# Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen kehitys ja hillintämahdollisuudet

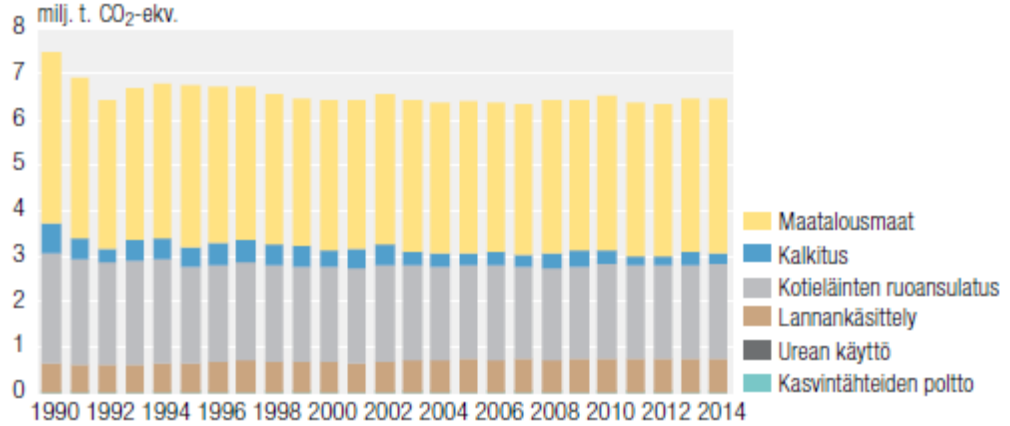
MMV:n kuultavana Kristiina Regina

23.2.2017

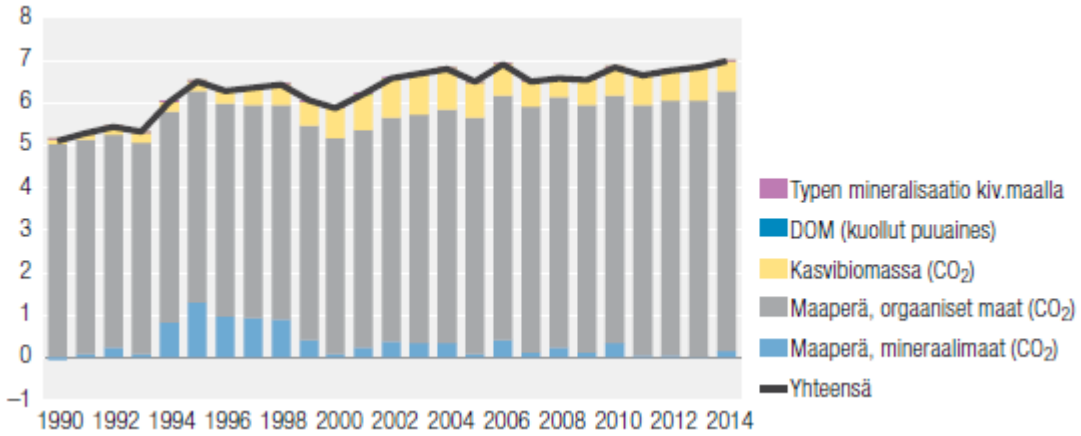
© Luonnonvarakeskus

# Maatalouden KHK-päästöt 1990-2014

”Agriculture”




”Cropland”
(Maankäyttösektorin osana)




http://tilastokeskus.fi/static/media/uploads/suominir_2016.pdf

- ~6.5 milj. t $CO_2$ ekv. raportoitu maataloussektorilla
- ~1 milj. t $CO_2$ raportoitu energiasektorilla (koneet, lämmitys, viljankuivaus)
- ~7.6 milj. t $CO_2$ raportoitu maankäyttösektorilla (Land use, Land-use change and Forestry; LULUCF)

-> yhteensä ~15 Tg $CO_2$ ekv. (~25 % Suomen kokonaispäästöistä)

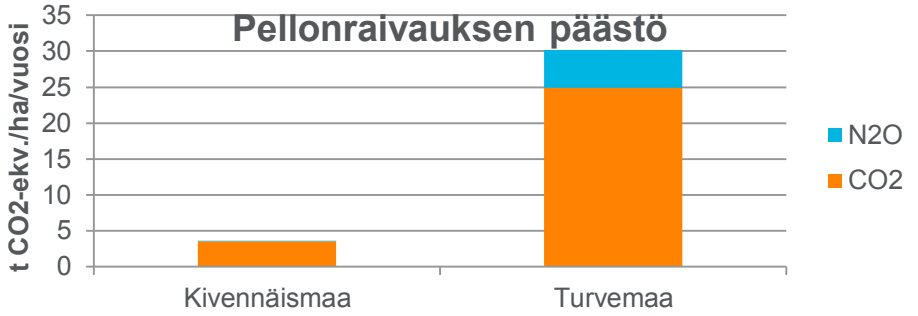
- Turvemaiden $CO_2$-päästöt ovat 40 % maankäyttösektorin päästöistä (Land use, land use change and forestry)
- Turvemaiden $N_2O$-päästöt ovat 22 % maataloussektorin päästöistä
  - Yhteensä ~10 % Suomen kokonaispäästöistä

