



## VÄXTHUSGASFÖRLUSTER VID LAGRING OCH SPRIDNING AV STALLGÖDSEL

Optimal gödselhantering ur klimatsynpunkt

Lena Rodhe

Kurs för klimatrådgivare inom Greppa Näringen,  
Januari 2017

Research Institutes of Sweden

**DIVISION:** Biovetenskap och Material  
**ENHET:** Jordbruk och Livsmedel



Från 2017 är vi RISE (Research Institutes of Sweden)  
Satsning på värdekedjan för livsmedel inom  
enheten **Jordbruk och Livsmedel**

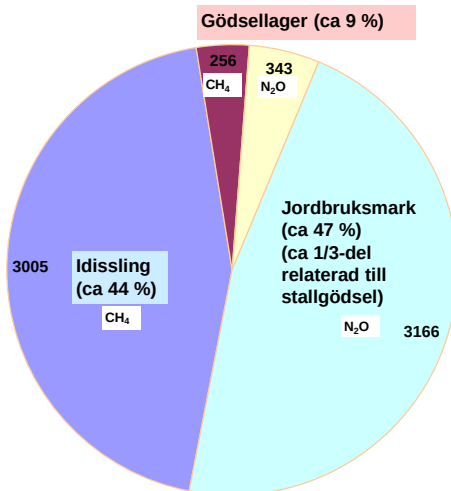
Vi fortsätter med att:  
utvecklar kunskap, teknik och metoder för  
ökad hållbarhet  
med fokus på jordbruk, energi och miljö

Vid årsskiftet 2016/17 blev JTI och SP RISE, tillsammans med Swedish  
ICT och Innventia. Se vidare [www.ri.se/utveckling-av-rise](http://www.ri.se/utveckling-av-rise)



## Utsläpp från jordbruket, lustgas och metan

Utsläpp från jordbruket 2015 (Naturvårdsverket, 2016)  
Enhet: Kiloton CO<sub>2</sub>-ekvivalenter per år (totalt 8504 kiloton/år)

