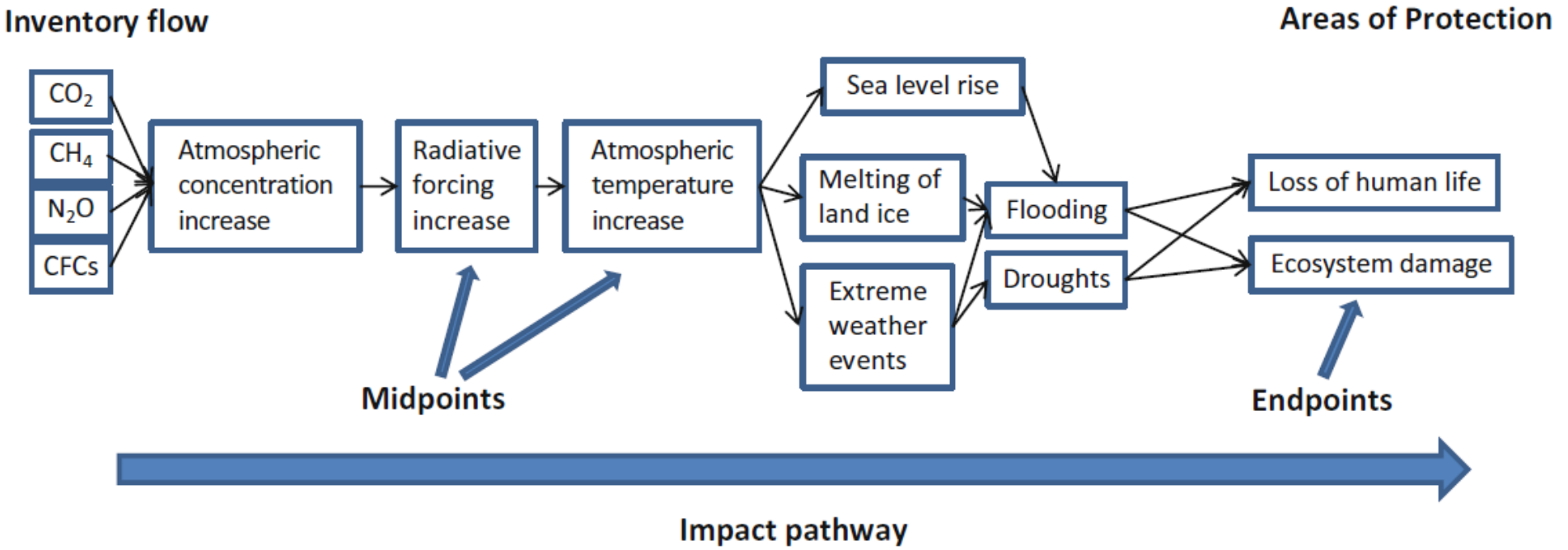
Εκπομπή	**Κατηγορία επιπτώσεων**
CO_2 στην ατμόσφαιρα	…
SO_2 στην ατμόσφαιρα	…
Φωσφορικά σε γλυκό νερό	…

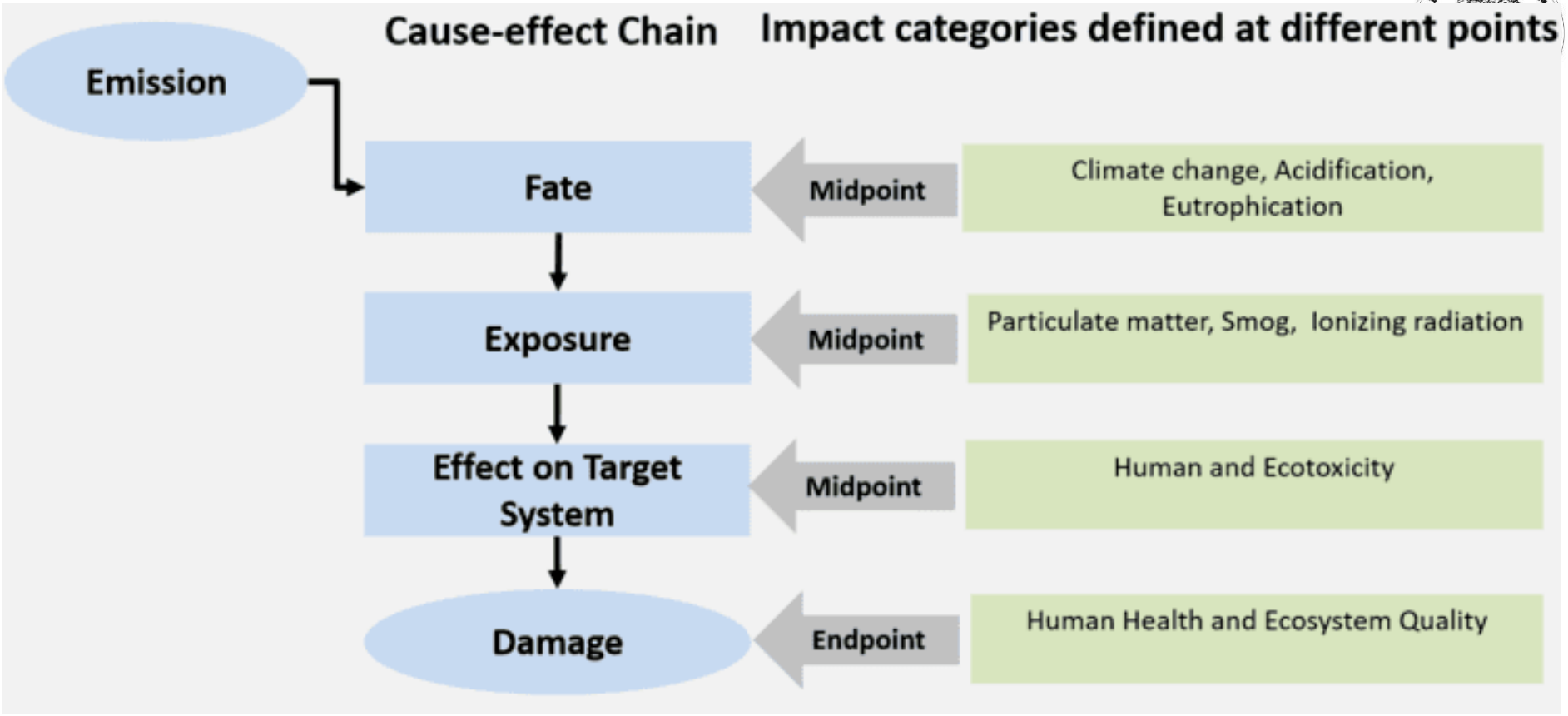
Τυπικές Επιπτώσεις (Μεσου Σημείου)