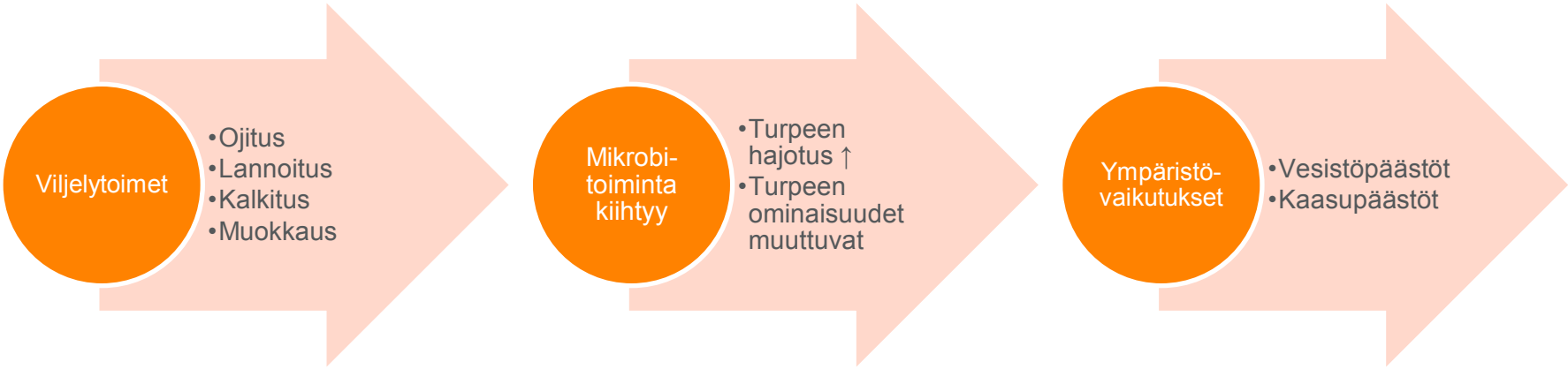
© Luonnonvarakeskus

Luke LUONNONVARAKESKUS

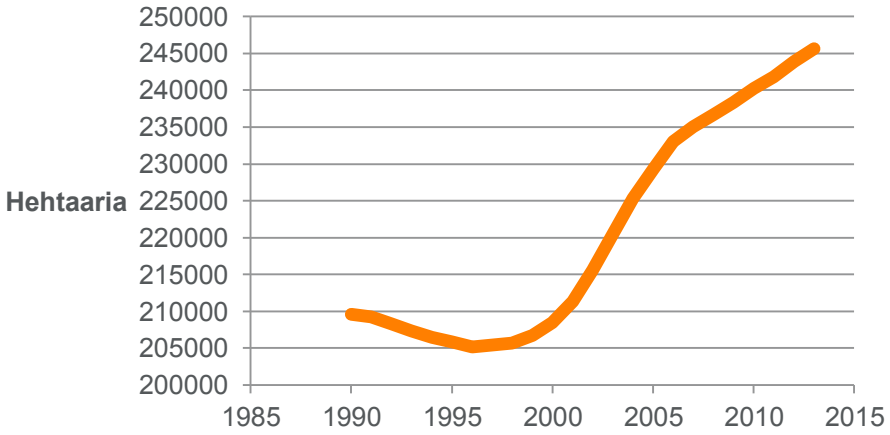
Lähde: Tilastokeskus

# Turvemaiden viljelyn päästöt




Alan kasvu 37000 ha 13 vuodessa; tämä on lisännyt päästöjä 1 milj. t $CO_{2e}$ vuosina 2000-2013



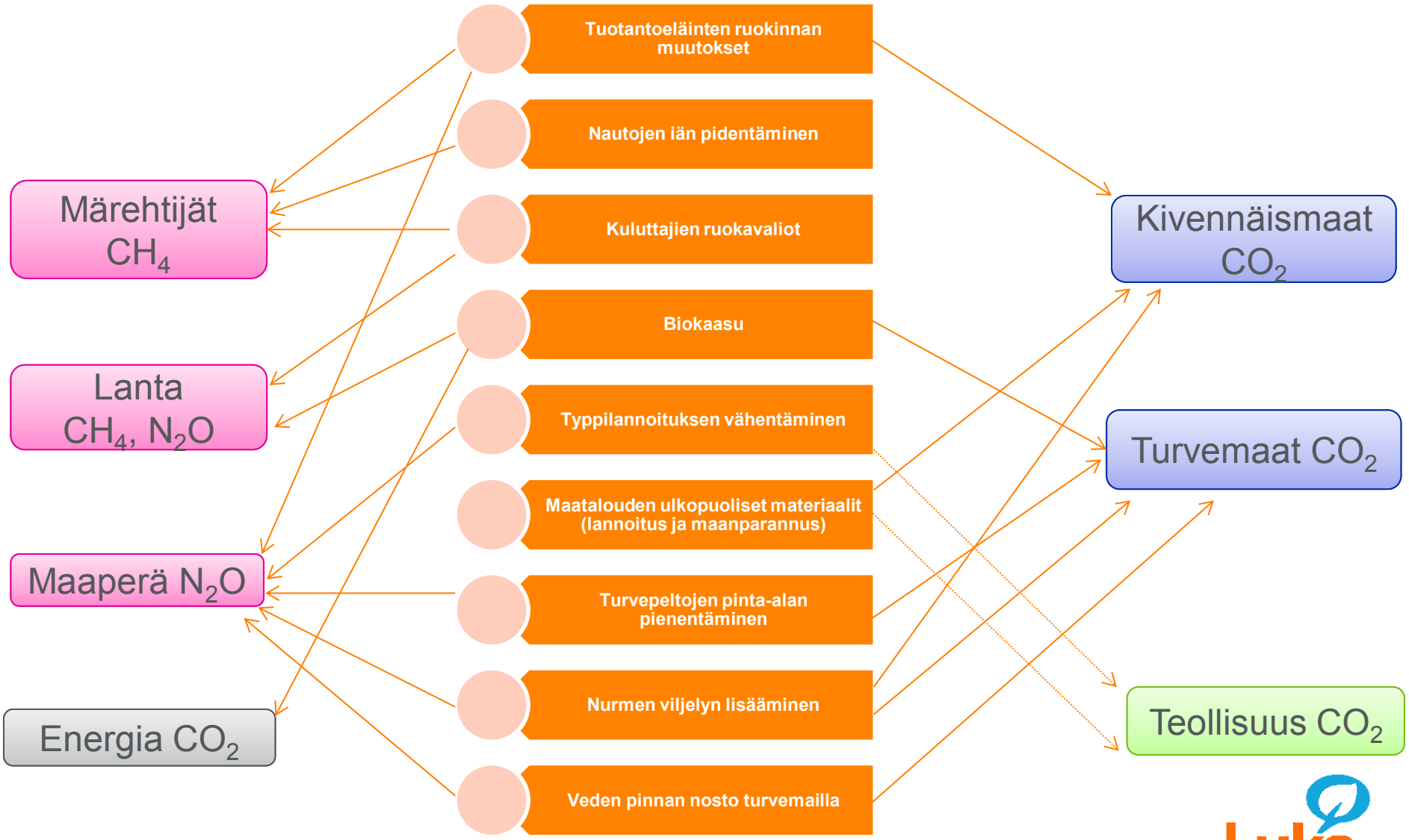

- Lisäys oli 1,5 % Suomen päästöistä
- Kokonaispeltoala tai ruuantuotanto ei kasvanut, vain tilakoko kasvoi
- Turvepeltojen osuus on kasvanut 8->10 % 1990-2013
- Kivennäismaita jää pois käytöstä ja turvemaita raivataan tilalle



