



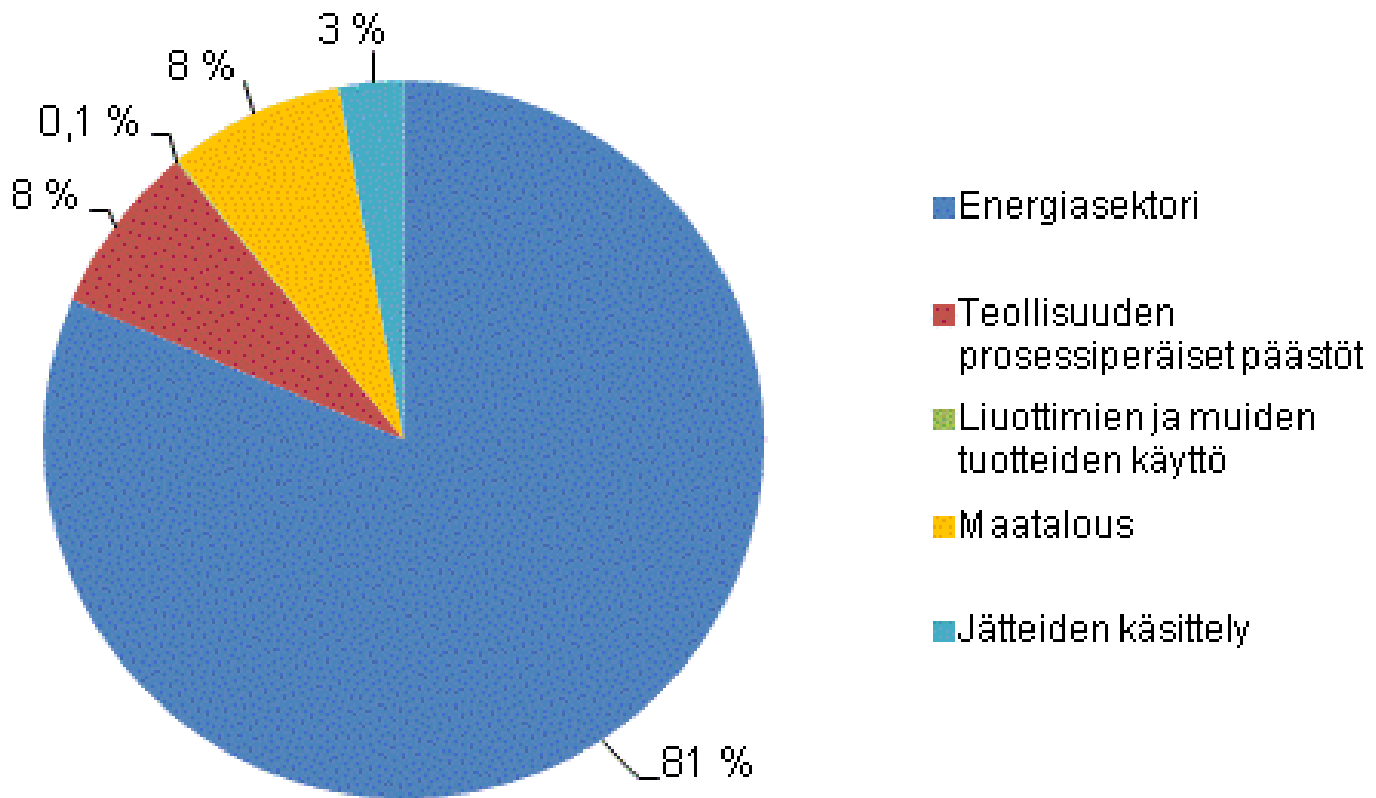
Maatalouden kasvihuonekaasupäästöjen hillintätoimet käytännössä

Kristiina Regina

Maa- ja elintarviketalouden tutkimuskeskus

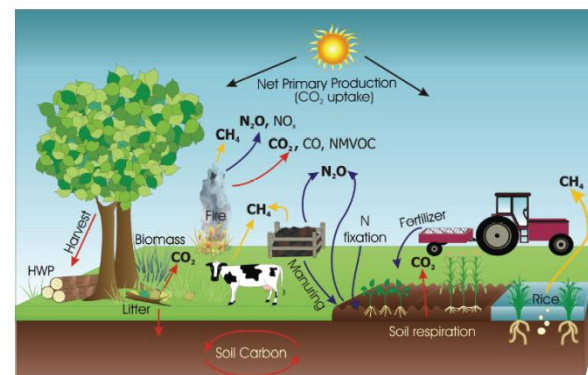
Kasvintuotannon tutkimus

Suomen kasvihuonekaasupäästöt v. 2010



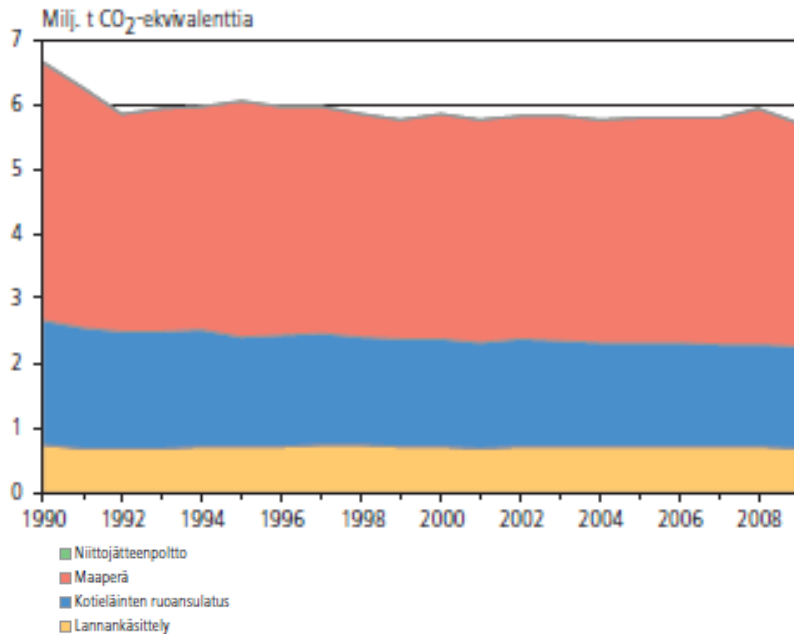
Maatalouden päästölähteet

- 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)
 - Oljen poltto (CH_4 , N_2O)
- Maankäyttösektori (LULUCF: Land use, land use change and forestry)
 - Maaperä (CO_2): hiilivaraston muutos kivennäismailla, orgaaniset viljelymaat (turpeen mineralisaatio), kalkitus
- Energiasektori
 - Maatalouden energiankäytön päästöt (CO_2 , CH_4 , N_2O)

