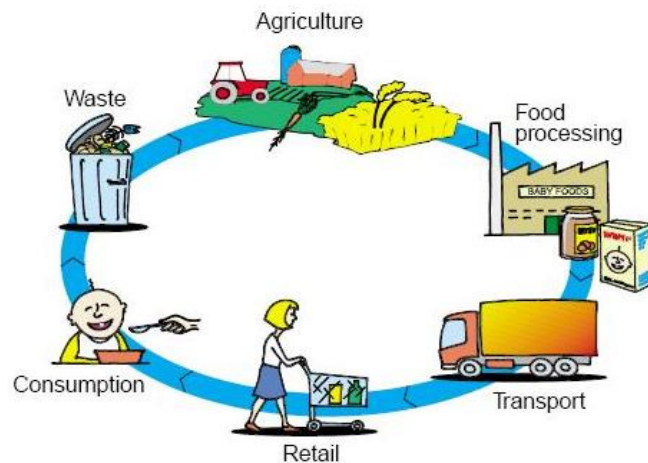


Põllumajanduse keskkonnamõjude hindamine läbi olelusringi



Sirli Pehme
Eesti Maaülikool
Põllumajandus- ja keskkonnainstituut
projektijuht, doktorant
sirli.pehme@emu.ee

Teemad

- 1) Olelusringi hindamise tausta ja metoodika tutvustus
- 2) Peamiste hinnatavate mõjukategooriate ülevaade
- 4) Süsiniku sidumine mulda
- 5) Otsene ja kaudne maakasutuse muutus
- 6) Erinevad lähenemised (koolkonnad) olelusringi hindamisel
- 7) Näited tulemustest

Termin

LCA

ehk

Life Cycle Assessment

ehk

Life Cycle Analyses

ehk

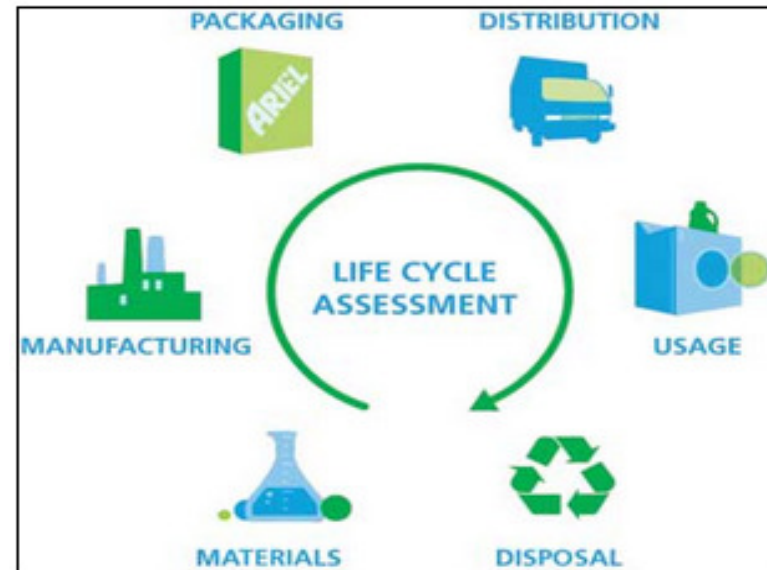
olelusringi hindamine

ehk

elutsükli analüüs/hindamine

Olelusringi hindamine on..

- .. tegevusraamistik, mis analüüsib ja hindab toote või teenuse keskkonnamõjusid kogu olelusringi kestel (alates toorme tootmisest kuni jäätmete kõrvaldamiseni).
- .. keskkonnamõjude hindamine "hällist hauani" põhimõttel.



Keskkonnamõjude hindamine läbi olelusringi. Vajadus?

OTSUSETEGIJAD

- Millist tehnoloogiat/suunda eelistada, arendada, toetada, piirata?

