



**Danmarks Miljøundersøgelser**  
Miljøministeriet

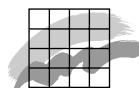
Faglig rapport fra DMU nr. 601, 2006

# Atmosfærisk kvælstofbelastning af udvalgte naturområder i Frederiksborg Amt



FREDERIKSBORG AMT

*(Tom side)*



**Danmarks Miljøundersøgelser**  
Miljøministeriet

---

Faglig rapport fra DMU nr. 601, 2006

# **Atmosfærisk kvælstofbelastning af udvalgte naturområder i Frederiksborg Amt**

Camilla Geels  
Ole Hertel  
Peter Vangsbo Madsen  
Lise M. Frohn  
Steen Gyldenkærne  
Jan Frydendall  
Jesper H. Christensen  
Martin Hvidberg  
Carsten Ambelas Skjøth  
Thomas Ellermann

# Datablad

Serietitel og nummer:	Faglig rapport fra DMU nr. 601
Titel:	Atmosfærisk kvælstofbelastning af udvalgte naturområder i Frederiksborg Amt
Forfattere:	Camilla Geels, Ole Hertel, Peter Vangsbo Madsen, Lise M. Frohn, Steen Gyldenkærne, Jan Frydendall, Jesper H. Christensen, Martin Hvidberg, Carsten Ambelas Skjøth og Thomas Ellermann
Afdeling:	Afdeling for Atmosfærisk Miljø
Udgiver:	Danmarks Miljøundersøgelser© Miljøministeriet
URL:	<a href="http://www.dmu.dk">http://www.dmu.dk</a>
Udgivelsesår:	November 2006
Faglig kommentering:	Kaj M. Hansen
Finansiell støtte:	Frederiksborg Amt
Bedes citeret:	Geels, C., Hertel, O., Madsen, P. V., Frohn, L. M., Gyldenkærne, S., Frydendall, J., Christensen, J. H., Hvidberg, M., Ambelas Skjøth, C., & Ellermann, T.2006: Atmosfærisk kvælstofbelastning af udvalgte naturområder i Frederiksborg Amt. Danmarks Miljøundersøgelser. 69s. - Faglig rapport fra DMU nr. 601. <a href="http://www.dmu.dk/Pub/FR601.pdf">http://www.dmu.dk/Pub/FR601.pdf</a>
	Gengivelse tilladt med tydelig kildeangivelse
Sammenfatning:	Frederiksborg Amt ønsker at opstille en række målsætninger for luftkvalitet og har derfor bedt Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) om at vurdere den atmosfæriske kvælstofbelastning af udvalgte naturområder. Det regionale og lokale bidrag til den samlede kvælstofbelastning af 15 udvalgte naturområder er vurderet på basis af specifikke modelberegninger for disse områder for året 2004. Beregningerne er forbundet med en usikkerhed på ca. 50 %. Kortlægningen af kvælstofbelastningen viser at den samlede belastning af områderne er mellem ca. 11 og 20 kg N/ha/år i 2004. Heraf udgør det internationale og regionale bidrag fra ikke-lokale emissionskilder ca. 11-12 N kg/ha/år, mens de lokale landbrugskilder bidrager med mellem 1 og 8 kg N/ha/år. Den nedre grænse af de generelle tålegrænseintervaller for en eller flere af naturtyperne er overskredet på 11 ud af de 15 naturområder. Rapporten peger på, at amtet på basis af denne undersøgelse bør opstille en målsætning for bevarelse af de mest belastede naturområder bl.a. ud fra hvilken artsrigdom der ønskes bevaret for fremtiden. Målsætningen kan kombineres med monitoring af de enkelte arter mhp. en detaljeret fastlæggelse af tålegrænserne for de enkelte områder. For at bibeholde de sårbare naturområder bør amtet i fremtiden sammenholde de specifikke tålegrænser med den detaljerede kortlægning af kvælstofbelastningen ved planlægning af eventuel pleje af naturområderne samt ved regulering af de lokale industri- og landbrugskilder.
Emneord:	Ammoniak, atmosfærisk spredning og afsætning, emissionskilder, kvælstoffølsom natur, kvælstofbelastning, landbrug og industri
Layout:	Majbritt Ulrich
Udtræk af data:	Janni Petersen
Fotograf:	Forside foto "Rundbakke" taget af Mogens Holmen, Frederiksborg Amt
ISBN:	978-87-7772-958-4
ISSN (elektronisk):	1600-0048
Sideantal:	69
Internet-version:	Rapporten er tilgængelig i elektronisk format (pdf) på DMU's hjemmeside <a href="http://www.dmu.dk/Pub/FR601.pdf">http://www.dmu.dk/Pub/FR601.pdf</a>
Kan købes hos:	Miljøministeriet Frontlinien Rentemestervej 8 2400 København NV Tlf.: 70 12 02 11 <a href="mailto:frontlinien@frontlinien.dk">frontlinien@frontlinien.dk</a> <a href="http://www.frontlinien">www.frontlinien</a>

# Indhold

## **1 Sammenfatning og anbefalinger 5**

- 1.1 Resultater 7
- 1.2 Anbefalinger 8

## **2 Baggrund 11**

## **3 Atmosfærisk nedfald af kvælstof og naturens tålegrænser 15**

- 3.1 Atmosfærisk spredning og afsætning af kvælstof 15
- 3.2 Emissionen af kvælstofforbindelser 16
- 3.3 Udvikling og fordeling af kvælstofbelastningen i Danmark 19
- 3.4 Tålegrænser for typiske naturtyper i Danmark 20

