

Mitä ravinnetehokkuus tarkoittaa?

Pentti Seuri

pentti.seuri@luke.fi

Hämeen ammattikorkeakoulu,
Mustiala

27.10.2017

Miten kuvata ravinteiden hyödyntämistä?

	kg	kg	kg	kg		%	%	%	%	kg
Tila	lannoite panos	lanta	korjattu sato	tuotos kasvi	kotiel.	Pel	Portt	Kar		kuormitus
A	100	-	80	80	-	80	80	-		20
B	100	100-40 =60	100	-	40	62	40	40		60
C	100	120-20 =100	120	-	20	60	20	17		80

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

Suhde vai erotus?

Määritelmällisesti tehokkuus on tuotosten ja panosten suhde:

$$\text{hyötysuhde} = \text{tuotos} / \text{panos}$$

Taloustieteessä korkokäsite on verrannollinen hyötysuhteeseen:

$$\text{rahan tuotto eli korko} = \text{tulot} / \text{sijoitettu pääoma}$$

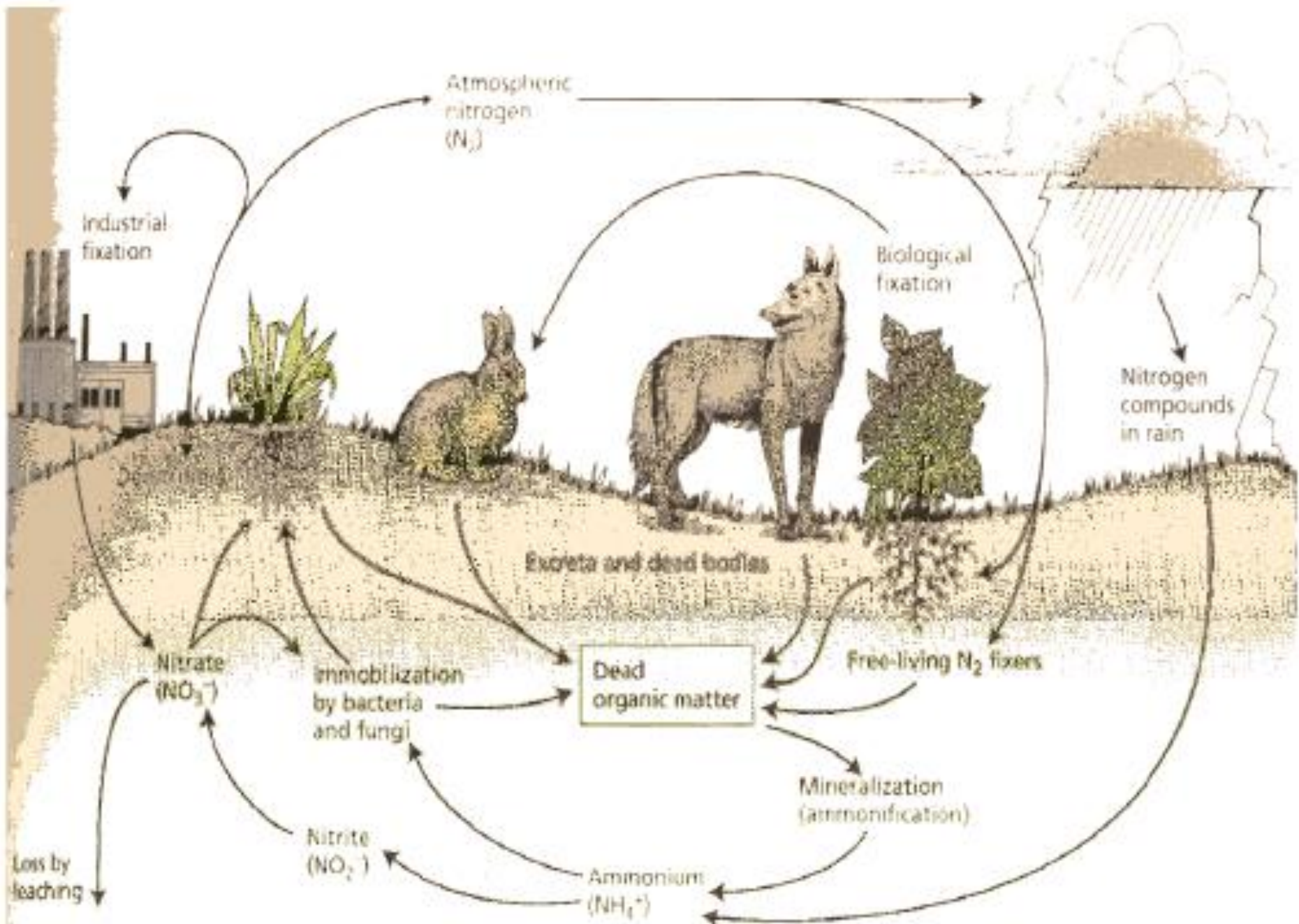
Korkoa tärkeämpi on yleensä tulos, ”tase”

