Växthusgasförluster vid lagring och spridning av stallgödsel och klimatsmart gödselhantering

Lena Rodhe, forskare, docent

Kurs för klimatrådgivare inom Greppa Näringen,
8 oktober 2020

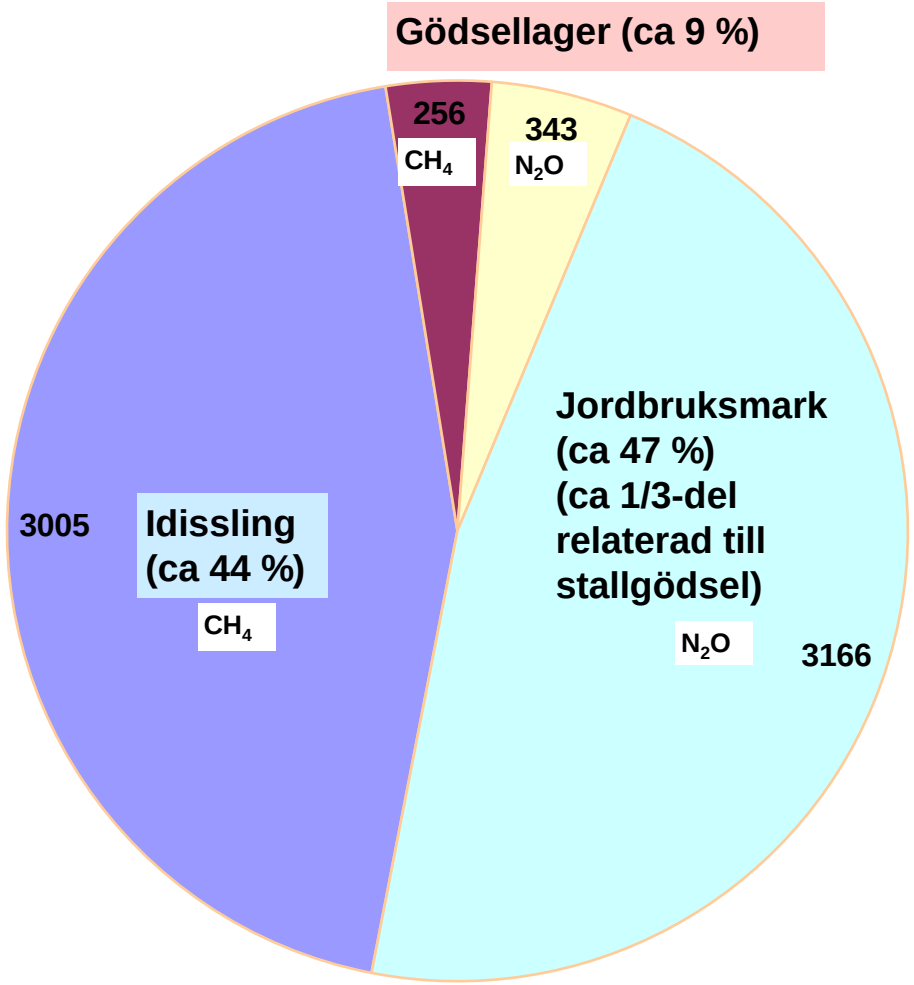
Distanskurs

Research Institutes of Sweden

ENHET: Jordbruk och livsmedel

Utsläpp från jordbruket, lustgas och metan

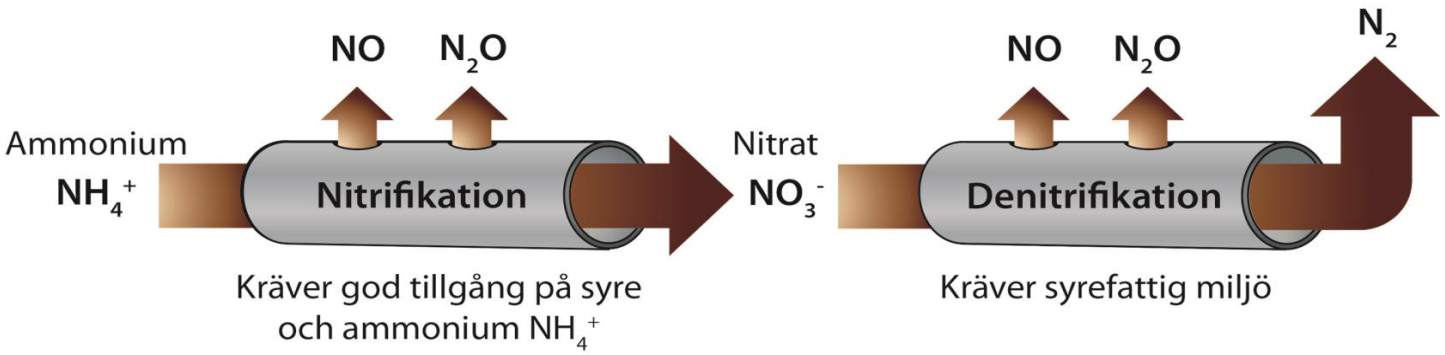
Utsläpp från jordbruket 2015 (Naturvårdsverket, 2016)
Enhet: Kiloton CO_2-ekvivalenter per år (totalt 8504 kiloton/år)



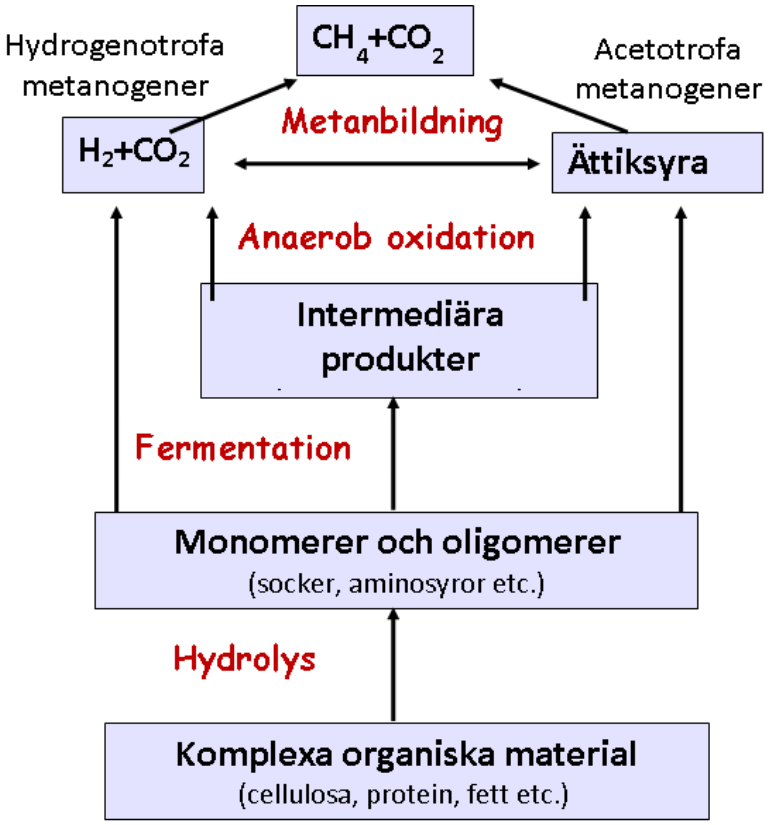
Växthusgas

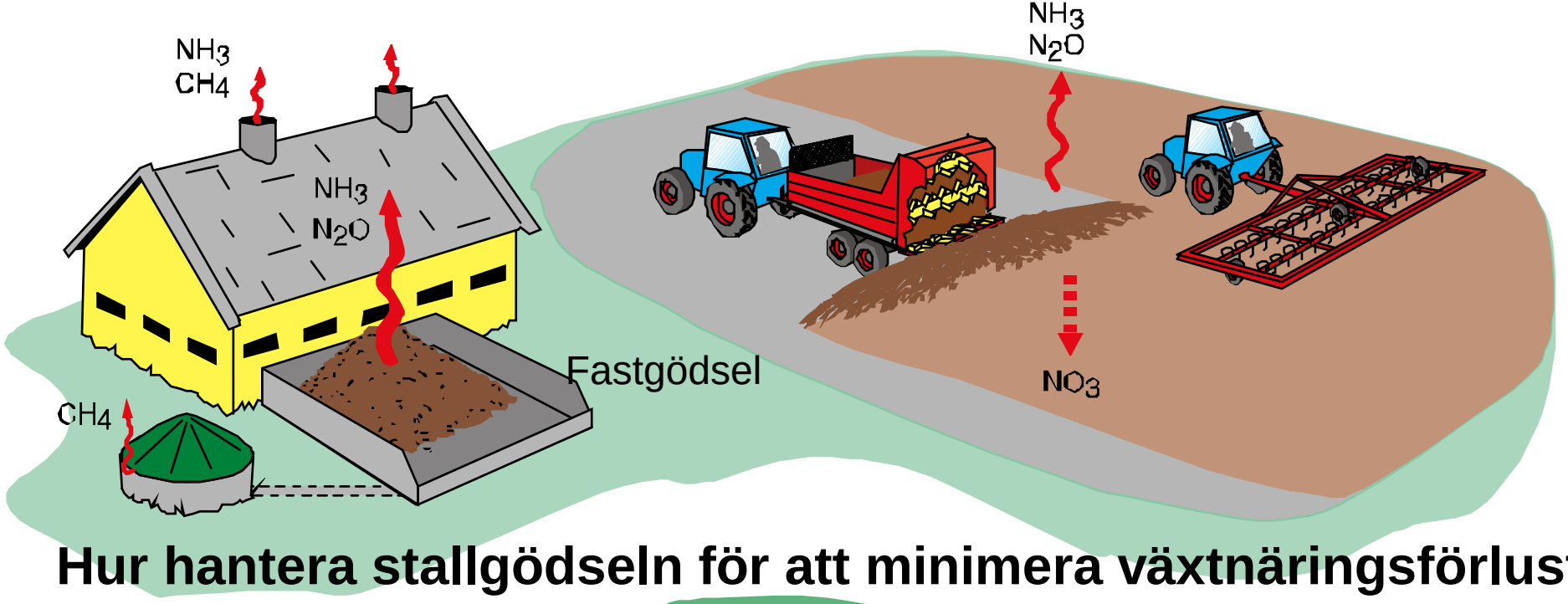
- Global uppvärmningseffekt under 100 år (GWP_{100}) av metan är 28 ggr högre än koldioxid och av lustgas 265 ggr högre (2013). (NV räknar från 2014 med 25 resp. 298; tidigare med 21 resp. 310)
- Uppvärmningseffekten räknas om till koldioxidekvivalenter (CO_2 ekv.)