ETTEVÕTE

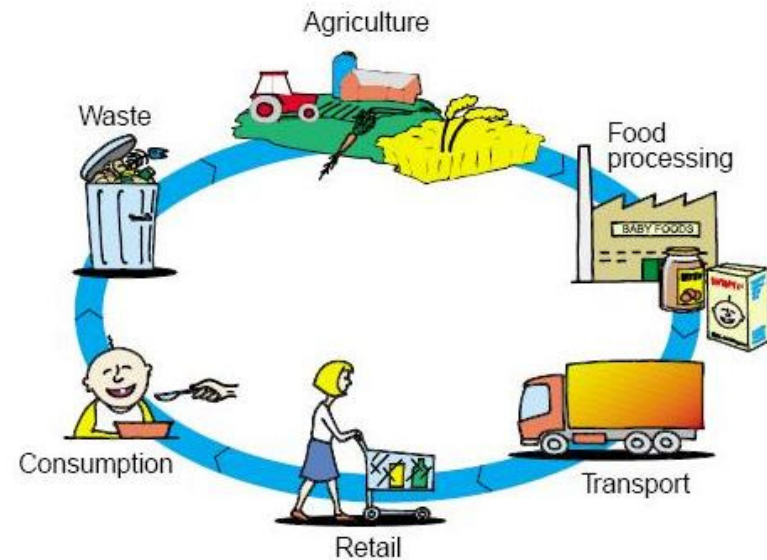
- Üha rangemaks muutuvad nõuded
- Tarbija kasvav teadlikkus ja huvi

TARBIJAD

- Milliseid tooteid eelistada?

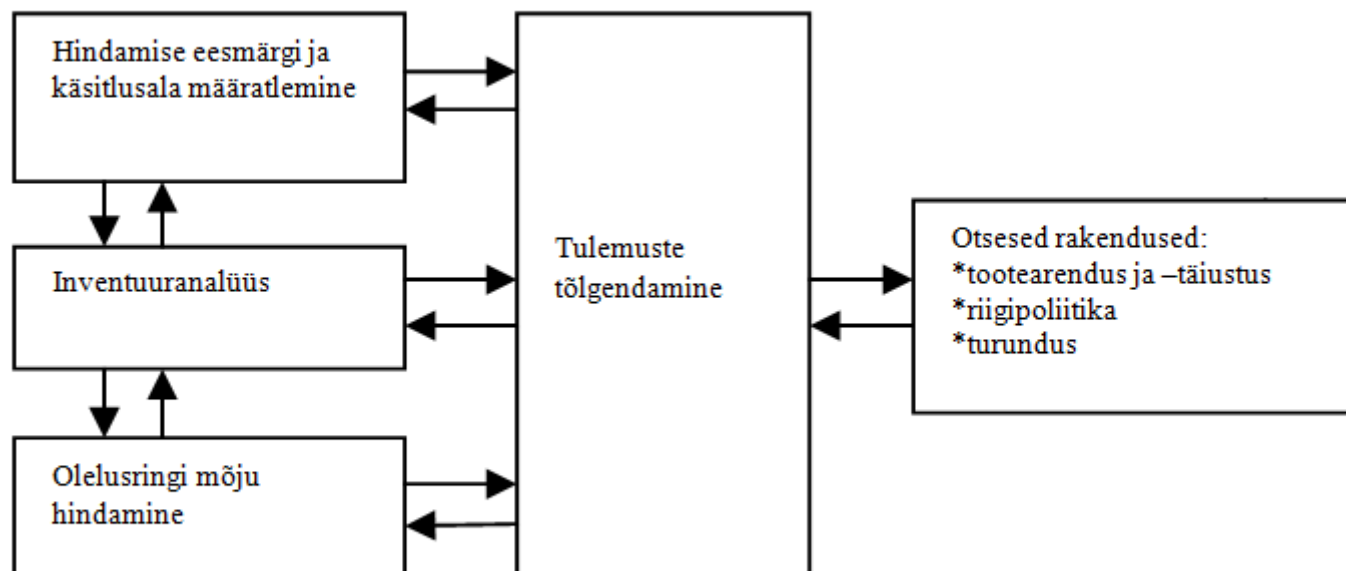
Miks just läbi olelusringi?

- Terviklik lähenemine
- Ühe probleemi lahendamine võib põhjustada uusi (ja suuremaid?) probleeme kusagil mujal.