$$\text{tulos} = \text{menot} - \text{tulot}$$

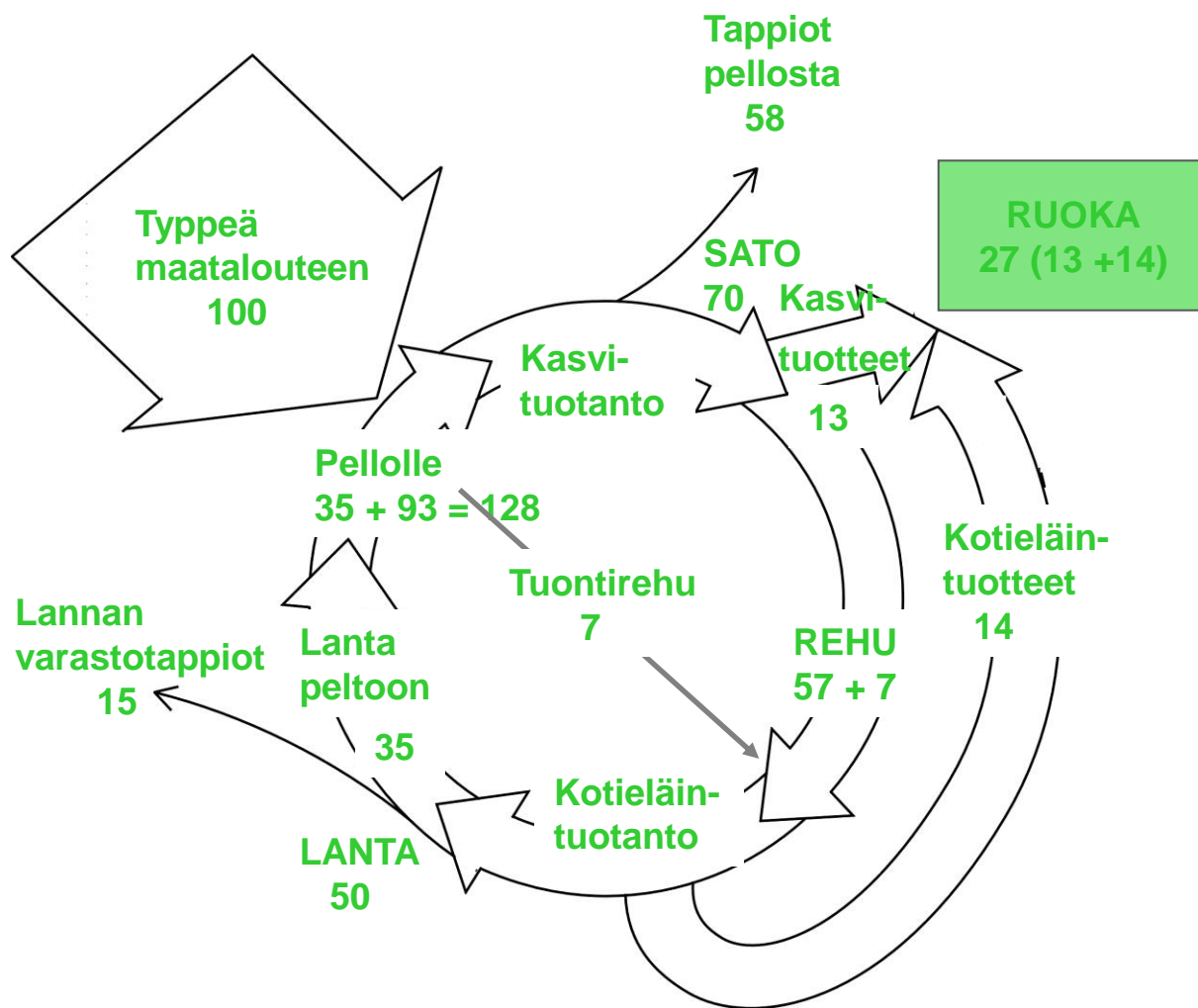
Miten kuvata ravinnetaloutta?