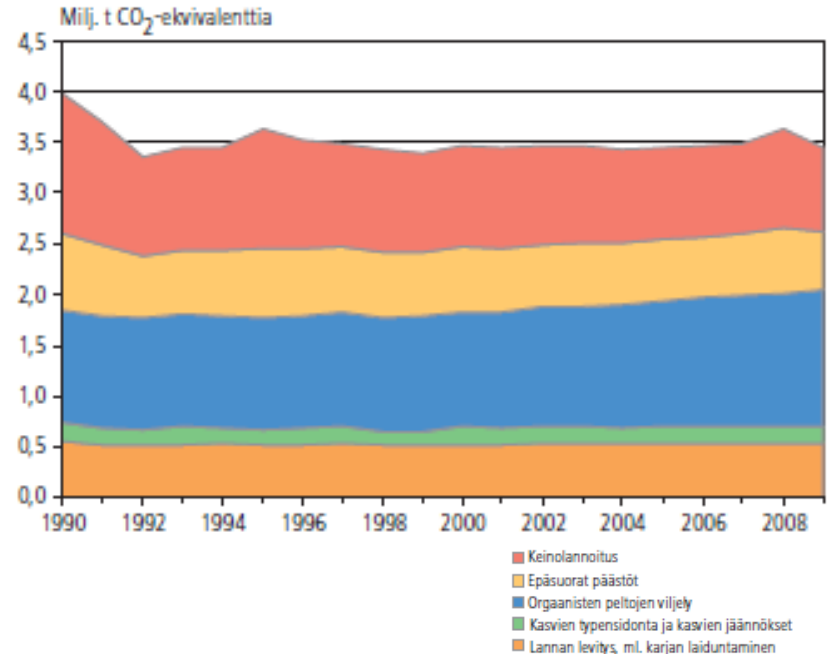


Maataloussektorin päästöt 1990-2009

Maatalous



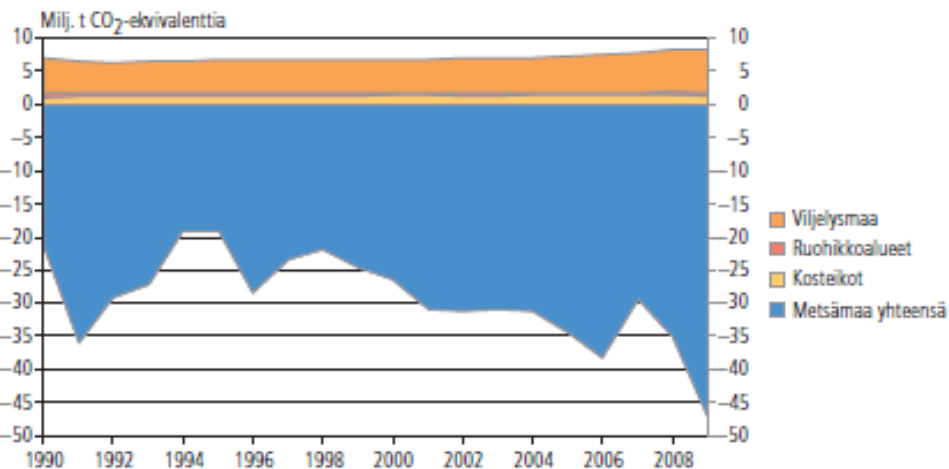
Maaperän osuus



- 5.7 Tg CO₂-ekv. raportoitu ”maataloussektorilla” (CH₄ ja N₂O)
- Maaperä on suurin päästölähde
- Ainoa kasvava päästölähde on orgaanisten maiden viljely

Maatalouden päästöt maankäyttösektorilla

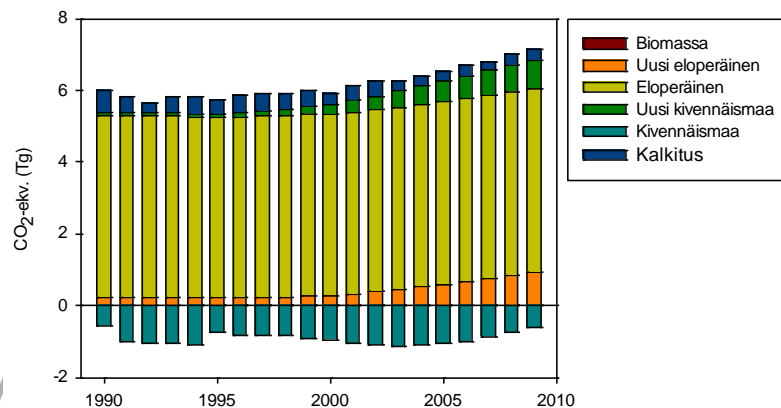
LULUCF:



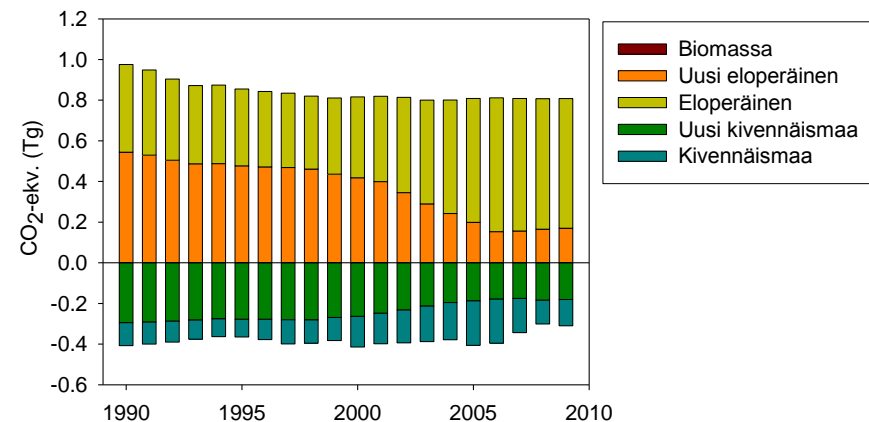
- Metsät nieluja, maatalousmaat lähteitä
- Viljelysmaissa kivennäismaat olleet enimmäkseen nieluja ja orgaaniset maat lähteitä
- Ruohikkoalueet=hylätyt pellot ja väh. 5-vuotiaat nurmet
- Maatalouden LULUCF-päästöt 6.6 Tg CO₂-ekv.

Kuva: Tilastokeskus

Viljelysmaa:



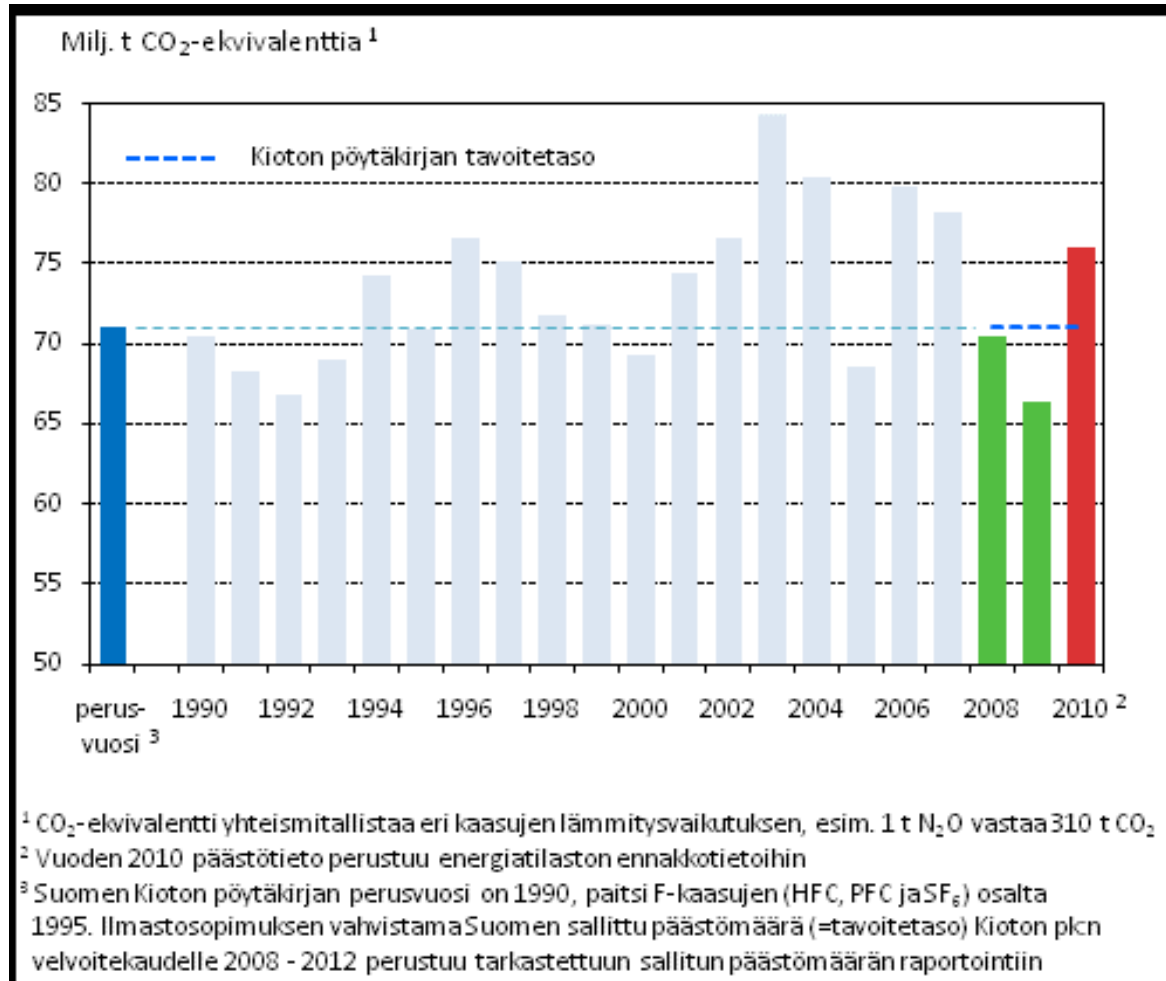
Ruohikkoalueet:



