

# Biomonitoring af ammoniaknedfaldet tæt ved stalden

Gennem et år er der foretaget målinger med biomonitorer af ammoniaknedfaldet fra en fjerkræstald, og der er samtidig gennemført målinger ved tre forsøg i vinterhvede med forskellig afstand til to stalde med hønniker. Målingerne er blevet brugt til at validere OML-DEP modellen.

HANS SPELLING ØSTERGAARD  
SØREN UGILT LARSEN

DMU's meteorologiske spredningsmodel (OML-DEP—Operationelle Meteorologiske Luftkvalitetsmodeller) er udviklet til beregning af spredning og afsætning af ammoniak fra enkeltkilder.

Beregninger med modellen viser, at variationen i kvælstofdepositionen inden for en mark er af en størrelsesorden, så kvælstofbehovet nær stalde er mindre end i resten af marken. Modellen er imidlertid ikke valideret, så der er behov for at sammenligne modellerne med konkrete målinger for at vise, om afsætningen reelt har betydning for variationen i kvælstofbehovet inden for marken, dels gennem markforsøg, dels via opsamling med biomonitorer.

Målingerne er gennemført i 2005.

## Målinger af ammoniakdeposition med biomonitorer

Ammoniakdepositionen er målt med biomonitorer (se boks 1). Biomonitoren har bestået i et kar dyrket med italiensk rajgræs i kvælstoffrit kvartssand (se foto). Græsset er sået d. 1. august, hvorefter karrene er placeret indendørs i kunstigt lys i 4 uger. Efter behov er der vandet med en kvælstoffri opløsning. Efter 10 og 25 dage er der vandet med 0,26 g N pr. spand (ca. 45 kg N pr. ha).

Den tilførte kvælstofgødning har en kendt procentdel af kvælstofisotopen 15N. Det kvælstof, afgrøden indeholder, før den placeres i

marken, indeholder altså en kendt procentdel af kvælstofisotopen 15N.

## Placering af biomonitorerne i marken

Biomonitorerne har stået i marken fra d. 1. september til d. 25. oktober 2005, i alt knap 9 uger. Der har været 3 biomonitorer pr. måleafstand, der er målt i fire forskellige retninger og i 6 forskellige afstande fra stalden. Placeringen af biomonitorerne i marken er vist på foto 2, side 15.

Kyllingerne (ca. 10.000 stk.) blev sat ind i stalden i første uge af juli (d. 2. juli i stald 1 og d. 6. juli i stald 2). Staldene blev tømt i den første uge af november måned. Vægten pr. dyr var 45 g ved indsætning og 1500 g ved udtagning.

## Analysér og beregninger

Ved afslutningen af forsøget blev afgrøden delt i top og rod, og der blev foretaget en bestemmelse af, hvor meget 14N og hvor meget 15N, der var i hhv. rod og top ved forsøgets afslutning.

Alle kvælstofanalyserne er udført på Den Kongelige Veterinær- og Landbohøjskole, Institut for Jordbrugsvidenskab.

## Resultater af målinger med biomonitorer

Resultaterne af målingerne med biomonitorerne på de 4 linier er vist på figur 1. Hvert punkt på figuren er gennemsnit af måleresultater fra 3 kar.

På figur 1 er for hver linie vist den funktion, der bedst beskriver depositionen som funktion af afstanden fra stalden. Ved beregningen af funktionen for den sydøstlige linie er det punkt, der er angivet med blåt ikke inddraget. Den høje værdi i dette punkt kan skyldes en ekstern forurening, f. eks. en udbringning af husdyrgødning i nærheden.

Resultaterne af målingerne viser tydeligt, at depositionen ikke aftager linært med afstan-



Foto: Biomonitor.

