

Växthusgasförluster vid lagring och spridning av stallgödsel och klimatsmart gödselhantering

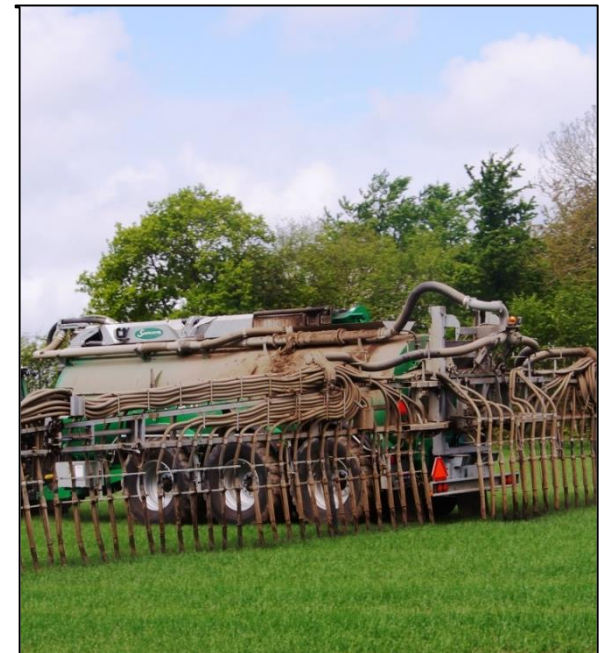
Lena Rodhe, forskare, docent

Kurs för klimatrådgivare inom Greppa Näringen,
28 april 2021

Distanskurs

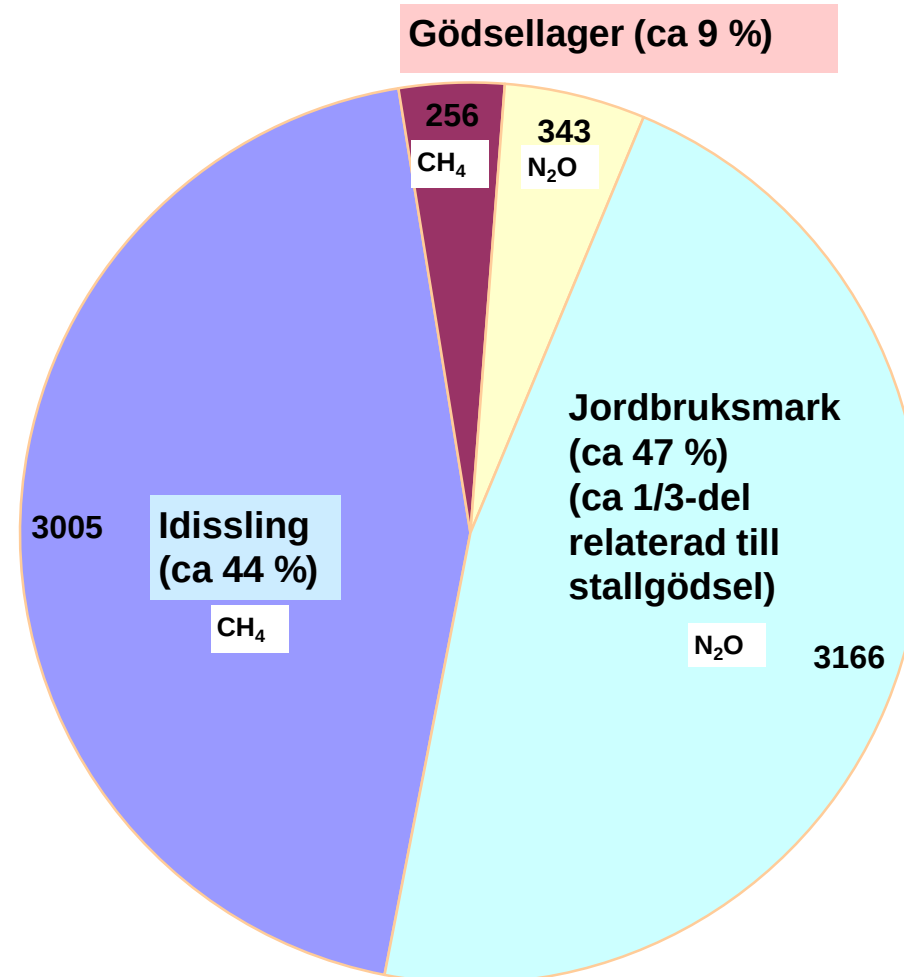
Research Institutes of Sweden

ENHET: Jordbruk och livsmedel



Utsläpp från jordbruket, lustgas och metan

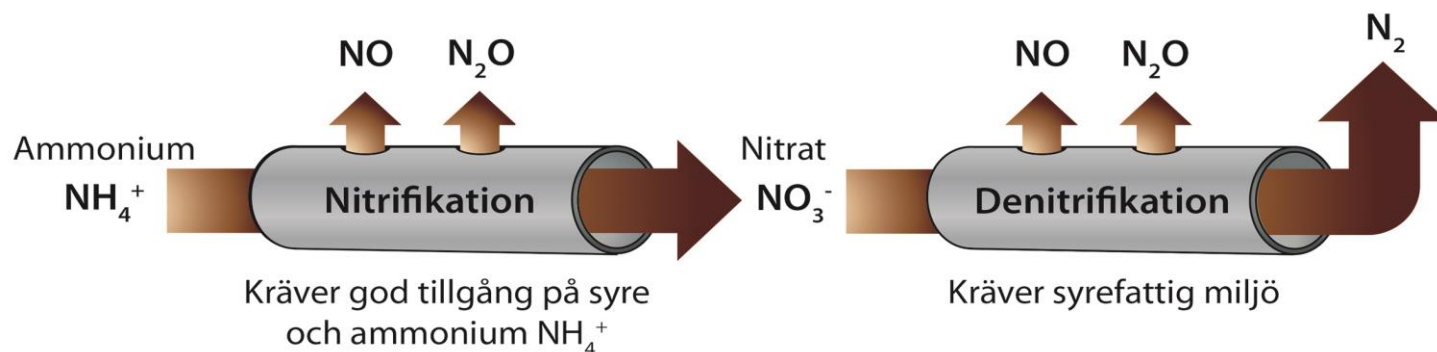
Utsläpp från jordbruket 2015 (Naturvårdsverket, 2016)
Enhet: Kiloton CO₂-ekvivalenter per år (totalt 8504 kiloton/år)



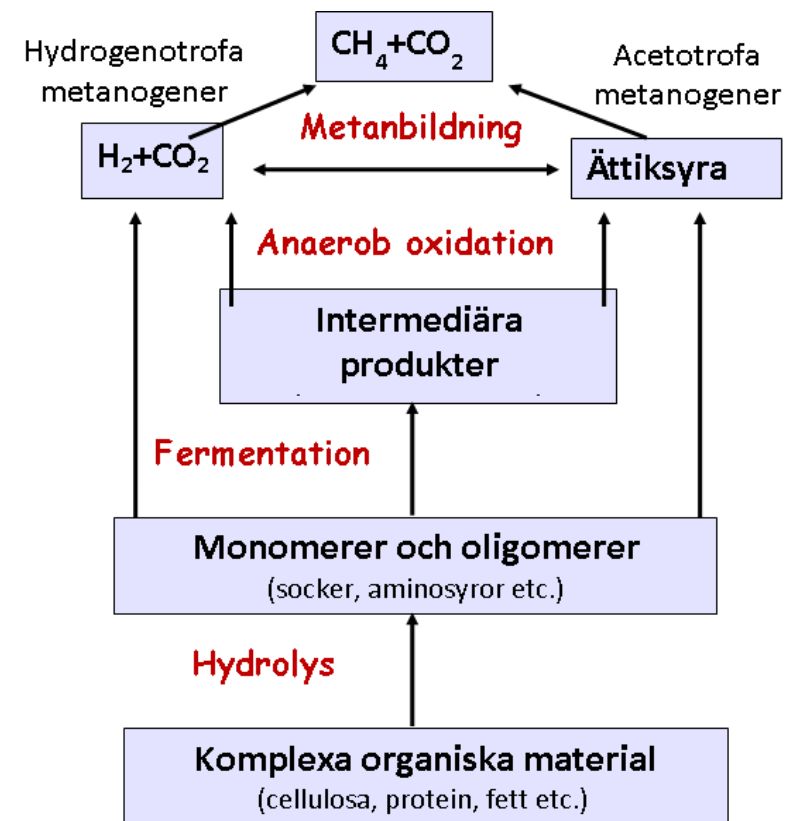
Växthusgas

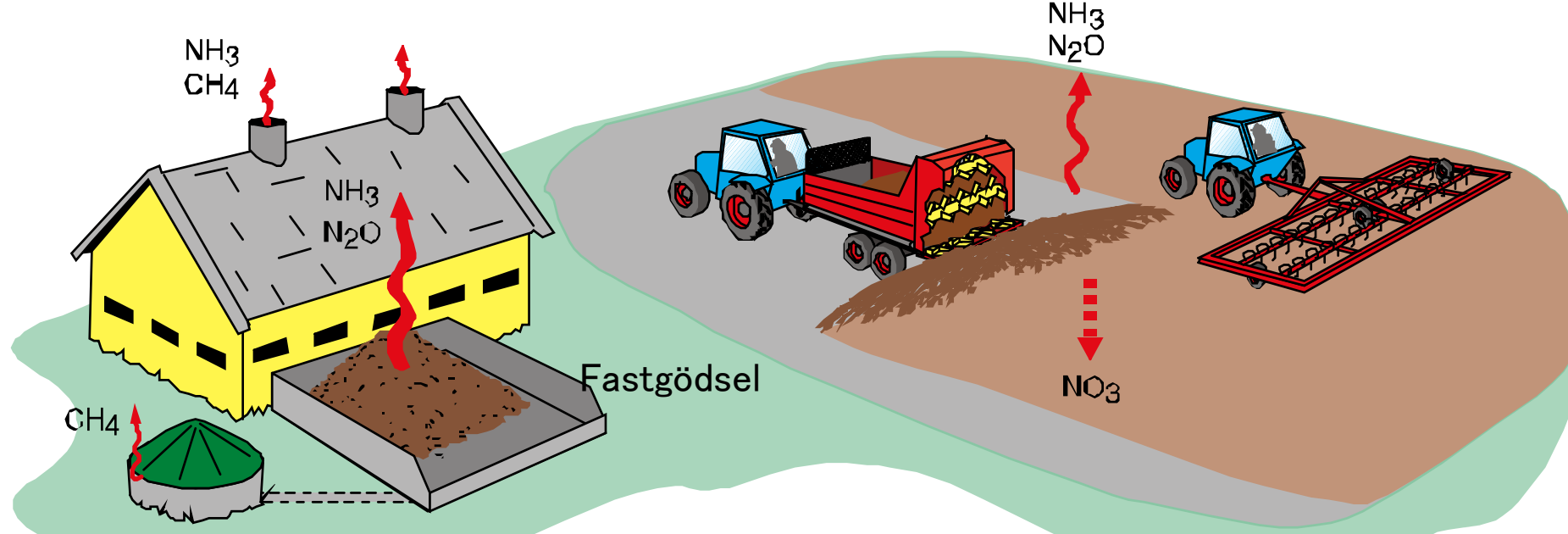
- Global uppvärmningseffekt under 100 år (GWP_{100}) av metan är 28 ggr högre än koldioxid och av lustgas 265 ggr högre (2013). (NV räknar från 2014 med 25 resp. 298; tidigare med 21 resp. 310)
- Uppvärmningseffekten räknas om till koldioxidekvivalenter (CO_2 ekv.)

