



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

# Kiertotalous kalankasvatuksessa Esimerkkianalyysi Varsinais-Suomesta

Paavo Tertsunen  
29.9.2021

# Sisällys

- Taustaa
- Kiertotaloudesta yleisesti
- Kiertotaloutta kalankasvatukseen
- Johtopäätökset ja pohdiskeltavaa

# Kiertotaloustyön päätavoitteet

- ELY-keskusten ja Aluehallintovirastojen [Strategia 2020-2023](#):
  - *TAVOITTELEMME HIILINEUTRAALIUTTA.*
    - *Kierto- ja biotalousratkaisut lisääntyvät ja luonnonvaroja käytetään kestävästi.*
    - *Luonnon monimuotoisuus ja vesien tila paranee.*
    - *Ilmastonmuutosta hillitään ja siihen sopeutumista tuetaan.*
    - *Yhdyskunnat kehittyvät kestävästi.*
  - Tavoitteena lisätä kiertotaloustietoisuutta ELY-keskuksen ja sidosryhmien toiminnassa ja edistää kansallisia kiertotaloustavoitteita
    - Organisaation sisäinen kehittämistyö avainasemassa

# Kansallinen kiertotalousohjelma

- Valtioneuvosto teki periaatepäätöksen kiertotalouden strategisesta ohjelmasta keväällä 2021
- Kiertotalouden strategisen ohjelman päätavoitteet v. 2035 mennessä
  - Kotimainen primääriraaka-aineiden kulutus ei ylitä v. 2015 tasoa
  - Resurssien tuottavuus kaksinkertaistuu v. 2015 tasosta
  - Materiaalien kiertotalousaste kaksinkertaistuu

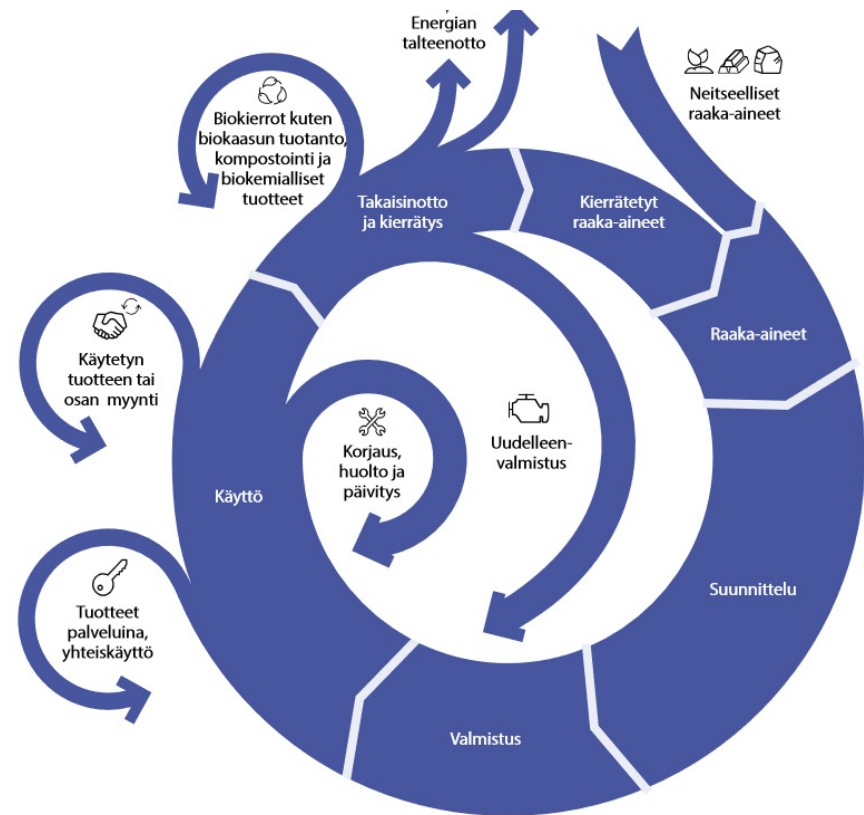
*Primääriraaka-aine = materiaali joka hyödynnetään ensimmäistä kertaa*

*Kiertotalousaste = kierrätetyn materiaalin suhde kaikkeen käytettyyn materiaaliin*

# Taustaa - mistä kiertotaloudessa on kyse?

# Mitä on kiertotalous?

- Kiertotalouden määrittelystä ei ole laajaa yhteisymmärrystä.
- Ellen MacArthur Foundation (2019):
  - Jätteet ja saasteet suunnitellaan pois toiminnoista, ja vähennetään arvoketjun kasvihuonekaasupäästöjä.
  - Tuotteet ja materiaalit pidetään kierrossa eli käytössä mahdollisimman pitkään säilyttäen niihin varastoituneen energian.
  - Uudistetaan luontosysteemit ja säilötään hiiltä maaperään ja tuotteisiin.



Kuva: [Kiertotalouden strateginen ohjelma 2021](#)

# Kiertotalous

- Kiertotalouden viisi liiketoimintamallia (SITRA)
  - Uusiutuvuus
  - Jakamislustat
  - Tuote palveluna
  - Tuotteen elinkaaren pidentäminen
  - Talteenotto ja kierrätys

Kuva: SITRA



# Kiertotalous – teoreettisia\* liiketoimintamalliesimerkkejä kalankasvatukseen

- Uusiutuvuus
  - Uusiutuvat käyttövoimat kalustossa ja rehuntuotannossa (sähkö, bioetanol, uusiutuva diesel, biokaasu)
- Jakamislustat
  - Eri toimijoiden yhteiskäytössä olevat tuotanto- tai kuljetusvälineet.
- Tuote palveluna
  - Perkuujätteistä valmistetun lopputuotteen käyttö maanparannuspalveluna ("maanparannusta kuukausimaksulla")
- Tuotteen elinkaaren pidentäminen
  - Tuotantovälineistön ja logistiikkakaluston pitäminen käytössä mahdollisimman pitkään (huolto- ja kunnossapitotoiminta ja -palvelu)
- Resurssitehokkuus ja kierrätys
  - Resurssitehokkaampi rehunviljely

\*Esimerkkejä, ei todennettuja.