Üldine metoodiline raamistik.

Olelusringi hindamine koosneb neljast etapist:



Põllumajanduse olelusringi hindamine

- Olelusringi hindamine põllumajanduse- ja toidusektoris on kestnud umbes 15 aastat.
- Enamuse uuringute süsteemi piirid lõpevad enamasti taluvärvaga.
- Probleem: põllumajandussüsteemid on keerulised! (kasutatavad praktikad väga erinevad)

Tulemused: talitlusühiku kohta

- Mõõtühik e talitlusühik e funktsionaalne ühik (FU), nt
- 1 kg juustu
- 1 l mahla
- 1 ha maad
- 1 teatriskäik
- 3 km autosõitu
- 200 kohvijoomise korda
- hoone kasutamine 25 aastat
- 1 m³ biogaasi tootmine
- 1 kg sõnniku käitlemine

jne

Keskkonnamõjude kategooriad

- Kliima soojenemise potentsiaal (g CO₂ ekv.)
- Energiakulu (MJ)
- Osoonikihi kahjustamine (CFC-11 ekv.)
- Hapestumise potentsiaal (g SO₂ ekv.)
- Eutrofeerumise potentsiaal (g NO₃ ekv.)
- Maakasutus (m² või ha/aastas)
- Fotokeemiline udu (g C₂H₄ ekv.)
- Öko/inimtoksilisus (erinevad indeksid)
- Taastumatute ressursside kasutamine (nt kg)

Kliima soojenemine

- kg CO₂-ekv: CO₂, CH₄, N₂O
- CO₂ peamiselt kütuste põletamisest, väetiste tootmisest, taimse materjali lagunemisest.
- CH₄ peamiselt loomade organismist ja sõnniku käitlemisest.
- N₂O peamiselt põllul väetiste kasutamisest, mullabakterite tegevusest.
- Biogeenne CO₂ arvestatakse tavaliselt 0ks.

Süsiniku sidumise arvestamine

- Süsiniku pikaks ajaks sidumine (mulda või mujale) muudab kasvuhoonegaaside bilanssi.
- Enamasti ei ole hindamiste puhul arvesse võetud.
- Kasutusel erinevad pikaajalistel katsetel põhinevad mudelid (Daisy, C-Tool jne).

Süsiniku sidumine mulda taanlaste C- tooli andmetel

| Materjal | CO ₂ -C, % mis jõuab atmosfääri | Mulda jääv C % (20 aasta perspektiiv) |
|--|--|---------------------------------------|
| Töötlemata läga | 95% | 5% |
| Sõnniku või digestaadi separeerimisel tekkiv vedel osa | 100% | 0% |
| Digestaat (ainult lägast) | 100% | 0% |
| Digestaat (läga koos tahke substraadiga) | 90% | 10% |
| Digestaat (läga koos heinaga) | 85% | 15% |
| Tahesõnnik | 75% | 25% |
| Sõnniku või digestaadi separeerimisel tekkiv tahke osa | 80% | 20% |

Otsene ja kaudne maakasutuse muutus

- Otsene muutus (LUC): nt odra asemel energiahein
- Kaudne muutus (ILUC):
nt tuleb võtta kasutusele uusi põllumaid kusagil mujal (CO₂ emissioonid!)
nt intensiivistatakse tootmist kusagil mujal
+ asendava kultuuri tootmise mõjud.

Hapestumine

- kg SO₂-ekv: nt SO₂, NH₃, NO, NO₂
- Põletamisest, sõnniku käitlusest, väetiste kasutamisest.

Eutrofeerumine

- Toitainete leostumine

kg NO₃ ekv:

nt NO, NO₂, P₂O₅, NH₃,
NO₃⁻, PO₄³⁻



Tarkvara ja andmebaasid

- Tarkvaraprogrammid: nt SimaPro, GaBi
- Andmebaasid: nt Ecoinvent
- Väga kiire areng selles valdkonnas

Millest sõltuvad tulemused?