(1/2)

- 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)



Tehon ja tehokkuuden ero?

Yleisessä kielenkäytössä teho-sanana synonyyminä käytetään tehokkuus-sanaa: "Auton teho on 500 kW => auto on tehokas; auton teho on 50 kW => auto on tehoton." (paljon tehoa = tehokas; vähän tehoa = tehoton)

Tehokkuuden ensisijainen synonyymi on kuitenkin hyötysuhde!!!

Esimerkki:

Auton 1 polttoainekulutus on 5 l/100 km, auton moottorin teho on 50 kW, autossa on 5 istumapaikkaa.

Auton 2 polttoainekulutus on 20 l/100 km, auton moottorin teho on 500 kW, autossa on 50 istumapaikkaa.

a) Yhden ihmisen pitää matkustaa 100 km

b) 50 ihmisen pitää matkustaa 100 km

Kumpi autoista on tehokkaampi tapauksessa a? Tapauksessa b?

Tehon ja tehokkuuden ero?

Teho on ensisijassa fysiikan käsite ja mekaniikassa sillä tarkoitetaan tehtyä työtä aikayksikössä (yksikkö: $J/s = W$)

Taloudellinen **tehokkuus** eli taloudellisuus merkitsee, että tavoite pyritään saavuttamaan mahdollisimman pienin uhrauksin (panoksin). Koko kansantalouden **tehokkuus** merkitsee käytössä olevien niukkojen tuotantoresurssien hyödyntämistä mahdollisimman suuren tuotannon aikaansaamiseksi mahdollisimman vähin uhrauksin.

Saavutettujen tulosten ja käytettyjen resurssien suhde.

Panos – tuotos –suhde

=> hyötysuhde on sama kuin tehokkuus!

Tehokkuus vai intensiteetti?

Tehokkuus on sama asia kuin hyötysuhde:

hyödyllisen tuotoksen suhde tuotantopanokseen

Tehokkuus sekoitetaan yleisesti intensiteettiin eli voimaperäisyyteen; hyvin usein puhutaan tehokkuudesta, vaikka tarkoitetaan korkeaa tuotantointensiteettiä

Tuotantointensiteetti tarkoittaa joidenkin tuotantopanosten määrää suhteessa johonkin toiseen tuotantopanokseen, esim. typpikiloa/ha

Ravinteet kiertävät; energia virtaa

Keskeinen ero ravinteiden ja energian välillä:

- Ravinteet noudattavat aineen häviämättömyyden lakia ja ovat näin ikuisessa kiertokulussa; ravinteet eivät voi koskaan loppua
- Energia noudattaa entropialakia, minkä mukaan energian hyödyntämisessä tapahtuu aina tappioita, joiden seurauksena ennen pitkää kaikki energia on muuttunut hyödyttömäksi (lämpöenergiaksi); ellei energiaa saada jatkuvasti lisää, se loppuu ennen pitkää; ekosysteemin ainoa kestävä energialähde on auringon säteilyenergia

Ravinteet kiertävät; energia virtaa

Energiatehokkuus on melko helppo ja yksiselitteinen käsite:

paljonko hyötyenergiaa saadaan energiaraaka-aineesta

(Maatalouden) ravinnetehokkuus muodostuu täysin eri tavoin kuin energiatehokkuus; ravinnetehokkuus muodostuu ravinteiden ensikäytön (primäärikäyttö) lisäksi ravinteiden kierrätyksestä (sekundäärikäyttö):

ensikäyttö + kierrätys

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

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

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 tehokkuudestaan.
- Primääriravinnetase (sato/primääriravinteet) kertoo tehokkuuden
- Mitä paremmin kierrätysravinteita (lanta) hyödynnetään, sitä vähemmän tarvitaan maatalouden ulkopuolelta uusia ravinteita (primääriravinteita)

