



Kestävä ravinnetalous  
Kaarina, 1.11.2012

Pentti Seuri  
MTT Mikkeli  
[pentti.seuri@mtt.fi](mailto:pentti.seuri@mtt.fi)



# Mitä tarkoittaa kestävä ravinnetalous?

- Ravinteet eivät häviä mihinkään (aineen häviämättömyyden laki), mutta silti joistakin ravinteista voi syntyä niukkuutta (fosfori)
- Väkilannoitetyppi on täysin riippuvainen energian saannista 1 kg typpeä = 1 kg öljyä
- Ravinteiden ylimäärä ympäristössä järkyttää ekosysteemin toimintaa (vesistöjen rehevöityminen ehkä pahin ympäristöongelmamme ilmastonmuutoksen ohella)

**Motto:** vain ravinteiden ikuinen kiertokulku on kestävää!

# Kahdenlaisia ravinteita?

Maatalouden ravinteet ovat lähtökohtaisesti kahta päätyyppiä:

- 1) Maatalouden ulkopuolelta hankittuja ravinteita, eli **primääriravinteita** (neitseellisiä ravinteita, kuten kaivannaismineraalit, väkilannoitetyppi ja biologisen typensidonnan typpi)
- 2) Maataloudessa (tai koko ihmisekosysteemissä) jo olevat ravinteet, eli **sekundääriravinteet** (kierrätysravinteita, kuten viljelymaan ravinnevarat, tuotetun sadon ravinteet, karjanlannan ja yhdyskuntalietteiden ravinteet)

# Mikä ero eri ravinteilla?

**Primääriravinteet** lisäävät maatalouden (ihmisekosysteemin) kokonaisravinnemäärää

- > **ravinneylimäärä järkyttää systeemin toimintaa** (esim. Itämeren ravinnekuormitus)
- > ravinteiden hankkiminen (kaivannaiset, väkilannoitetyppi) **vaatii energiaa**
- > kaivannaisravinteet **uusiutumaton resurssi** (fosforin taloudellisesti hyödynnettävät varat alle 100 vuotta)

# Mikä ero eri ravinteilla?



**Sekundääriravinteet** eivät lisää systeemin kokonaisravinnemäärää, vaan noudattavat aineen ikuisen kiertokulun periaatetta

- > mitä täydellisemmin ravinteet kiertävät, sitä vähemmän tarvitaan primääriravinteita ja sitä vähemmän systeemi kuormittaa
- > ravinteiden vapautuminen eloperäisestä aineksesta (maatuminen) on biologinen prosessi, mikä ei vaadi ulkopuolisia resursseja
- > luonnon prosessit pitävät ravinteet käyttökelpoisessa muodossa, minkä ansiosta kierrätysravinteet eivät lopu milloinkaan

# Mitä aineen kiertokulku merkitsee ravinteista puhuttaessa?



Ravinteet esiintyvät joko **varastoituneina elottomassa luonnossa** (kallioperässä, maaperässä, vedessä, ilmassa);  
tai **elollisen luonnon kierrossa** (elävä ja kuollut biomassa, orgaaninen aines)

Luonnon ekosysteemeissä **fysikaalisten ja kemiallisten prosessien** (esim. vesi, lämpötila, rapautuminen,...) lisäksi **eliöt ja elolliset prosessit** (esim. mikrobit, kasvit, eläimet, fotosynteesi, biologinen typensidonta,...) ylläpitävät **aineen kiertokulkua**

Luonnon ekosysteemissä vallitsee **dynaaminen tasapaino** elottoman ja elollisen luonnon kesken; ekosysteemin toiminta on sopeutunut ravinteiden määrään

# Ravinteiden kierto maataloudessa

Pääosa ihmisen ravinnosta tuotetaan ihmisen manipuloimissa maatalousekosysteemeissä eli **peltoviljelyllä ja karjanhoidolla**

Maatalousekosysteemit poikkeavat oleellisesti luonnon ekosysteemeistä, minkä vuoksi ravinteiden kierto on niissä monesti **estynyt tai rajoittunut**

Keskeiset syyt puutteelliseen ravinteiden kiertoon maataloudessa:

- **Peltoviljely ei ole vuorovaikutuksessa sadon käyttöön**, eli sato käytetään eri paikassa kuin tuotetaan (kaupungit, kotieläimet)
- **Ravinteita hankitaan maatalousekosysteemin ulkopuolelta** (keinolannoitteet, rehun tuonti ulkopuolelta)

# Puutteellisen ravinteiden kierron seuraukset

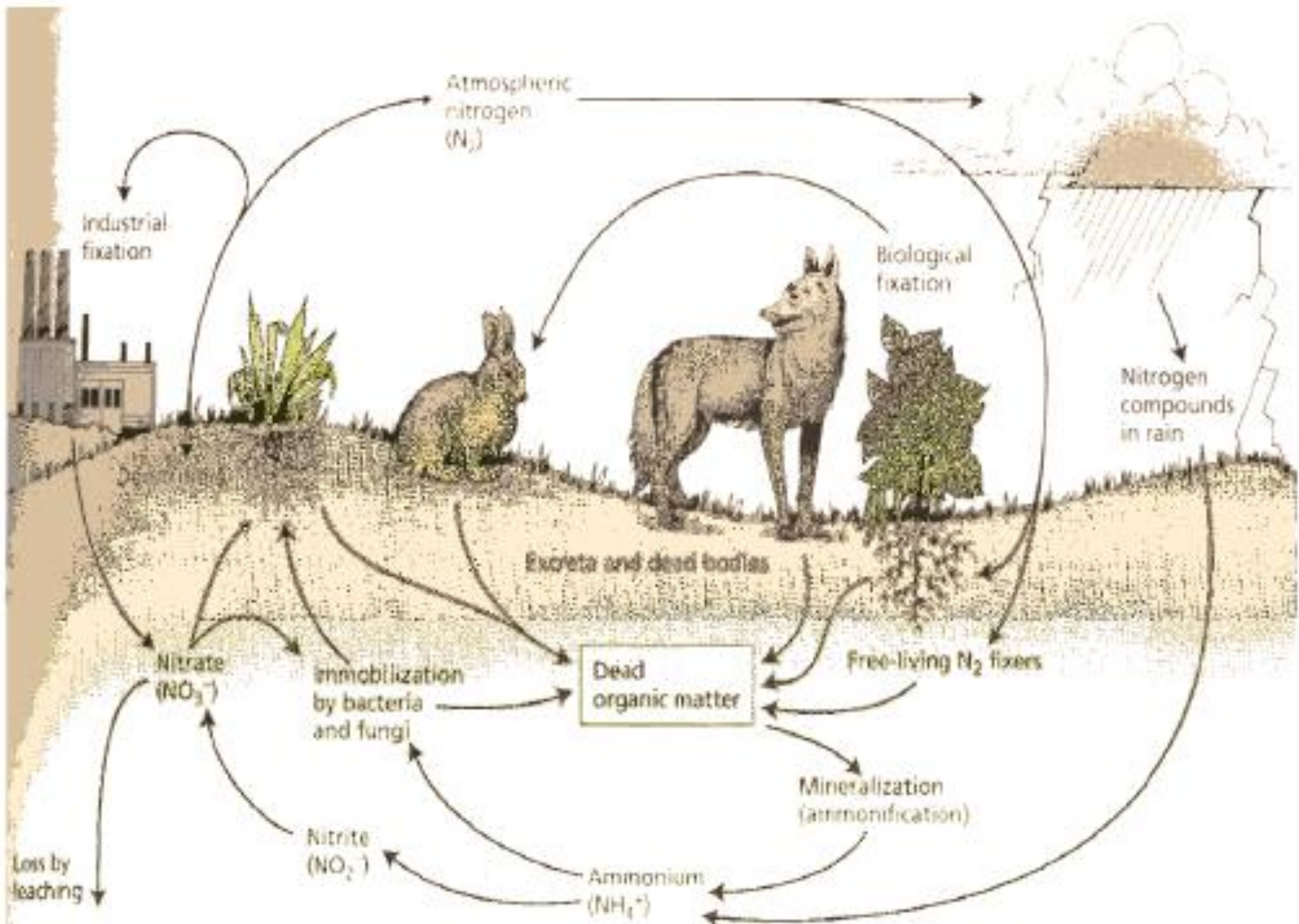
Puutteellinen ravinteiden kierto on ehkä tärkein syy maatalouden aiheuttamiin haitallisiin ympäristövaikutuksiin; useimmat maatalouden ympäristövaikutukset aiheutuvat puutteellisesta ravinteiden kiertokulusta joko suoraan tai välillisesti