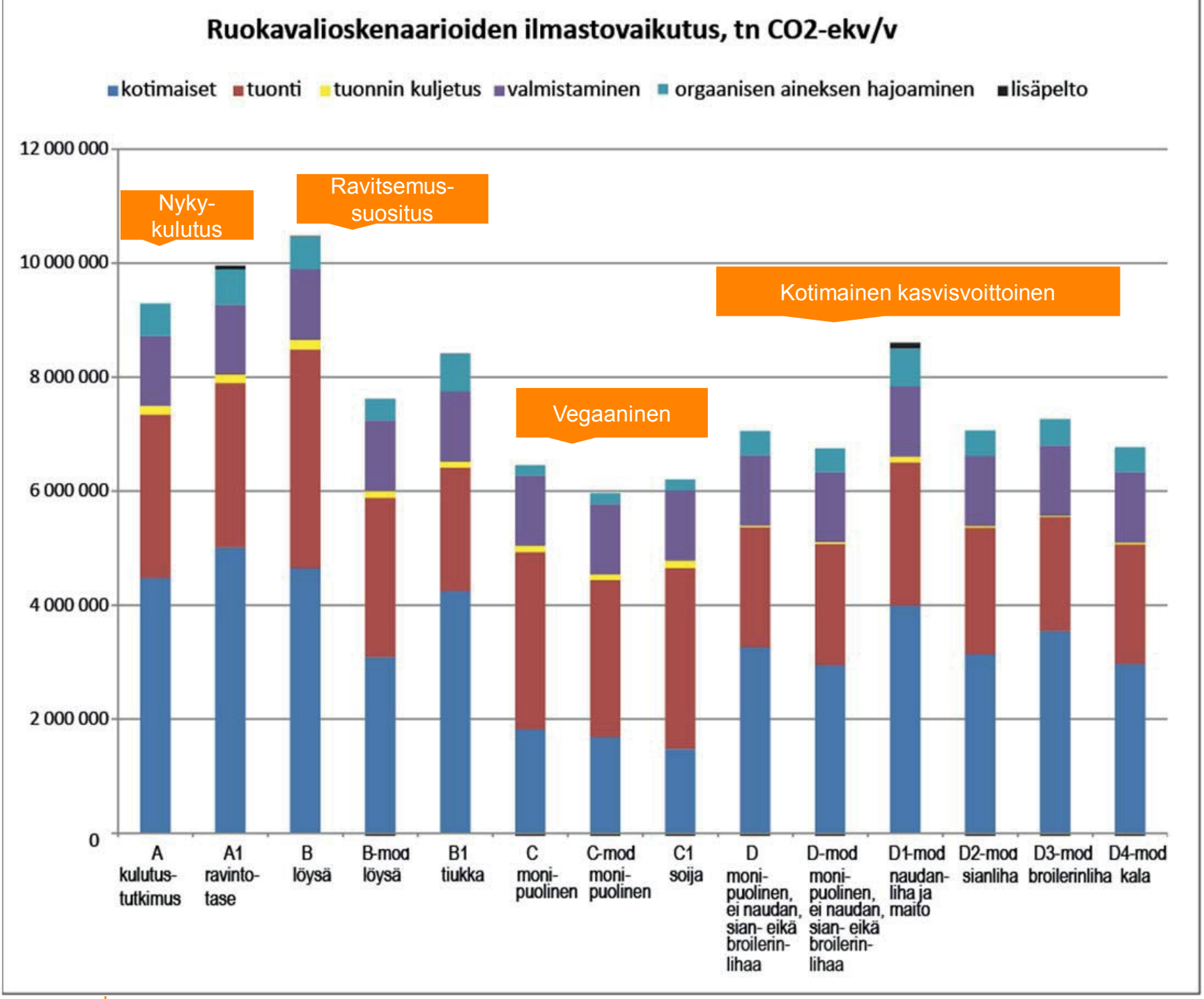
© Luonnonvarakeskus

Luke LUONNONVARAKESKUS

# Mahdollisia toimia ja niiden vaikutuksia



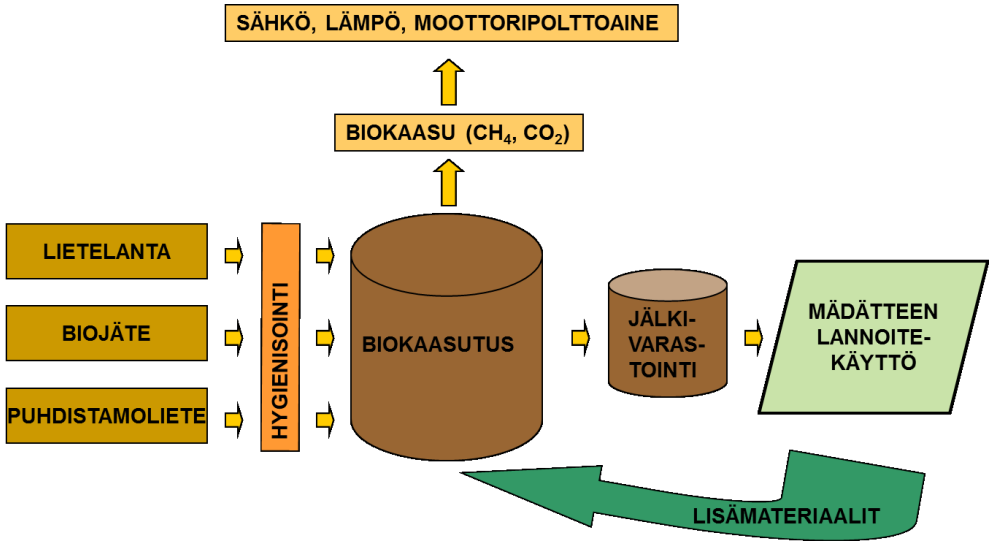

© Luonnonvarakeskus




Lähde: http://urn.fi/URN:ISBN:978-952-326-011-5

# Biokaasun tuotanto maatiloilla

- Prosessissa ravinteet säilyvät, mutta hiiltä käytetään energian tuotantoon
- Kaasu korvaa fossiilista energiaa
- Lannan varastoinnin kaasumaiset päästöt vähenevät
- Tuotetulla energialla voidaan prosessoida jäännös kuljetettavaan muotoon→vähentää pellonraivauksen tarvetta eläintuotannon keskittymissä
- Lisämateriaaliksi käyvät monet sivuvirrat
- Hajuhaitat vähenevät

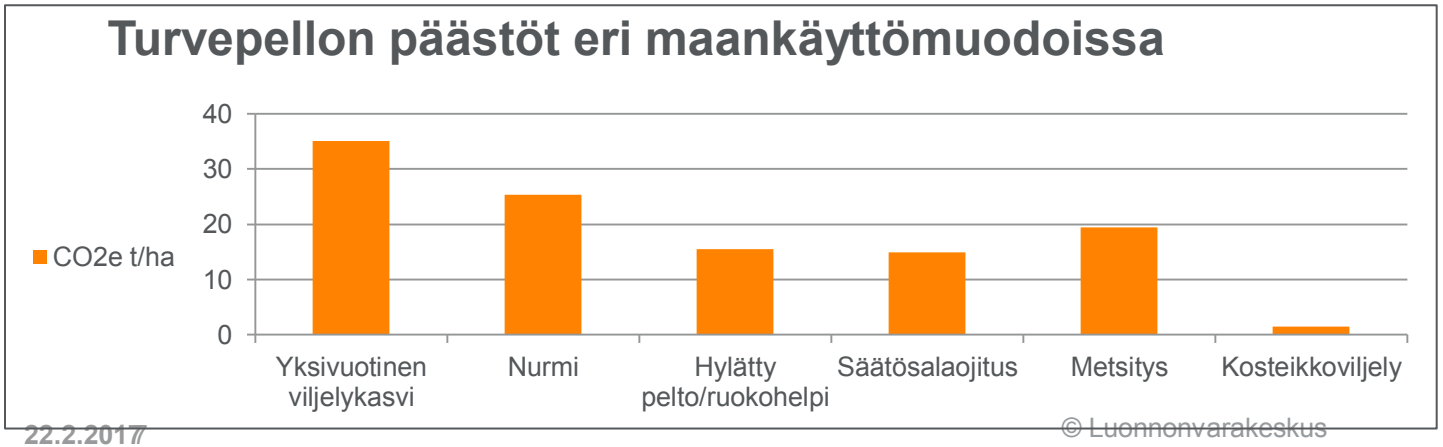





© Luonnonvarakeskus

# Miten strategia jalkautetaan?

- Erityisesti kaasumaisiin päästöihin kohdennetut tuetut toimet tällä hetkellä:
  - Ympäristönhoitonurmet ja turvemaiden säätösalaojitus Manner-Suomen maatalouden kehittämisohjelmassa 2014-2020
  - Biokaasun ja säätösalaojituksen investointituet
- Käytännössä toimet eivät ole olleet riittävän houkuttelevia, joten strategian jalkauttamiseksi tarvitaan esimerkiksi
  - Tukien parempi kohdistaminen: korvaus isompi hehtaarilta, mutta toimia tehtäisiin vain paksuturpeisilla pelloilla?
  - Alueellisia hankkeita: voitaisiinko Etelä-Suomessa luopua turvemaiden viljelystä ja jopa vettää niitä, mutta hyväksyä ajatus, että pohjoisessa ne ovat välttämättömiä?
  - Viljelijöiden alueellista yhteistyötä: pohjaveden pintaa ei voi nostaa, jos se haittaa naapuripeltoa