Sopimukset ja päästövähennystavoitteet

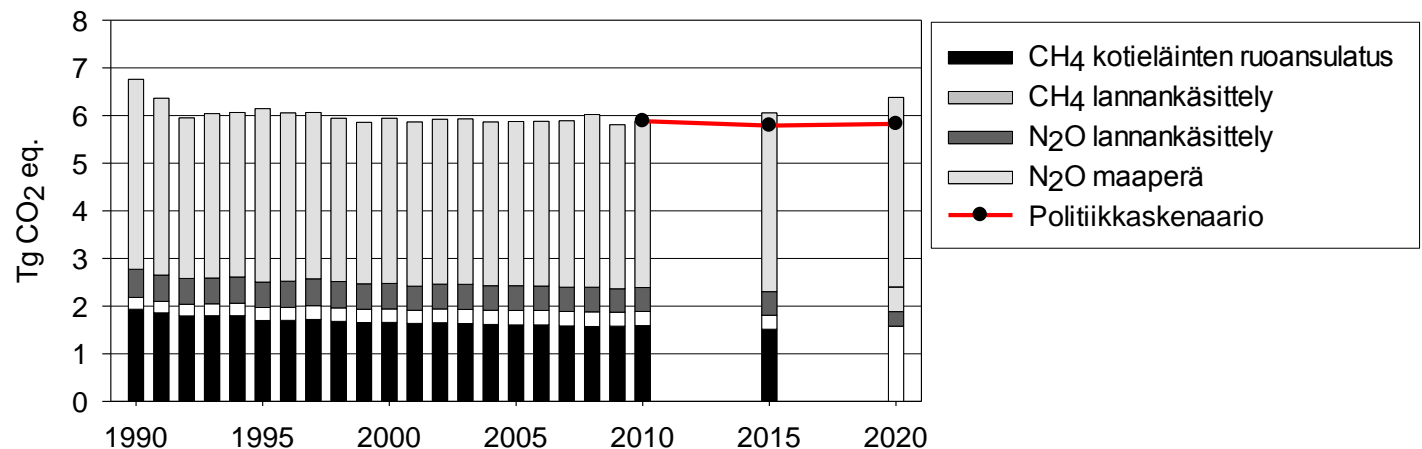
- YK:n Ilmastopöytäkirja
 - Tavoitteena teollisuusmaiden päästöjen palauttaminen vuoden 1990 tasolle vuosituhannen vaihteeseen mennessä
 - Osapuolten tulee selvittää kasvihuonekaasupäästöt sekä nielujen aikaansaamat poistumat
- Kioton pöytäkirja
 - Teollisuusmaille velvollisuus vähentää päästöjä 5.2 % vuoden 1990 tasosta kaudella 2008-2012
 - Suomen tavoitteena palauttaa päästöt vuoden 1990 tasolle 2008-2012
- EU:n ilmastopolitiikka
 - Tavoitteena vähentää kokonaispäästöjä 20 % vuoteen 1990 verrattuna.
 - Suomen tavoite vähentää 16 % 2005-2020 päästökaupan ulkopuolisilla sektoreilla
- Kansallinen ilmastopolitiikka
 - Ilmasto- ja energiastrategia 2008 (www.tem.fi)
 - Maatalouden vähennystavoite 13 % (2005-2020)

Suomen päästöt suhteessa Kioton pöytäkirjan tavoitetasoon



Yleistä maatalouden päästövähennyksistä

- Ennen vuotta 2008 maataloudelle ei oltu asetettu päästövähennysvelvoitteita, mutta sitä ennen mm. vesiensuojelutoimet ovat vähentäneet myös kaasumaisia typpipäästöjä.
- Tehokas päästövähennyskeino on viljelijän kannalta toteuttamiskelpoinen ja kustannustehokas, ja sen vaikutukset voidaan tilastoida
- Päästövähennyskeinojen tehokkuutta voidaan arvioida tekemällä ennusteita maataloustuotannosta tulevaisuudessa ja laskemalla päästöt skenaarioissa ilman päästövähennyskeinoja ja keinojen kera



Päästöskenaariot työkaluna

- Arvioita toimien tehosta tehdään ajalle 2010-2030 hankkeessa Maa- ja metsätalouden sekä muun maankäytön kasvihuonekaasupäästöskenaariot
- Tässä esitetyt tulokset ovat hankkeen alustavia tuloksia
- Tarkasteluun valitut vähennystoimet maataloudessa:

1) Eläintuotanto

- Nautojen ruokinnan muutosten vaikutus metaani- ja dityppioksidipäästöihin
- Karjan ikärakenteen vaikutus (uusitaan harvemmin)
- Kuluttajien valinnat (ruokahävikit, lihan kulutus)
- Biokaasun tuotanto maataloilla ja muut lannankäsittelymenetelmät (korvaa fossiilisia ja vähentää päästöjä lannan varastoinnista)

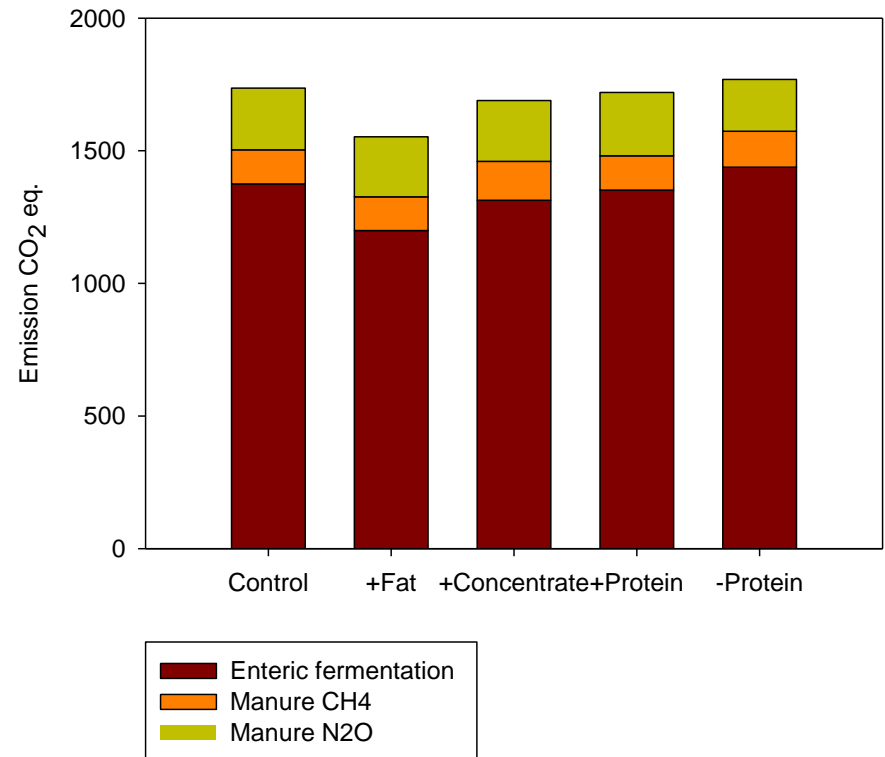
2) Maaperä

- Suorakylvö
- Orgaanisten materiaalien lisääminen maaperään (hiilivaraston kasvattaminen)
- Ruokohelven tuotanto (korvaa fossiilista + lisää hiilivarastoja)
- Toimet orgaanisilla mailla: pinta-alan vähentäminen, nurmen viljelyn lisääminen ja pohjavesipinnan nosto

3) Kaikkien toimien yhteisvaikutukset

Nautojen ruokinta – simulaatio Karoline –mallilla

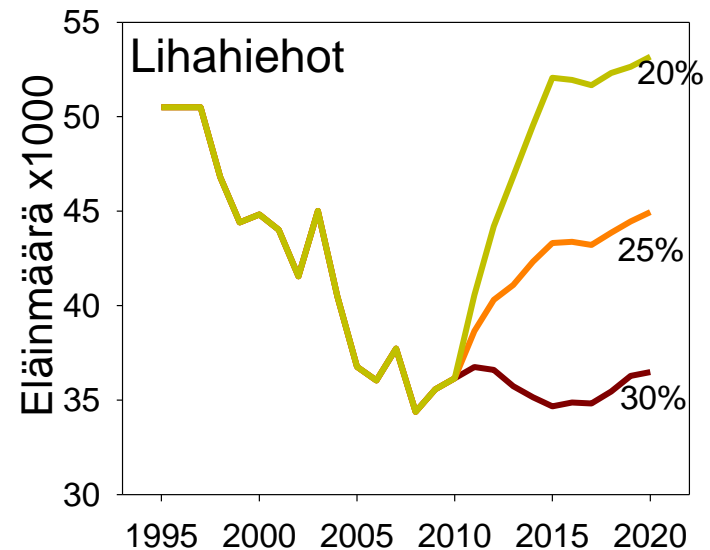
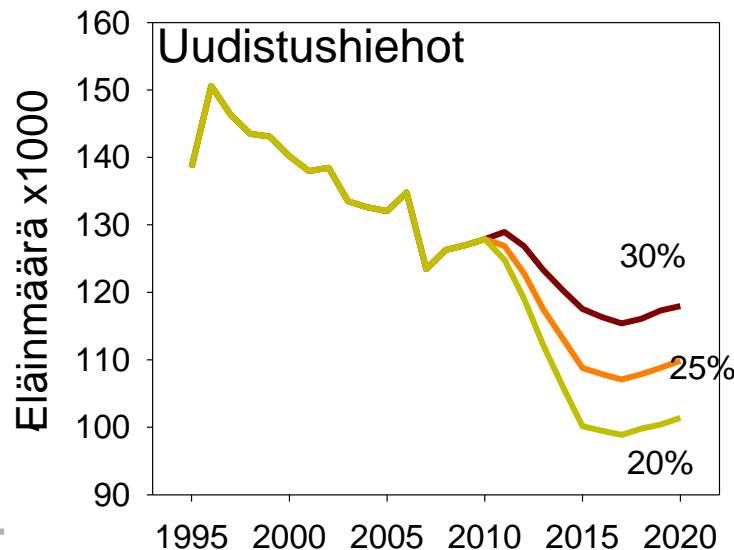
- Lisäämällä rypsiöljyä lypsylehmien ruokintaan saataisiin päästöjä vähennettyä 10 % verrattuna nykyiseen ruokintaan
- Maatalouden kokonaispäästöjen vähennys olisi 3 %
- Tarvitaan vielä ruokintakokeita
- Nautojen koon arvioitu kasvu vuoteen 2020 mennessä nostaa päästökertoimia → saattaa kompensoida päästösäästön



