

## Bioforsk Rapport

Bioforsk Report  
Vol. 6 Nr. 9 2011

# Evaluering av pilotordning for miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel

Svein Skøien, Sissel Hansen, Lars Nesheim, Gustav Fystro, Anne Falk Øgaard, Samson Øpstad og Marianne Bechmann



[www.bioforsk.no](http://www.bioforsk.no)







**Hovedkontor/Head office**  
 Frederik A. Dahls vei 20  
 N-1432 Ås  
 Tel.: (+47) 40 60 41 00  
 post@bioforsk.no

**Bioforsk Jord og Miljø**  
**Bioforsk Soil and Environment**  
 Fredrik A Dahls vei 20  
 1431 Ås  
 Tel.: (+47) 40 60 41 00  
 post@bioforsk.no

|   |
|---|
| <i>Tittel/Title:</i><br>Evaluering av pilotordning for tilskudd til miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel                                     |
| <i>Forfatter(e)/Author(s):</i><br>Svein Skøien, Sissel Hansen, Lars Nesheim, Gustav Fystro, Anne Falk Øgaard, Samson Øpstad, Marianne Bechmann. |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <i>Dato/Date:</i><br>31.01.11                     | <i>Tilgjengelighet/Availability:</i><br>Åpen  | <i>Prosjekt nr./Project No.:</i><br>2110827 | <i>Saksnr./Archive No.:</i><br>Arkivnr                  |
| <i>Rapport nr./Report No.:</i><br>Vol 6 nr 9 2011 | <i>ISBN-nr./ISBN-no:</i><br>978-82-17-00749-4 | <i>Antall sider/Number of pages:</i><br>42  | <i>Antallvedlegg/Number of appendices:</i><br>Vedlegg 0 |

|  |  |
|--|--|
| <i>Oppdragsgiver/Employer:</i><br>Statens landbruksforvaltning | <i>Kontaktperson/Contact person:</i><br>Bjørn Huso |
|--|--|

|  |   |
|--|---|
| <i>Stikkord/Keywords:</i><br>Husdyrgjødsel, spredemetoder, ammoniakk, lystgass | <i>Fagområde/Field ofwork:</i><br>Jord og miljø |
|--|---|

|                                 |
|---------------------------------|
| <i>Sammendrag:</i><br>Se side 5 |
|---------------------------------|

|   |
|---|
| <p><i>Summary:</i></p> <p>The report describes the environmental effects of different application methods for manure. The effects of loss of ammonia and nitrous oxide are emphasized. It also includes an assessment of the impact on the runoff of phosphorus, as well as smell. The techniques considered are 1) surface application with slash plate with incorporation within two hours, 2) trailing hose spreading in growing culture (cornfield and meadow), 3) the same technique followed by incorporation within 2 hours, and 4) injection in arable soil or meadow. The comparison is made with surface application on meadows without incorporation and surface application followed by incorporation within 18 hours, according to the present regulations in Norway.</p> <p>The losses of ammonia are lowest for injection or incorporation within 2 hours. Plowing has a better effect than harrowing. The effect is best in spring and somewhat less during the summer. In relation to time of application the nitrogen utilization can be very poor by spreading towards the end of the growing season.</p> <p>Injection gives a greater loss of nitrous oxide than trailing hose and surface application. This is a general picture, but there are large variations. To avoid</p> |
|---|

enhanced losses of nitrous oxide it is important to avoid harmful soil compaction and operate under relatively dry conditions. Use of hose equipment in combination with injection leads to less soil compaction than use of spreader on a slurry wagon.

Cover picture: manure application with immediate ploughing. Ås, Norway. Photo: Svein Skøien

|                              |         |
|------------------------------|---------|
| <i>Land/Country:</i>         | Norge   |
| <i>Fylke/County:</i>         | Fylke   |
| <i>Kommune/Municipality:</i> | Kommune |
| <i>Sted/Lokalitet:</i>       | Sted    |

Godkjent / Approved

Prosjektleder / Project leader

.....  
Marianne Bechmann

.....  
Svein Skøien

|     |  |    |
|-----|--|----|
| 1.  | Innledning .....                                   | 3  |
| 2.  | Sammendrag og konklusjoner .....                   | 5  |
| 3.  | Husdyrgjødsel og miljø .....                       | 12 |
| 3.1 | Kilder til tap av N .....                          | 12 |
| 3.2 | Utslipp av ammoniakk .....                         | 14 |
| 3.3 | Utslipp av lystgass .....                          | 15 |
| 3.4 | Avrenning av næringsstoffer .....                  | 15 |
| 4.  | Effekt av metoder .....                            | 19 |
| 4.1 | Beskrivelse av nedfellingsutstyr og metoder .....  | 19 |
| 4.2 | Virkning på utslipp av ammoniakk og lystgass ..... | 19 |
| 4.3 | Vanntilsetning .....                               | 29 |
| 4.4 | Virkning på avrenning av fosfor .....              | 29 |
| 4.5 | Virkning på avrenning av nitrogen .....            | 30 |
| 4.6 | Virkning på avling .....                           | 30 |
| 5.  | Geografiske forskjeller .....                      | 32 |
| 6.  | Forvaltningen av ordningen .....                   | 36 |
| 7.  | Referanser .....                                   | 40 |

# 1. Innledning

---

I jordbruksoppkjøret 2007 ble det bestemt å etablere en pilotløsning for miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel. Dette innebar at det ble gitt tilskudd til utvalgte områder som skulle spre gjødsla på en mer miljøvennlig måte. I St.prp. nr. 77 (2006-2007) går det fram følgende: ” første omgang er det ønskelig å øke andelen av gjødsla som blir spredd med en mer miljøvennlig spredeteknologi og/eller nedmoldet. Avtalepartene ønsker å prøve ut et arealtilskudd for det arealet som gjødsles med stripespreder, injeksjonsutstyr eller der gjødsla nedmoldes raskt etter spredning”.

Pilotprosjektet startet opp i 2008 med utvalgte områder i Buskerud, Hedmark og Rogaland. I 2009 ble ordningen utvidet til å gjelde Sogn og Fjordane og ved en ytterligere utvidelse av prosjektet ble utvalgte områder i Nord-Trøndelag inkludert for 2010. Utvelgelsen av områder ble blant annet gjort med tanke på å få erfaring fra forskjellige geografiske distrikter med ulike vilkår knyttet til blant annet husdyrtetthet, klima, brattlendt terreng osv.

Ordnningen er hjemlet i forskrift 18.07.08 nr. 815 om tilskudd til miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel fastsatt av Landbruks- og matdepartementet. Formålet med tilskuddet er å bidra til at husdyrgjødsel spres på miljøvennlige måter som reduserer uønskede utslipp til luft og vann, samt gir minst mulige luktulemper. Spredningen skal foregå slik at mest mulig av næringsstoffene i gjødsla gjøres tilgjengelig for plantevekst.

I forskriftens § 3 går det fram at det kan gis tilskudd til spredning av husdyrgjødsel:

- 1) i voksende kultur, åpen åker og stubb der gjødselen enten blir ført direkte ned i bakken, mekanisk eller ved hjelp av høyt trykk (nedfelling) eller blir ført i slanger eller rør helt ned på bakken (nedlegging), eller
- 2) ved harving eller pløying etter overflatespredning av husdyrgjødsel, slik at gjødsla dekkes av jord eller blandes inn i det øverste jordlaget innen 2 timer (nedmolding).

Det kan gis et tillegg dersom det ved spredning av husdyrgjødsel i voksende kultur benyttes slangeutstyr. Som slangeutstyr regnes utstyr for uttransport av husdyrgjødsel der gjødsla føres ut på arealet gjennom slanger eller rør direkte til forskjellige typer spreder.

Bioforsk Jord og Miljø har fått i oppdrag å evaluere tilskuddsordningen. Formålet med oppdraget er å vurdere miljøeffekter av tiltakene som er beskrevet i forskriftens § 3. Evalueringen skal danne et faglig beslutningsgrunnlag for eventuell etablering av en framtidig tilskuddsordning som fremmer en bedre spredepraksis for husdyrgjødsel i hele landet.

Evalueringen inneholder en rangering og differensiering av de ulike tiltakene som er omfattet av pilotordningen. Rangeringen er først og fremst gjort på bakgrunn av miljøeffekter knyttet til reduserte utslipp av ammoniakk og lystgass til luft. Andre miljøeffekter, som redusert avrenning av fosfor og mindre luktproblemer er også aktuelle parametre, og de er drøftet og benyttet for rangering.

Flere forskere i Bioforsk har bidratt i denne evalueringen: Lars Nesheim, Gustav Fystro, Sissel Hansen, Samson Øpstad, Marianne Bechmann, Anne Falk Øgaard og Svein Skøien. I tillegg har vi fått innspill fra UMB: John Morken ved Institutt for matematiske realfag og teknologi og Steinar Tveitnes ved Institutt for plante- og miljøvitenskap.

Vi har hatt møter og samtaler med kontaktpersoner og andre involverte i pilotfylkene. Møte med Rogaland 7. desember og Hedmark 9. desember og Buskerud 13. desember. Her deltok personer fra Fylkesmannens landbruksavdeling, de aktuelle kommunene, Norsk landbruksrådgiving, samt bønder som hadde prøvd metodene.

Temaet er delvis også nylig utredet i tre rapporter fra Bioforsk: Disse rapportene hadde fokus på reduksjon av klimagassutslipp.

- Hansen, S. m.fl. 2009. Reduserte nitrogenutslipp gjennom bedre spredemetoder for husdyrgjødsel.
- Øygarden, L. m. fl. 2009. Klimatiltak i jordbruket - mindre lystgassutslipp gjennom mindre tilførsel til jordbruksareal og optimalisering av driftsforhold.
- Nesheim, L. m.fl. 2010. Husdyrgjødsel og jordarbeiding -verknad på utslipp av klimagassar.

Vi har i tillegg foretatt en litteraturgjennomgang og hatt kontakt med forskere i andre land for å sammenfatte resultater som går mer direkte på spredemetoder. Vi har lagt vekt på resultater fra vår naboland. Konklusjonene i rapporten bør dermed være et uttrykk for eksisterende kunnskap om virkningene av spredemetodene.

## 2. Sammendrag og konklusjoner

---

I rapporten er ulike spredemetoder for husdyrgjødsel vurdert for miljøeffekt med hensyn til gasstap, ammoniakk og lystgass, og avrenning av næringsstoffer. Det er også gjort en vurdering i forhold til luktproblemer.

Metodene er listet opp i nedenfor.

| Metode   | Tilskudd 2010<br>Kr/dekar |
|--|---------------------------|
| Direkte nedfelling i voksende kultur (eng, korn)   | 80                        |
| Nedlegging i voksende kultur (stripespreder i eng, korn)                                   | 80                        |
| Nedfelling i åpen åker og stubb  | 50                        |
| Nedlegging i åpen åker og stubb med nedmolding innen 2 timer                               | 50                        |
| Tradisjonell bredspredning med nedmolding innen 2 timer                                    | 50                        |
| Ekstra tilskudd ved bruk av slangeutstyr ved nedfelling eller nedlegging i voksende kultur | 35                        |

De aktuelle metodene som er omfattet av pilotordningen har generelt positive miljøvirkninger, spesielt ved at tapet av ammoniakk og luktproblemer reduseres. Det er et stort potensial for å redusere ammoniakktapene ved spredning av husdyrgjødsel. Tap av ammoniakk med spredning utgjør en stor andel av de totale ammoniakktapene fra lagring og spredning av husdyrgjødsel. Når det gjelder lystgass og avrenning av fosfor og nitrogen er det ikke så tydelige direkte virkninger av spredemetodene som for ammoniakk.



Ut fra tilgjengelig kunnskap om de ulike metodene er det i tabellen under gjort en rangering av spredemetodene med hensyn på ulike miljøvirkninger. Det er sammenliknet med bredspredning eller nedmolding i henhold til generell forskrift. Rangeringen gjelder innen hver metode. XXX står for størst effekt, 0 ingen effekt, -X negativ effekt.

| Metode  | Ammoniakk | Lystgass | Andre faktorer* |
|---|-----------|----------|-----------------|
| Direkte nedfelling i voksende kultur (eng, korn)                          | XXX       | 0        | X               |
| Nedlegging i voksende kultur (stripespreder i eng, korn)                  | XX        | 0        | X               |
| Nedfelling i åpen åker og stubb   | XXX       | -X       | X               |
| Nedlegging i åpen åker og stubb med nedmolding innen 2 timer              | XX        | 0        | XX              |
| Tradisjonell bredspredning med nedmolding innen 2 timer                   | XX        | 0        | XX              |
| Ekstra tilskudd ved bruk av slangeutstyr ved nedfelling i voksende kultur | XXX       | XXX      | XXX             |
| Ekstra tilskudd ved bruk av slangeutstyr ved nedlegging i voksende kultur |           | XXX      | XXX             |

\*De ulike metodene har ulike virkninger på jordstruktur, avlingsnivå eller andre dyrkningsmessige forhold (se beskrivelsen herunder).

Miljøeffektene er vurdert i forhold til tapene ved bredspredning. Ammoniakk tapet er relativt godt dokumentert. Det er viktig å få fram at ammoniakktapene generelt kan være lave ved spredning i kjølig og fuktig vær med lite vind. Dette gjelder også ved tradisjonell bredspredning. Vannblandet blautgjødning har også langt lavere tap. Effekten av disse miljøvennlige spredemetodene er derfor størst når værforholdene er slik at de fremmer tap av ammoniakk.

For lystgass har vi få måleresultater, men har en del kjennskap til vilkårene for dannelse av lystgass i jord. For avrenning av næringsstoffer er det også få forsøksresultater på spesifikk effekt av spredemetoder. Vurderingene i tabellen er kommentert i teksten under.

### **Direkte nedfelling i voksende kultur samt ekstra tilskudd til slangeutstyr**

Til nedfelling brukes DGI som skyter gjødsla ned i bakken med trykk, eller en grunn nedfeller som lager et spor i bakken.

Nedfelling er fordelaktig med hensyn på miljøeffektene og gir betydelig reduksjon i ammoniakktap sammenliknet med bredspredning i tørt vær. Dette skyldes binding av ammonium i jorda og mindre eksponering for fordampingsfaktorer.

Direkte nedfelling i voksende kultur kan gjøres i eng om våren eller etter slått forsommer og sommer. Det kan også gjøres i høstkornåker om våren. Nedfelling gjør en viss skade på plantedekket. Utstyret har liten arbeidsbredde og er ofte tungt utstyr, som kan medføre store pakkingsbelastninger på jorda. Dette kan igjen føre til dårligere plantevekst og mulig større tap av lystgass, samt øke risikoen for nitrogenavrenning.

Det er inkludert et ekstra tilskudd til slangeutstyr med henblikk på å redusere skadene av tungt utstyr på jordstrukturen.

