

# Nurmi biokaasun raaka-aineena – REDII direktiivin mukainen kasvihuonekaasupäästöjen laskenta

Saija Rasi  
Erikoistutkija, Luonnonvarakeskus

30.8.2019

Rasi, S., Timonen, K., Joensuu, K., Regina, K., Virkajärvi, P., Pulkkinen, H., Tampio, E.,  
Pyykkönen, V. & Luostarinen, S. 2019. Nurmi biokaasun raaka-aineena - RED II direktiivin  
mukainen kasvihuonekaasupäästöjen laskenta. Luonnonvara- ja biotalouden tutkimus  
46/2019. Luonnonvarakeskus. Helsinki. 29 s.



© Luonnonvarakeskus

# Raportin tausta

- MMM:n tilaama selvitys
- Raaka-ainekohtaiset kasvihuonekaasu oletussarvet (vijelyn päästöt)
  - Viljelyt nurmi kivennäis- ja turvemalla
  - Apilapaitoinen nurmi
  - Ylijäämänurmi (esim. pilaantunut säiliörehu, suojaavyöhkenurm) kivennäis- ja turvemalla
  - Toisen/kolmannen rehusadon käyttäminen biokaasulaitokselle (kun ensimmäinen/toinen käytetään säiliörehuksi)
  - Neljän vuoden viljelykierrossa 1-2 vuoden pääasadon käyttäminen biokaasulaitoksella, loput rehuksi
- Neljä esimerkkitapausta biokaasulaitoksen kokonaispäästötarvoista käytäen edellä mainittuja raaka-aineita REDII laskennan mukaisesti
- Lopuksi herkkyystarkastelut, joissa muodostuva mädätysjäännös käytetään nurmen lannoitteena korvaten mineraalilannoitteita, huomioidaan lantahyvitys, kun syötteessä on nummen lisäksi myös lantaa, sekä arvioidaan vijelyn poltoaineen osuus kokonaispäästöstä, kun polttoaineena on fossiilinen polttoaine tai tuottettu biometaani.
- Huomioidaan lisäksi direktiivissä mainittujen (liite VI B. (6)) parempien maatalouskäytäntöjen päästövähennysten vaikutukset tuloksiin, mikäli niihin löytyy riittävästi todennettua lähtötietoa



© Luonnonvarakeskus



# Nurmenviljelyn lähtötiedot

- Nurmenviljelyn sato- ja lannoitustasot arvioitiin Enrebeef-hankkeen aineiston mukaisesti (Pulkkinen ym. 2019), suoavyöhykenurmi tiedot Niemeläinen ym. (2014)

Satotaso, kg (kuiva-ainetta)/ha

Satotasoluokka	Kivennäismaa			Eloperäinen maa		
	Säiliörehu-nurmi	Apila-nurmi	Suoja-vyöhyke	Säiliörehu-nurmi	Apila-nurmi	Suoja-vyöhyke
hyvä	7530	7530		7530	7530	
keskimäääräinen	5550	5550	2775	5550	5550	2775
huono	3040	3040		3040	3040	