Lustgasbildning

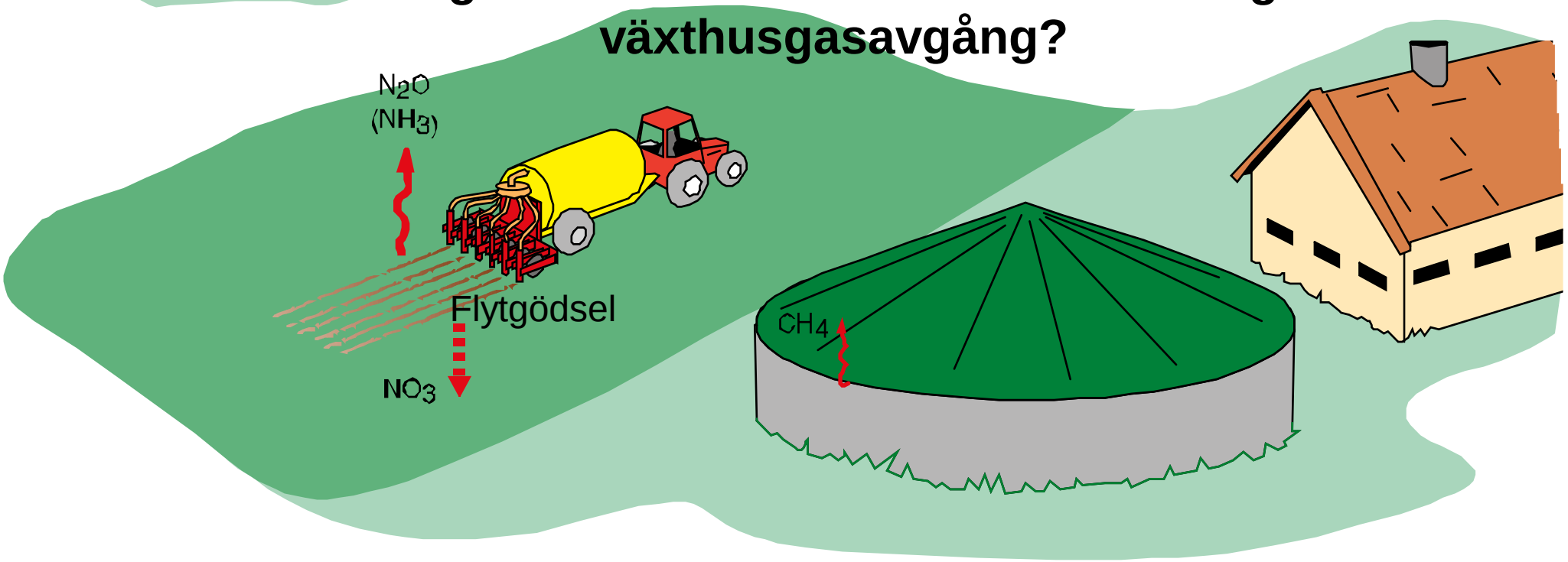


Metanbildning



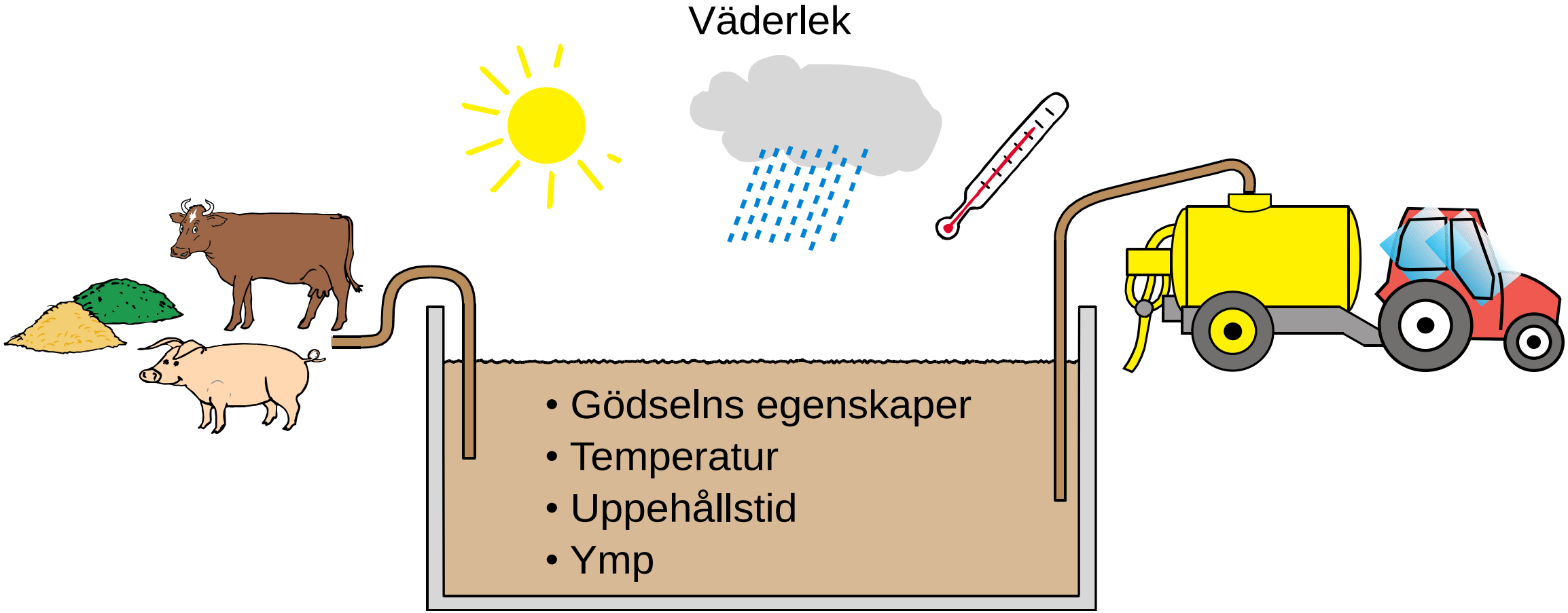


Hur hantera stallgödseln för att minimera växtnäringsförluster och växthusgasavgång?



Lagring: Metan från flytgödsellager, påverkande faktorer

Metan bildas under syrefattiga (anaeroba förhållanden) i hela gödselvolymen



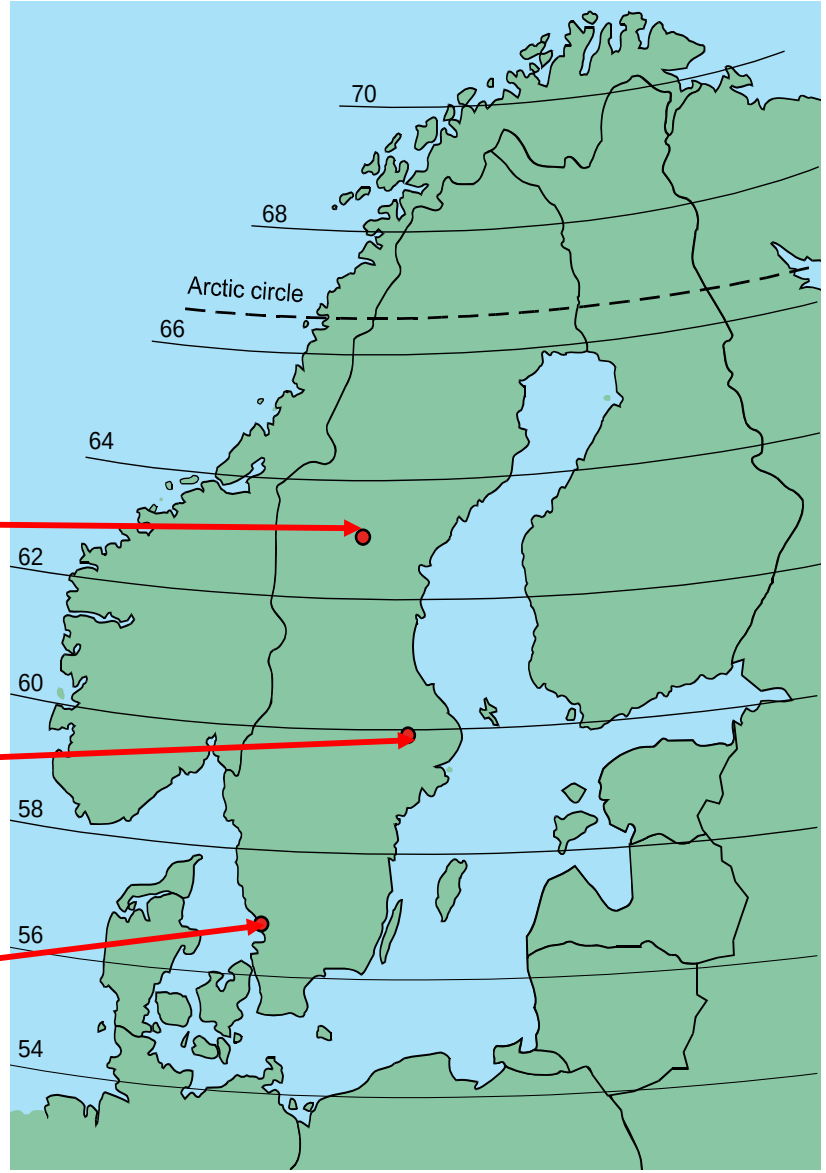
Gödselns medeltemperatur under ett år

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

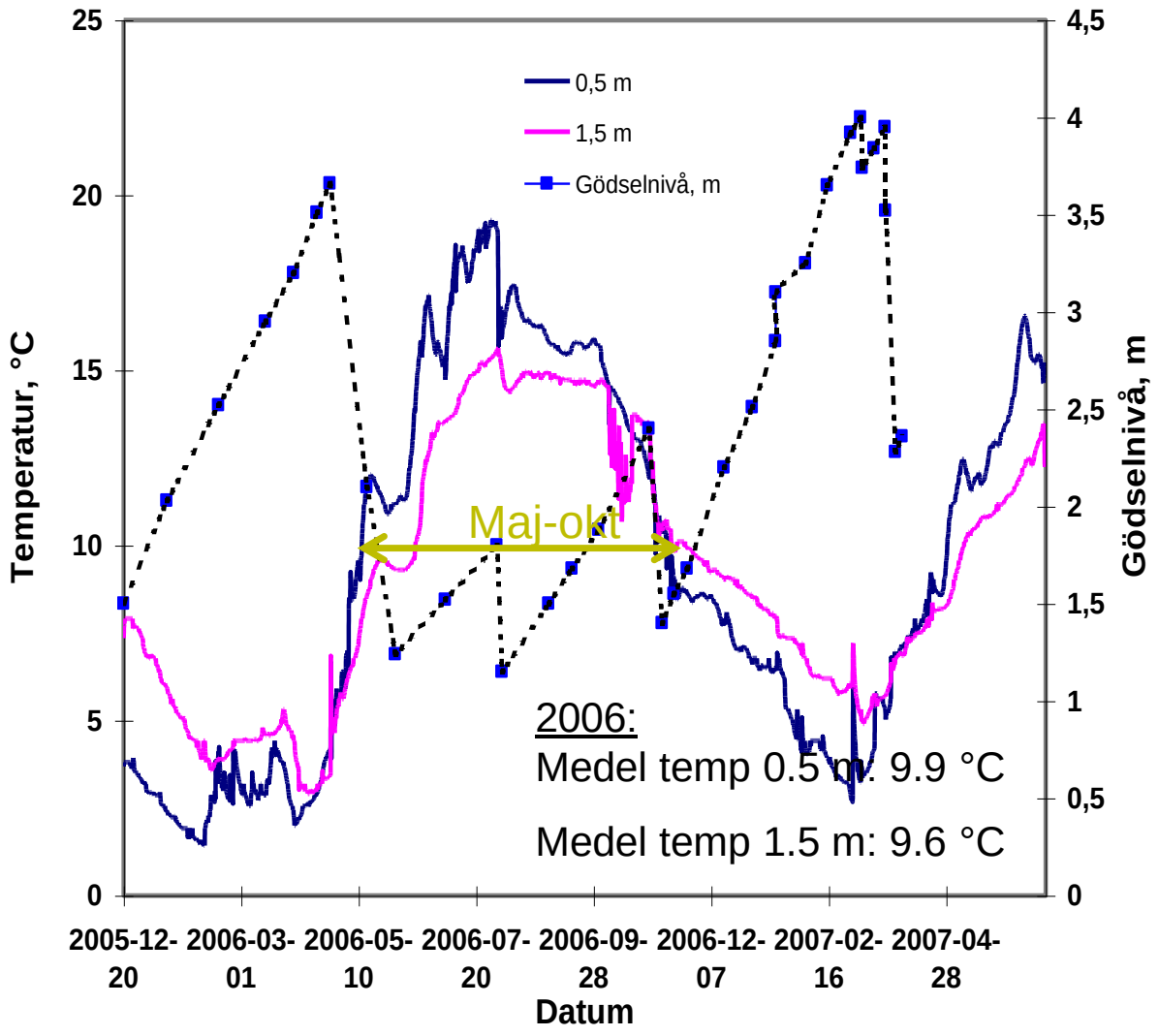
Luft	5,9°C
Gödsel	5,6°C

Luft	7,4°C
Gödsel	8,1°C

Luft	7,6°C
Gödsel	9,7°C



Halland, sydvästra Sverige



Rodhe m.fl., 2008. JTI-rapp.370

Ex. Studie av temperatursänkning med och utan skuggtak

Lyft av skuggtak till behållare (nättak)