Lustgasbildning

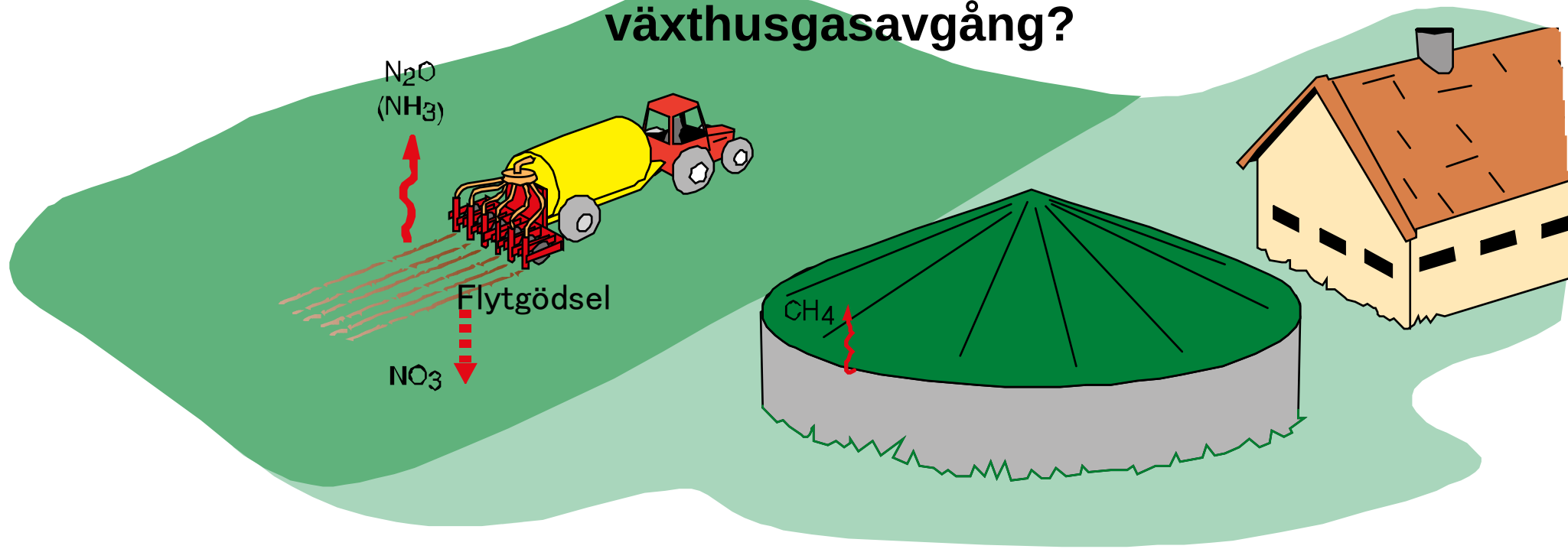


Metanbildning



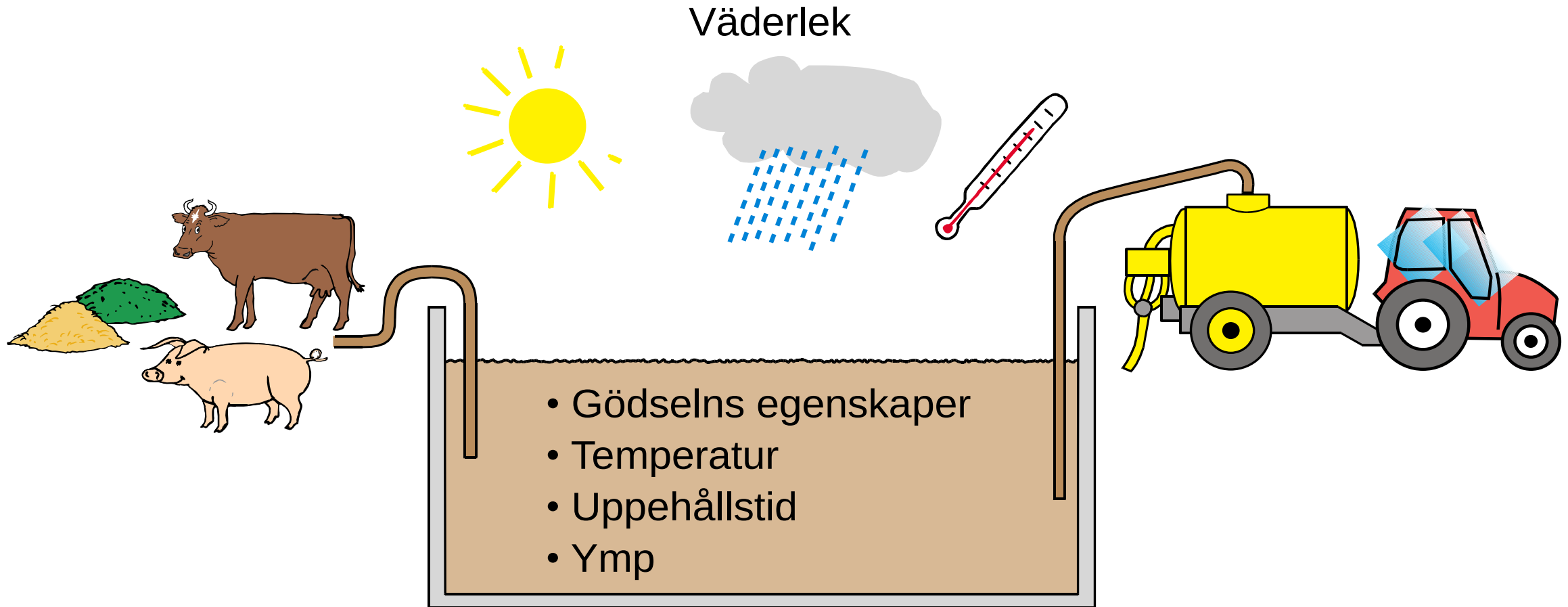


Hur hantera stallgödseln för att minimera växtnäringsförluster och växthusgasavgång?



Lagring: Metan från flytgödsellager, påverkande faktorer

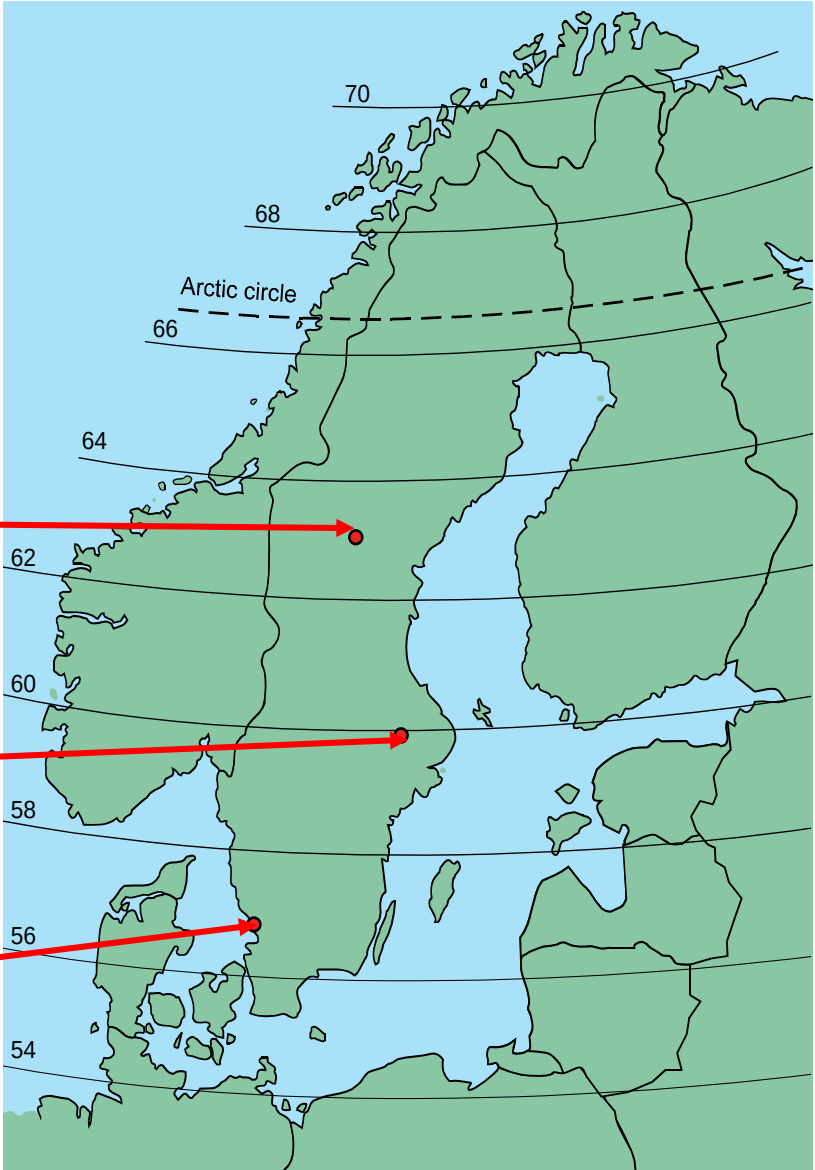
Metan bildas under syrefattiga (anaeroba förhållanden) i hela gödselvolymen



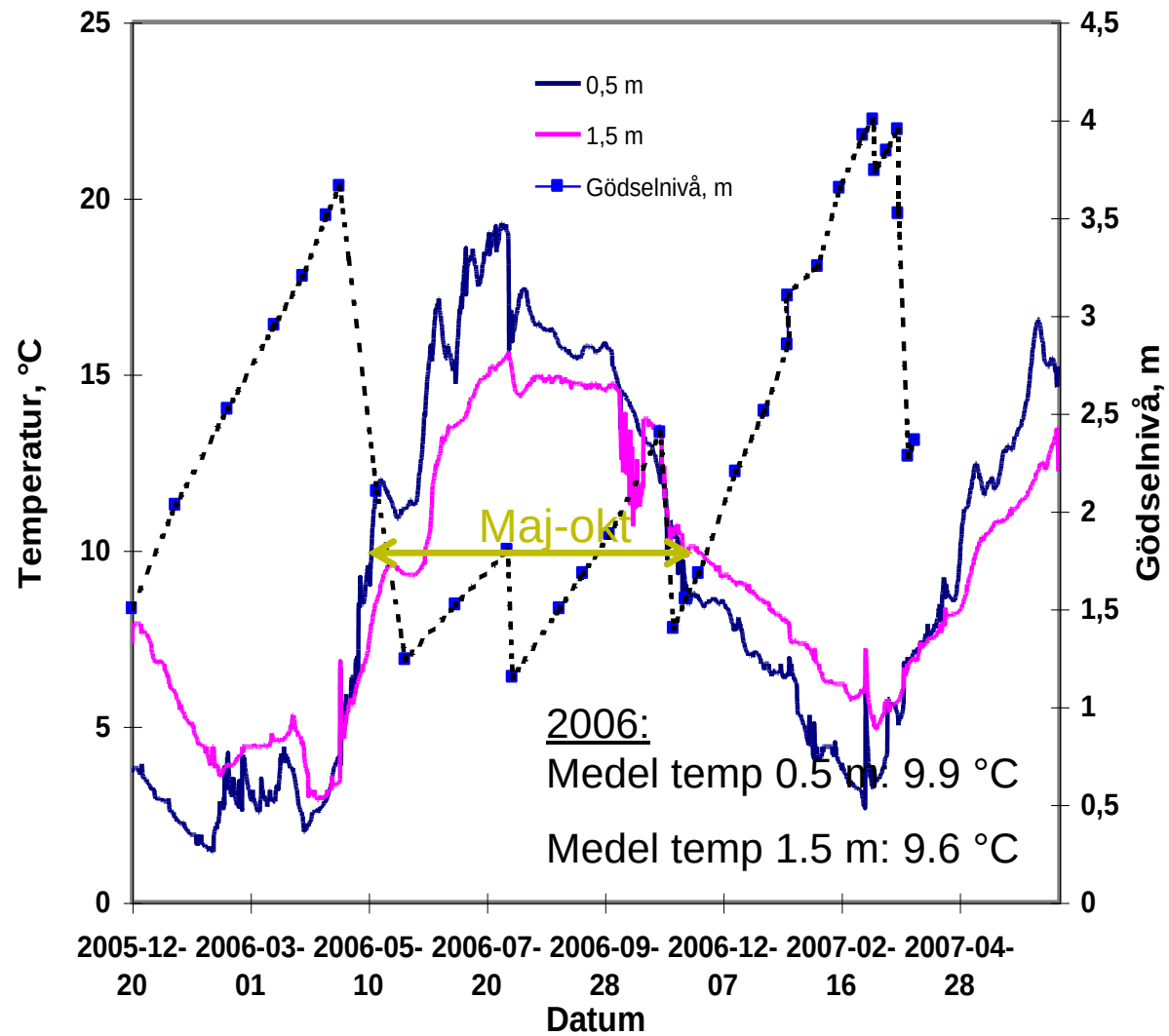
Gödselns medeltemperatur under ett år

Rodhe m.fl., 2008. JTI-rapport nr 370

Luft	5,9°C
Gödsel	5,6°C
Luft	7,4°C
Gödsel	8,1°C
Luft	7,6°C
Gödsel	9,7°C



Halland, sydvästra Sverige



Ex. Studie av temperatursänkning med och utan skuggtak



Lyft av skuggtak till behållare (nättak)

Nytt pågående projekt:

Temperaturmätningar pågår för att se vilken effekt ger:

- skuggtak,
- design behållare respektive
- presseningstak.