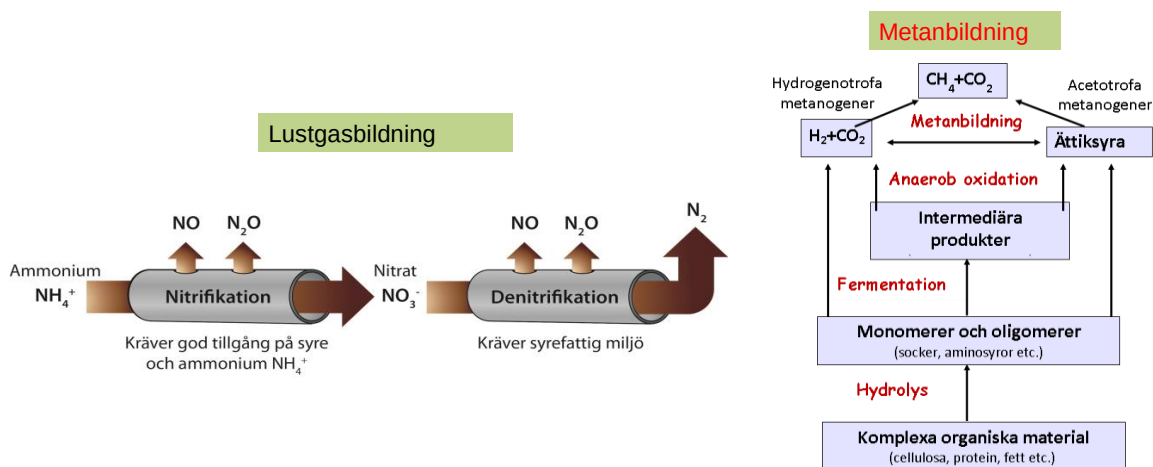


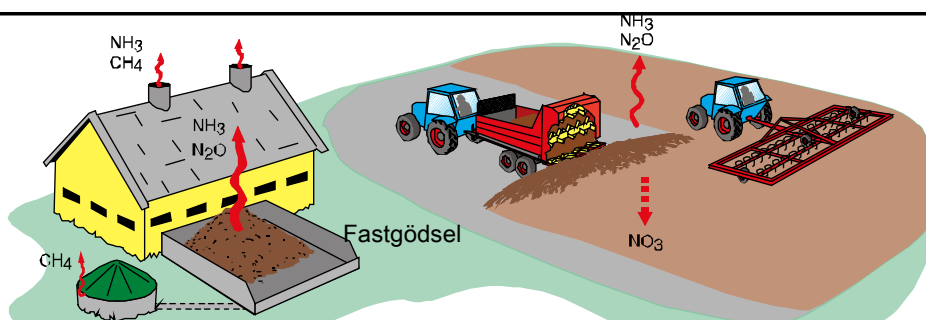
3

RI  
SE

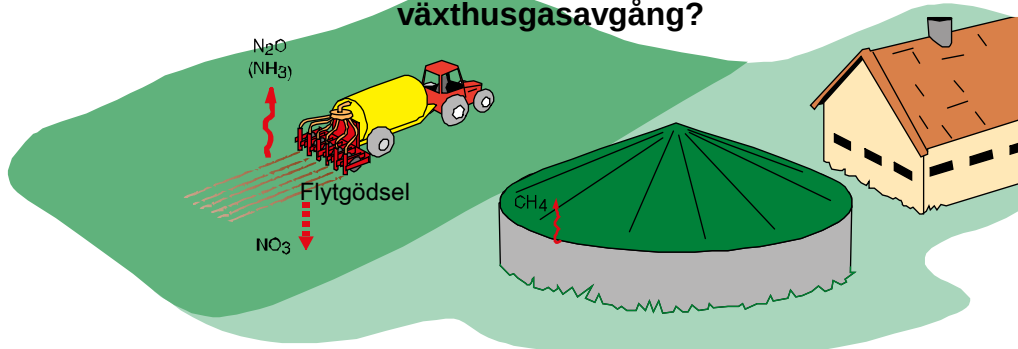
## Växthusgas

- Global uppvärmningseffekt under 100 år (GWP<sub>100</sub>) 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<sub>2</sub> ekv.)

RI  
SE



**Hur hantera stallgödseln för att minimera växtnärlingsförluster och växthusgasavgång?**

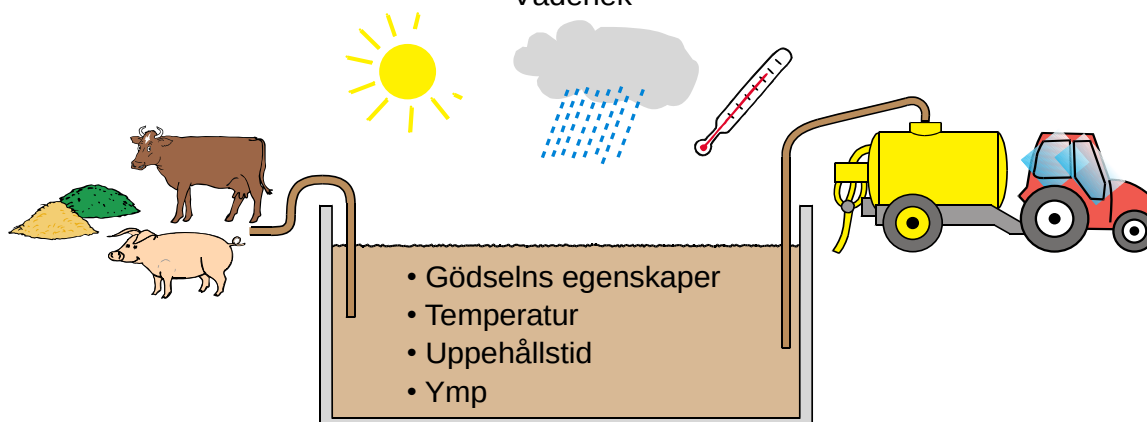


RI  
SE

## Lagring: Metan från flytgödsellager, påverkande faktorer

Metan bildas under syrefattiga (anaeroba förhållanden) i hela gödselvolymen

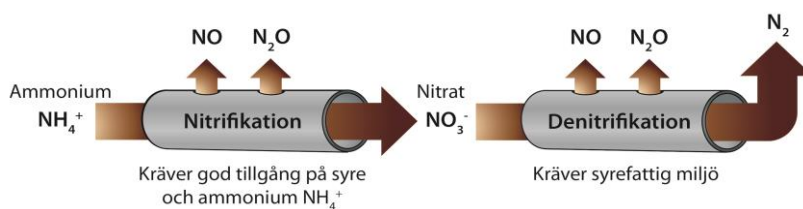
Väderlek



RI  
SE

## Lustgasbildning

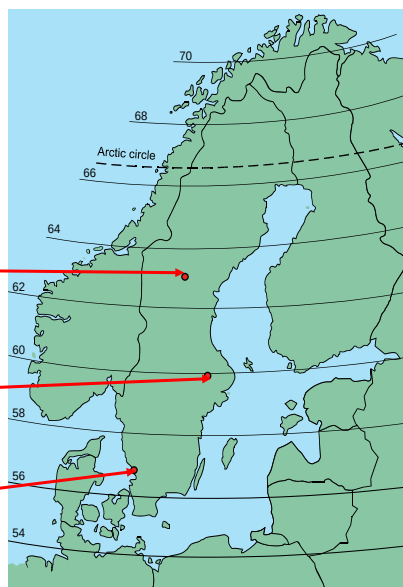
- Främst från mark med kväve, lagrad fastgödsel och flytgödsel med sväntäcke (syretillgång)
- Både vid nitrifiering (syretillgång) och denitrifiering (syrebrist)
- Tillskott av extra kol och kväve stimulerar lustgasbildning
- Markförhållanden – från fuktigt till torrt och vice versa, tining – frysning

