

# Nedfældning af gylle i vintersæd

## Resumé

Ammoniakfordampning	Nedfældning af gylle i vintersæd vurderes at kunne reducere ammoniakfordampning med ca. 45 pct. sammenlignet med slæbeslangeudlægning
Lugt fra stald og mark	Teknologien påvirker ikke lugtgenen fra stald og lager. I marken forventes nedfældning i vintersæd at kunne reducere lugtkoncentrationen over gyllen med mellem 0 og 50 pct.
Støv	Ingen effekt
Drivhusgasser	Nedfældning kan øge potentialet for produktion af drivhusgassen lattergas. Emissionen af lattergas fra landbrugsjord tilført gylle vurderes at være ca. 2 gange højere ved nedfældning end ved slæbeslangeudlægning.
Energi	Nedfældning i vintersæd øger energiforbruget. Det ekstra energiforbrug betyder, at der generelt skal bruges mellem 2 og 5 liter diesel ekstra per ha. svarende til mellem 0,08 og 0,2 liter ekstra diesel per tons gylle udbragt.
Arbejds miljø	Ingen effekt
Smittorisiko	Ingen effekt
Dyrevelfærd	Ingen effekt
Affald og spildevand	Ingen effekt
Miljøfremmede stoffer	Ingen effekt
Virkning på lager og mark	Nedfældningen påvirker ikke fordampningen fra lager. Nedfældningen begrænser emissionen af ammoniak og lugt fra den udbragte gylle. Det lavere tab af ammoniak øger udnyttelsen af gyllens kvælstofindhold, hvilket potentielt kan føre til højere høstudbytte eller lavere forbrug af handelsgødningskvælstof. Nedfældningen fører dog til skade på afgrøden og ekstra sporskader, hvilket begrænser høstudbyttet. Den samlede effekt af nedfældning i vintersæd er vurderet til at føre til et udbyttetab på 2,9 hkg per ha.
Merinvestering	Nedfældning er forbundet med ekstra investeringer i forhold til slæbeslangeudlægning. Merinvesteringen afhænger af benyttet teknik. En nedfælder med samme kapacitet som en slæbeslangeudlægger er vurderet til at have en merpris på ca. 250.000 kr. per enhed.

---

Driftsomkostninger

Nedfældning i vintersæd fører til øgede driftsomkostninger i form af lavere kapacitet, udbyttetab, øget brændstofforbrug og større slid og vedligehold af nedfældningsteknikken. De samlede ekstraomkostninger til udbyttetab, højere investeringsomkostninger, lavere kapacitetsudnyttelse og større driftsomkostninger er vurderet til at udgøre ca. 18,4 kr. per tons gylle udbragt, hvilket svarer til ekstra driftsomkostninger på ca. 550 kr. per ha, hvis der udbringes 30 tons gylle per ha. Benyttes maskinstation til udbringningen er merprisen på nedfældning ca. 7 kr. per tons gylle udbragt (Kjeldal pers. com. og Mikkelsen et al., 2000).

---

## Beskrivelse

Ved nedfældning i vintersæd placeres gyllen i riller i jorden, der skæres eller trykkes af nedfældertænder eller rulleskær. Nedfælder-aggregaterne er typisk placeret på en nedfælderbom på mellem 9 og 12 meter med en indbyrdes afstand på mellem 20 og 30 cm. Nedfældningen betyder derfor, at den udbragte gylle helt eller delvist placeres under jordens overflade. Rillerne vil afhængig af den benyttede teknik stå mere eller mindre åbne efter gyllens placering, hvilket betyder, at lugt og ammoniak kan fordampe fra gyllens overflade. Effekten af nedfældningen afhænger i høj grad af, hvor stor en andel af den udbragte gylle, der kan rummes i de dannede riller, og om der sker en overdækning af den tilførte gylle. Effekten af nedfældning i græs afhænger derfor både af jordtype, jordens tørhed og af den benyttede teknik.