# Kiertotalouden kehittämisen portaat

## Analyysi

- Mikä on tarkastelun kohteena oleva järjestelmä?
- Mitä toimijoita, prosesseja ja näkökulmia siihen liittyy?  
Mitä tiedetään ja mitä ei vielä tiedetä?

## Vaikutusten arviointi

- Millaisia vaikutuksia järjestelmän mukaisella toiminnalla on?

## Vaikuttavimpien toimintojen tunnistaminen

- Mitkä toiminnot synnyttävät merkittävimmät (ympäristö)vaikutukset?
- Onko eri vaikutusluokkien välillä eroja?

## Muutokset, innovaatiot ja kehitys

- Millaisia muutoksia toimintaan tulisi tehdä?
- Onko ratkaisuja tutkittu tai kehitetty?

# Kiertotaloutta kalankasvatukseen

- prosessit, periaatteet ja tulokset

# Elinkaariarviointi kiertotalouden työkaluna

- Elinkaariarviointi auttaa hahmottamaan tarkasteltavan järjestelmän. Sen avulla tunnistetaan tehokkaimmat resurssitehokkuustoimenpiteet ja prosessit, joissa syntyy merkittävimmät ympäristövaikutukset.
- Tuotejärjestelmän prosessit jaoteltava elinkaaren vaiheisiin: esimerkiksi raaka-aineen hankinta, kuljetus, valmistus, käyttö, elinkaaren loppu.
- Olennaista on tavoitteiden ja soveltamisalan määrittely, jossa kuvataan mm.
  - Mikä on laskennan käyttötarkoitus ja mitä ovat työn tavoitteet
  - Mikä on laskennan soveltamisala (tutkittu järjestelmä, toiminnallinen yksikkö, järjestelmän rajat, tieto ja tiedon laatu, OLETUKSET, allokoinnit, rajoitukset), ajallinen rajaus.

Toiminnallinen yksikkö = esim. 1 km valmista rautatietä, 1 kg lohifileetä, 1 km autolla ajoa