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

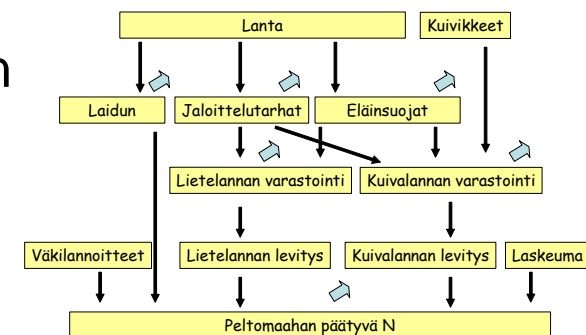
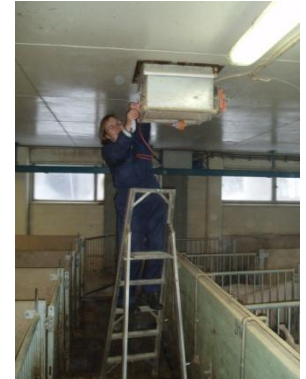
Nautojen eliniän pidentäminen - simulaatio

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



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
 - Liete: vähemmän dityppioksidia, enemmän metaania,
 - Kuivalanta: vähemmän metaania, enemmän dityppioksidia
 - Säiliön kattaminen: vähemmän ammoniakkaa, enemmän dityppioksidia
- Vähennetty päästö korvautuu helposti toisella
- Tehokkainta on vähentää ravinteiden määrää koko ketjussa → kaikkien vaiheiden päästöt pienenevät
- Suurin lantaan liittyvä ongelma tällä hetkellä on sen levityksen aiheuttama pellonraivauksen tarve



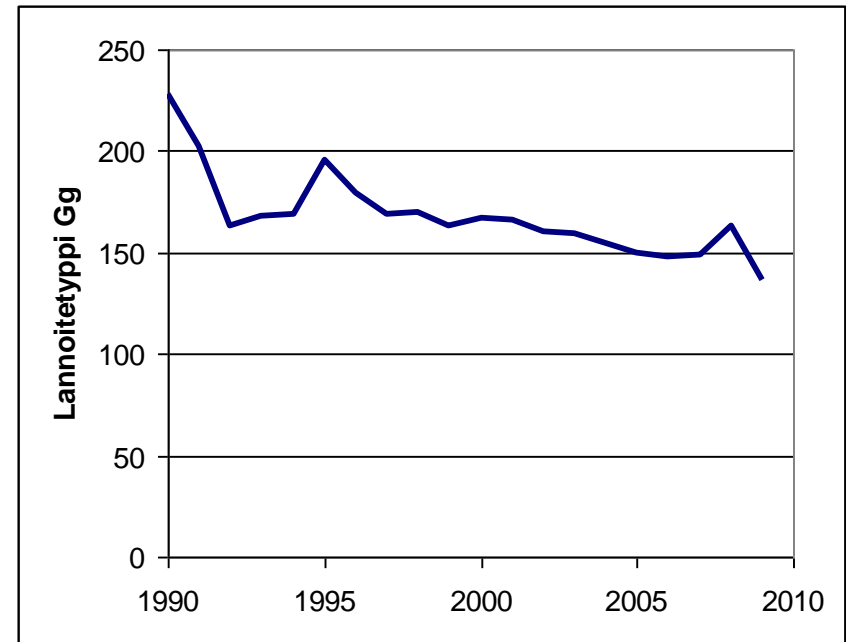
Kasvintuotanto (maaperän N₂O-päästöt)

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



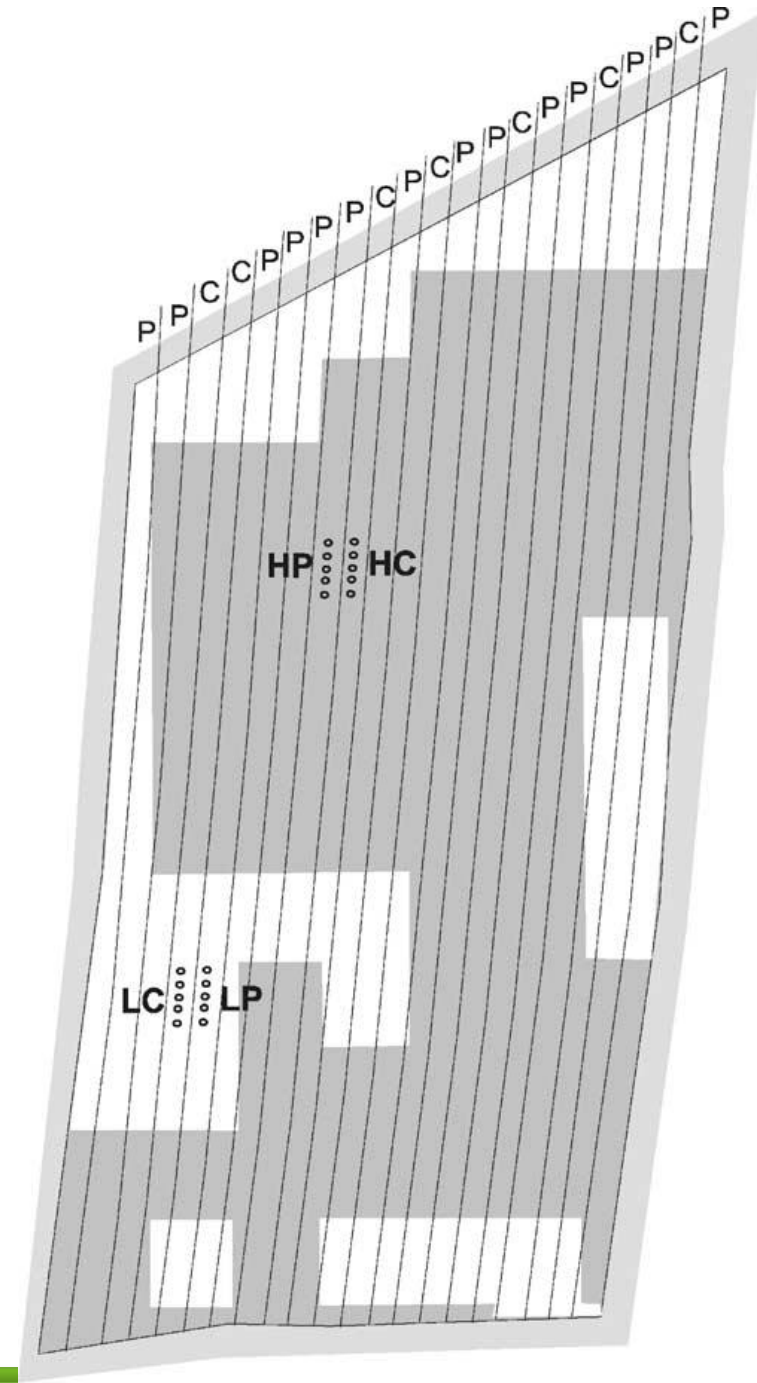
Typpilannoitus

- Typpilannoitus on vähentynyt 40 % 1990-2009.
- Vähentäminen näkyy suoraan päästötilastoissa, joten tämä olisi tehokas keino.
- Voitaisiinko lannoitusta vielä vähentää satojen kärsimättä?
- Keinoja voisivat olla esim. täsmälannoitus ja lannoituksen jakaminen useampaan levityskertaan.