## Miljøpåvirkning

### Ammoniakfordampning

Nedfældning begrænser ammoniakfordampningen af den udbragte gylle i forhold til slæbeslangeudlægning. Begrænsningen afhænger af den benyttede teknik, og i hvor høj grad gyllen indarbejdes i jorden. Reduktion af ammoniakfordampning ved nedfældning i vintersæd med kommercielle teknologier er ikke dokumenteret, men på baggrund af observeret nedfældningseffektivitet er det vurderet, at nedfældning i vintersæd kan begrænse fordampningen af ammoniak med gennemsnitlig 45 pct. sammenlignet med slæbeslangeudlægning (Hansen et al., 2008). Den gennemsnitlige ammoniakfordampning fra gylle udbragt til vintersæd med henholdsvis slæbeslanger og nedfældning er vist i tabel 1.

**Tabel 1.** Gennemsnitlig fordampning af ammoniak ( $NH_3$ ) fra svine- og kvæggylle udbragt i foråret til vintersæd med henholdsvis slæbeslanger og nedfældning. Alle værdier er opgivet i pct. af den totale mængde kvælstof (total N) udbragt. Hansen et al. (2008). Der findes ikke opgørelser over ammoniaktabet fra udbragt minkgylle, men det vurderes, at svare til ammoniaktabet fra udbragt kvæggylle.

	NH <sub>3</sub> tab		NH <sub>3</sub> tab	
	pct. af udbragt total N		kg per dyreenhed <sup>1</sup>	
	Svinegylle	Kvæggylle	Svinegylle	Kvæggylle
<b>Forår</b>				
Slangeudlagt	11,7	16,3	11,7	16,3
Nedfældet	6,4	9,0	6,4	9,0

<sup>1)</sup> I disse beregninger er en dyreenhed defineret som 100 kg total kvælstof (N) i husdyrgødningen efter lagring

### Lugt

Den lugtreducerende effekt af gyllenedfældning er blevet undersøgt i danske og udenlandske undersøgelser og disse undersøgelser viser samstemmende, at nedfældning effektivt kan begrænse lugten af udbragt gylle (Nyord & Hansen, 2008; Bang, 2005; Hanna et al. 2000; Moseley et al., 1998).

Ved nedfældning i vintersæd vil der normalt ske en så øverlig nedfældning, at lugtreduktionen bliver mindre end i de ovenstående undersøgelser. Dette betyder, at nedfældning i korn har en lavere effekt på lugtgenen af gylleudbringningen end eksempelvis sortjordsnedfældning. En dansk undersøgelse har vist, at nedfældning i hvede med forskellige typer nedfældere begrænsede lugtkoncentrationen over den udbragte gylle med mellem 0 og 50 pct. sammenlignet med slæbeslangeudlægning (Hansen og Birkmose, 2008; Hansen in prep.). En tilsvarende engelsk undersøgelse fandt, at nedfældning til vinterhvede med en kommerciel græsmarksnedfælder ikke reducerede lugtgenen af den udbragte gylle sammenlignet med slæbeslangeudlægning (Pahl. et al., 2001). På den baggrund er det vurderet, at nedfældning i vintersæd kan forventes at begrænse lugtgenen af den udbragte gylle med mellem 0 og 50 pct. sammenlignet med slæbeslangeudlægning.

### Drivhusgasser

Idet nedfældning af gylle begrænser fordampningen af ammoniak vil nedfældningen isoleret set føre til en begrænsning af emissionen af drivhusgassen lattergas (Olesen et al., 2004). Nedfældningen betyder dog samtidig, at gyllen placeres i et bånd, som fremmer forholdene for de biokemiske processer, der fører til produktion af lattergas. Dette betyder, at nedfældning samlet set øger emissionen af lattergas fra landbrugsjord. En række undersøgelser har således fundet, at udledningen af lattergas fra nedfældet gylle er højere end fra overfladeudbragt gylle. I en undersøgelse gennemført af Rodhe et al. (2006) blev det fundet, at udledningen af lattergas fra græsjord tilført slæbeslangeudlagt gylle udgjorde 0,2 kg N<sub>2</sub>O-N per ha, og at nedfældning af gylle øgede udledningen af lattergas til 0,75 kg N<sub>2</sub>O-N per ha. Tilsvarende resultater er fundet af Wulf et al. (2002), som fandt, at nedfældning af gylle til henholdsvis ubevokset jord og græsafgrøde øgede lattergasemissionen med en faktor på henholdsvis 2 og 3 sammenlignet med overfladeudlægning. Chadwick (1997) fandt, at nedfældning signifikant øgede lattergasemissionen fra 0,03 til 0,08 kg N<sub>2</sub>O-N per ha. På den baggrund er det vurderet, at nedfældning i vintersæd kan fordoble udledningen af drivhusgassen lattergas fra landbrugsjord, der tilføres gylle (Hansen, 2008)