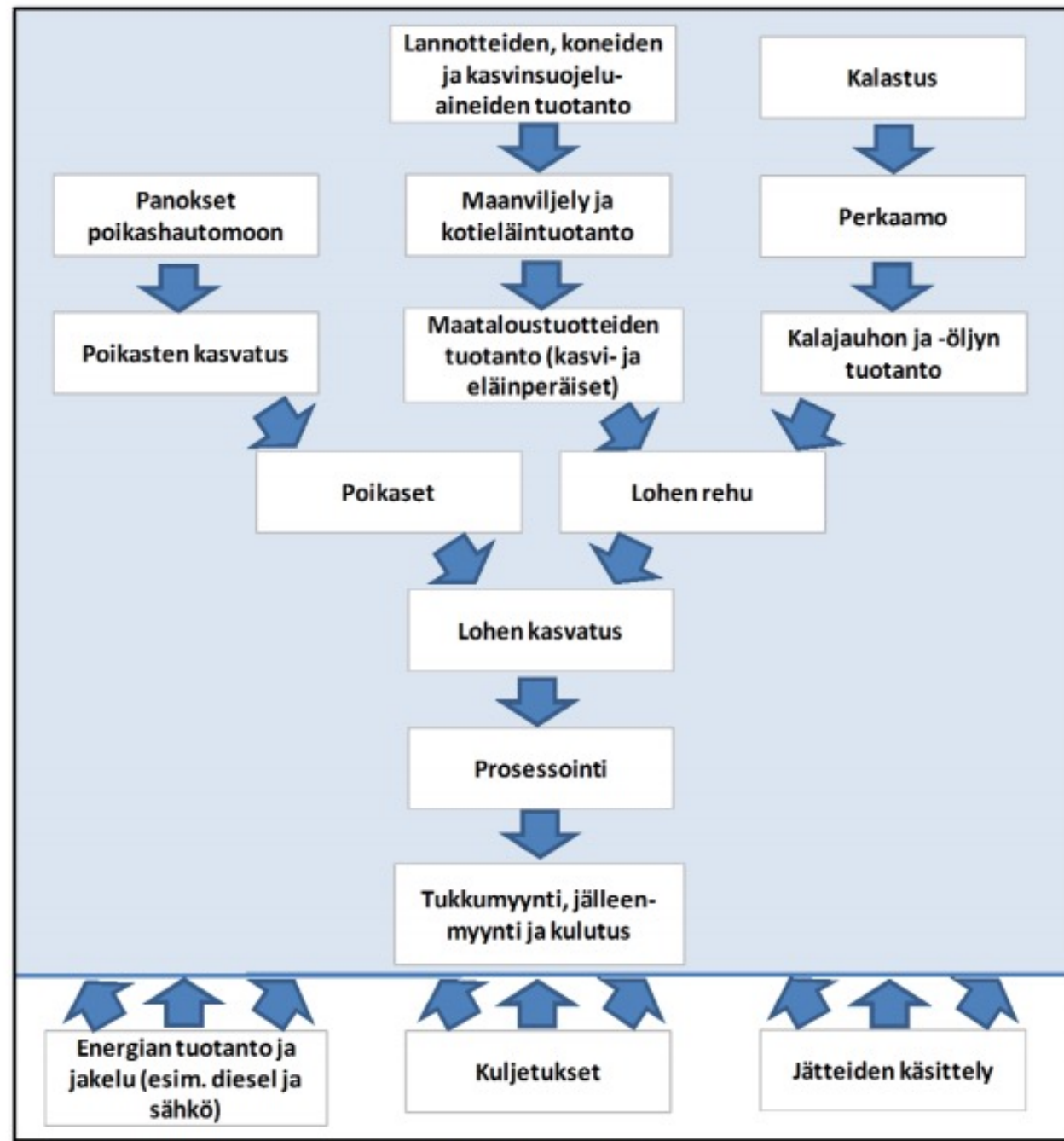
# Rajauksia

- Esityksen tavoitteena ei ole esittää kattavaa analyysia tai johtopäätöstä kalankasvatuksesta tai sen tilasta
- Ei oteta kantaa muihin kuin esimerkkilaitoksen mukaisiin toimintoihin
  - Kiertovesikasvatus on tärkeä, oman pohdintansa aihe
- Ei selvitetä ilmastonmuutoksen sopeutumisen näkökulmia
- Keskittymisalue luonnonvarojen kulutuksessa ja niihin liittyvissä ympäristövaikutuksissa

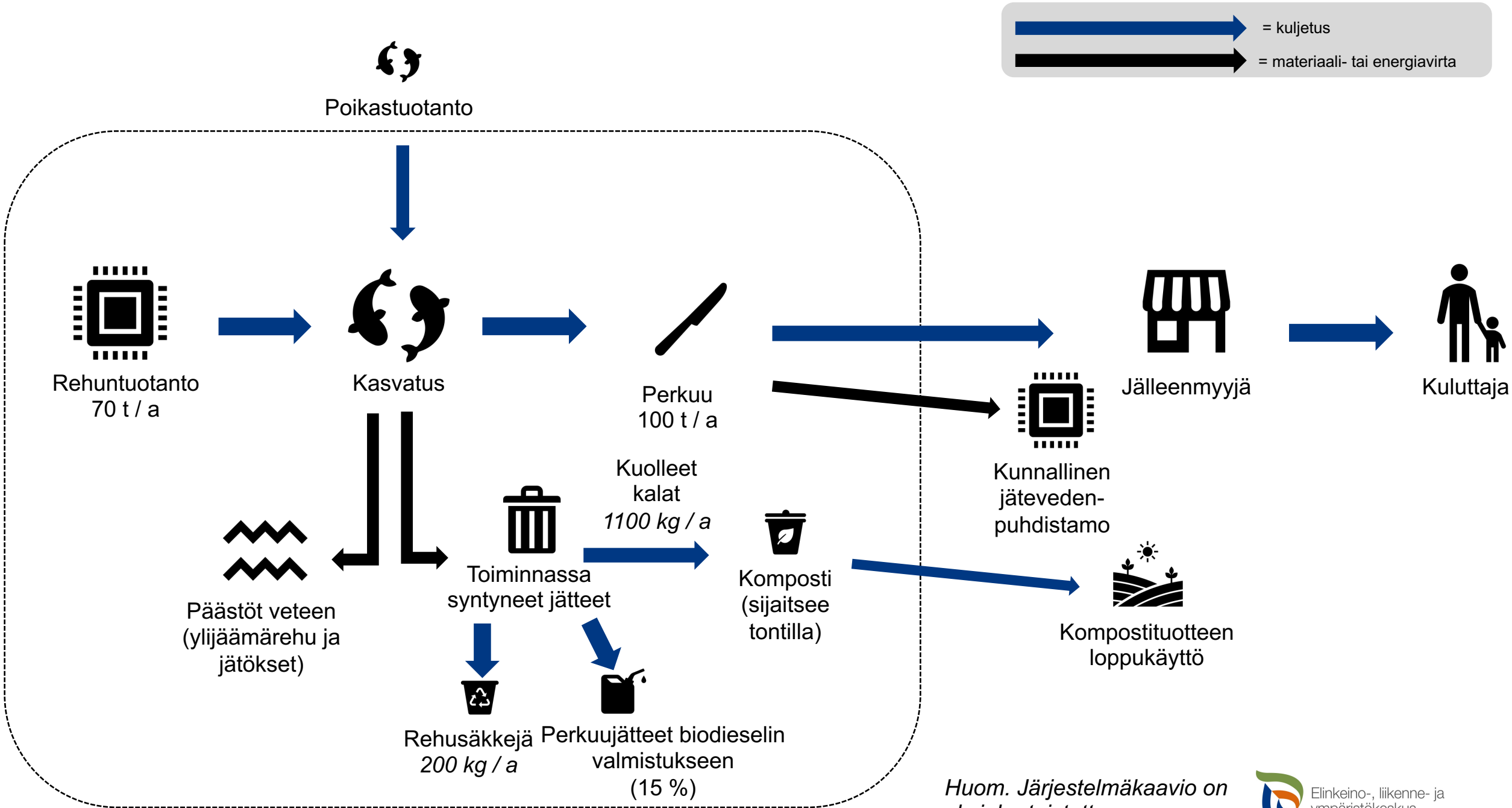
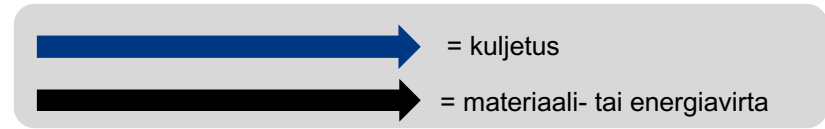
## Esimerkki kalankasvatusjärjestelmästä