© Luonnonvarakeskus

# Dioja kysymysten varalta:

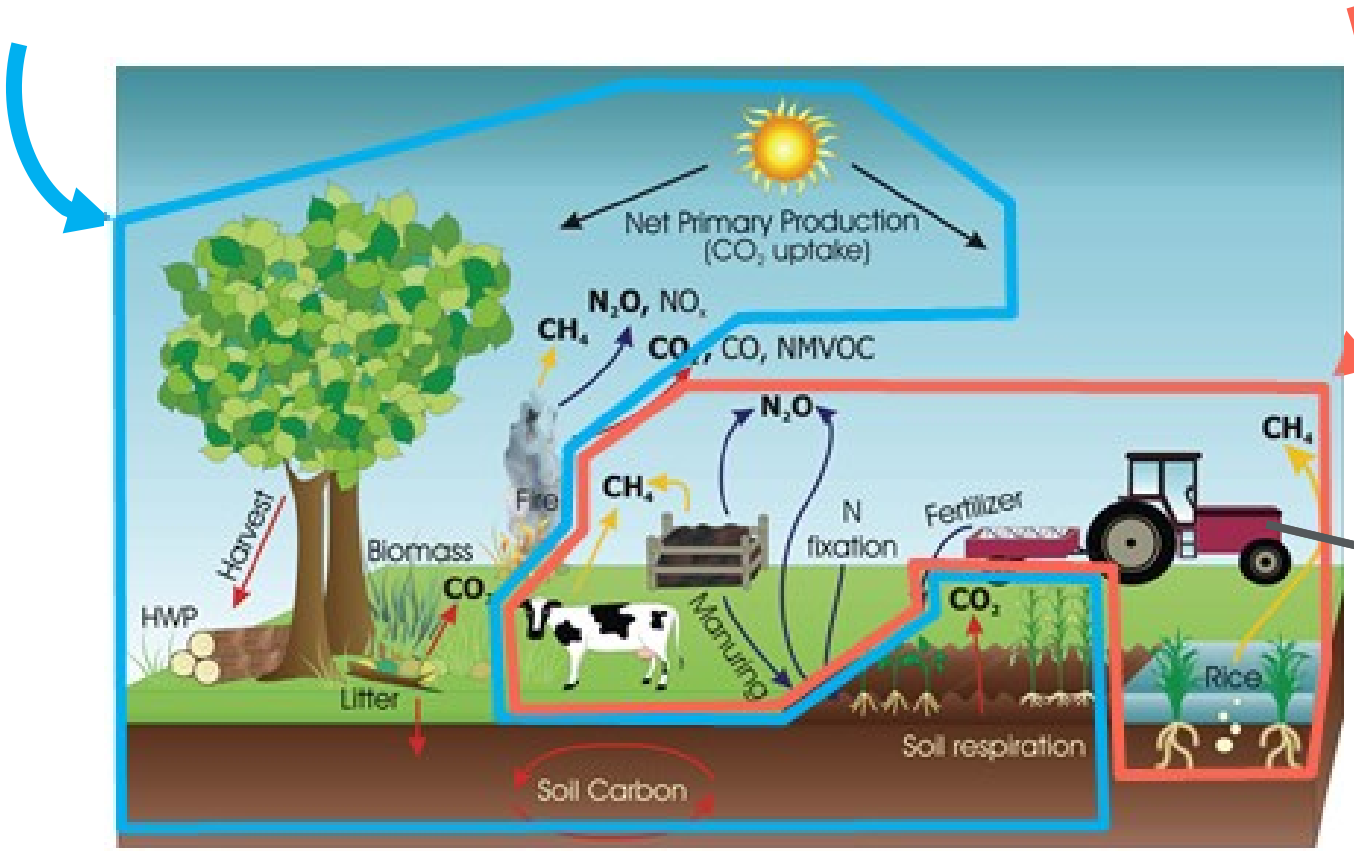


© Luonnonvarakeskus

# Maataloussektori kasvihuonekaasujen lähteenä ja nieluna

Maankäyttö (**LULUCF**)

**Maatalous**




Energia

© Luonnonvarakeskus

Luke
LUONNONVARAKESKUS

# Maatalouden päästölähteet

- Maataloussektori
  - Kotieläinten ruoansulatus ($CH_4$): naudat, siat, lampaat, hevoset, vuohet, porot, turkiseläimet
  - Lannankäsittely ($CH_4$, $N_2O$): naudat, siat, lampaat, hevoset, vuohet, porot, turkiseläimet, siipikarja (Lannankäsittelymenetelmät: lietelanta, kuivikelanta, laidun)
  - Maaperä ($N_2O$): väkilannoitteet, lanta, puhdistamoliete, typensidonta, niittojäännös, orgaaniset viljelymaat (suorat päästölähteet), typen huuhtouma ja laskeuma (epäsuorat päästölähteet)
  - Kalkitus ja urealannoitus ($CO_2$)
- Maankäyttösektori (LULUCF: Land use, land use change and forestry)
  - Maaperä ($CO_2$): hiilivaraston muutos kivennäismailla, orgaaniset viljelymaat (turpeen hajoaminen), biomassa
- Energiasektori
  - Maatalouden energiankäytön päästöt ($CO_2$, $CH_4$, $N_2O$): rakennusten lämmitys, viljan kuivaus, työkoneet