## Energiforbrug

Trækraftforbruget ved nedfældning er højere end ved slangeudlægning, da en tand eller et skær skal trækkes gennem jorden. Den højere trækraft øger brændstofforbruget og Hansen *et al.* (2003) målte, at overlig nedfældning i græs afhængig af nedfældningsteknik øgede dieselforbruget med mellem 2 og 5 liter pr. ha, hvilket svarer til en øgning af dieselforbruget på mellem 0,1 og 0,2 liter per tons gylle udbragt. Høy (2009) målte et ekstra trækraftbehov på 1,4-1,8 kW pr. tand ved nedfældning i vintersæd med en smal tand i ca. 10 cm dybde i forhold til slangeudlægning, hvilket vurderes at svare til 7,5 KW ekstra motoreffekt per tons gylle udbragt.

Nedfældning i vintersæd vurderes i praksis ikke at føre til højere kvælstofudnyttelse i forhold til slangeudlægning (Hansen, 2008). Nedfældning i vintersæd reducerer derfor ikke indkøb og energiforbrug til produktion af handelsgødningsskvælstof.

## Fordele og ulemper

### Fordele

- Reduceret ammoniakfordampning
- Reducerede lugtgener
- Nedfældning vil isoleret set øge udbyttet på grund af lavere ammoniaktab. Omvendt påvirkes afgrøden negativt af nedfældningen, specielt sker der skade på afgrøden på grund af ekstra sporskader. Resultaterne af landsforsøg viser, at nedfældning i kornafgrøder generelt øger kornets proteinindhold, og at det begrænser udbyttet (Landsforsøgene 1999 - 2001).

### Ulemper

- Nedfældning i vintersæd kan som nævnt medføre tab af udbytte. Tabet afhænger af udbringningsteknik og udbringningsforhold, men er ud fra forsøg med forsøgsudstyr og kommercielt udstyr bestemt til at ligge i intervallet mellem 0,2 og 3,6 hkg per ha. På den baggrund er det vurderet, at nedfældning i vintersæd gennemsnitligt medfører et udbyttetab på ca. 1,8 hkg per ha (Hansen, 2008).
- Højere udbringningsomkostninger og driftsøkonomi i forhold til slangeudlægning.
- Lavere arbejdsbredde: En nedfælder har typisk en arbejdsbredde på 6-12 meter, mens en slangeudlægger har en arbejdsbredde på 18-24 meter.
- Reduceret udbringningskapacitet: Man kan ikke kompensere for den lavere arbejdsbredde med en tilsvarende højere fremkørselshastighed. Udbringningskapaciteten er derfor betydelig lavere ved nedfældning end ved slangeudlægning.
- Nedfældning fører sammenlignet med slæbeslangeudlægning til 2 - 3 gange så mange kørespor i afgrøden, hvilket øger risikoen for strukturskader i landbrugsjorden og begrænser udbyttet.
- Nedfældning kan ikke ske på frossen eller våd jord. Nedfældning reducerer derfor antallet af udbringningsdage sammenlignet med slæbeslangeudlægning.
- Nedfældning er mere besværlig og energikrævende på lerjord, da lerjorder bliver meget hårde ved udtørring (Nyord & Hansen, 2008). Lerjorder er desuden generelt mere følsomme overfor tryk og strukturskader.
- Nedfældning øger risikoen for overfladeafstrømning af gylle i bakket terræn: I praksis ses det ofte, at gyllen anvender nedfælderriller som "afstrømningskanaler" til lavere liggende områder af marken.
- Oprodnings af sten: Ved nedfældning med nedfældertænder øges risikoen for at trække sten op på jordoverfladen, hvilket øger risikoen for havari af høstudstyr.