- Τυπικές επιπτώσεις περιλαμβάνουν :
  - Δυναμικό υπερθέρμανσης του πλανήτη (GWP)
  - Δυναμικό εξάντλησης όζοντος (ODP)
  - Δυναμικό ανθρώπινης τοξικότητας (HTP)
  - Δυναμικό οικοτοξικότητας (EP)
  - Δυναμικό οξίνισης (AP)
  - Δυναμικό φωτοχημικού σχηματισμού όζοντος (POFP)
  - Δυναμικό ευτροφισμού
  - Εξάντληση Αβιοτικών Πόρων
  - Χρήση νερού



Μονοπάτι πρόσκρουσης (impact pathway)



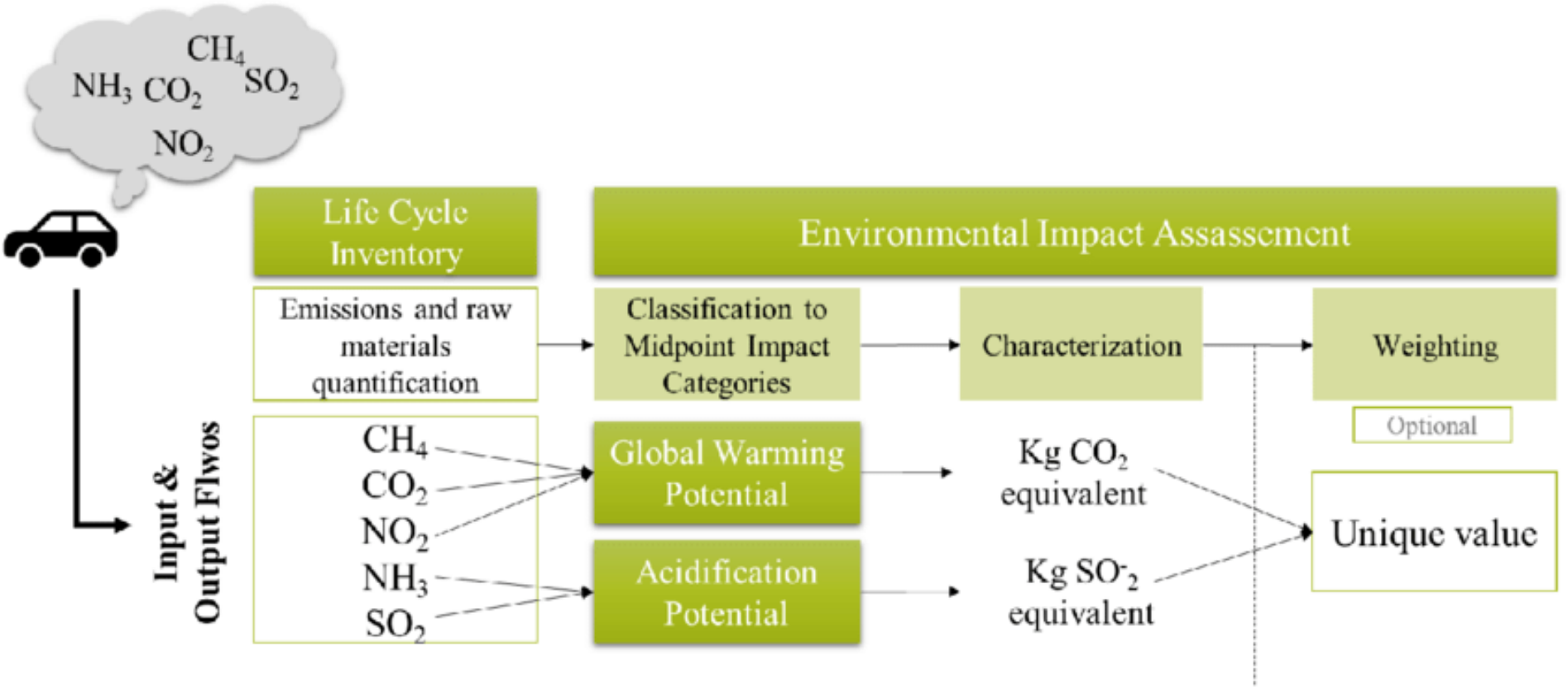


$$Impact = \sum CF_{i,p} \times FlowEmitted_p$$

$Impact$: Οι περιβαλλοντικές επιπτώσεις υπό εξέταση

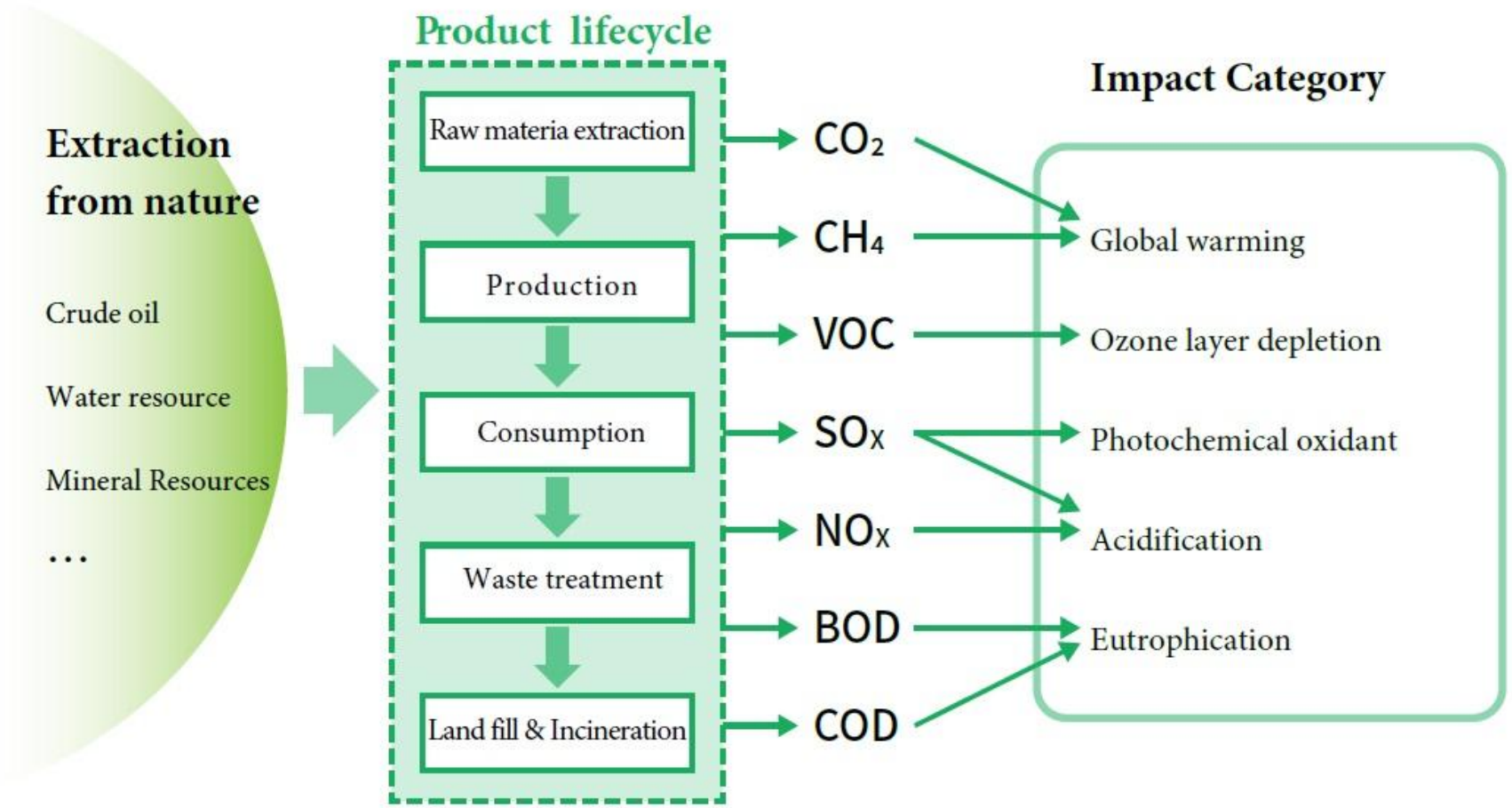
$FlowEmitted_p$: Η ροή του ρύπου

$CF_{i,p}$: Ο συντελεστής χαρακτηρισμού για τον ρύπο p και επιπτώσεις i


CH_4
NH_3 CO_2 SO_2
NO_2
Life Cycle Inventory
Environmental Impact Assessment
Emissions and raw materials quantification
Classification to Midpoint Impact Categories
Characterization
Weighting
Optional
Input & Output Flwos
CH_4
CO_2
NO_2
NH_3
SO_2
Global Warming Potential
Acidification Potential
Kg CO_2 equivalent
Kg SO_2 equivalent
Unique value

Υπολογισμός επιπτώσεων (2)

Η εκτίμηση επιπτώσεων στον κύκλο ζωής είναι μια συστηματική διαδικασία ταξινόμησης και χαρακτηρισμού των περιβαλλοντικών επιπτώσεων.