Kontaktperson RISE:

Kristina Mjöfors



Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden

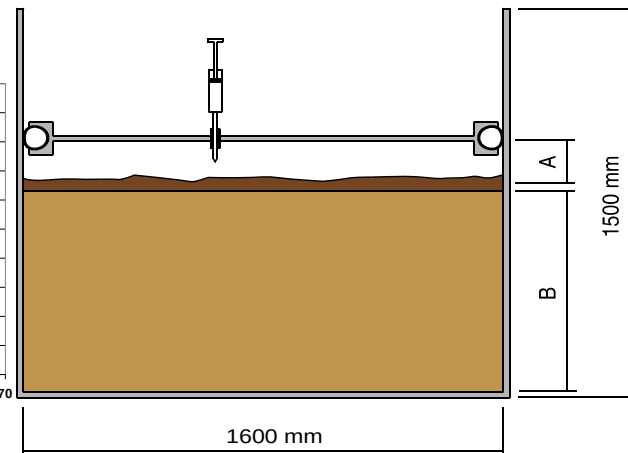
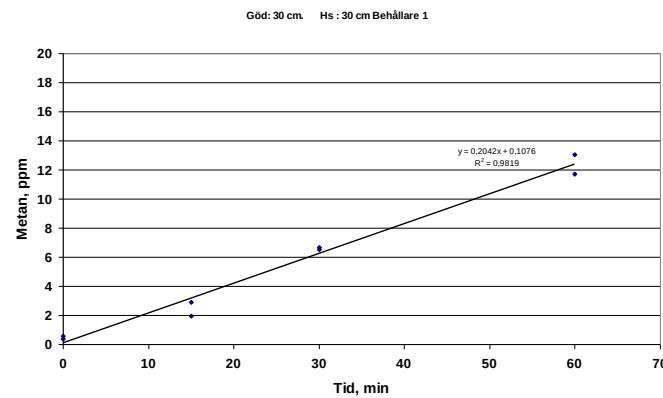


Nedsänkning av tak på behållare

Pilotskaleanläggning



1 år nötflytgödsel,
1 år svinflytgödsel



Täckning av lager, nötflyt

Behållare:

9

8

7

6

5

4

3

2

1

B3

A3

C3

B2

A2

C2

A1

B1

C1

A) Gödsel utan strö



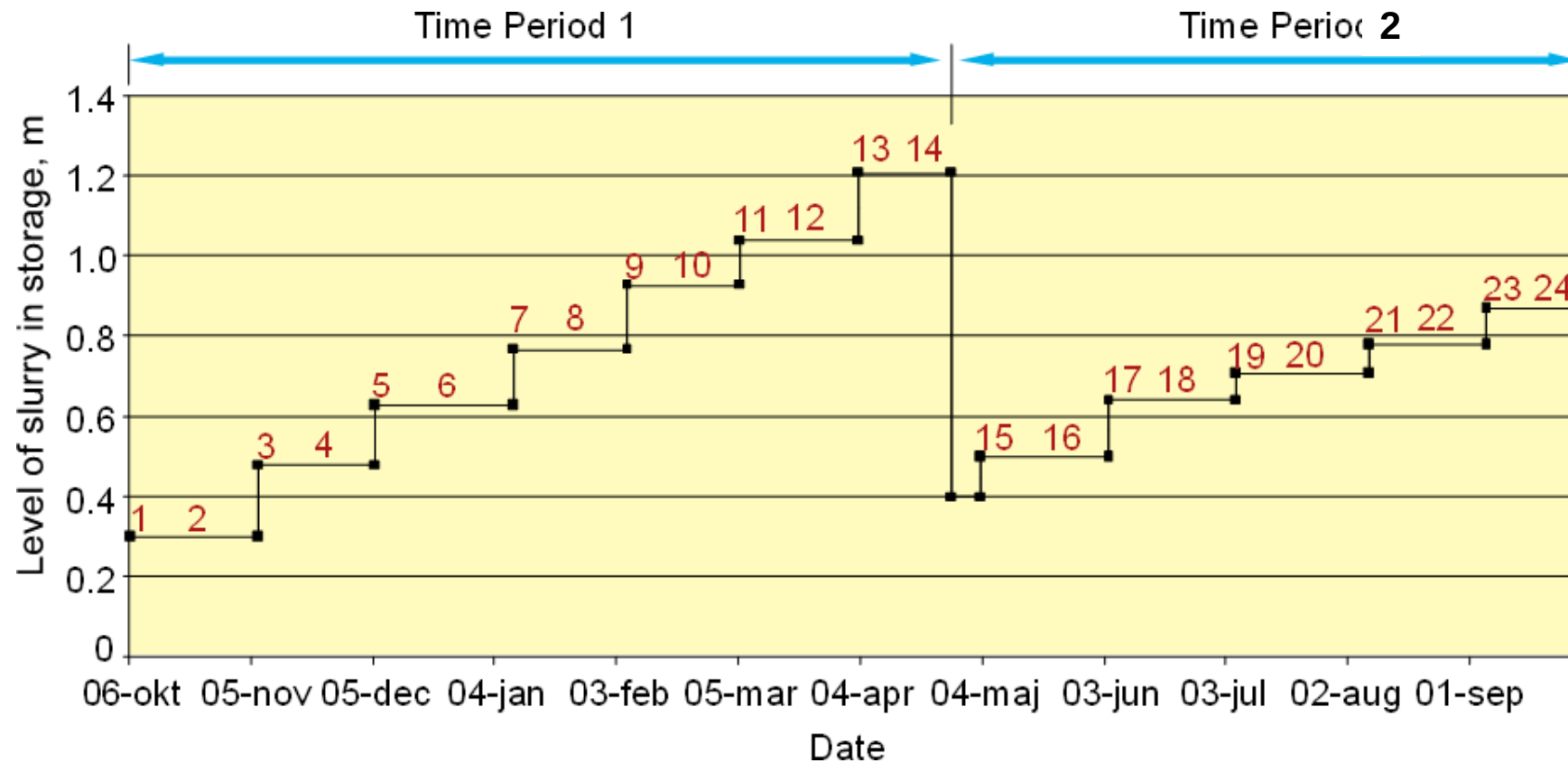
B) Halmsvämtäcke



C) Plastduk



Lagringsdynamik och **gasprovtagning**



Metanemissioner, g CH₄-C per kg VS

Rodhe m.fl., 2008. JTI-rapport nr 37	Metangasemissioner (g CH₄-C per kg VS) från respektive försöksled:		
Nötflytgödsel			
Tidsperiod	A	B	C
Period 1 (okt-april); 210 dagar	3,6	2,5	3,4
Period 2 (maj-okt); 157 dagar	6,5^b	6,8^b	3^a
Medeltal per år, g CH₄-C per kg VS	4,8	4,3	3,2

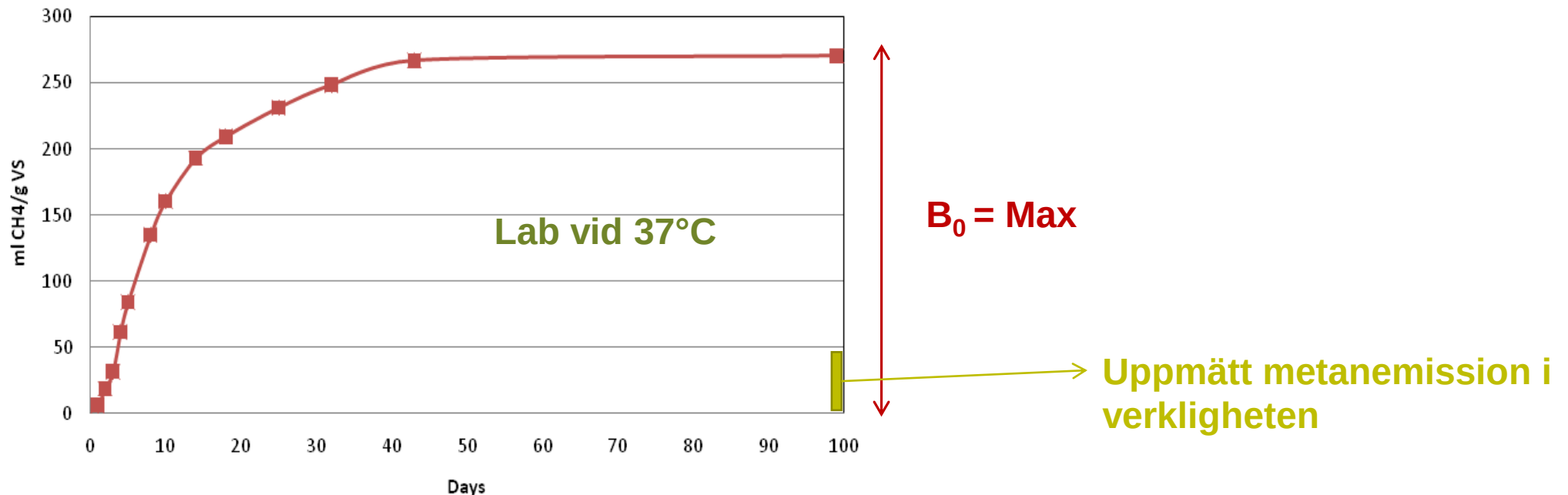
Rodhe m.fl., 2008. JTI-rapport nr 370

Definitioner B_0 och MCF

- B_0 : Maximal metanproduktion i relation till organiska innehållet i flytgödseln (ml/g or m³/ kgVS)

- $MCF^*, \% = \text{Uppmätt} / B_0$

*Methane conversion factor= $[\text{CH}_4 (\text{m}^3) / (\text{VS}_{\text{IN storage}} * B_0) (\text{m}_3)] * 100;$



Flytgödsel: MCF*, %

*Methane conversion factor= $[\text{CH}_4 (\text{m}^3) / (\text{VS}_{\text{IN lager}} * \text{B}_0) (\text{m}_3)] * 100$;

B_0 : maximala CH_4 produktionen för flytgödsel per kg VS (m^3 / kg)

Nötflytgödsel JTI-rapp. nr370	MCF (%)		
Tidsperiod	Utan täckning	Halmsvämtäcke	Plastduk
Period 1 (okt–april, 210 dagar)	2,0	1,5	1,9
Period 2 (maj–okt, 157 dagar)	3,6 ^b	3,8 ^b	1,7 ^a
Medeltal per år	2,7	2,5	1,8
Svinflytgödsel	MCF (%)		
Tidsperiod	Utan täckning	Halmsvämtäcke	Plastduk
Period 1 (okt–april, 213 dagar)	1,6	2,3	1,2
Period 2 (maj–okt, 152 dagar)	4,0	3,6	1,7
Medeltal per år	2,6	2,8	1,4
IPCC schablonvärden (≤ 10°C)	17	10	10

