

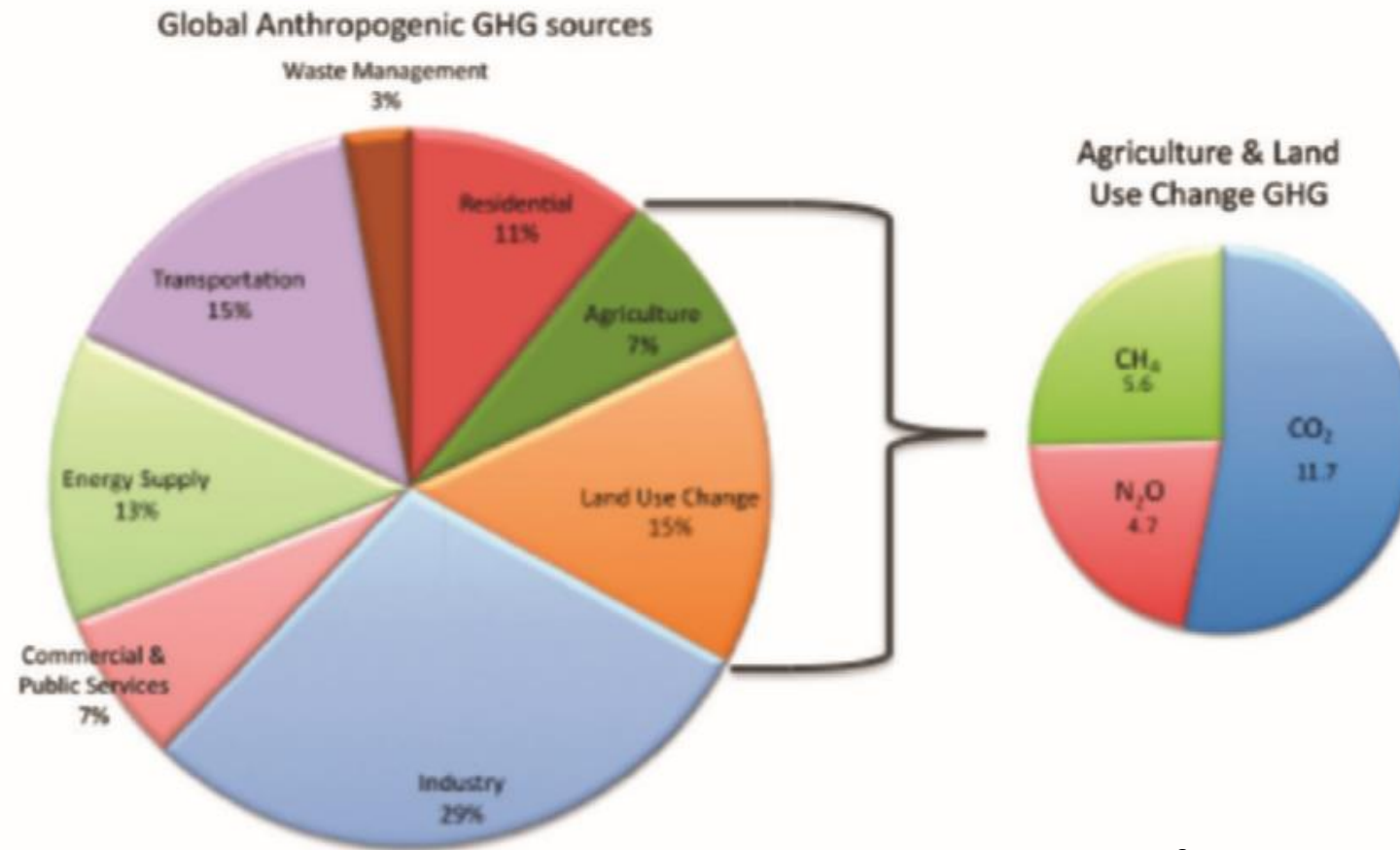


Ilmastoviisaita ratkaisuja nurmentuotantoon - viljelijän vaikutusmahdollisuudet?