- Kaustell & Silvenius (2012), alkuperäinen lähde Tyedmers ym. (2007)

**Kiertotalouden näkökulmasta kiinnostavia ovat erityisesti sellaiset prosessit, joissa käytetään merkittävästi luonnonvaroja tai syntyy runsaasti jätteitä tai päästöjä**

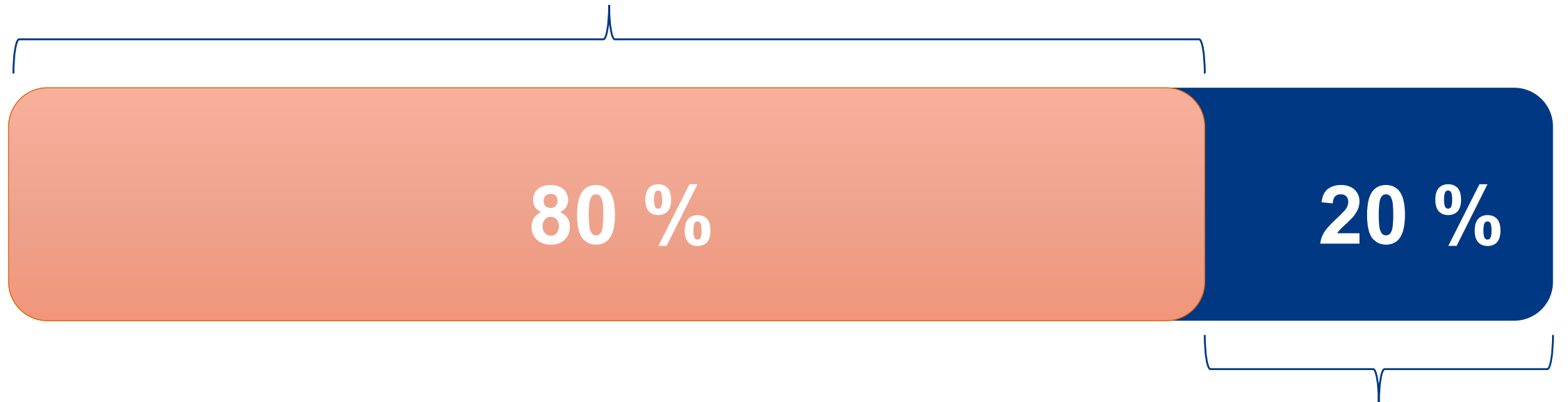


Kuvio 2. Lohen kasvatuksen elinkaaren vaiheet. (Tyedmers ym. 2007)



*Huom. Järjestelmäkaavio on yksinkertaistettu.*

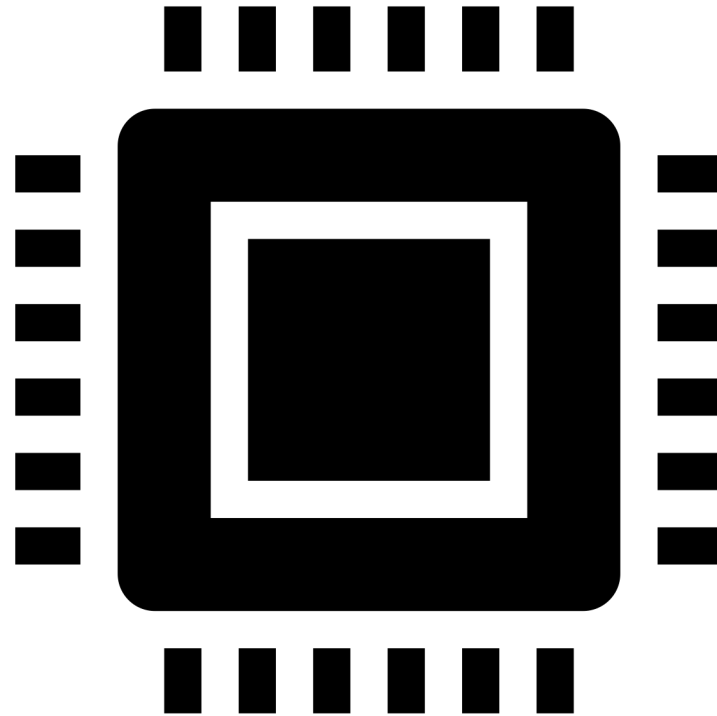
# Keskitytään ensisijaisesti ja ensin tähän



**Sitten vasta  
tähän**

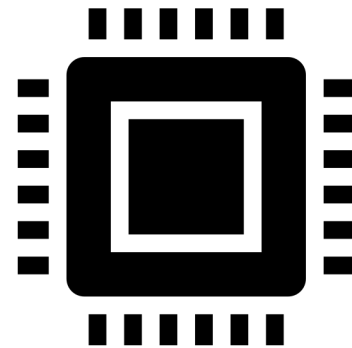
# Rehutuotanto

Rehuntuotannon esimerkit pohjautuvat kirjallisuuteen, eivät esimerkkilaitoksessa käytetyn rehun koostumukseen.