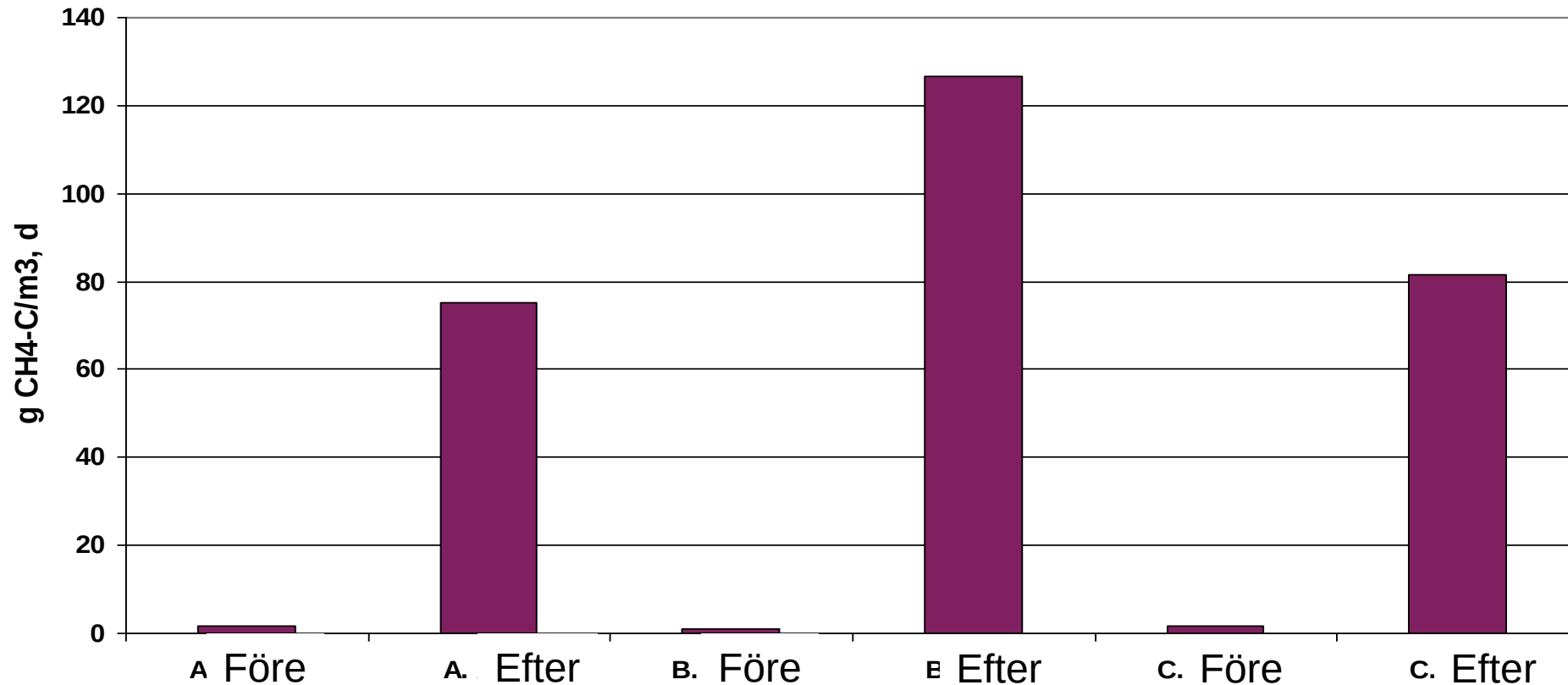
Numera använder Naturvårdsverket MCF av 3,5 % vid klimatrappporteringen

Omrörning 24 april, tömning och fyllning igen



Metanemissioner före och efter omrörning

Över tid dock ingen påverkan av omrörning på metanemissionerna (VanderZaag m.fl., 2009).
Men ammoniakavgången ökar med omrörning!



Slutsatser metanemissioner från flytgödsellager, nöt och svinflyt

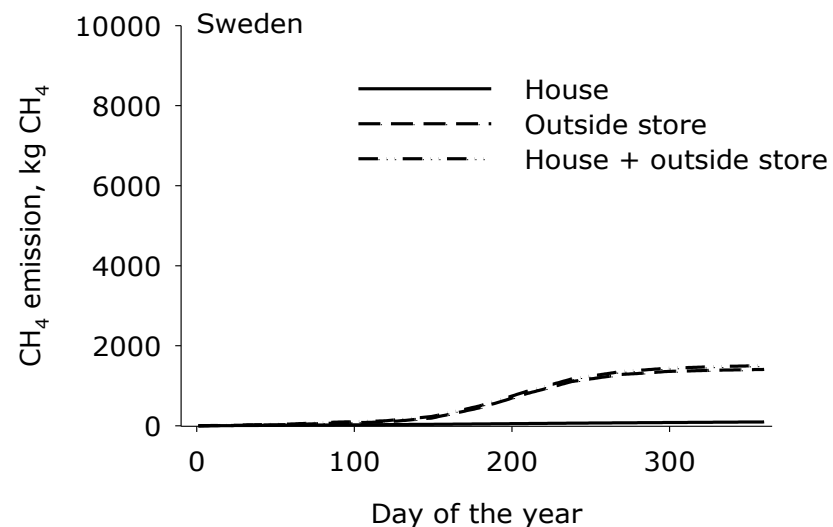
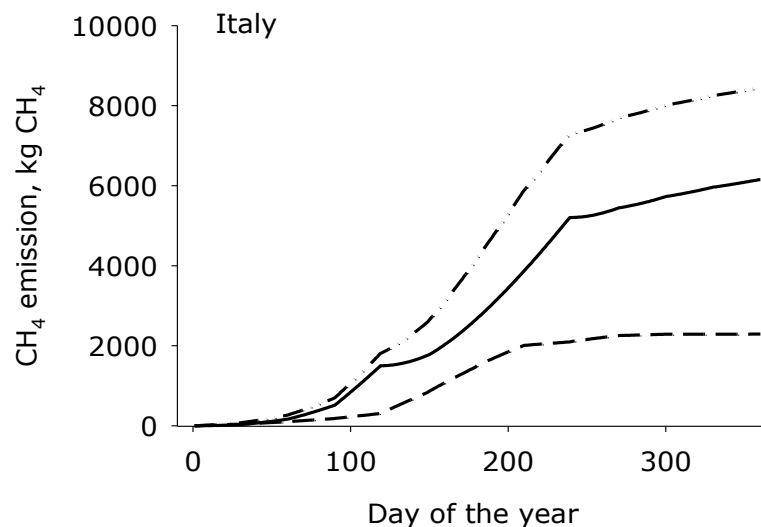
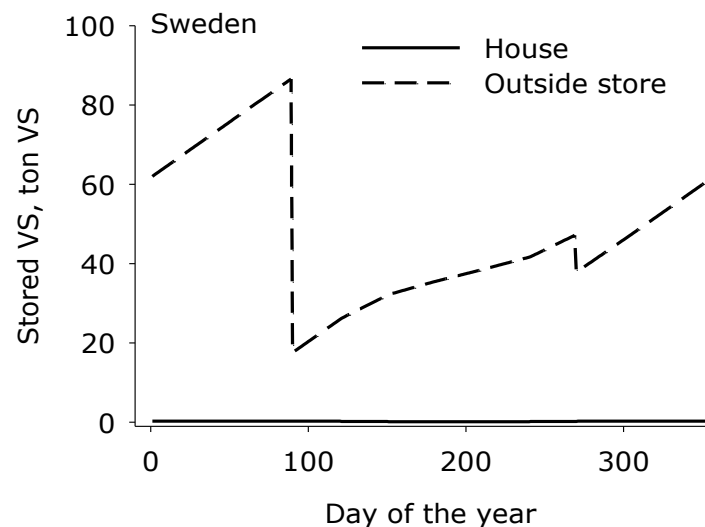
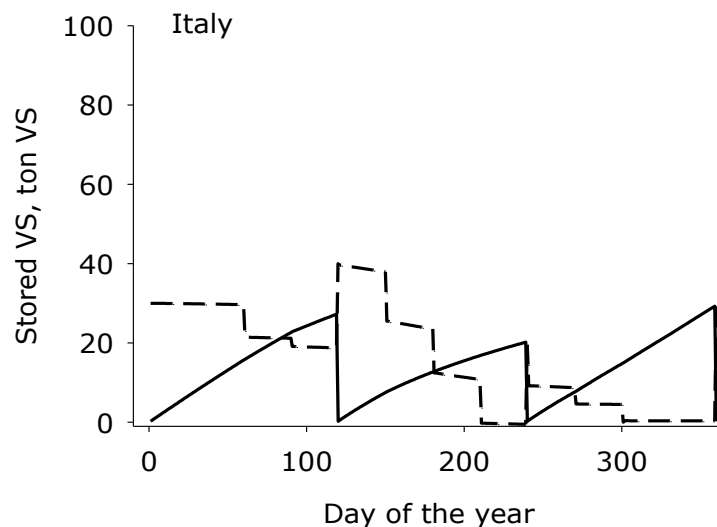
Under kalla delen av året (okt-april) låga emissioner under vintern från alla behållare: Lagra gödseln svalt!

Under varmare perioden (maj-oktober):

- I genomsnitt över tid var emissionerna av metan signifikant lägre vid täckning med plastduk jämfört med inget svämtäcke resp. täckning med halm
- Ingen signifikant skillnad mellan behållare utan svämtäcke och med halmsvämtäcke
- Avgången av metan ökade mycket kraftigt direkt efter omrörning jämfört med före omrörning speciellt från gödselbehållare med halmsvämtäcke. Enligt utländska mätningar ingen skillnad långsiktigt (dock, ammoniakavgången ökar vid mycket omrörning!)

Metanemissioner från kostall + lager i Italien och Sverige, 50 kor

(Sommer, Olesen, Petersen, Weisbjerg, Valli, Rodhe & Béline, 2009)



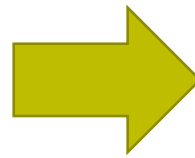
Vidareutveckling av modellen pågår i EU-projektet M4Models

Kontaktperson: Kristina Mjöfors



Slutsatser lustgasemissioner från flytgödsellager

- Lustgasemissionerna var mycket låga för nötflyt, med enstaka mättillfällen signifikant högre emissioner från nötgödsel med svämtäcke av halm än övriga led.
- I lager med svinflyt med halmsvämtäcke ("fluffigt") ca 0,7 % av total-N avgick som N_2O -N. Övriga led inga lustgasemissioner. (IPCC har 0,5 % av total-N som schablonvärde för halmsvämtäcke (och fastgödsellager)).
- Halmsvämtäcke med finhackad halm (medianlängd 2,3 cm) gav slät yta, vilket inte medgav luftpenetration och därmed mycket små lustgasemissioner.



Spridning

- Lustgas!
- Nötflytgödsel vall, efter första skörd
Myllning - icke myllning
- Svinflytgödsel öppen mark, tidpunkter, tekniker

Påverkande faktorer, lustgas från stallgödslad mark



Mark
fuktighet
temperatur
struktur
jordart
kväve- och koltillgång
gröda

Gödselns egenskaper
kväve- och kolinnehåll
pH

Spridning
dosering
teknik
giva
tidpunkt

Lantbrukaren
mangement
planering
gödsling

Lustgas

Utlakat nitratkväve
ger indirekt lustgas!

Ammoniakavgång
ger indirekt lustgas!