Ylivieska 16.1.2020

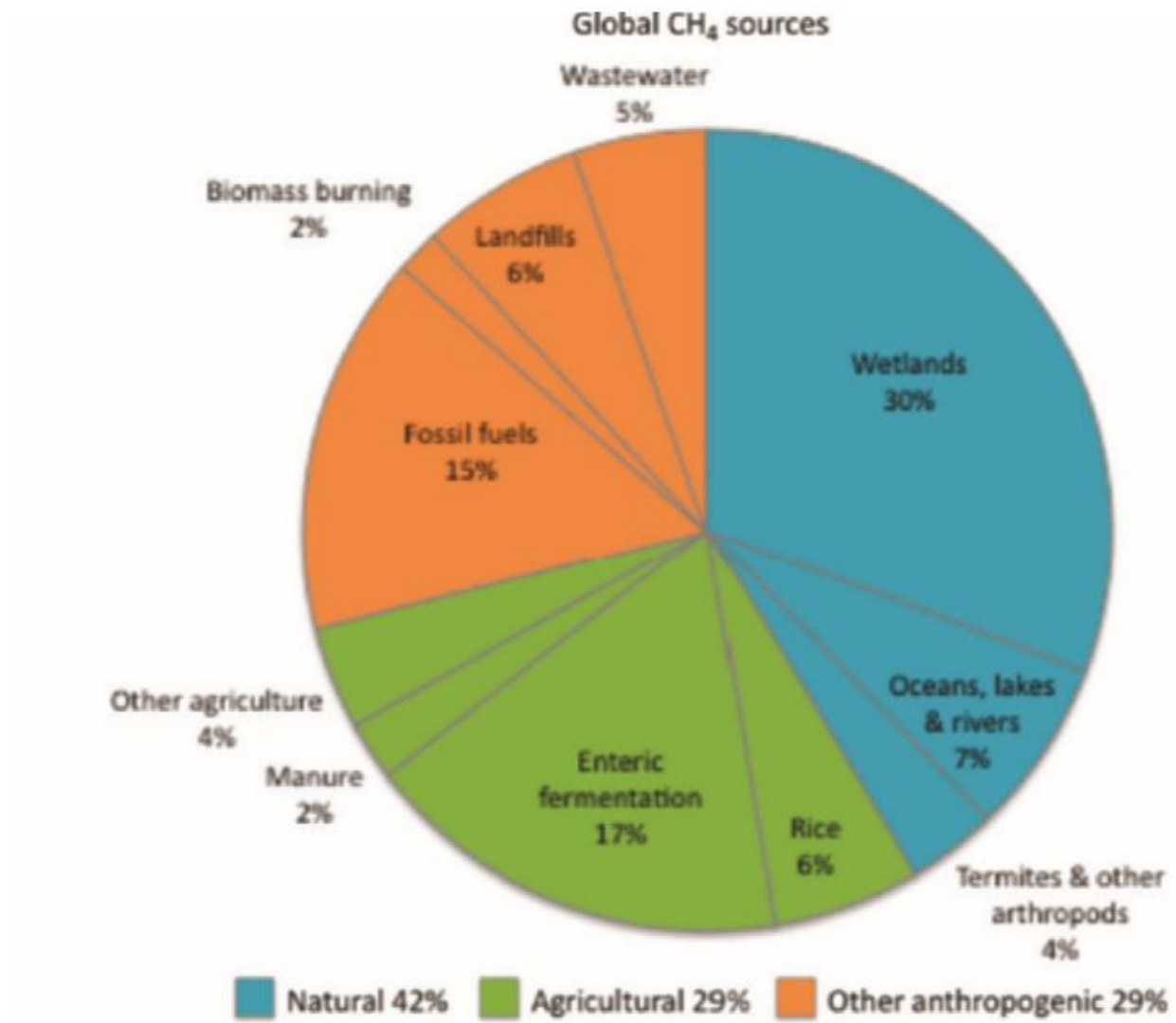
Mika Isolahti

Maatalous kasvihuonekaasujen lähteenä



Ecofys. 2013. World GHG emissions flow chart 2010. Accessed Oct. 31, 2013. Rep. Knapp et. al. 2014

Metaanin (CH₄) lähteet



EPA 2010, 2011. Rep. Knapp et. al. 2014

Keinoja vähentää metaanipäästöjä maidontuotannossa ruokinnan kautta

- Hyvälaatuisen karkearehun käyttö!
 - NDF vähemmän lignifioitunutta -> korkeampi sulavuus, vaikuttaa:
 - Korjuun ajoitus
 - NDF:n sulavuudeltaan paremmat lajikkeet
 - NDF sulavuus 5 % parempi -> metaanipäästö 5 % alempi
 - Korkeampi syönti (DMI)
 - CH₄/EKM alenee 2-6 % jokaista syötyä lisäkiloa (DMI) kohti