Extraction from nature
Crude oil
Water resource
Mineral Resources
...
Product lifecycle
Raw materia extraction
Production
Consumption
Waste treatment
Land fill & Incineration
Impact Category
CO2
CH4
VOC
SOx
NOx
BOD
COD
Global warming
Ozone layer depletion
Photochemical oxidant
Acidification
Eutrophication

Βήματα της 3ης φάσης (1)

- Επιλογή σχετικών κατηγοριών επιπτώσεων
- Ταξινόμηση: αντιστοίχιση των αποτελεσμάτων Ανάλυσης Δεδομένων σε κατηγορίες επιπτώσεων
- Χαρακτηρισμός: μοντελοποίηση αποτελεσμάτων Ανάλυσης Δεδομένων εντός κατηγοριών επιπτώσεων

- Κανονικοποίηση: έκφραση πιθανού αντίκτυπου με τρόπους που μπορούν να συγκριθούν.
- Ομαδοποίηση: δείκτες ταξινόμησης ή κατάταξης.
- Στάθμιση : έμφαση στις πιο σημαντικές πιθανές επιπτώσεις.

- Αναφορά αποτελεσμάτων φάσης Υπολογισμού Επιπτώσεων

Βάλτε τα βήματα στη σωστή σειρά

Α. Μετατρέπουμε τις εκπομπές σε kg CO_2 eq. → Χαρακτηρισμός

Β. Επιλέγουμε την κατηγορία «κλιματική αλλαγή». → Επιλογή κατηγορίας

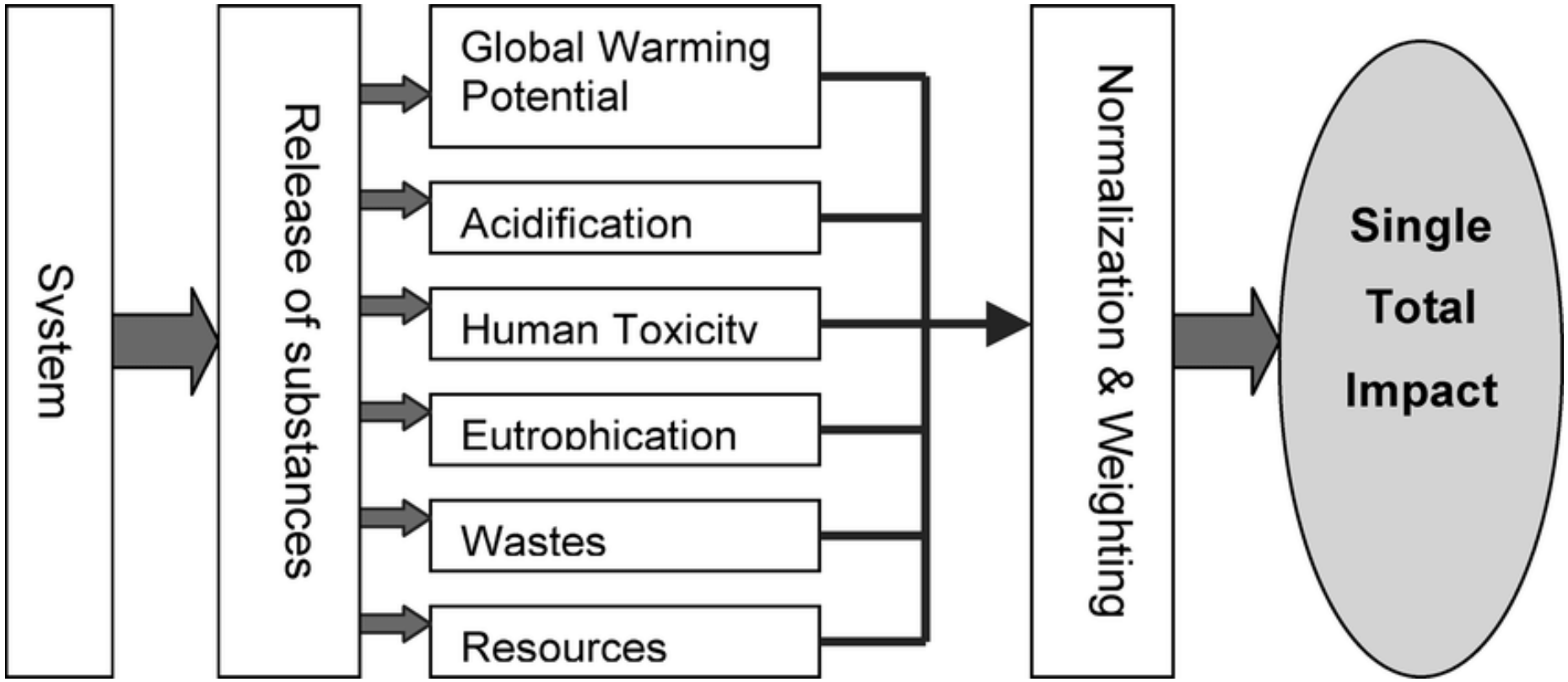
Γ. Αντιστοιχίζουμε τις σχετικές εκπομπές στην κατηγορία.