Andra metoder i studien:
Design lager (förhållande djup:yta

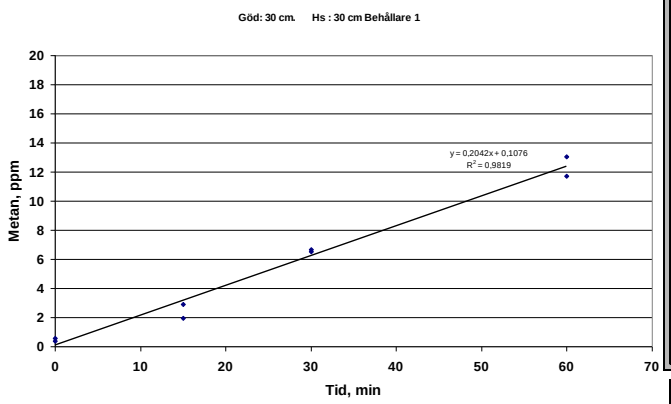
Nytt pågående projekt:
Temperaturmätningar pågår för att se vilken effekt ger skuggtak, design behållare respektive presseningstak på gödseltemperaturen.

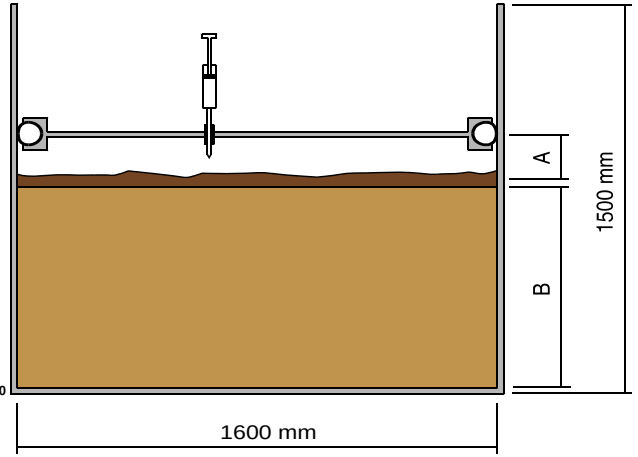
Kontaktperson RISE:
Kristina Mjöfors

Europeiska jordbruksfonden för landsbygdsutveckling: Europa investerar i landsbygdsområden

Nedsänkning av tak på behållare

Pilotskaleanläggning





1 år nötflytgödsel,
1 år svinflytgödsel

Täckning av lager, nötflyt

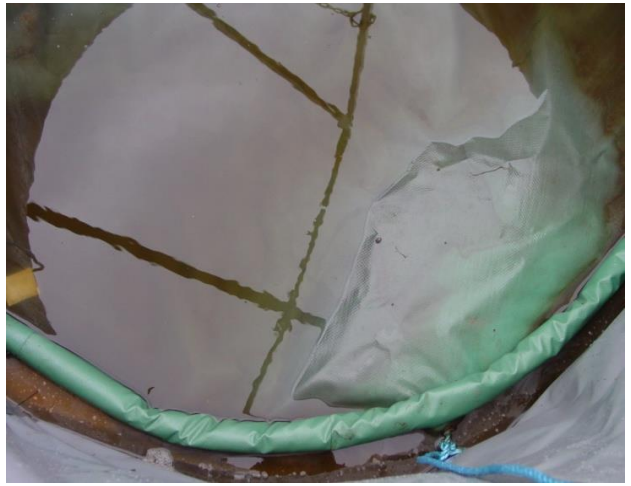
Behållare:

9	8	7	6	5	4	3	2	1
B3	A3	C3	B2	A2	C2	A1	B1	C1

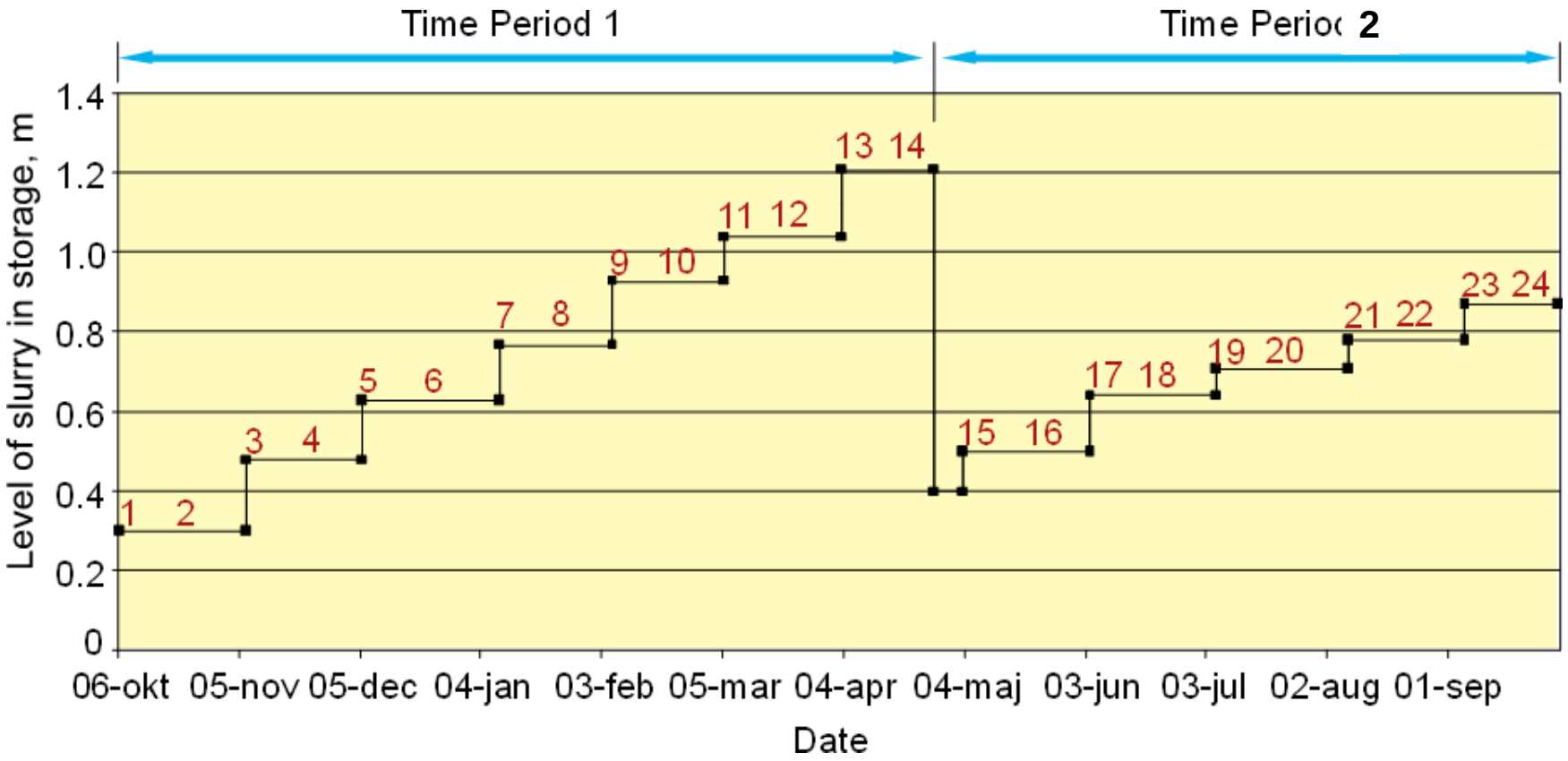
A) Gödsel utan strö

B) Halmsvämtäcke

C) Plastduk



Lagringsdynamik och gasprovtagning



Metanemissioner, g CH_4-C per kg VS

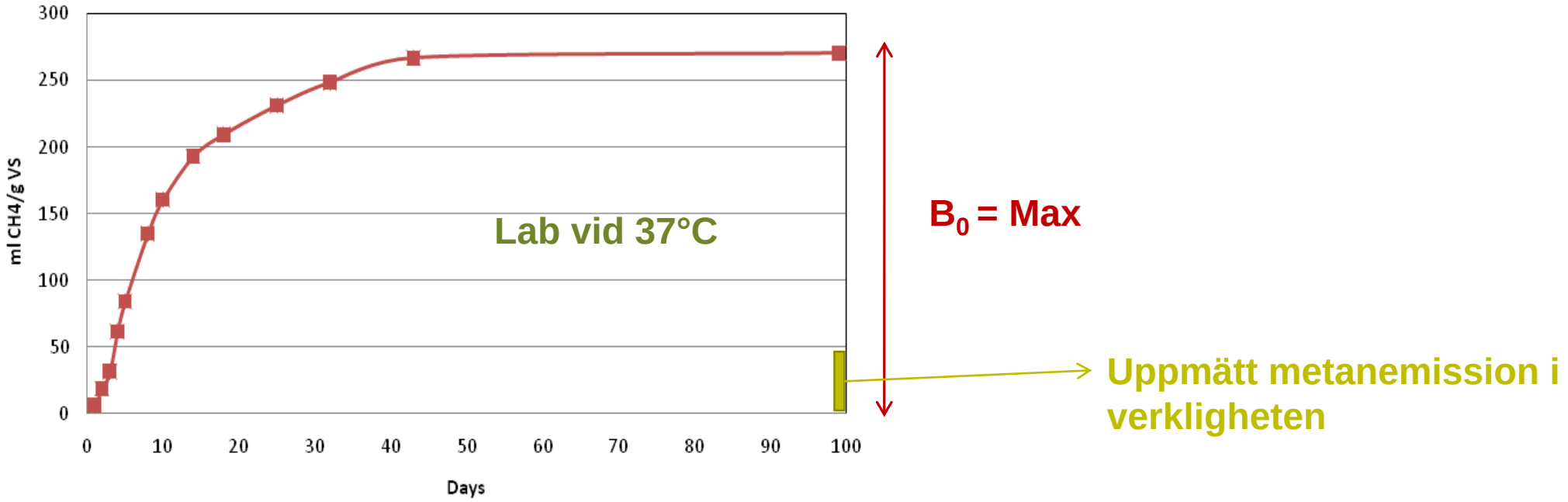
Rodhe m.fl., 2008. JTI-rapport nr 37 **Nötflytgödsel**	**Metangasemissioner (g CH_4-C per kg VS) från respektive försöksled:**		
Tidsperiod	**A**	**B**	**C**
Period 1 (okt-april); 210 dagar	**3,6**	**2,5**	**3,4**
Period 2 (maj-okt); 157 dagar	**6,5** [b]	**6,8** [b]	**3** [a]
Medeltal per år, g CH_4-C per kg VS	**4,8**	**4,3**	**3,2**

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

Definitioner B_0 och MCF

- **B_o:** Maximal metanproduktion i relation till organiska innehållet i flytgödseln (ml/g or m³/ kgVS)
- MCF*, % = Uppmätt / **B_o**

*Methane conversion factor= $[CH_4 (m^3) / (VS_{IN\ storage} * B_o) (m_3)] * 100$;