Knapp et. al. 2014

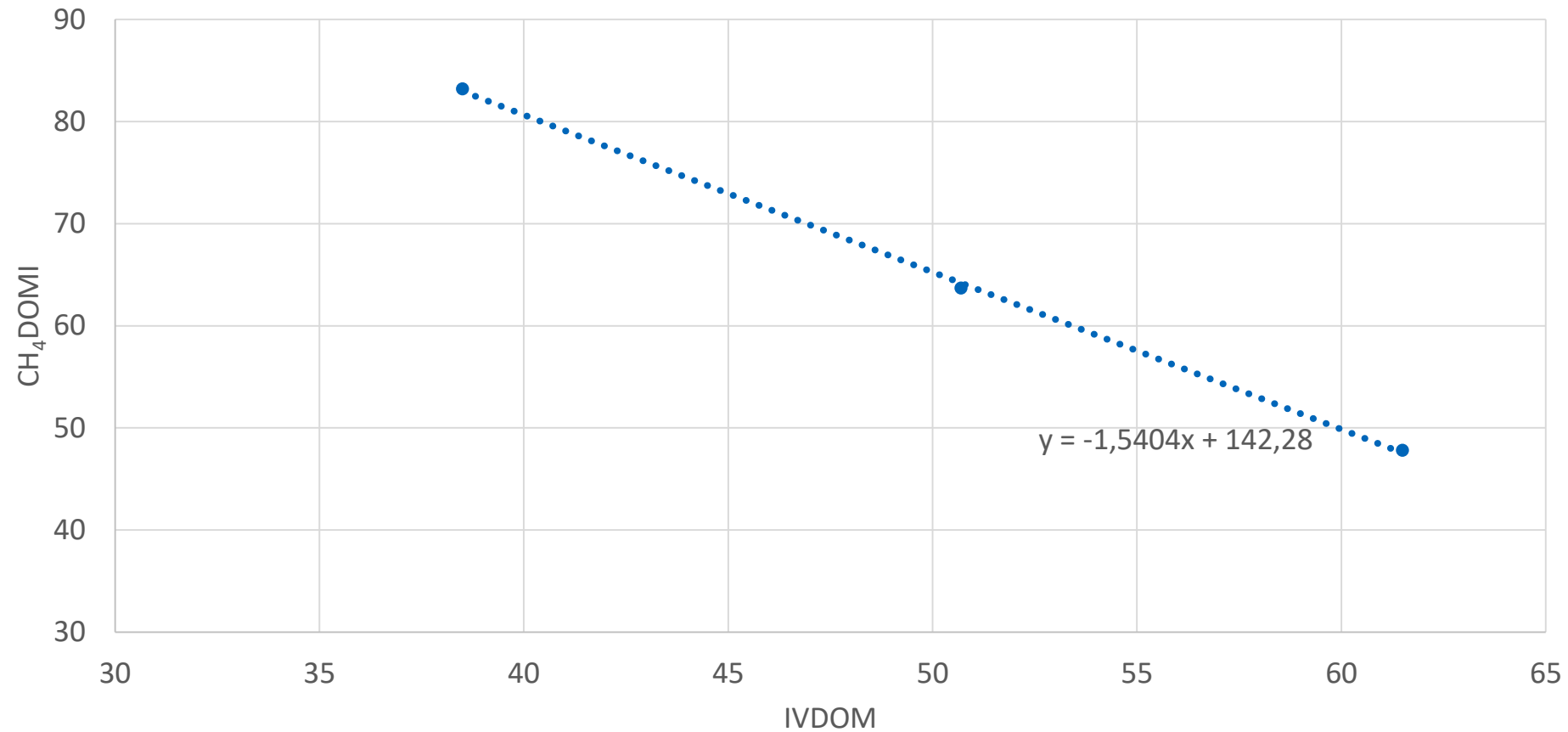
Muiden karkearehujen vaikutus

- Osittaista tutkimusnäyttöä siitä, että kokoviljasäilörehun käyttö voi alentaa metaanin tuotantoa jossain tilanteissa verrattuna nurmikasveihin
 - Syynä korkeampi hiilihydraattien (tärkkelys) määrä (ja korkeampi sulavuus)
 - NDF / INDF, riippuu kokoviljasäilörehun raaka-aineesta ja siitä mihin nurmirehuun verrataan
 - Myös maissilla vastaava vaikutus mikäli tärkkelyspitoisuus on riittävän korkea, Suomessa jää usein alle
- Nurmipalkokasvit parantavat syöntiä
 - Kohonnut DMI alentaa CH₄/EKM
- Säilötyillä karkearehuilla vähemmän metaania kuin kuivatuilla

Karkearehun laadun vaikutus metaanipäästöihin

- Kanadassa tehty tutkimus (Boadi & Wittenberg 2001)
 - Kokeessa yksivuotiaita hiehoja
 - Elopaino koesarjan alkaessa 300 kg
 - Hiehoista 6 kpl maitorotuisia ja 6 kpl liharotuisia
- Latinalaistettu neliö koemallina, kaikki eläimet kaikissa koekäsittelyissä
 - 2 maito- ja 2 liharotuisia eläintä aina samassa koekäsittelyssä
- 3 karkearehua
 - heikko, keskimääräinen ja korkea sulavuus
- Rajoittamaton ja rajoitettu ruokinta
- Ruokintasykli 23 vrk / rehulaatu
 - 9 vrk koeruokinta (rajoittamaton)
 - 5 vrk CH₄-mittaus
 - 9 vrk koeruokinta (rajoitettu - 2 %)
 - 5 vrk CH₄-mittaus

Sulavuuden ja metaanipäästön välinen yhteys



Boadi & Wittenberg 2001

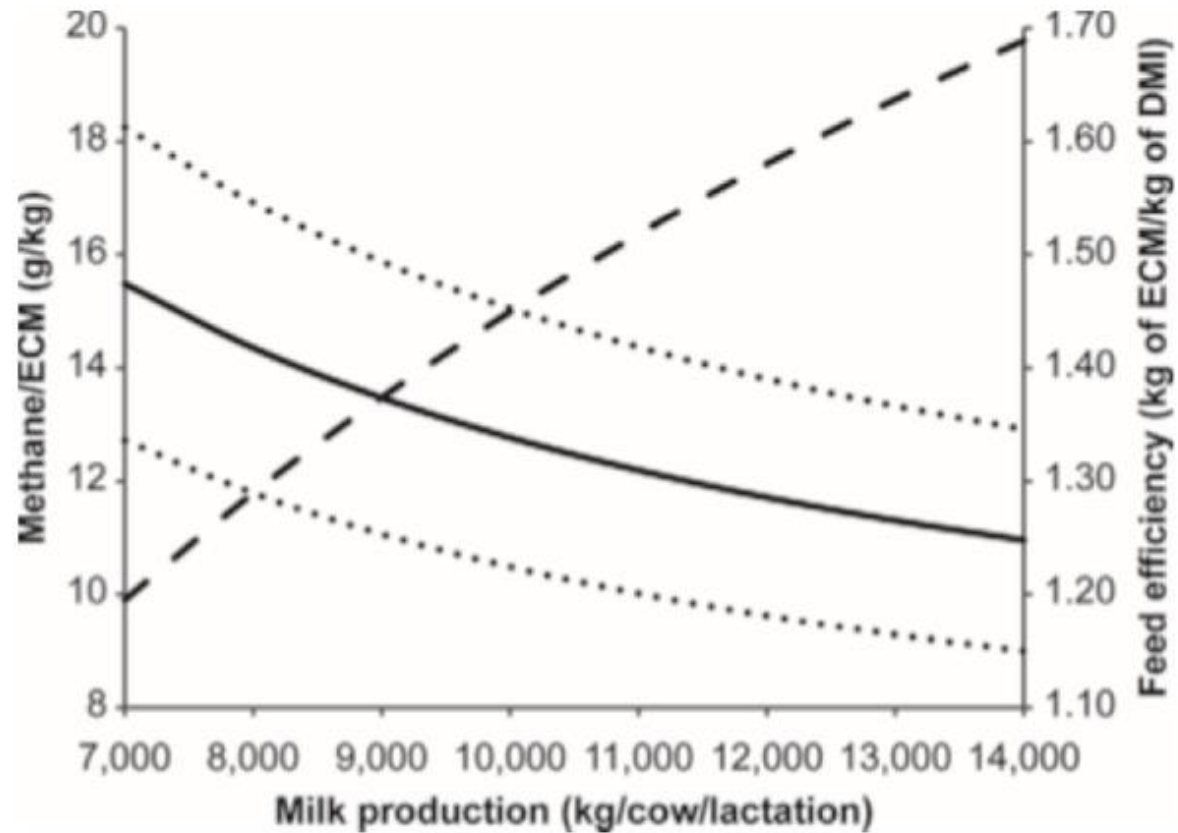
Sulavuuden ja metaanipäästön välinen yhteys

- Kokeessa ei vaikuttanut: eläinten rotu tai ruokinnan rajoittaminen
- Kun karkearehun sulavuus nousi 1 % -> metaanipäästö aleni 1,5 %
- Esimerkiksi: timotein virallisissa lajikekokeissa d-arvot (g kg/ka) Tuure 1. 692, 2. 693 ja Grindstad 1. 673, 2. 655
 - 1. sadossa ero d-arvossa 1,9 %, 2. sadossa ero 3,8 %
 - CH₄-päästössä ero 1. sadossa 2,9 % ja 2. sadossa 5.7 %

Tehokas tuotanto ja terveet eläimet alentavat metaani- ja kasvihuonekaasupäästöjä