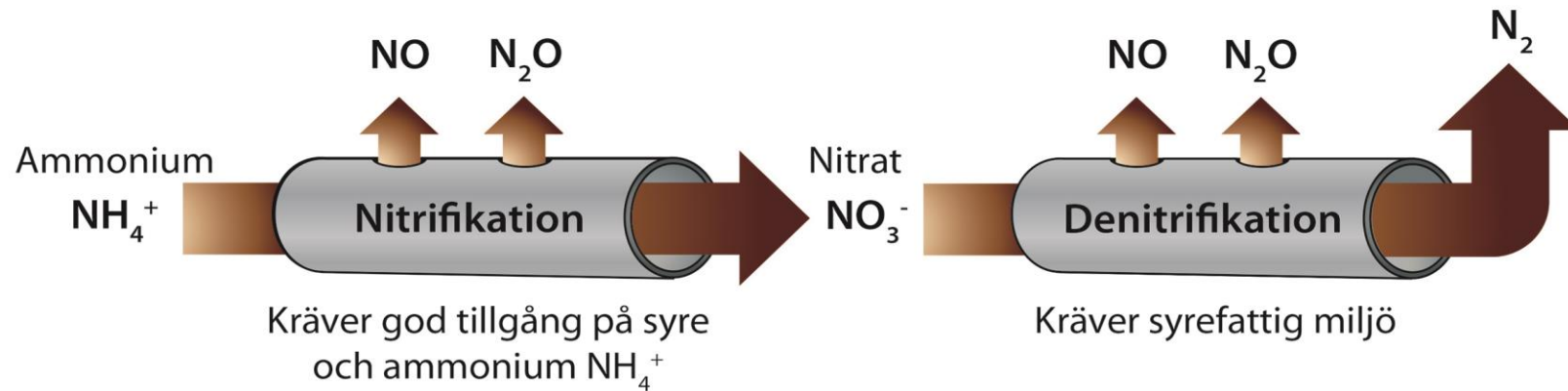
Markpackning



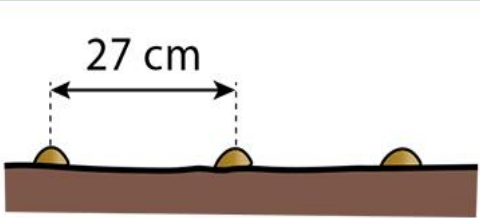
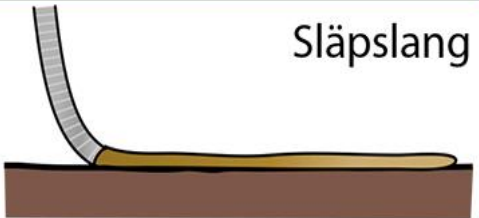
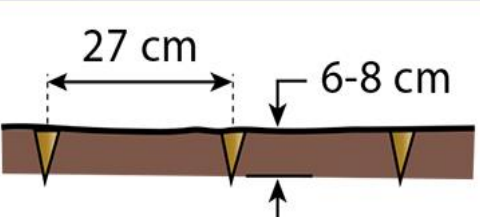
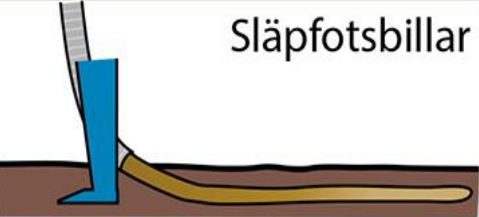
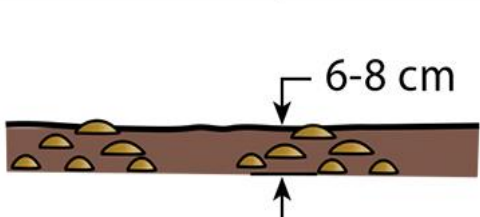
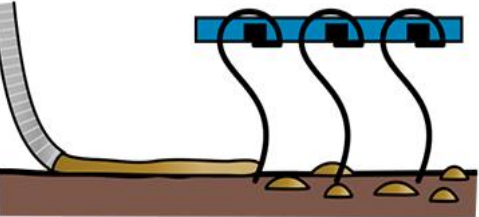
Illustration: Jordbruksverket

Lustgasbildning

- Främst från mark med kväve, lagrad fastgödsel och flytgödsel med svämtäcke (syretillgång)
- Både vid nitrifiering (syretillgång) och denitrifiering (syrebrist)
- Tillskott av extra kol och kväve stimulerar lustgasbildning
- Markförhållanden – från fuktigt till torrt och vise versa, tining – frysning



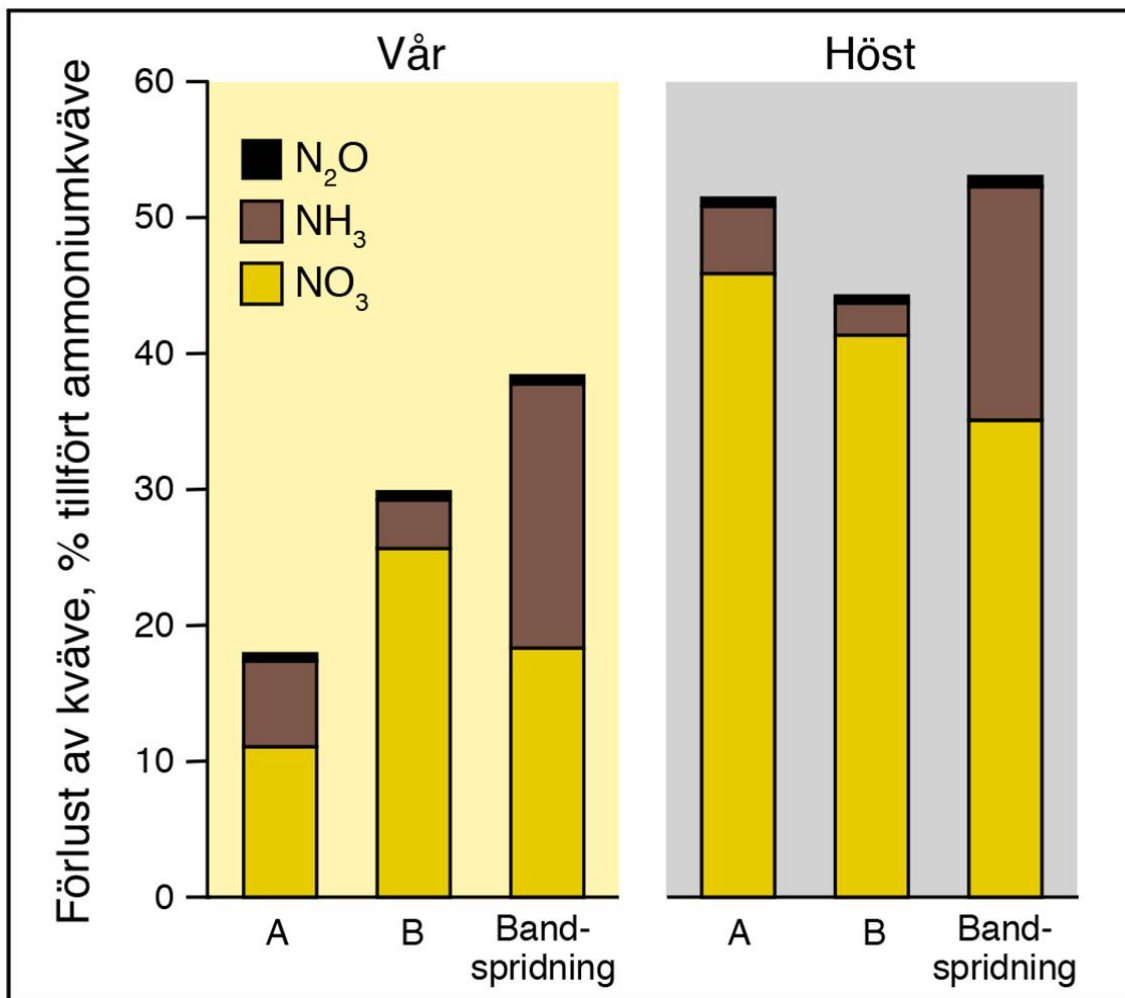
Kväveförluster (NH_3 , NO_3 , N_2O) vid ytmyllning av svinflyt, 2 spridningstillfällen (vår respektive höst)

Placering PÅ markytan		
Bandspridning		
Placering UNDER markytan (myllat)		
A: Öppen ytmyllning		
B: Bandspridning + harv		

Svensson & Lindén, 1998

Illustration: Jordbruksverket

Kväve vid spridning av svinflyt till stråsäd, 2 spridningstillfällen



Svensson & Lindén, 1998

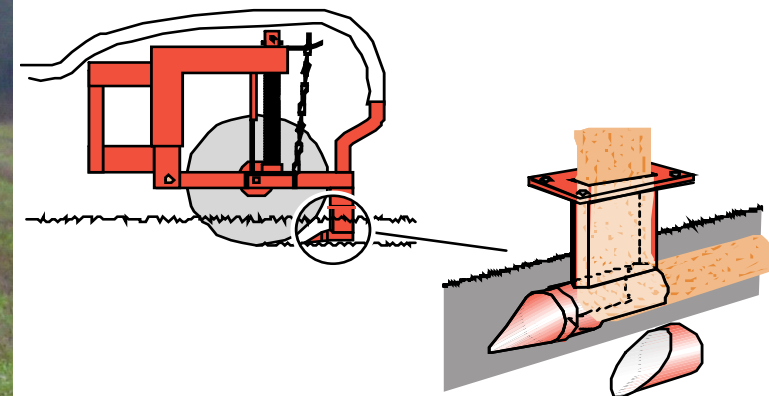
JTI-Tekla nr 65

Illustration: Jordbruksverket

Spridning i vall: Mätning NH_3 , N_2O , CH_4

I samarbete med IGER, UK och SLU





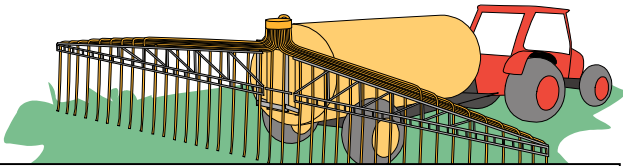
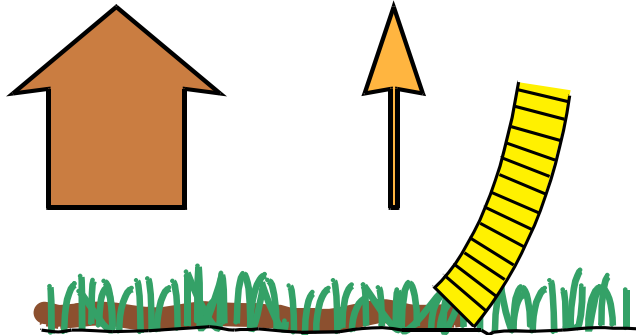
NH₃ och N₂O

Bandspridning vs Täckt ytmyllning

Bandspridning

NH₃
13 kg N/ha

N₂O
~0,2 kg N/ha

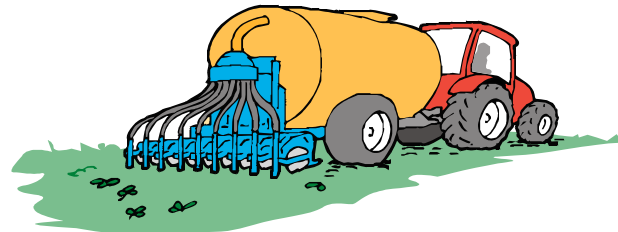
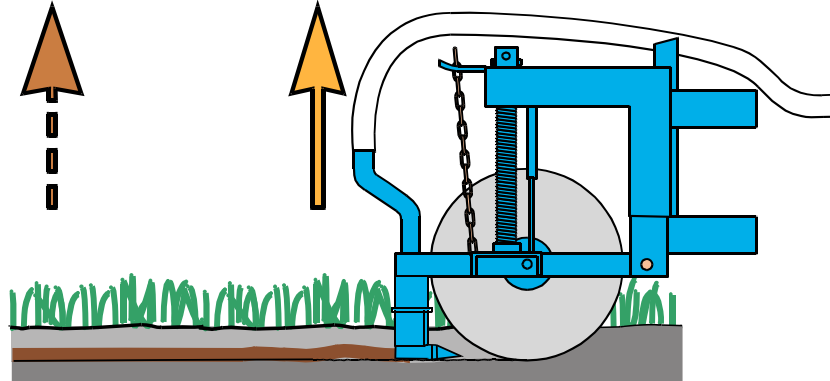


Ytterligare växthusgaser:
NH₃ indirekt N₂O,
påverkan tillverkning min-N,
min-N i mark