Lannoitustaso, kg N/ha

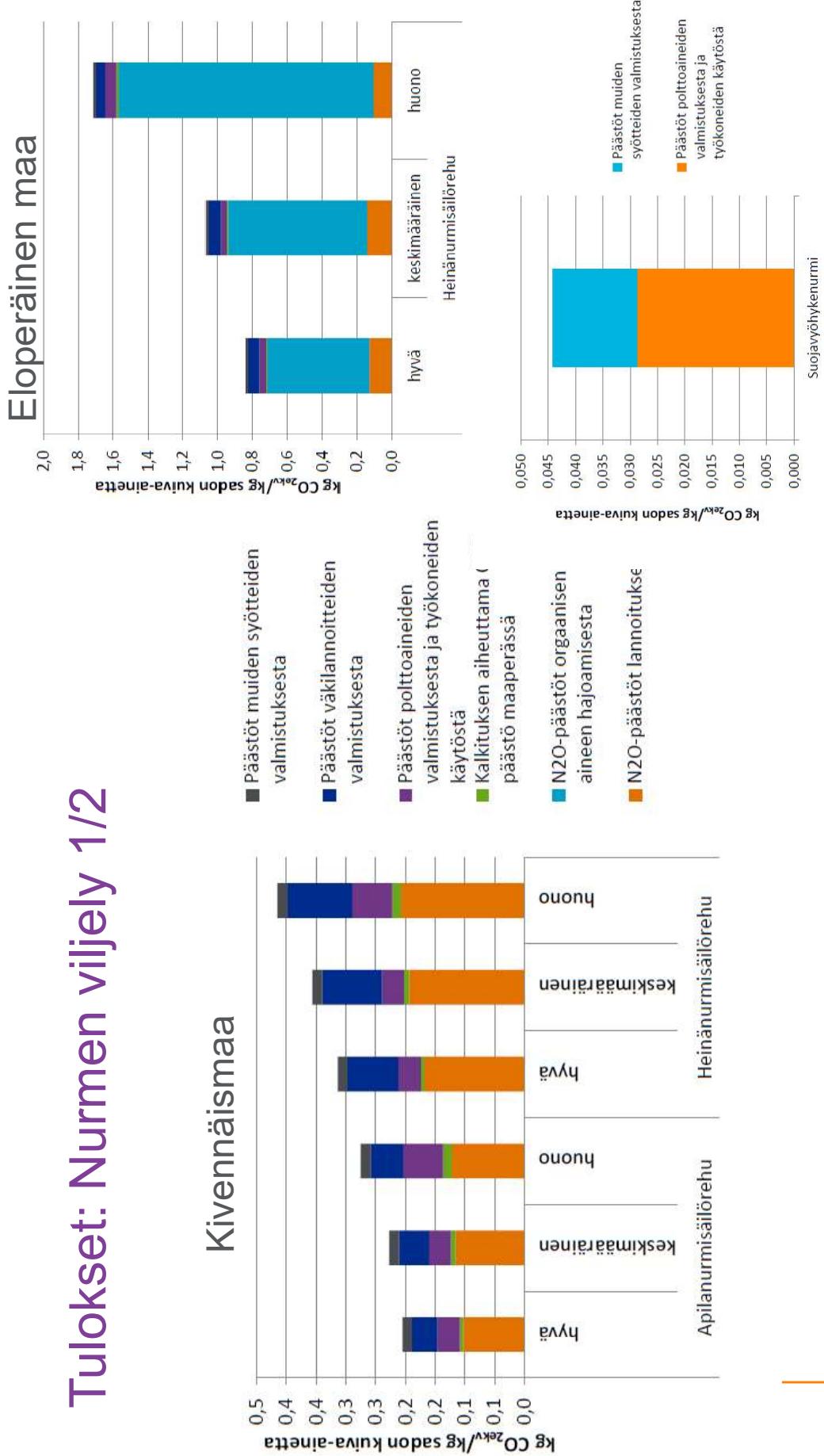
Satotasoluokka	Kivennäismaa			Eloperäinen maa		
	Säiliörehu-nurmi	Apila-nurmi	Suoja-vyöhyke	Säiliörehu-nurmi	Apila-nurmi	Suoja-vyöhyke
hyvä	180	90	0	0	130	65
keskimäääräinen	156	78	0	0	106	53
huono	92	46	0	0	42	21

Nurmen korjuukerrat per vuosi:

- Hyvä satotasoluokka: 3 krt, suoavyöhykenurmi 1 krt, muut 2 krt

© Luonnonvarakeskus

# Tulokset: Nurmen viljely 1/2



## Tulokset: Nurmen viljely 2/2

Viljelyn päästöt gCO<sub>2ekv</sub>/MJ kun raaka-aineista tuotetaan biometaania liikenteen polttoaineeksi ja itse biokaasulaitoksen käyttämä energia tuotetaan ulkopuolisella energialla

Raaka-aine		Satotasoluokka		
	hyvä	keskimääräinen	huono	
Heinänurmikivenäismaa	28,2	32,0	37,3	
Heinänurmelioperäinen maa	75,3	96,0	154,0	
Apilanurmikivenäismaa)	20,1	22,3	27,0	
Suojavöyhkenurmri	-	4,4	-	
Kolmas heinänurmen korjuu (kivenäismaalla)	-	-	6,1	
Viherrannoitusnurmri	-	-	6,3	



© Luonnonvarakeskus

## Herkkyytarkastelu

Huom. lannoitevaikutus  
vain silloin kun  
mineraalilannoitteet typpi  
korvataan kokonaan  
mädätteen liukoisella  
typellä