### Boks 1. Hvad er en biomonitor?

En biomonitor er et kar, hvori dyrkes en afgrøde af f. eks. græs (se foto). Afgrøden vokser i kvælstoffrit kvartssand og opbevares under spiring og de første uger indendørs i kunstlys og optager kun det kvælstof, der tilføres i form af gødning. Kvælstoffet i gødningen er beriget med kvælstofisotopen <sup>15</sup>N. Biomonitoren placeres derefter i en periode i marken ved den kilde, der skal måles. Ideen er, at på det tidspunkt, hvor biomonitoren placeres i marken, indeholder græsafgrøden i biomonitoren en kendt procentdel af kvælstofisotopen <sup>15</sup>N. Mens biomonitoren står i marken optager græsset kvælstof fra luften i form af kvælstofisotopen <sup>14</sup>N, som er den naturligt forekommende kvælstofisotop. Jo mere <sup>14</sup>N, græsset har optaget, jo mere er græssets indhold af <sup>15</sup>N fortyndet. På den måde kan den mængde kvælstof, græsset har optaget fra luften, beregnes.

den fra stalden. Hovedparten af depositionen sker nærmere end 50-100 m fra stalden.

### Beregning af depositionen i nærområdet

På grundlag af den beregnede deposition i forskellig afstand fra stalden (se figur 1) på de 4 linier kan ammoniakdepositionen indenfor en cirkel med radius 250 m (ca. 5 ha) fra staldene estimeres. Det er antaget, at målingerne på hver af de 4 linier repræsenterer ammoniaknedfaldet i den  $\pi$ -cirkel, hvor linien er placeret.

Beregningerne viser, at depositionen målt som N-optagelse i græsset i biomonitorerne har været ca. 50 kg N indenfor en cirkel med radius 250 m fra stalden, eller 2,5 kg N pr. ha. Indenfor de første 50 og 100 m fra stalden har depositionen været hhv. 6 og knap 4 kg N pr. ha. Fra 100 til 250 m fra stalden har depositionen været lidt over 2 kg N pr. ha. Baggrunds-

depositionen er 10-15 kg N pr. ha pr. år, hvilket svarer til ca. 2 kg N pr. ha i måleperioden på 9 uger, hvis det antages, at depositionen er jævnt fordelt over året. Målingerne i 100-250 m afstand fra stalden svarer altså til baggrundsdepositionen.

I den samme periode – fra d. 1. september til d. 25. oktober – har udslippet fra stalden været omkring 500 kg N (målt i en anden del af projektet). Det betyder, at ca. 10 pct. af den kvælstofmængde, der er kommet ud af skorstenen i form af ammoniak er afsat og optaget af afgrøden indenfor en afstand på 250 m fra stalden.

### Markforsøg

I 2005 er der gennemført 3 forsøg i vinterhvede med forskellig afstand til stalden. Formålet var at undersøge, om afstanden fra stalden afspejles i afgrødens kvælstofoptagelse, se boks 2.

De 3 forsøg var placeret ca. 60, 120 og 200 m nordøst for stalden. Marken blev grundgødet med 40 kg kvælstof pr. ha og i hvert af de 3 forsøg var der 3 N-niveauer (60, 90 og 120 kg N/ha) og 4 gentagelser, altså i alt 36 observationer. For hver observation er der oplysninger om tilført N-mængde (kg N/ha) og afstand til stalden (m), idet der er målt afstand mellem stalden og hver enkelt parcel. Udbyttet er opgjørt som kg N i kerne pr. ha.

Målingerne i markforsøgene afspejler effekten af kvælstofdeposition fra etablering af vintersæden til ophør af kvælstofoptagelse, effekten af deposition i årene forud samt effekten af jordtypeforskelle mellem forsøgene. Målingerne af jordens tekstur og humusindhold har dog ikke afsløret jordtypeforskelle mellem forsøgene.