Generelt vil spredning av husdyrgjødsel om våren medfører høyere utnyttingsgrad av tilført nitrogen både i form av direktevirkning og ettervirkning enn sommer spredning.

#### *Ammoniakk*

Nedfelling vil redusere i ammoniakktap i størrelsesorden betydelig både vår og sommer sammenliknet med bredspredning. Enda større reduksjon er rapportert for dyp nedfelling. Med redusert gasstap følger også sterk reduksjon i lukt. Det er likevel en forutsetning at nedfellingen virker godt nok. Under tørre forhold kan det være vanskelig å få gjødsla ned i bakken, og gasstapet kan da bli omtrent som ved nedlegging.

Det er spredning på eng om sommeren som utgjør den største tapsposten for ammoniakk, slik at det er viktig å bruke en metode som reduserer dette tapet.

#### *Lukt*

Nedfelling gir god luktreduksjon.

#### *Lystgass*

Nedfelling kan gi noe høyere tap av lystgass i våt jord. Forskningsresultater så langt er ikke entydige og overbevisende, men mye tyder på at eventuelt økte direkte lystgasstap etter nedfelling oppveies av reduserte ammoniakktap fra gjødsla og mindre behov for mineralgjødsla. Det forutsettes da at gjødsla spres under tørre forhold. Virkning av jordpakking har innvirkning på utnyttelsen av næringsstoffene i både husdyrgjødsel og mineralgjødsla.

Utstyret fungerer litt forskjellig. Etter nedfeller som lager åpne spor, vil gjødsla være noe utsatt for gasstap og lukt.

#### *Fosforavrenning*

Nedfelling reduserer faren for avrenning av fosfor på overflaten i tiden etter spredning. I hellende terreng kan gjødsla renne i sporene og gi risiko for økt næringsstofftap. Endret kjøremønster kan kompensere noe for dette. Utstyret DGI, som ikke lager åpne spor, fungerer godt også i hellende terreng. Under tørre forhold kan det likevel være vanskelig å få gjødsla ned i bakken med dette utstyret.

Enkelte avrenningsepisoder kan føre til store tap av fosfor ved bredspredning. Fosfortapene gjennom året for øvrig er ikke så knyttet til spredemetode, men styres av jordas generelle P-status og bindingsevne for fosfor. Størst fosforavrenning i det som

regel om høsten med mye nedbør og ved nedbørsepisoder og tining senvinter og tidlig vår.

### **Nedlegging (stripespredning) i voksende kultur samt ekstra tilskudd til slangeutstyr**

Stripespreder og i en viss grad nedfeller kan gi mulighet til å spre gjødsel i en lenger periode, uavhengig av våronn og slått. Utstyret kan brukes i voksende kultur uten å grise til bladverket. Dette har arbeidsmessige fordeler og betyr også at man kan unngå å kjøre på ugunstige tidspunkt mht vær og jordforhold. Stripespreder har en større arbeidsbredde, noe som gir mindre pakkingsbelastning. Dersom det kombineres med slange, er pakkingen minimal. Også for nedlegging er det inkludert et ekstra tilskudd til slangeutstyr med henblikk på å redusere skadene av tungt utstyr på jordstrukturen.

#### *Ammoniakk*

Stripespredning reduserer ammoniakktapet sammenlignet med bredspredning. Det blir en mindre gjødseloverflate som er tilgjengelig for fordamping, og gjødsla beskyttes i en viss grad mot fordamping ved at den legges ned i plantedekket.

Ved spredning i voksende kornåker kan et høyere og mer beskyttende plantedekke føre til mindre ammoniakktap enn ved spredning på kortvokst eng. Stripespredning har best effekt på ammoniakktapet om våren ved lave temperaturer. Om sommeren kan tapet uansett bli betydelig, når gjødsla ikke moldes ned.

Vanntilsetning (som ikke inngår i pilotordningen) gir en stor forbedring i effekten mht. reduksjon i ammoniakktap. Under gunstige forhold kan det være tilnærmet like effektivt som nedlegging. I praksis brukes ofte vanntilsetning ved denne spredemetoden, slik at effekten dermed er bedre enn det som er antatt uten vanntilsetning. Nye gjødselanalyser fra Rogaland viser dessuten at blautgjødsla har lavere tørrstoffinnhold enn det som har vært brukt som standardverdier. Dette gjelder både for svine- og storfe gjødsel.

#### *Lukt*

Stripespreder gir luktreduksjon i forhold med bredspredning, men ikke like god som nedfelling.

#### *Lystgass*

Svenske forsøk viser noe mindre tap av lystgass ved stripespredning i eng, sammenliknet med nedfelling.

#### *Fosforavrenning*

Risiko for avrenning av fosfor kan være like stor ved nedlegging i voksende kultur som ved bredspredning, siden gjødsla blir liggende oppå bakken. Intense nedbørsepisoder kort tid etter spredning kan føre til store fosfortap i hellende terreng. Tilpasning av spredetidspunkt i forhold til dominerende avrenningsepisoder kan redusere risikoen. Risiko for næringsstoffavrenning reduseres ved god utnyttelse av stoffene til plantevekst, det vil si spredning tidlig om våren og i begynnelsen av vekstsesongen.

### **Nedfelling i åpen åker og stubb**

Nedfelling i åpen åker og stubb vil ha tilsvarende og trolig noe bedre miljøeffekt med hensyn til gasstapene enn rask nedmolding (se under). Resultater så langt tyder på at slik nedfelling under relativt tørre forhold ikke vil føre til ekstra tap av lystgass. Nedfeller kombinert med slange er en gunstig metode i forhold til jordpakking. Med hensyn til risiko for avrenning vil nedfelling i åpen åker og stubb ha samme effekt i

forhold til bredspredning som nedfelling i voksende kultur (se over), dersom nedfellingen skjer i vekstsesongen.

### **Nedlegging i åpen åker og stubb med nedmolding innen 2 timer**

Rask nedmolding etter spredning om våren er den mest effektive bruken av gjødsla, og det som sikrer best utnytting av nitrogenet.

#### *Ammoniakk*

Nedmolding innen 2 timer reduserer ammoniakktapet sammenlignet med nedmolding innen det generelle kravet på 18 timer. Forskjellen er spesielt stor ved høye temperaturer om sommeren. Tapet skjer i størst grad i de første timene etter spredning. Nedlegging minsker kontakt med luft og reduserer også fordampingen i forhold til bredspredning.

#### *Lukt*

Rask nedmolding er svært gunstig i forhold til lukt.

#### *Lystgass*

På våren med relativt tørr jord viser forsøk at tapet av lystgass er mindre etter nedmolding enn uten nedmolding (forskriftene krever nedmolding i åpen åker). Ved nedlegging i åpen åker og stubb med nedmolding innen 2 timer er det altså både reduksjon av lystgass og ammoniakk.

#### *Fosforavrenning*

Risiko for avrenning av fosfor reduseres ved nedmolding av husdyrgjødsel kort tid etter spredning. Med tanke på utnyttelse av fosfor er det gunstig med rask nedmolding om våren. Bedre utnyttelse som plantenæring gir lavere risiko for tap av fosfor.

### **Tradisjonell bredspredning med nedmolding innen 2 timer**

#### *Ammoniakk*

Nedmolding innen 2 timer gir en klar gevinst for ammoniakktapet i forhold til det generelle kravet om nedmolding innen 18 timer. Pløying er bedre enn harving.

#### *Lukt*

Luktproblemene avtar med hvor kortere tid det går fram til nedmolding. Værforhold på spredetidspunktet påvirker lukt i stor grad.

#### *Lystgass*

Rask nedmolding om våren på relativt tørr jord er gunstig for reduksjon av lystgasstap.

#### *Fosforavrenning*

Risiko for avrenning av fosfor reduseres betydelig ved nedmolding av husdyrgjødsel kort tid etter spredning. Dette fører også til en bedre utnyttelse av fosforet som plantenæring.

### **Andre forhold knyttet til spredning og bruk av husdyrgjødsel**

I en vurdering av hvorvidt en slik ordning for miljøvennlig gjødselspredning skal være landsomfattende må det også vurderes om det er andre tiltak innenfor forvaltningen av det ordinære regelverket samt den generelle rådgivningen og praksisen som kan være effektive for å redusere tapene. Det er også viktig å være klar over at reduserte tap av

ammoniakk vil føre til større risiko for avrenning av nitrogen og trolig til større tap av lystgass hvis ikke tilført mengde mineralgjødning tilpasses bedre etter spredemetode for husdyrgjødsel.

Følgende anbefalinger gir grunnlag for å minske miljøeffektene ved spredning av husdyrgjødsel:

#### Bonde og rådgiver

- Ta hensyn til vær ved spredning, og spre tidlig i vekstsesongen.
- Sørg for å ha tilstrekkelig lagerkapasitet.
- Sørg for jevnere spredning og utnytt tilgjengelig spredeareal bedre. Fordele gjødning jevnt over gården. Tilførsel av store mengder gjødning på en gang fører til dårligere utnytting og økt fare for tap av lystgass.
- Ta hensyn til gårdens totale nitrogenbalanse i gjødselplanleggingen.
- Vannblanding og bruk av gylleutstyr. Bruk av slangeutstyr.
- Unngå jordpakking ved bruk av for tungt utstyr og kjøring på ugunstige tider.

#### Forskning og forvaltning

- En strengere praktisering og kontroll med eksisterende regelverk.
- Behovet for administrasjon og mulighetene for kontroll med ordningen.
- Sikrere og mer oppdaterte tall for næringsinnholdet i gjødning, samt virkningen av de ulike gjødseltypene. Vurder virkningen av endrede fôrnormer og fôrstyrke til storfe.

En viktig faktor ved vurdering av tapsposter og utnyttingsgrad av nitrogen i husdyrgjødsel er mengden spredd per arealenhet. I flere forsøk med husdyrgjødsel er det registrert høyere utnyttingsgrad av nitrogen ved moderate mengder gylle spredd på eng enn ved noe større mengder tilført i åker/ gjenlegg og arbeidet inn i jorda ved harving eller pløying. Her ble det registrert forskjeller mellom landsdeler og de to prøvde bruksmåtene relatert til klima (Tveitnes 1979, Aase 1981).

#### Geografiske forskjeller

Det er geografiske forskjeller i effekten av metodene mht. til ammoniakktap. Dette skyldes først og fremst ulike vær- og klimaforhold som fører til forskjellig grad av fordampning. Generelt forventes størst prosentvis reduksjon i ammoniakktap ved nedfelling/rask innarbeiding i regioner med tørre og varme vekstsesonger, spesielt om sommeren. Den samlede reduksjonen i ammoniakktap kan likevel være størst i mer nedbørrike regioner, fordi det er der de fleste husdyra befinner seg.

Risiko for fosforavrenning til vann og vassdrag viser stor geografisk variasjon som har sammenheng med nedbøroverskuddet i vekstsesongen og nedbørens fordeling gjennom året, samt jordart og bindingsforhold for fosfor. Risiko for fosforavrenning ved bredspredning er størst i hellende terreng og effekten av tiltakene er derfor størst på slike arealer. Lengden på vinteren og antall fryse- og tineperioder har dessuten stor betydning for risiko for fosforavrenning. Her vil dessuten belastninger i de forskjellige vannområder være bestemmende for miljøtiltak.

Tapene av lystgass er mangelfullt dokumentert, men vi vet at lystgassutslippene er størst i fuktig, tett jord med stor konsentrasjon av plantetilgjengelig nitrogen. Det er

derfor større fare for lystgassutslipp ved nedfelling i regioner med mye dårlig drenert jord og med mye nedbør enn i tørrere områder.

Disse geografiske forskjellene gjør at en ordning for å fremme de mest miljøvennlige spredemetodene for husdyrgjødsel lettest kan utformes og tilpasses regionalt.

## 3. Husdyrgjødsel og miljø

---

I dette kapittelet ser vi spesielt på tap av nitrogen og fosfor forbundet med spredning av husdyrgjødsel.

### 3.1 Kilder til tap av N

En oversikt fra EU-landene viser følgende tap fra husdyrgjødsel (Oenema 2007):

Om lag 65 % av N som skilles ut fra dyra ble samlet opp og lagret før spredning. Ca 30 % av N som skilles ut av dyra gikk tapt under lagring; ca 19 % som ammoniakk, 7 % som NO, N<sub>2</sub>O og N<sub>2</sub>, 4 % som lekkasje og avrenning.

I tillegg gikk 19 % av N utskilt i fjøsene tapt som ammoniakk under spredning. Til sammen betyr dette at maksimalt 52 % av det nitrogenet som skilles ut av dyra i fjøset blir utnyttet som plantenæring. Det er store forskjeller mellom medlemslandene i disse tallene, som er framkommet ved bruk av modellberegninger og statistikk.

En aktuell strategi for å senke ammoniakktapene er å senke proteinnivået i husdyrfôret slik at N-konsentrasjonen i gjødsla blir lavere. Det er viktig å se alle tiltak samlet på gårdsnivå. En bør også være oppmerksom på at tiltak som fører til mindre ammoniakktap kan medføre større fare for utvasking av NO<sub>3</sub> og større tap av lystgass, hvis ikke tilførslene av mineralgjødsel reduseres tilsvarende.

Det er ulike ammoniakktap knyttet til valg av teknologi i hele kjeden, fra fjøs, lager og spredning. Tabellen under tar utgangspunkt i 100 kg ammoniakk/ammonium i husdyrgjødsel. Ammoniakk kan tapes fra ulike steder i handteringskjeden, både fra ventilasjonsluft (fjøs), fra lager og fra spredning. Tabellen viser hvordan valg av ulike teknologier avgjør hvor mye ammonium som blir igjen til plantene. Ammoniakkutslippet avgjøres av størrelsen på areal med våte flater. I løsdrieffjøs er slike arealer større enn i båsfjøs, og en får noe større utslipp. Det er noe variasjon i tallmaterialet fra ulike undersøkelser, men man opererer med utslipp på 14 - 16 %. Båsfjøs gir lavere tap. Her har man ofte operert med 10 % tap, men for eksempel danskene bruker ca. 7 %. Utslippet fra lager er først og fremst avhengig av overdekning. Det beste er fast dekke som i gjødsekkjellere. Utendørs lagertanker kan gi store tap avhengig av tilstedeværelsen av flytedekke, og i en del publikasjoner brukes 40 % tap ved naturlig flytedekke.