Biometaanin ja mädättejäännöksen käytön vaikutus päästöön suhteutettuna  
kuiva-ainesatoon (hyvä satotasonluokka)

Nurmityyppi	Biometaanin peltoviljelyn polttoaineena	Mädättejäännös typpi- lannoitteena
Apilanurmisäiliörehu kivennäismaalla	-9 %	-12 %
Heinänurmisäiliörehu kivennäismaalla	-6 %	-18 %
Heinänurmisäiliörehu eloperäisellä maalla	-2 %	-6 %



© Luonnonvarakeskus

# Biokaasulaitosesimerkit, lähtötiedot

Tarkasteltava ketju	Syötteet (märkkäpaino)
Biokaasuketju 1	Säiliörehunurmeara (kivennäismaa) 62 000 t/a
Biokaasuketju 2	Säiliörehunurmeara (eloperäinen maa) 62 000 t/a
Biokaasuketju 3	Apilanurmeara 74 000 t/a
Biokaasuketju 4	Naudan liitelantaa 27 000 t/a Naudan kuivalantaa 27 000 t/a Sian liitelantaa 54 000 t/a Säiliörehunurmeara (kivennäismaa) 27 000 t/a
Biokaasuketju 5	Viherrannoitusnurmeara 48 000 t/a

Lähtökohtana laitoskoko noin 2 MW lämpöteho



© Luonnonvarakeskus

## Tulokset: sähköntuotanto

Laitosesimerkki	Nurmen viljely	Biokaasu-prosessi*	Jalostus	Kuljetus	Paineistus	Yhteensä
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ sähköä					
Säilörehunurmri (kivennäismaa)	92,2	28,1	0,0	1,0	0,0	121,3
Säilörehunurmri (eloperäinen maa)	246,0	28,1	0,0	1,0	0,0	275,2
Apilanurmri	64,0	28,6	0,0	1,3	0,0	93,8
Lanta + Säilörehunurmri	43,5	30,8	0,0	4,4	0,0	78,8**
Viherlannoitusnurmri	19,8	27,8	0,0	0,8	0,0	48,4

\*Käytössä olevasta polttoaineesta aiheutuvat muut kuin hiilihioksipäästöt. Direktiivin oletusarvo 12,5 © Luonnonvarakeskus

## Tulokset: Lämmöntuotanto

Laitosesimerkki	Nurmen viljely	Biokaasu-prosessi*	Jalostus	Kuljetus	Paineistus	Yhteensä
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ lämpöä					
Säiliörehunurmri (Kivennäismaa)	32,7	10,0	0,0	0,4	0,0	43,0
Säiliörehunurmri (eloperäinen maa)	87,2	10,0	0,0	0,4	0,0	97,6
Apilanurmri	22,7	10,1	0,0	0,4	0,0	33,3
Lanta + Säiliörehunurmri	15,4	10,9	0,0	1,6	0,0	27,9**
Viherrannoitusnurmri	7,0	9,9	0,0	0,3	0,0	17,2

\*Käytössä olevasta polttoaineesta aiheutuvat muut kuin hiilihioksipäästöt. Direktiivin oletusarvo 12,5 © Luonnonvarakeskus

# Tulokset: sähköön- ja lämmöntuotanto, päästövähennys

Laitosesimerkki	Yhteensä	Lantahyvityksen jälkeen	Päästövähennys	Vertailuarvo	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ sähköä		Päästövähennys %	Sähkö	183
				Lämpö	80
Säilörehunurm (kivennäismaa)	121,3		34		
Säilörehunurm (eloperäinen maa)	275,2		-50		
Apilanurm	93,8		49		
Lanta + Säilörehunurm	78,8	15,5	92		
Vihelannoitusnurm	48,4		74		
				Lämpö	70 → 80
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ lämpöä	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ lämpöä			
Säilörehunurm (Kivennäismaa)	43,0		46		
Säilörehunurm (eloperäinen maa)	97,6		-22		
Apilanurm	33,3		58		
Lanta + Säilörehunurm	27,9	5,5	93		
Vihelannoitusnurm	17,2		79		
				Keskus	