RI  
SE

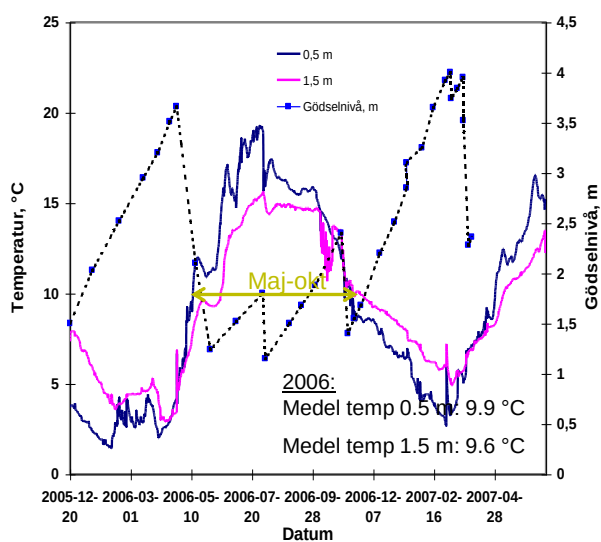
## Gödseins medeltemperatur under ett år

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 |

RI  
SE

## Halland, sydvästra Sverige



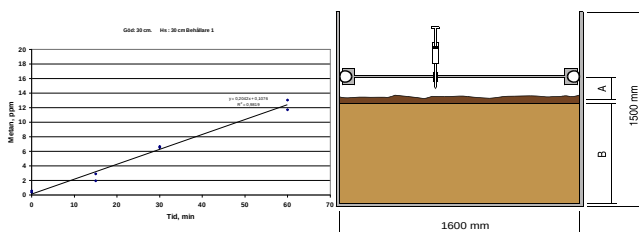
Rodhe m.fl., 2008. JTI-rapp.370

RI  
SE

## Pilotskaleanläggning



1 år nötflytgödsel,  
1 år svinflytgödsel

RI  
SE

# Täckning av lager, nötflyt

Behållare:

9

8

7

6

5

4

3

2

1



A) Gödsel utan strö



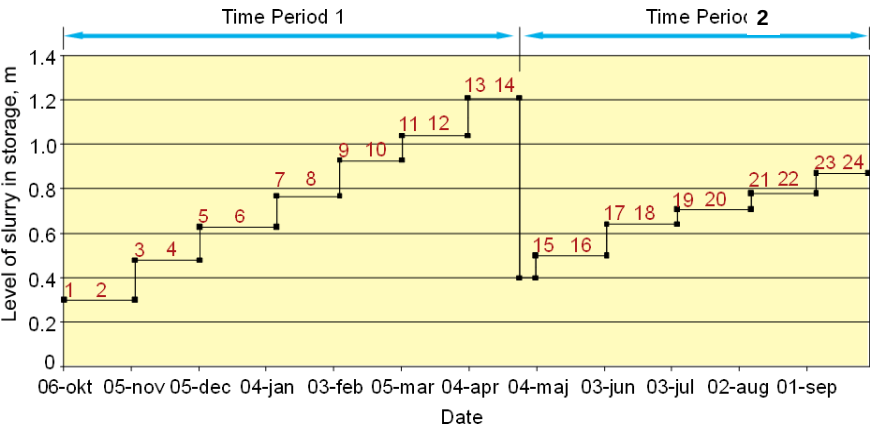
B) Halmsvämätäcke



C) Plastduk



# Lagringsdynamik och gasprovtagning



Metanemissioner, g CH<sub>4</sub>-C per kg VS

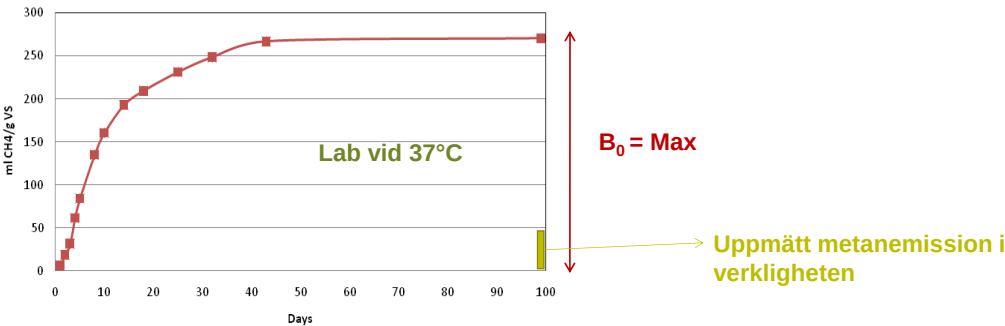
|                                                 |                                                                                 |                  |                |
|-------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|------------------|----------------|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