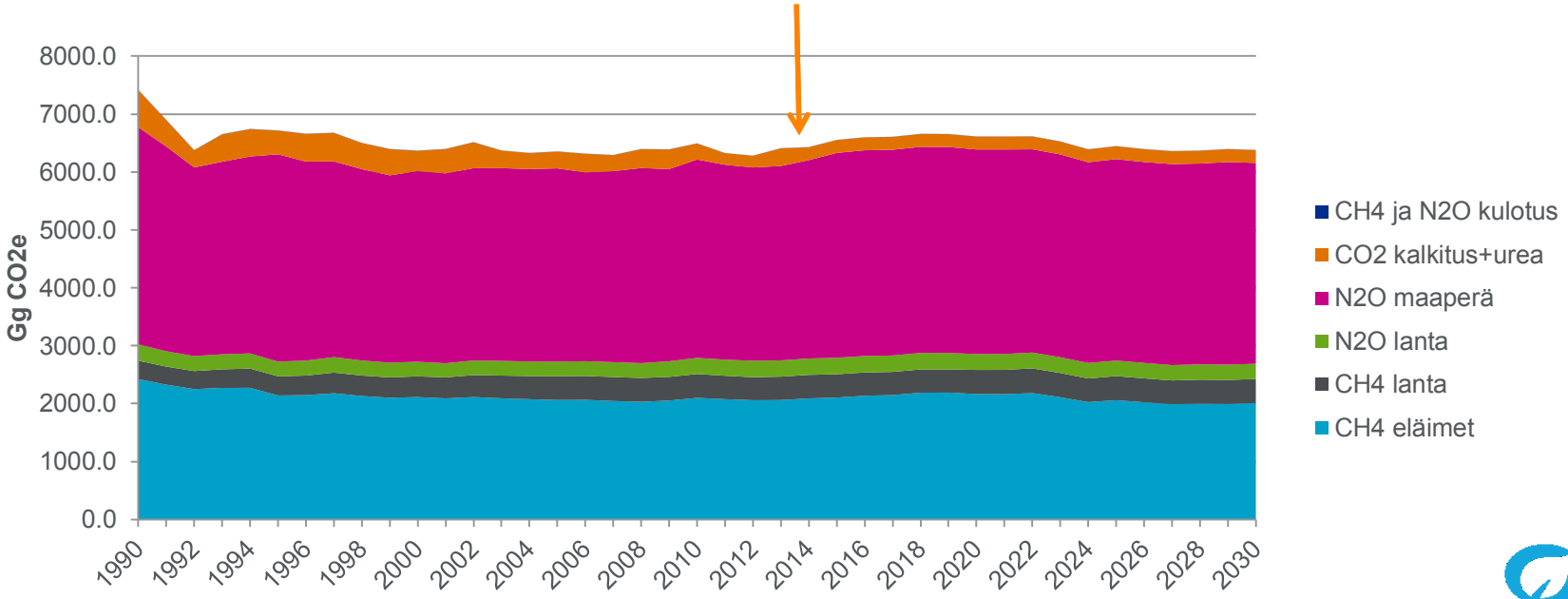
*Nämä yhteensä ~20 % Suomen päästöistä*.

© Luonnonvarakeskus

Luke
LUONNONVARAKESKUS

# Perusskenaario - tulokset

- Päästöt nousivat 1,2 % 2005-2014, pääosin maaperän N2O päästöjen kasvun vuoksi – kasvu jatkuu
- Verrattuna vuoden 2005 päästöihin kokonaispäästöt nousevat 4,1 % vuoteen 2020 mennessä, ja 0,4 % 2030 mennessä. Vuoteen 2020 asti lannoitus ja turvemaat ovat kasvavia päästölähteitä. Vuoden 2020 jälkeen märehtijät ja lannoitus ovat pieneneviä päästölähteitä.






© Luonnonvarakeskus

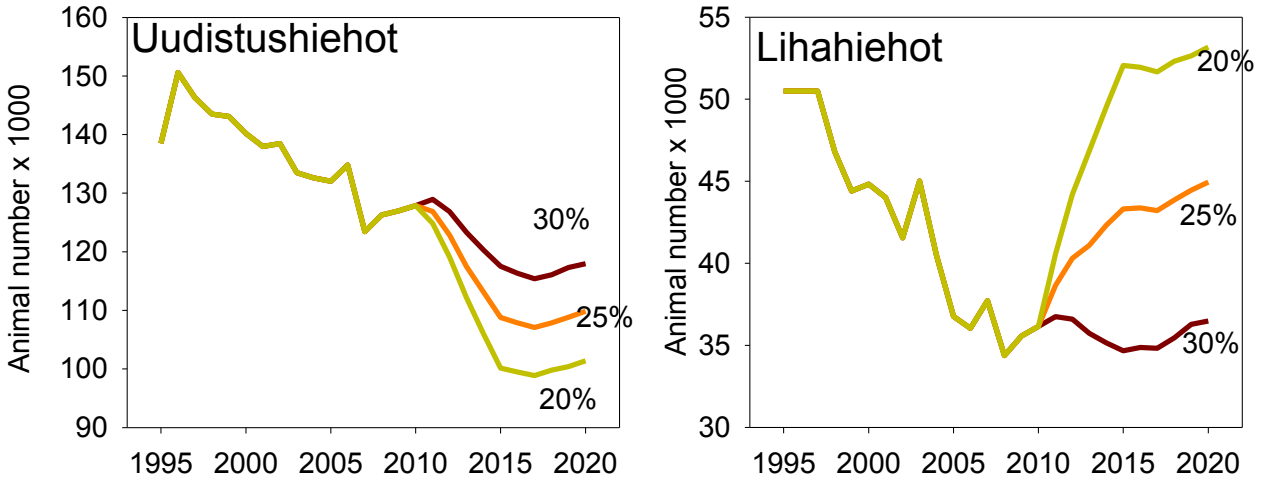
# Perusskenaario – maataloustuotannon kehitysura oletuksena ilmasto- ja energiastrategian sekä OECD-FAO Outlook (hinta)oletukset: energian hinnan nousu, maataloustuotteiden hidas kysynnän ja hintojen nousu

- Viljantuotanto vähenee yli 10 % => vilja-ala ja viljelty ala -150 000 ha
- Maidon hinta pysyttelee vuosien 2015–2016 tasolla (38 c/l),
- Maidontuotanto kasvaa noin 4 % - peltoalaa saatavissa tilakoon kasvuun
- Työnmenekki ja pääomakustannukset eläintä kohti alenevat. Lehmien keskituotos tasolle 9 600 kg/lehmä/vuosi vuoteen 2030.
- Emolehmien määrä kasvaa lähivuodet mutta kääntyisi laskuun ja päätyisi tasolle 40 000 vuoteen 2030 (58 700 emolehmää v. 2015)
- Nautakarjan kokonaismäärä laskee 13,6 % 2015–2030. Naudanlihan-tuotanto alenee v.2015 tasolta (85 milj. kg) tasolle 77 milj. kg; vajaa 10 %
- Jatkossakin sianlihaa 184 milj. kg, siipikarjanlihaa 115 milj. kg, ja kananmunia 71 milj. kg 2020-2030
- Väkilannoitteiden käyttö on suhteellisen korkealla tasolla 2015–22, koska lannoitteet halpenivat 2015-2016
- Orgaanisten maiden ala nousee 1100 ha/v Lietelantajärjestelmä yleistyy 2015-2020, mutta ei muutu enää ajalla 2020-30.