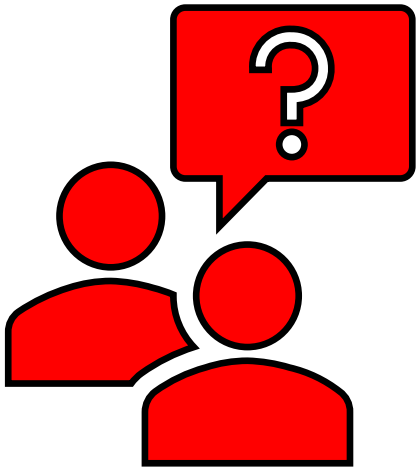
↓

Ταξινόμηση

Ποια είναι η σειρά;

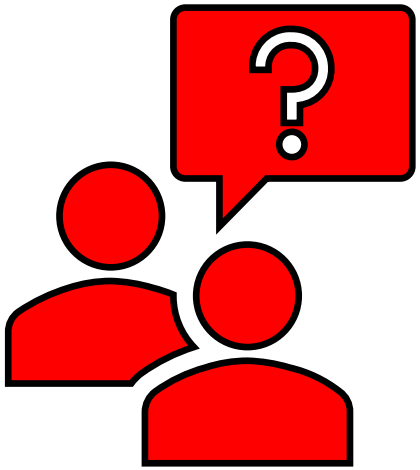
Πώς ονομάζεται κάθε βήμα;


System
Release of substances
Global Warming Potential
Acidification
Human Toxicity
Eutrophication
Wastes
Resources
Normalization & Weighting
Single Total Impact



Ποια είναι τα βήματα της 3ης φάσης (LCIA) σύμφωνα με το ISO 14044;

1. Επιλογή κατηγοριών,
2. Ταξινόμηση,
3. Χαρακτηρισμός,
4. (Κανονικοποίηση)
5. (Ομαδοποίηση),
6. (Στάθμιση),
7. Αναφορά.



Τι είναι η «στάθμιση» (weighting) και ποιος ο κίνδυνος χρήσης της;

Ανάθεση βαρών σε κατηγορίες επιπτώσεων με βάση κριτήρια πολιτικής/κοινωνίας

Κίνδυνος: υποκειμενικότητα και απώλεια επιστημονικής ουδετερότητας.

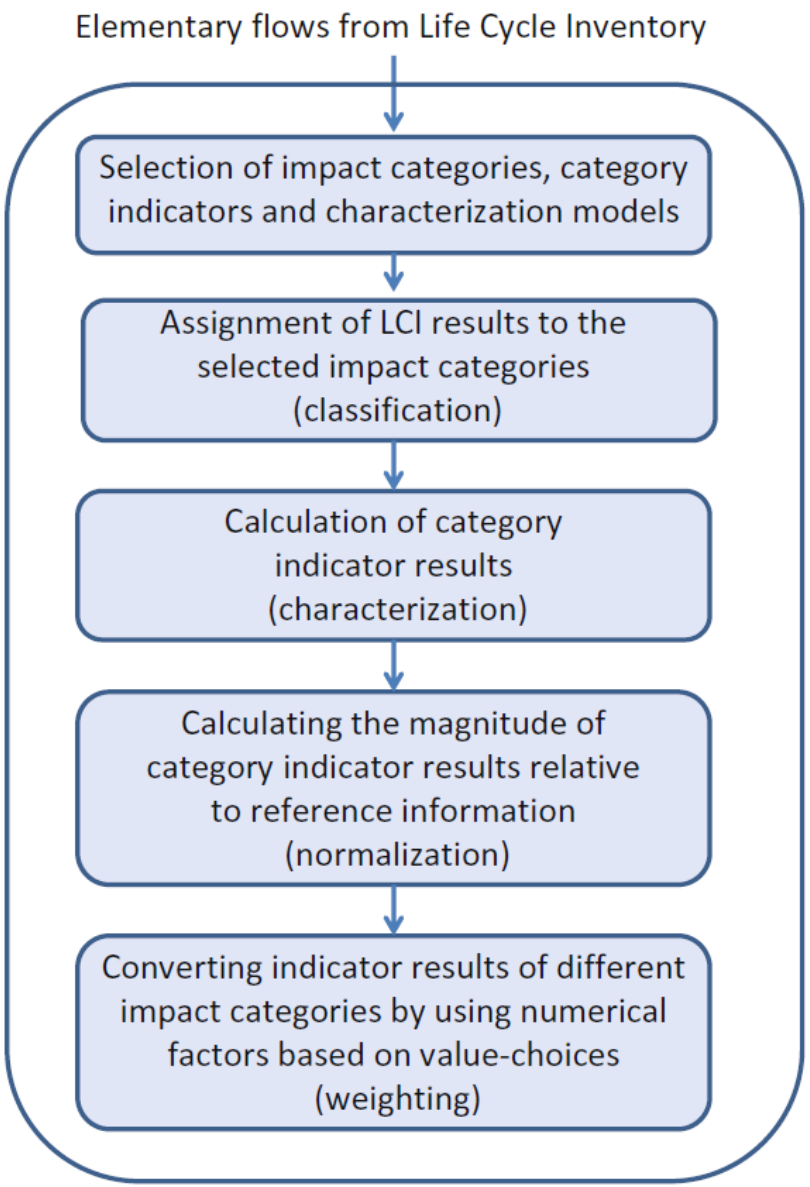
Ποιο προϊόν θα επιλέγατε;