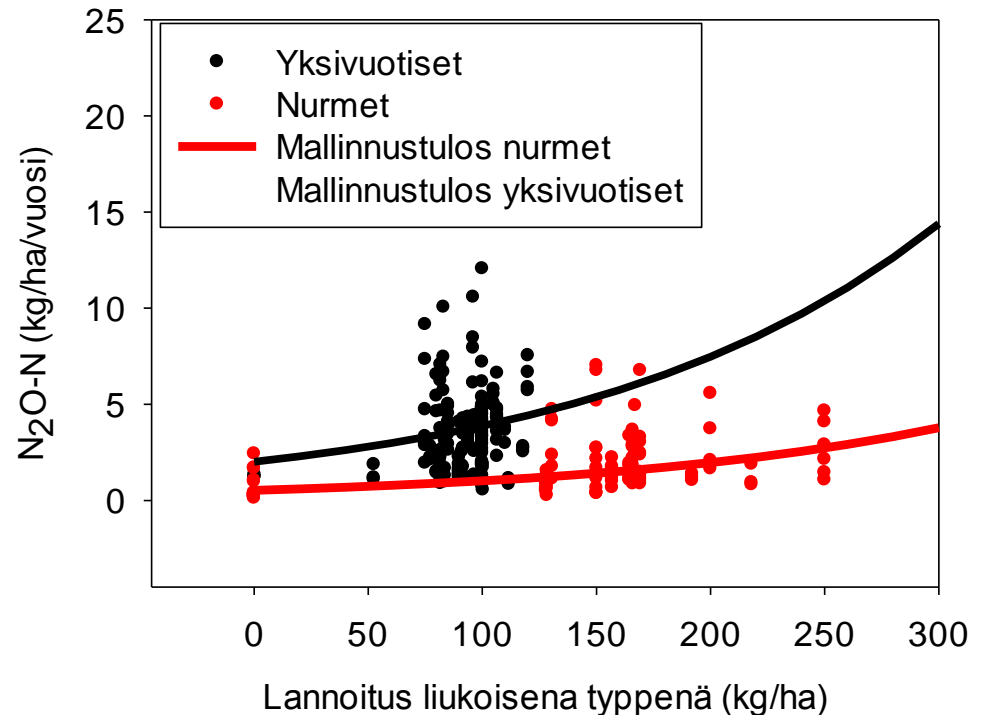
Täsmäviljely

- Kartoitetaan peltolohkon hyvin/huonosti tuottavat alueet ja otetaan satopotentiaali huomioon lannoitustasossa
- 17 % vähennys typpilannoituksessa huonotuottoisilla alueilla (valkoinen) vähensi päästöjä 34 % saksalaisessa tutkimuksessa (Sehy et al. 2003)
- Hyvin tuottavilla alueilla (harmaa) lannoitusta voitiin lisätä lisäämättä N₂O-päästöjä



Kasvipeitteisyyden lisääminen

- Talviaikainen kasvipeitteisyys vähentää maan mikrobien käytössä olevaa typpeä ja siten N₂O-päästöjä varsinkin kasvukauden ulkopuolella
- Nurmilta päästöt ovat yleensä olleet pienempiä kuin yksivuotisilta kasveilta
 - Muita keinoja kasvipeitteisyyden lisäämiseen olisivat mm. aluskasvit ja kerääjäkasvit



Maankäyttö

- Suorakylvö
- Orgaanisten materiaalien lisääminen maaperään (hiilivaraston kasvattaminen)
- Ruokohelven tuotanto (korvaa fossiilista + lisää hiilivarastoja)
- Toimet orgaanisilla mailla: pinta-alan vähentäminen, nurmen viljelyn lisääminen ja pohjavesipinnan nosto

Mitä turpeelle tapahtuu viljeltäessä

lannoitus

- lisää ravinteisuutta

kalkitus

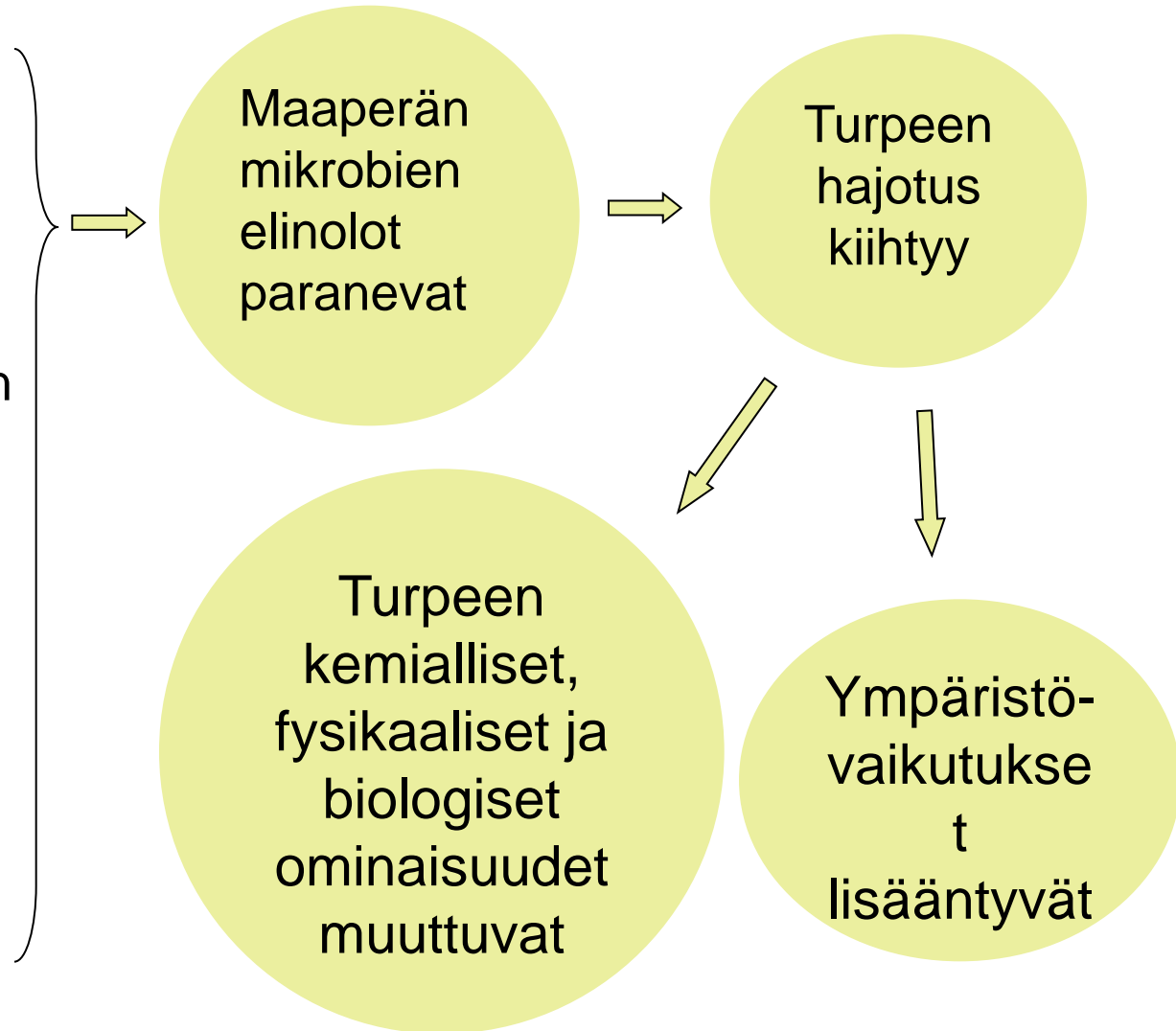
- parantaa ravinteiden käyttökelpoisuutta

ojitus

- parantaa ilmatilaa

muokkaus

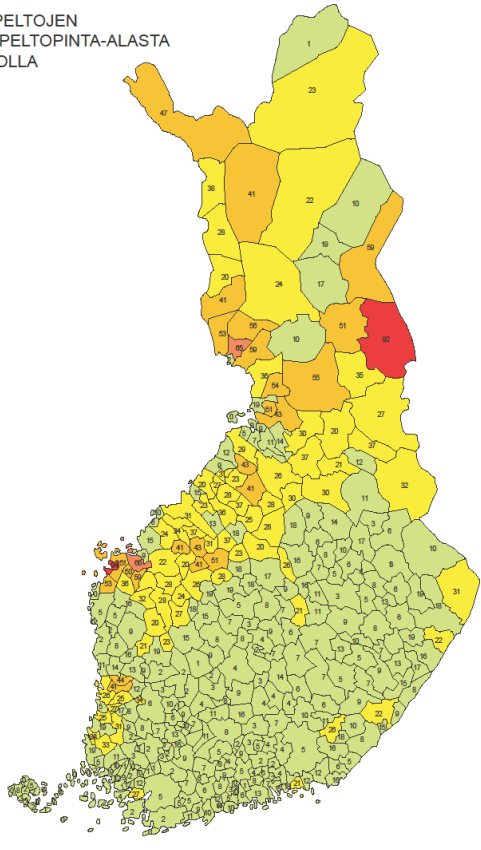
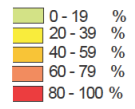
- pilkkoo maata, sekoittaa ilmaa