Flytgödsel: MCF*, %

***Methane conversion factor= [CH_4 (m^3) / (VS $_{IN\ lager}$* B_0) (m_3)] * 100;**
B_0: maximala CH_4 produktionen för flytgödsel per kg VS (m^3 / kg)

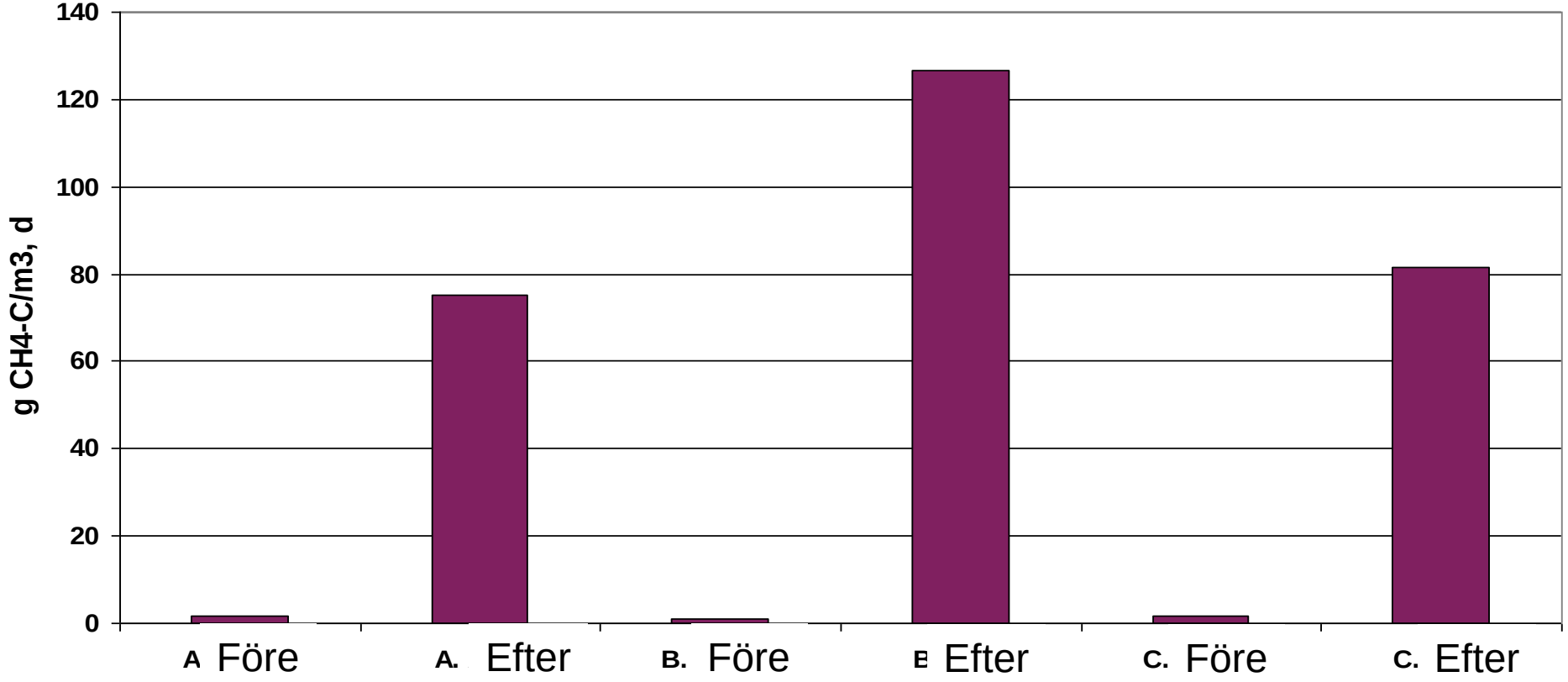
Nötflytgödsel JTI-rapp. nr370	MCF (%)		
Tidsperiod	**Utan täckning**	**Halmsvämtäcke**	**Plastduk**
Period 1 (okt–april, 210 dagar)	2,0	1,5	1,9
Period 2 (maj–okt, 157 dagar)	3,6[b]	3,8[b]	1,7[a]
Medeltal per år	2,7	2,5	1,8
Svinflytgödsel	**MCF (%)**		
Tidsperiod	**Utan täckning**	**Halmsvämtäcke**	**Plastduk**
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 klimatrapporteringen

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!



JTI-rapport nr 370

Slutsatser metanemissioner från flytgödsellager, nöt och svinflyt

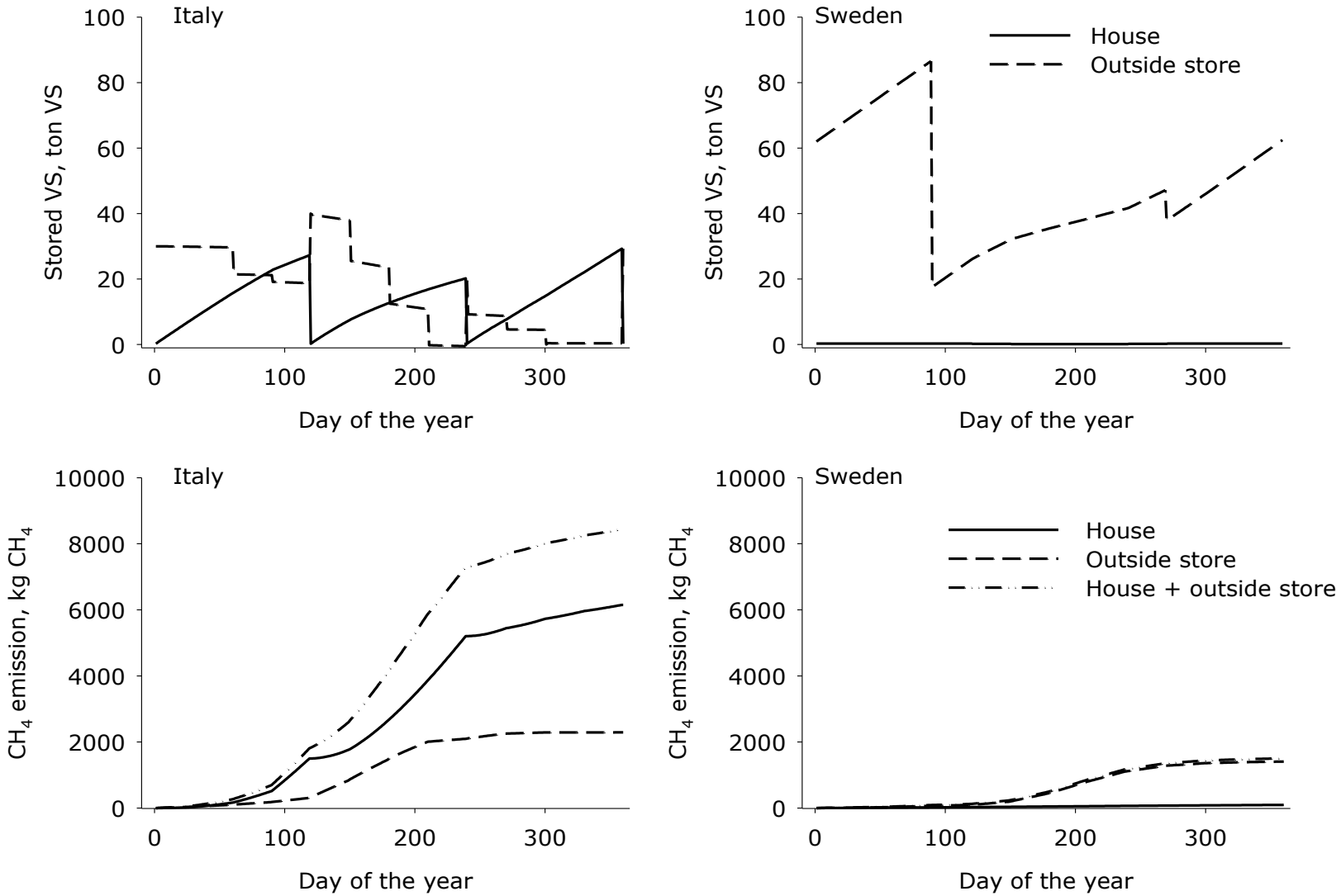
Under kalla delen av året (okt-april) låga emissioner under vintern från alla behållare: Lagra gödseln svalt!

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

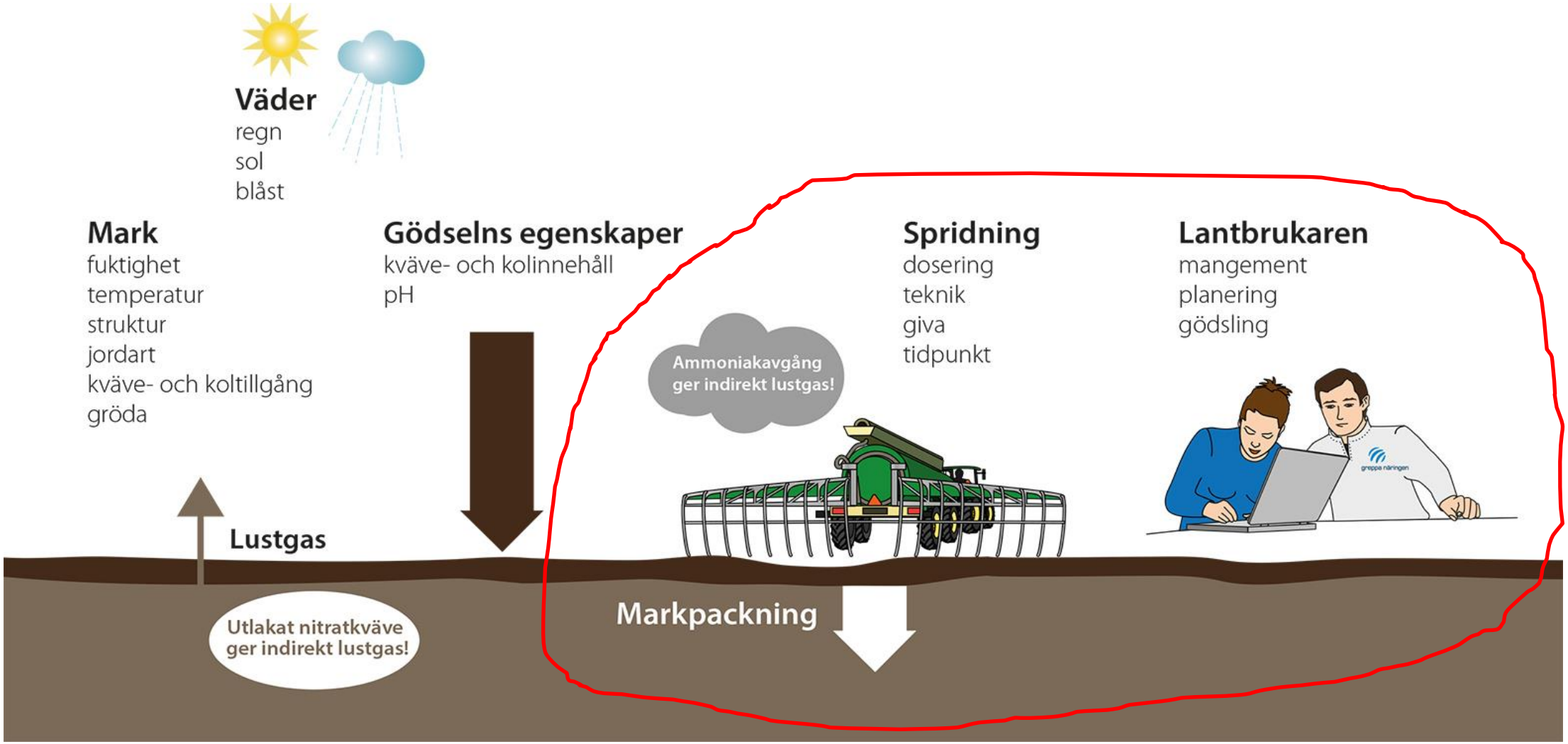
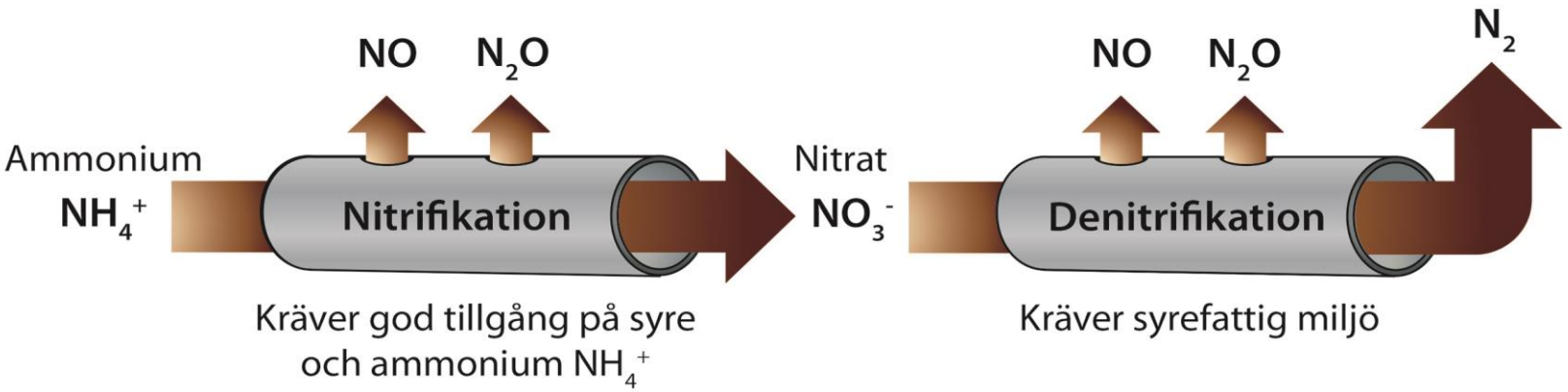