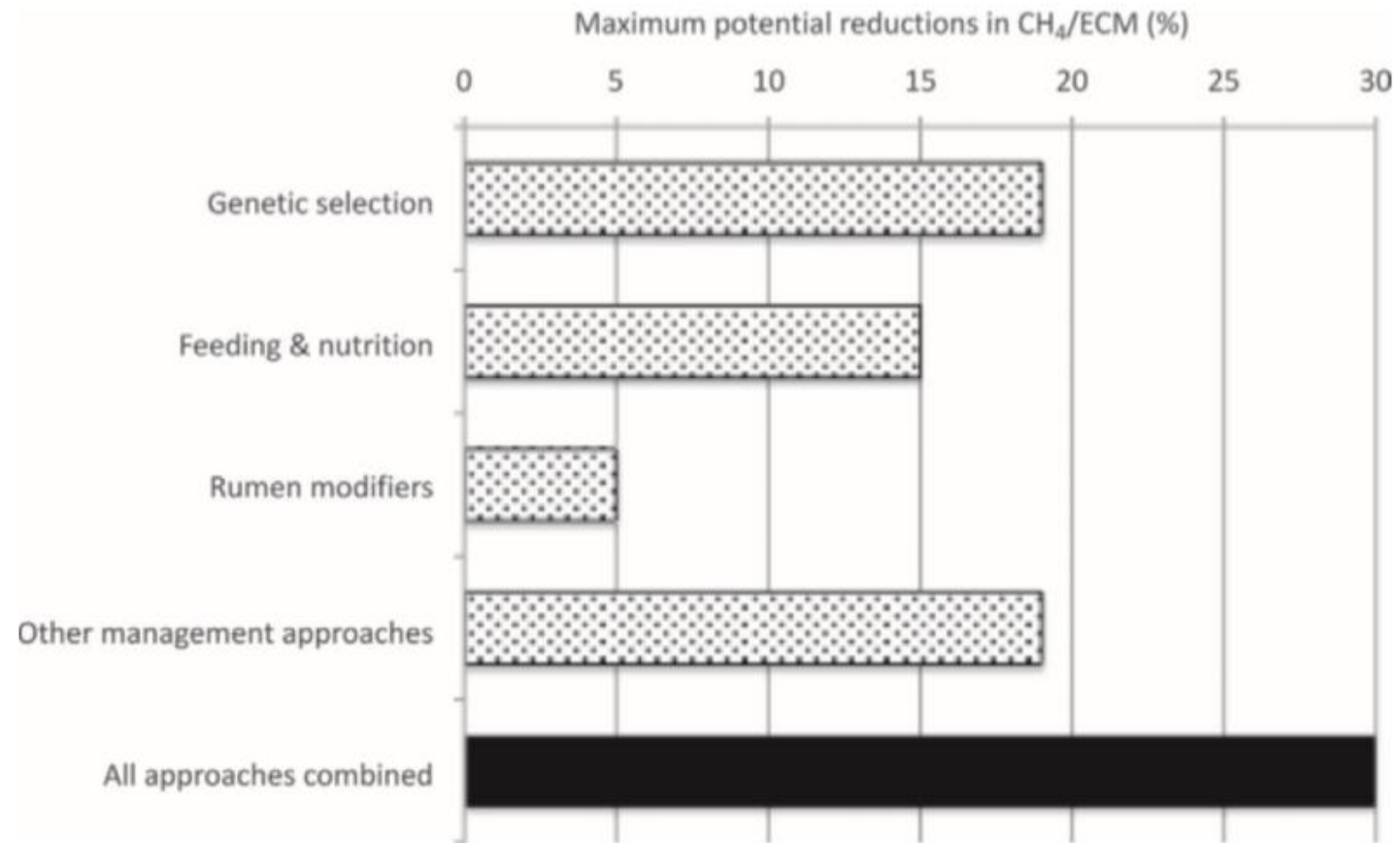
- Eläinaineksella on merkitystä, esim. lehmän maitotuotos 30 kg/d ja ruokinnasta 50 % säilörehua ja 50 % väkirehua tuottaa 12.7 g CH₄/kg EKM verrattuna lehmään, jonka maitotuotos on 35 kg/d samalla ruokinnalla, tuottaa 11.9 g CH₄/kg EKM
 - Metaania korkeammalla tuotoksella 6 % vähemmän
- Esim. eläinten poistaminen heikon tiinehtyvyyden takia: poisto 35 % alenee 30 %, ensikoiden poikiminen 26 kk iässä, metaanipäästö alenee 3,1 %
- Lihantuotanto maidontuotannon sivutuotteena vs erillinen naudanhantuntuotanto
 - <10 vs 15-70 kg CO₂e/kg lihaa
 - CO₂e alenema 34 – 86 % / kg tuotettu liha