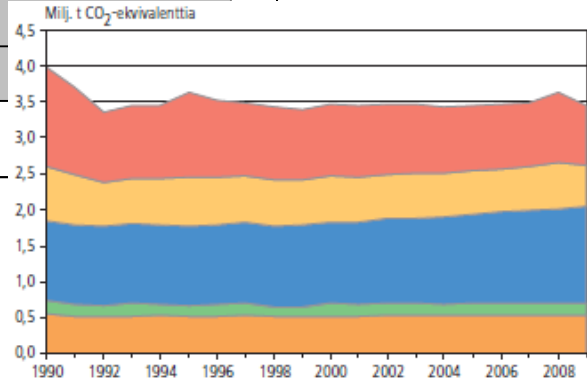
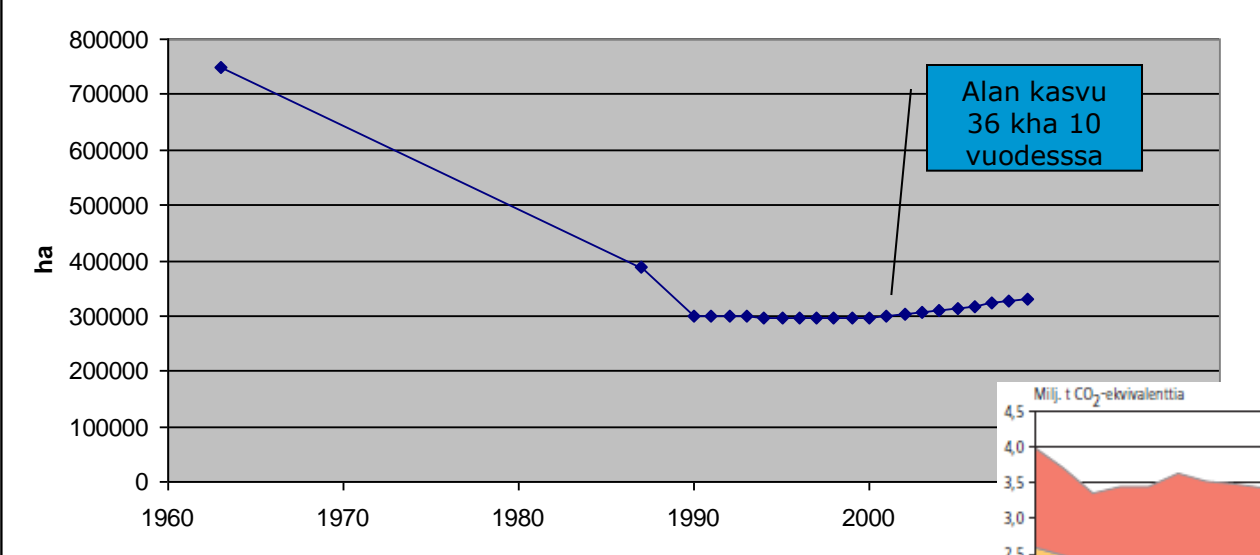
Eloperäiset pellot, pinta-ala

- Eläintilojen kasvu varsinkin Pohjanmaalla on lisännyt lannanlevitysalan tarvetta -> turvemaita raivataan, koska muita maalajeja on vähemmän tarjolla
- Pinta-alan kasvu on estänyt päästöjen vähenemisen 2000-luvulla

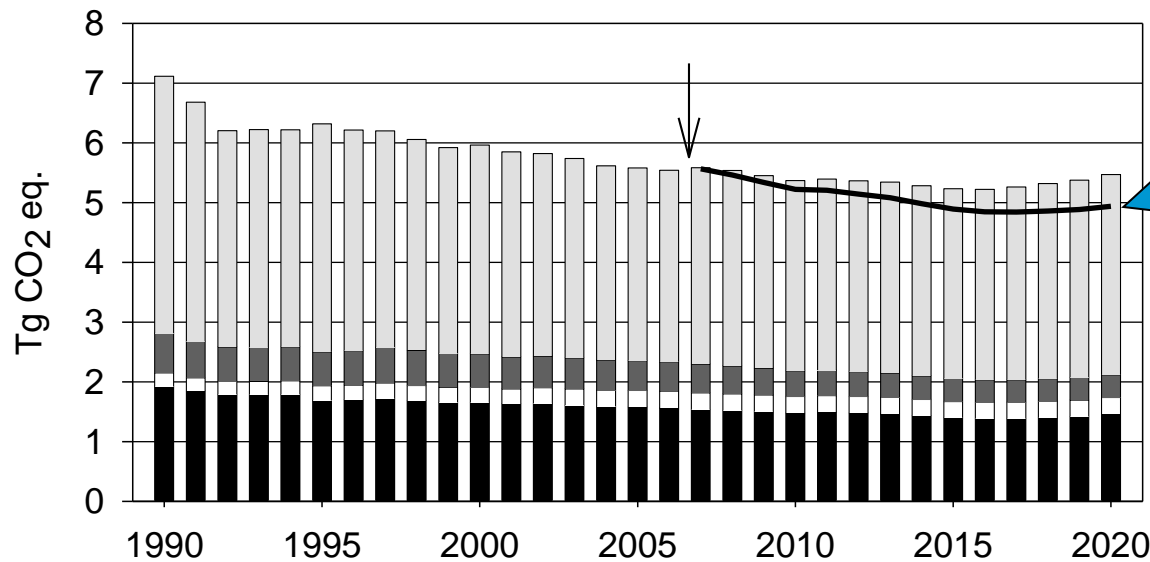
ELOPERÄISTEN PELTOJEN OSUUS KUNNAN PELTOPINTA-ALASTA V. 2009 KUNTAJAOLLA



Lähde: Maannostietokanta



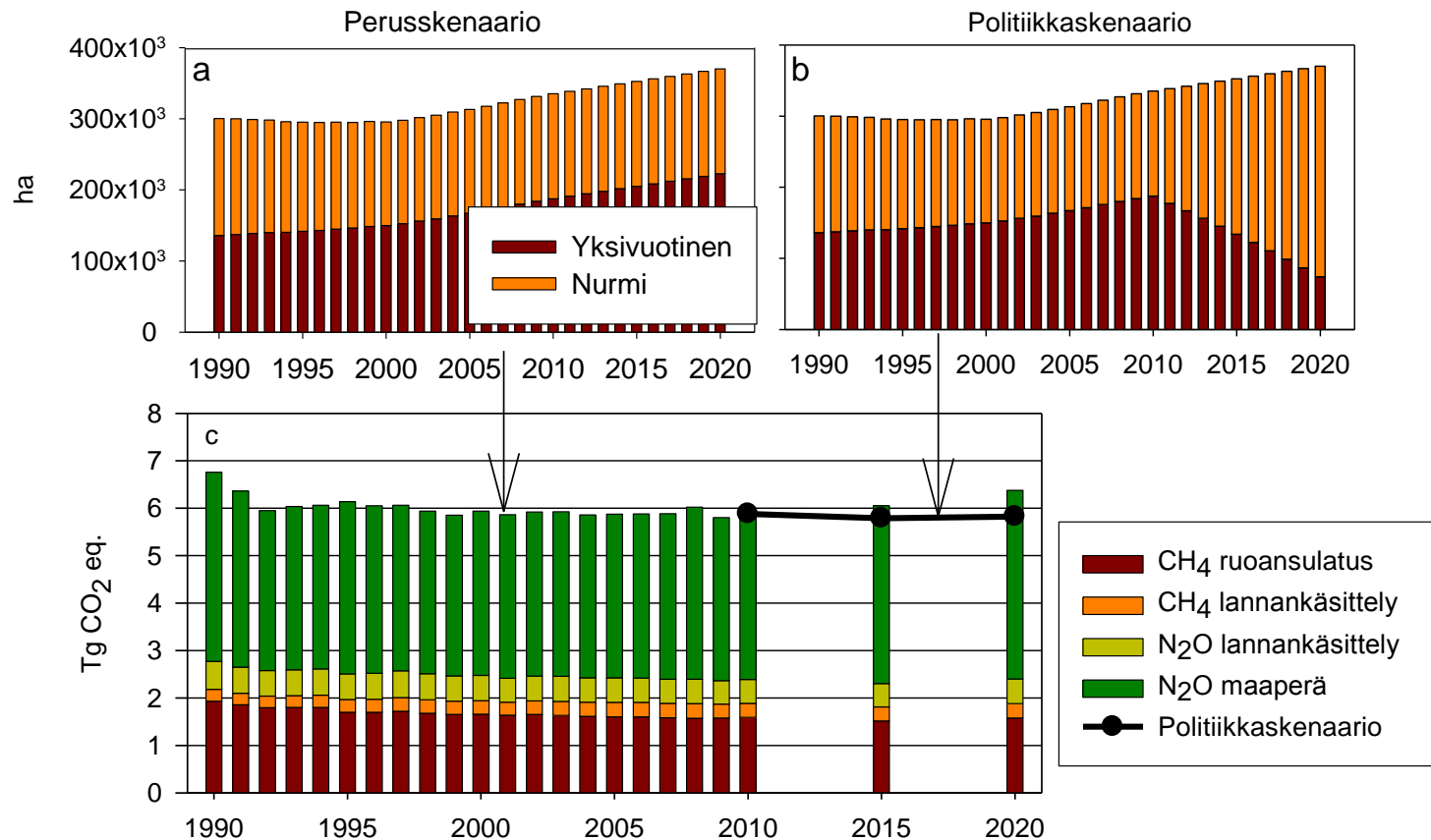
Eloperäiset pellot: pinta-alan pienentäminen