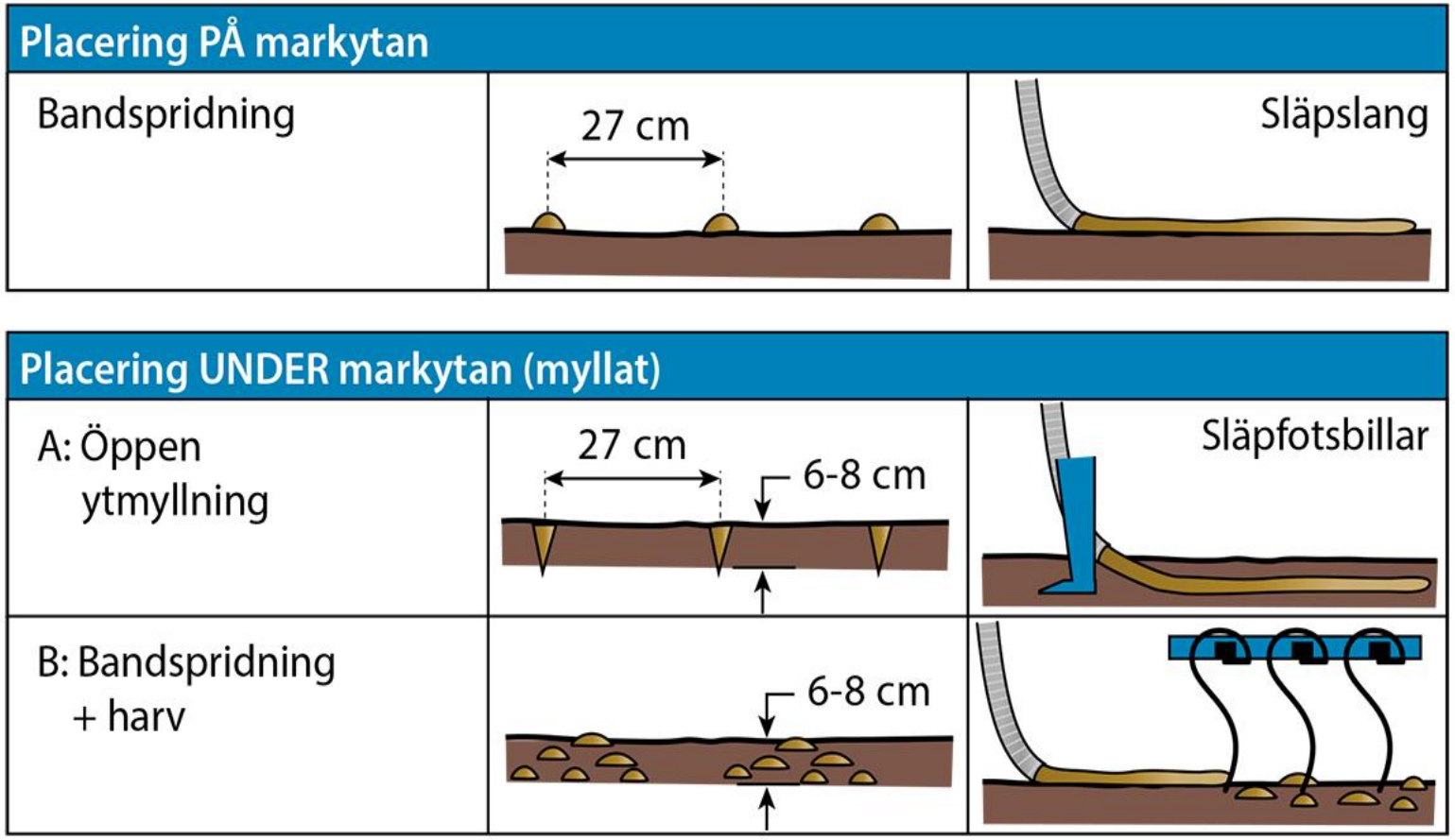
Illustration: Jordbruksverket

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



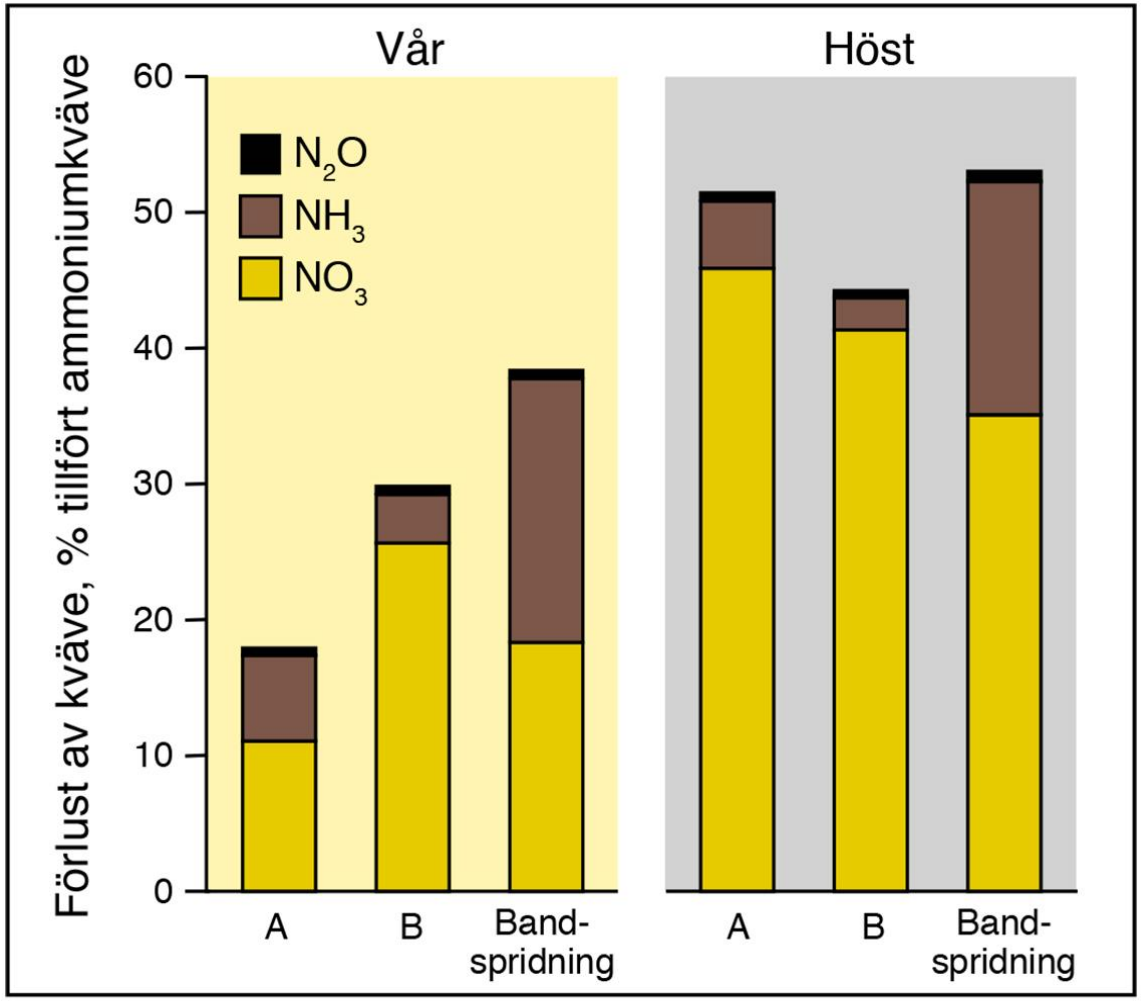
Kväveförluster (NH_3, NO_3, N_2O) vid ytmyllning av svinflyt, 2 spridningstillfällen (vår respektive höst)