## **4 Muligheder for regulering 23**

## **5 Modelberegninger af atmosfærisk kvælstof 25**

- 5.1 Modelberegninger på regional skala 25
- 5.2 Modelberegninger på lokal skala 26

## **6 Beregnet kvælstofafsætning til 15 naturområder - vurdering i forhold til tålegrænser 31**

- 6.1 Resultaterne for de 15 områder 31
- 6.2 Bidraget fra lokale industrikilder 55
- 6.3 Sammenfatning 57

## **7 Referencer 61**

## **Bilag 1: Beregning af vådafsat kvælstof 65**

## **Bilag 2: Beregning af øvrige komponenter til tørafsat kvælstof 67**

## **Danmarks Miljøundersøgelser 68**

## **Faglige rapporter fra DMU 69**



# 1 Sammenfatning og anbefalinger

## *Baggrund*

Frederiksborg Amt ønsker at opstille en række målsætninger for luftkvaliteten i amtet. I forbindelse med dette gennemførte Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) i 2004 en indledende vurdering af luftkvaliteten baseret på eksisterende data og viden med særlig fokus på udslip fra lokale kilder dvs. trafik, industri og landbrug. Resultaterne af denne screeningsundersøgelse blev publiceret i rapporten "Luftforurening fra trafik, industri og landbrug i Frederiksborg Amt", Faglig rapport fra DMU, nr. 503 (Hertel et al., 2004). Amtet har nu bedt DMU fortsætte dette projekt i en fase to med henblik på en kortlægning af kvælstofbelastningen af udvalgte naturområder i amtet.

## *Målsætning for kvælstofbelastningen*

Generelt er det en målsætning i EU at naturen ikke må belastes med mere luftforurening end den kan tåle. F.eks. er det en del af EU's Bæredygtighedsstrategi at stoppe tabet af biodiversiteten senest i 2010. Danmark har i forbindelse med Vandramme- og Habitatdirektivet forpligtet sig til at beskytte miljøet og naturen mod bl.a. de skadelige effekter forbundet med afsætning af atmosfærisk kvælstof. Habitatområderne er en del af Natura 2000, som bl.a. indeholder en målsætning om at sikre gunstig bevaringsstatus for udvalgte naturtyper og arter. I forbindelse med Gøteborg-protokollen (UNECE) og NEC-direktivet (EU) har Danmark og hovedparten af de øvrige Europæiske lande tilsluttet sig en målsætning om at reducere kvælstofemissionen inden 2010, hvilket på længere sigt vil nedbringe afsætningen af kvælstof til den danske natur. Der er dog på nuværende tidspunkt ikke opstillet specifikke målsætninger for størrelse og fremtidig reduktion af kvælstofbelastningen i Danmark.

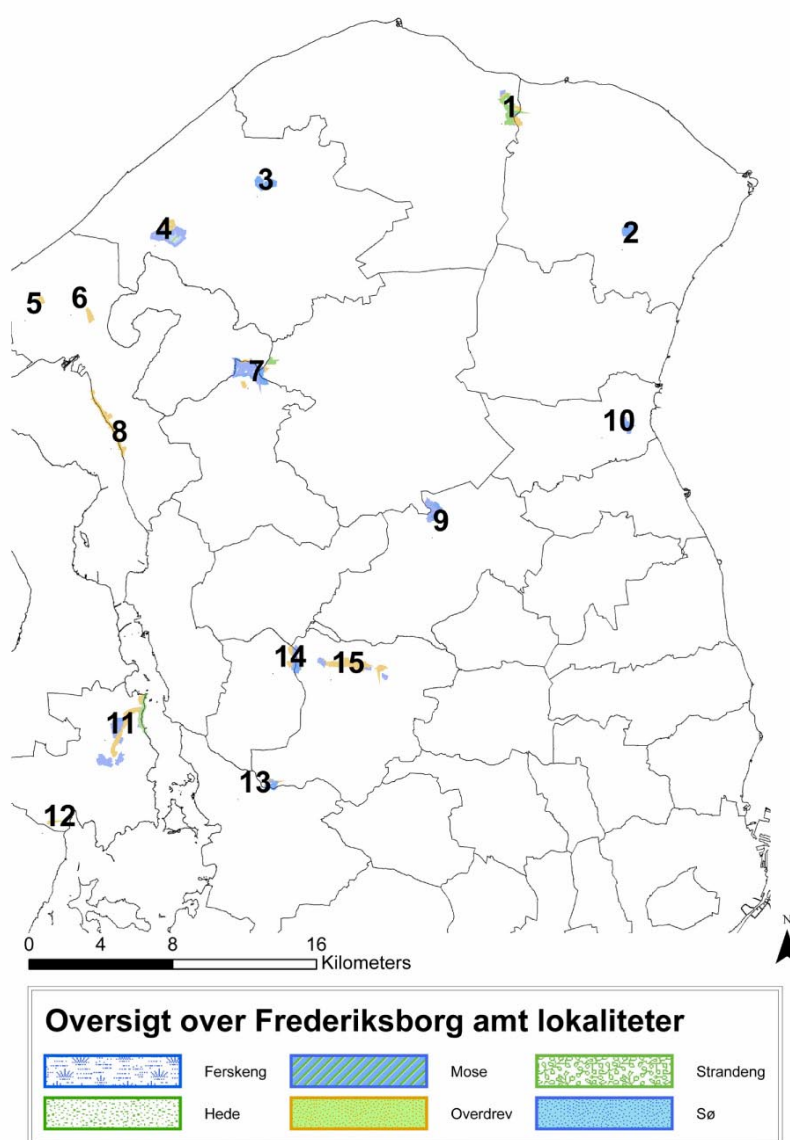
## *Næringsfattige naturområder i Frederiksborg Amt*