# Päästövähennys kun muut kuin CO<sub>2</sub> päästöt 12,5 gCO<sub>2</sub>ekv/MJ

Laitosesimerkki	Yhteensä	Lantahyvityksen jälkeen	Päästövähennys
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ sähköä	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ	Päästövähennys %
Säilörehunurm (kivennäismaa)	105,7	42	42
Säilörehunurm (eloperäinen maa)	259,6	-42	-42
Apilanurm	77,7	58	58
Lanta + Säilörehunurm	60,5	-2,8	101
Viherlannoitusnurm	33,1	82	82
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ lämpöä	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ lämpöä	
Säilörehunurm (Kivennäismaa)	45,5	43	43
Säilörehunurm (eloperäinen maa)	48,5	39	39
Apilanurm	35,7	55	55
Lanta + Säilörehunurm	29,5	7,1	91
Viherlannoitusnurm	19,8	75	75

## Tulokset: liikennepoltoaine

Laitosesimerkki	Nurmen viljely	Biokaasu-prosessi	Jalostus	Kuljetus	Paineistus	Yhteensä
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ					
Säilörehunurm (ki-vennäismaa)	35,2	6,6	2,8	0,4	2,1	47,2
Säilörehunurm (elope-räinen maa)	93,9	6,6	2,8	0,4	2,1	105,9
Apilanurm	24,0	6,9	2,8	0,5	2,1	36,3
Lanta + Säilörehunurm	15,1	8,0	2,8	1,4	2,1	29,4*
Viherrannitusnurm	7,6	6,7	2,8	0,3	2,1	19,6

## Tulokset: liikennepoltoaine, päästövähennys

Vertailuarvo gCO <sub>2</sub> ekv/MJ	Vähennystavoite %
94	65

Laitosesimerkki	Yhteensä g CO <sub>2</sub> ekv/MJ	Lantahyvityksen jälkeen g CO <sub>2</sub> ekv/MJ	Päästövähennys %
Säiliörehunurm (kivennäismaa)	47,2		50
Säiliörehunurm (eloperäinen maa)	105,9		-13
Apilanurm	36,3		61
Lanta + Säiliörehunurm	29,4	3,8	96
Viherrannoitusnurm	19,6		79

## Herkkyytarkastelu: lantaa noin 20% syötteestä

Laitosesimerkki	Yhteensä	Lantahyvityksen jälkeen	Päästövähennys
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ sähköä	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ sähköä	%
Säilörehunurm (kivennäismaa) +lanta	119,5	115,1	37
Säilörehunurm (eloperäinen maa) +lanta	268,8	264,4	-44
Apilanurm +lanta	92,5	87,2	53
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ lämpöä	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ lämpöä	
Säilörehunurm (kivennäismaa) +lanta	42,4	40,8	49
Säilörehunurm (eloperäinen maa) +lanta	95,3	93,7	-17
Apilanurm +lanta	32,8	30,9	61

## Herkkyytarkastelu: lantaa noin 20% syötteestä

Laitosesimerkki	Yhteensä	Lantahyvityksen jälkeen	Päästövähennys
	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ	g CO <sub>2</sub> ekv/MJ	%
Säiliörehunurm (kivenäismaa) +lanta	46,0	33,7	64
Säiliörehunurm (eloperäinen maa) +lanta	102,2	89,9	4
Apilanurmi +lanta	37,4	23,5	75