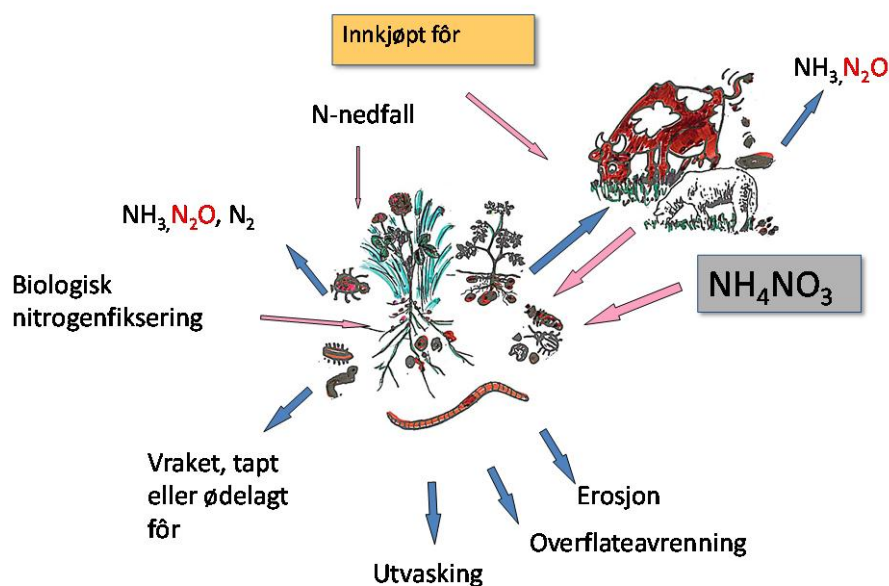
Utslippene fra spredningen varierer betydelig med spredeteknikk, Tabell 1 viser at ved å velge dårlig teknologi i hele kjeden kan man tape nesten 80 prosent av ammoniakken, mens et riktigere valg av teknologi kan redusere tapet til omtrent 45 %.

Tabell 1. Tap av ammoniakk ved bruk av ulike husdyrgjødselhandteringer (gjødsekkjeller (fast dekke) og utendørs lagring (åpent) av gjødsel ved hhv bås- og løsdriфтfjøs og ulike spredeteknikker). Figuren viser mengde ammonium-N som ikke er tapt. Det vil si gjenværende ammonium i % av utgangspunktet. Ammoniuminnholdet i fersk gjødsel er satt til 100 %. Etter John Morken.

|                                    | Båsfjøs    |       | Løsdriфт   |       |
|------------------------------------|------------|-------|------------|-------|
|                                    | Fast dekke | Åpent | Fast dekke | Åpent |
| Gjødsel                            | 100        | 100   | 100        | 100   |
| Fjøs (10 og 14 % tap)              | 90         | 90    | 86         | 86    |
| Lager (10 og 40 % tap)             | 81         | 54    | 77         | 52    |
| Spredning                          |            |       |            |       |
| Breispredning (60 % tap)           | 32,4       | 22    | 31         | 21    |
| DGI (reduksjon på 60 %)            | 55         | 41    | 52         | 39    |
| Vannutblanding (reduksjon på 50 %) | 50         | 38    | 48         | 36    |

Faren for gasstap av nitrogen øker med økende nitrogenoverskudd og øker også med lavere utnytting av tilført nitrogen. De viktigste tapspostene illustreres av de blå pilene i figuren nedenfor. Alt overskudd av N vil bidra til økt risiko for produksjon av lystgass.

### Tilførsel og tap av nitrogen i husdyrproduksjon



Figur 1. Diagram som viser tilførsel og tap av nitrogen i husdyrproduksjon. Nitrogen kjøpes inn til gården i fôr, gjødsel og strø. Nitrogen tilføres også ved biologisk nitrogenfiksering og atmosfærisk nedfall. Betydningen av biologisk nitrogenfiksering og atmosfærisk nedfall avhenger av hvor mye belgvekster som dyrkes, og hvor gården er plassert. Nitrogen selges fra gården i kjøtt, melk, ull, planteprodukt og eventuell



gjødning. Viktige tapsposter er vraket, tapt eller ødelagt fôr, utvasking av nitrat ( $\text{NO}_3$ ), overflateavrenning, erosjon og gasstap fra gjødning og jord. (Hansen et al. 2009).

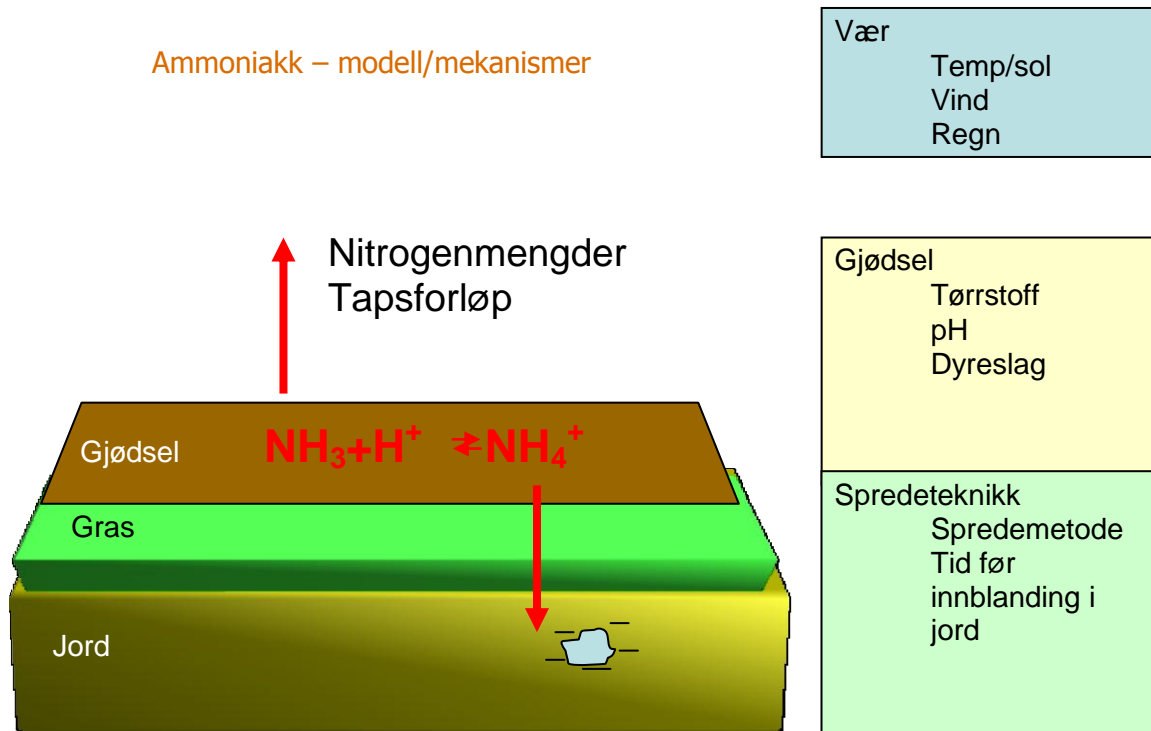
### 3.2 Utslipp av ammoniakk

Det er en likevekt mellom ammoniakk og ammonium. Dersom gjødsla ligger på overflata og tørker vil den være utsatt for ammoniakktap. Under ugunstige forhold kan opptil 100 % av uorganisk nitrogen tapes. Høy pH i gjødsla bidrar til økt ammoniakktap. Syretilsetning er en metode som er aktuell, blant annet i Danmark. Siden jorda har en pH-verdi på under 7, vil ammonium som blandes med jord bli bundet i jorda, og der vil ammonium raskt omdannes til nitrat.

Det er i hovedsak tre hovedfaktorer som bestemmer størrelsen på ammoniakktapet ved spredning:

- **Vær:** Utslipet av ammoniakk øker med faktorer som øker fordampingen.
- **Gjødning:** Mer lettflytende gjødning trenger lettere ned i jorda, og tapet reduseres. Det er ca. 10 % reduksjon av tapet per prosent redusert tørrstoffinnhold. Det er lavere tap fra grisegjødning enn fra storfegjødning. Ved å redusere pH-verdien ved syretilsetning skyves likevekten i reaksjonsligningen i figur 2 mot høyre, og tapet reduseres.
- **Spredeteknikk:** Spredeteknikker som reduserer kontakt mellom luft og gjødning kan redusere tapet betydelig i forhold til tradisjonell breispredning.

## Ammoniakk – modell/mekanismer



Figur 2. Prosesser som styrer ammoniakktap.

### 3.3 Utslipp av lystgass

Lystgass ( $N_2O$ ) er en nitrogenforbindelse som bidrar til global oppvarming. Denitrifikasjon er den viktigste kilden til  $N_2O$ -utslipp fra jord og gjødsel. Denitrifikasjon er en naturlig prosess som reduserer nitrat ( $NO_3^-$ ) og nitritt ( $NO_2^-$ ) til nitrogenoksid ( $NO$ ), lystgass ( $N_2O$ ) eller molekylært nitrogen ( $N_2$ ). Denitrifikasjon kan skje overalt hvor det er tilgjengelig  $NO_3^-$  og mangel på oksygen, blant annet i jord og lager for husdyrgjødsel. I tillegg vil reaktivt nitrogen som tapes ut av jordbrukssystemet bidra til økt denitrifikasjon andre steder. Eksempler på dette er ammoniakkkfordamping fra gjødsel og nitratutvasking fra jord.

Faren for lystgassutslipp er særlig stor ved høyt overskudd av N og store restmengder av nitrat i jord, ved dårlig grøftetilstand og i pakket jord. Faktorer som påvirker utslipp av lystgass fra jord er nærmere beskrevet av Hansen et al. (2009).

Målinger av lystgasstap viser stor variasjon. Fra danske målinger oppgis en gjennomsnittlig denitrifikasjon på 0,8-1,6 kg N/daa årlig, men variasjonen ligger fra mindre enn 1 til 23,7 kg. (Vinther & Hansen 2004). Denitrifikasjonen er generelt størst på leirjord hvor luftinnholdet er lavt. I norske forsøk er det likevel vist at denitrifikasjonen kan være høy på morene/sandjord på grunn av jordpakking på eng.

### 3.4 Avrenning av næringsstoffer

I tillegg til rett spredemetode er god fordeling av husdyrgjødsel, optimalt spredetidspunkt, og tilpasset tilførsel av mineralgjødsel viktige faktorer for minimering av næringsstofftap til omgivelsene. Generelt forventes det at spredemetoder som gir god kontakt mellom jord

og gjødsel gir mindre risiko for avrenning av fosfor på grunn av binding av fosfor til jorda. Når det gjelder nitrogenavrenning er effekten av spredemetoder mer kompleks. Ammonium i gjødsla vil raskt omdannes til nitrat i jorda, og nitrat bindes svakt til jord. Nedfelt gjødsel kan derfor gi økt nitratutvasking sammenlignet med overflatespredd gjødsel. Risikoen for nitrogenavrenning vil også ha sammenheng med gasstapet ved spredning. Redusert gasstap vil kunne gi økt nitratkonsentrasjon i jorda hvis ikke nitrogentilførsel med mineralgjødsel reduseres tilsvarende. Spesifikk effekt av ulike spredemetoder på avrenning av næringsstoffer blir behandlet i kapittel 4. Faktorer som øker avrenningsfaren:

- Spredning om høsten eller seint i vekstsesongen når det er lite opptak i plantene.
- Spredning i perioder med mye nedbør og våt jord.
- Spredning av større mengder enn plantenes behov.
- Overflatespredning til gras.
- Høyt nivå av lett tilgjengelig fosfor (P-AL) i jorda.

### Optimal tilførsel

I følge husdyrgjødselsforskriften er kravet til spredeareal for husdyrgjødsel minimum 4 daa fulldyrket jord pr. gjødseldyrenhet (GDE). Dette tilsvarer 3,5 kg P/daa/år. Denne grensen ligger høyt sammenlignet med andre nordeuropeiske land. For eksempel er det i Sverige en grense på 2,2 kg P/daa. En fosfortilførsel på 3,5 kg P/daa vil ofte være større enn den mengden som tas ut med avlingen.

Husdyrgjødselsforskriften påpeker også at bruk av husdyrgjødsel skal tilpasses arealets gjødslingsbehov. Det betyr at avlingsnivå og jordas fosforinnhold målt som P-AL skal styre fosfortilførslene. Det anbefales å gjødsle med like mye fosfor som det som fjernes med avlingene når P-AL er 5-7. Ved P-AL > 7 anbefales redusert gjødsling med en nedtrapping av gjødslingsnivået med økende P-AL inntil P-AL 14. Ved P-AL ≥ 14 anbefales det ingen tilførsel av fosfor I praksis er det vanskelig, og ofte umulig, å følge gjødslingsanbefalingene for fosfor der husdyrtettheten er opp mot 0,25 GDE per daa.

Bioforsk har sett nærmere på gjødslingspraksis ved bruk av husdyrgjødsel i fire av JOVA-programmets overvåkingsfelt (Øgaard 2008). Resultatene tyder på at god utnyttelse av fosfor- og nitrogenressursene i husdyrgjødsel er for lite i fokus når husdyrgjødsel skal fordeles. Tilført mengde fosfor var til dels betydelig over anbefalt mengde der det ble tilført husdyrgjødsel. Overdoseringen var størst der det ble brukt fosforrik husdyrgjødsel som grise- og hønsegjødsel. For disse husdyrgjødseltypene ble en stor andel spredd i mengder som ga >3,5 kg P/daa/år. Det betyr at gårdens spredeareal i mange tilfeller ikke ble utnyttet optimalt. Fosfor i husdyrgjødsel ble heller ikke fullt ut tatt hensyn til ved tilførsel av supplerende mineralgjødsel.

Også for nitrogen er det en tendens til at det tas for lite hensyn til tilførselen med husdyrgjødsel og ettervirkning av tidligere tilført husdyrgjødsel når mineralgjødsel skal doseres. Dette gir til dels store nitrogenoverskudd og stor risiko for nitrogenutvasking og gasstap.

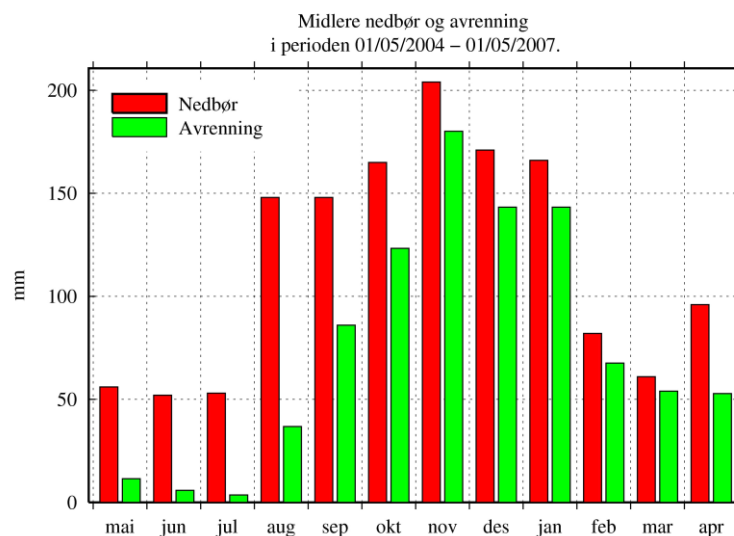
### Spredetidspunkt

Tillat spredetid for husdyrgjødsel er regulert ved forskrift: Spredning uten nedmolding/nedfelling skal skje i perioden fra våronnstart til 1. september. Fra 1. september til 1. november er spredning med nedmolding tillatt. Ingen spredning er tillatt i perioden fra 1. november til 15. februar. En best mulig utnyttelse av næringsstoffene i husdyrgjødsel og minst mulig risiko for tap til omgivelsene oppnås ved spredning tidlig i vekstsesongen. Spredning seint i vekstsesongen eller utenom vekstsesongen fører til mindre

opptak av næringsstoffene og dermed større risiko for utvasking. Høstspredning gir forhold med større risiko for avrenning på grunn av vannoverskudd og derfor generelt større risiko for tap av næringsstoffer sammenlignet med spredning tidlig i vekstsesongen. Det er dokumentert at det kan være 70 % større totalt fosfortap ved høstspredning av husdyrgjødsel sammenlignet med vårspredning (Tveitnes 1993).