Frederiksborg Amt rummer en række naturområder med værdifulde næringsfattige naturtyper, såsom heder, overdrev, fattigkær, højmoser og visse andre typer moser. Den kritiske belastning med atmosfærisk kvælstof kan være overskredet for disse naturtyper. Overstiger den atmosfæriske tilførsel af kvælstof de såkaldte tålegrænser for de pågældende naturtyper, kan det på længere sigt betyde at økosystemerne ikke længere kan bevare deres naturlige artssammensætning. Amtet har derfor bedt DMU udføre en kortlægning af belastningen af udvalgte kvælstoffølsomme områder i amtet. I figur 1.1 ses et oversigtskort over de 15 naturområder som amtet har valgt at fokusere på i denne kortlægning. For de fleste af naturområderne skyldes belastningen først og fremmest luftforurening transporteret fra ikke-lokale danske og udenlandske kilder, men også kilder i lokalområdet bidrager til belastningen. Disse kilder er primært forbundet med afdampning af ammoniak fra landbrugs-kilder. En regulering af de lokale kilder til atmosfærisk kvælstof, vil kunne mindske belastningen af naturområderne i de kommende år. I figur 1.2 ses et oversigtskort som angiver af størrelsen af ammoniakemissionen fra de enkelte staldanlæg i amtet.

## *Fremgangsmåde i denne undersøgelse*

Det regionale og lokale bidrag til den samlede kvælstofbelastning af de 15 udvalgte naturområder er vurderet på basis af specifikke modelbe-

regninger med DAMOS systemet (Danish Ammonia Modelling System), udviklet ved Afdeling for Atmosfærisk Miljø ved DMU. Beregningerne er bl.a. udført på baggrund af en detaljeret opgørelse af ammoniakemissionen fra lokale landbrugsbedrifter. Denne opgørelse fås ved bearbejdning af udtræk fra det Centrale Husdyr Register (CHR), det Generelle LandbrugsRegister (GLR), landmændenes gødningsregnskaber indrapporteret til Plantedirektoratet samt markblokkort (Gyldenkerne et al., 2004 og 2005). Dermed er det danske landbrugs samlede ammoniakemission fordelt på enkelt kilder indenfor de enkelte ejendomme. Dette omfatter fordampning af ammoniak fra stalde og lager, samt ammoniakemission fra marker og udbringning af gødning. Regionale bidrag af kvælstofforbindelser fra både nationale og internationale kilder er ligeledes inkluderet i modelsystemet. Vurderingen er baseret på de nyeste tilgængelige data fra 2003-2004. For at belyse den potentielle effekt af industrielle kilder er der også udført specifikke beregninger for tre industrielle anlæg i amtet.



**Figur 1.1** Oversigtskort over de 15 naturområder i Frederiksborg Amt, som er udvalgt til kortlægningen af kvælstofbelastningen indenfor for amtet.



## 1.1 Resultater

### *Det regionale bidrag og lokale landbrugskilde*

Den gennemførte kortlægning af kvælstofbelastningen af 15 udvalgte naturområder i Frederiksborg Amt er udført på baggrund af beregninger for 2004 med DAMOS model systemet. Resultaterne viser at den samlede belastning er på mellem 11 og 20 kg kvælstof (N)/ha/år. Heraf udgør det internationale og regionale bidrag fra ikke-lokale emissionskilder ca. 11-12 N kg/ha/år, mens de lokale landbrugskilder bidrager med typisk ca. 1-2 kg N/ha/år og op til 4-8 kg N/ha/år ved enkelte af naturområderne. Ammoniakfordampning fra de lokale staldanlæg samt fra marker udgør de væsentligste lokale kilder til ammoniak. Den største afsætning ses ved de områder som ligger nedstrøms i de hyppigste vindretninger fra større husdyrbrug og/eller grænser op til aktive landbrugsarealer. Nogle af naturområderne som grænser op til arealkilder til ammoniak vil ligeledes blive påvirket af overfladeafstrømning af næringsstoffer fra udspretningsarealer. Dette bidrag er ikke medregnet i denne rapport.

### *Overskridelser af naturens tålegrænser*

Kvælstofbelastningen af naturområderne er sammenholdt med de generelle tålegrænser for de repræsenterede naturtyper<sup>1</sup>. Det har ikke været muligt på basis af de tilgængelige data at lave en mere detaljeret vurdering eller beregning af tålegrænsen for de enkelte naturområder i amtet. Generelt viser denne kortlægning at den øvre grænse i tålegrænseintervallet er overholdt for alle 15 naturområder. Ved 11 af naturområderne er den nedre grænse, på typisk enten 10 kg N/ha/år eller 15 kg N/ha/år, overskredet for en eller flere af de naturtyper, der indgår i det enkelte naturområde. For disse områder er den nedre grænse overskredet med mellem 1-5 kg N/ha/år i 2004. Disse resultater skal ses i lyset af den samlede usikkerhed på beregningerne er ca. 50 %, hvilket betyder at det reelle interval kan være mellem 0,5 og 10 kg N/ha/år.