- Ravinnekuormitus
- Maaperän köyhtyminen
- Kasvihuonekaasupäästöt (menetettyjen ravinteiden korvaaminen)
- Kasvinsuojeluongelmat, torjunta-aineiden haitat (yksipuolinen viljely)
- Uusiutumattomien resurssien kuluttaminen (fosfori, energia)
- Biodiversiteetin köyhtyminen (yksipuolinen viljely, heikko viljavuus  
→ tarvitaan enemmän viljelymaata

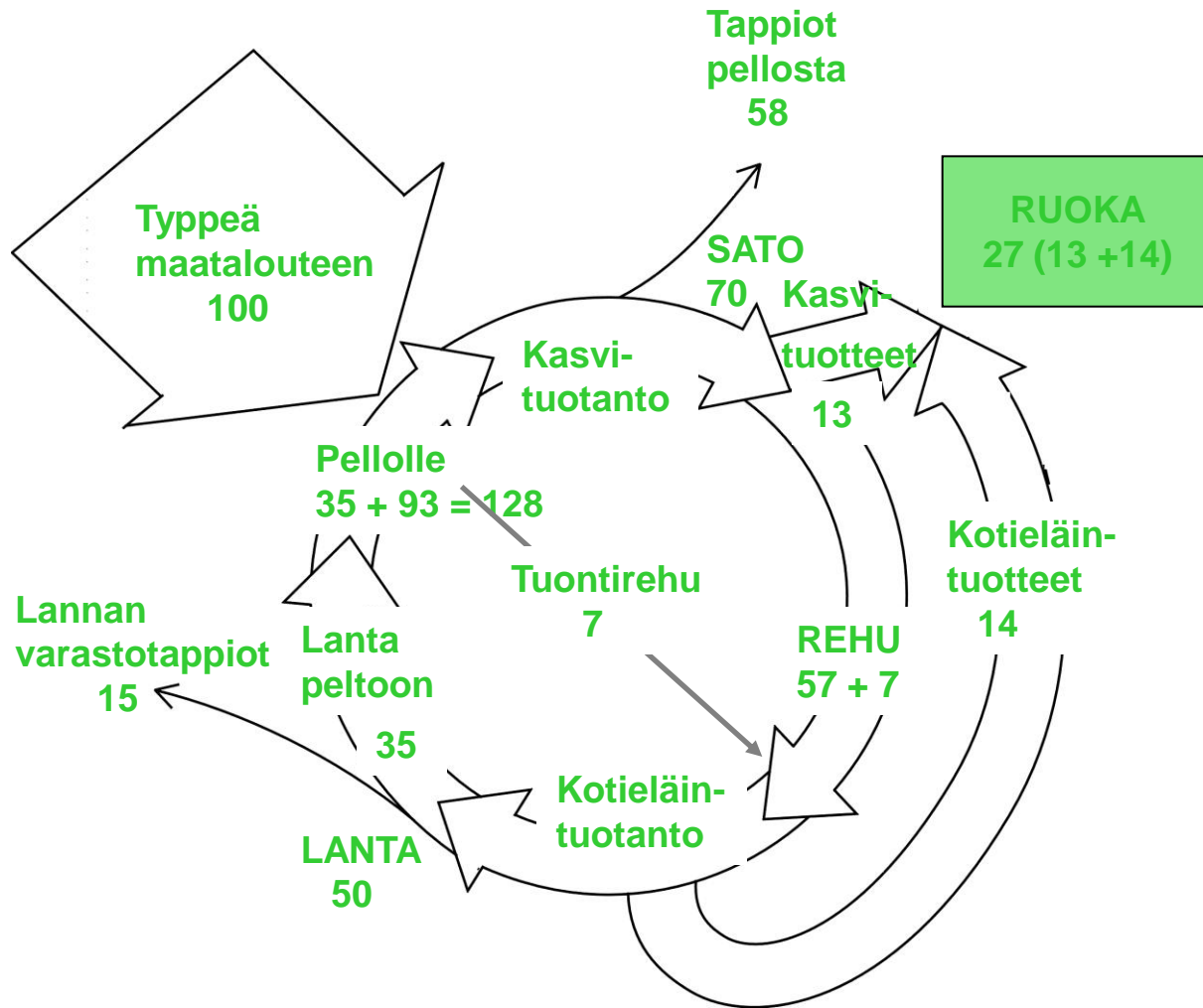


# Miten kuvata ravinnetaloutta?

- Ravinteiden kiertokulku monimutkaista, kokonaiskuvan esittäminen työlästä ja vaikeaa
- Maatalouden ravinnetalous voidaan yksinkertaistaa, esitetään vain systeemiin tulevat ravinteet ja systeemistä poistuvat ravinteet (=ravinnetase)
- Liiallinen yksinkertaistaminen johtaa virheellisiin tulkintoihin, erityinen huomio systeemin ulkopuolelta tuleviin ravinteisiin (=primääriravinteet) ja systeemin sisällä kiertäviin ravinteisiin (=sekundääriravinteet); sekä ravinteiden laatuun (kasvi vs. eläin).



# Typen kiertokulku Suomen maataloudessa (2002)



# Ravinnetaseet

## Tilan porttitase (farm gate balance)

- tilalle tulevat ja tilalta lähtevät ravinteet

## Karja(n)tase, ruokintatase (feeding balance)

- karjalle syötetyt rehut ja karjataloustuotteet

## Peltotase (field balance)

- pellolle lisätyt ravinteet ja sieltä poistetut (sato) ravinteet

## Primääriravinnetase (primary nutrient balance)

- systeemin ulkopuolelta lisätyt ravinteet ja tuotettu sato

# Miten kuvata ravinteiden hyödyntämistä?

|          | kg             | kg             | kg            | kg           |           | %         | %         | %         |  | kg          |
|----------|----------------|----------------|---------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|--|-------------|