Kraftige avrenningsepisoder kort tid etter gjødselspredning kan gi store fosfortap. I vår- og sommermånedene er det høy fordampning og som regel mindre nedbør. Dette gir liten risiko for avrenning. Organisk jord har liten bindingskapasitet for fosfor, og gjødsling utenom vekstsesongen gir her spesielt stor risiko for fosfortap. Høstspredning gir dårligere planteutnyttelse av fosforet sammenliknet med vårspredning på grunn av binding til jord. Som en tommelfingerregel regner en med om lag tre uker fra fosforet er i kontakt med jord til det er bundet til partiklene.

Forsøksresultater viser at det kan forventes god nitrogenvirkning når gjødsla spres på våren og tidlig i vekstsesongen, mens nitrogenvirkningen er usikker ved høstspredning og betydelig redusert sammenlignet med vårspredning. Spredning om våren er derfor klart det beste i forhold til både miljø og ressursutnyttelse. Dette er et viktig argument for at siste dato for spredning bør settes tidlig.



**Figur 3. Månedlig middelnedbør og -totalavrenning til Timebekken (JOVA).**

Undersøkelsen av gjødslingspraksis ved bruk av husdyrgjødsel i fire av JOVA-feltene viser at andelen husdyrgjødsel som ble spredd i vekstsesongen varierte mellom de ulike feltene og mellom de enkelte år (Øgaard 2008). Til dels ble en betydelig andel (>30 %) av husdyrgjødsla spredd utenom vekstsesongen.

Resultatene viser at det er et potensial for å bedre utnyttelsen av næringsstoffene i husdyrgjødsla og minske risikoen for tap til omgivelsene ved å fokusere på følgende:

- Øke andelen husdyrgjødsel som spres tidlig i vekstsesongen.
- Utnytte hele gårdens spredeareal i større grad.
- Tilpasse tilførselen av mineralfosfor til mengden fosfor tilført med husdyrgjødsel.

- Legge større vekt på hvilken N-utnytting som kan oppnås av husdyrgjødsel både direkte og som ettervirkning.

I tillegg bør det vurderes å stille større krav til spredeareal for å unngå stor overdosering av fosfor i forhold til anbefalt fosforgjødsling på husdyrbruk.

## 4. Effekt av metoder

---

I dette kapittelet beskrives miljøeffekten av ulike spredemetoder. Vi drøfter også en del andre forhold som påvirker effektene. Det gjengis resultater fra undersøkelser i flere land. Metodene er noe ulike, jord og klimaforhold er også forskjellige, slik at resultatene ikke alltid kan sammenliknes direkte. Resultater fra naboland og andre land med liknende forhold som Norge gir likevel et godt grunnlag for en vurdering av miljøeffekter av spredemetoder brukt i Norge.

### 4.1 Beskrivelse av nedfellingsutstyr og metoder

Nedfellingsutstyr brukes i voksende kultur, åpen åker eller stubb der gjødsla enten blir ført direkte ned i bakken mekanisk eller ved hjelp av høyt trykk (DGI = Direct Ground Injection).

Grunn nedfellingsteknikk kan man kun bruke på lettere jordarter, mens dyp nedfellingsteknikk også kan bli brukt på tyngre jordarter. En grunn nedfeller lager et V-forma spor i bakken, ca. 2 cm bredt og 5 cm dypt. Sporet kan enten bli lagd ved hjelp av to skråstilte skiveristler, en kniv eller et V-forma hjul. Grunne nedfellerne kan plassere opptil 2,5 - 3 tonn gjødsl per daa. Teknikken er en del brukt i Danmark, Nederland og Tyskland. Det finnes derfor flere utenlandske produsenter.

Dyp nedfeller består av en skiveristel og en harvetinde med nedføringsrør for gjødsl. Skiveristelen skjærer opp et vertikalt spor og gjødsla blir ført ned gjennom et rør montert på tinden. I enden på tinden er det en gåsefot som lager et horisontalt spor til plassering av gjødsla. Dybden av sporet er 10 - 20 cm. Trekkraftbehovet er stort, ca. 12 - 15 hk per tinde. Dette begrenser både nedfellingsbredda og avstanden mellom tindene. Dyp nedfelling er ikke brukt kommersielt verken i Norge eller i andre land.

Utstyr for direkte gjødselinjisering (DGI) har lavt trekkraftbehov, og den kan brukes i hellende terreng. Her skiller den seg fra de andre nedfellerne, siden disse har maksimal hellingsgradient på 7-10 grader. DGI kan være problematisk å bruke på siltjord og på stiv leire som er tørr. Under slike betingelser blir gjødsla liggende på overflata.

### 4.2 Virkning på utslipp av ammoniakk og lystgass

I en Bioforskrappport fra 2010 er husdyrgjødsl og jordarbeiding vurdert med tanke på virkningen på utslipp av klimagasser (Nesheim et al. 2010). Normalt vil spredning om sommeren gi større tap enn spredning om våren. Forskjellene er noe avhengig av spredeteknikk, slik at tapa ved breispredning øker mer enn ved stripespredning eller nedfelling. Norske og danske anslag er om lag like for blautgjødsl av sammenliknbar kvalitet, 10-15 % forskjell, mens svenske anslag antyder en forskjell på 20-30 % ved spredning i eng. Her i landet blir det ofte tilsatt ekstra vann før spredning etter 1. slått, slik at forskjellen i praksis blir mindre.

Ulike spredeteknikker gir ulikt store ammoniakktap, der størrelsen på gjødseloverflata er en viktig faktor. Minst overflate gir minst tap generelt. Resultater fra utprøvinger har gitt svært varierende resultater etter blant annet gjødselkonsistens, plantehøyde,

spreddeforhold og jordforhold (Morken 2007). Utstyr for nedfelling finnes i flere varianter, og forsøk har vist store forskjeller på hvor godt de fungerer med å legge gjødsla ned i jorda

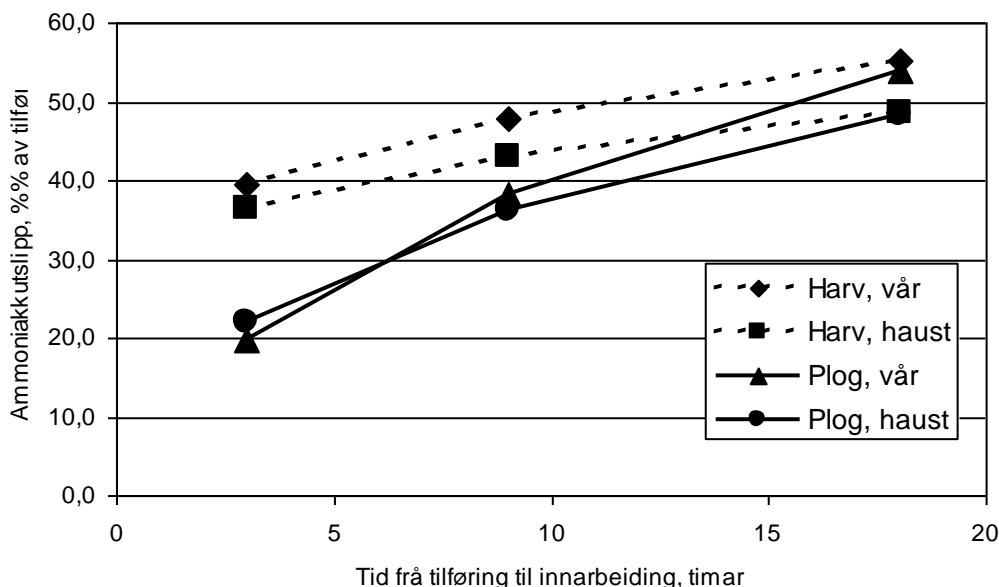
Øygarden et al. (2009) viser til følgende generelle verdier for ammoniakktap ved ulike spredemetoder for blautgjødsla: Breispredning 60 %, stripespredning 30 %, nedfelling i eng 20 %.

Vi finner størst direkte tap av lystgass ved nedfelling. Dette kan bety at det totale klimagassregnskapet kan være dårligere for nedfelling. En mer generell utfordring er lystgasstap som følge av jordpakking.

Det ble gjort en utredning i forkant av etableringen av tilskuddsordningen (Morken 2007). I denne rapporten omhandles blant annet spredning i åpen åker og nedmolding. Ammoniakktapet er størst like etter spredning, og det avtar med tiden fra spredning til eventuell innarbeiding. Dersom man sprer gjødsla på åpen åker kan en innarbeide gjødsla i jorda ved nedharving og nedpløying. Ammoniakktapet øker med tida frå spredning til innarbeiding, og hvor stor andel av gjødsla som blir "gjemt" av jord. Nedharving eller nedpløying kan kun gjøres på pløyd jord eller jord som senere skal bli sådd. Dette er også de eneste metodene for reduksjon av ammoniakktap fra spredning av fastgjødsla og halvfast gjødsla.

Morken henviser til en undersøkelse gjennom modellering av tid fra spredning til nedmolding. Resultatet viste at ikke bare tiden fra spredning til nedmolding hadde betydning, men også hvorvidt man spredde gjødsla på stubben og pløyde den ned, eller om man harvet den ned etter pløying.

Nedfellere samt stripespredere som er beregnet til eng også kan brukes til voksende planter i åker, for eksempel ved vårgjødsling til høstkorn. I tillegg er det utviklet nedfellere som er beregnet å bruke på pløyd åker før såing (svartjordsnedfellere).



Figur 4. Ammoniakktap fra spredning av bløtgjødsla på stubb. Innarbeiding ved pløying eller harving 3, 9 og 18 timer etter spredning, samt spredning både vår og høst.

## Rangering av metoder

Tabellen gir en vurdering av teknologiene i forhold til ammoniakkta og lukt (Morken 2007).

**Tabell 2. Evaluering av ulike spredeteknikkers egenskaper i forhold til ammoniakkta og luktspredning fordelt på vekster og tid på året for spredning.**

| Teknologi                        | Eng      |          |  | Åpen åker |               |  |
|----------------------------------|----------|----------|--|-----------|---------------|--|
|                                  | Vår      | Sommer   |  | Vår       | Voksende åker |  |
| Stripespreder                    | 20 (+)   | 20 (+)   |  | 20 (+)    | 20 (+)        |  |
| Vanntilsetning                   | 40       | 40       |  | -         | -             |  |
| Stripespreder og vanntilsetning. | 60 +     | 60 +     |  | -         | 60 +          |  |
| DGI                              | 60 +++   | 60 +++   |  | 60 +++    | 60 +++        |  |
| Skivenedfellere                  | 60 +++   | 60 +++   |  | 60 +++    | -             |  |
| Dyp nedfelling                   | 90 +++++ | 90 +++++ |  | 90 +++++  | -             |  |
| Svartjordsnedfeller              | -        | -        |  | 60 +++    | -             |  |
| Nedharving 3 t                   | -        | -        |  | 40 ++     | -             |  |
| Nedpløying 3 t                   | -        | -        |  | 60 ++     | -             |  |

+++++= mest luktreduksjon

Når det er vurdert lavere ammoniakkreduksjon ved bruk av DGI enn det forsøksresultater har vist, er det ut fra hensynet til at forholdene for injisering ikke alltid er optimale. På tørr jord er det vanskelig å få gjødsla tilstrekkelig ned i bakken. En kombinasjon med vann (50 %) og stripespredning kan forventes å gi reduksjoner på nivå med skivenedfelling og DGI. Ut fra erfaringer kan imidlertid ikke forvente at lukt blir like mye redusert. Dyp nedfelling er mest effektiv, men er lite aktuell både ut fra kapasitetshensyn og skader på jordoverflata.”

John Morken har satt opp en oversikt over virkning av ulike faktorer på ammoniakkta ved spredning av blautgjødning basert på europeiske forsøk og egne forsøk (Morken 2010).

Lufttemperatur: + 2 % per °C

Vindhastighet: + 4 % per m/sekund

Gjødseltype: svinogjødsel 14 % mindre enn storfeogjødsel

Tørrstoffinnhold: + 11 % per % tørrstoff

Spredemetode:

- Stripespreder: - 42 % i forhold til breispreder.
- Grunn nedfelling/DGI: - 72 % i forhold til breispreder.

Vi gjengir videre en del resultater fra andre land.

### Emisjonsfaktorer fra Sverige

De følgende faktorer benyttes i Sverige (Karlsson & Rohde 2002). I følge Lena Rohde er det ingen grunn til å endre disse, selv om det har vært en del forskning seinere.



Tabell 3. N-tap pga ammoniakkfordampning ved spredning av husdyrgjødsel. Tall i % av ammonium-N.

| Årstid/spredemetode      | Nedmolding       | Fastgjødning | Blautgjødning |
|--------------------------|------------------|--------------|---------------|
| <b>Vår</b>               |                  |              |               |
| Breispredning            | Omgående         | 15           | 10            |
|                          | Etter 4 t        | 33           | 15            |
|                          | Etter -24 t      | 50           | 20            |
|                          | Spredning på eng | 70           | 40            |
|                          | Spredning i korn |              | 20            |
| Stripespredning          | Omgående         |              | 5             |
|                          | Etter 4 t        |              | 8             |
|                          | Etter 5-24 t     |              | 10            |
|                          | Spredning på eng |              | 30            |
|                          | Spredning i korn |              | 15            |
| Nedfelling               | Spredning på eng |              | 15            |
| <b>Forsommer, sommer</b> |                  |              |               |
| Breispredning            | Spredning på eng | 90           | 70            |
|                          | Spredning i korn |              | 20            |
| Stripespredning          | Spredning på eng |              | 50            |
|                          | Spredning i korn |              | 7             |
| Nedfelling               | Spredning på eng |              | 30            |
| <b>Tidlig høst</b>       |                  |              |               |
| Breispredning            | Omgående         | 20           | 5             |
|                          | Etter 4 t        | 35           | 18            |
|                          | Etter 5-24 t     | 50           | 30            |
|                          | Ikke nedmolding  | 70           | 70            |
| Stripespredning          | Omgående         |              | 3             |
|                          | Etter 4 t        |              | 9             |
|                          | Etter 5-24 t     |              | 15            |
|                          | Ikke nedmolding  |              | 40            |

Ulike nedfellerne, inkludert DGI, ble prøvd ut på eng i feltforsøk i Sverige over en 3-årsperiode (Rodhe & Etana 2005). Det ble sammenliknet med stripespredning (nedlegging). I gjennomsnitt for disse 3 åra var det et høyt tap av ammoniakk. For stripespredning var det 75 % av tilført ammonium. Nedfelleren med skrånstilte rulleskjær klarte å legge gjødsla tilstrekkelig ned i bakken, og ammoniakk-tapet var i 39 % for denne maskinen. Etter de andre nedfellerne var det et tap omtrent som for nedlegging. På leirjord under tørre forhold er det vanskelig å få gjødsla ned i bakken med nedfeller.