Ίδια λειτουργία

Χαμηλότερη τιμή = προτιμότερο αποτέλεσμα

Κατηγορία	**Προϊόν Α**	**Προϊόν Β**
Κλιματική αλλαγή (kg CO_2 eq)	8	12
Οξίνιση (mol H^+ eq)	0,06	0,03

Χαρακτηρισμός



e.g. Cd, SO_2, C_6H_6, CO_2, iron ore

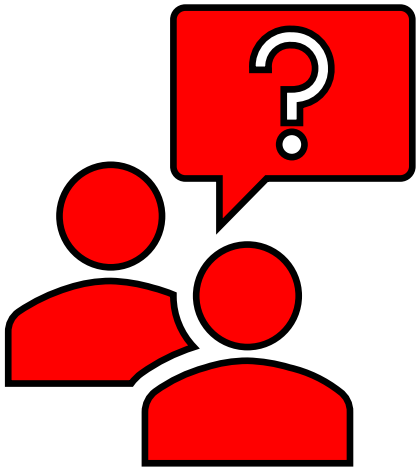
e.g. ecotoxicity, climate change

CO_2 etc. assigned to climate change

Climate change impact in kg CO_2-eq/functional unit at midpoint or in DALY/functional unit at endpoint

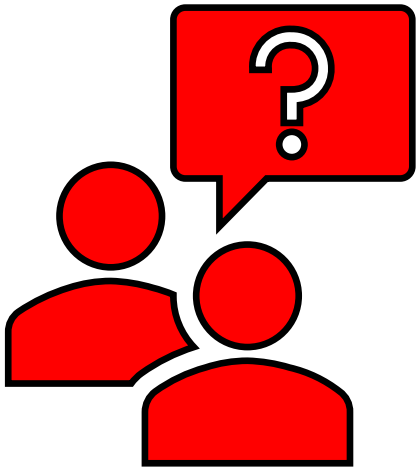
Climate change impact in person.yr/functional unit

Weighted impact scores ready for comparison or aggregation across impact or damage categories



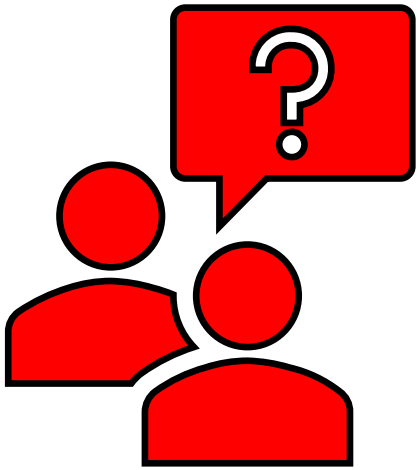
Τι σημαίνει «χαρακτηρισμός» στην 3η φάση AKZ;

Η ποσοτική μοντελοποίηση των αποτελεσμάτων της απογραφής (LCI) ώστε να εκφραστούν σε δείκτες περιβαλλοντικών κατηγοριών (π.χ. kg CO_2 eq).



Στην άσκηση υπολογισμού ανθρακικού αποτυπώματος, ποια ήταν η λειτουργική μονάδα;

1 kg πέλετ (pellet).



Τι επιπλέον πληροφορία προσφέρει η κανονικοποίηση του ανθρακικού αποτυπώματος;

Δείχνει το αποτύπωμα ανά κάτοικο στην Ελλάδα· επιτρέπει συγκρίσεις με εθνικές ή περιφερειακές μέσες τιμές.

Τι σημαίνει η κανονικοποίηση;

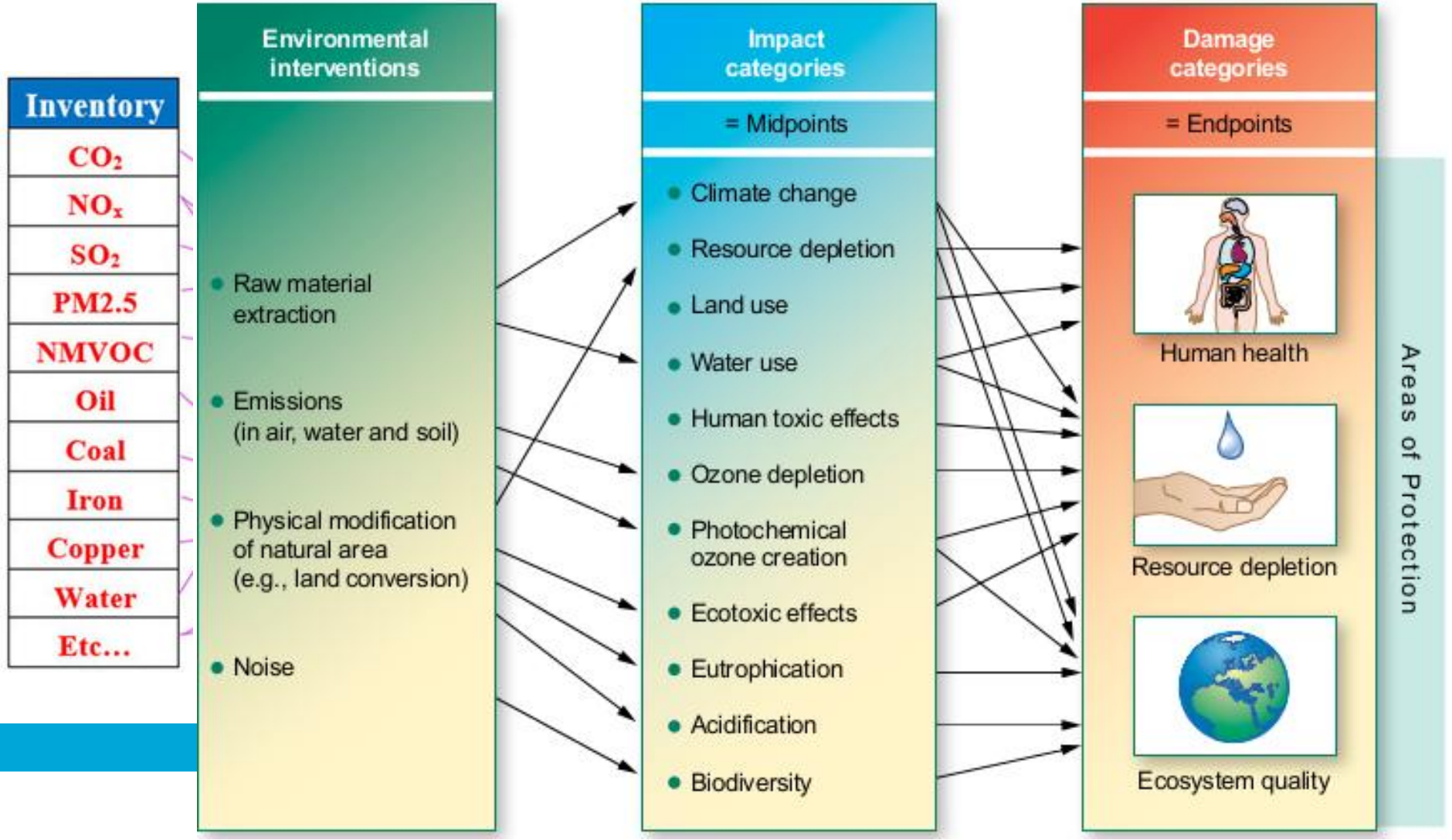
Αποτύπωμα: 10 kg CO_2 eq ανά λειτουργική μονάδα