## Udbredelse af teknikken

Mens en stigende andel af den flydende husdyrgødning nedfældes i sort jord og græs, finder der stort set ikke nedfældning sted i vintersæd. Forklaringen vurderes at være, at nedfældning i vintersæd medfører en række ulemper, hvor de vigtigste er, at nedfældningen fører til højere udbringningsomkostninger, samt tab af udbytte forårsaget af køre- og afgrødeskader. Tabet af udbytte er primært begrundet i, at nedfældning medfører flere kørespor i afgrøden. I de få tilfælde hvor gylle nedfældes i vintersæd, sker det normalt med nedfældningsudstyr, som er udviklet til nedfældning i græs eller med nedfældningsudstyr, som kun i begrænset omfang sikrer en effektiv nedfældning.

## Helhedsvurdering af teknikken

Nedfældning af gylle i vintersæd kan potentielt begrænse fordampning af ammoniak og lugt fra udbragt gylle. Den eksisterende nedfældningsteknologi er behæftet med en række praktiske, teknologiske og driftsmæssige problemer som pt. ikke er løst. Siden 2006 er der iværksat flere initiativer med henblik på at udvikle systemer tilpasset nedfældning i vintersæd. Disse initiativer kan potentielt føre til udvikling af nedfældningssystemer, der kan begrænse omkostningerne samt sikre en mere effektiv reduktion af miljøgener ved gylleudbringningen. Udviklingen er dog endnu på et så tidligt stadium, at miljø- og omkostningseffekten af disse initiativer endnu ikke kan vurderes.

## Driftsøkonomi

### Udbringning

Ved nedfældning af gylle i stedet for slangeudlægning reduceres ammoniakfordampningen. Der er foretaget en beregning på nedfældning i vintersæd.

Vi har for denne teknologi valgt at opgive resultaterne pr. ha og pr. kg reduceret N.

### Oversigt over anlægsomkostningerne

Der er i beregningerne taget udgangspunkt i et beregningsprogram udarbejdet i Excel, hvor økonomien i at investere i eget udbringningsudstyr bliver målt op mod maskinstationspriser til udbringning af gylle. Af beregningerne ses det, at der for ejendomme med mere end 950 DE, kan være en økonomisk fordel i at investere i eget gylleudbringningsudstyr, såfremt der er ledige arbejdstimer til rådighed til gylleudkørsel, og der er anden anvendelsesmulighed for traktoren, der skal trække gyllevognen. Beregningsprogrammet er udarbejdet således, at der er en række faktorer, som den enkelte bruger kan ændre og straks herefter få et økonomisk overblik over ændringens omfang. Såfremt der udelukkende anvendes maskinstationspriser, vil ændringerne i forbrugsmønstret mellem slangeudlagt og nedbragt gylle ikke påvirke landmandens anlægsomkostninger.

Beregningsprogrammet ses her: [Beregning af omkostninger ved gylleudbringning](#)

Ved brug af ovennævnte program kan det beregnes, hvornår det er økonomisk attraktivt for landmanden at investere i gylleudbringningsudstyr.

**Table 2.** Kan det betale sig at investere i eget gylleudbringningsudstyr

Gylleproduktion/DE	DE					
	75	150	250	500	750	950
Gylle ton i alt	1275	2550	4250	8500	12750	16150

Der er først økonomi i at investere i eget gylleudbringningsudstyr ved en produktion på 950 DE. Forudsætninger for beregningerne kan ses/ændres i beregningsprogrammet, således at aktuelle ejendomsspecifikke data kan indsættes og en ny beregning kan foretages.

### Oversigt over forudsætninger og forbrug mv.

Danske Maskinstationer har anslået en merpris på nedfældning i forhold til slangeudlægning ved normal mængde (25 tons/ha). Der anslås en merpris på 5 kr. pr. ton gylle for sort jord og en merpris på 7 kr. pr. ton gylle i vintersæd og græs.

Produktionsøkonomigrupperne på Dansk Landbrugsrådgivning udførte i 2001 en undersøgelse om de faktuelle omkostninger til nedfældning af gylle i sort jord, vintersæd og græs. På 4 lokale landbrugscentre i Jylland blev fakturagrundlaget gennemgået, og der blev udarbejdet en gennemsnitlig pris på nedfældning i de 4 lokalområder.