Vi viser også til et forsøk i Sverige på leirjord (Rodhe & Pell 2005). Det ble konstruert en spredebom med nedfellertermer som plasserte gjødsla nedi og under overflaten. En trykkull sørget for lukking av slissen. Ved lukket nedfelling med dette utstyret ble ammoniakk-tapet redusert til under deteksjonsgrensen. Ved stripespredning var tapet 39,4 % av ammoniuminnholdet i blautgjødsla, eller 12,9 kg N/ha ved spredning av 25 tonn storfe-gjødsel per hektar.

Tapet av lystgass var størst etter lukket nedfelling, tilsvarende 0,75 kg N/ha. Fra stripespredning var tapet 0,20 kg N/ha og fra ugjødsla ledd 0,06 kg N/ha. Tapet av metan var ubetydelig, og jorda konsumerte luftas metan i måleperioden. Nedfelling førte til skader på plantebestanden og en signifikant redusert avling når de ble kjørt på ugjødsla ledd.

Greppa Näringens nyhetsbrev 23/4 2010 henviser til nye forsøk fra JTI. Resultatene viser at rask nedharving av blautgjødning om våren når jorda er relativt tørr er best for å minimere lystgasseemisjon etter spredning. Jordas fuktighet er en viktig grunn til at spredning om høsten bør unngås. Stripespredning er noe bedre enn bredspredning. I eng øker lystgastapet noe ved nedfelling sammenliknet med stripespredning (Rohde et al. 2010).

Greppa Näringen er et rådgivingsprosjekt som ligger under det Svenske Jordbruksverket. Det er utviklet et kalkyleverktøy for husdyrgjødsel som beregner gjødselverdi og miljøeffekt med utgangspunkt i utnyttelse av næringsstoffene samt kostnader til handteringslinjen. Jordpakking er tatt med som en kostnad. Beregningene viser at det ikke alltid er samsvar mellom miljøeffekten og økonomien. Det er tatt med to tabeller med eksempler på kalkyler med dette programmet.

Tabell 4. Beregninger gjort med Greppa Næringens Stallgødselkalkyl ([www.greppa.nu](http://www.greppa.nu)).

| Blautgjødsel storfe. Mellomleire 2,5 tonn /daa |           |             |           |                        |                  |                     |               |  |
|--|-----------|-------------|-----------|------------------------|------------------|---------------------|---------------|--|
| Vekst  | Tid       | Type        | Teknikk   | N.effekt % av ammonium | N-effekt kg/tonn | Jordpakking Kr/tonn | Verdi Kr/tonn |  |
| Eng  | forsommer | Tankvogn    | Stripe    | 30                     | 0,5              | 4,20                | 46,4          |  |
| Eng  | forsommer | Tankvogn    | Nedfeller | 60                     | 1,1              | 6,40                | 42,10         |  |
| Eng  | Forsommer | Slepeslange | Stripe    | 30                     | 0,5              | 0,60                | 39,10         |  |
| eng  | forsommer | Slepeslange | nedfeller | 60                     | 1,1              | 0,20                | 38,30         |  |

Nedfeller har en bedre virkning enn nedlegging med stripespreder. På grunn av smalere arbeidsbredde er det større jordpakking. Med bruk av slepeslange er pakkingen liten.

Tabell 5. Beregninger gjort med Greppa Næringens Stallgødselkalkyl ([www.greppa.nu](http://www.greppa.nu)).

| Blautgjødsel storfe. Mellomleire 2,5 tonn /daa |     |                 |            |                  |                        |                  |                     |               |  |
|--|-----|-----------------|------------|------------------|------------------------|------------------|---------------------|---------------|--|
| Vekst  | Tid | Type            | Teknikk    | Nedmolding timer | N.effekt % av ammonium | N-effekt kg/tonn | Jordpakking Kr/tonn | Verdi Kr/tonn |  |
| Vårsådd  | Vår | Tankvogn        | Bredspredd | 1 t              | 60                     | 1,1              | 21,40               | 36,10         |  |
|  |     | Slepeslange     | Stripe     | 1                | 60                     | 1,1              | 8,10                | 36,50         |  |
|  |     | Tankvogn        | Bredspredd | 4 t              | 55                     | 1,0              | 21,4                | 35,30         |  |
| Fastgjødning Kylling 2,5 tonn/daa              |     |                 |            |                  |                        |                  |                     |               |  |
| Vårsådd  |     | Fastgj.spreader |            | 1 t              | 130                    | 8,6              | 8,20                | 383,10        |  |
| Vårsådd  |     |                 |            | 12t              | 110                    | 7,3              | 8,20                | 371,40        |  |

Beregningen viser gjødselas nettoverdi når gjødseffekt og kostnader er tatt i betraktning.

## Faktorer som benyttes i Danmark

Det er gjort en sammenfatning av eksisterende kunnskap for danske forhold (Hansen et al. 2008). Emisjonsfaktorene angir hvor stor andel av gjødsles nitrogeninnhold som fordampes som ammoniakk. Det er delvis gjort modellberegninger med den såkalte ALFAM-modell (Ammonia Loss from Field-applied Animal Manure).

Tabell 6. Ammoniakktap fra svine- og storfe gjødsel spredd med forskjellig teknikk. (Hansen et al., 2008).

| Årstid | Vekst     | Teknikk       | Nedmolding     | NH3 tap           |        | NH3 tap             |        |
|--------|-----------|---------------|----------------|-------------------|--------|---------------------|--------|
|        |           |               |                | % av spredd NH4-N |        | % av spredd total N |        |
|        |           |               |                | Svin              | Storfe | Svin                | Storfe |
| Vår    | Åpen åker | Stripespreder | Ingen          | 17,1              | 32,6   | 13,5                | 18,9   |
|        |           | Stripespreder | Nedpløying 6 t | 5,0               | 9,4    | 4,0                 | 5,5    |
|        |           | Nedfeller     | ingen          | 0,86              | 1,63   | 0,68                | 0,95   |
|        | Korn      | Stripespreder | Ingen          | 14,8              | 28,1   | 11,7                | 16,3   |
|        |           | Nedfeller     | ingen          | 8,1               | 15,5   | 6,4                 | 9,0    |
|        | Gras      | Stripespreder | ingen          | 17,1              | 32,6   | 13,5                | 18,9   |
|        |           | Nedfeller     | ingen          | 12,8              | 24,5   | 10,1                | 14,2   |
| Sommer | Åpen åker | Stripespreder | Ingen          | 22,4              | 42,7   | 17,7                | 24,8   |
|        |           | Stripespreder | Nedpl 6 t      | 6,5               | 12,4   | 5,1                 | 7,2    |
|        |           | Nedfeller     | Ingen          | 2,2               | 4,3    | 1,7                 | 2,5    |
|        | Gras      | Stripespreder | Ingen          | 22,3              | 42,5   | 17,6                | 24,7   |
|        |           | Nedfeller     | ingen          | 16,7              | 31,9   | 13,2                | 18,5   |
| Høst   | Gras      | Stripespreder | ingen          | 21,8              | 41,6   | 17,2                | 24,1   |
|        |           | Nedfeller     | ingen          | 16,4              | 31,2   | 13,0                | 18,1   |

Vi ser at de laveste tapene av ammoniakk oppnås ved nedfelling, og de høyeste tapene skjer om sommeren uten nedmolding. Vi ser også betydelige forskjeller på storfe- og svingjødsel.

Det er også utarbeidet tabellverdier som viser ammoniakktap i forhold til nedmolding, nedmoldingstid og nedmoldingsmetode.

Tabell 7. Tap av ammoniakk etter ulike nedmoldingsmetode og -tid (Hansen et al. 2008).

|        | NH3 -tap % av spredd total N |         |         |        |
|--------|------------------------------|---------|---------|--------|
|        | Ingen nedmolding             | 6 timer | 4 timer | 1 time |
|        |                              | Pløying |         |        |
| Vår    | 16                           | 10      | 5       | 3      |
| Sommer | 20                           | 12      | 8       | 4      |
| Høst   | 14                           | 8       | 3       | 3      |
|        |                              | Harving |         |        |
| Vår    | 16                           | 10      | 9       | 7      |
| Sommer | 20                           | 13      | 12      | 9      |
| Høst   | 14                           | 7       | 7       | 5      |

Vi ser at pløying reduserer tapene noe mer enn harving, og at det er en stor effekt av tidlig nedmolding.

Ved bruk av slepeslange i voksende åker, har plantebestandens høyde betydning. Plantene modifierer klimafaktorer som innstråling, temperatur og vindhastighet.

**Tabell 8. Beregning av ammoniakktap ved ulike spredetider til bar jord og voksende kultur. Klimadata er månedsmiddel for Danmark (Hansen et al. 2008).**

| Måned | Temp C | Vind m/sek | Spredd på bar jord NH <sub>3</sub> -tap % av NH <sub>4</sub> -N |        | Plantehøyde cm | Spredd i voksende kultur NH <sub>3</sub> -tap % av NH <sub>4</sub> -N |        |
|-------|--------|------------|---|--------|----------------|---|--------|
|       |        |            | Svin  | Storfe |                | Svin  | Storfe |
| Mars  | 2,1    | 4,8        | 17,1  | 32,6   | 8              | 13,9  | 26,4   |
| April | 5,7    | 4,9        | 18,7  | 35,6   | 10             | 14,8  | 28,1   |
| Mai   | 10,8   | 4,7        | 20,9  | 39,8   | 25             | 13,4  | 25,5   |
| Juni  | 14,3   | 4,6        | 22,3  | 42,5   | 50             | 8,7   | 16,6   |
| juli  | 15,6   | 3,8        | 22,4  | 42,7   | 75             | 3,1   | 6,0    |

Det er en klar reduksjon i ammoniakktap ved spredning i voksende åker i forhold til på bar jord. Effekten av høyere temperatur blir jevnet ut ved at plantebestanden blir høyere og tettere.

Fra et forsøk ved Askov i Danmark (Sørensen et al. 2003) trekkes følgende konklusjoner:

#### Vårkorn:

Nitrogen i blautgjødning utnyttes best ved direkte nedfelling eller ved rask nedpløying før såing. Direkte nedfelling av storfegjødsel er særlig fordelaktig, fordi mikrobiell binding av gjødselens nitrogen reduseres. Svinegjødning fordeler seg raskere i jorda, noe som minsker betydningen av spredemetode.

N-tap ved denitrifikasjon er større etter direkte nedfelling enn etter overflatespredning etterfulgt av nedmolding. Dette tapet oppveies likevel av den store reduksjonen i ammoniakktap og en mindre nitrogenbinding i jorda

#### Høstkorn:

Ammoniakktapet kan reduseres betydelig ved nedfelling av storfegjødsel i høstkorn. På grunn av sen nedfelling og dårlig næringsopptak ble det ikke målt avlingsøkning. Nedfeller gjør også en viss skade på planteveksten.

#### Forsøk i Nord-Irland

I en sammenstilling av resultater pekes på at det meste av gjødsla i Nord-Irland blir spredd med tankvogn og spredeplate (bredspredding), og at dette kan føre til tap på opptil 80 % av tilgjengelig nitrogen i gjødsla (Frost & Mulholland u.å).

Bedre metoder er stripespredning, slepesko, nedfelling (grunn eller dyp).

Dyp nedfelling til 15 cm er begrenset av jordart, jordfuktighet, steininnhold og helling og egner seg derfor på begrensede arealer. Grunn nedfelling egner seg bedre. Stripespredning reduserer kontaktflate mellom gjødning og luft og sikrer også en jevnere spredning med mindre forurensing av bladverket. I en videreutviklet stripespreder brukes slepesko som skiller graset, og gjødsla legges bak skoen og ned på jordoverflata.

Det er en stor fordel at gjødsla kan spres i opptil tre uker etter slått. I forsøk ble det påvist god avlingsrespons i forhold til tradisjonell bredspredning. Stripespredning og nedfelling hadde god virkning selv om det ble spredd lenger etter slått. For bredspredning ble virkningen mindre jo lenger etter slått det ble spredd.

**Tabell 9. Virkning av husdyrgjødsel spredd etter 1. slått 12. mai på grasavlinger i 2. slått. Nord-Irland.**

| Tid        |           |                                   | Metode og avling tonn TS/ha |               |                  |          |        |
|------------|-----------|-----------------------------------|-----------------------------|---------------|------------------|----------|--------|
| Sprededato | Høstedata | Dager mellom spredning og høsting | Ingen blautgjødning         | Spredde plate | Stripe spredning | Slepesko | Middel |
| 21 mai     | 27 juni   | 37                                | 4,26                        | 4,88          | 5,09             | 5,63     | 5,20   |
| 29 mai     | 2 juli    | 34                                | 3,87                        | 4,60          | 5,70             | 5,47     | 5,26   |
| 4 juni     | 3 juli    | 29                                | 4,04                        | 4,06          | 5,33             | 5,30     | 4,90   |
| Middel     |           |                                   | 4,06                        | 4,51          | 5,37             | 5,47     |        |

Forskere fra England og Canada har laget en oversikt overpubliserte forsøk som gjelder virkningen av ulike spredeteknikker for husdyrgjødsel (Webb et al. 2010). Det ble sett på rapporterte reduksjoner i ammoniakk, N-opptak i avlingen og tap av lystgass. Ammoniakkreduksjon ble vurdert i forhold til bredspredning med spredeplate.

**Tabell 10. Sammendrag av resultater for måling av effektivitet av metoder for å redusere gasstap ved spredning, % reduksjon i ammoniakk sammenliknet med bredspredning på overflaten (Webb et al. 2010).**

| Maskin         | K    | Gjennomsnittlig reduksjon % | Variasjon % |
|----------------|------|-----------------------------|-------------|
| Åpen nedfeller | Gras | 80                          | 60-99       |
| Åpen nedfeller | Åker | 70                          | 23-94       |
| Dyp nedfeller  | Åker | 95                          | 95-99       |
| Slepesko       | Gras | 64                          | 57-70       |
| Slepesko       | Åker | 64                          | 38-90       |
| Stripespreder  | Gras | 35                          | 0-74        |
| Stripespreder  | Åker | 37                          | 0-75        |

I den samme oversiktsartikkelen er det satt opp en sammenlikning over virkningen av ulike metoder for nedmolding av blautgjødning og fastgjødning.