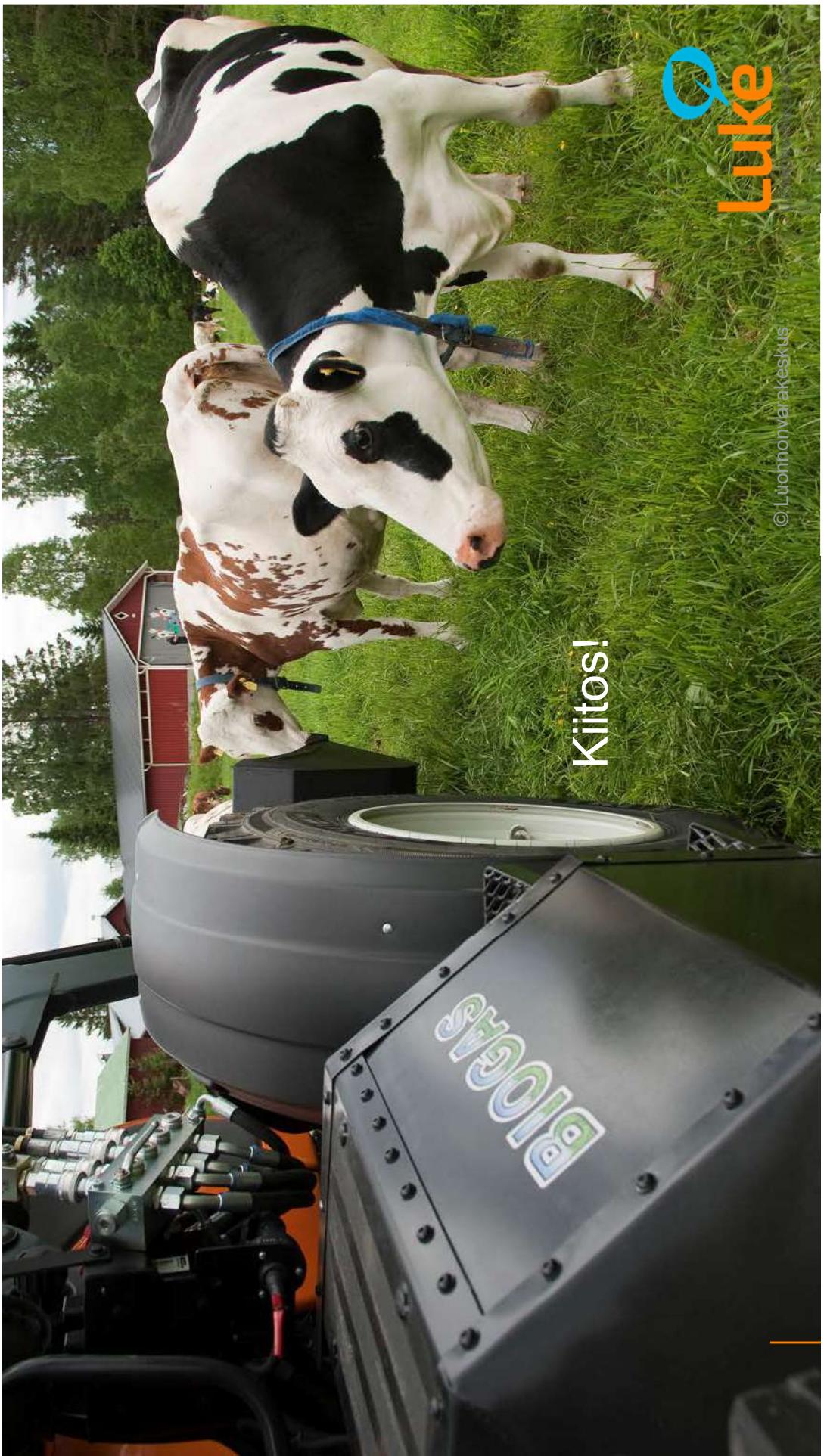
© Luonnonvarakeskus

## Arvio nurmeen perustuvan biokaasutuotannon vaikuttuksista maaperän hiilivarastoihin

- Jos lisääntyvä nurmenviljely syrjäyttää yksivuotista viljelyä, voisi se parantaa peltojen keskimääriästä hiilitasetta
  - Esim. nurmen lisääntyvä käyttö viljan viljelykierrossa
- Bioenergian tuotannon yleistyminen saattaa kannustaa viljelijöitä aluskasvien käyttöön
  - Suomessa tyyppilliset aluskasvien biomassat hillitsevät hiilivaraston vähentämistä noin 130 kg C/ha vuodessa
- Suurin hehtaarikohtainen hyöty nurmista saadaan turvepelloilla, jos nurmenviljely korvaa yksivuotisten kasvien viljelyä.
  - $\text{CO}_2$  vähentämä noin 8 t/ha/vuosi, tai 16 t/ha/vuosi, jos samalla voidaan myös nostaa pohjaveden pintaan 30 cm:iin (hiilivaraston vähentämisen hidastuminen)
- Direktiivin edellyttämä vankka ja todennettavissa oleva näytö hiilivaraston kasvusta, Ehdotus: hiilivaraston kasvu todennetaan tietyillä joukoilla pelloja ja tästä tulosta käytettäisiin kaikille bioenergiaapelloille



© Luonnonvarakeskus



© Luonnonvarakeskus

luke

Kiiitos!