Υποθετική τιμή αναφοράς: 5.000 kg CO_2 eq ανά κάτοικο και έτος

1. Υπολογίστε το κανονικοποιημένο αποτέλεσμα.
2. Ποιο ποσοστό της τιμής αναφοράς αντιπροσωπεύει;
3. Μειώνεται η επίπτωση με την κανονικοποίηση;

Υπολογισμός επιπτώσεων (3)

http://michaelminn.net/energy/life-cycle-analysis/



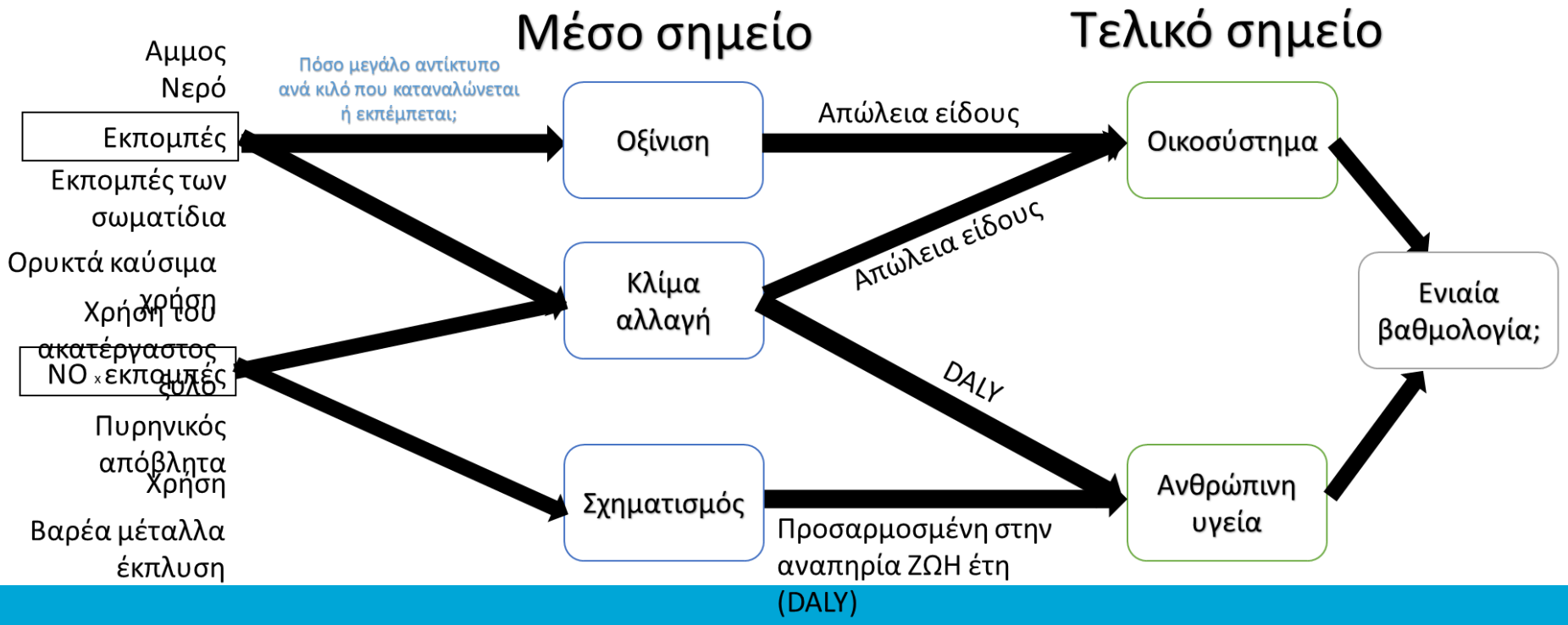
Κανονικοποίηση: έκφραση πιθανού αντίκτυπου με τρόπους που μπορούν να συγκριθούν.

Στάθμιση : έμφαση στις πιο σημαντικές πιθανές επιπτώσεις.

4α: Ταξινόμηση

4β: Χαρακτηρισμός

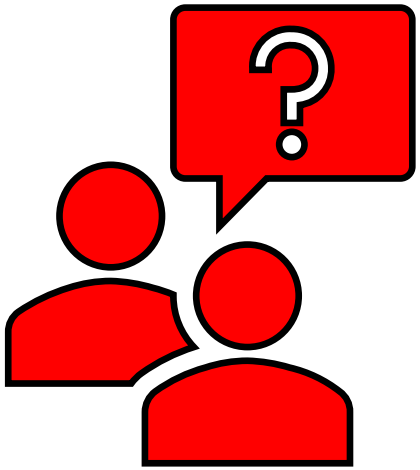
4c (προαιρετικό): Κανονικοποίηση / στάθμιση



Αποτελέσματα

- Αποτελέσματα Ανάλυσης Δεδομένων ΑΚΖ:
  - Εξαγωγές πρώτων υλών απο το περιβαλλον
  - Κατανάλωση
  - Εκπομπές