Tuotantointensiteetin ja metaanipäästöjen yhteys



Knapp et. al. 2014

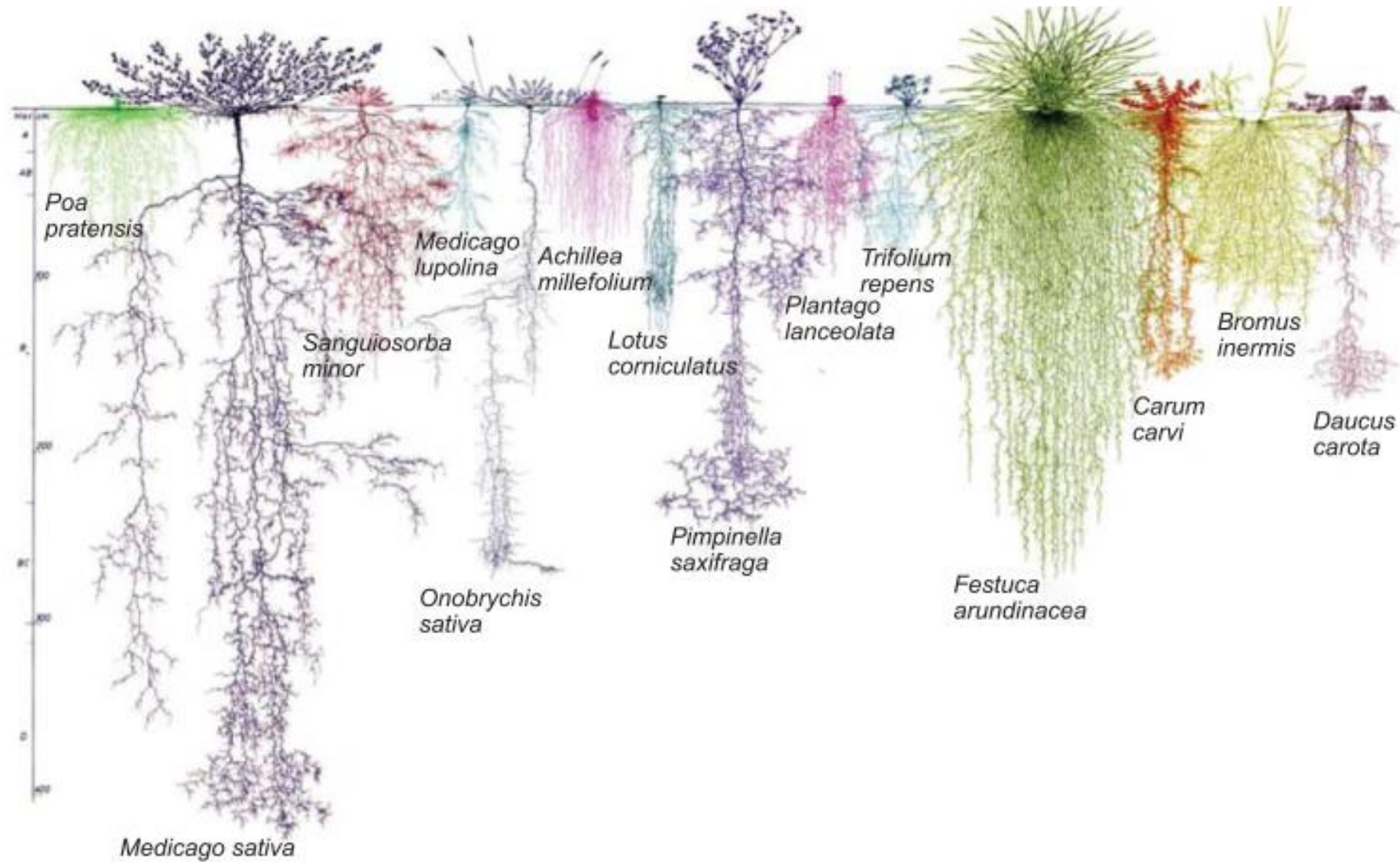
Eläinten ruokinnan ja hoidon vaikutus



Knapp et. al. 2014

BOREAL

Nurmien hiilensidonta



Braun ym. 2010

Kasvit tekevät vain tarpeellisen

- Kasvit optimoivat eri osien kasvun
 - Kasvutekijöiden säästäminen
- Myös juurten kehitys vain tarpeen mukaan
 - Jos vettä ja ravinteita on tarjolla lähellä maanpintaa, niin juuristolla ei ole tarvetta kehittyä liian syväälle
 - Kilpailutilanne vaikuttaa

Juuristotutkimus Suomessa

- Suomessa tehty suhteellisen vähän juuristoon liittyvää tutkimusta
- Nurmien juuristotutkimuksia erittäin vähän
- Nurmien juuriston massaksi arvioitu 3000 – 6000 kg ka/ha Suomessa
- LUKE / Maaningalla nurmien juuristotutkimus osana nurmikasvien hiilensidontaan liittyviä tutkimuksia



Nurmikasvien juuristotutkimuksia maailmalla

Nurmikasvien reagointi kuivuuteen

Table 5. Root biomass by depth, 0-25cm, 26-50 cm, 51-75 cm, and total over depths for 6 cool-season grass species under full season (FS) and spring only (S) irrigation treatments sampled on October 22, 2009.

Species	Irrigation	Root biomass (kg/ha)			
		0-25 cm	26-50 cm	51-75 cm	Total
CWG	FS	9894	1300	289	11482
EMB	FS	11410	2239	289	13938
ESB	FS	4766	1805	722	7294
PWG	FS	13721	1517	289	15526
RWR	FS	12132	3972	578	16682
TFF	FS	9027	2022	578	11627
CWG	S	9171	1300	433	10905
EMB	S	11771	1878	2022	15671
ESB	S	9460	289	361	10110
PWG	S	8666	1589	939	11193
RWR	S	9171	1444	867	11482
TFF	S	10110	1228	1228	12566
Significance of Main Effects					
Species		N.S.	*	N.S.	
Irrigation		N.S.	N.S.	*	