Svensson & Lindén, 1998

Illustration: Jordbruksverket

Kväve vid spridning av svinflyt till stråsäd, 2 spridningstillfällen



Svensson & Lindén, 1998

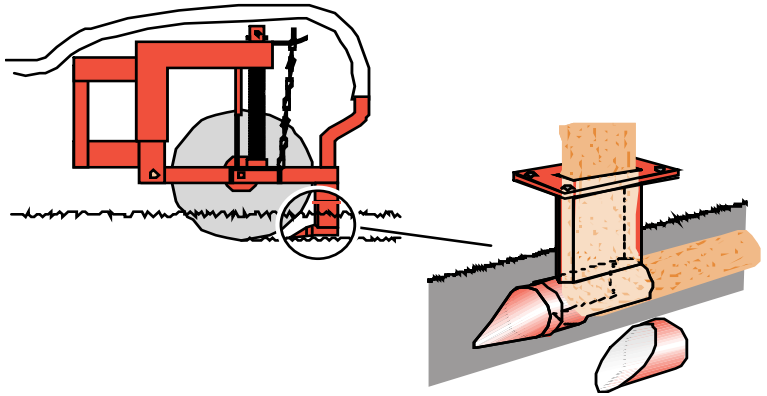
JTI-Tekla nr 65

Illustration: Jordbruksverket

Spridning i vall: Mätning NH_3, N_2O, CH_4

I samarbete med IGER, UK och SLU

Prototyp 3



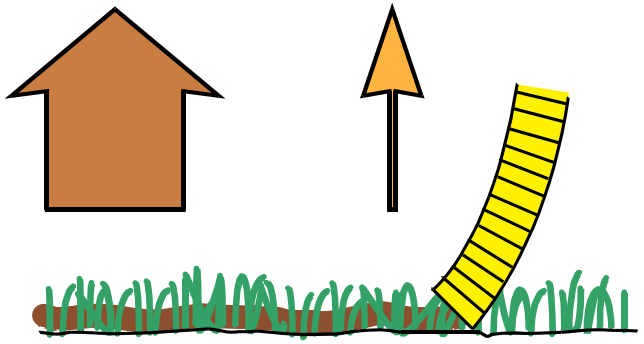
NH_3 och N_2O

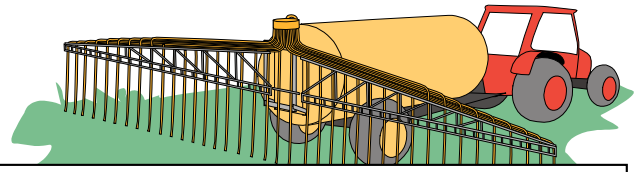
Bandspridning vs Täckt ytmyllning

Bandspridning

NH_3
13 kg N/ha

N_2O
~0,2 kg N/ha

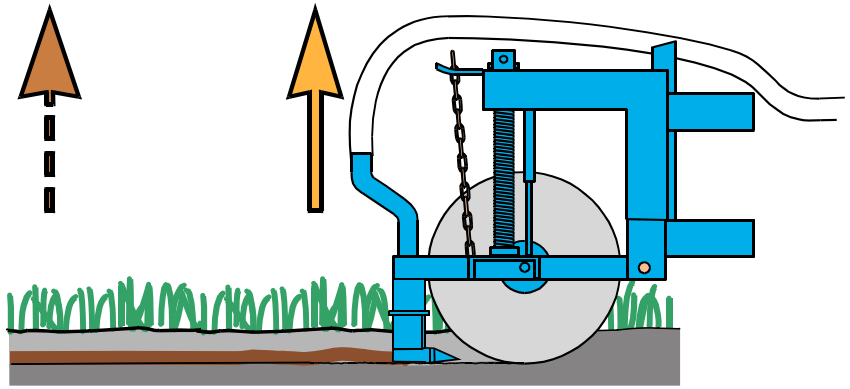




Täckt ytmyllning

NH_3
Ej detekterbar

N_2O
~0,7 kg N/ha



Ytterligare växthusgaser:
NH_3 indirekt N_2O,
påverkan tillverkning min-N,
min-N i mark