Täckt ytmyllning

NH₃
Ej detekterbar

N₂O
~0,7 kg N/ha



Rodhe m fl, 2005

JTI-rapport 337

N₂O-N i % av tot-N: Bandspridning 0,3%, täckt ytmyllning 1,1%

Svinflytgödsel i vårbruket respektive höstbruk



Bandspridning



Bandspridning med nedharvning direkt



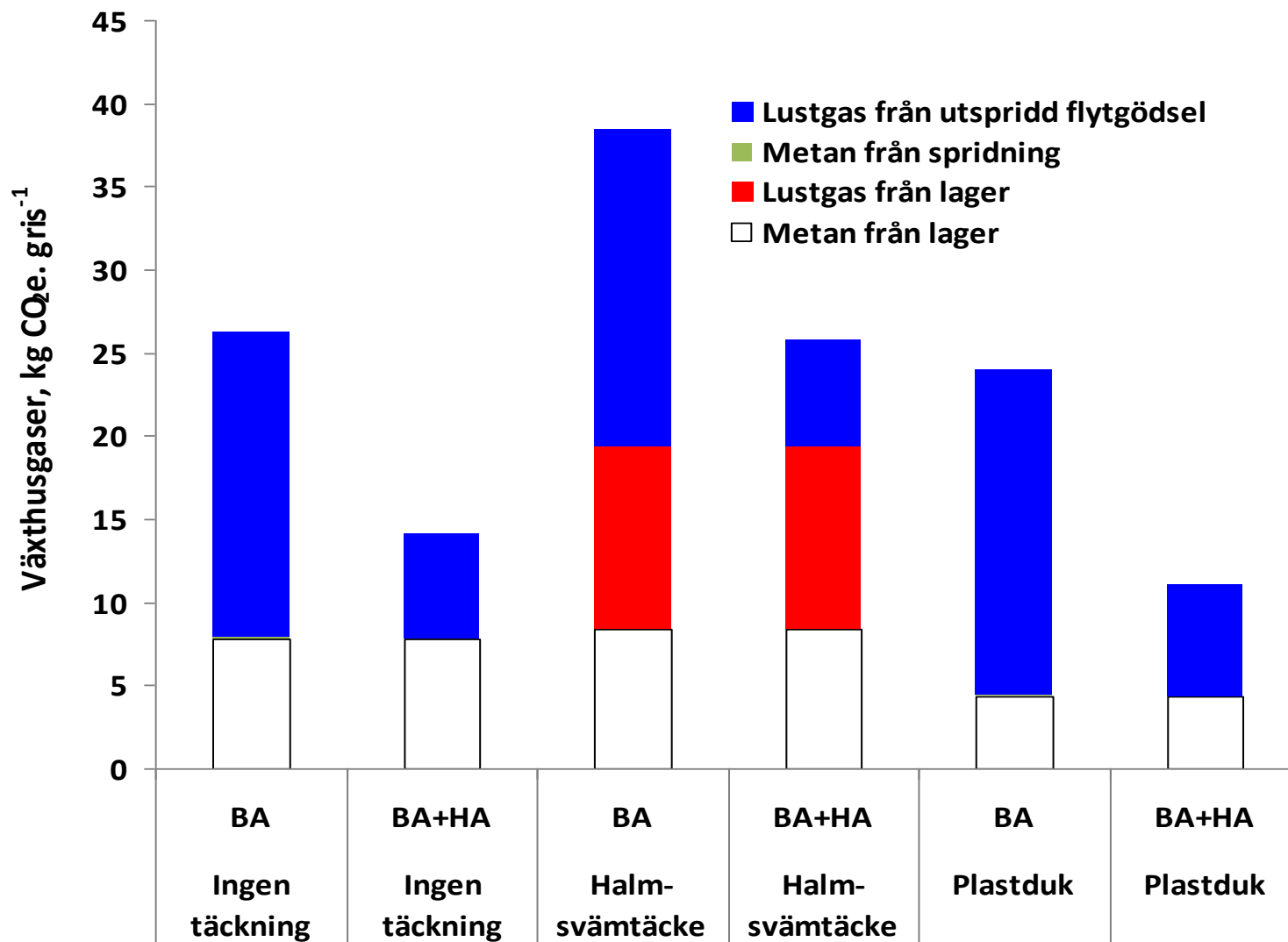
Rodhe et al., 2012

Kväveemissioner i form av N₂O

Tid	Behandling	Kg N20-N/ha	% av tot-N	% av NH4-N
Vårbruk	Ingen stallgödsel	0,04	-	
	Bandspridning, 30 ton/ha	1,57	1,35	1,89
	Bandspr. + harv	0,56	0,46	0,65
Höstbruk	Ingen stallgödsel	0,30	-	-
	Bandspridning 28 ton/ha	1,36	0,77	1,08
	Bandspr. + harv	1,63	0,97	1,35

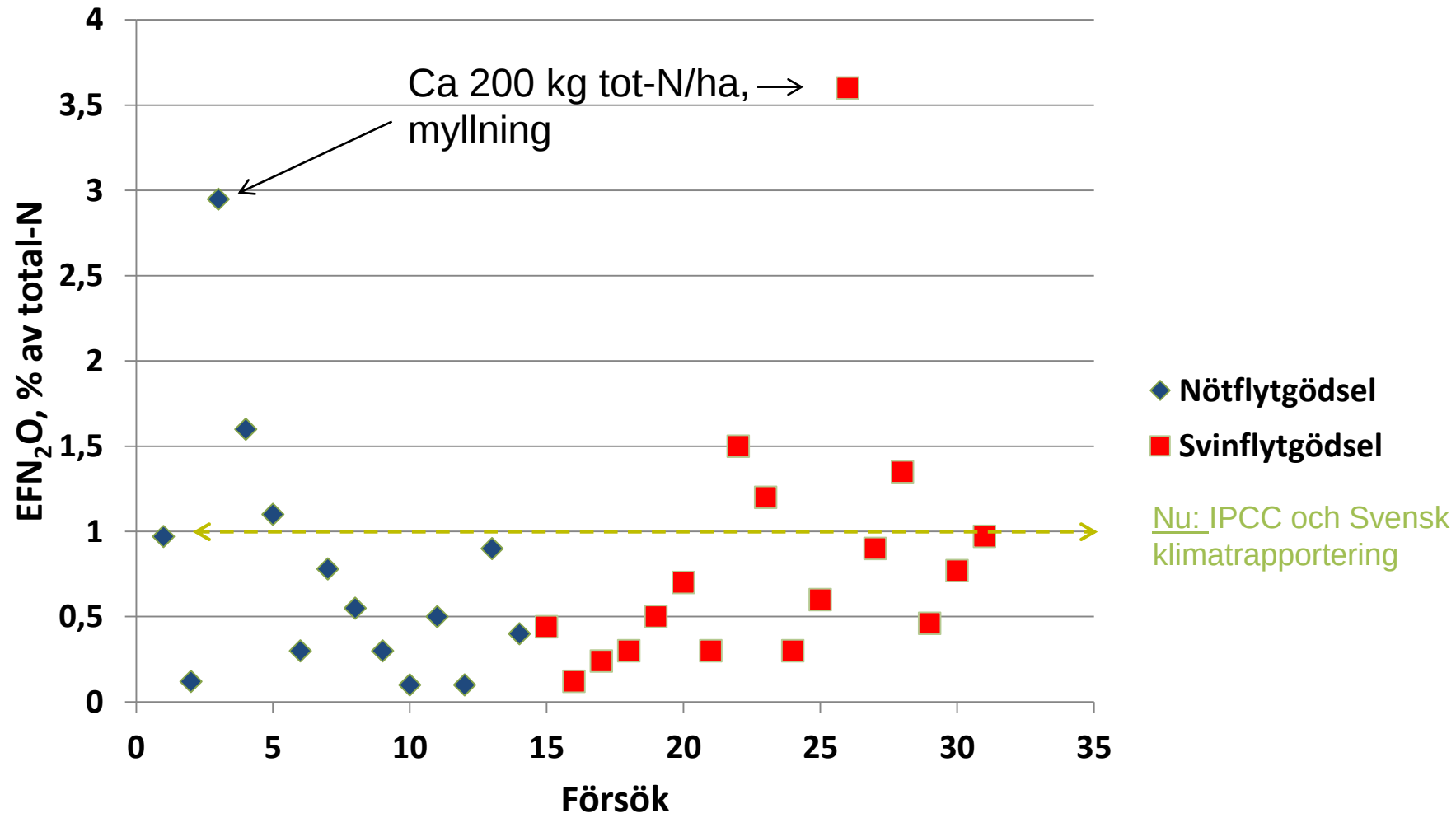
Rodhe et al., 2012

Lagring och vårspridning av svinflytgödsel: kg CO₂ekv per gris



Rodhe et al., 2012

EF_{N₂O} från litteraturen: Nöt- och svinflytgödsel (JTI-rapport 402, bilagor 2 och 3)



Lagring av fastgödsel

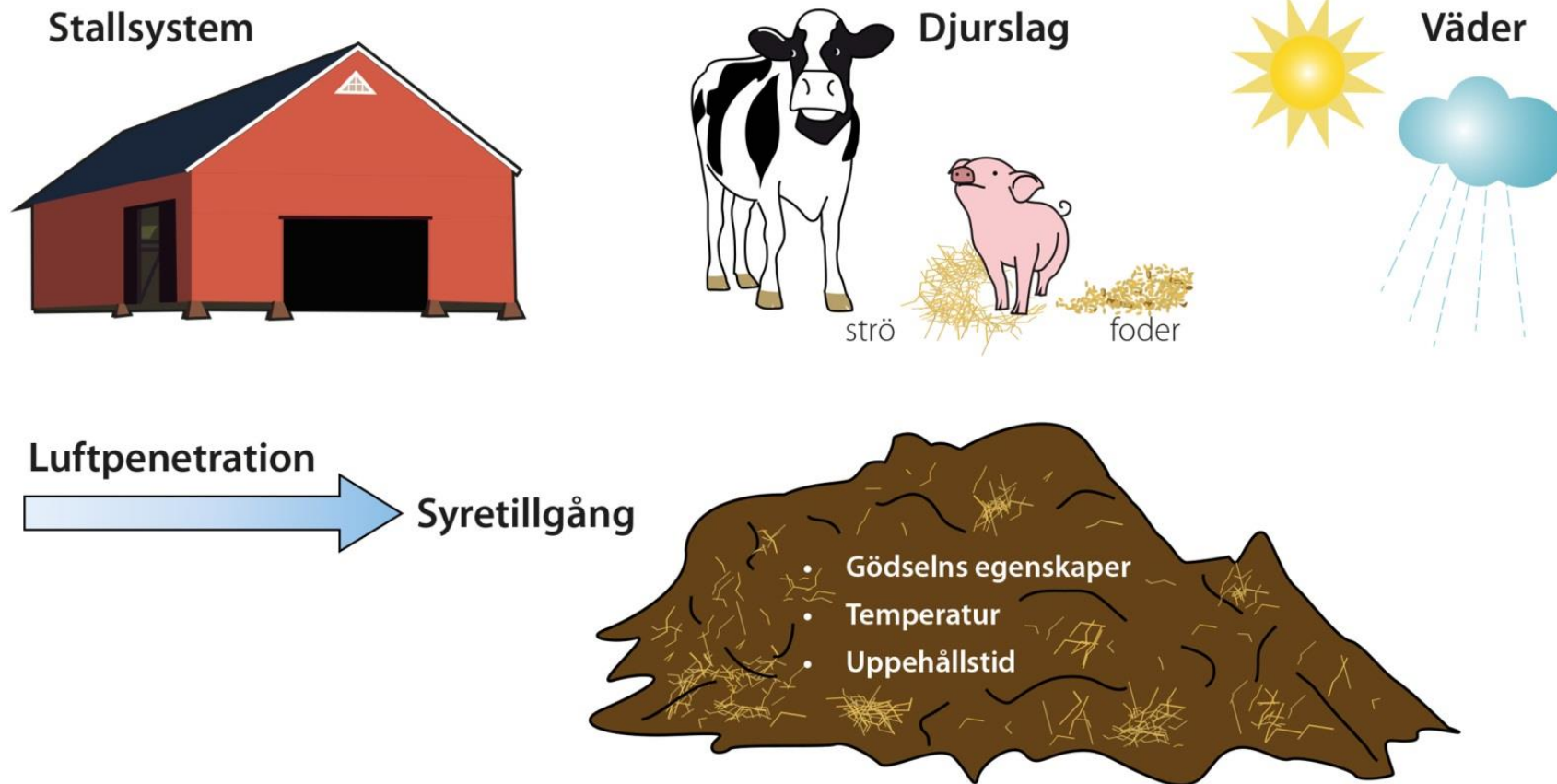


Illustration: Jordbruksverket

Fastgödsel (JTI-rapport 402).