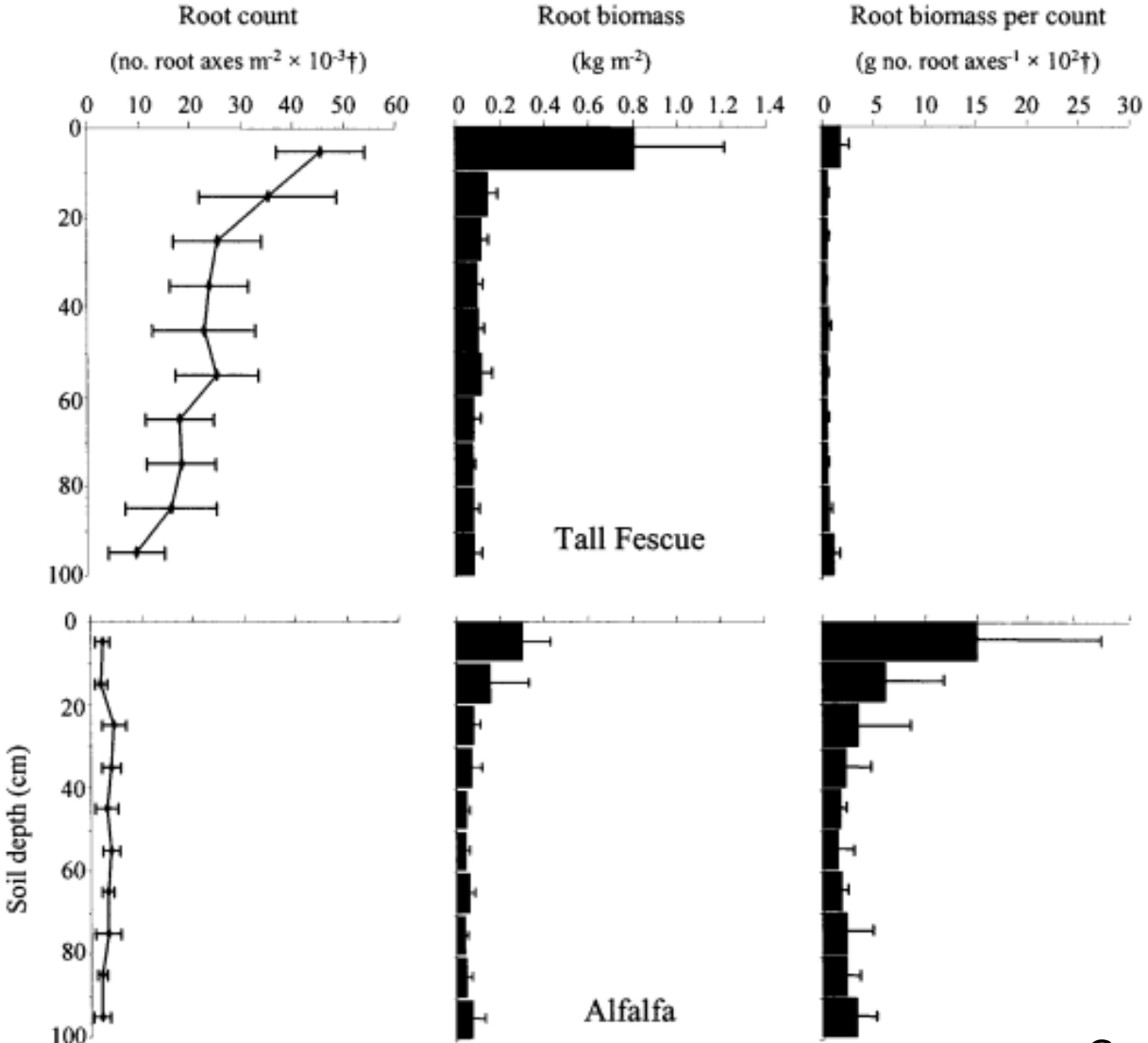
N.S. = not significant at p=0.10, * p<0.10

ESB=smooth brome, TFF=tall fesque

Biomassan jakautuminen nurmi- palkokasviseoksessa vs palkokasvien seos

		SM		GM	
		Mulch	Harvest	Mulch	Harvest
Botanical composition					
Legumes	%	19	25	67	71
Grass	%	81	75	28	14
Herbs	%	0	0	5	5
Aboveground biomass					
Shoot dry matter	t ha ⁻¹	16.5 ^a	16.2 ^a	16.4 ^a	16.2 ^a
Stubble dry matter	t ha ⁻¹	1.0	1.0	1.0	1.0
Root growth and root biomass (0–30 cm)					
Root length density	Cm cm ⁻³	46 ^a	44 ^a	33 ^b	31 ^b
Root length	Km m ⁻²	138 ^a	132 ^a	99 ^b	93 ^b
Root radius	Mm	0.11 ^a	0.11 ^a	0.13 ^b	0.13 ^b
Root dry matter	t ha ⁻¹	5.3 ^a	5.2 ^a	6.0 ^a	5.7 ^a

Ruokonata vs sinimailanen



Ruokonata 17000 kg/ha

Sinimailanen 6450 kg/ha

Gentile ym. 2013

Maan alkuperäisen orgaanisen aineksen merkitys hiilen sitoutumiseen/vapautumiseen

- Lähde: Kätterer et al 2013
- Koepaikat Ruotsi (2) ja Norja (1)