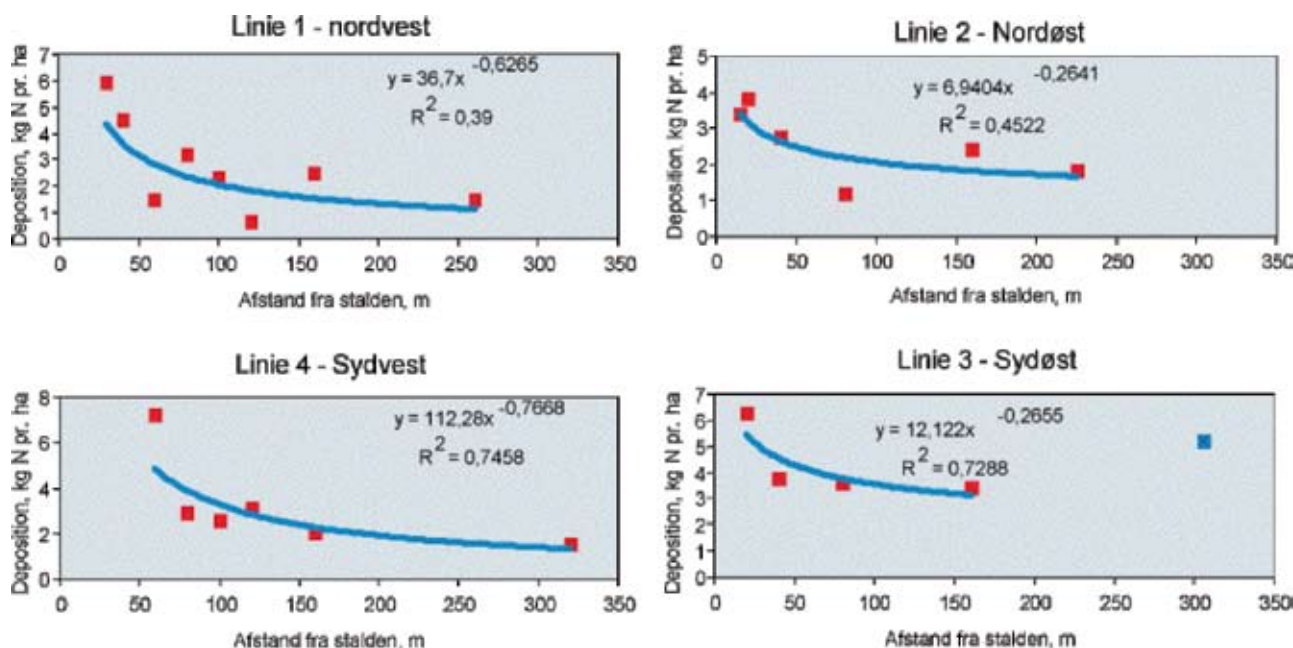
### Analyse af data

Data blev analyseret på to forskellige måder. Indledningsvis blev alle data analyseret i en samlet model, hvor det antages, at udbyttet afhænger lineært af både afstand til stald og N-tilførsel.

Analysen viste, at der er en signifikant virkning af både afstand og N-tilførsel men ingen vekselvirkning mellem de to faktorer. Udbytte (kg N i kerne pr. ha) kan således beskrives efter følgende model:

$$\text{Udbytte, kg N} = 114,2 - 0,0989 \cdot \text{afstand} + 0,293 \cdot \text{N-tilførsel}$$

hvor afstanden angives i m og N-tilførsel angives i kg N pr. ha.



Figur 1. Ammoniakdeposition målt med biomonitorer. Målingerne gennemført i 4 retninger i forskellig afstand fra staldene.

Indenfor intervallet af afstande målt i de tre forsøg reduceres udbyttet således med 15 kg N i kerne pr. ha, når afstanden til stalden øges fra 51 til 204 m, uanset gødningsniveau.

Forholdet mellem estimaterne for afstand og N-tilførsel viser, at virkningen (målt i kg N i kerne pr. ha) af at reducere afstanden til stalden med 1 m svarer til at tilføre 0,0989/0,293 = 0,34 kg N ekstra pr. ha, dvs. afstanden til den aktuelle stald skal reduceres ca. 3 m for at opnå en virkning svarende til 1 kg N ekstra pr. ha.

Der er en tendens til ikke-lineær sammenhæng mellem udbytte og afstand fra stald. Dette er i overensstemmelse med målingerne i biomonitorerne, der viser, at ammoniaknedfaldet aftager ikke-lineært med afstanden til stalden.

For hvert af de 3 gødningsniveauer blev data derfor også analyseret efter følgende ikke-lineære model:

$$y = a + b \cdot e^{c \cdot x}$$

hvor **y** er udbytte i kg N i kerne, og **x** er afstand til stald målt i m. **a** beskriver den nedre asymptote, dvs. 'basis-udbytte' ved afstande så store, at der ikke er nogen virkning fra stalden. **b** er forskellen mellem den nedre asymptote og skæringen med y-aksen, dvs. et udtryk for det teoretiske merudbytte lige ved stalden, altså ved en afstand på 0 m. **c** er en hastighedskonstant, som beskriver, hvor hurtigt den nedre asymptote nås.