Tabell 11. Sammendrag av forsøk for å måle effektivitet i nedmoldingsmetoder. % reduksjon i ammoniakktap sammenliknet med bredspredning på overflaten (Webb et al. 2010).

| Maskin   | Gjødseltype | Gjennomsnittlig virkning % | Variasjon |
|----------|-------------|----------------------------|-----------|
| Plog     | Blaut       | 92                         | 78-99     |
| Skålharv | Blaut       | 80                         | 69-90     |
| Tindharv | Blaut       | 66                         |           |
|          |             |                            |           |
| Plog     | Fast        | 91                         | 86-95     |
| Skålharv | Fast        | 63                         |           |
| Tindharv | Fast        | 57                         |           |
|          |             |                            |           |

Reduksjon i ammoniakktap til luft ved spredning av blautgjødning på eng oppnås mest effektivt med nedfelling eller injeksjon. På åpen åker er rask nedmolding, og særlig pløying mest effektivt.

Nedlegging i voksende åker om våren med slepeslange kan gi reduksjoner på 50 %. Selv en kort utsettelse på nedmolding (4-6 timer) vil føre til en langt dårligere effekt og altså større gasstap. Nedmolding bør skje så snart som mulig etter spredning. Disse metodene som gir mindre ammoniakktap vil også føre til større planteopptak av nitrogen. Dette fører igjen til en høyere verdi av husdyrgjødsel og en bedre økonomi ved utnyttelse av det tekniske utstyret.

Noen metoder fører til større tap av lystgass. Dette vil ikke nødvendigvis skje, og det er ikke alltid signifikante utslag for dette. En dypere nedmolding og nedfelling på tidspunkter hvor jorda har lavere fuktighet og hvor det er mindre gunstige forhold for denitrifikasjon gir ingen økning. Ved nedmolding av fast gjødning er det rapportert om mindre tap av lystgass i forhold til overflatespredning.

Det er likevel slik at de indirekte utslippene av lystgass også påvirkes. Lavere tap av ammoniakk til luft betyr en bedre utnyttelse av N, mindre behov for mineralgjødning og mindre indirekte tap fra ammoniakk som deponeres til land og vann. Denne effekten er større enn den økningen som måles i direkte tap av lystgass etter nedfelling. Det bør derfor gis generelle råd om å bruke disse metodene som reduserer både tap av ammoniakk og luktproblemer, til tross for lystgassutslippene.

Fra forsøk i Nederland er det gitt klare konklusjoner (Huijsmans et al. 2003). Forsøkene gjelder blautgjødning fra svin brukt på åker. Ulike spredemetoder er undersøkt og ammoniakktap er oppgitt i % av tilført total ammonium-N i gjødning.

Bredspredning på overflate 68 %  
 Nedharving i overflaten 17 %  
 Nedfelling eller nedpløying 2 %

Fordampingen av ammoniakk økte med økt konsentrasjon av ammonium i gjødning, mengden gjødning, samt lufttemperaturene. Vindhastigheten hadde betydelig påvirkning av fordampingen på gjødning som var spredd på overflate eller harvet grunt ned.

### 4.3 Vanntilsetning

Tilsetning av vann har en sikker effekt på ammoniakktapet. Forsøk har vist at ammoniakktapet øker med 10 % per prosent tørrstofføkning (Morken 2007). Dette gjelder innenfor grafens område for tørrstoff. I praksis har det vært vanlig å tilsette vann i forholdet 1:1 eller 1:2.

Produsenter av stripespredere tilrår at det blir blandet inn vann til om lag 4-5 % tørrstoff for at utstyret skal fungere driftsikkert. Ved nedfelling, kan det også være en fordel med vanninnblanding, viser det seg i praksis.

### 4.4 Virkning på avrenning av fosfor

Det finnes kun få undersøkelser som sammenligner effekt av ulike spredemetoder (inkludert nedfelling) på risiko for avrenning av næringsstoffer.

I Finland er det gjennomført et 5-årig feltforsøk med ulike spredemetoder (Uusi-Kämppä 2008). Dette forsøket viste at injeksjon av husdyrgjødsel til 5-10 cm dybde på eng førte til at avrenning av fosfor i overflatevann ble redusert med 79 % sammenliknet med bredspredning. Tapet av løst fosfor ble redusert med 86 %.

Et forsøk i Nord-Irland med bruk av regnsimulator viste også at injeksjon og stripespredning (slepesko) reduserte avrenningen av fosfor sammenliknet med bredspredning etter slått av eng (McConnel et al. 2010). Injeksjon reduserte fosforavrenningen med 16-42 % ved påført regneepisode 2 dager etter spredning. Forskjellene var utvisket ved regneepisoder 9 og 30 dager etter spredning. Det er dermed avgjørende hvordan været og dermed nedbør og avrenning blir like etter spredning.

Utvasking av fosfor gjennom jordprofilen og ut i dreneringen er en annen kilde til fosfortap. På enkelte jordarter med store makroporer ned til grøftedybde kan slik utvasking være betydelig, og det gjelder både partikulært og løst fosfor. I et forsøk fra Sverige ble det vist at spredning av husdyrgjødsel kan føre til en kraftig økning i utvasking av fosfor på visse jordarter (Lindvall et al. 2010). Dette var særlig tilfelle der jorda også hadde et høyt P-AL tall. Denne jorda har en høyere grad av fosformetning og dermed skjer det en mindre grad av binding av fosforet i husdyrgjødsel.

I Danmark er effekt av injeksjon og overflatespredning av husdyrgjødsel på utvasking av fosfor i ulike jordtyper undersøkt (Rubæk et al., 2010). Det ble funnet at injeksjon av husdyrgjødsel på leirjord reduserte utvasking av P sammenliknet med overflatespredd husdyrgjødsel. På sandjord var utvasking av P lik for begge spredemetodene. Jordartsforskjellen skyldes forskjeller i mengde makroporer hvor husdyrgjødsel kan transporteres. Leirjord har mer makroporer enn sandjord, og ved overflatespredning finner gjødsel lettere veien til makroporene enn ved injeksjon.

Generelt reduseres næringsstoffavrenningen ved at husdyrgjødsel kommer i kontakt med jorda, det vil si nedfelling eller nedmolding. Spesielt i perioder med stor risiko for overflateavrenning vil det være stor risiko for direkte avrenning av fosfor og nitrogen fra husdyrgjødsel som er spredd på overflaten, enten ved bredspredning eller nedlegging. Betydningen av spredemetode er størst i hellende terreng. God utnyttelse av næringsstoffene til plantevekst vil dessuten redusere avrenningstapene.

Noen jordtyper, særlig organisk jord, er utsatt for utvasking og tap av fosfor og nitrogen. Dette har sammenheng med at organisk jord og spesielt mosemyr har svært liten evne til å



binde næringsstoff, selv fosfor som er av de som blir sterkest bundet. Det samme er langt på vei også tilfelle for grus- og grusholdig sandjord. I områder med mye husdyrhold er det grunner til å ha fokus både mot fosfor- og nitrogen avrenning. Store mengder husdyrgjødsel spredd per arealenhet, og deler av det gjerne seint i vekstsesongen, kombinert med mildt høstvær som gir grunnlag for mineralisering av organisk-N, gir grunnlag for stor N-avrenning høst og forjuls vinter (Tveitnes et al. 1997, Sandvik et al. 1998).

Fokus må økes inn mot problemstillingen at det ikke må sirkulere mer N i kretsløpet enn nødvendig. Ved grovfôr dyrking skal gjødsling medvirke til optimal avlingsmengde. Det bør ikke være noe mål å øke innholdet av protein (PBV) i grovfôret ved økt gjødslingsstyrke utover et normalnivå av PBV på 5-20 ved såkalt normal fôrenhetskonsentrasjon (0,88-0,95 FEm/ kg ts).

#### 4.5 Virkning på avrenning av nitrogen

Vi har foreløpig ikke funnet undersøkelser som viser direkte sammenheng mellom nitrogenavrenning og spredemetoder. Effekten av spredemetoder på nitrogenavrenning er kompleks. Ammonium i gjødsla vil raskt omdannes til nitrat i jorda, og nitrat bindes svakt til jord. Det forventes derfor at nitrogen lett vaskes ut også ved nedfelling. Ammonium i gjødsla vil raskt omdannes til nitrat i jorda, og nitrat bindes svakt til jord. Nedfelt gjødsel kan derfor også gi nitratutvasking. Risikoen for nitrogenavrenning vil også ha sammenheng med gasstapet ved spredning. Redusert gasstap vil gi økt nitratkonsentrasjon i jorda og dermed økt risiko for utvasking.

#### 4.6 Virkning på avling

Det har vært gjennomført mange forsøk for å se på virkningen av husdyrgjødsel på avling. Tidligere norske forsøk er oppsummert i Tveitnes (1993a), og vi gjengir noen relevante resultater her.

Stripespredning av blautgjødsla på eng ga om lag samme avling som bredspredning. Fordelen med stripespredning i korn er særlig at spredningen kan utføres seinere i voksende åker når jorda er mer opptørket og mindre utsatt for pakking.

Ved bruk av stripespredning med vannblandet gjødsel ble utnyttingsgraden av nitrogenet om lag dobbelt så god sammenliknet med ikke utblandet gjødsel. Virkningen var sterkest på andre slåtten og større i Rogaland enn i Nordland. Fortynning fører til bedre infiltrasjon i bakken Lavere konsentrasjon av ammonium i gjødsla gir også mindre fordamping av ammoniakk.

Spredning om høsten gir generelt liten eller ingen gjødseleffekt, mens spredning om våren kan gi en god gjødseleffekt.

Nedfelling av husdyrgjødsel på eng ga en bedre gjødselvirkning og større avling enn bredspredning. Utnyttelsen av N var sammenliknbar med mineralgjødsla.

Avlingsresponsen på husdyrgjødsel kan være dårlig av flere grunner: Næringsinnholdet i jorda er generelt høyt, spredningen kan føre til jordpakking eller skader på plantene, det er sein virkning og det er stort gasstap.

Problemene knyttet til pakking og tiltetting av jord ble også undersøkt for en del år siden. Sein spredning av husdyrgjødsel (blautgjødelse storfe) om høsten førte til en sterk reduksjon av infiltrasjon av sigevann i jorda, og mest på areal der det var jordpakking. Ved spredning på eng om våren var mye av ulempene med redusert infiltrasjon av vann borte etter 2-3 uker. Mens tiltettingsvirkningen var helt borte på upakka jord om høsten, var det fortsatt registrert uheldig virkning av husdyrgjødsel på pakka jord (Myhr et al. 1990). I veksthusforsøk under kontrollerte temperaturforhold fant Hanssen & Myhr (1989) at nedbrytingen av husdyrgjødsel i jord avtok med fallende temperatur i jorda, og ved 6° C skjedde det lite med gjødsla.

Det har i de seneste åra vært gjennomført noen forsøk i Norge i forbindelse med pilotordningen. Hedmark landbruksrådgiving har utført storskalaforsøk med de ulike nedmoldingsmetoder og nedmoldingstider. Det ble funnet en avlingsøkning i korn for rask nedmolding av grisejødsel, men ikke for storfegjødsel og fjørfegjødsel. Lukt ble likevel redusert ved rask nedmolding. En forklaring på manglende avlingsrespons kan være at jorda er godt oppgjødset fra før (Solberg et al.2011).

Rogaland landbruksrådgiving har utført forsøk med nedfellerutstyr og stripespreder sammenliknet med bredspredning. Avlingsforskjellene var små, men det antydes noe bedre resultat for nedfelling. Tradisjonell bredspredning i vått vær hadde omtrent samme virkning som stripespredning uten nedfelling. Det påpekes at det er mulig å få til en god effekt med tradisjonelt spredeutstyr.

Svensk rådgiving anbefaler generelt spredning om våren eller bruk av stripespreder i voksende kultur. En gjennomgang av svenske gjødslingsforsøk viser klart at husdyrgjødsel har best nitrogenvirkning når den blir spredd om våren (Salomon 2008). Ved spredning av blautgjødelse fra svin til vårkorn i forbindelse med våronna fikk man i gjennomsnitt 96 % av den avling som ble oppnådd med tilsvarende mengde nitrogen i mineralgjødelse. Spredning i voksende kultur var mer usikkert og ga i gjennomsnitt 67 % av avlingen som ble oppnådd med mineralgjødelse. På eng ga spredning til første og andre slått en total avkastning som var 51-65 % av det som ble oppnådd med samme mengde nitrogen i mineralgjødelse. Det pekes for øvrig på flere muligheter for bedre utnyttelse av husdyrgjødsel, blant annet:

1. Jevn spredning.
2. Mindre mengder tilført. Dersom fosfor skal begrense kan det bety lave mengder, 0,8 tonn svinergjødsel til korn og 2 tonn til eng.
3. Generelt bedre retningslinjer for spredmengder, virkning, teknikk.

## 5. Geografiske forskjeller

Gasstap fra husdyrgjødsel styres i stor grad av klimatiske forhold: De meteorologiske forhold som styrer fordamping: lufttemperatur, vindhastighet, luftfuktighet, innstråling samt jordtemperatur. De fysiske og kjemiske forhold som bestemmer bindingen av ammonium i gjødsla og til jorda har også betydning. (Sommer et al. 2003). Jordtypenes kationbyttekapasitet og mulighet for å binde ammonium varierer.

Klimatiske forhold er også avgjørende for risiko for avrenning til vann og vassdrag. Det er også store forskjeller i landet mht jordart og topografi. Virkningen av spredemetoder er derfor forskjellige. Husdyrtettheten er ulik, og potensialet for å oppnå reduserte utslipp er naturligvis størst der det er mest husdyr.

Tapene av lystgass henger blant annet sammen med nitrogenoverskudd, men er også påvirket av geografiske forhold knyttet til klima og jordforhold. Kombinasjon av bæresvak jord, bruk av tungt utstyr, fuktig klima og stor husdyrtetthet gjør at potensialet for lystgasstap er stort i visse regioner. Det er grunn til å studere nærmere hvordan drift av jordbruksareal virker inn på N-utnyttning i jord.

### Ammoniaktap beregnet på fylkesnivå

De følgende tre tabeller er hentet fra utredningen om reduserte nitrogenutslipp gjennom bedre sprederutiner for husdyrgjødsel. Den bygger på Statistisk sentralbyrå sin modell for beregning av ammoniakktap for 2007 (Hansen et al. 2009).