Mindre antal försök

Lagring

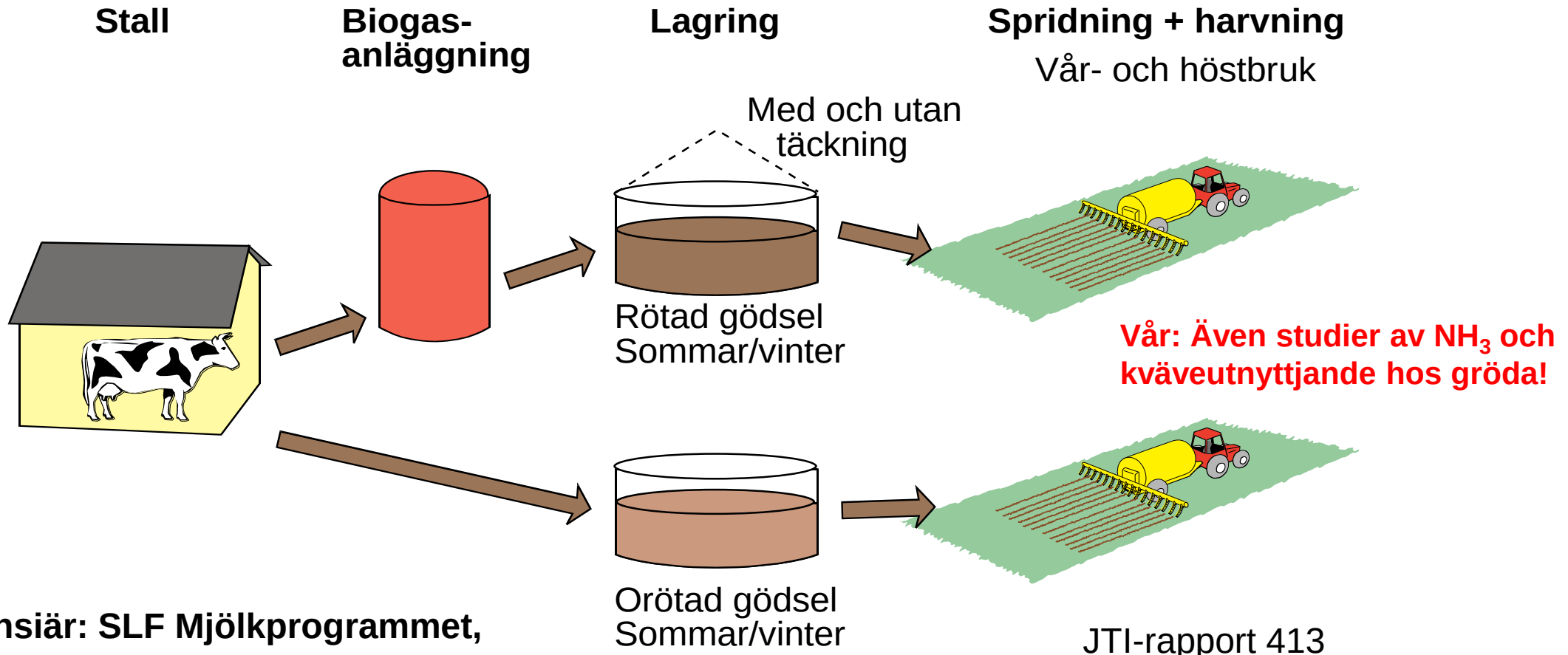
- Risk för höga lustgasemissioner, speciellt från djupströgödsel (2,5-9,8 % av total-N).
- Metan från nötkletgödsel eller kompakt gödsel.
- Täckning av fastgödselhögar med plastduk minskar effektivt N_2O -emissionerna. Kan också minska metan genom försämra komposteringen (liten temperaturhöjning).
- Nystartat projekt rörande lagring av gödsel från värphöns!

Spridning

- Litteraturgenomgång visar medeltal för EF_{N_2O} för fastgödsel på 2,2 % av total-N utan nedbrukning och 1,3 % med nedbrukning. För svinfastgödsel högre vid nedbrukning än ej nedbrukning. Lågt för fjäderfägödsel.

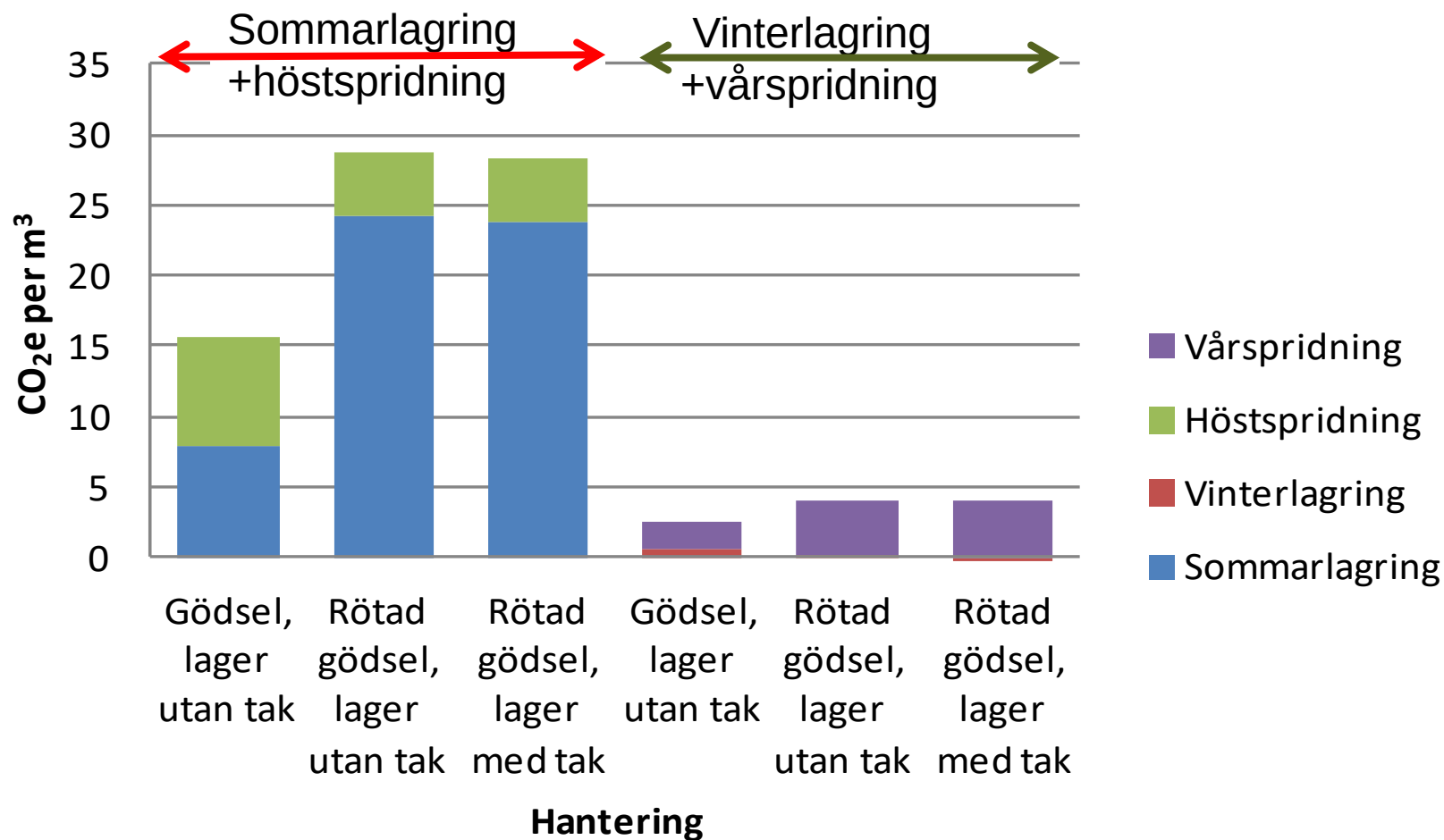
Se kedjorna!

Växthusgaser från lager och efter spridning av rötad respektive icke rötad nötflytgödsel

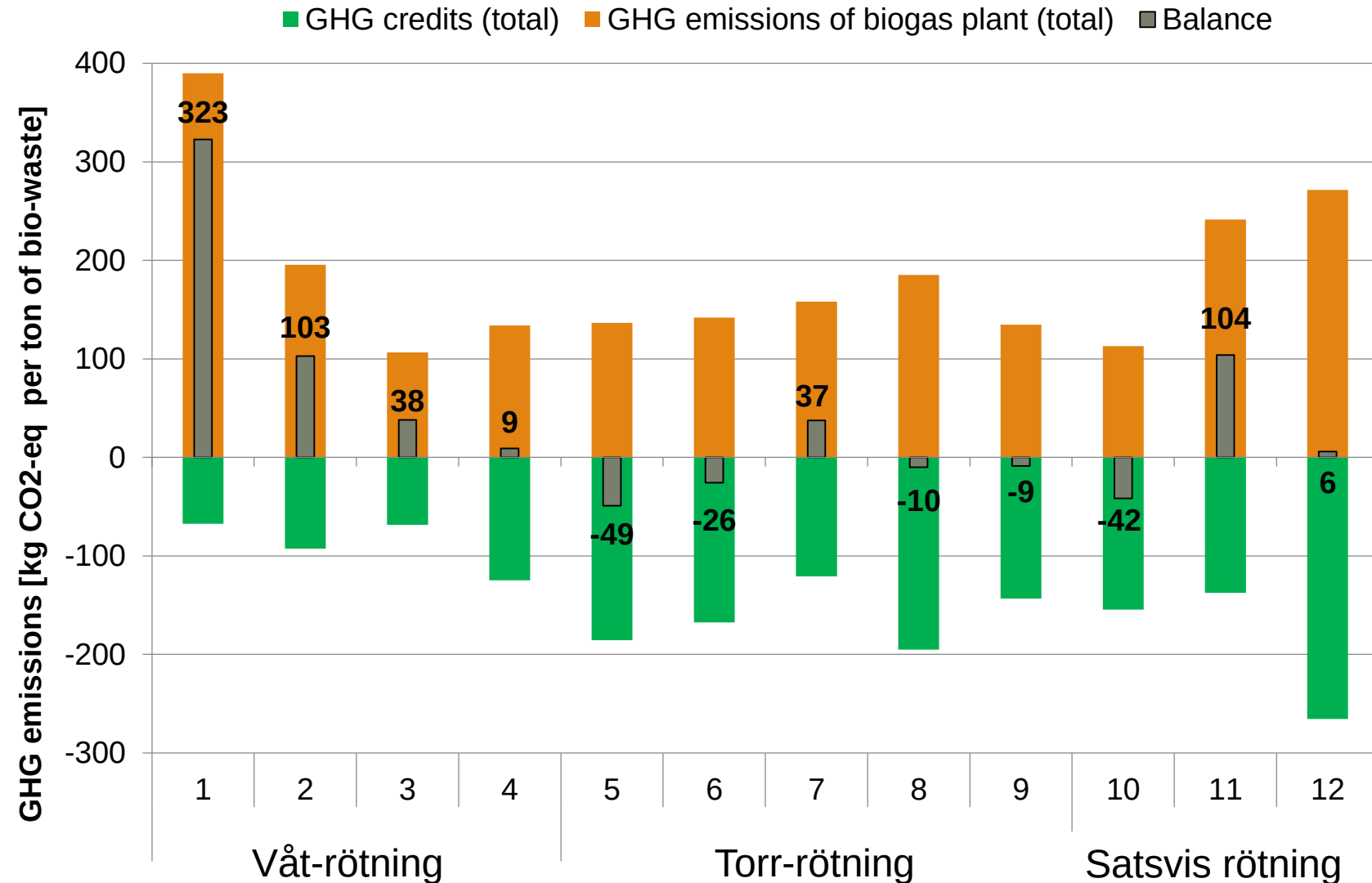


Finansiär: SLF Mjolkprogrammet,
År 2009-2013

Klimatpåverkan hela kedjorna inklusive indirekt N₂O från ammoniak



Biogasanläggning, balans CO₂-ekvivalenter vid rötning av hushållsavfall (12 anläggningar)



Daniel-Gromke et al., 2015

Uppsamling av metan från lager



Demonstrationsgård 'De Merke',
Nederländerna



Uppehållstid rötkammare: 24 eller 48 dagar?