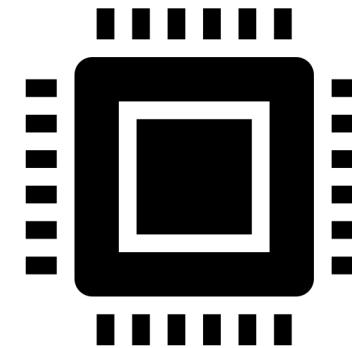


# Rehuntuotanto



- Rehu on kaikkein tärkein syötemateriaali kalankasvatuksen ympäristötehokkuuden näkökulmasta.
- Rehu vaikuttaa kaikkein eniten lopputuotteen hiilijalanjälkeen kalankasvatuksessa.
- Kalankasvatuksen ravinnekuormitus lähes täysin peräisin teollisista rehuista
- Rehun esimerkkikoostumus (Winther ym. 2019)
  - Kalapohjaiset raaka-aineet (jauho, öljy, jne.) 29 %
  - Rypsi(öljy) 20 %
  - Soija 20 %
  - Vehnä 18 %
  - Muut kasvisproteiinit 10 %
  - Mikroainesosat (aminohapot, pigmentti, vitamiinit, lääkkeet) 3 %

# Rehuntuotanto



- Rehuntuotannon osalta edistystä on saavutettu
  - Rehukerroin parantunut huomattavasti
  - Typpi- ja fosforikuormitus vähentynyt (mm. valintajalostus, ruokintamenetelmät)
  - Vesiviljely on / vesiviljelystä on tullut tehokas menetelmä tuottaa eläinproteiinia
  - Itämerirehu: samalta merialueelta kalastettu rehuraaka-aine ei lisää ulkoista ravinnekuormaa, ilmastonäkökulmasta vähintään yhtä hyvä
  - Suomessa tuotetun kasvisproteiinin käytön lisäämistä rehussa selvitetään paraikaa

# Rehuntuotanto

- Esimerkki raaka-aineiden ja niiden kuljetuksen päästöistä (Winther ym. 2019)  
Pigmentti vs. lohiöljy

**Pigmenttiä  
kilossa rehua  
0,2 grammaa.**

**0.02  
kgCO<sub>2</sub>e/kg**

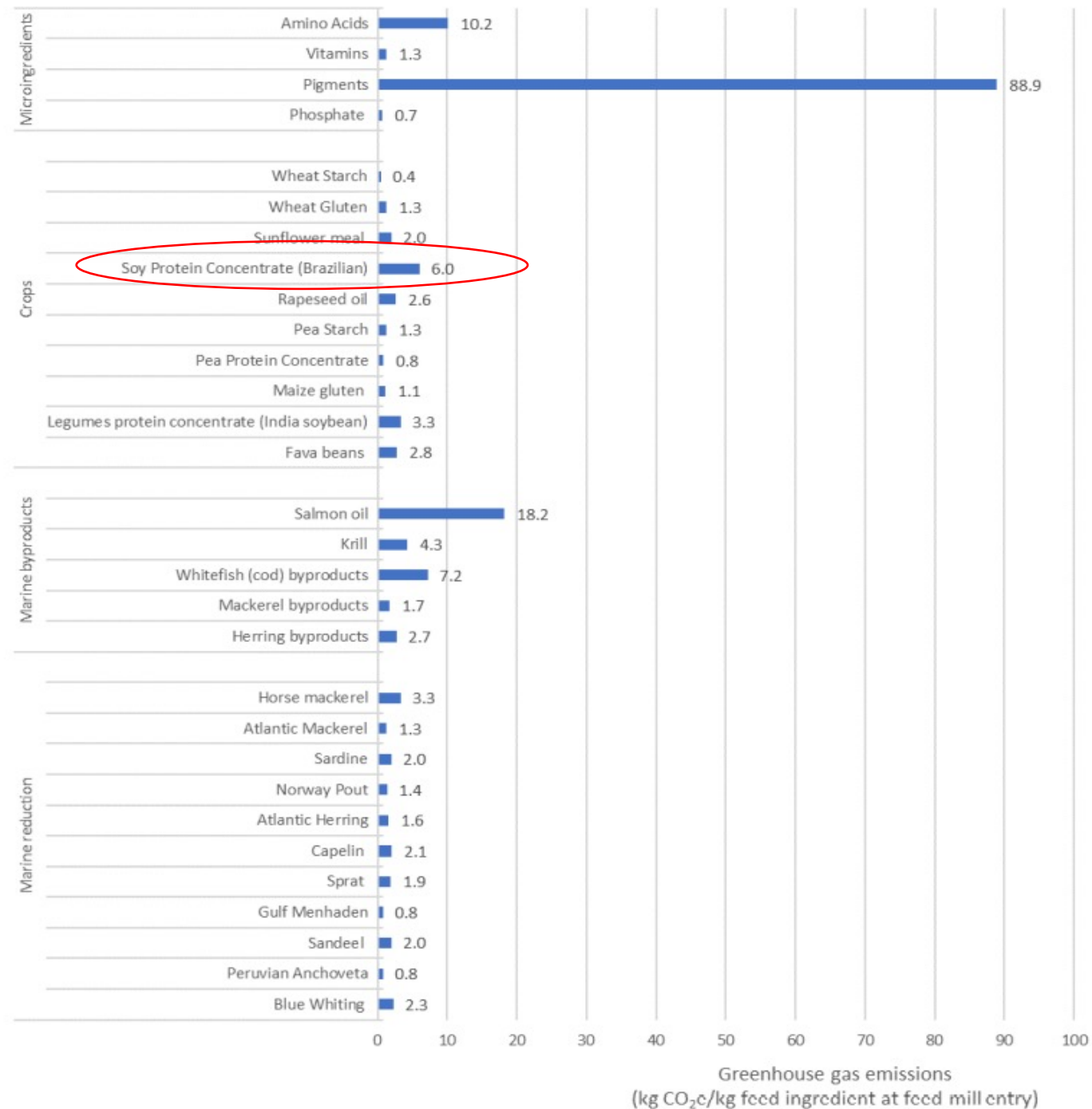
**Lohiöljyä  
kilossa rehua  
80 grammaa.**