Tabell 12. Ulike tapkilder for ammoniakk fordelt på fylker (tonn N i ammoniakk).

|                  | Ammonium -<br>N i<br>husdyrgjødsel | Fjøs/lagertap | Beite      | Åker        | Eng         |
|------------------|------------------------------------|---------------|------------|-------------|-------------|
| Østfold          | 1275                               | 362           | 10         | 242         | 68          |
| Akershus / Oslo  | 835                                | 10            | 13         | 185         | 27          |
| Hedmark          | 2472                               | 525           | 36         | 447         | 260         |
| Oppland          | 3076                               | 463           | 64         | 486         | 513         |
| Buskerud         | 815                                | 163           | 19         | 124         | 115         |
| Vestfold         | 810                                | 205           | 7          | 157         | 49          |
| Telemark         | 555                                | 123           | 11         | 66          | 101         |
| Aust-Agder       | 287                                | 58            | 8          | 25          | 65          |
| Vest-Agder       | 518                                | 89            | 17         | 24          | 158         |
| Rogaland         | 5050                               | 853           | 142        | 169         | 1667        |
| Hordaland        | 1354                               | 206           | 39         | 3           | 429         |
| Sogn og Fjordane | 1651                               | 232           | 39         | 5           | 522         |
| Møre og Romsdal  | 1933                               | 241           | 45         | 7           | 613         |
| Sør Trøndelag    | 2209                               | 340           | 50         | 145         | 631         |
| Nord Trøndelag   | 2910                               | 474           | 57         | 257         | 716         |
| Nordland         | 1911                               | 279           | 44         | 14          | 641         |
| Troms            | 788                                | 133           | 20         | 13          | 213         |
| Finnmark         | 246                                | 34            | 5          | 6           | 58          |
| <b>Sum</b>       | <b>28696</b>                       | <b>6037</b>   | <b>830</b> | <b>2375</b> | <b>6846</b> |

Tabellen viser at det i 2007 ble produsert nesten 29 000 tonn N i form av ammoniakk i husdyrgjødsel. Om lag 21 % av dette ble tapt i fjøs eller lager, og 3 % fra beite. Totalt ble det igjen 21 830 tonn som ble spredd. Vi ser at det er spredning på eng som gir det største bidraget til tap av ammoniakk, og at Rogaland har størst andel.

*Tabell 13. Mengde nitrogen som ammoniakk i husdyrgjødsel ved tilførsel til ulike kulturer og tider på året i tonn N, fordelt på fylker. Kilde: John Morken.*

|                  | Åpen åker   |             | Eng          |            | Sum            |
|------------------|-------------|-------------|--------------|------------|----------------|
|                  | Vår/sommer  | Høst        | Vår/sommer   | Høst       |                |
| Østfold          | 582         | 168         | 143          | 9,0        | 902,7          |
| Akershus / Oslo  | 545         | 191         | 76           | 1,5        | 812,9          |
| Hedmark          | 897         | 433         | 530          | 50,6       | 1911,2         |
| Oppland          | 1043        | 386         | 1 085        | 35,3       | 2549,5         |
| Buskerud         | 297         | 85          | 237          | 14,7       | 633,5          |
| Vestfold         | 379         | 109         | 103          | 6,3        | 597,9          |
| Telemark         | 184         | 16          | 209          | 11,7       | 420,8          |
| Aust-Agder       | 58          | 20          | 125          | 17,8       | 221,5          |
| Vest-Agder       | 64          | 11          | 334          | 3,1        | 412,1          |
| Rogaland         | 729         | 22          | 3 266        | 38,0       | 4055,0         |
| Hordaland        | 64          | 9           | 968          | 68,9       | 1109,3         |
| Sogn og Fjordane | 106         | 17          | 1 209        | 49,0       | 1380,5         |
| Møre og Romsdal  | 125         | 29          | 1 388        | 104,5      | 1647,3         |
| Sør Trøndelag    | 389         | 116         | 1 234        | 79,9       | 1819,2         |
| Nord Trøndelag   | 713         | 177         | 1 420        | 70,2       | 2379,9         |
| Nordland         | 197         | 46          | 1 170        | 175,3      | 1588,5         |
| Troms            | 147         | 49          | 399          | 39,9       | 635,4          |
| Finnmark         | 53          | 32          | 106          | 17,0       | 207,0          |
| <b>Sum</b>       | <b>6572</b> | <b>1917</b> | <b>14003</b> | <b>793</b> | <b>23284,1</b> |

Tabellen viser at det er store variasjoner mellom fylker, både når det gjelder hvilke spredearealer som brukes og hvilken tid på året man sprer. 36 % ble spredd på åpen åker, hvorav 8 % på høsten. 64 % ble spredd på eng, og her var andelen høstspredning 3 %. Mer bruk av husdyrgjødsel på eng og mer spredning tidlig i vekstsesongen er en mulig tilleggseffekt av å gå over til nedfelling og nedlegging. Det er ellers grunn til å tro at grunner til spredning av husdyrgjødsel seint i vekstsesongen og om høsten er at det er for lite lagerkapasitet for gjødsle.

Tabell 14. Ammoniaktap fra åpen åker og eng fordelt på spredning om vår/sommer og høst (tonn N i ammoniakk). Etter John Morken.

|                  | Åpen åker<br>vår/sommer | Åpen<br>åker<br>høst | Eng<br>vår/sommer | Eng<br>høst | Sum         |
|------------------|-------------------------|----------------------|-------------------|-------------|-------------|
| Østfold          | 193                     | 49                   | 65                | 3           | 310         |
| Akershus / Oslo  | 142                     | 43                   | 27                | 0           | 212         |
| Hedmark          | 320                     | 128                  | 243               | 17          | 708         |
| Oppland          | 372                     | 114                  | 500               | 12          | 999         |
| Buskerud         | 99                      | 25                   | 110               | 5           | 239         |
| Vestfold         | 126                     | 32                   | 47                | 2           | 206         |
| Telemark         | 61                      | 5                    | 97                | 4           | 166         |
| Aust-Agder       | 19                      | 6                    | 59                | 6           | 90          |
| Vest-Agder       | 20                      | 3                    | 157               | 1           | 182         |
| Rogaland         | 164                     | 5                    | 1653              | 14          | 1835        |
| Hordaland        | 2                       | 1                    | 408               | 21          | 432         |
| Sogn og Fjordane | 4                       | 2                    | 507               | 15          | 527         |
| Møre og Romsdal  | 4                       | 3                    | 581               | 31          | 620         |
| Sør Trøndelag    | 108                     | 36                   | 603               | 29          | 776         |
| Nord Trøndelag   | 201                     | 56                   | 691               | 25          | 973         |
| Nordland         | 9                       | 5                    | 581               | 61          | 656         |
| Troms            | 7                       | 5                    | 199               | 14          | 226         |
| Finnmark         | 3                       | 4                    | 52                | 6           | 64          |
| <b>Sum</b>       | <b>1855</b>             | <b>520</b>           | <b>6579</b>       | <b>267</b>  | <b>9220</b> |

Tabellen viser at det vil være mulig å redusere tapene en del ved å unngå spredning om høsten, men det er spredning på eng om våren og sommeren hvor potensialet er størst med mer miljøvennlig spredning ved nedfelling, stripespredning eller vannblanding. Vi ser også at tapet er relativt stort om våren, og at raskere nedmolding bør ha en stor totaleffekt.

### Vekstsesongens lengde

I forskrift om tilskudd til miljøvennlig spredning av husdyrgjødsel er det satt et vilkår om at husdyrgjødsel skal spres senest innen 1. august. Det kan diskuteres hvorvidt dette er en dato som bør gjelde for hele landet.

Bioforsk har beregnet vekstavslutning hos timotei for ulike steder i landet (Bonesmo et al. 2005). Bakgrunnen var å kunne si noe om lokale regler for høstspredning av husdyrgjødsel på eng uten nedmolding. Som en regel ble det foreslått at siste spredning av husdyrgjødsel burde settes 4 uker før vekstavslutning.

Tabell15. Beregnet vekstavslutning for timotei og vår anbefaling for siste frist for spredning. Etter Bonesmo et al (2005) og forfatternes egne vurderinger.

|                           | Beregnet vekstavslutning,<br>snitt for 5 år 2000-2004 | Frist for spredning |
|---------------------------|---|---------------------|
| Holt, Troms               | 16.sep  |                     |
| Kvithamar, Nord-Trøndelag | 28.sep  | 15. august          |
| Storsteigen, Hedmark      | 26.sep  | 15. august          |
| Tomb, Østfold             | 14.okt  | 25. august          |
| Øksnevad, Rogaland        | 22.okt  | 1. september        |

Beregningene viser at det er grunnlag for å sette ulike frister i forskjellige deler av landet. Senere høstspredning betyr mindre mulighet for opptak i plantene. Lavere temperatur fører til mindre gasstap, men dermed større fare for avrenning av N.

Fra et praktisk synspunkt kan det likevel sies at siste frist for spredning av husdyrgjødsel likevel bør settes tidligere enn det som opprinnelig ble nevnt. Dette har sammenheng med at siste høsting av gras helst ikke bør være senere enn 2-3 uker før vekstavslutning, da senere siste slått kan medføre større fare for dårligere overvintring/ vinterutgang og redusert avling etterfølgende år. Med tanke på næringsopptak og utnytting av tilført plantenæring, bør siste gjødsling vanligvis ikke være senere enn om lag 4 uker før høsting ved slått eller beiting.

Økt nedbør og jordfuktighet fører til økt fare for avrenning av fosfor. Disse momentene er drøftet i Jordforsk rapport (Hauge et al. 2005). På Vestlandet er kombinasjonen av tidvis store nedbørsmengder om høsten og høy temperatur en av årsakene til stort avrenningstap av nitrogen. Tapet var vesentlig større i år med mye nedbør enn i år med vesentlig mindre nedbør, og vesentlig større på organisk jord enn på morenejord (Sandvik et al. 1998).

For fast husdyrgjødsel (storfegjødsel, sauegjødsel) spredd på eng er situasjonen vesentlig annerledes enn for blautgjødsel og vannblandet gjødsel.  $\text{NH}_4\text{-N}$  utgjør enn mindre andel av totalnitrogenet. Fast gjødsel bør om mulig brukes i åker og gjenlegg. Skal fast sauegjødsel brukes på eng, bør den fortrinnsvis spres tidlig på våren (Arstein & Øpstad, 1999). I indre strøk, under tørre forhold og på areal med liten fare for avrenning, kan spredning sent i veksttida her unntaksvis tilrådes. Vatning om vår- og forsommer må en anta øker utnyttingsgraden i fast husdyrgjødsel. Det er utført forsøk med kompostert tallegjødsel til eng (Rivedal & Øpstad, 2010).

## 6. Forvaltningen av ordningen

Representanter fra pilotfylkene har gitt innspill til denne evalueringen. Et generelt inntrykk er at pilotordningen har hatt en god miljøeffekt ved å sette fokus på en bedre bruk av husdyrgjødsel. Ordningen har også ført til en bedre bevisstgjøring og oppfølging av den ordinære forskriften for organisk gjødsel. En ulempe med ordningen er at den er arbeidskrevende å forvalte og at den er vanskelig å kontrollere.

Forskriften gjelder følgende områder:

**Rogaland:**

Deler av Hå og Time kommune (areal som drenerer til Tæråna, Håelva og Saltåna), deler av Sandnes og Sola kommune (areal som drenerer til Skas-Heigre, Storåna, Folkvordkanalen og øvre del av Figgjo), deler av Vindafjord kommune (Åmselva/Vatsvatnet, Vikedalselva, Øvstebøelva og Skjoldafjorden), deler av Gjesdal kommunen (areal som drenerer til Figgjo), deler av Randaberg kommune (areal som drenerer til Hålandsvatnet), hele Stavanger kommune, deler av Klepp kommune (areal som drenerer til Skas-Heigre).

**Hedmark:**

Kommunene Ringsaker, Hamar, Løten og Stange.

**Buskerud:**

Kommunene Flå, Nes, Gol, Hemsedal, Ål og Hol.

**Sogn og Fjordane:**

Deler av Førde og Jølster kommuner (areal som drenerer til Jølstravassdraget), deler av Gloppen kommune (areal som drenerer til Breimvassdraget), deler av Sogndal kommune (areal som drenerer til Fjærlandsfjorden) og deler av Stryn kommune (areal som drenerer til Olden, Loen- og Strynevassdraget).

**Nord-Trøndelag:**

Kommunene Stjørdal, Meråker, Nærøy og Høylandet.

Tabell 16. Statistikk for ordningen I 2010 (foreløpige tall fra SLF)

| Spredemetode                              | Sats<br>kr/daa | Ant.<br>Søkere | Rogaland     |                |
|---|----------------|----------------|--------------|----------------|
|   |                |                | Areal        | Kroner         |
| Direkte nedfelling                        | 80,-           |                | 19538        |                |
| Nedlegging i voksende kultur              | 80,-           |                | 25570        |                |
| Nedfelling, åpen åker og stubb            | 50,-           |                | 2035         |                |
| Nedlegging i åpen åker og stubb / 2 timer | 50,-           |                | 1848         |                |
| Nedmolding innen 2 timer                  | 50,-           |                | 8205         |                |
| Ekstratilskudd, slangeutstyr              | 35,-           |                | 16437        |                |
| <b>Sum</b>                                |                | <b>289</b>     | <b>57196</b> | <b>4788335</b> |

| Spredemetode                              | Sats<br>kr/daa | Ant.<br>Søkere | Buskerud     |                |
|---|----------------|----------------|--------------|----------------|
|   |                |                | Areal        | Kroner         |
| Direkte nedfelling                        | 80,-           | 26             | 3 155        | 252 400        |
| Nedlegging i voksende kultur              | 80,-           | 29             | 4 188        | 335 040        |
| Nedfelling, åpen åker og stubb            | 50,-           | 4              | 57           | 2 850          |
| Nedlegging i åpen åker og stubb / 2 timer | 50,-           | 7              | 281          | 14 050         |
| Nedmolding innen 2 timer                  | 50,-           | 70             | 1 863        | 93 150         |
| Ekstratilskudd, slangeutstyr              | 35,-           | 27             | 3 684        | 128 940        |
| <b>Sum</b>                                |                | <b>136</b>     | <b>9 544</b> | <b>826 430</b> |

| Spredemetode                              | Sats<br>kr/daa | Ant.<br>Søkere | Sogn og Fjordane |                |
|---|----------------|----------------|------------------|----------------|
|   |                |                | Areal            | Kroner         |
| Direkte nedfelling                        | 80,-           | 26             | 3 281            | 194 000        |
| Nedlegging i voksende kultur              | 80,-           | 26             | 2 287            | 124 480        |
| Nedfelling, åpen åker og stubb            | 50,-           | 3              | 80               | 1 750          |
| Nedlegging i åpen åker og stubb / 2 timer | 50,-           | 7              | 133              | 5 800          |
| Nedmolding innen 2 timer                  | 50,-           | 40             | 888              | 9 700          |
| Ekstratilskudd, slangeutstyr              | 35,-           | 49             | 5 295            | 140 175        |
| <b>Sum</b>                                |                | <b>102</b>     | <b>6 669</b>     | <b>475 905</b> |

| Spredemetode                              | Sats<br>kr/daa | Ant.<br>Søkere | Nord-Trøndelag |                  |
|---|----------------|----------------|----------------|------------------|
|   |                |                | Areal          | Kroner           |
| Direkte nedfelling                        | 80,-           | 4              | 903            | 72 240           |
| Nedlegging i voksende kultur              | 80,-           | 53             | 10 713         | 857 040          |
| Nedfelling, åpen åker og stubb            | 50,-           | 8              | 366            | 18 300           |
| Nedlegging i åpen åker og stubb / 2 timer | 50,-           | 30             | 2 623          | 131 150          |
| Nedmolding innen 2 timer                  | 50,-           | 111            | 7 477          | 373 850          |
| Ekstratilskudd, slangeutstyr              | 35,-           | 20             | 2 900          | 101 500          |
| <b>Sum</b>                                |                | <b>226</b>     | <b>22 082</b>  | <b>1 554 080</b> |



| Spredemetode                              | Sats<br>kr/daa | Hedmark        |                         |
|---|----------------|----------------|-------------------------|
|   |                | Ant.<br>Søkere | Areal<br>Kroner         |
| Direkte nedfelling                        | 80,-           | 105            | 8 400                   |
| Nedlegging i voksende kultur              | 80,-           | 12 161         | 972 880                 |
| Nedfelling, åpen åker og stubb            | 50,-           | 573            | 28 650                  |
| Nedlegging i åpen åker og stubb / 2 timer | 50,-           | 11 027         | 551 350                 |
| Nedmolding innen 2 timer                  | 50,-           | 48 234         | 2 411 700               |
| Ekstratilskudd, slangeutstyr              | 35,-           | 2 462          | 13 895                  |
| <b>Sum</b>                                |                | <b>-</b>       | <b>72 100 3 986 875</b> |