Voidaksemme laskea primääriravinnetaseen tarvitsemme kolme apukäsitettä:

- 1) *primääriravinne* (p) = tilan ulkopuolinen ravinne, joka on hankittu tilalle primäärituotantoon (kasvintuotantoon), primääriravinteiden vastakohta on kiertävä ravinne (m , sekundääriravinne)

Primääriravinteita ovat esim. kaikki tilan ulkopuolelta hankitut lannoitteiden ravinteet; sen sijaan ostorehujen ravinteista primääriravinteita ovat vain rehusta syntyneet lannan ravinteet (rehuhan on käytetty karjan ruokintaan, eikä kasvintuotantoon)

Huom! omasta rehusta syntyneet lannan ravinteet (m) eivät ole primääriravinteita, koska omaa rehua ei ole hankittu tilan ulkopuolelta!

Primääriravinnetaseen laskenta (2/3)

2) *kierrätyskerroin* (k) = paljonko tilan ravinteista on kiertäviä ravinteita

Kierrätyskerroin lasketaan laskemalla yhteen kaikki kasvinviljelyn käytössä olevat ravinteet ja jakamalla tulos primääriravinteiden määrällä.

$$k = (p+m)/p$$

3) *ravinteiden hyödyntämistase* (u) = maaperätase

Ravinteiden hyödyntämistase kertoo, miten paljon peltoon tarjotuista ravinteista sitoutuu satoon. Se lasketaan jakamalla sadon ravinnemäärä (y) kasvinviljelyn käytössä olevilla ravinteilla ($p+m$).

$$u = y/(p+m)$$

Primääriravinnetaseen laskenta

(3/3)

$$P = y/p$$

tai $P = k \cdot u$

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 %.

Kasvinviljelysystemissä 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

Miten kuvata ravinteiden hyödyntämistä?

	kg	kg	kg	kg		%	%	%	%	kg
Tila	lannoite panos	lanta	korjattu sato	tuotos kasvi	tuotos kotiel.	Pel	Portt	Kar	Pri	kuormitu
A	100	-	80	80	-	80	80	-	80	20
B	100	100-40 =60	100	-	40	62	40	40	100	60
C	100	120-20 =100	120	-	20	60	20	17	120	80

Primäärityyppitase

	Sato	Primääri- typpi	Primääri- tyyppitase	Taseen ylijäämä
	N kg/ha	N kg/ha	%	N kg/ha
Koko maatalous	74	100	74	78
Kasvinvil- jelytilat	60	90	67	40
Kotieläin-tilat	88	110	80	116

Typen käytön tehokkuus maataloudessa ja erikseen kasvinviljely ja kotieläintiloilla = primäärityyppitase
ulkopuolinen typpipanos = primäärityppi, sisältää väkilannoitteet, laskeuman ja biologisen typen sidonnan
primäärityyppitase = sato/primäärityppi * 100 = montako % primäärityypistä korjataan satona talteen

Primäärityypitase

- kotieläintuotannossa lannan kierrätystypen avulla saavutetaan keskimäärin vain hieman parempi typen primääritehokkuus kuin kasvinviljelyssä (80 % vs. 67 %).
- kierrätysravinteiden käyttöä tehostamalla voitaisiin merkittävästi vähentää maatalouden aiheuttamaa typpikuormitusta.
- yksittäisillä tiloilla voidaan päästä jopa 120 % primääritehokkuuteen

Primääritaseen käyttökohteita

- Voidaan mitata ja arvioida koko maatalouden, alueen tai tilan ravinnetehokkuutta => tukiperusteena?
- Voidaan asettaa tavoitearvoja => kannustimet / pakotteet
- Panttimaksujärjestelmä primääri- ja sekundääriravinteille
- Primääriravinteiden käyttö mahdollista sitoa sekundääriravinteiden hyödyntämiseen

Hehtaarisato?