**1,5  
kgCO<sub>2</sub>e/kg**

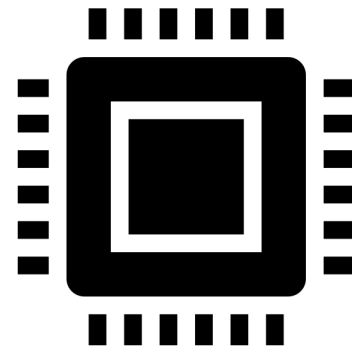


# Rehuntuotanto

- Rehun sisältämä soija voi olla ongelmallinen raaka-aine
- Iso osa rehusoijasta tuotetaan Brasiliassa, missä kysynnän kasvu on johtanut uusien maatalousalueiden raivaamiseen ja myös luonnon monimuotoisuuden heikkenemiseen



# Rehuntuotanto



- Rehuntuotantoon vaikuttaminen ja rehunkäyttö sekä sen optimointi ovat kalankasvatuksessa olennaisimmat keinot vaikuttaa kiertotalouden näkökulmasta
- Rehu on volyyminsa vuoksi myös suuri kustannustekijä: onko mahdollista vähentää samanaikaisesti sekä rehuntuotannon kustannuksia että lisätä sen resurssitehokkuutta?
- Rehun käytöstä ei toistaiseksi määrätä yksityiskohtaisesti ympäristöluvassa.

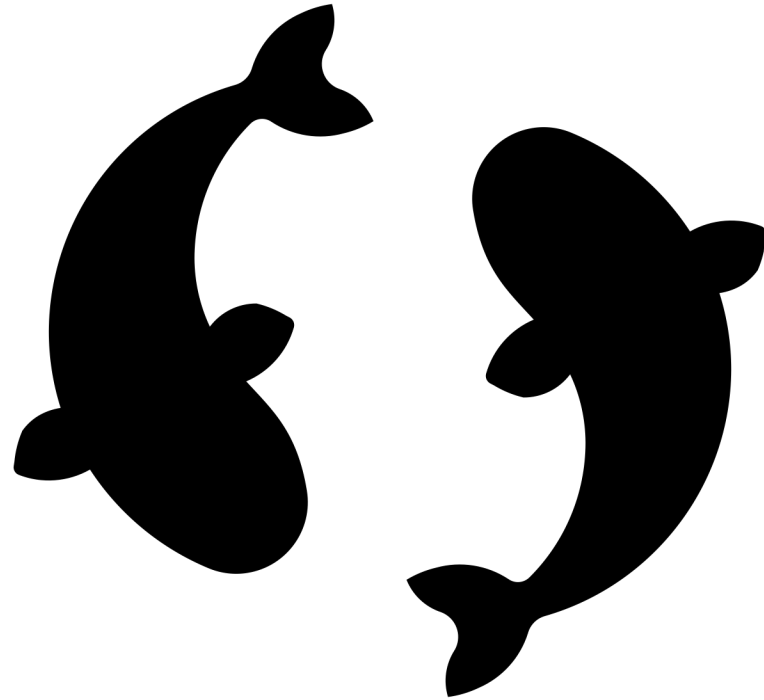
**Toiminnanharjoittajan tulisi suosia (jatkossakin) paikallista kalaa sisältävää rehua.**

**Rehun koostumuksen läpinäkyvyyttä tulisi parantaa.**

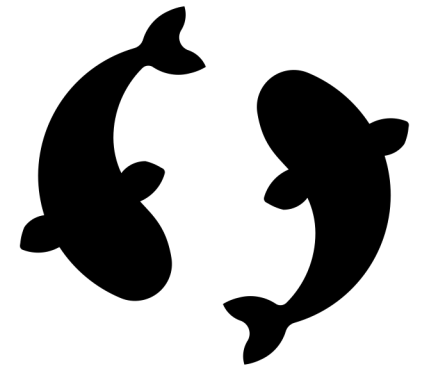
**Rehuntuotannossa tulisi hyödyntää enemmän kotimaisia kasvisproteiinin lähteitä.**