| Tila     | lannoite panos | lanta          | korjattu sato | tuotos kasvi | kotiel.   | Pel       | Portt     | Kar       |  | kuor mitu s |
| <b>A</b> | <b>100</b>     | -              | <b>80</b>     | <b>80</b>    | -         | <b>80</b> | <b>80</b> | -         |  | <b>20</b>   |
| <b>B</b> | <b>100</b>     | 100-40<br>=60  | <b>100</b>    | -            | <b>40</b> | <b>62</b> | <b>40</b> | <b>40</b> |  | <b>60</b>   |
| <b>C</b> | <b>100</b>     | 120-20<br>=100 | <b>120</b>    | -            | <b>20</b> | <b>60</b> | <b>20</b> | <b>17</b> |  | <b>80</b>   |

www.mtt.fi

# Ravinnetaseiden ongelmat

- Eivät pysty tekemään mitään eroa erilaisten ravinnepanosten kesken
- Jokaista satoon sidottua typpikiloa kohti Suomessa syntyy puoli kiloa lannan typpeä – mitä tälle tapahtuu?
- Kasvinviljelytilojen ravinnetalous aivan erilainen kuin karjatilojen, taseet vertailukelvottomia

Ravinnetalouden kuvaamisen menetelmät kehittymättömiä:

- ravinnetaseet harhaanjohtavia
- ravinteiden kiertokulkukaaviot vaikeita tulkita ja työläitä laskea; kiertokulun pullonkaulat vaikea löytää

# Ravinteiden hyödyntämisen arviointi

- Kuormitus ja tehokkuus eivät ole sama asia: kasvinviljelytila voi kuormittaa selvästi vähemmän kuin kotieläintila, mutta kotieläintila voi olla selvästi tehokkaampi.
- Ravinnetaseita tulkittava oikein. Peltotase ja porttitase kertovat kuormituksesta – ei tehokkuudesta. Karjatase ei oikeastaan kerro sen paremmin kuormituksesta kuin tehokkuudestakaan.
- Primääriravinnetase (sato/primääriravinteet) kertoo tehokkuuden
- Mitä paremmin kierrätysravinteita (lanta) hyödynnetään, sitä vähemmän tarvitaan maatalouden ulkopuolelta uusia ravinteita (primääriravinteita)