### Beregning af udbytter

For hvert gødningsniveau blev sammenhængen mellem udbytte og afstand til stald analyseret i både en ikke-lineær og en lineær model, og det blev testet, om den ikke-lineære model beskriver sammenhængen bedre end den lineære model.

For 60 kg N beskrev den ikke-lineære model ikke data signifikant bedre end den lineære model. For 90 og 120 kg N blev det fundet, at den ikke-lineære model beskrev data signifikant bedre end den lineære model.

Udbyttet ved 60, 90 og 120 kg N kan da be-

### Boks 2. Hvad er et kvælstofforsøg?

Et kvælstofforsøg er en række parceller i marken, som tilføres forskellige kvælstofmængder. I de forsøg, som udføres af Dansk Landbrugsrådgivning, har hver parcel typisk et areal på ca. 30 m<sup>2</sup>. I det aktuelle forsøg er tilført 60, 90 og 120 kg N pr. ha. Forsøgene gennemføres typisk med 4 gentagelser, således at hver behandling gentages 4 gange.

skrives ved de viste beregninger i boks 3.

Udbyttet ved 90 og 120 kg N er signifikant højere end 'basis-udbyttet' op til hhv. 77 og 88 m fra stalden. Sammenhængen for de 3 gødningsniveauer er vist i figur 2.

### Konklusion

Resultater af målinger med biomonitorer viser, at ca. 10 pct. af den kvælstofmængde, der er udledt gennem ventilationsanlægget fra stalden i perioden september – oktober 2005 blev afsat indenfor en afstand på 250 m fra stalden. Den største afsætning sker nærmere end 100 m fra stalden. Depositionen mere end ca. 100 m fra stalden svarede til baggrundsdepositionen.

Samlet set viser resultater af forsøg med vinterhvede, at kvælstofudbyttet klart afhænger af afstanden til den pågældende stald. Der er en betydelig effekt af deposition fra stalden tættest på stalden (ca. 50 m), mens virkningen synes at være begrænset ved afstande på ca. 100 m eller mere.

BIOLOG HANS SPELLING ØSTERGAARD er konsulent på Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Planteavl: hso@landscentret.dk. Arbejdsområde er gødnings- og miljøspørgsmål, specielt relateret til kvælstof.

AGRONOM SØREN UGILT LARSEN er konsulent på Dansk Landbrugsrådgivning, Landscentret, Planteavl: sol@landscentret.dk. Arbejdsområde er forsøgsplanlægning og statistiske analyser vedr. markforsøg m.m.

### Boks 3. Beregning af udbytter ved 60, 90 og 120 kg N tilført pr. hektar

Udbyttet ved 60 kg N kan beskrives ved følgende funktion:

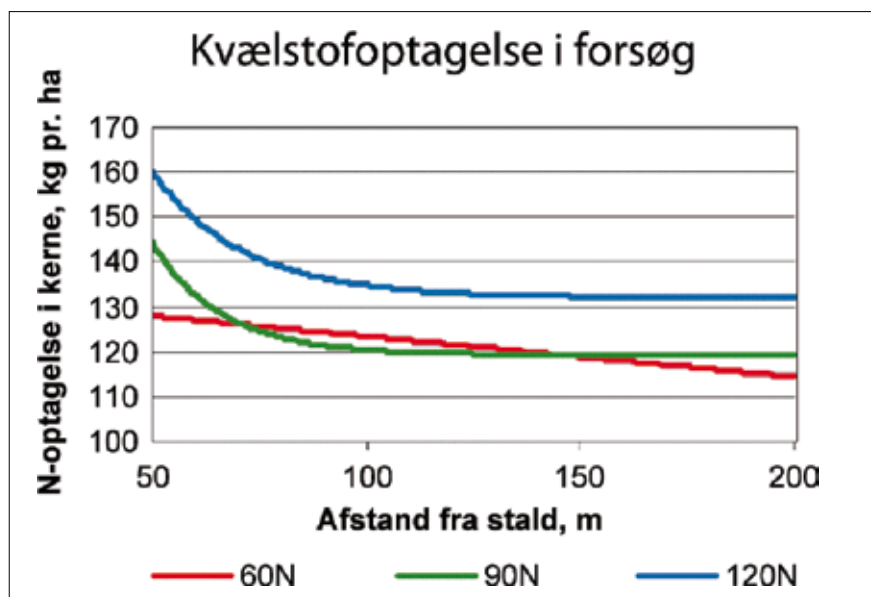
$$Udbytte_{60N}, \text{ kg N} = 132,5 - 0,0907 \cdot \text{afstand}$$