© Luonnonvarakeskus

# Nautojen eliniän pidentäminen - simulaatio

- Keino: uusittaisiin vuosittain vain 20 % lypsylehmistä (Weiske et a. 2006)
- Uudistushiehoja tarvitaan vähemmän -> niiden päästöt pienenevät
- Suomen oloja kuvaava Dremfia-malli: päästöt eivät pienene, koska lihahiehojen ja sonnien määrä kasvaa (tuotantosidonnaiset tuet)
- Ylimääräisiä vasikoita ei teurastettaisi, vaan ne kasvatettaisiin korvaamaan lehmistä vähentynyttä lihantuotantoa

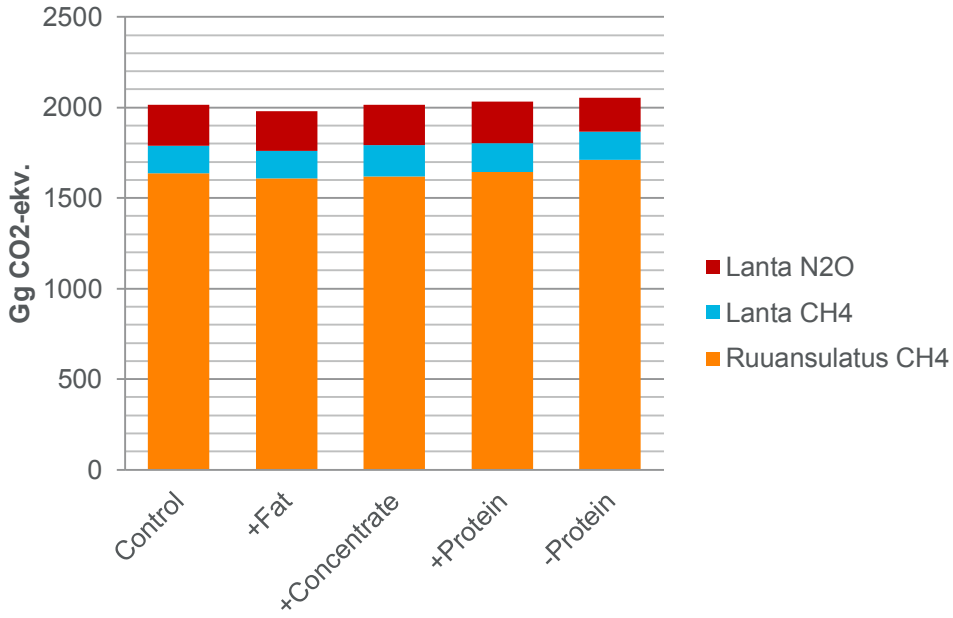



© Luonnonvarakeskus

Luke
LUONNONVARAKESKUS

# Nautojen ruokinta – simulaatio Karoline-mallilla

- Lisäämällä rypsiöljyä lypsylehmien ruokintaan saataisiin nautojen päästöjä (lanta+ruuansulatus) vähennettyä 2 % verrattuna nykyiseen ruokintaan
- Koko maatalouden vähennys olisi 0,5 %
- Ruokintakokeita on tehty – niiden tuloksia ei ole viety koko maan tason laskentaan
- Nautojen koon arvioitu kasvu vuoteen 2020 mennessä nostaa päästökertoimia → saattaa kompensoida päästösäästön




Control = ruokintasuositukset
+Fat = 0,5 kg rypsiöljyä lisätty
+Concentrate = lisätty 3 kg viljaa+rypsiä
+Protein = lisätty 1 kg valkuaista
-Protein = vähennetty 2 kg valkuaista

© Luonnonvarakeskus

Luke
LUONNONVARAKESKUS

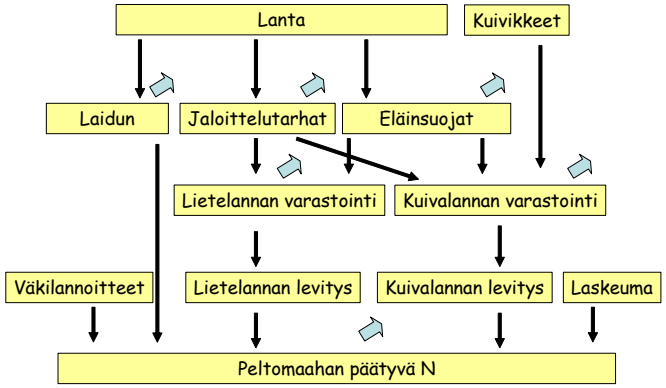
# Punaisen lihan vähentäminen? Kaiken lihansyönnin vähentäminen? Kotieläintuotteiden vähentäminen?

- Punaista lihaa korvattaisiin todennäköisimmin pääasiassa siipikarjanlihalla, maitotuotteilla, kananmunilla, kalalla ja proteiinipitoisilla kasviksilla
- Jos punaisen lihan (sika, nauta, lammas) kulutus vähenisi Suomessa 20%, se ei juurikaan vaikuttaisi maatalouden kasvihuonekaasupäästöihin, **jos punaista lihaa korvattaisiin pääasiassa muilla kotieläintuotteilla**
- Lehtonen, H. & Irz, X. 2013. Impacts of reducing red meat consumption on agricultural production in Finland. Agricultural and Food Science 22:356-370. http://ojs.tsv.fi/index.php/AFS/article/view/8007/6412

- Jos taas lihaa ja kaikkia kotieläintuotteita korvattaisiin merkittävässä määrin ja **pääosin kasviksilla**, se johtaisi kotieläintuotannon ja päästöjen vähenemiseen
- Tuonti vähenisi enemmän kuin kotimainen tuotanto
- Jos muutos olisi nopea, tuottajahinnat alenisivat useiksi vuosiksi, monet kotieläintilat joutuisivat lopettamaan tuotannon ja niiden velat jäisivät hoitamatta


© Luonnonvarakeskus

# Lannankäsittely




- Lannankäsittelyn päästöt vain 12 % maatalouden päästöistä, toimilla pieni vaikutus kokonaisuuteen
- Eläinsuojat
  - Päästöjä voidaan vähentää esim. lannan nopealla poistolla, mutta päästö siirtyy myöhempään ajankohtaan
- Lantavarastot: päästö korvautuu helposti toisella
  - Liete: vähemmän dityppioksidia, enemmän metaania,
  - Kuivalanta: vähemmän metaania, enemmän dityppioksidia
  - Säiliön kattaminen: vähemmän ammoniakkia, enemmän dityppioksidia
- Tehokkainta on vähentää ravinteiden määrää koko ketjussa (ruokinta) → kaikkien vaiheiden päästöt pienenevät
- Biokaasutus vähentää lantavarastojen päästöjä, korvaa fossiilisen energian päästöjä ja potentiaalisesti vähentää pellonraivausta

© Luonnonvarakeskus

Luke
LUONNONVARAKESKUS

# Kotieläinten lannan energiapotentiaali biokaasuna 2030 (vain realistinen osa lannasta biokaasuksi)

| | Biokaasulaitokseen | | Energiaa biokaasusta | |
|---|---|---|---|---|
| | Lanta (t/a) | VS (t/a) | MWh/a | TWh/a |
| **Naudat, liete** | 3210795 | 221887 | 443774 | 0,44 |
| **Naudat, kuiva** | 1401434 | 354040 | 708079 | 0,71 |
| **Siat, liete** | 1112402 | 67547 | 270189 | 0,27 |
| **Siat, kuiva** | 38852,55 | 3499 | 9448 | 0,01 |
| **Munituskanat** | 67708,19 | 11048 | 28947 | 0,03 |
| **Broilerit** | 46980,14 | 21685 | 35130 | 0,04 |
| **Kalkkunat** | 3743,052 | 1751 | 2678 | 0,00 |
| **Hevoset** | 219234,1 | 66283 | 99424 | 0,10 |
| **Lampaat ja vuohet** | 0 | 0 | 0 | 0,00 |
| **Turkiseläimet** | 346232,2 | 103870 | 155805 | 0,16 |
| **Yhteensä** | 6447382 | 851610 | 1753474 | **1,75** |