# Miten kuvata ravinteiden hyödyntämistä?

|          | kg             | kg             | kg            | kg           |           | %         | %         | %         | %          | kg        |
|----------|----------------|----------------|---------------|--------------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|-----------|
| Tila     | lannoite panos | lanta          | korjattu sato | tuotos kasvi | kotiel.   | Pel       | Portt     | Kar       | Pri        | kuor mitu |
| <b>A</b> | <b>100</b>     | -              | <b>80</b>     | <b>80</b>    | -         | <b>80</b> | <b>80</b> | -         | <b>80</b>  | <b>20</b> |
| <b>B</b> | <b>100</b>     | 100-40<br>=60  | <b>100</b>    | -            | <b>40</b> | <b>62</b> | <b>40</b> | <b>40</b> | <b>100</b> | <b>60</b> |
| <b>C</b> | <b>100</b>     | 120-20<br>=100 | <b>120</b>    | -            | <b>20</b> | <b>60</b> | <b>20</b> | <b>17</b> | <b>120</b> | <b>80</b> |



# Primääriravinnetaseen laskenta (3/3)

$$\begin{array}{l} P = y/p \\ \text{tai } P = k \cdot u \end{array}$$

$y$  = sato

$p$  = primääriravinteet

Primääriravinnetase ( $P$ ) kertoo paljonko satoa tilalla tuotetaan yhdestä tilan ulkopuolelta hankitusta ravinnekilosta.

Tase on kasvinviljelytiloilla tyypillisesti 0,5 – 0,8. Tällöin siis ostolannoitteiden ravinteista sitoutuu satoon 50 – 80 %.

Kasvinviljelysteemissä yli 0,8 menevät arvot ovat harvinaisia, yli 1,0 arvot mahdottomia. Alle 0,5 olevat arvot kuvastavat erityistä tehottomuutta ja suuria ravinnetappioita.

Kotieläintiloilla tase vaihtelee enemmän kuin kasvinviljelytiloilla. Tiloilla, joilla ravinteet kiertävät, on mahdollista saavuttaa selvästi yli 1,0 meneviä arvoja.

Huonoimmillaan kotieläintilojen primääriravinnetase jää heikommaksi kuin kasvinviljelytiloilla

# Ravinnetaloudessa kaksi eri osaa! (1/2)

Olipa *sitten* kysymys tavanomaisesta maataloudesta tai luomumaataloudesta, kokonaisravinnetalous muodostuu kahdesta osasta **yhdessä** (ei siis kummastakaan erikseen):

## **OSA 1: primääriravinteiden hyödyntäminen**

- Tavanomaisessa maataloudessa väkilannoitetyppi ja kaivannaismineraalit
- Luomumaataloudessa biologinen typensidonta ja kaivannaismineraalit

## **OSA 2: sekundääriravinteiden hyödyntäminen**

- Tavanomaisessa maataloudessa karjanlanta (+ yhdyskunnat)
- Luomumaataloudessa karjanlanta (+ yhdyskunnat)

# Ravinnetaloudessa kaksi eri osaa!

Useimmiten tehty virhe ravinnetalouden kestävyys/hyvyys arvioinnissa: tarkastellaan vain **jompaakumpaa** ravinnetalouden osaa!

Esimerkkejä virheellisistä tarkasteluista:

- **Viljanviljelyn elinkaariarviot, vilja lannoitettu väkilannoitteella** (jätetty kokonaan tarkastelematta rehuviljasta syntyvän karjanlannan vaikutukset, tai ihmisravinnon jätelietteen vaikutukset)
- **Tavanomaisen ja luomun vertailu; tavanomainen lannoitettu väkilannoitteella, luomu lannoitettu karjanlannalla** (todellisuudessa siis vertailtu primääriravinteiden ja sekundääriravinteiden käytön eroja – ei tuotantotapojen välisiä eroja)

# OSA 1: primääriravinteiden

## hyödyntäminen, tavanomainen maatalous



**Väkilannoitteiden hyödyntäminen melko tehokasta (typen osalta), muiden kuin typen osalta suurta vaihtelua.**

- Esim. mikä on lannoitefosforin hyödyntämisaste, jos ilman fosforilannoitusta saadaan 3 t/ha ohraa (sis. 10 kg fosforia) ja 10 kg/ha fosforilannoituksella 3,3 t/ha ohraa (sis. 11 kg fosforia)? **Vastaus: 10%**