B) Rötkammare 1,
HRT 24 dagar (DR1)

C) Efterrötkammare (2), HRT
24 dagar, totalt 48 d. (DR2)



A) Kontroll: Orötad gödselblandning:
nötflytgödsel och hackad ströbädd (CS)

Rodhe et al., 2018.

Resultat: Olika uppehållstid i rötkammare, GWP_{100} , CO_2 eqv. original- m^{-3}

Typ av gödsel	Metan Medel, g CO_2 eqv. original- m^{-3}	Lustgas Medel, g CO_2 eqv. original- m^{-3}	Summa Medel, g CO_2 eqv. original- m^{-3}
A) Orötad (CS)	11,0^c	4,8^a	15,7^b
B) Rötad (DR1) 24 dagar	25,8^a	0,1^b	26,0^a
C) Rötad (DR2) 48 dagar	18,4^b	0,0^b	18,4^b

Surgörningsteknik från Danmark

- Tillsats av svavelsyra 2-6 liter per m³



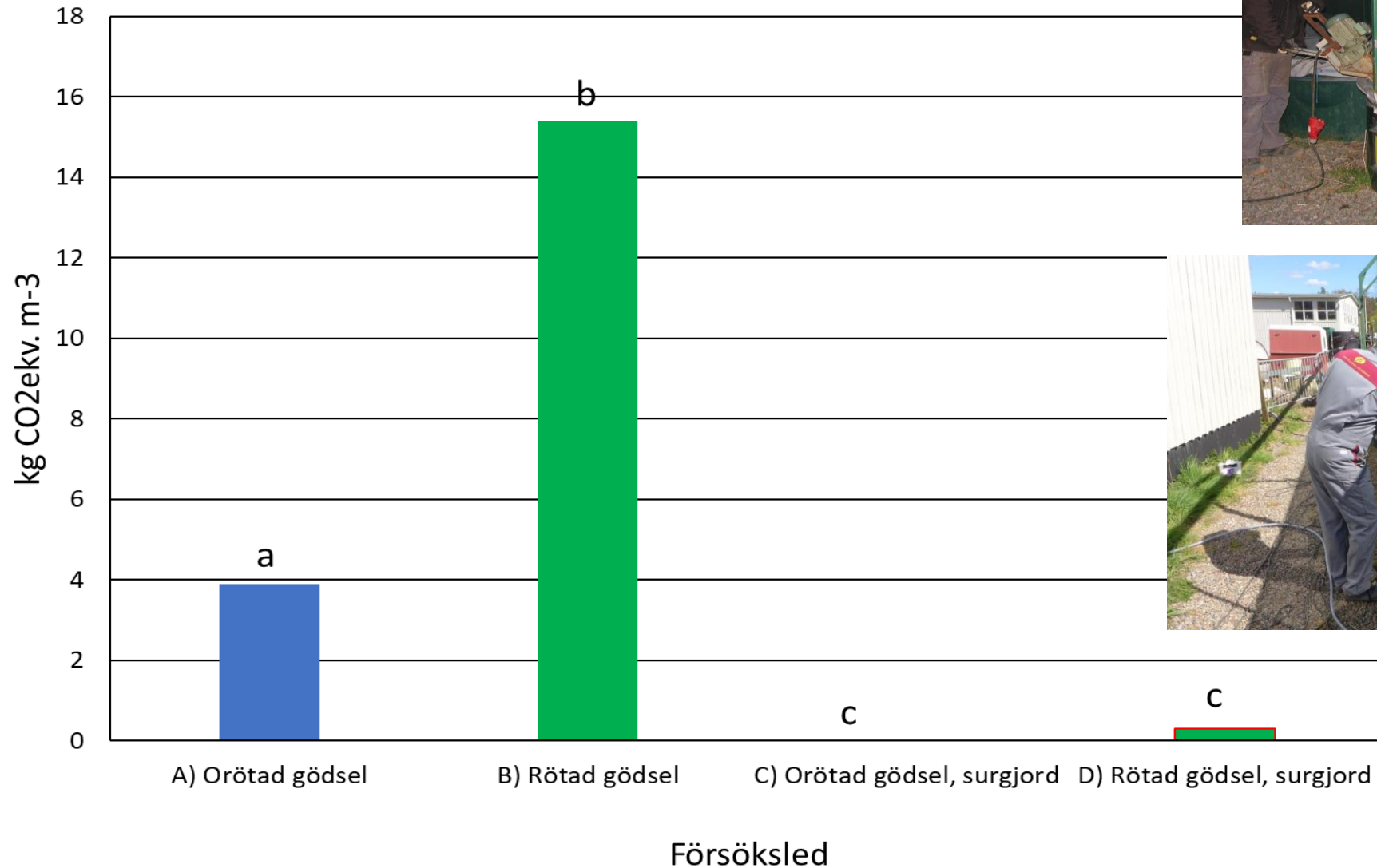
Tillsats i lager: pH 5,5



Tillsats vid spridning: pH 6,4

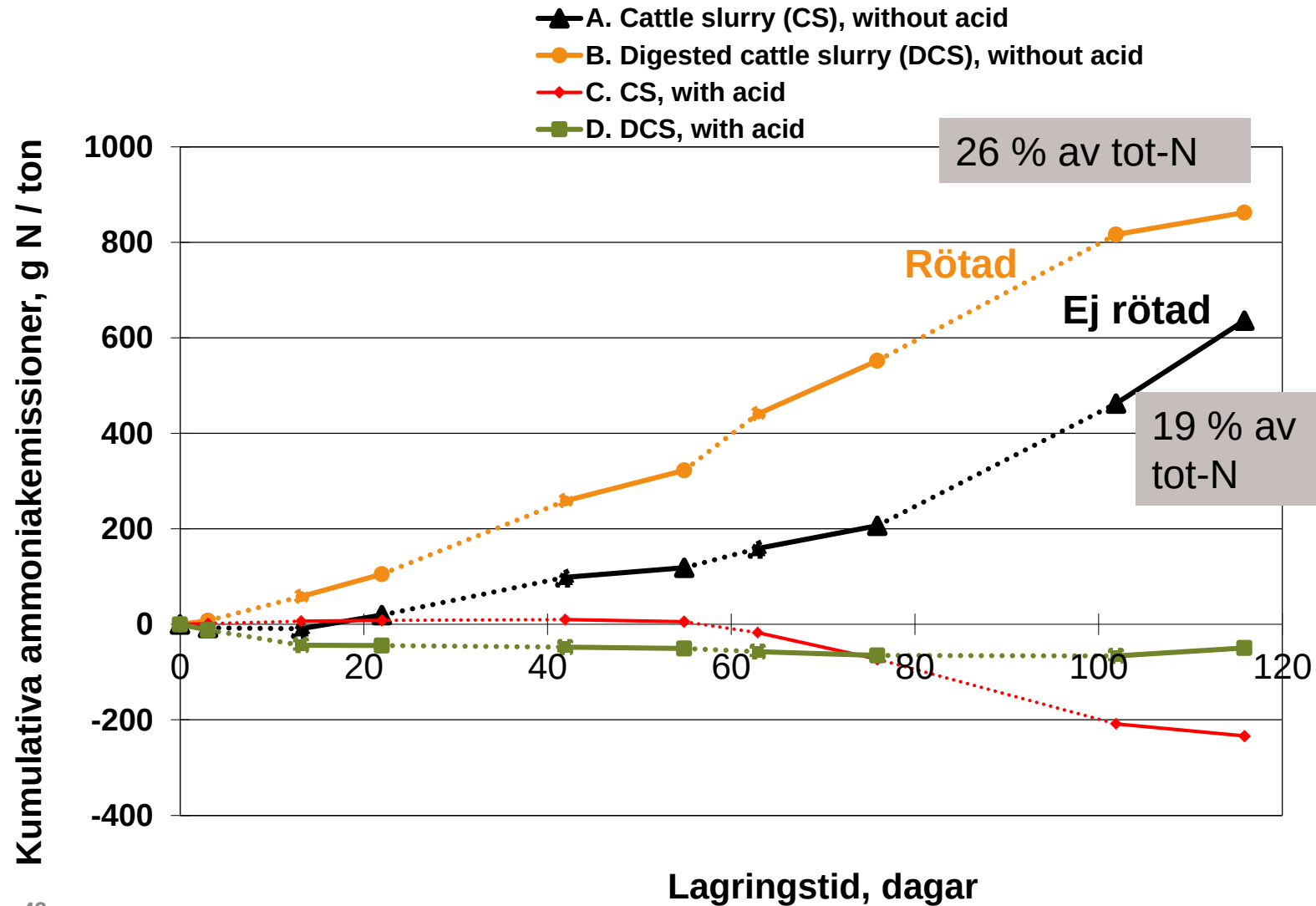
Surgörning, påverkan på metanemissionerna

(Rodhe m.fl., 2018)



Minskar också ammoniakavgången!

RISE-rapport 2019:51



Sammanfattning

- Lagra gödsel svalt.
- Val av täckningsmaterial för flytgödsel har betydelse.
- Täckning av fastgödselhögar med plastduk minskar effektivt lustgasutsläpp.
- Lite lättlösligt kväve i marken på hösten och gödsla när grödan har N-behov, samt dosera efter behov.
- Finfördela fuktiga partier av flytgödsel eller fasta gödselklumpar i marken.
- Rötad gödsel kan ge stora metanutsläpp under lagring. Lång rötningstid minskar förlusterna i lager. Uppsamling av gas bästa alternativ.
- Surgörning av gödseln minskar metan och ammoniakemissioner.
- Se hela kedjan, så att t.ex. inte metanreducerande åtgärder medför förhöjda utsläpp av lustgas eller ökad energiförbrukning.

**RISE (och JTI-)-publikationer
(sök i DIVA):**

<https://www.rise.se/sv/om-rise/vetenskapliga-publikationer>

**Greppa Näringen:
Praktiska råd nr 22 +
PP-presentation**

*Industriforskningsinstitutet SP, JTI,
Swedish ICT och Innventia har gått
samman i RISE (www.rise.se)*

Växthusgaser och stallgödsel

JTI-rapport nr 337:

'Täckt ytmyllning av flytgödsel i vall – teknikutveckling, ammoniakavgång, växthusgaser och avkastning'

JTI-rapport nr 370: 'Växthusgasemissioner från lager med nötflytgödsel'

JTI-rapport nr 402:

Växthusgaser från stallgödsel - Litteraturgenomgång och modellberäkningar

JTI-rapport nr 413:

Växthusgaser från rötad och orötad nötflytgödsel vid lagring och efter spridning

JTI-rapport 427: Kontrollerad trumkompostering med liten klimatpåverkan

RISE-rapport 2018:18: Åtgärder för att minimera växthusgasutsläpp från lager med rötad och orötad gödsel

RISE-rapport 2019:51: Ammonia emissions from storage: non-digested and digested cattle slurry, with and without acid.

TACK!

Lena Rodhe

E-post: lena.rodhe@ri.se

Telefonnummer: 010-5166951; 076-1031333

Research Institutes of Sweden

ENHET: Jordbruk och livsmedel