En overskridelse af den nedre tålegrænse for et område betyder at naturtyperne ikke er fuldt beskyttede mod ændringer som følge af kvælstofbelastningen. Der er altså en reel risiko for at artsrigdommen reduceres, og at en del af de sjældne arter der i dag ses i områderne vil forsvinde og udkonkurreres af mere kvælstoftolerante og almindeligt forekommende arter.

### *Industrielle emissionskilder*

Beregninger for amtets største industrielle emissionskilde til ammoniak (Haldor Topsøe) angiver en afsætning på mellem ca. 1-3 kg N/ha/år indenfor 1 km fra virksomheden, med de største afsætninger nedstrøms fra kilden i de dominerende vindretninger. Denne virksomhed bidrager altså væsentligt til den lokale kvælstofbelastning, men de 15 naturområder er dog alle i en sådan afstand fra virksomheden at de ikke påvirkes af emission fra virksomheden. Der findes dog andre værdifulde naturområder tættere på denne virksomhed; områder som ikke er behandlet i denne rapport.

I Frederiksborg Amt findes der også flere industrielle kilder som bidrager med emission af kvælstofoxider. Det antages normalt at denne type

---

<sup>1</sup> De anvendte tålegrænseintervaller er baseret på et opdateret bilag 3 til Skov- og Naturstyrelsen, (2003); Søgaard et al. (2003) samt Viborg Amt (2005).

kilde, ikke bidrager væsentligt til den lokale belastning med kvælstof fordi kvælstofoxider kun afsættes relativt langsomt til overfladen og derfor typisk transporteres over store afstande inden afsætning finder sted. For at vurdere om de industrielle kilder til kvælstofoxider bidrager nævneværdigt til den lokale afsætning af kvælstof er der udført forsimplede beregninger med spredningsmodellen OML-Multi for hhv. Helsingør og Hillerød kraftvarmeværk. Disse beregninger viser at emissionen fra de to kraftværker bidrager med maksimalt 0,5-1 kg N/ha/år indenfor 1-2 km og nedstrøms fra værkerne i den dominerende vindretning. Store industrikilder der udsender kvælstofoxider bidrager altså til den lokale afsætning af kvælstof, men ingen af de 15 naturområder er lokaliseret tæt på sådanne kilder.

## 1.2 anbefalinger

I forbindelse med det nationale overvågningsprogram NOVANA vil den fremtidige kvælstofbelastning i Danmark blive fulgt. I Frederiksborg Amt kan det helt generelt anbefales at følge udviklingen og tilstanden af de naturområder i amtet som udsættes for den største belastning. Naturen har allerede nu været udsat for en væsentlig kvælstofbelastning gennem mange år og selvom denne skulle aftage i fremtiden er det muligt at f.eks. en indsats med specifik pleje af de enkelte naturtyper er nødvendig for at sikre den fulde bevarelse af disse. Det er vigtigt at bemærke at for et område hvor tålegrænsen er overskredet, er forringelsen af området måske ikke synlig på nuværende tidspunkt. Der kan være betydelige tidsforskydninger mellem påvirkning og effekt, og derfor vil forringelsen af området måske først være tydelig om årrække.

Med afsæt i den detaljerede kortlægning af kvælstofbelastningen anbefales i øvrigt følgende undersøgelser og tiltag med henblik på en fremtidig bevarelse af de udvalgte naturområder:

Det anbefales af amtet på basis af denne kortlægning af kvælstofbelastningen og den eksisterende viden om naturområderne fastsætter en målsætning for hvert enkelt naturområde, evt. med fokus på de områder hvor denne undersøgelse angiver de største overskridelser af tålegrænserne. Amtets målsætning for bevarelse af disse naturområder skal bl.a. ses i lyset af hvilken artsrigdom, der ønskes bevaret for fremtiden. Naturområderne som f.eks. overdrev ved Toftevang (lokalitet 5), området omkring Lille Lyngby Mose, Vittenbjerg, Holmhøj Bredhøj (lokalitet 7), vådområder ved Usserød Å (lokalitet 10), overdrev og vådområder ved Sperrestrup (lokalitet 14), overdrev syd for Ganløse Eged er af amtet opgivet som områder af største botaniske betydning pga. forekomsten af sjældne arter, herunder visse rødlistede arter. Beregninger for 2004 viser, at den nedre tålegrænse for de dominerende naturtyper i disse områder er overskredet, hvilket betyder at disse naturområder ikke er fuldt beskyttede mod ændringer i deres arts-sammensætning i fremtiden.