**Table 3.** Gennemsnittet af fakturerede priser for i alt 52 gylleudbringninger fordelt over fire områder i Jylland. Angivet i kr. pr. ton gylle udbragt. Alle værdier er maskinstationspriser.

	Slangeudlægning		Græsmarks/vintersædsnedfældning	
	Antal	Pris, kr.	Antal	Pris, kr.
Varde	5	12,23	6	18,50
Skive	5	14,45	5	20,72
Grindsted	2	11,30	2	17,56
Løgumkloster	3	11,57	4	17,84
I alt	15	12,38	17	18,65
Merpris for nedfældning		-		6,27
Maskinstationstakst 2009		11,50		18,50

Landbrugets Rådgivningscenter 2001, Mikkelsen et. al. og personlig komm.

Konkurrencen mellem maskinstationer og kapacitetsudvidelser har igennem årene frem til 2009 kunnet billiggøre udkørsel af slangeudlagt gylle og fastholde prisen på udbragt gylle fra maskinstationer på samme niveau som i 2001.

Det antages en udbringning af 159 kg N/ha til vinterhvede.

Jf. dyrkningsvejledning husdyrgødning, Landscentret 2008 har gylle fra malkekvæg et N-indhold på 5,3 kg Total-N/ton gylle.

**Tabel 4. Meromkostninger ved nedfældning i vinterhvede**

	Nedfældning i vintersæd, hvede
Meromkostning pr. ton gylle	7 kr.
Udbringning pr. ha	30 tons
Meromkostning kr. pr. ha	210

Optimale forhold for vintersædsnedfældning er udkørsel på afdrænet og tør jord med anvendelse af brede dæk på både traktor og gyllevogn og brug af samme spor i marken til returkørsel. Struktur- og afgrødeskaderne er kalkuleret ind med 3,4 %.

**Driftsøkonomiske resultater**

De driftsøkonomiske resultater opgøres som omkostninger pr. ha samt pr. kg. reduceret N.

**Tabel 5. Reduceret N-mængde ved nedfældning i vintersæd, hvede**

	Nedfældning i vintersæd, hvede
Mindsket N-tab i procent ved udbringning	7,3
Mindsket tab fra udbringning i kg/ha	11,6

**Tabel 6. Beregning af merudbytte ved nedfældning af gylle i vintersæd ved forskellige afgrøder.**

Afgrøde	Udbytte, a.e./ha	Afgrødepris, kr./a.e. <sup>2)</sup>	Merudb. for nedfældning, pct. <sup>1)</sup>	Forøget køreskade, pct.	Merpris for nedfældning, kr./t	Sparet harvning, kr./ha	Gyllemængde, t/ha <sup>1)</sup>	Netto-merudb., kr./ha	Er der økonomi i nedfældning?
Vinterbyg	65	110	2	3,4	7,00	0	30	-310	Nej
Vinterhvede	85	110	2	3,4	7,00	0	30	-341	Nej
Vinterrug	70	110	2	3,4	7,00	0	30	-318	Nej

<sup>1)</sup> De viste merudbytter gælder ved de viste gyllemængder +/- 5 ton pr. ha.

<sup>2)</sup> Forudsætninger for de økonomiske beregninger af BAT teknologier, NIRAS maj 2009

Ønskes det at ændre på forudsætningerne, findes regnearket her: [Økonomien i nedfældet gylle](#)

Som det ses af tabel 6, opnås et negativt nettomerudbytte ved nedfældning af gylle til vinterafgrøder på 341 kr./ha.

**Tabel 7. Samlede driftsomkostninger**

	Nedfældning i vintersæd/hvede
Meromkostning ved udbringning pr. ha	-210
Merudbytte pr. ha	-341
<b>Samlede omkostninger pr. ha</b>	<b>-551</b>
<b>Kr./kg reduceret N</b>	<b>-47,5</b>

**Miljøøkonomiske omkostninger**

Ud over de ovennævnte effekter giver slangeudlægning reducerede lugtgener. Det er ikke muligt at pris-sætte disse lugtgener, primært fordi de i høj grad afhænger af den konkrete lokalisering.