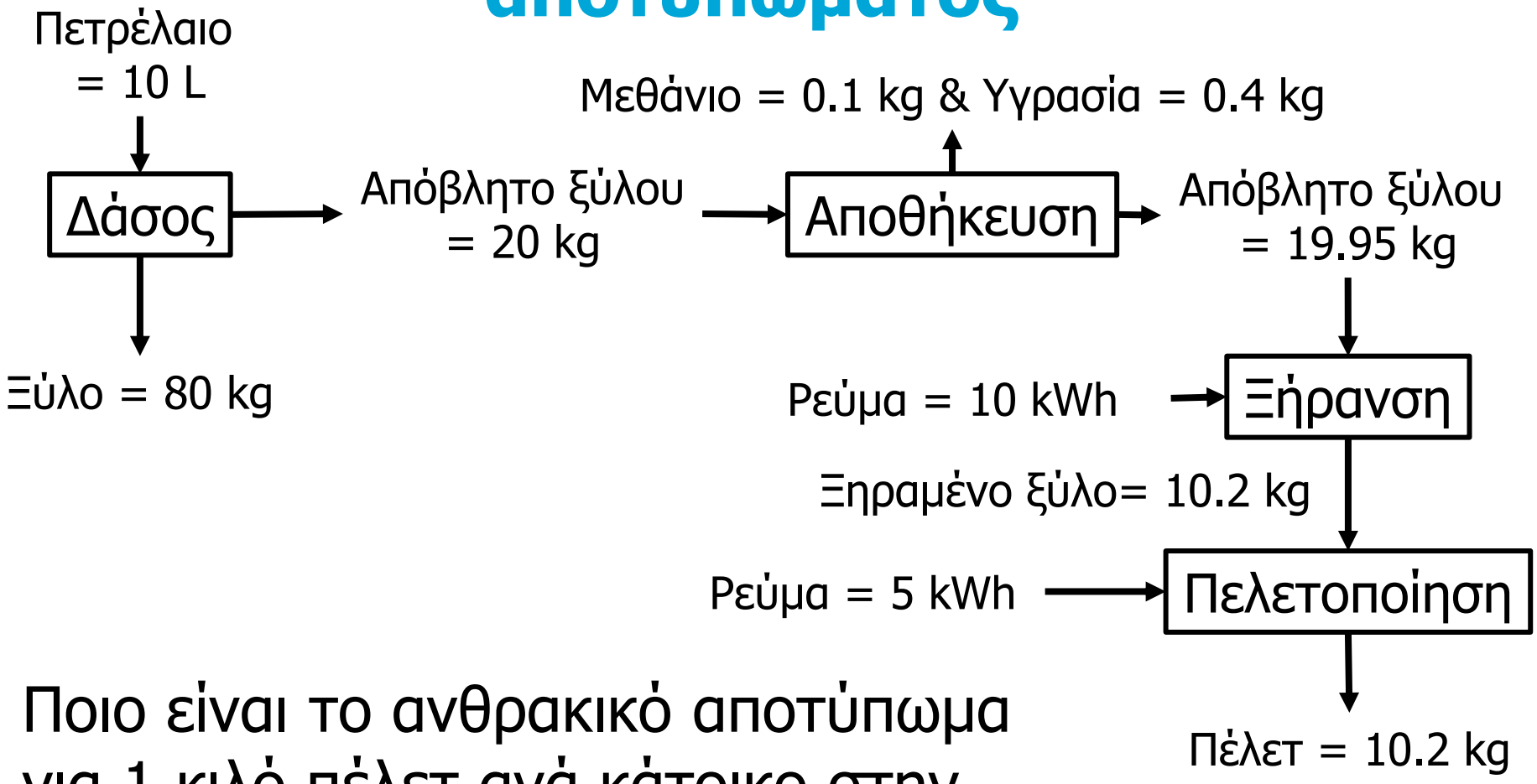
- Αποτελέσματα αξιολόγησης επιπτώσεων ΑΚΖ:
  - (επιλεγμένα) Βαθμολογίες κατηγοριών περιβαλλοντικών επιπτώσεων.



Ποια είναι η διαφορά μεταξύ «αποτελεσμάτων ανάλυσης δεδομένων» και «αποτελεσμάτων αξιολόγησης επιπτώσεων» στην AKZ;

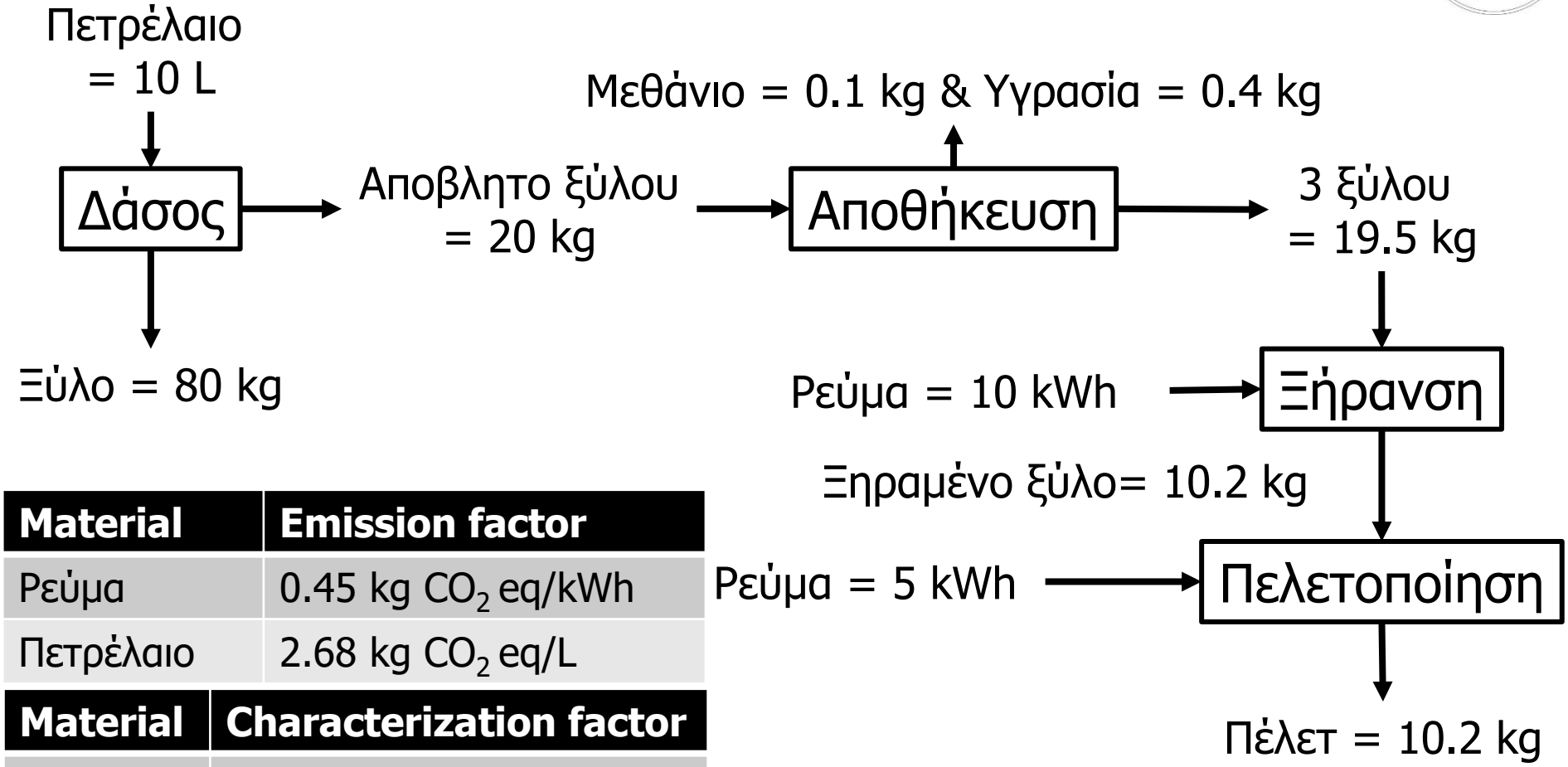
- Ανάλυση δεδομένων = ροές εισροών/εκροών (πρώτες ύλες, ενέργεια, εκπομπές)
- Αξιολόγηση επιπτώσεων = μετατροπή αυτών σε δείκτες περιβαλλοντικών κατηγοριών.