Toisinaan kuulee, että nälänhätä uhkaa, jos hehtaarisadosta tingitään!

Väite sisältää ajatuksen, että jos on kerran onnistuttu saavuttamaan jokin tietty satotaso, sen jälkeen ei enää koskaan voida palata alempaan satotasoon!

Väitteeseen sisältyy myös ajatus, että vaikka tietyn satotason saavuttamisen edellytys on uusiutumattomien tuotantopanosten varassa, ja näiden tuotantopanosten käytöstä aiheutuu ympäristöongelmia, niin ongelmat voitetaan jatkamalla ja/tai lisäämällä näiden tuotantopanosten käyttöä!

Miten kuvata ravinteiden hyödyntämistä?

	kg	kg	kg	kg		%	%	%	%	kg
Tila	lannoite panos	lanta	korjattu sato	tuotos kasvi	kotiel.	Pel	Portt	Karja	Pri	kuormitus
A	100	-	80	80	-	80	80	-	80	20
B	80 (=48)	80-32=48 48-19,2=28,8 76,8	48	(80+48)	51,2	62	64	40	100	29
A+ B	100	76,8	128	(128)	51,2	72	51	40	128	49
A+ B	180 (=148)	76,8	128	+80 -80	51,2	72	73	40	86	49

Edellisen dian selostus

- Toiseksi alin rivi laskee yhteen systeemit A ja B olettaen, että B:n lannoitepanos on A:n tuottama sato (integroituneet osasysteemit)
- Alin rivi laskee yhteen systeemit A ja B olettaen, että A myy satonsa systeemin ulkopuolelle ja B hankkii ostopanoksensa (rehunsa) systeemin ulkopuolelta (ei-integroituneet osasysteemit)
- Summien merkittävin ero on, että peltotase ei havaitse mitään eroa, porttitase paranee; primäärিতase sen sijaan heikkenee, koska ei-integroituneissa osasysteemeissä syntyy näkyviin kirjoitettujen tappioiden lisäksi muitakin tappioita -> ainoastaan primäärিতase reagoi ”oikein”!

TEHTÄVIÄ:

- 1) Määritä kierrätyskertoimet toiseksi alimmalle ja alimmalle riville?
- 2) Pohdi esimerkkejä, joissa perinteiset ravinnetaseet (pelto-, portti-, karja-) johtavat harhaan; mutta primäärিতase kuvaa tilannetta todenmukaisemmin?
- 3) Voiko esimerkin toiseksi alimman rivin kokonaissysteemin toimintaa vielä tehostaa, miten? Esitä oma numeerinen arviosi!

Prosentit, eurot vai kilot?

Oletetaan, että yhden panoksen hinta on 1 euro, yhden tuotoksen hinta on 2 euroa

Panos	tuotos	hyötysuhde%	tuotto	kustannus	tulos	kuormitus
0	2	-	4	0	4	-2
4	5	125%	10	4	6	-1
8	7	88%	14	8	6	1
12	8	67%	16	12	4	4
16	8	50%	16	16	0	8
20	7	35%	14	20	-6	13

Prosentit, eurot vai kilot?

Oletetaan, että yhden panoksen hinta on 1 euro, yhden tuotoksen hinta on 10 euroa

Panos	tuotos	hyötysuhde%	tuotto	kustannus	tulos	kuormitus
0	2	-	20	0	20	-2
4	5	125%	50	4	46	-1
8	7	88%	70	8	62	1
12	8	67%	80	12	68	4
16	8	50%	80	16	64	8
20	7	35%	70	20	50	13

Alenevan rajatuotoksen laki

Viimeisellä tuotantopanoksella saadaan aina pienempi ja pienempi lisätuotos, lopulta lisätuotosta ei synny lainkaan

Tuotantopanosta kannattaa lisätä niin kauan kuin lisätuotos kattaa lisäkustannuksen:

$$\text{rajatuotos} = \text{rajakustannus}$$

Taloudellinen optimi on täysin riippuvainen panosten ja tuotosten välisestä hintasuhteesta

Kiitos!