Rodhe et al. (2006) fandt således, at mens udledningen af lattergas fra græs jord tilført slæbeslangeudlagt gylle udgjorde 0,2 kg N<sub>2</sub>O-N per ha, øgede nedfældning af gylle udledningen af lattergas til 0,75 kg N<sub>2</sub>O-N/ha. Gennemsnitligt giver nedfældning en lattergasemission på ca. 0,5 kg N<sub>2</sub>O-N pr. ha mere end slangeudbringning. Lattergas er en potent drivhusgas, som er 310 gange stærkere end CO<sub>2</sub>.

De miljøøkonomiske omkostninger omfatter værdien af den øgede lattergasemission, ligesom den tager udgangspunkt i såkaldt forbrugerprisniveau, som er højere end faktorpriser. (se afsnit 2 i "Forudsætninger for de økonomiske beregninger af BAT-teknologier"). Dette betyder, at reduktionsomkostningen bliver mere negativ pr. kg N, selv om omkostningen ved lattergassen tillægges.

**Tabel 8. Miljøøkonomiske reduktionsomkostninger<sup>1</sup>**

	Nedfældning i Vintersæd
Samlede omkostninger opgjort miljøøkonomisk	-744 <sup>2)</sup>
Værdi af lattergasemission <sup>3)</sup>	-
Kr. kg reduceret N	-64

<sup>2)</sup> Samlede driftsomkostninger opskrevet til forbrugerpriser med faktor 1,35.

<sup>3)</sup> Beregningen af den gennemsnitlige lattergasemission vurderes ikke sikker nok. Datagrundlaget er ikke tilstrækkeligt belyst til, at der kan beregnes en værdi i kr.

### Alternative teknologier

#### Forsuring af gylle

Forsuring af gylle kan føre til lige så stor eller større ammoniakbegrænsende effekt end nedfældning. Forsuring vil til gengæld under normale forhold ikke føre til lavere lugtgene af den udbragte gylle, ligesom forsuring i modsætning til nedfældning ikke forventes at påvirke udledningen af drivhusgasser fra landbrugsjord.

#### Separation af gylle

Ammoniakfordampningen og lugtgenen ved udbringning af den flydende fraktion af lavteknologisk separeret gylle vurderes at være lige så lav eller lavere end ammoniakfordampningen og lugtgenen fra ubehandlet gylle nedfældet i vintersæd.

### Vilkår

Generelt kan der ikke afkræves dokumentation for de faktiske emissioner via løbende målinger. I stedet er der i nedenstående opstillet en vejledende liste over driftsvilkår, som skal sikre, at driftsvilkårene overholdes.

Driftsvilkår for nedfældning af gylle i sort jord, græs og vintersæd.

- Det er muligt inden for en periode på 2 uger efter gyllenedfældningen at se nedfældningsrillerne i vintersæd og græs. Ved nedfældning i sort jord er denne kontrol ikke mulig.
- Hvis gyllen bliver nedfældet med ejerens eget udstyr, skal det tjekkes, at udstyret reelt er til rådighed, og at det ser ud til at blive anvendt.
- Hvis gyllen er nedfældet af maskinstation eller samarbejdspartner skal det fremgå af faktura. På fakturaen skal følgende fremgå: Nedfældning af gylle, marknummer og afgrøde.
- Det skal fremgå i bemærkningsfeltet i mark-gødningsplanen, at marken er tilført nedfældet gylle.

<sup>1</sup> Lattergas er omregnet til CO<sub>2</sub>-ækvivalenter og prissat med kvoteprisen på CO<sub>2</sub>. Kvoteprisen har svinget meget de seneste år og lige nu på ca. 110 kr./ton. Den forventes at stige til 225 kr./tons fra 2012. I beregningen er der forudsat en pris på 225 kr.