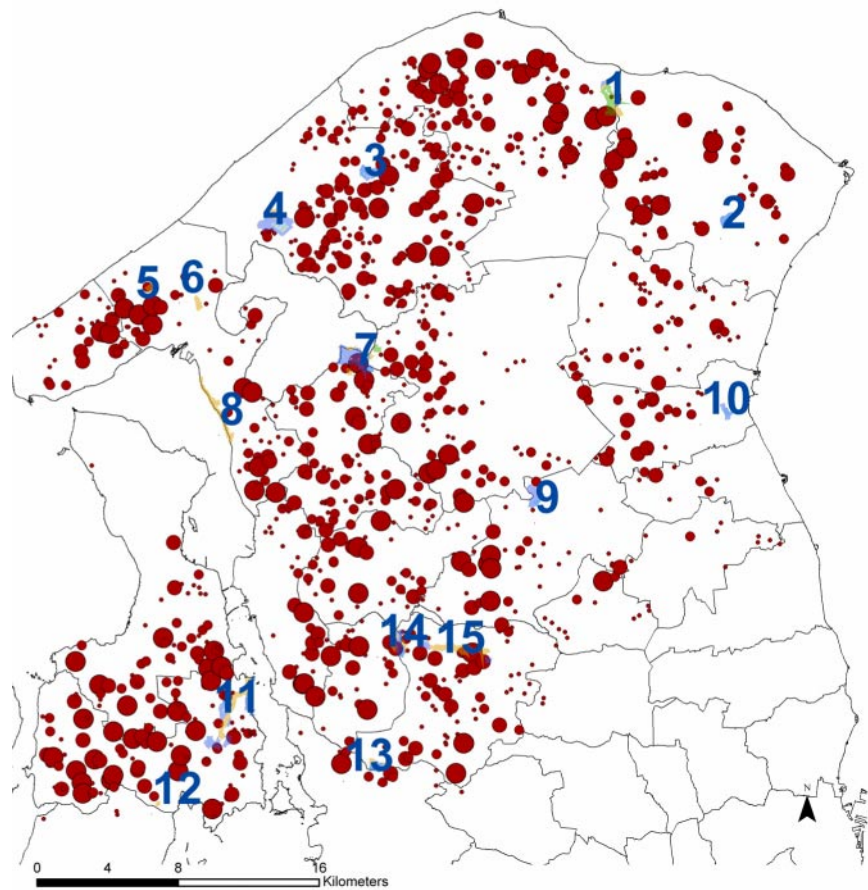
En specifik målsætning for hvert naturområde bør kombineres med indsamling af lokale data og f.eks. information om andre kilder til kvælstof, hvormed en detaljeret bestemmelse af tålegrænseniveauerne vil være mulig. Dette anbefales specielt for naturområderne med højeste målsætning. En sådan detaljeret kortlægning af tålegrænser sammenholdt med beregningerne af kvælstofbelastningen vil gøre det muligt at vurdere hvilke områder der kræver en særlig indsats i form af pleje og/eller re-

gulering af lokale emissionskilder. Dermed kan indsatsen målrettes mod de områder, hvor man opnår størst mulig effekt af indgrebene.

Hvis temastrategien for luftkvalitet i Europa vedtages i EU-Kommissionen og derefter udmøntes i praksis, viser modelberegninger fra DMU, at det internationale og regionale bidrag til den fremtidige kvælstofbelastning i Frederiksborg Amt formentligt vil komme ned på 7-9 kg N/ha indenfor de næste 10-15 år. Bidraget fra de lokale kilder vil dermed komme til at udgøre en større relativ andel af den samlede kvælstofbelastning. Tilsvarende må den generelle strukturændring i dansk landbrug også forventes at gøre sig gældende for en del af husdyrproduktionen i Frederiksborg Amt. I de kommende år vil der derfor være et skift hen i mod færre og større husdyrbrug. Ved ændringerne i husdyrbrugene kan de lokale myndigheder bl.a. vurdere ammoniakbelastningen i lokalområdet. Det anbefales derfor at amtet på basis af de detaljerede beregninger i denne rapport og den gældende lovgivning målretter indsatsen for at nedbringe det lokale bidrag til belastningen mod de bedrifter, som bidrager med en kritisk belastning af konkrete naturområder frem for en generel regulering af alle amtets lokale landbrugsbedrifter. Tilsvarende bør bidraget fra industrikilder vurderes under hensyntagen til de specifikke målsætninger og tilhørende tålegrænser for de enkelte naturområder.

Det anbefales ligeledes at kommunerne i Frederiksborg Amt inddrager den detaljerede kortlægning af kvælstofbelastningen i den fremtidige kommuneplanlægning.

Med den forventede reduktion i belastningen kombineret med en målrettet indsats for at nedbringe de mest kritiske lokalebelastninger bliver det inden for rækkevidde at der kan opnås en overholdelse af tålegrænserne for selv de mest følsomme økosystemer i amtet.









### Fordelingen af punktkilder i Frederiksborg amt

#### Punktkilder (kg N pr. år)

- 0 - 24
- 25 - 99
- 100 - 499
- 500 - 4450

#### Naturtyper

-  Fersk eng
-  Hede
-  Mose
-  Overdrev
-  Strandeng
-  Sø

**Figur 1.2** Oversigtskort med angivelse af placering samt størrelse på ammoniakemissionen relateret til husdyrproduktion. Baseret på data fra 2004 (SYS/DMU).

## 2 Baggrund

### *Baggrund for projektet*

Frederiksborg Amt har som led i opstillingen af en række målsætninger for luftkvaliteten i amtet ønsket en kortlægning og vurdering af luftforurening og lugtgener indenfor amtet. Danmarks Miljøundersøgelser har foreslået, at en sådan kortlægning og vurdering gennemføres i 3 faser:

- Indledende vurdering af luftkvaliteten baseret på eksisterende viden.
- Måltrettet kortlægning ved brug af modelberegninger baseret på detaljerede emissionsopgørelser.
- Udarbejdelse af målsætninger for luftkvalitet samt udpegning af særlige indsatsområder.