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

Definitioner **B<sub>0</sub>** och MCF

- **B<sub>0</sub>**: Maximal metanproduktion i relation till organiska innehållet i flytgödseln (ml/g or m<sup>3</sup>/ kgVS)
- MCF\*, % = Uppmätt / **B<sub>0</sub>**

\*Methane conversion factor=  $[CH_4(m^3) / (VS_{IN storage} * B_0)(m_3)] * 100;$



# Flytgödsel: MCF\*, %

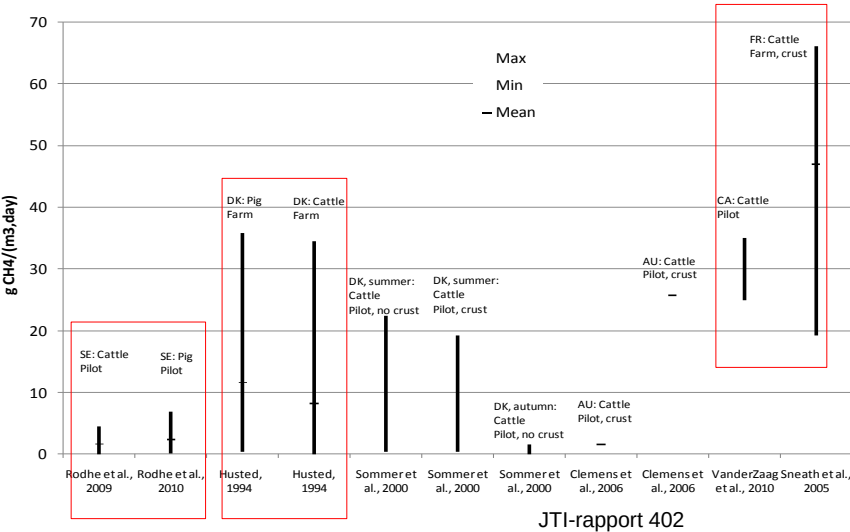
\*Methane conversion factor=  $[CH_4 (m^3) / (VS_{IN\ lag\ddot{e}r} * B_0) (m_3)] * 100;$   
B<sub>0</sub>: maximala CH<sub>4</sub> produktionen för flytgödsel per kg VS (m<sup>3</sup> / kg)

| 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 <sup>b</sup> | 3,8 <sup>b</sup> | 1,7 <sup>a</sup> |  |
| 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



## Jämförelse internationella mätningar, CH<sub>4</sub> från flytgödsel





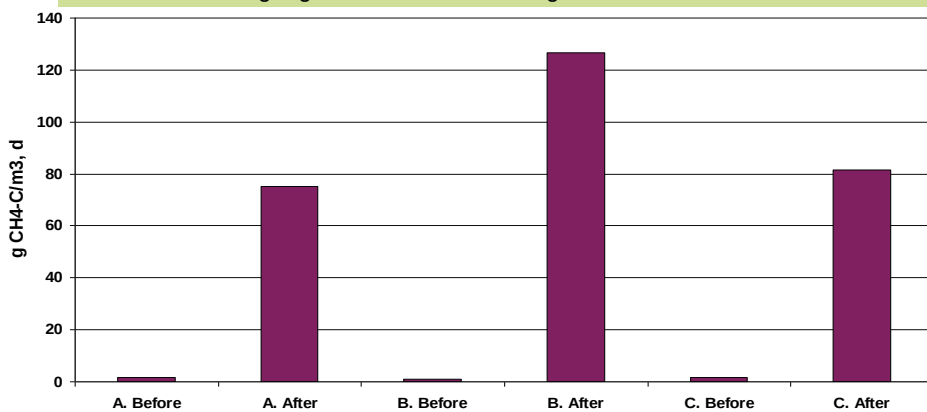
## Omrörning 24 april, tömning och fyllning igen