**Jos käytetään soijaa, tulisi varmistua siitä, ettei sen tuotantoon liity maankäytön muutosta.**

# Kasvatus



# Kasvatus

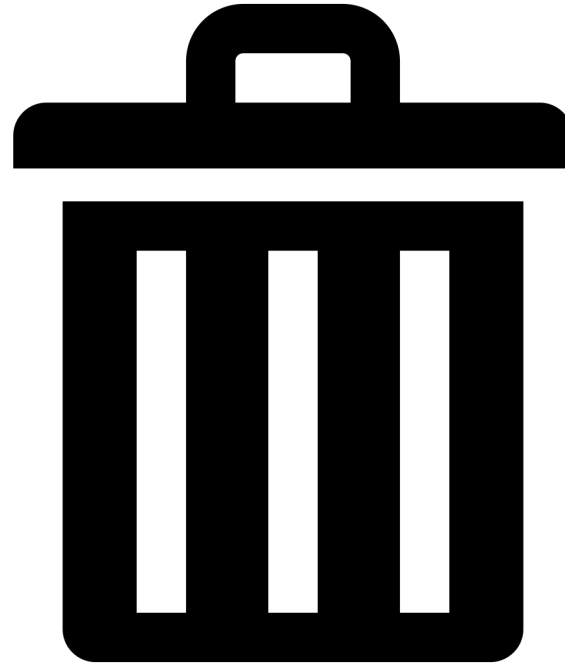


- **Rehevöitymisvaikutusten osalta merkittävin prosessi.** Jos rehunkäytön tehokkuus on heikolla tasolla, vaikutukset realisoituvat kasvatuksessa pistemäisesti.
- Ilmastovaikutusten osalta vähemmän merkittävä. Ilmastonäkökulmasta olennaisia ovat kasvatuksen aikaiset (vene)siirtymät.
- Jos rehevöitymisvaikutusta halutaan vähentää sijoittamalla laitos ns. ulapalle, kuljetusmatkat kasvavat, mikä on suoraan verrannollinen syntyviin ilmastopäästöihin.
- Kymijoen vesi ja ympäristö ry:n selvityksessä (2018) laskettu, että kasvatustoiminnan hiilialanjälki kasvaa keskimäärin kolmanneksen avomerelle sijoitettujen laitosten tapauksessa.

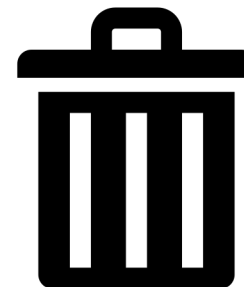
**Kasvatus- ja logistiikkavälineiden valmistaminen ei ole merkittävä näkökulma, jos ne ovat käytössä useita vuosia.**

**Millaiset teknistaloudelliset edellytykset avomerellä sijaitsevilla laitoksilla on, voidaanko venelogistiikan vaikutuksia vähentää?**

# Toiminnassa syntyneet jätteet







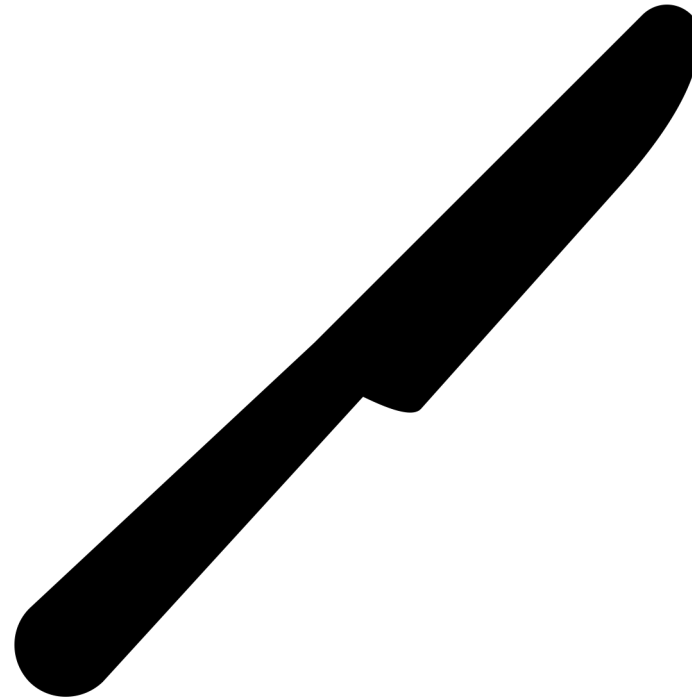
# Toiminnassa syntyneet jätteet

- Perkuujätteet 15 % ulosmenevistä kaloista
  - 100 t / a → 15 t / a
- Laitoksella kuolleita kaloja noin 1 t / a.
  - Esimerkkilaitoksella päätyvät toiminnanharjoittajan kompostoriin.
- Rehusäkkejä noin 200 kg / a.
- Määrät pieniä verrattuna muihin materiaalivirtoihin
  - Rehu 70 t / a
  - Kalaa sisään 30 t /a ja kalaa ulos 100 t / a

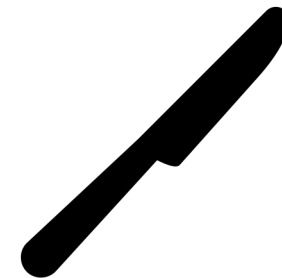
Jätteet eivät yleensä ole (Suomessa) merkittävin ilmastopäästöjen lähde.

Jätteet on hyödynnettävä kiertotalouden periaatteiden mukaisesti: ensisijaisesti uudelleenkäyttö, toissijaisesti kierrätys, vasta sitten energiahyödyntäminen ja viimeisenä vaihtoehtona loppusijoittaminen.

# Perkuu



# Perkuu



- Esimerkkilaitoksella perkuu tapahtuu omissa perkuutiloissa rannalla. Perkuulaitteisto toimii sähköllä ja on sijoitettu lämmitettyyn rakennukseen.
- Perkuuseen tulevat kalat tainnutetaan veteen lisätyllä hiilidioksidilla.
- Perkuu on tuotannollisesti erittäin tärkeä prosessi, elinkaaren aikaisten vaikutusten näkökulmasta vähemmän oleellinen.
  - Ei tarkkaa tietoa kuluvasta veden ja hiilidioksidin määrästä.

**Perkuun laitteiden ja tuotantotilojen vaikutus vähäinen, jos niiden käyttöikä on useita vuosia.**

# Kuljetukset



# Kuljetukset



- Elinkaari sisältää monenlaisia kuljetuksia. **Vain osa** on toiminnanharjoittajan hallinnassa.
  - Rehun vilja-ainesten kasvatuksen aikaiset kuljetukset
  - Rehun kala-ainesten pyynnin ja prosessoinnin aikaiset kuljetukset
  - Rehun kuljetus toiminnanharjoittajalle (kuljetukset satamaan, laivarahti, satamasta toiminnanharjoittajalle...)
  - Lohenpoikasten kuljetus kasvattamolle
  - Toiminnassa syntyneiden jätteiden kuljetus
  - Kompostituotteen kuljetus loppukäyttökohteeseen
  - Valmiin tuotteen kuljetus varastoon ja myyntiin

# Kuljetukset



- **Esimerkki kuljetuksen ilmastopäästöistä**

Kuljetetaan 100 kg kirjolohifileetä Turusta Ouluun. Käytössä on 70 % täyttöasteella varustettu keskimääräinen puoliperävaunu-ajoneuvo. Matkaa on 620 km, auto kuluttaa fossiilista dieseliä.