+10% nurmilisäys →energiapotentiaaliksi saadaan **2,4 TWh = 0.6 Mt CO2e päästövähennys energiasektorille**





© Luonnonvarakeskus

Luke LUONNONVARAKESKUS

# Kaiken kotieläinten lannan teoreettinen energiapotentiaali biokaasuna 2014 ja 2030

| 2014 | Laidunlanta vähennetty | | Energiaa biokaasusta | |
|---|---|---|---|---|
| | Lanta (t/a) | VS (t/a) | MWh/a | TWh/a |
| Naudat, liete | 6031759 | 416468 | 832936 | 0,83 |
| Naudat, kuiva | 4090433 | 1041591 | 2083182 | 2,08 |
| Siat, liete | 2980813 | 177246 | 708983 | 0,71 |
| Siat, kuiva | 151058 | 13537 | 36551 | 0,04 |
| Munituskanat | 210632 | 33541 | 87878 | 0,09 |
| Broilerit | 168180 | 70094 | 113552 | 0,11 |
| Kalkkunat | 23222 | 5868 | 8978 | 0,01 |
| Hevoset | 681448 | 207215 | 310823 | 0,31 |
| Lampaat ja vuohet | 80680 | 9876 | 9876 | 0,01 |
| Turkiseläimet | 865581 | 259674 | 389511 | 0,39 |
| Yhteensä | 15283805 | 2235111 | 4582270 | **4,58** |

| 2030 | Laidunlanta vähennetty | | Energiaa biokaasusta | |
|---|---|---|---|---|
| | Lanta (t/a) | VS (t/a) | MWh/a | TWh/a |
| Naudat, liete | 5351325 | 369812 | 739623 | 0,74 |
| Naudat, kuiva | 3503586 | 885099 | 1770198 | 1,77 |
| Siat, liete | 2781005 | 168868 | 675471 | 0,68 |
| Siat, kuiva | 129509 | 11664 | 31493 | 0,03 |
| Munituskanat | 169270 | 27621 | 72366 | 0,07 |
| Broilerit | 156600 | 72285 | 117102 | 0,12 |
| Kalkkunat | 12477 | 5835 | 8928 | 0,01 |
| Hevoset | 730780 | 220943 | 331415 | 0,33 |
| Lampaat ja vuohet | 90704 | 23129 | 34694 | 0,03 |
| Turkiseläimet | 865581 | 259674 | 389511 | 0,39 |
| Yhteensä | 13790837 | 2044931 | 4170801 | **4,17** |





© Luonnonvarakeskus

Luke LUONNONVARAKESKUS

# Lannan teknis-taloudellinen energia biokaasuna, kun 10% nurmilisäys (märkäpainona): Biokaasun energian lisäys 1,75 TWh => 2,4 TWh

- 10% nurmilisäys teknis-taloudellisesti biokaasuun sopivaan lantamäärään vaatisi nurmisatoa 645 000 tonnia (märkäpaino)
- Tämä määrä nurmena on (ka 33 %) 213 000 t ka, jonka tuottaminen satotasolla 5000 kg ka/ha vaatisi 43 000 ha
- Tämä on vuoden 2015 säilörehualasta 8,6 %, mikä vastaa vuosittaista arviota ylijäämärehusta; nurmen tuotanto ei vaatisi nykyistä suurempia tuotantopanoksia
- Runsaat 200 000 t ka nurmea vastaa energiasisällöltään biokaasuna 0,67 TWh
- Yhdistettynä arvioituun vuoden 2030 toteutettavasta lantabiokaasun tuotannosta energiapotentiaaliksi saadaan **2,4 TWh = 0.6 Mt CO2e päästövähennys energiasektorille**


© Luonnonvarakeskus

# Nurmilisä parantaa olennaisesti biokaasun tuottoa: Teor. potentiaali 4,17 TWh => 5.6 TWh

- Luken oman kokemuksen mukaan noin 8-10 %:n säilörehulisä syötteen märkäpainosta lähes kaksinkertaistaa biokaasutuotannon naudan lietelannasta
- 10 %:n nurmilisä **teoreettiseen vuoden 2030 lantamäärään** olisi noin 1,38 miljoonaa tonnia nurmea (455 000 t ka)
- Satotasolla 5000 kg ka/ha tarvittava peltoala nurmen tuotantoon olisi 91 000 ha
- Vuoden 2015 säilörehun tuotantoon käytetystä peltoalasta 492 300 ha tämä on 18,5 %
- Nurmen metaanintuottopotentiaali on 314 m3CH4/t ka
- 455 000 t ka nurmea vastaa 1,43 TWh energiaa.
- Yhteiskäsittelyssä voitaisiin teoreettisesti tuottaa lannasta ja nurmesta energiaa biokaasuna **5,6 TWh** v. 2030

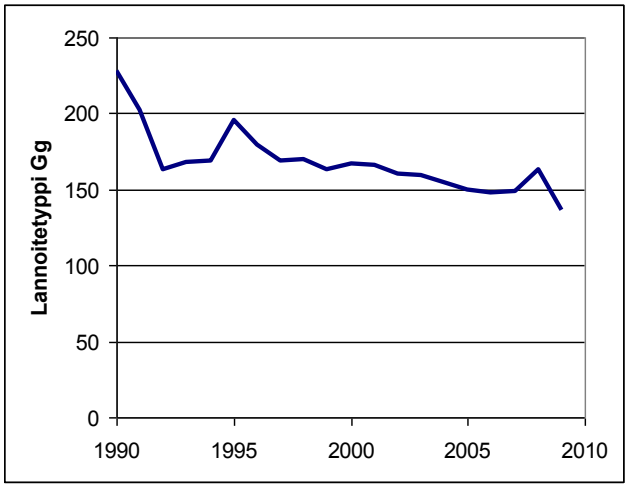

© Luonnonvarakeskus

# Vielä biokaasusta

- Olennaisesti suurempikin määrä nurmea biokaasuksi on teknisesti mahdollista, mutta se vaatisi ylijäämärehun lisäksi erikseen biokaasuksi viljeltävää nurmea, suojavyöhyke- ja kesantonurmien korjuuta ja/tai nurmen satotason noston
  - Nurmi pääasiallisena syötteenä vaatisi omanlaisensa laitokset
  - Mahdollista nostaa nurmen satoa 5 tn ka/ha => 8-10 tn ka/ha
  - Kesannoilta ja suojavyöhykkeiltä korjattavat sadot käyttökelpoisia mutta pieniä eivätkä olisi tasalaatuisia, mikä heikentäisi biokaasuprosessien hyötysuhdetta ja tehokkuutta
- Erikseen biokaasuksi viljeltävän nurmen päästöt olisi huomioitava päästölaskennassa
- Biokaasu voi tukea (turvemaiden) nurmipeitteisyyttä – ilman eläimiä
- Nurmien satotasoa nostamalla ja kesantojen nurmia hyödyntämällä päästään teoriassa aina 7,3 TWh asti ja ylikin


© Luonnonvarakeskus

# Keinot vähentää maaperän $N_2O$-päästöjä




- Typpilannoitus
  - Oikea määrä, oikea aika
  - Täsmäviljely
  - Sijoituslannoitus
  - Lannoitusmäärän jakaminen useampaan erään
- Maan tiivistymisen välttäminen, ojituksesta huolehtiminen kivennäismailla
  - Märässä maassa enemmän denitrifikaatiota
- Kasvipeitteisyyden lisääminen
- Orgaanisten maiden viljelyyn kohdistuvat toimet