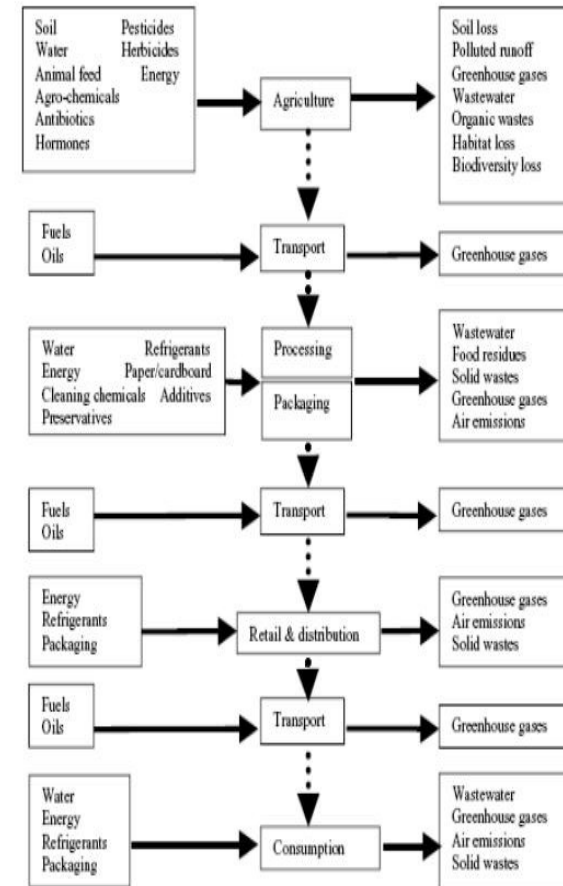
Süsteemi piirid

Funktsionaalne ühik

Mõjukategooriate valik

Muud meetodilised valikud

Andmete kvaliteet!



Components of the environmental impacts of a typical food chain

Toidutootmise keskkonnamõjudest suurem osa enamasti pärit põllumajanduse etapist (eriti loomsed tooted). Näide: pastöriseeritud piim (Fantin et al 2012)

| Mõjukategooria | Piimatootmine „taluvärvani“ | Transport piimatööstusse | Piima töötlemine | Transport müügikohtadesse |
|-------------------------|-----------------------------|--------------------------|------------------|---------------------------|
| Kliima soojenemine | 85% | 1% | 11% | 3% |
| Osoonikihi kahjustumine | 62% | 2% | 27% | 9% |
| Fotokeemiline udu | 84% | 1% | 12% | 3% |
| Hapestumine | 92% | 1% | 5% | 2% |
| Eutrofeerumine | 97% | <1% | 2% | <1% |

Agrokemikaalide tootmine



Süntetilised mineraalväetised toodetakse taastumatute loodusvarade baasil:

- *N (lämmastik)- maagaas, nafta;
- *P (fosfor)– fosfaadikaevandused;
- *K (kaalium)- kaaliumkarbonaadi kaevandused.

Pestitsiidide tootmise keskmine energiakulu (MJ/kg toimeaine kohta)

- putukatõrjevahendid 299
- umbrohutõrjevahendid 219
- seenhaiguste tõrjevahendid 124

Süntetiliste mineraalväetiste tootmiseks kuluv energia (MJ/kg kohta)

- lämmastik (N) 59
- fosfor (P) 40
- kaalium (K) 9

Kaks LCA suunda: attributional vs consequential LCA

Attributional:

- mõõdab ühte protsesside ahelat;
- lihtsam;
- olukord, nii nagu on (tegelikult minevik).

Consequential:

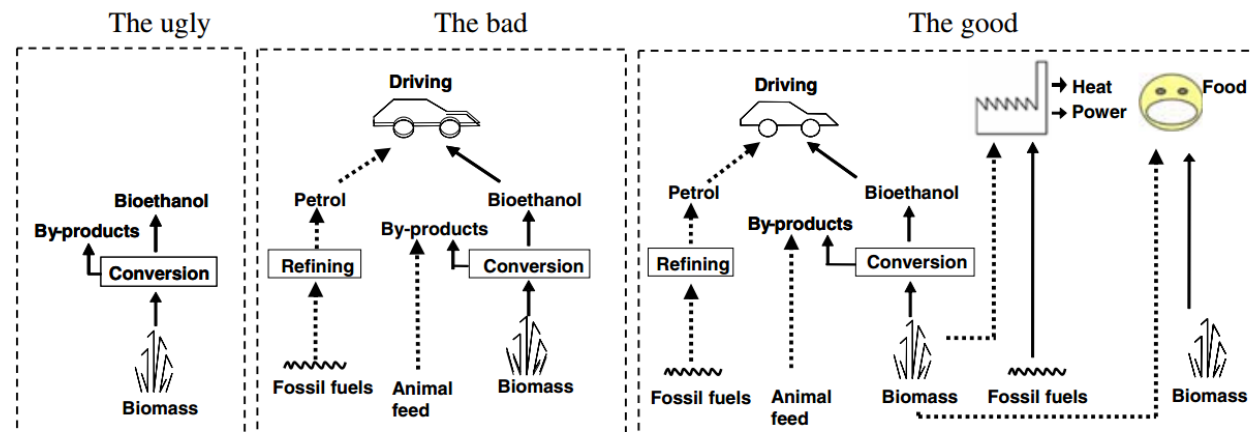
- Mõõdab muutust, mida me selle otsusega esile kutsume;
- märksa keerulisem;
- tuleviku stsenaariumid.

Biofuels: the good, the bad, the ugly—and the unwise policy

Wenzel, H. 2009. Clean Techn Environ Policy (2009)
DOI 10.1007/s10098-009-0231-6

- Erinevad koolkonnad/lähenemised süsteemi piiride osas:

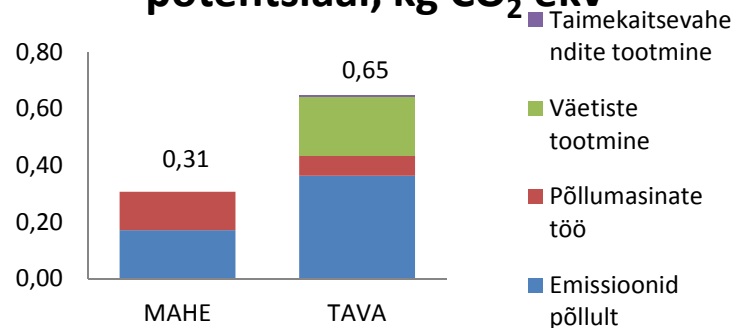
Fig. 1 The three main categories of system boundaries in existing biofuel studies. *Full arrows* designate induced flows, *dotted arrows* designate avoided flows



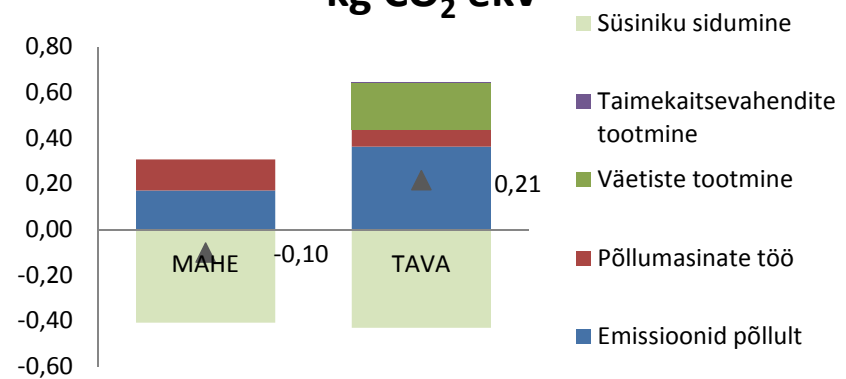
Mahe- ja tavakülvikorra 1 kg KA toodangu keskkonnamõjud esialgsed tulemused Eesti andmete põhjal

- Põllumajandusministeeriumi rakendusuringu „Eesti põllumajandustootjate konkurentsivõimelisus Euroopa Liidu ühise põllumajanduspoliitika tingimustes“ raames
- Külvikord: **suvinisu – oder – kaer ak – punane ristik** , PMK Kuusiku Katsekeskuse kompleksuuringu andmed (Karli Sepp).