RI  
SE

## 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

RI  
SE

## Slutsatser metanemissioner från flytgödsellager, nöt och svinflyt

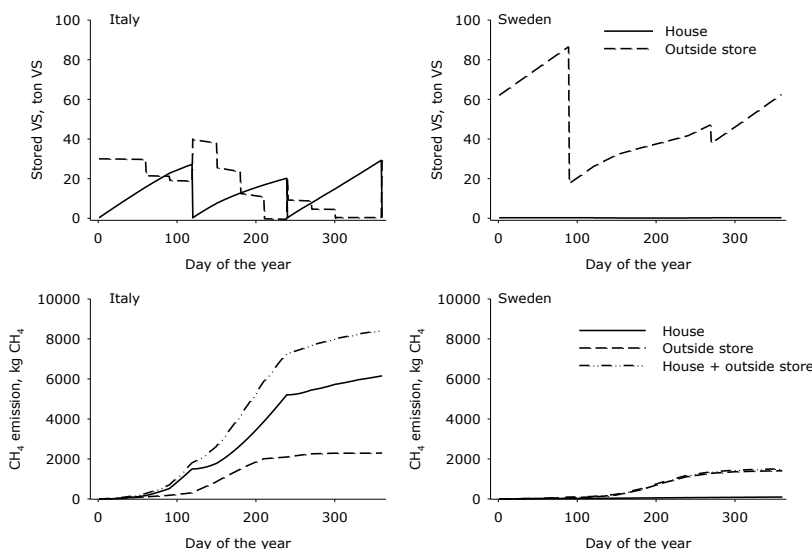
Under kalla delen av året (okt-april) låga emissioner under vintern från alla behållare: Lagra gödseln svalt!

Under varmare perioden (maj-oktober):

- I genomsnitt över tid var emissionerna av metan signifikant lägre vid täckning med plastduk jämfört med inget sväntäcke resp. täckning med halm
- Ingen signifikant skillnad mellan behållare utan sväntäcke och med halmsväntäcke
- Avgången av metan ökade mycket kraftigt direkt efter omrörning jämfört med före omrörning speciellt från gödselbehållare med halmsväntäcke. 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)



## 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 ca 0,7 % av total-N avgick som  $\text{N}_2\text{O-N}$ . Övriga led inga lustgasemissioner. (IPCC har 0,5 % av total-N som schablonvärde för halmsvämtäcke (och fastgödsellager))

RI  
SE

## Spridning

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

RI  
SE

## Påverkande faktorer, lustgas från stallgödslad mark

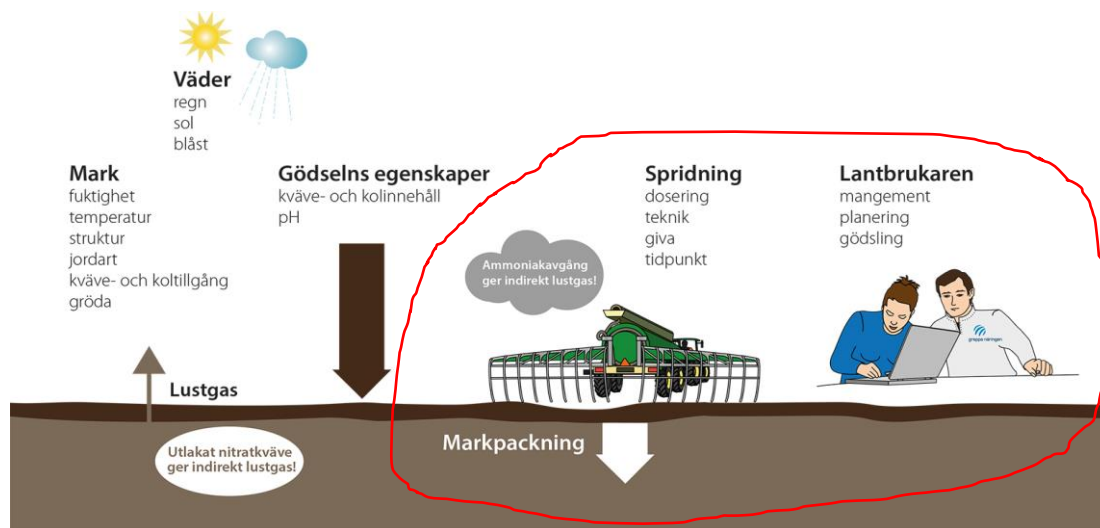


Illustration: Jordbruksverket

RI  
SE

## Kväve vid ytmyllning av svinflyt, 2 tillfällen; vår och höst

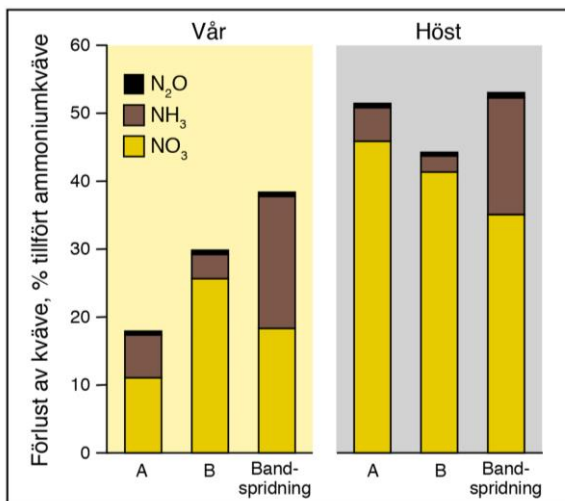
| Placering PÅ markytan             |                 |               |
|-----------------------------------|-----------------|---------------|
| Bandspridning                     | 27 cm           | Släpslang     |
| Placering UNDER markytan (myllat) |                 |               |
| A: Öppen ytmyllning               | 27 cm<br>6-8 cm | Släpfotsbilar |
| B: Bandspridning + harv           | 6-8 cm          |               |