Rodhe m fl, 2005

JTI-rapport 337

N_2O-N i % av tot-N: Bandspridning 0,3%, täckt ytmyllning 1,1%

Svinflytgödsel i vårbruket respektive höstbruk

Bandspridning

Bandspridning med nedharvning direkt

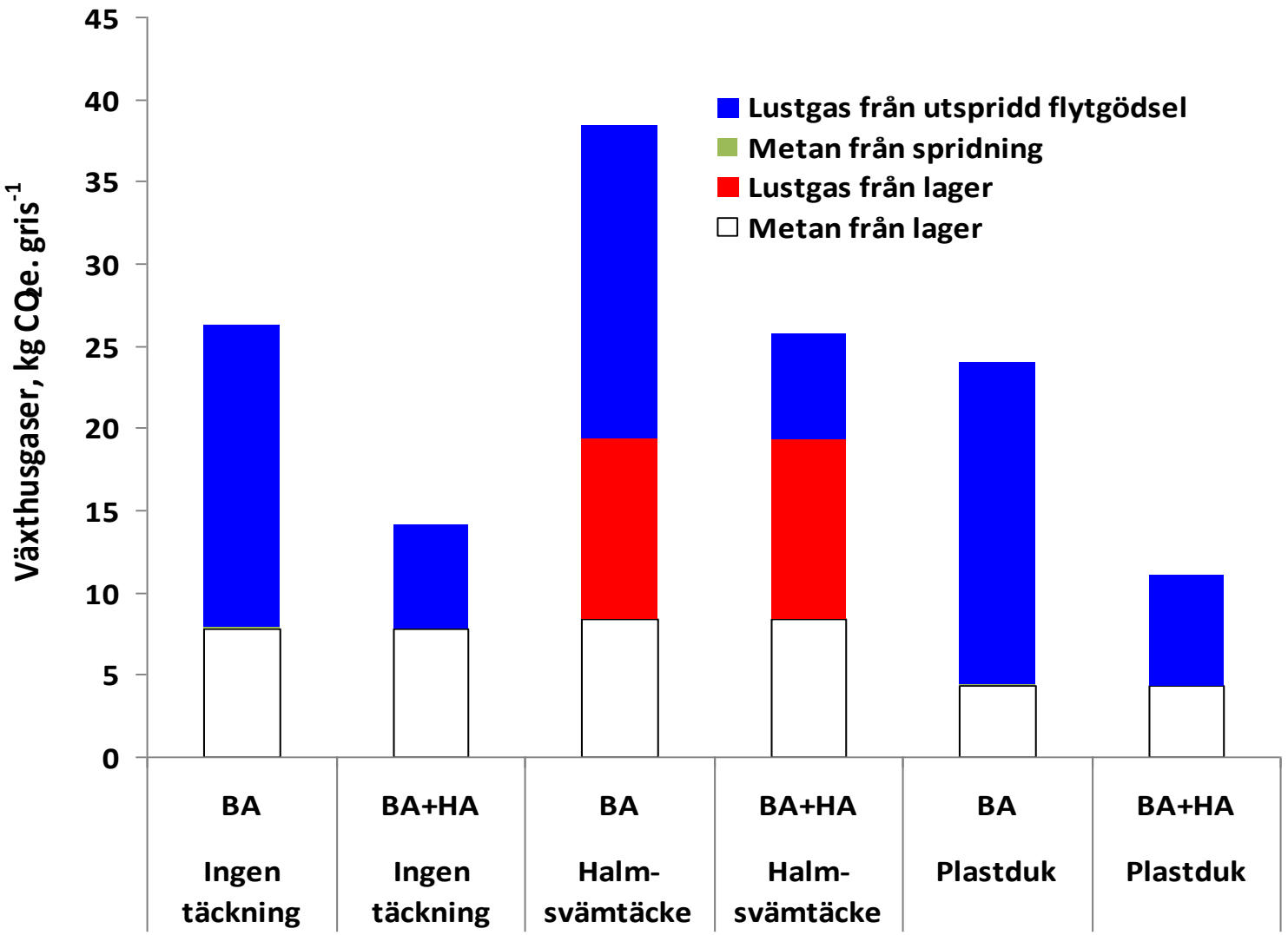
Rodhe et al., 2012

Kväveemissioner i form av N_2O

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

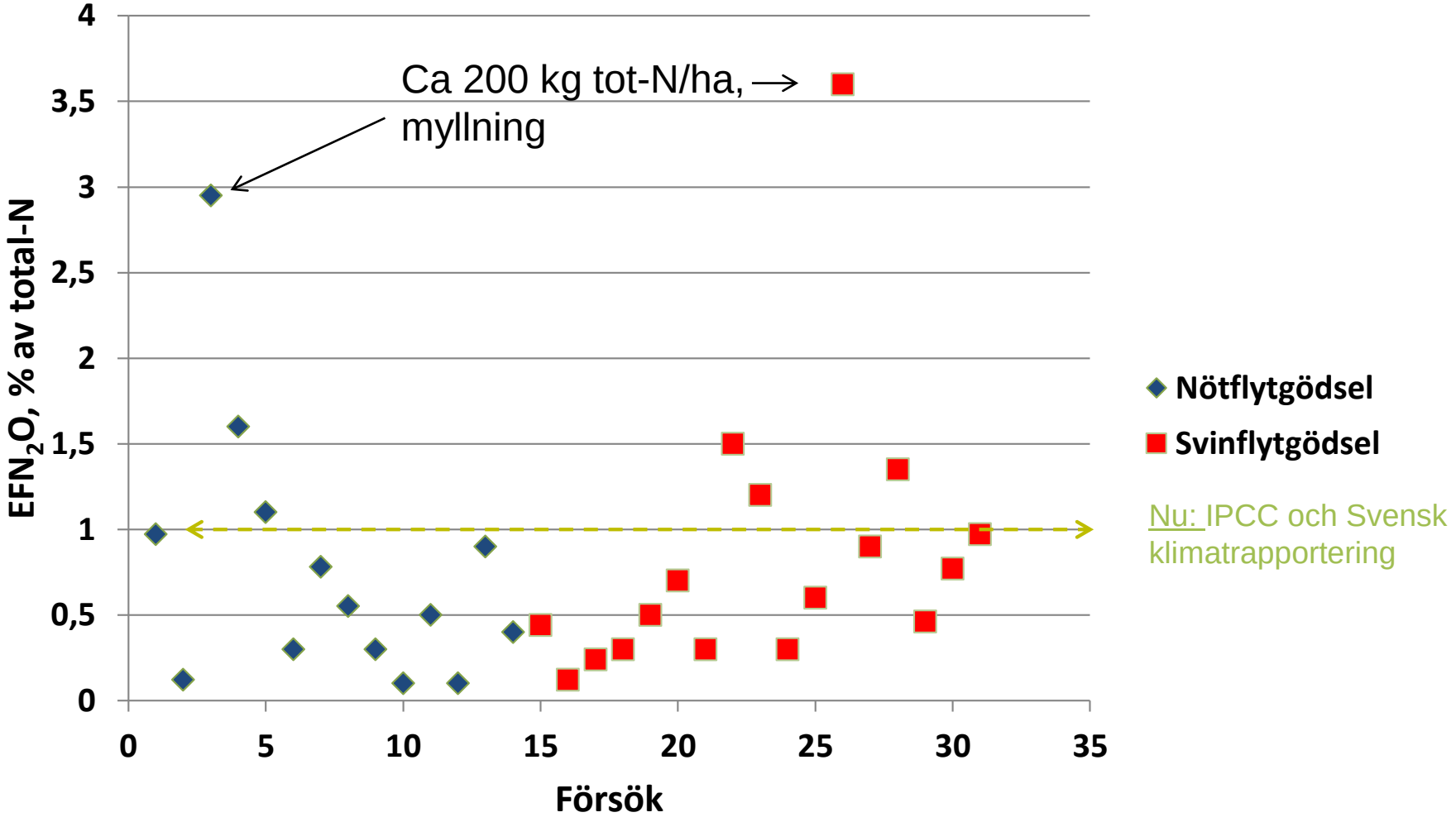
Rodhe et al., 2012

Lagring och vårspridning av svinflytgödsel: kg CO_{2ekv} per gris



Rodhe et al., 2012

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



Lagring av fastgödsel

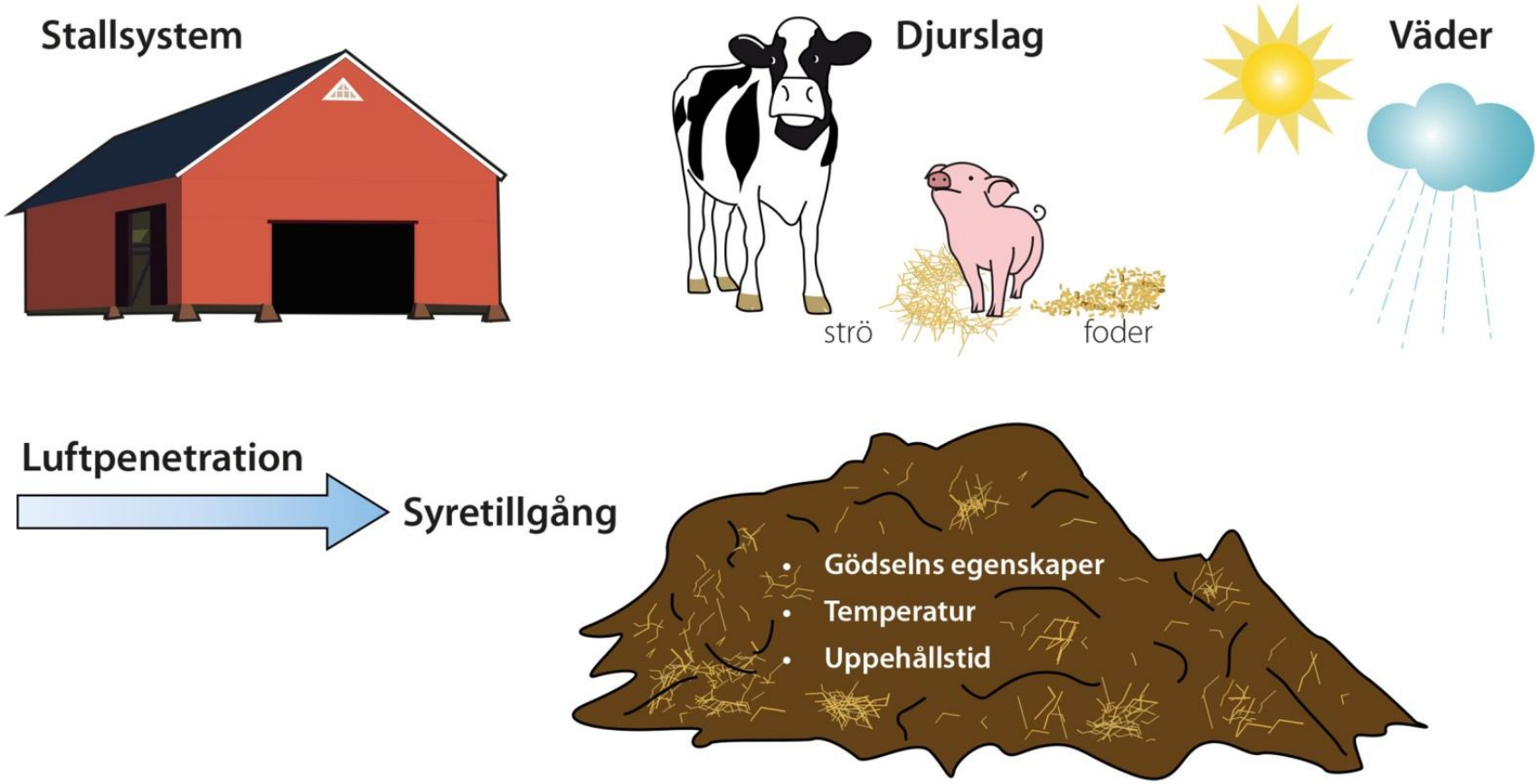


Illustration: Jordbruksverket

Fastgödsel (JTI-rapport 402).

Mindre antal försök

Lagring

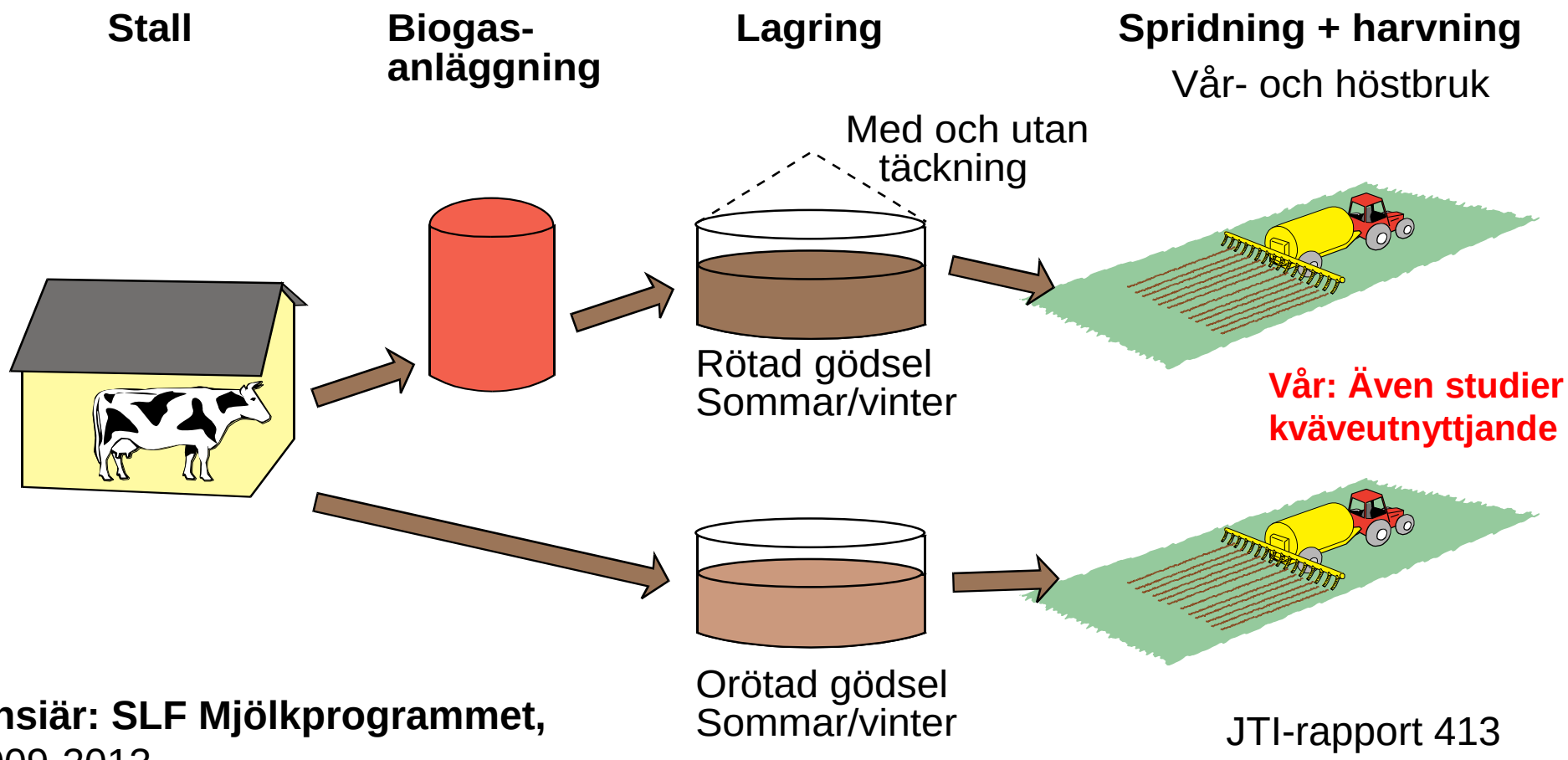
- Risk för höga lustgasemissioner, speciellt från djupströgödsel (2,5-9,8 % av total-N).
- Metan från nötkletgödsel eller kompakt gödsel.
- Täckning av fastgödselhögar med plastduk minskar effektivt N_2O-emissionerna. Kan också minska metan genom försämra komposteringen (liten temperaturhöjning)

Spridning

- Litteraturgenomgång visar medeltal för EF_{N2O} 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

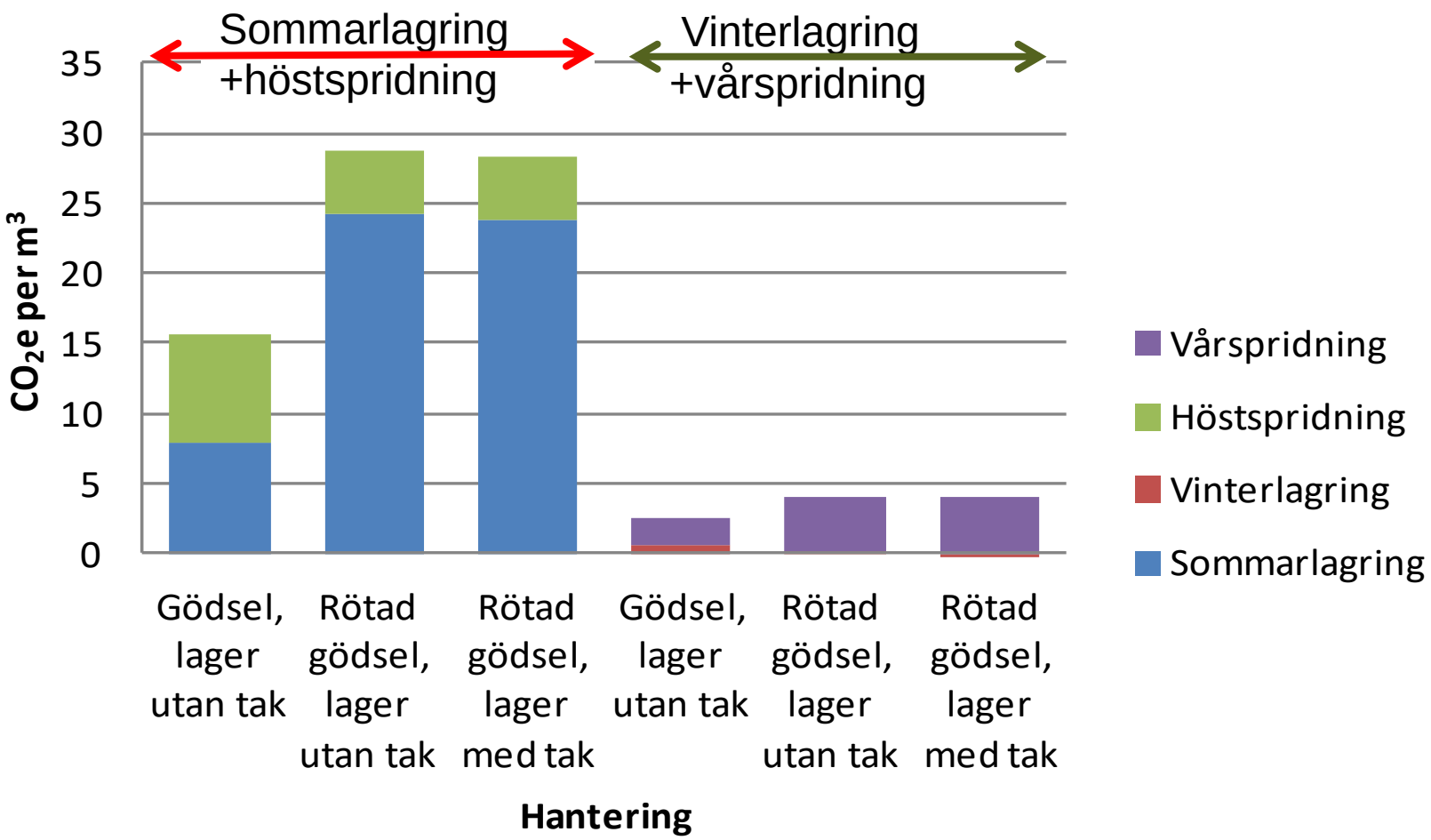


Vår: Även studier av NH_3 och kväveutnyttjande hos gröda!