© Luonnonvarakeskus

# Ehdotetut menetelmät maaperän hiilen lisäämiseksi

ja rajoitteet

**Kevennetty muokkaus ja suorakylvö (0.2-4.9 t/ha/yr; Stockmann et al. 2013)**

- Maan murut hajoavat talvella
- Maan kosteus edistää hajotustoimintaa – suurin vaikutus kuivilla ilmastovyöhykkeillä

**Avokesannoinnin välttäminen (0.2-0.3 t/ha/yr; Stockmann et al. 2013)**

- Avokesannointi ei ole yleistä Euroopassa

**Nurmet viljelykierrossa (0.2-0.9 t/ha/yr; Stockmann et al. 2013)**

- Suomessa nurmet uusitaan 3-4 vuoden välein, eivät yhtä tehokkaita kuin monivuotiset nurmet

**Kasvintähteen palautus (-3.7-38%; Powlson et al. 2011; vain 6/23 kokeessa tilastollinen merkitys)**

- Kasvintähteen poisto kokeissa ei yleensä ole täydellinen; esim. lierot kuljettavat tähdettä nopeasti maahan
- Juuriston vaikutus hiilivarastoon on suurempi kuin maanpäällisen tähteen
- Tähteen sekoitus maahan nopeuttaa hajotusta -> voi käynnistää myös jo varastoidun hiilen hajotuksen

**Maanparannus (IPCC: 0-38% 20 vuodessa)**

- Hiilen varastoitumispotentiaali riippuu materiaalin määrästä ja laadusta


© Luonnonvarakeskus

# Toimien vaikutukset

**•Tuotantoeläinten ruokinnan muutokset**

- Ei kovin tehokkaita keinoja, vaikea vaikuttaa tukipolitiikalla

**•Karjan ikärakenne**

- Ei toimi, jos vasikat kuitenkin kasvatetaan isoiksi
- Eläinten hyvinvointikysymykset

**•Kuluttajien ruokavaliot**

- Muutosta tapahtuu joka tapauksessa, vaikea vaikuttaa tuilla

**•Biokaasu**
**•0,36 Mt**

- Hyvä synergia energiatavoitteiden ja maankäytön järkeistämisen välillä

**•Lannoituksen vähentäminen**

- Voisi onnistua esim. kestävän tehostamisen kautta
- Keskisatojen pieneneminen ei ole suotavaa

**•Maatalouden ulkopuoliset lannoitusmateriaalit**

- Kannattaa suosia varsinkin maaperän hiilivarastojen kasvattamisen vuoksi

**•Orgaanisten maiden pinta-alan pienentäminen**

- Tehokas keino, mutta kohtelee viljelijöitä epätasa-arvoisesti

**•Nurmen viljelyn lisääminen**
**•0,39 Mt**

- Synergia biokaasu-tavoitteiden kanssa

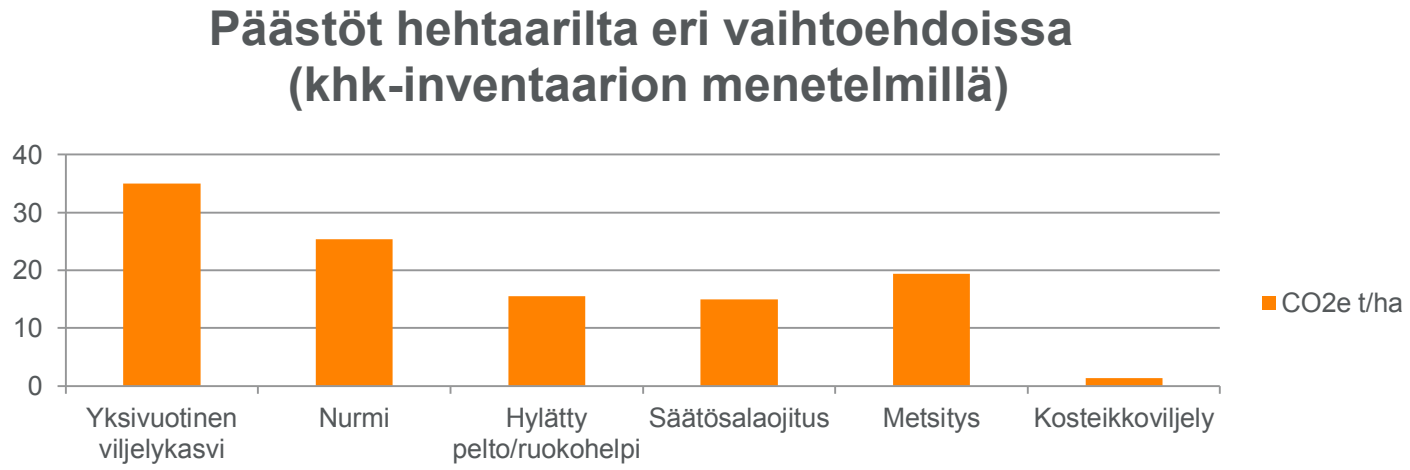
**•Veden pinnan nosto turvemailla**
**•0,57 Mt + 0,14 Mt**

- Säätösalaojitus toimii myös kuiviin kausiin varautumisena
- Koskeikkoviljely toimisi, mutta vaatii erityistä omistautumista (ei perinteistä maataloustuotantoa

© Luonnonvarakeskus

# Päästöjen hillintäkeinoja turvemailla

- Pinta-alan pienentäminen
  - Turvetuotanto vähentäisi päästöjä tehokkaasti, mutta pellot harvoin soveltuvat hyvin turvetuotantoon
  - Metsitys: $N_2O$-päästöt saattavat jatkua samalla tasolla jopa 30 v. (Maljanen et al. 2004) -> kokonaispäästö pienenee, mutta pelto ei muutu hiilinieluksi (Turvetutkimusohjelman loppuraportti, www.mmm.fi)
  - Ennallistaminen: pitkälle maatuneen turpeen vettäminen saattaa aiheuttaa isot vesistövaikutukset
- Nurmen osuuden lisääminen -> vähemmän maan muokkausta, enemmän kasvipeitteisyyttä -> vähemmän mineralisaatiota
- Pohjaveden nosto: turpeen hajoaminen hidastuu




© Luonnonvarakeskus

Luke LUONNONVARAKESKUS

# Kosteikkoviljely (paludiculture)

- Viljellään kasveja, jotka menestyvät hyvin märässä maassa
- Mahdollisia kasveja Suomessa: hieskoivu, paju, ruokohelpi, järviruoko, osmankäämi, kihokki, lakka
- Turpeen hajoamisen hidastaminen tärkeämpi tavoite kuin itse tuotanto (→ viljelijä tarvitsee korvauksen)
- Haasteena sadonkorjuu, tosin Suomen etuna routa, joka helpottaa joidenkin biomassojen korjaamista
- Saksassa järjestelmiä, joiden avulla on korvattu viljelijöille kuluja http://www.moorfutures.de/






Luke
LUONNONVARAKESKUS