Kuljetuksen suorat ja dieselin valmistuksen päästöt

= 4 kgCO<sub>2</sub>e

Kirjolohifileiden valmistamisen hiilijalanjälki (2012)

= 430 kgCO<sub>2</sub>e

**Kuljetusten vaikutus elinkaaren aikaisissa ympäristövaikutuksissa on usein vähäinen tai merkityksetön.**

**Vielä vähemmän merkitystä on kaluston valmistamisella.**

# Johtopäätökset ja pohdiskeltavaa

# Johtopäätökset

- Miten kalankasvatuksen kiertotaloutta voidaan edistää?
  - ❖ **Hyödynnetään paikallista kalaa (kuten silakkaa) rehun raaka-aineena. Toiminnanharjoittaja voi pyrkiä suosimaan Itämeren kalaa hyödyntävää rehutoimittajaa.**
  - ❖ **Selvitetään suomalaisen kalankasvatuksen nykytila uusin elinkaariarvioinnein. Miten eri skenaariot eroavat toisistaan? (verkkoallas lähellä rantaa vs. verkkoallas ulapalla)**
  - ❖ **Selvitetään käytössä olevan rehun soijan alkuperää. Varmistetaan, että käytössä on vain soijaa, johon ei liity maankäytön muutosta.**
  - ❖ **Siirrytään kotimaisiin kasviproteiinin lähteisiin, jos tai sitten kun se on mahdollista.**



# Pohdiskeltavaa

- Voidaanko kiertotalouden liiketoimintamalleilla ammentaa uusia toimintatapoja kalankasvatukseen jatkossa?
- Kiertotalousajattelussa *tuotesuunnittelu* ja *elinkaarisuunnittelu* nousevat yhä suurempaan rooliin.
  - Elinkaariarviointi on rajallinen työkalu alueellisten ympäristövaikutusten tarkastelussa. Miten alueellinen ja koko elinkaaren aikainen tarkastelu voitaisiin sovittaa yhteen?
- Voidaanko komponenttitason tarkastelusta oppia jotain?
  - Vrt. astaksantiini (pigmentti)

# Lähteitä

- KAUSTELL, S., SILVENIUS, F. (2012.) KIRJALLISUUSKATSAUS LOHENSUKUISTEN KALOJEN KASVATUKSEN YMPÄRISTÖVAIKUTUKSISTA. MTT RAPORTTI 42.  
[HTTPS://JUKURI.LUKE.FI/BITSTREAM/HANDLE/10024/438246/MTTRAPORTTI42.PDF?SEQUENCE=1&ISALLOWED=Y](https://jukuriluke.fi/bitstream/handle/10024/438246/MTTRAPORTTI42.pdf?sequence=1&isAllowed=Y)
- MUURI, L., RÄIHÄ, A.,-K., KANKAINEN, M. (2018.) KALANKASVATUKSEN HIILIJALANJÄLKI RANNIKON JA AVOMEREN OLOSUHTEISSA. KYMIJOEN VESI JA YMPÄRISTÖ RY:N TUTKIMUSRAPORTTI NRO 388/2018.
- SILVENIUS, F., GRÖNROOS, J., KANKAINEN, M., KURPPA, S., MÄKINEN, T., VIELMA, J. (2017.) IMPACT OF FEED RAW MATERIAL TO CLIMATE AND EUTROPHICATION IMPACTS OF FINNISH RAINBOW TROUT FARMING AND COMPARISONS ON CLIMATE IMPACT AND EUTROPHICATION BETWEEN FARMED AND WILD FISH. *JOURNAL OF CLEANER PRODUCTION*, 164 (2017) 1467-1473. [HTTPS://DOI.ORG/10.1016/J.JCLEPRO.2017.07.069](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.07.069)
- Tyedmers, P., Pelletier, N., Ayer, N. (2007.) Biophysical Sustainability and Approaches to Marine Aquaculture Development Policy in the United States, A report to the marine aquaculture task force. Saatavilla: <https://www.pewtrusts.org/en/research-and-analysis/reports/2007/01/09/sustainable-marine-aquaculture-fulfilling-the-promise-managing-the-risks>
- WINTHER, U., SKONTORP, E., JAFARZADEH, S., ZIEGLER, F. (2019.) GREENHOUSE GAS EMISSIONS OF NORWEGIAN SEAFOOD PRODUCTS IN 2017.  
[HTTPS://WWW.SINTEF.NO/CONTENTASSETS/25338E561F1A4270A59CE25BC926A2/REPORT-CARBON-FOOTPRINT-NORWEGIAN-SEAFOOD-PRODUCTS-2017\\_FINAL\\_040620.PDF/](https://www.sintef.no/contentassets/25338e561f1a4270a59ce25bc926a2/report-carbon-footprint-norwegian-seafood-products-2017_final_040620.pdf)



Elinkeino-, liikenne- ja  
ympäristökeskus

# Kiitos!

Ole yhteydessä, jos haluat laajemman analyysin ja lähteet käyttöösi!

[paavo.tertsunen@ely-keskus.fi](mailto:paavo.tertsunen@ely-keskus.fi)