JTI-rapport 413

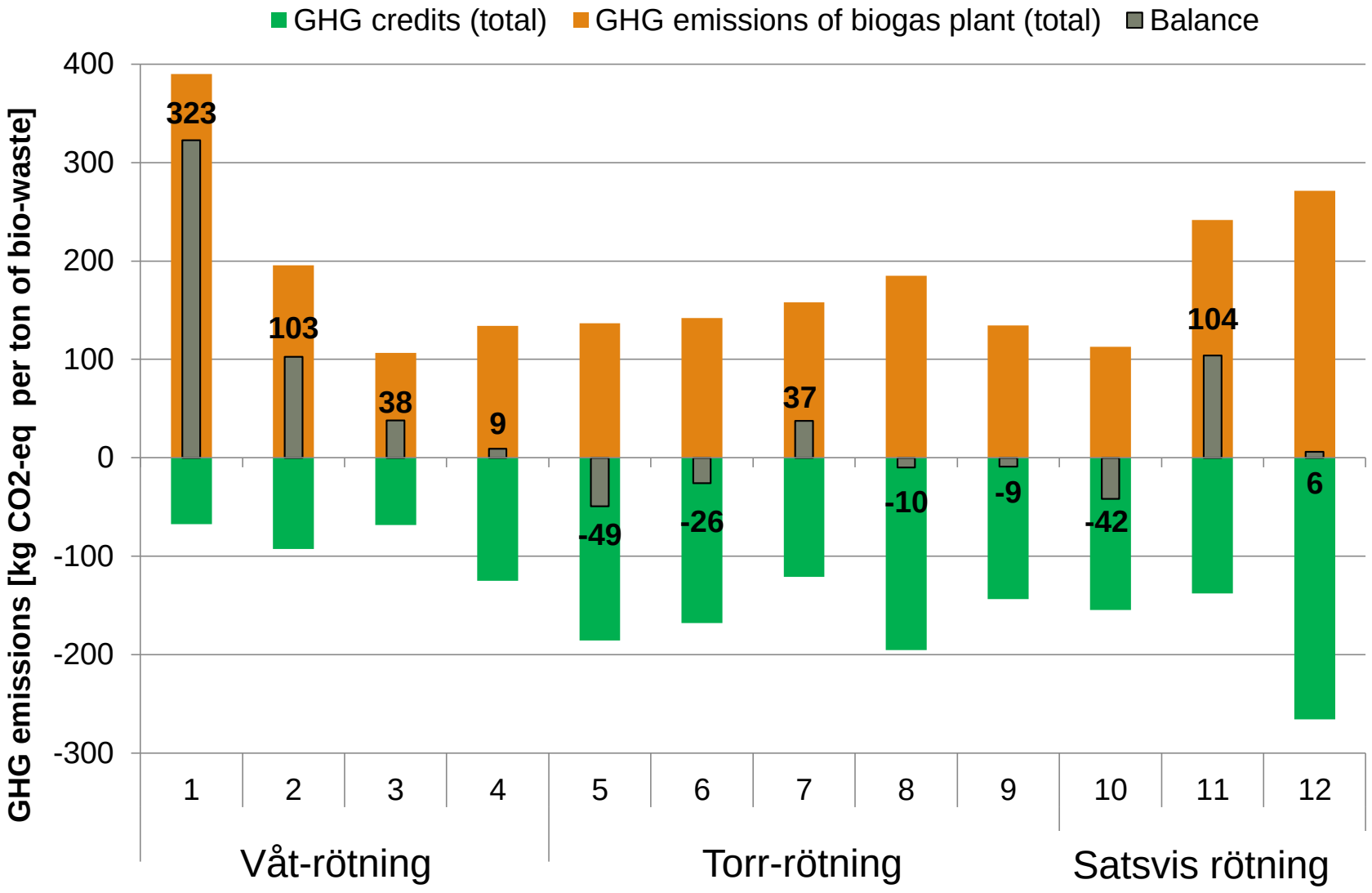
Finansiär: SLF Mjölkprogrammet,
År 2009-2013

Klimatpåverkan hela kedjorna



JTI-rapport 413

Biogasanläggning, balans CO_2-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)

Rodhe et al., 2018.

Resultat: Olika uppehållstid i rötkammare, GWP_{100}, CO_2eqv. original-m^{-3}

Typ av gödsel	**Metan** Medel, g CO_2eqv. original-m^{-3}	**Lustgas** Medel, g CO_2eqv. original-m^{-3}	**Summa** Medel, g CO_2eqv. 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}**

Rodhe et al., 2018. RISE-rapport 2018:18

Surgörningsteknik från Danmark

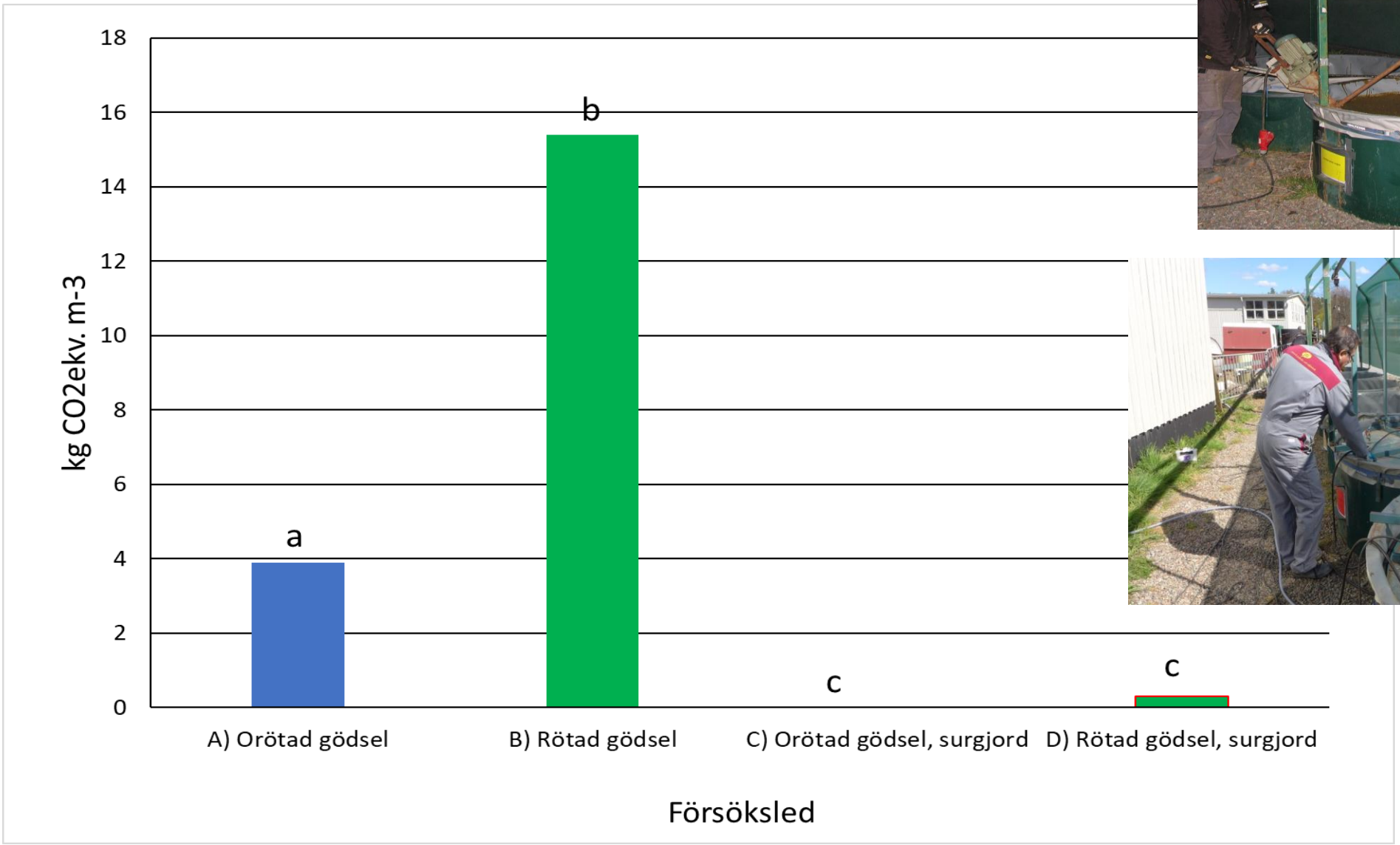
- Tillsats av svavelsyra 2-6 liter per m^3

Tillsats i lager: pH 5,5

Tillsats vid spridning: pH 6,4

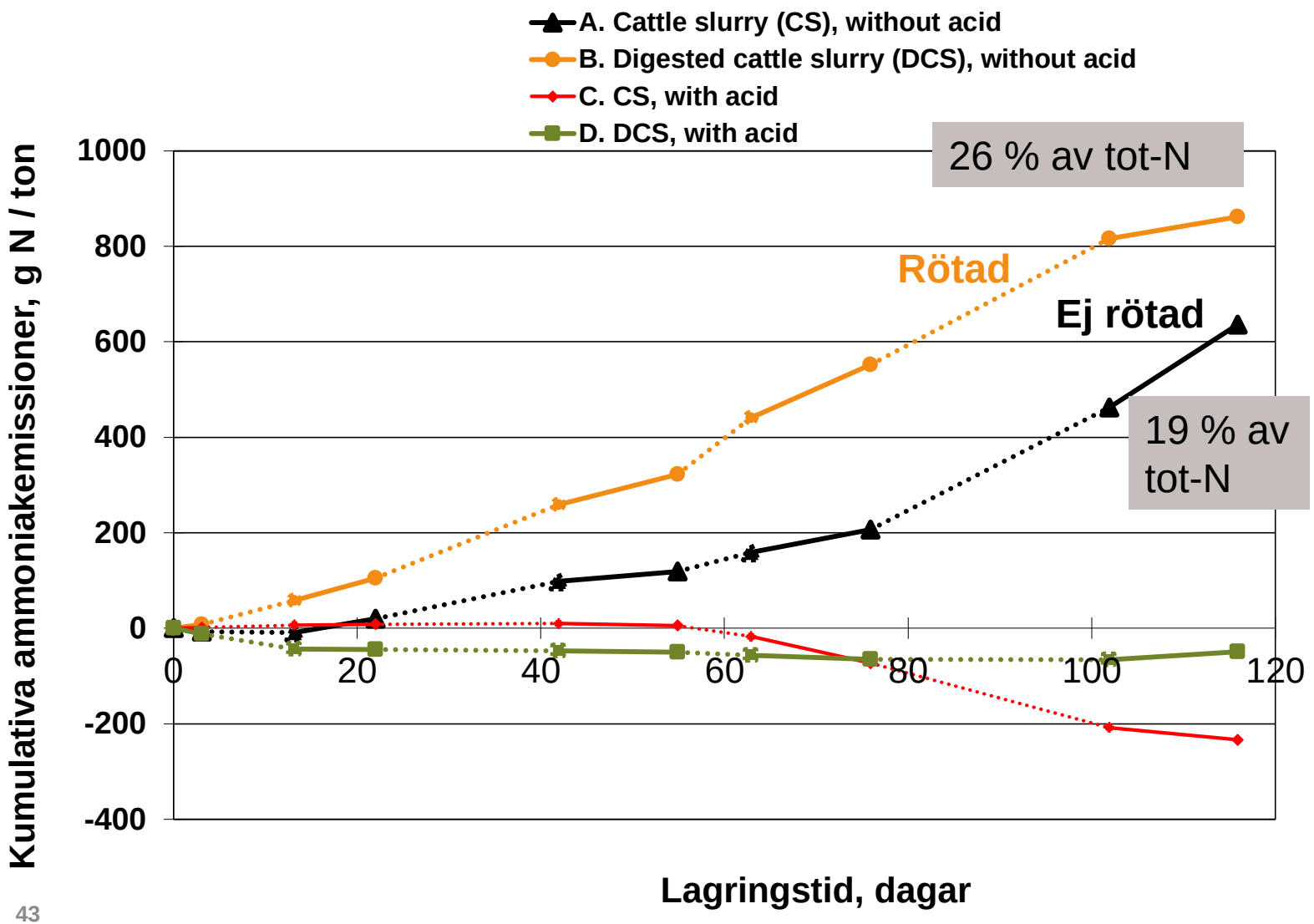
Surgörning, påverkan på metanemissionerna

(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 (söks i DIVA):
https://www.ri.se/sv/om-rise/vetenskapliga-publikationer

Greppa Näringen: Praktiska råd nr 22 + PP-presentation

Industriforskningsinstituten SP, JTI, Swedish ICT och Innventia har gått samman i RISE *(www.ri.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