Udbyttet ved 90 kg N beskrives ved funktionen:

$$Udbytte_{90N}, \text{ kg N} = 119,3 + 561,4 \cdot e^{-0,0623 \cdot \text{afstand}}$$

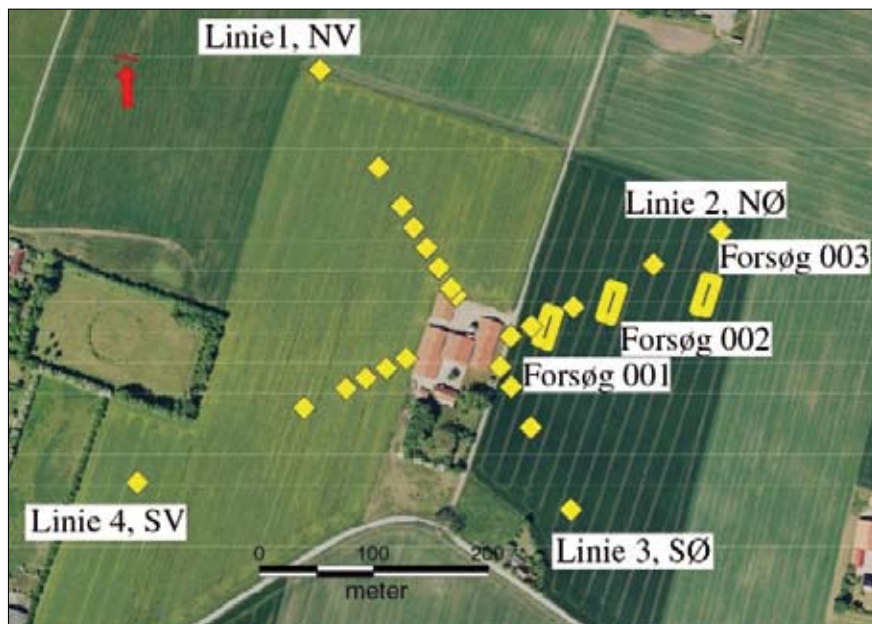
Udbyttet ved 120 kg N beskrives ved funktionen:

$$Udbytte_{120N}, \text{ kg N} = 132,1 + 294,9 \cdot e^{-0,0472 \cdot \text{afstand}}$$



Figur 2. Sammenhæng mellem afstanden fra stald og målt kvælstofoptagelse i kerne ved hhv. 60, 90 og 120 kg N tilført pr. ha. Linierne viser den modellerede sammenhæng.





**Foto.** Placering af biomonitører og tre kvælstofforsøg i vinterhvede omkring stalden. De små firkanter er biomonitører, de store firkanter er kvælstofforsøg.

#### Boks 4.

Se desuden artiklerne 'Ammoniakemission fra fjerkræstald', s. 10 og 'Måling af ammoniak i nærheden af stalde', s. 16.

## Nytårshilsen til Galetheas ålejægere

Galathea fik i sidste nummer en julehilsen til det sydlige. Nu sender vi her en nytårshilsen til åle-ekspeditionen i det nordlige.

De udvalgte vers er også fra Blæksprutten (usig-neret), nu årgang 1920 som aktuel og evig ung kilde:

*Se, røget Aal med snapse til*

*Det er en berlig ret.*

*Men man jo gerne vide vil*

*Hvor Aalen før har væ` t*

*Så blev det undersøgt til bunds  
af en ekspedition*

*I fire aar, - det kosted kuns*

*Halvtredie million.*

*Man sejlede i Aarevis*

*Desværre uden held.*

*Man sagde til en masse is*

*Goddag ved Kap Farvel.*

*En masse fisk man stødte på*

*Men nåede ej sit mål.*

*En enkelt Aal en dag man så,*

*Det var en Over All.*

*En skønne dag de nåede til  
Vestindien, og der*

*Besluttet alle mand: Nu vil*

*Vi sgutte sejle mer.*

*Så klinked de og sagde : Skaal,*

*La vos nu krasse hjem*

*De købte 10 Pund levn` de Aal*

*Og sejled hjem med dem.*