Primääriravinteiden hyödyntämisasteen yläraja (typpi) n. 80%, väistämättömät tappiot Suomen oloissa n. 20%

-> viljatilan (tilalla ei lainkaan kierrätysravinteita) maksimaalinen typen hyödyntämisaste siis 80 % (Suomen keskiarvo 67 %)

# OSA 2: sekundääriravinteiden hyödyntäminen, tavanomainen maatalous

- Suomen maatalouden kasvintuotannosta n. 80% käytetään karjanrehuna, sadon tyypestä n. 50 % esiintyy lantana (35 kg/ha lannan tyypeä)
- Lannan tyypellä saadaan 14 kg/ha lisätyppisatoa, tähän tarvitaan 70 kg/ha lannan tyypeä (karjanlanta hyödynnetään miljoonalla pellohehtaarilla)
- => karjanlannan typen hyötysuhde on 20 %
- Muiden ravinteiden kuin typen hyödyntäminen vaihtelee laajoissa rajoissa.

# Primäärityyppitase (=OSA 1 + OSA 2)

|                                 | <b>Sato</b>    | <b>Primääri-<br/>typpi</b> | <b>Primääri-<br/>typpitase</b> | <b>Taseen<br/>ylijäämä</b> |
|---------------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------------|----------------------------|
|                                 | <b>N kg/ha</b> | <b>N kg/ha</b>             | <b>%</b>                       | <b>N kg/ha</b>             |
| <b>Koko<br/>maatalous</b>       | <b>74</b>      | <b>100</b>                 | <b>74</b>                      | <b>72</b>                  |
| <b>Kasvinvil-<br/>jelytilat</b> | <b>60</b>      | <b>90</b>                  | <b>67</b>                      | <b>30</b>                  |
| <b>Kotieläin-tilat</b>          | <b>88</b>      | <b>110 (+70)</b>           | <b>80 (61)</b>                 | <b>114</b>                 |

Typen käytön tehokkuus maataloudessa ja erikseen kasvinviljely ja kotieläintiloilla = primäärityyppitase

ulkopuolinen typpipanos = primäärityyppi; sisältää väkilannoitteet, laskeuman, biologisen typen sidonnan ja ulkomaisen rehun

primäärityyppitase = sato/primäärityyppi \* 100 = montako % primäärityyppistä korjataan satona talteen

# Kotieläintilojen kierrätystehokkuus?

- Oletetaan, että kotieläintilat kykenisivät hyödyntämään saman määrän primäärityppeä (90 kg/ha N) samalla hyötysuhteella kuin kasvinviljelytilat
  - => satoa syntyy 60 kg/ha N
- Kotieläintilojen lisäsatoon (88 kg/ha vs. 60 kg/ha), 28 kg/ha, kotieläintilat tarvitsevat 20 kg/ha primäärityppeä (=väkilannoitetta) ja 70 kg/ha sekundäärityppeä (=karjanlantaa)
  - => hyötysuhde lisäsadon osalta:  $28/90 = 31 \%$
- Oletetaan, että väkilannoitteen osalta kotieläintilan hyötysuhde olisi identtinen kasvinviljelytilojen kanssa:
  - =>  $67\% \times 110 \text{ kg/ha} = 74 \text{ kg/ha}$
  - => lannan typen hyötysuhde:  $(88-74 = 14)$ ;  $14/70 = 20 \%$

# OSA 1: primääriravinteiden hyödyntäminen, luomumaatalous

Biologisen typensidonnann hyödyntämisaste lähes 100 %, muiden ravinteiden osalta suurta vaihtelua

- Biologisen typensidonnann määrä on aina suoraan verrannollinen syntyneeseen satoon; mikäli sato korjataan talteen, typen hyödyntämisaste jokseenkin 100 %.
- Biologinen typensidonta on ns. ekosysteemipalvelu, eikä vaadi uusiutumattomia resursseja eikä aiheuta kasvihuonekaasupäästöjä



# OSA 2: sekundääriravinteiden hyödyntäminen, luomumaatalous

- Viherlannoitusbiomassan typen hyödyntämistä n. 50 % (suurta tapauskohtaista vaihtelua)
- Karjanlannan typen hyödyntämistä n. 50 % (suurta tapauskohtaista vaihtelua)
- Primäärityppitaso (OSA1 + OSA2) tyypillisesti 100 – 120 %