## Litteratur

- Bang M. 2005. Lugt fra gylle udbragt i vinterhvede. Farmtest, Maskiner og Planteavl nr. 40.
- Birkmose, T.S. (2009): [Dyrkningsvejledning, Udbringning af husdyrgødning](#). Landbrugsinfo. Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret
- Chadwick D. 1997. Nitrous oxide and ammonia emissions from grassland following application of slurry: Potential abatement practices. In: Gaseous nitrogen emissions from grasslands. Eds. Jarvis S.C. Pain B.F. 257-264.
- Hanna H.M., Bundy D.S., Lorimor J.C., Mickelson S.K., Melvin S.W., and Erbach D.C. 2000. Manure incorporation equipment effects on odor, residue cover, and crop yield. Applied Engineering in Agriculture. 16: (6). 621-627.
- Hansen M.N. 2008. Nedfældning af gylle i vintersæd. En evalueringsrapport, Miljøstyrelsen. Tilgængelig online <http://www.mim.dk/NR/rdonlyres/58BD20A6-D3EB-4A4F-9C40-F7D4BE1EC614/0/Nedfældningsrapport.pdf>
- Hansen M.N., S.G. Sommer, and N.P. Madsen. 2003. Reduction of ammonia emission by shallow slurry injection: Injection efficiency and additional energy demand. Journal of Environmental Quality 32: 1099-1104
- Hansen M.N. 2001. Reduktion af ammoniakfordampning ved nedfældning af gylle i græsafgrøder. Grøn Viden, Markbrug, nr. 234.
- Hansen M.N.; Sommer S.G.; Huchings N.J.; Sørensen P.S. 2008. Emissionsfaktorer til beregning af ammoniak fordampning ved lagring og udbringning af husdyrgødning. Det Jordbrugsvidenskabelige fakultet. Jordbrug nr. 84. pp 43
- Hansen M.N., Birkmose T.S. 2008. Reduktion af lugt ved nedfældning af gylle i vintersæd. LandboInfo. [http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/artikler/lpart131\\_b1.pdf](http://www.lr.dk/planteavl/informationsserier/artikler/lpart131_b1.pdf).
- Høj J. 2009. Afprøvning af ny nedfælder til vintersæd. Landbrugsinfo, artikel nr. 49, 2009.
- Landsforsøgene 1999-2001. Oversigt over landsforsøgene. Forsøg og undersøgelser i de landøkonomiske foreninger 1999-2001.
- Mikkelsen Martin., Birkmose Torkild., Sandal Erik., Johnsen Jens Høj., Rasmussen Anders Lund. Produktionsøkonomigrupperne Landbrugets Rådgivningscenter 2001. [Rapport: Gylle - Nedfældning eller slangeudlægning?](#)
- Moseley P.J., Misselbrook T.H., Pain B.F., Earl R., and Godwin R.J. 1998. The effect of injector tine design on odour and ammonia emissions following injection of bio-solids into arable cropping. Journal of Agricultural Engineering Research. 71: (4). 385-394.
- Nyord T.; Hansen M.N. 2008. Soil injection of animal slurry to growing cereals – effects on odour emission, draught requirement and yield. Proceeding of the 13th RAMIRAN international conference, Bulgaria 2008. 147-152.
- Olesen J.E., Gyldenkerne S., Petersen S.O., Mikkelsen M.H., Jacobsen B.H., Vesterdal L., Jørgensen A.M.K., Christensen B.C., Abiltrup j., Heideman T., Rubæk G. 2004. Jordbrug og klimaændringer – Samspil til Vandmiljøplaner. Danmarks JordbrugsForskning. Markbrug nr. 109.
- Pahl O., Godwin R.J., Hann M.J., and Waine T.W. 2001. Cost-effective pollution control by shallow injection of pig slurry into growing crops. Journal of Agricultural Engineering Research. 80: (4). 381-390.
- Rodhe L., T. Rydberg, and G. Gebresenbet. 2004. The influence of shallow injector design on ammonia emissions and draught requirement under different soil conditions. Biosystems Engineering 89: 237-251.
- Rodhe L.; Peel M.; Yamulki S. 2006. Nitrous oxide, methane and ammonia emissions following slurry spreading on grassland. Soil use and management, **22**: 229-237.
- Wulf S., Maeting M. & Clemens J. 2002. Application technique and slurry co-fermentation effects on ammonia, nitrous oxide, and methane emissions after spreading: I Ammonia volatilization. Journal of Environmental Quality 31: (6) 1789-1794.