Άσκηση: υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος



Ποιο είναι το ανθρακικό αποτύπωμα για 1 κιλό πέλετ ανά κάτοικο στην Ελλάδα;

Άσκηση: υπολογισμός ανθρακικού αποτυπώματος



Material	Emission factor
Ρεύμα	0.45 kg CO_2 eq/kWh
Πετρέλαιο	2.68 kg CO_2 eq/L

Material	Characterization factor
CH_4	29.8 kg CO_2 eq/kg CH_4

Material	Price
Ξύλο	5 Euros/kg
Απόβλητο ξύλου	0 Euros/kg

Ποιο είναι το ανθρακικό αποτύπωμα για 1 κιλό πέλετ;

Εργασία

Έχετε ερωτήσεις;

OpenLCA

openLCA

Stable versions for Windows, macOS, and Linux, development versions (if any), some previous versions, sources, and a changelog for the openLCA LCA and sustainability modeling software are provided below.

Release notes for openLCA 2.0 can be found in our blog.

Windows	macOS	Linux	Changelog	Other

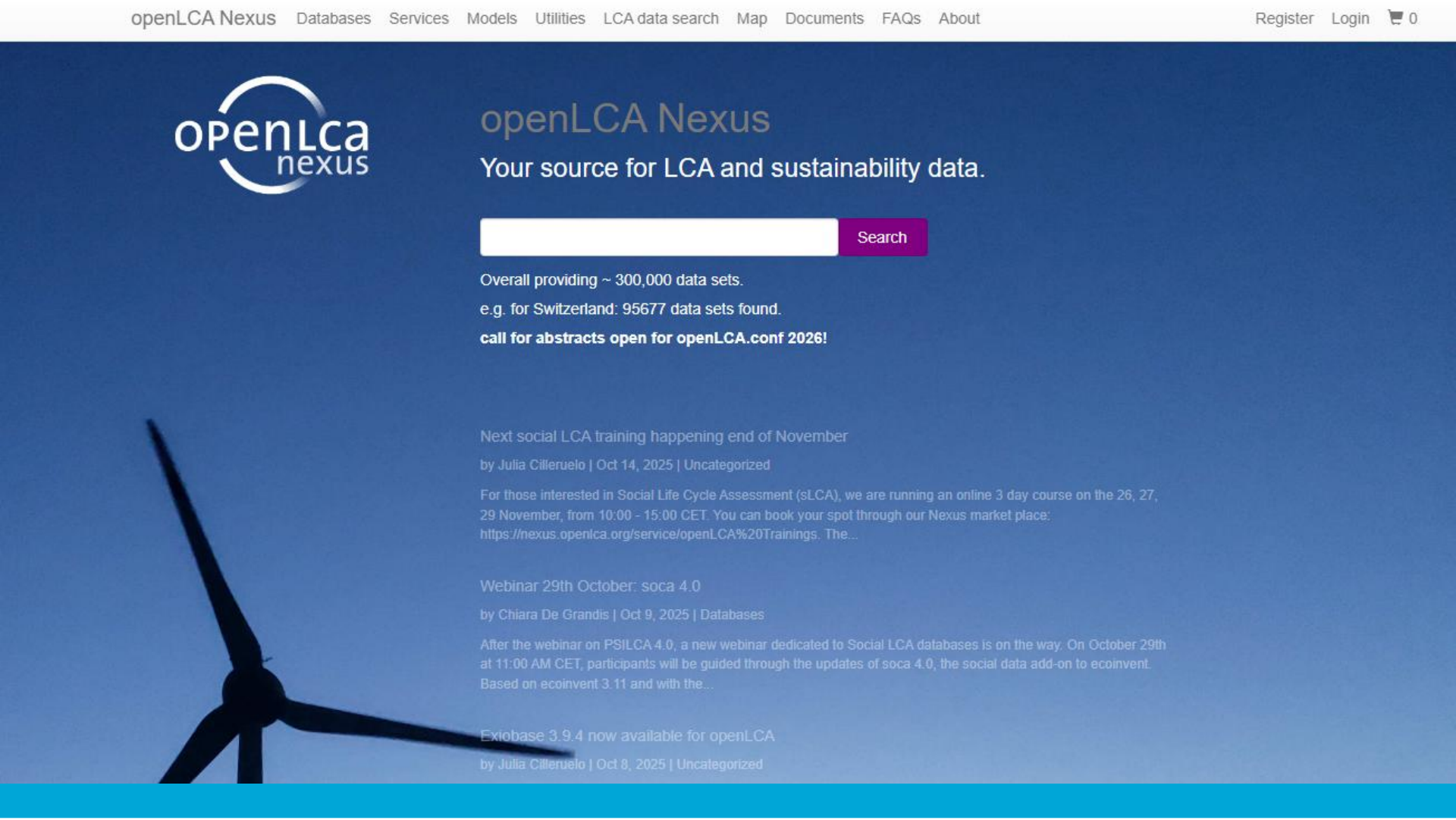
To use openLCA on Windows, download the zip-archive below: Unzip the archive and start `openLCA.exe`. To uninstall it, delete the created folder. You can have several versions of openLCA in different folders on the same computer.

openLCA 2.5.0 zip-archive: openLCA_Windows_x64.zip

Alternatively, you can install openLCA with the installer below. If you have an older openLCA version installed (via the installer) you should uninstall it first.

openLCA 2.5.0 installer: openLCA_Windows_x64.exe

OpenLCA - NEXUS - Databases





Σας ευχαριστώ