Svensson &amp; Lindén, 1998

Illustration: Jordbruksverket

RI  
SE

## Kväve vid spridning av svinflyt, 2 spridningstillfällen



Svensson & Lindén, 1998

JTI-Tekla nr 65

Illustration: Jordbruksverket

RI  
SE

## Spridning i vall: Mätning $NH_3$ , $N_2O$ , $CH_4$



I samarbete med IGER, UK och SLU

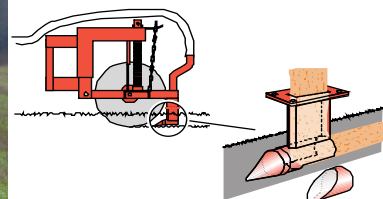


RI  
SE





Prototyp 3

RI  
SE

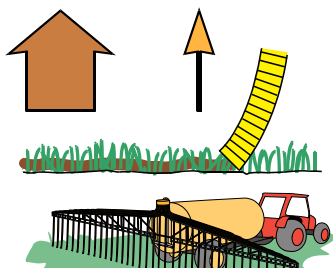
## NH<sub>3</sub> och N<sub>2</sub>O

### Bandspridning vs Täckt ytmyllning

#### Bandspridning

NH<sub>3</sub>  
13 kg N/ha

N<sub>2</sub>O  
~0,2 kg N/ha

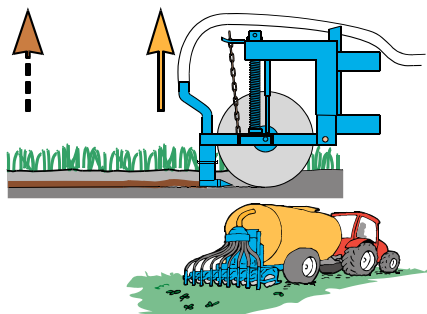


Ytterligare växthusgaser:  
NH<sub>3</sub> indirekt N<sub>2</sub>O,  
påverkan tillverkning min-N,  
min-N i mark

#### Täckt ytmyllning

NH<sub>3</sub>  
Ej detekterbar

N<sub>2</sub>O  
~0,7 kg N/ha



Rodhe m fl, 2005

JTI-rapport 337

N<sub>2</sub>O-N i % av tot-N: Bandspridning 0,3%, täckt ytmyllning 1,1%

RI  
SE

## Svinflytgödsel i vårbruket respektive höstbruk



Bandspridning



Bandspridning med nedharvning direkt



Rodhe et al., 2012

RI  
SE

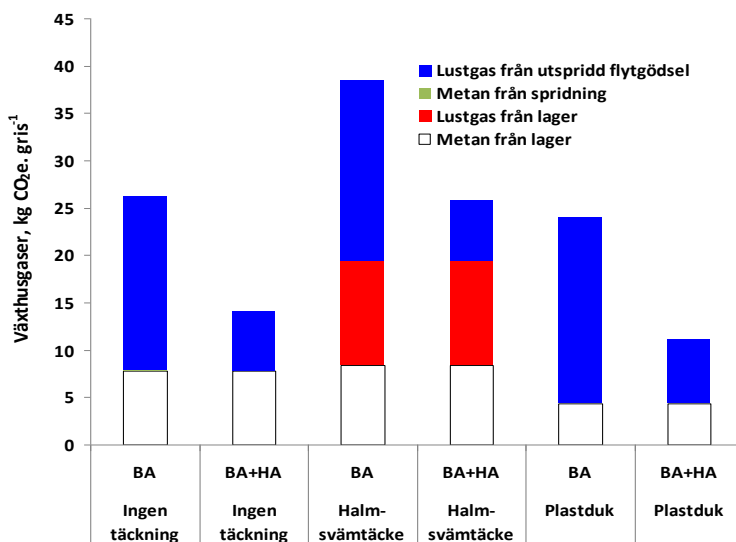
## Kväveemissioner i form av N<sub>2</sub>O