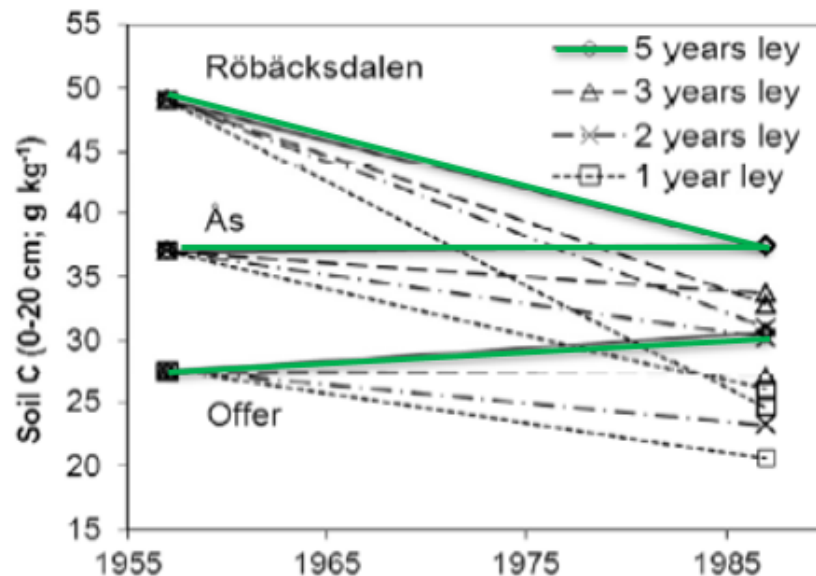


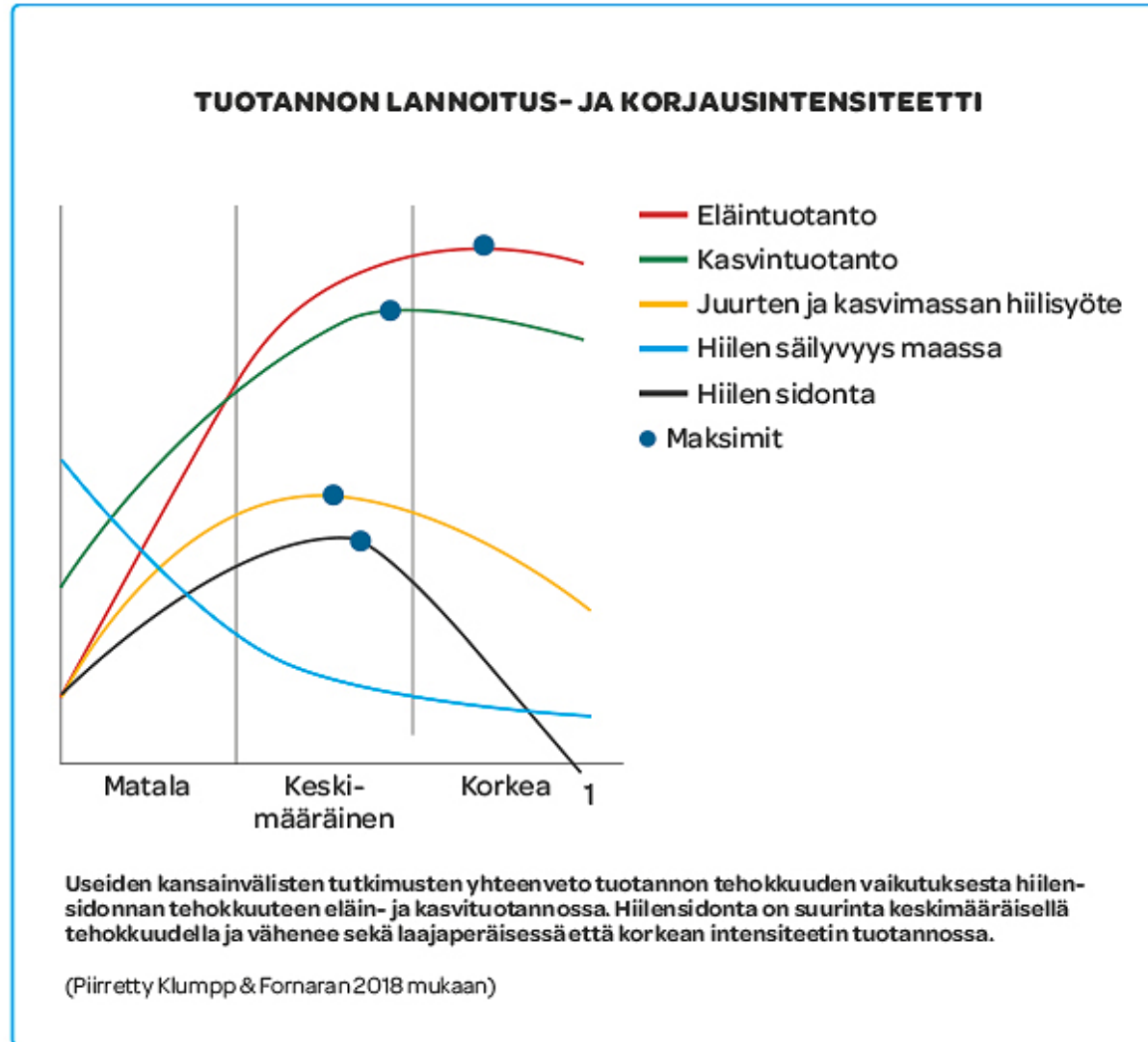
Figure 2. Changes in SOC concentrations (0-25 cm) at three long-term experimental sites in Northern Sweden in four 6-year rotations using different proportions of perennial forage and annual arable crops (1, 2, 3 or 5 years leys) and receiving different amounts of farmyard manure. Data from Ericson (1994). For a detailed description see Bolinder *et al.* (2010).

- Orgaanisen aineksen merkitys suuri
- Hiilitase sitä parempi mitä enemmän nurmea. —

Multavuusluokitus vs orgaanisen aineksen määrä

Viljavuusluokitus	Viljavuusluokitus	Orgaanisen aineksen määrä, %	Hiilen pitoisuus maassa, g/kg
Vähämultainen	vm	0 - 3	0 - 1,74
Multava	m	3 - 6	1,74 – 3,48
Runsasmultainen	rm	6 - 12	3,48 – 6,96
Erittäin runsasmultainen	erm	12 - 20	6,96 – 11,6
Multamaa	Mm	20 - 40	11,6 – 23,2
Turvemaat	Ct	> 40	> 23,2

Tuotannon tehokkuuden vaikutus hiilensidonnan tehokkuuteen



Tilanne suomalaisilla maitotiloilla

Uusimpien yhteenvetojen mukaan nurmien hiilitaseet globaalilla tasolla vaihtelevat 2 200 kg/ha vuotuispäästöstä 2 500 kg/ha vuotuissidontaan ja keskimäärin hiilensidonta on ollut 800 kg/ha/vuosi.

Jos Suomessakin päästäisiin tasolle 800 kg C/ha/vuosi, se alentaisi maidon hiilijalanjälkeä noin 30–40 %.

Karjanlannassa edellisten satojen sulamatonta hiiltä palautuu peltoon.

Naudan lietelannan hiilen pitoisuus on noin 2,3 % tuorepainosta ja kuivikelannan noin 7 % tuorepainosta.

Tyypillisen lietteen levitysmäärän (40 tn/ha) mukana hiiltä palautuu pellolle 900 kg C/ha.