Jos eloperäisten peltojen pinta-ala pienesi ja niillä viljeltäisiin vain nurmea, päästöt vähenisivät 10 % 2005-2020 maataloussektorilla (ja 0,5 Tg CO₂-ekv. LULUCF-sektorilla)

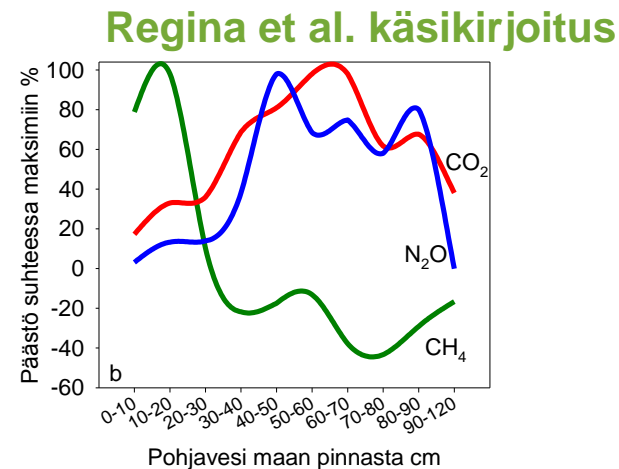
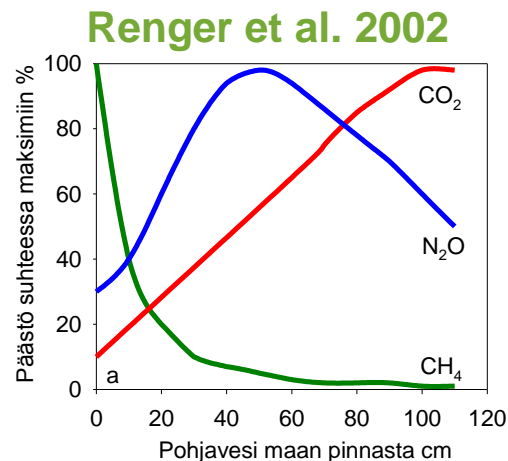
Eloperäiset pellot: nurmen osuuden lisäys

- Perusskenaario: eloperäisten peltojen pinta-ala kasvaa 3500 ha vuodessa, monivuotisten kasvien osuus ennallaan
- Poliittikkaskenaario: kokonaisala sama, mutta nurmen osuus kasvaa (44% ->80% 2010-2020) (voisi olla mahdollinen, jos nurmikasveja tarvittaisiin bioenergian tuotantoon)
- Tulos: 1% päästövähennys 2005-2020 maataloussektorilla + 0,8 Tg LULUCF



Eloperäiset pellot, pohjaveden nosto

- Kenttäkokeissa on havaittu, että pohjaveden ollessa korkeammalla turpeen hajoaminen hidastuu
- Eloperäisten peltojen päästöissä voitaisiin saada väh. 25 % vähennys, jos pohjavesi olisi 30 cm:ssä (mahdollinen nurmen viljelyssä ja muilla kasveilla, jos säätömahdollisuus)
- Tämä toisi 0,07-0,25 Tg CO₂-ekv. vähennyksen maataloussektorilla ja 0,6-1,1 Tg CO₂-ekv. maankäyttösektorilla
- Pellon käyttöikä pitenee kun turvetta riittää pidemmäksi ajaksi



Orgaaniset materiaalit

- Lanta ja muut orgaaniset materiaalit lisäävät maan hiilivarastoa
- Kasvintähteiden poisto pienentää hiilivarastoa

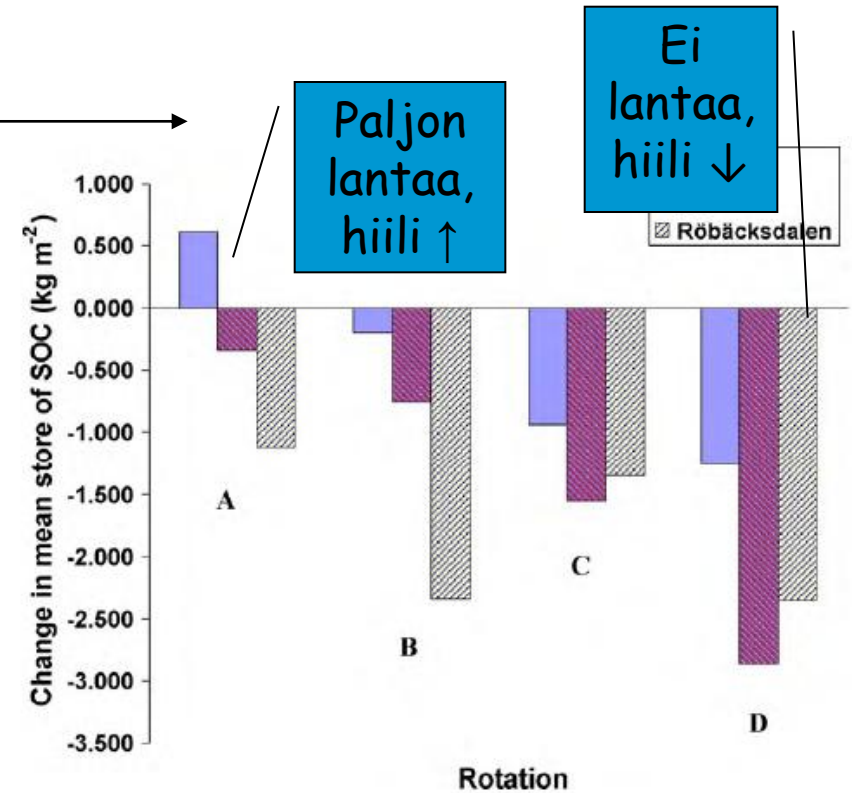
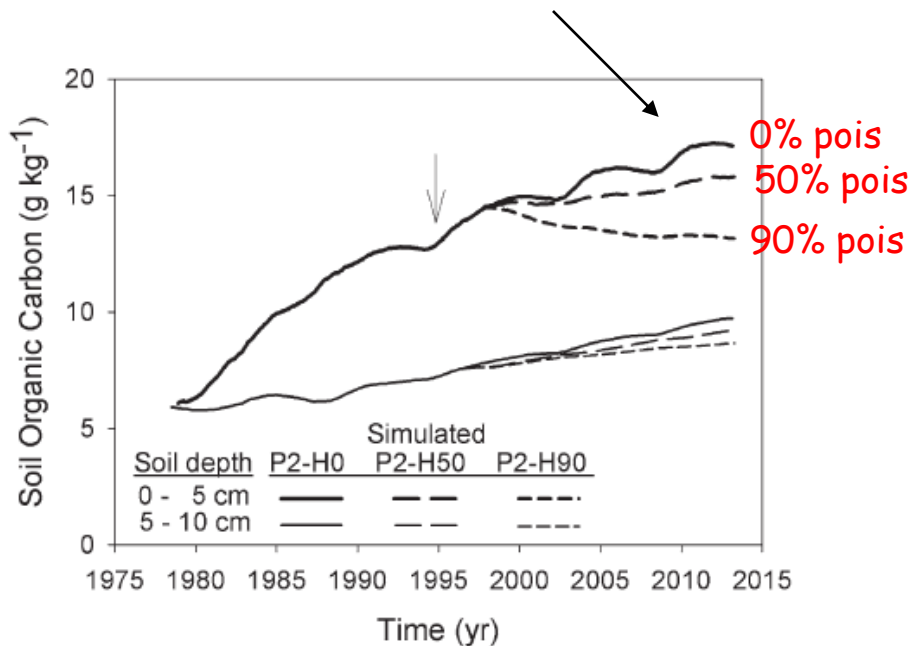
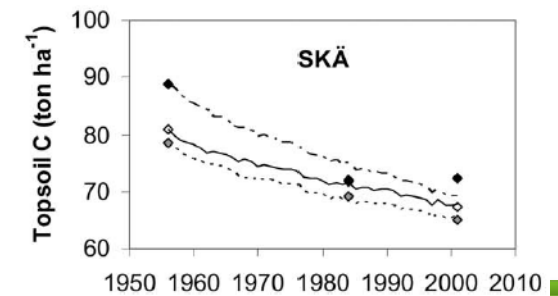
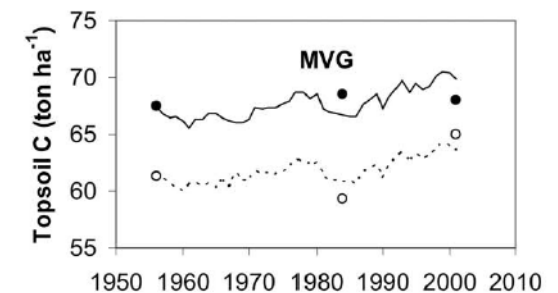
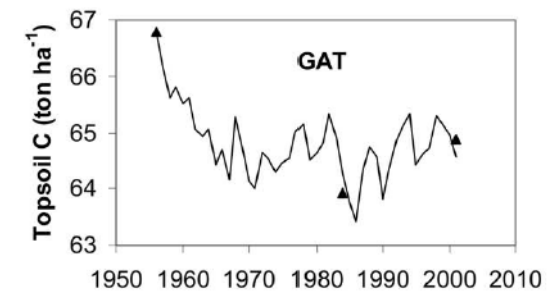
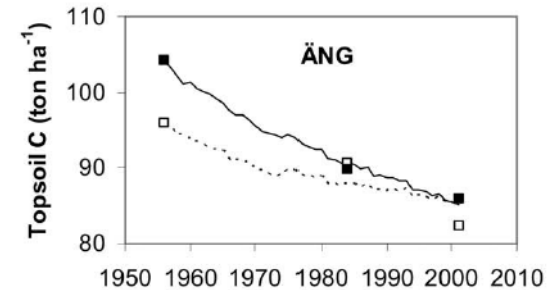