Den indledende vurdering af luftkvaliteten på baggrund af eksisterende data og viden (fase 1) blev udført af Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) i 2004 med særlig fokus på udslip fra lokale kilder som trafik, industri og landbrug. Resultaterne af denne screeningsundersøgelse blev publiceret i rapporten "Luftforurening fra trafik, industri og landbrug i Frederiksborg Amt", Faglig rapport fra DMU, nr. 503 (Hertel et al., 2004).

Frederiksborg Amt rummer en række naturområder med værdifulde næringsfattige naturtyper, såsom heder, overdrev, fattigkær, højmoser og visse andre typer moser, hvor den kritiske belastning med atmosfærisk kvælstof ifølge den indledende vurdering kan være overskredet. Frederiksborg Amt har derfor ønsket at gennemføre fase 2 med fokus på kvælstofbelastningen indenfor amtet. Det overordnede formål med dette projekt er derfor at lave en detaljeret kortlægning af den atmosfæriske kvælstofbelastning af udvalgte naturområder områder i Frederiksborg Amt.

Afsætningen af kvælstof fra atmosfæren til de danske landområder varierer mellem de forskellige landsdele (se figur 3.5), men der er også store variationer på lokal skala. De væsentligste lokale kilder til atmosfærisk kvælstof i området er landbrugssektorens udslip (emission) af ammoniak. Dette udslip stammer dels fra punktkilder (stalde og gødningsbeholdere) og dels fra arealkilder (udbragt husdyrgødning, handelsgødning og emission fra afgrøder). Industrielle anlæg som f.eks. kraftvarmeværker kan også bidrage til kvælstofbelastningen i lokalområdet. Hovedparten af belastningen vil dog skyldes emissionskilder udenfor amtet, dvs. fra andre danske kilder, samt emissionskilder i udlandet. Modelberegninger viser at afsætningen i Danmark kommer omtrent ligeligt fra forbrændingsprocesser og landbrugsproduktion. Disse beregninger viser også, at den danske andel af den gennemsnitlige kvælstofafsætning til danske landområder er på ca. 39 % (Ellermann et al., 2006).

Kortlægningen af kvælstofbelastningen baseres på beregninger med DMU's modelsystem DAMOS (Danish ammonia modelling system). DAMOS systemet er en kobling mellem en regional-skala model (DEHM) og en lokal-skala model (OML-DEP) der tilsammen beregner den totale afsætning af kvælstof fra hhv. internationale, regionale og lo-

kale kilder. Beregningerne er udført for 15 naturområder udvalgt af Frederiksborg Amt.

#### *Fakta om amtet*

Der er 372.276 indbyggere i Frederiksborg Amt (1. januar 2003), hvilket gør det til Danmarks femtestørste amt opgjort på indbyggere. Det samlede areal er 1.347 km<sup>2</sup> og amtet er opdelt i 19 kommuner: Allerød, Birkerød, Farum, Fredensborg-Humlebæk, Frederikssund, Frederiksværk, Græsted-Gilleleje, Helsingør, Helsingør, Hillerød, Hundested, Hørsholm, Jægerspris, Karlebo, Skibby, Skævinge, Slangerup, Stenløse og Ølstykke.