HIILENSIDONTAAN VAIKUTTAVIA TEKIJÖITÄ JA KEINOJA	
Maan orgaanisen aineksen pitoisuus, maan multavuus	Mitä matalampi orgaanisen aineksen pitoisuus, sitä suurempi hiilensidontapotentiaali. Rajapitoisuudessa hiiltä vapautuu saman verran kuin sitä sitoutuu. Paljon orgaanista ainesta sisältävillä mailla hiiltä vapautuu enemmän kuin sitoutuu.
Maalaji: savi- ja hiesupitoisuus	Vaikuttaa tuotantoon sekä hiilen pysymiseen maassa. Hienojakoisessa maassa hiiltä sitoutuu mururakenteisiin.
Ilmasto ja sää	Tekijät, jotka suosivat kasvua, ovat eduksi hiilensidonnalle. Samoin tekijät, jotka hidastavat hajotusta. Toteutunut hiilensidonta on erilaisten tekijöiden tulos, joten sen ennustaminen vaatii useiden muuttujien (lämpötila, kosteus, ajankohta) yhtäaikaista huomioimista.
Tuotantomuoto (säilörehu/heinä/laidun)	Niittonurmen ja laiduntamisen hiilikierrot poikkeavat toisistaan. Tuotantomuodon vaikutuksesta hiilensidontaan on toistaiseksi ristiriitaisia tuloksia.
Tuotantointensiteetti - lannoitus	Riittävä typpilannoitus on heinänurmen yhteyttämisen ja kasvun kannalta eduksi.
Tuotantointensiteetti - korjuu	Sadossa poistuu huomattavasti hiiltä. Niitto pysäyttää juurten kasvun hetkeksi ja erityisesti matalaa tai liian tiheään toistuvaa niittoa on syytä välttää.
Orgaaniset tai mineraalilannoitteet	Orgaaniset lannoitteet aktivoivat maaperämikrobistoa ja lisäävät hiilensidontaa verrattuna NPK-lannoitteisiin.
Kyntö, nurmen ikä ja uusimisväli	Mitä vähemmän muokkausta, sitä parempi hiilensidonnalle kannalta. Nurmi- kierrossa harvoin toistuvasta kynnöstä ei ole kuitenkaan viileässä pohjoisen ilmastossa välttämättä suurta haittaa. Mitä lyhyempi perustumisvaihe, sitä suurempi sidonta. Nurmen iän vaikutus on toistaiseksi epäselvä.
Kasvilaji	Viljelyvarmat ja satoiset lajit ovat hyviä. Puna-apilan hiilensidontapotentiaali vaikuttaa hyvältä, sillä typpensidonnassa maahan siirtyy myös hiiltä. Syväjuuriset kasvit jättävät enemmän hiiltä kuin matalajuuriset. Yksi- ja monivuotisten kasvien ero on suuri, mutta myös yksivuotisissa on keskinäisiä eroja.
Lisätty hiili	Hiilen lisääminen eri muodoissa eduksi: olkien jättäminen pellolle, karjanlanta, orgaaniset lannoitteet, biohiili, yms.

BOREAL

Lajikkeistoa nurmentuotantoon

Näin rakennat parhaan nurmiseoksen Suomen oloihin

Käytä aina

Timotei 60-80%,
Ykköslaji tuotos-
vaikutuksessa,
satoisuudessa ja
talvenkestävyy-
dessä

Poutiville maille

Ruokonata 0-15%,
Tuo poudan-
kestävyyttä,
parantaa maata,
laaturiski
2. niitossa

I-II

vyöhykkeelle

**Englannin
raiheinä 0-15%**

Nopea jälkikasvu,
hyvä maittavuus,
suuri talvehtimis-
riski

Käytä aina

Nurminata 20-40%
Hyvä laatu,
parantaa
jälkikasvua, lisää
seoksen
satoisuutta

Laatua

parantamaan ja
luomuun

Puna-apila 0-20%

Lisää rehun syöntiä,
alentaa typpilannoit-
ustarvetta

Hankkijan nurmiseokset

- Lajikkeelliset seokset
- Seoksissa käytetyt lajikkeet ovat viljelyvarmoja Suomen olosuhteissa
 - Sadoltaan hyviä
 - Talvenkestäviä
 - Korkean laadun omaavia
- Seokset eri käyttötarkoituksiin
 - Myös räätälöidyt tilakohtaiset seokset
- Seoksien suunnittelussa huomioitu erityisesti ruokinnallinen laatu
 - Seokset testattu kokeissa

Timotei-lajikkeet Hankkijan valikoimissa

Tuure^{BOR}

- Erittäin hyvä talvenkestävyys
- Myöhäinen lajike
- D-arvoltaan paras lajike, korkea NDF
- Laatu erittäin hyvä sekä 1. että 2. sadossa
- Sulavuuden lasku hidas, antaa pelivaraa korjuuseen

Tuukka^{BOR}

- Erittäin hyvä talvenkestävyys
- D-arvoltaan hyvä lajike
- Laatu hyvä sekä 1. että 2. sadossa

Rhonia^{BOR}

- Korkea sato
- 3 niittoon
- Erittäin talvenkestävä
- Kohtalainen sadon laatu 1. että 2. sadossa
- Sato ja talvenkestävyys hyvä kaikilla viljelyvyöhykkeillä

Nurminadat Hankkijan valikoimissa

Ilmari^{BOR}

- Satoisa ja kestävä nurminata
- Laadultaan hyvä lajike
- Omaa erittäin hyvän talvenkestävyyden, joka riittää V-vyöhykkeelle asti

Klaara^{BOR}

- Korkea sadontuottokyky
- Rehuntuotannossa etenkin ensimmäinen sato korkea
- Hyvä rehunlaatu: energia-arvo D-arvolla mitattuna korkea kaikilla korjuukerroilla
- Talvenkestävyys nurminatalajikkeiston paras
- Soveltuu koko Suomeen

Muut nurmikasvilajikkeet Hankkijan valikoimissa

Karolina^{BOR}

- Ruokonata, 10 % satoisampi kuin yleisesti viljelyssä olevat nurminatalajikkeet
- Erittäin hyvä jälkikasvukyky
- Satotaso säilyy korkeana vuodesta toiseen (paremmin kuin nurminatojen)
- Sulavuudeltaan hyvä.
- Erinomainen erityisesti säilörehunurmiin, ei suositella laidunseoksiin
- Poudankestävä voimakkaiden ja syvien juurien ansiosta
- Talvenkestävä

Riikka^{BOR}

- Englanninraiheinä
- Erinomainen jälkikasvukyky
- Erittäin hyvä sulavuus ja maittavuus
- Talvenkestävin raiheinälajike
- Soveltuu parhaiten Etelä- ja Keski-Suomeen laidun- ja säilörehunurmiin
- Suositellaan I – III –vyöhykkeille

Saija^{BOR}

- Diploidi puna-apila
- Hyvä talvenkestävyys
- Kokonaissato lähes Bettyn (4n) luokkaa
- Jälkikasvukyky parempi kuin Bjurselella

Johtopäätöksiä

- Huomioi nurmentuotantoon liittyvissä valinnoissa sekä hiilensidonta että päästöt – karkearehuvalinnoilla on iso merkitys molemmissa
- Juuristot ovat tärkeässä roolissa hiilensidonnassa, mutta teorioiden toteutumisesta käytännössä tiedetään vielä vähän – lisää tukimusta tarvitaan
- Malti on valttia tilallesi parhaiten sopivan nurmiseoksen suunnittelussa – käytä laji- ja lajikevalikoimaa apuna myös riskienhallinnassa

B  **REAL**