# Seitsemän luomukarjatilän typpitalous Etelä-Savossa

|      |                   | kg/ha     | kg/ha      | kg/ha  | %            | %         | %          | -                | kg/ha          |
|------|-------------------|-----------|------------|--------|--------------|-----------|------------|------------------|----------------|
| Tila | Tuot. suunta      | primääriN | Pellolla N | N-sato | primääritase | peltotase | portittase | kierrätyskerroin | Typen ylijäämä |
| 1    | maito             | 60        | 92         | 69     | 115          | 75        | 34         | 1,53             | 40             |
| 2    | maito             | 68        | 108        | 75     | 111          | 69        | 30         | 1,6              | 49             |
| 3    | maito             | 53        | 83         | 56     | 106          | 68        | 30         | 1,56             | 44             |
| 4    | Naud.liha         | 69        | 113        | 84     | 122          | 74        | 18         | 1,64             | 60             |
| 5    | Naud.liha         | 65        | 113        | 73     | 113          | 65        | 20         | 1,74             | 53             |
| 6    | N.liha/<br>vilja  | 52        | 89         | 50     | 106          | 62        | 17         | 1,7              | 48             |
| 7    | Vuohi/<br>Vihann. | 56        | 73         | 45     | 80           | 62        | 30         | 1,3              | 55             |

# N-balance on 2 organic crop farms in Finland

|      |              | kg/ha           | kg/ha      | kg/ha   | %   | %  | %   | -                  | kg/ha     |
|------|--------------|-----------------|------------|---------|-----|----|-----|--------------------|-----------|
| Farm | Type         | primary N-input | N on field | N-yield | PPB | SB | FGB | Circulation factor | N-surplus |
| 8A   | crop         | 87              | 87         | 49      | 56  | 56 | 56  | 1,0                | 39        |
| 9A   | crop         | 66              | 66         | 34      | 51  | 51 | 51  | 1,0                | 33        |
|      |              |                 |            |         |     |    |     |                    |           |
|      |              |                 |            |         |     |    |     |                    |           |
| 8B   | "dairy"      | 63              | 87         | 49      | 77  | 56 | 19  | 1,39               | 51        |
| 9B   | "dairy"/crop | 49              | 66         | 41      | 84  | 62 | 30  | 1,36               | 34        |

# Kestävän ravinnetalouden avaimet

Kierrätysravinteet hyödynnettävä mahdollisimman tarkasti:

- Riittävän alhainen ravinneintensiteetti (enintään 120 kg/ha N – nykyisin karjatilojen keskiarvo n. 180 kg/ha)
- Tasapainoinen pellon ja kotieläinten suhde (=eläintiheys); Suomessa optimieläintiheys 0,4 ey/ha (poikkeaminen tästä alaspäin on yhtä haitallista ympäristölle kuin poikkeaminen ylöspäin)
- Mahdollisimman paikallinen rehuntuotanto (Tietävästi yhtään kertaa karjanlanta ei ole laivattu Suomesta takaisin Etelä-Amerikkaan soijapelloille!)
- Karjanlannan oikeat levitysajat,-tekniikat ja -määrät (maan tavaksi on tullut kevätlevityksestä luopuminen)
- Kierrätyspohjaa laajennettava (yhdyskunnat, vesistöjen ruoppauslietteet, ”roskakalat”, biojätteet, tuhkat,...)

# Kestävän ravinnetalouden avaimet

- Primääriravinne­lähteenä typen osalta biologinen typensidonta ylivoimaisesti kestävin ratkaisu! (100 % vs. 67 % - 80 %)
- Primääriravinteiden yksinomaista käyttöä rajoitettava voimakkaasti, koska jokainen primääriravinneyksikkö merkitsee vähintään puolen kierrätysravinnepuhtaus­yksikön syntyä (aiheuttaja maksaa -periaate ei toteudu ravinnetaloudessa)
- Ainoastaan primääriravinteiden käytön väheneminen kertoo ravinnetalouden tehostuneen (satomäärä vakio); fosforin osalta tähän on päästy, typen osalta ei.



**Kiitos!**

...kierrätetty ravinne  
on

ostetun veroinen...tai oikeastaan  
merkittävästi ostettua kestävämpi!