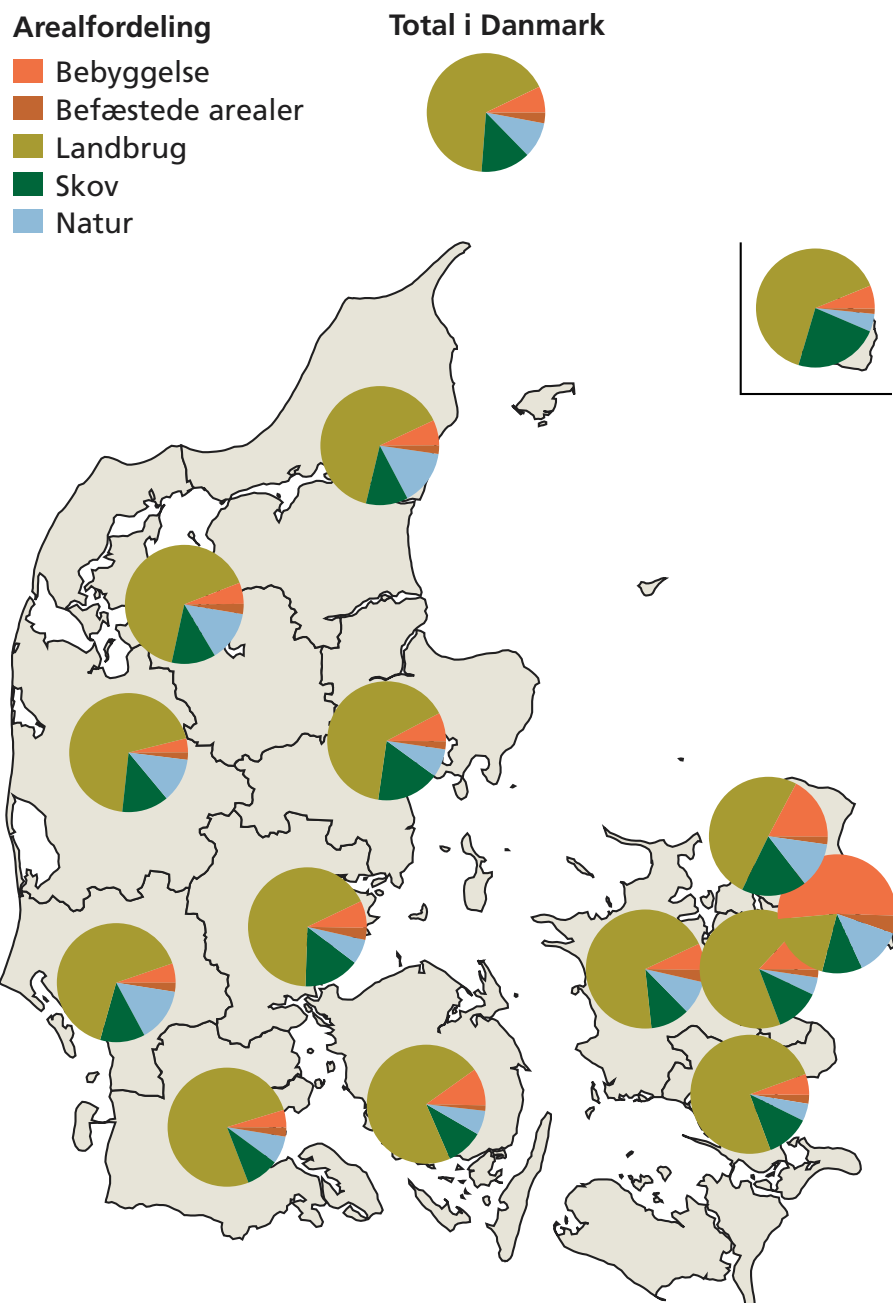
Fra Januar 2007 nedlægges Frederiksborg Amt for at blive en del af region Hovedstaden med i alt 29 kommuner.

#### *Naturområder i Frederiksborg Amt*

Arealanvendelsen i Danmark fordelt på amter og hovedkategorier er vist i figur 2.1. Som det ses adskiller Frederiksborg Amt sig sammen med Københavns Amt væsentligt fra de andre dele af Danmark ved at have en lavere del af arealet anvendt til landbrug (ca. 50 % for Frederiksborg Amt). Ifølge Danmarks statistik er ca. 5,2 % af landbrugsbedrifterne med husdyr lokaliseret i Hovedstadsregionen (inkl. Frederiksborg Amt), mens andelen af dyreenheder kun udgør ca. 1,6 % af det samlede antal dyreenheder (DE<sup>2</sup>) i Danmark (tal for 2004). Landbruget i Hovedstadsregionen er altså ikke så intensivt som i resten af landet og består hovedsageligt af mindre gårde og mere hobbyrelaterede dyrehold. Som det ses på figur 2.1 er andelen af skov og natur i Frederiksborg Amt ca. 30 %, hvilket er højere end landsgennemsnittet. Andelen af § 3 natur er dog ikke højere end landsgennemsnittet.

---

<sup>2</sup> 1 DE modsvare ca. en malkeko af stor race uden opdræt. DE beregningen benyttes ofte så alle husdyrarter kan sammenlignes. 1 DE er defineret som 100 kg kvælstof i husdyrgødningslageret.



**Figur 2.1** Arealanvendelsen i de danske amter opdelt på hovedkategorier. Bebyggelse omfatter alle bymæssige bebyggelser samt bebyggelse i det åbne land. Landbrugsarealet omfatter alene det dyrkede areal inden for omdriften: Naturarealer omfatter overdrev, he-der, klitarealer, strandenge, enge, moser og andre vådområder inkl. søer og vandløb. Befæstede arealer er veje, motorveje, jernbaner, broer og dæmninger. Fra *Bach et al., (2005)*.

Der findes mange biologiske værdifulde naturområder i amtet, hvoraf en del er følsomme overfor atmosfærens belastning med kvælstof. Da belastningen med kvælstof er lavere her end i mange andre steder i Danmark er det realistisk at belastningen på længere sigt kan komme under den kritiske tålegrænse for en del naturtyper (Hertel et al., 2004). Det kræver dog, at fremtidige tiltag for at nedbringe udslippet af kvælstof sker både internationalt, regionalt og lokalt. Dermed vil det blive muligt at fastholde de unikke naturområder også i fremtiden.



### *Projektansvarlige*

Dana Østergaard fra Frederiksborg Amt og Camilla Geels samt Ole Hertel fra DMU har fungeret som projektansvarlige for denne undersøgelse. Endvidere har Karin Jensen fra amtets Landskabsafdeling bidraget til udformningen af projektet, samt leveret data og tekstbidrag til rapporten. Der har været afholdt møder i den indledende fase af projektet og amtet og DMU har været i løbende dialog om projektets fremdrift.