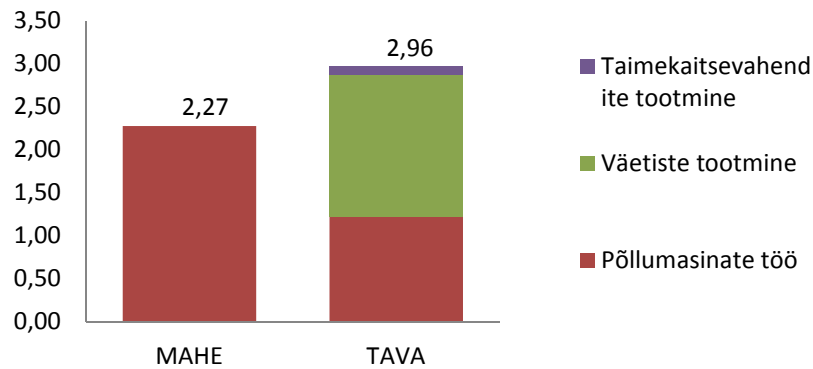
Kliima soojenemise potentsiaal, kg CO₂ ekv



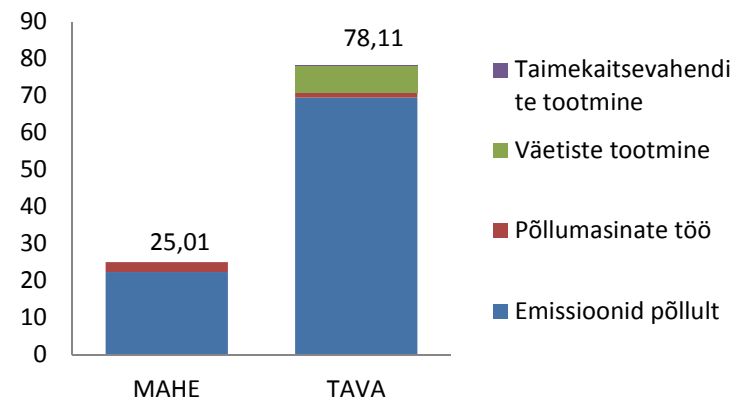
Kliima soojenemise potentsiaal, kg CO₂ ekv



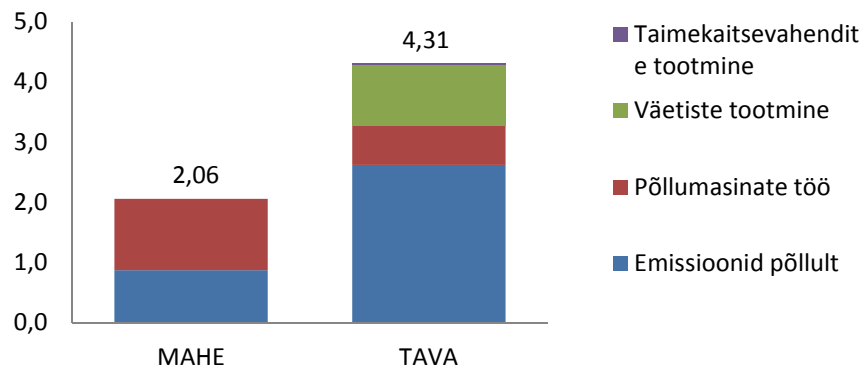
Energiakasutus, MJ ekv



Eutrofeerumine, g NO₃



Hapestumise potentsiaal, g SO₂



Keskkonnamõjude vähendamise võimalused

- Muudatuse mõju uurivaid analüüse on väga vähe.
- Taimekasvatuses on suur osa mõjudest põhjustatud sünteetiliste mineraalväetiste tootmisest.
- Samade sisenditega suurem saak (aga kuidas?)
- Liblikõielised külvikorras.

Kokkuvõte

- Olelusringi hindamine üldiselt sobib põllumajanduse terviklike keskkonnamõjude hindamiseks.
- Mõnede oluliste kategooriate uurimine puudulik.
- Muudatuste uurimine ja eri tehnoloogiate võrdlus on hetkel puudulik/arengujärgus