Statistikken viser at det varierer mellom fylkene hvilken spredemetode som er mest aktuell. Dette henger også delvis sammen med hvorvidt utstyret er tilgjengelig enten i eget eie eller på leiemarkedet. Vi ser for eksempel at det i Rogaland er mest aktuelt å bruke nedlegging eller nedfelling i eng, mens det i Hedmark er rask nedmolding i åpen åker som er den dominerende metoden. Det synes dermed fornuftig at ordningen tilpasses regionalt.

Forvaltningen av ordningen er krevende. Fylkene påpeker flere forhold:

- Det er en ekstra ordning i tillegg til PT, RMP, SMIL.
- Ordningen er vanskelig å dokumentere.
- Bør forenkles og legges under Produksjonstilskudd eller Regionalt miljøprogram.
- God ordning for å sette et fokus på bedre håndtering av husdyrgjødsel.
- En del kan gjøres med revisjon av generelle regelverk og en strengere praktisering og kontroll.

### Viktige momenter

I forhold til en helhetlig vurdering av lagring og håndtering av gjødsel er det relevant å stille spørsmål om hvor stor effekt man oppnår ved disse spredemetodene i forhold til andre aktuelle metoder og i forhold til en best mulig bruk innenfor generelt regelverk? Det er ikke noe entydig svar på dette, men for bonden og rådgivingstjenesten er følgende punkter relevante:

- Øke lagerkapasitet der det mangler.
- Unngå høstspredning og redusere omfanget av spredning seint i veksttida.
- Lage bedre gjødslingsplan og ta hensyn til gårdens totale næringsstoffregnskap.
- Spre i henhold til jordas fosforinnhold.
- Vurdere den reelle bruken av spredearealet også på leid jord.
- Jordpakking er et alvorlig problem som kan øke ved bruk av tungt gjødselutstyr.
- Slangeutstyr bør foretrekkes når det er viktig å redusere jordpakking.
- Andre aktuelle metoder er også miljøvennlige: Vanninnblanding, samt bruk av slangeutstyr på åpen åker.

- Vanninnblanding og syretilsetning er andre aktuelle metoder med god effekt, men også forbundet med kostnader.

### **Driftsøkonomiske forhold**

Det er en klar oppfatning at tilskuddsordningen er nødvendig for å gi lønnsomhet og kunne forsvare bruk av relativt kostbart spredeutstyr.

Økonomien for den enkelte gård vil avhenge av mange faktorer, og vi går ikke inn på mer detaljerte kalkyler av dette. Generelt er det slik at kroneverdien av spart nitrogen som gjødsel ikke dekker inn de økte kostnadene med mer avansert spredeutstyr. Det er samme konklusjon i Bioforsks rapport om klimatiltak i jordbruket (Øygarden 2009). Det er gjort en større sammenfatning av resultater fra flere europeiske land som viser at mer avansert utstyr som slepeslange og nedfeller er betydelige dyrere enn bredspredning (ca 2 euro per m<sup>3</sup>), men at forskjellene ble mindre med økende gårdsstørrelse. Det ble tatt hensyn til forskjellene i gjødselvirkning (Huijsmanns et al. 2004).

NILF foretok en utredning om de aktuelle spredemetodene i forkant av at ordningen ble etablert (Stornes, 2008). Vi gjengir her en kort konklusjon fra rapporten.

#### **Raskere nedmolding**

Dette er driftsøkonomisk lønnsomt uten tilskudd.

#### **Stripespreder med tilførselslange**

Dette er noe dyrere enn bredspredning, til tross for sparte gjødselkostnader. Kr 10 per dekar for storfegjødsel og kr 13 for svinegjødsel.

#### **DGI**

Denne metoden vil også være dyrere enn bredspredning. Med de forutsetningene som er satt i beregningene, ca kr 50 mer per dekar.

Det er ikke gjort noen nærmere beregninger av NILF etter at denne rapporten fra 2008. Norsk landbruksrådgiving Østafjells har gjort en del beregninger. Med dagens tilskuddsatser viser det seg at nedlegging med stripespreder og DGI som brukes i nabosamarbeid er sammenliknbart med bredspredning med tankvogn. Uten tilskudd vil stripespreder og DGI være vesentlig dyrere, selv om sparte gjødselkostnader er tatt med (Norsk Landbruksrådgiving Østafjells 2010).

## 7. Referanser

---

- Arstein, A. , Øpstad, S. L. 1999. Småfegjødning på eng - verknad av ulike spreietider. Vestlandsk Landbruk 86 (6):16-18
- Bonesmo, H., Karlsen S. R., Bakken A. K. & Høgda K-A. 2005. Vekstavslutning hos gras og anbefaling om frist om høsten for spredning av husdyrgjødsel på eng uten nedmoldning. Planteforsk Grønn kunnskap Vol. 9 Nr. 110 - 2005.
- Frost, P., Mulholland, M. U.å. Alternative slurry spreading systems. Agri-Food and Bioscience Institute. Technical Note. Nord-Irland.
- GreppaNäringen. Stallgødselportalen. [www.greppa.nu](http://www.greppa.nu) Statens jordbruksverk.
- Hansen, M. N., Sommer, S. G., Hutchings, N. J., Sørensen, P. 2008. Emissionsfaktorer til beregning av ammoniakfordampning ved lagring og udbringning av husdyrgjødsel. Det Jordbrugsvidenskabelige Fakultet. Universitetet i Århus. DFJ Husdyrbrug nr. 84.
- Hansen, S., Mørken, J., Nesheim, L., Koestling, M., Fystro, G. 2009. Reduserte nitrogenutslipp gjennom bedre sprederutiner for husdyrgjødsel. Bioforsk Rapport Vol. 4 Nr. 188, 2009.
- Hanssen, J.F. & Myhr, K. 1989. Decomposition of dairy manure in three soil types: Influence of temperature, liming and compaction. Norwegian Journal of Agricultural Sciences 3:289-299
- Hauge, A., Eggstad, H-O., Sveistrup, T. 2005. Forurensingsfare ved utsatt spredetidspunkt for husdyrgjødsel på eng om høsten. Jordforsk rapport nr.44/05.
- Huijsmans, J., Verwijs, B., Rohde, L., Smith, K. 2004. Costs of emission-reducing manure application. Bioresource Technology 93: 11-19.
- Huijsmans, J. F. M., Hol, J. M. G., Vermeulen, G. D. 2003. Effect of application method, manure characteristics, weather and field conditions on ammonia volatilization from manure applied to arable land. Atmospheric Environment 37: 3669-3680.
- Karlsson, S., Rohde, L. 2002. Översyn av Statistiska centralbyråns beräkningar av ammoniakavgången i jordbruket. JTI Institutet för jordbruks- och miljöteknik. Uppsala.
- Lindvall, A., Ulén, B., Etana, A., Bergström, L., Kleinman, P., Mattson, L. 2010. The influence of soil and manure variables on phosphorus leaching from Swedish agricultural soils. Proceedings IPW6, page 111. 6<sup>th</sup> International Phosphorus Workshop. Sevilla 27 September-1 October.
- McConnell, D., Doody, D., Ferris, C., Elliot, C., Matthews, D. 2010. The effect of slurry application technique on Phosphorus loss in overland flow. (Northern Ireland). 6<sup>th</sup> International Phosphorus Workshop. Sevilla 27 September-1 October.
- Mørken, J. 2010. Maksimal utnyttning av husdyrgjødsel. Institutt for matematiske realfag og teknologi. UMB. Foredragsnotat.

- Morken, J. 2007. Spredeteknologi for bløtgjødsel. IMT-Rapport nr. 20/2007. Universitetet for miljø- og biovitenskap.
- Myhr, K., Håland, Å., Nesheim, L. 1990. Verknad av våtkompostert og ubehandla blautgjødning, og av jordpakking på infiltrasjon av vatn i dyrka jord. Norsk landbruksforskning 4:161-172
- Nesheim, L., Kval-Engstad, O., Vasstveit, K. 2010. Husdyrgjødsel og jordarbeiding - verknad på utslepp av klimagassar. Bioforsk Rapport nr. 139. 2010-11-12.
- Norsk Landbruksrådgiving Østafjells. 2010. Kalkyler av mekaniseringsøkonomi ved spredemetoder for husdyrgjødsel.
- Oenema, O., Oudendag, D., Velthof, G. L. 2007. Nutrient losses from manure management in the European Union. Livestock Science 112: 261-272.
- Rivedal, S. & Øpstad, S.L. 2010. Kompostert sauetalle brukt som gjødning i eng. Bioforsk FOKUS 5 (2):178-179
- Rodhe, L., Pell, M., Nordberg, Å. 2010. Emissioner frå flytgjødsel i lager og utspridd på åkermark samt påverkande faktorer. Referert i GreppaNæringen Nyhet 23/4 2010.
- Rodhe, L., Pell, M. 2005. Tåkt ytmyllning av flytgjødsel i vall - teknikutveikling, ammoniakavgang, växthusgaser og avkastning. JTI-rapport Lantbruk&Industri 337.
- Rodhe, L., Etana, A. 2005. Performance of Slurry Injectors compared with Band Spreading on Three Swedish Soils with Ley. Biosystems Engineering 92: 107-118.
- Salomon, E. 2008. Stallgjødningens kvæveverkan på skörden. JTI-rapport Lantbruk & Industri 367. Institut för jordbruks- och miljöteknik.
- Sandvik, O., Arstein, A. & Øpstad, S.L. 1997 Verknad av gjødning på grøfte-og overflateavrenning på Vestlandet. Næringsavrenning på eng. Planteforsk Rapport 29/97, ISBN 82-479-0035-5:49 s.+vedl.
- Solberg, H., Røhnebæk, K., Berntsen M. 2011. Nedmoldingstid og -utstyr til husdyrgjødsel. Bioforsk konferansen 2011.
- Sommer, S. G., Générumont, S., Cellier, P., Hutchings, N. J., Olesen, J. E., Morvan, T. 2003. Processes controlling ammonia emission from livestock slurry in the field. Europ. J. Agronomy 19: 465-486.
- Sommer, S. G., Olesen J., Petersen, S. O., Weisberg, M. R., Vallis, L., Rodhe, L., Béline, F. 2009. Region-specific assessment of greenhouse gas mitigation with different management strategies in four agroecological zones. Global Change Biology 15, 2852-2837.
- Stornes, O. K. 2008. Ammoniakkutslipp fra jordbruket. Notat 2008-1. Norsk institutt for landbruksøkonomisk forskning.
- Sørensen, P., Vinther, F.P., Petersen, S. O. Petersen, J. 2003. Høy udnyttelse af gyllens kvælstoff ved direkte nedfældning. Grønn Viden. Markbrug nr. 281. Danmarks Jordbrugsforskning.

- Tveitnes, S. 1993 a. Hysdyrgjødsel. Bok utgitt av NLH, Statens forskningsstasjoner i landbruket og Statens fagtjeneste for landbruket.
- Tveitnes, S. 1993. Husdyrgjødsel - frå problem til ressurs. Faginfo nr. 27. Statens fagtjeneste for landbruket. ISSN 0803-2173.
- Tveitnes, S. 1997 Store husdyrgjødselmengder pr. arealeining til grønforvekstar og eng. Meldinger fra Norges landbrukshøgskole, 58 (25), 28s.
- Tveitnes, S., Fugleberg, O. & Øpstad, S. 1997 .Leaching of plant nutrients in drainage water as influenced by cropping system, fertilization and climatic factors. Norwegian Journal of Agricultural Science 10 (4):555-582
- Uusi-Kamppa, J., Heinonen-Tanski, H. 2008. Evaluating slurry broadcasting and injection to ley for phosphorus losses and fecal microorganisms in surface runoff. Jour. Environ. Qual. 37: 2339-2350.
- Vinther, F. P., Hansen, S. 2004. SimDen - en simpel modell til kvantifisering af N2O-emission og denitrifikasjon. Danmarks Jordbruksforskning. DJF rapport Markbrug nr. 104.
- Webb, J., Pain, B., Bittman, S., Morgan, J. 2010. The impacts of manure application methods on emission of ammonia, nitrous oxide and on crop response - A review. Agriculture, Ecosystems and Environment 137: 39-46.
- Øgaard, A.F. 2008. Gjødslingspraksis ved bruk av husdyrgjødsel. Resultater fra fire nedbørfelt i JOVA-programmet. Bioforsk Rapport Vol. 3 Nr. 60.
- Øyen, J., Nesheim, L. 1992. Utprøving av slangespreder for spredning av husdyrgjødsel. Særheim Forskningsstasjon. Særtrykk nr. 86, 1992.
- Øygarden, L., Nesheim, L., Dörsch, P., Fystro, G., Hansen, S., Hauge, A., Korsæth, A., Krokann, K., Stornes, O. K. 2009. Klimatiltak i jordbruket - mindre lystgassutslipp gjennom mindre N-tilførsel til jordbruksareal og optimalisering av dyrkingsforhold. Bioforsk Rapport Vol. 4 nr. 175.
- Aase, K. 1981. Store mengder husdyrgjødsel til grønfornepe og eng. Forskning og forsøk i landbruket, 32: 65-73.