| 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

RI  
SE

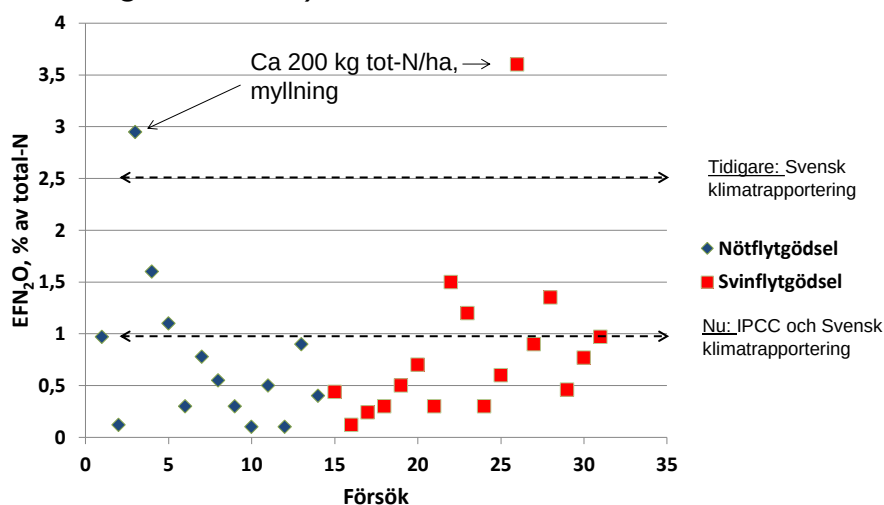
## Lagring och vårspridning av svinflytgödsel: kg CO<sub>2ekv</sub> per gris



Rodhe et al., 2012

RI  
SE

## EF<sub>N<sub>2</sub>O</sub> från litteraturen: Nöt- och svinflytgödsel (JTI-rapport 402, bilagor 2 och 3)

RI  
SE



## Lagring av fastgödsel

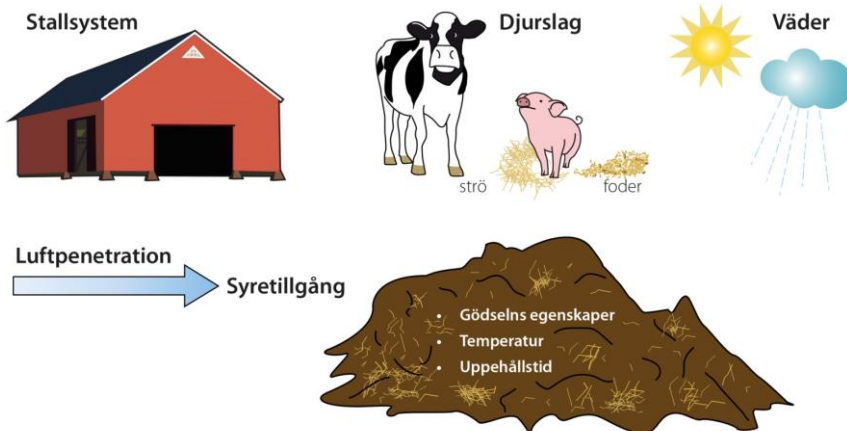


Illustration: Jordbruksverket

RI  
SE

35

## 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 försämrade komposteringen (liten temperaturhöjning)

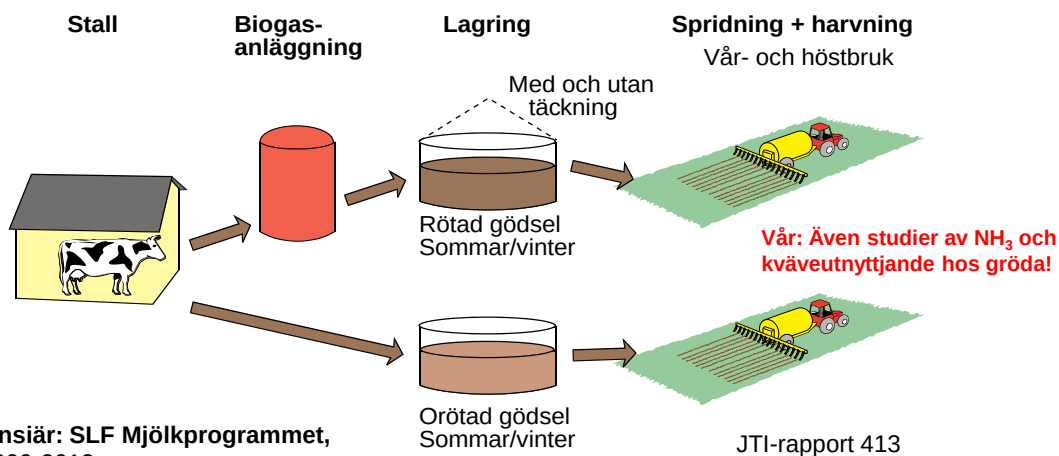
### Spridning

- 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.