Fig. 2. Estimated change in soil organic carbon (SOC) stocks in the 0–25 cm depth for each of the three sites and four rotations. Change between 2008 and 1956 for Offer, from 1957 to 1987 for Ås, and during the 1958 to 1987 period for Rönnebydalen. (A) Continuous forage rotation receiving 10 Mg ha⁻¹ yr⁻¹ of cattle manure. (B) Rotation with 4 years of forage and 2 years of annuals receiving also 10 Mg ha⁻¹ yr⁻¹ of cattle manure. (C) Rotation with 3 years of forage and 3 years of annuals receiving 6.5 Mg ha⁻¹ yr⁻¹ of cattle manure. (D) Rotation with only annuals and no manure application.

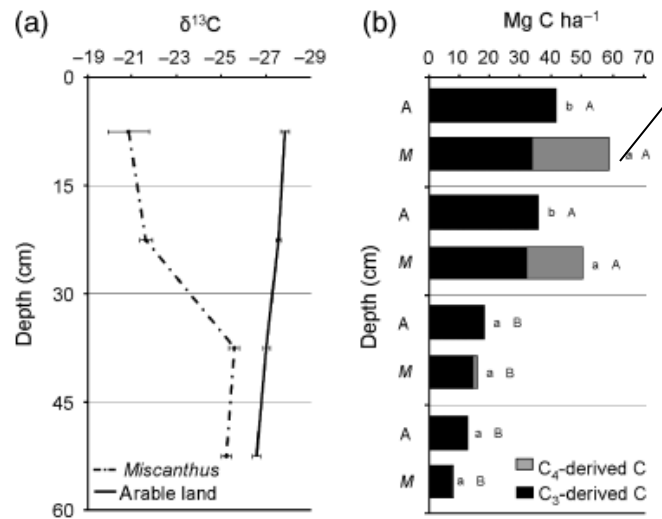
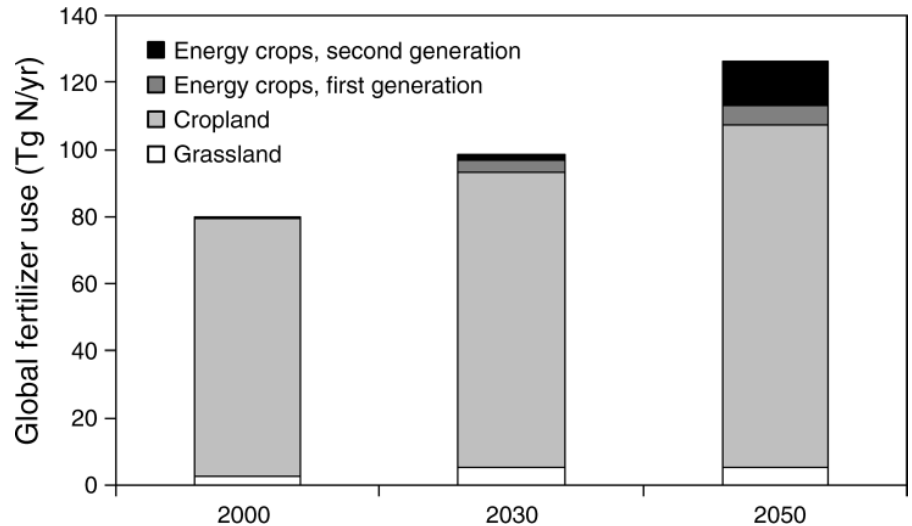
Viljelykierto

- Nurmen osuuden lisääminen viljelykierrrossa kasvattaa maan hiilimäärää
- Kuva: Tilalta karja pois v. 1956 -> ei nurmea viljelykierrrossa → kolmella pellolla neljästä oli hiilivarasto laskenut
- Suomessa nurmi uusitaan melko usein, ei ehkä yhtä suurta vaikutusta



Energiakasvit

- Jos käytetään yksivuotisia kasveja energian tuotantoon, päästösäästöt jäävät vähäisiksi, tai päästöt jopa kasvavat
 - Suomessa: sadot suht. pieniä, viljan kuivaus vaatii energiaa, maan happamuuden takia tarvitaan kalkitus
- Monet energiakasvit ovat kuitenkin monivuotisia kasveja, joilla on potentiaalia lisätä maan hiilivarastoa ja kasvipeitteisyyttä (ruokohelmi, paju)



Miscanthus lisäsi hiilivarastoa

Suorakylvön ilmastovaikutukset

- Suorakylvössä kasvintähteiden hajotus hidasta → hiilen sitoutuminen maaperän pintakerrokseen
 - Arviot vaihtelevat: 0-1,5 t/ha/vuosi
 - Usein hiilimäärä kasvaa pinnassa ja vähenee syvemmissä kerroksissa → ei kertymää
- Hiilen kertymistä havaittu lähinnä kuivan ilmaston vyöhykkeellä
 - Länsi-Kanadassa suorakylvö kerrytti hiiltä maaperään, mutta Itä-Kanadassa suorakylvöllä ei ollut vaikutusta hiilipitoisuuteen (yhteenvedo 62 tutkimuksesta, VandenBygaart ym. 2003, Grant ym. 2003)
 - Suomessa ei näyttöä hiilimäärän kasvusta (Myllys ym. julkaisematon, Hirvensalo ym. käsikirjoitus), lisäksi N₂O-päästöt kasvavat
- → Ei voida käyttää Suomessa hillintäkeinona, mutta positiiviset vaikutukset mm. vesistöpäästöihin

Ilmastonmuutoksen hillintä maataloudessa

- Kaikkien sektorien osallistumista odotetaan, tasapuolisuusperiaate
- Maataloudessa on järkevää pyrkiä päästövähennyksiin tuotantoa vähentämättä, muuten päästöt siirtyvät ulkomaille (elleivät kulutustottumukset muutu)
- Monissa toimissa on kyse resurssien järkevästä käytöstä, samalla päästöt vähenevät
- Monet toimet ovat epävarmoja teholtaan, vaikutuksia ei aina pystytä mittaamaan
- Maatalouden päästöjen merkittävä vähennys on liki mahdotonta, jos turvemaita edelleen raivataan pelloiksi kuten viimeisten 10 v. aikana
- Maatilojen energiankulutuksen vähentäminen saattaa olla helpompaa kuin biologisten päästöjen