RI  
SE

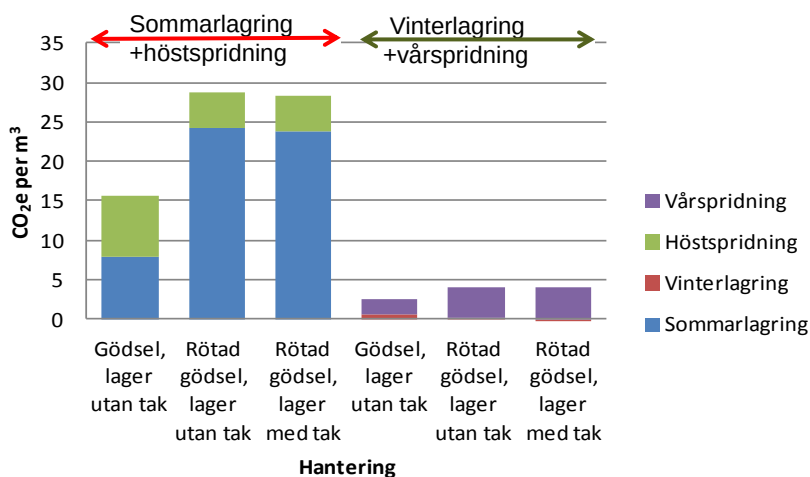
## Se kedjorna!

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



RI  
SE

## Klimatpåverkan hela kedjorna



JTI-rapport 413

RI  
SE

## 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., 2016.  
GGAA2016.

Resultat: Olika uppehållstid i rötkammare, GWP<sub>100</sub>, CO<sub>2</sub>eqv. original-m<sup>-3</sup>

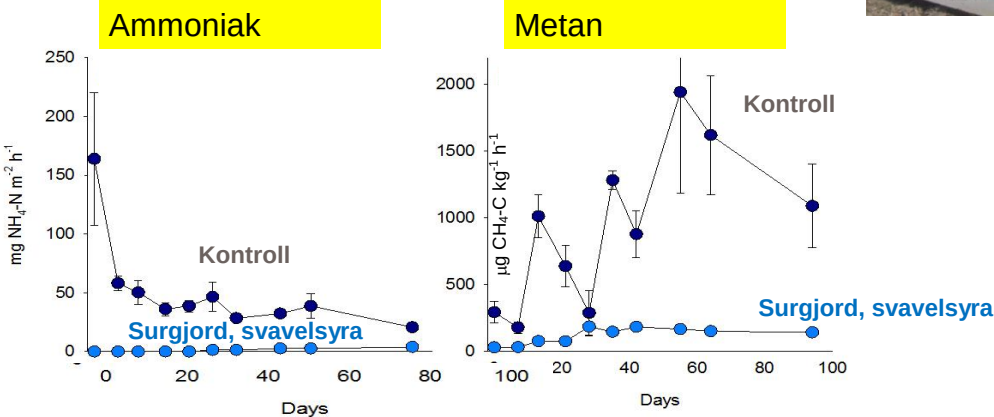
| Typ av gödsel           | Metan<br>Medel, g CO <sub>2</sub> eqv.<br>original-m <sup>-3</sup> | Lustgas<br>Medel, g CO <sub>2</sub> eqv.<br>original-m <sup>-3</sup> | Summa<br>Medel, g CO <sub>2</sub> eqv.<br>original-m <sup>-3</sup> |
|-------------------------|--------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------|
| A) Örötad (CS)          | 11.0 <sup>c</sup>                                                  | 4.8 <sup>a</sup>                                                     | 15.7 <sup>b</sup>                                                  |
| B) Rötad (DR1) 24 dagar | 25.8 <sup>a</sup>                                                  | 0.1 <sup>b</sup>                                                     | 26.0 <sup>a</sup>                                                  |
| C) Rötad (DR2) 48 dagar | 18.4 <sup>b</sup>                                                  | 0.0 <sup>b</sup>                                                     | 18.4 <sup>b</sup>                                                  |

Rodhe et al., 2016. GGAA2016.



## Behandling av gödsel: Surgörning av flytgödsel

Lab studie: Effekt av surgörning till pH <5.5



Baltic Slurry Acidification (JTI koordinater: Pågående projekt!

Petersen et al., 2012

## 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.

RI  
SE

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

*Industrieforskningsinstitutet SP, JTI,  
Swedish ICT och Innventia har gått  
samman i RISE ([www.ri.se](http://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

RI  
SE



# TACK!

Lena Rodhe

E-post: [lena.rodhe@jti.se](mailto:lena.rodhe@jti.se)/[lena.rodhe@ri.se](mailto:lena.rodhe@ri.se)

Telefonnummer: 010-5166951

Research Institutes of Sweden

**DIVISION: Biovetenskap och Material**  
**ENHET: Jordbruk och Livsmedel**