**Figur 2.2** Fra Lille Lyngby Mose, som er et af de 15 udvalgte naturområder.  
Foto: Mogens Holmen, Frederiksborg Amt.



### 3 Atmosfærisk nedfald af kvælstof og naturens tålegrænser

Igennem de seneste årtier har myndighederne bl.a. via reguleringer af industri og landbrug samt internationale aftaler ydet en stigende indsats for at nedbringe den atmosfæriske kvælstofbelastning. Mange danske naturtyper er fra naturens hånd tilpasset en lav tilførsel af næringsstoffer og for disse kan selv mindre stigninger i tilførslen af kvælstof føre til væsentlige ændringer. For de terrestriske økosystemer kan kvælstof bl.a. optages af planterne via rødderne eller gennem bladenes stomataåbninger. Forøget optag af kvælstof i planter kan påvirke det pågældende økosystems stabilitet og bl.a. gøre planterne mere følsomme overfor stresspåvirkninger som tørke, insektangreb og frost, og ikke mindst ændre udviklingen og arts sammensætningen i økosystemet. Det kan f.eks. give mulighed for at mere næringsstofkrævende plantesamfund kan udkonkurrere de nøjsomme plantesamfund. Det kvælstof som planterne ikke kan optage ophobes i planterne og i jorden, men på længere sigt kan det føre til jordforsuring og udvaskning af kvælstof og evt. nitratforurening af overflade- og grundvand. I marine områder og i nogle søer kan en stor kvælstofbelastning medføre øget algevækst og i værste fald perioder med både iltvind og efterfølgende død af bunddyr og fisk.

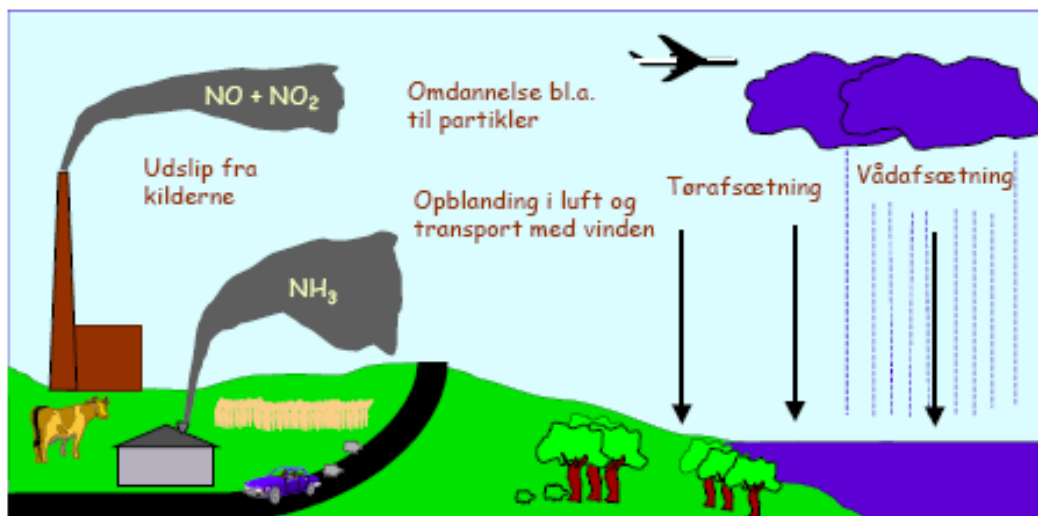
For at vurdere miljøeffekterne af kvælstofafsætning til naturen har man indført begrebet tålegrænser. De forskellige naturtypers tålegrænser er naturvidenskabeligt baserede grænser for, hvor stor en kvælstofbelastning et naturområde kan udsættes for på lang sigt uden væsentlige negative effekter på økosystemets struktur og funktion.

I det følgende beskrives først processerne relateret til spredning af kvælstof i atmosfæren og den efterfølgende afsætning. Derefter beskrives fordelingen af de væsentligste emissionskilder samt fordeling og udvikling i kvælstofbelastningen henover Danmark i de senere år. Til slut angives de generelle tålegrænser for typiske naturtyper i Danmark.

#### 3.1 Atmosfærisk spredning og afsætning af kvælstof

Den luftforurening der i dag har størst betydning for den danske natur er afsætningen af atmosfærisk kvælstof i form af ammoniak ( $\text{NH}_3$ ), ammonium ( $\text{NH}_4^+$ ) samt nitrat ( $\text{NO}_3^-$ ) og en række andre reaktionsprodukter af kvælstofoxiderne (kvælstofmonoxid ( $\text{NO}$ ) og kvælstofdioxid ( $\text{NO}_2$ )). Figur 3.1 illustrerer de reaktive kvælstofforbindelsers skæbne i atmosfæren. De væsentligste kilder til disse forbindelser er forbrændingsprocesser (bl.a. relateret til energi- og industriproduktion samt forbrændingsanlæg og trafik) og husdyrproduktionen i landbruget (bl.a. fordampning fra stald og ved udbringning af husdyrgødning). Som indikeret i figuren emitteres (dvs. udsendes) ammoniak hovedsageligt fra landbruget, mens kvælstoffilterne kun emitteres i forbindelse med forbrændingsprocesser. I atmosfæren bliver kvælstoffet derefter transporteret og opblandet af vinden samt omdannet til andre kvælstofforbindelser gennem atmosfærekemiske reaktioner. Til slut afsættes kvælstofforbindelserne på overfladen igen. Dette kan ske ved såkaldt vådafsætning (fjernelse med ned-

børen) eller ved direkte kontakt med overfladen (tøraftsætning). De kemiske omdannelsesprocesser i atmosfæren, det aktuelle vejr og den efterfølgende afsætning er afgørende for hvor langt kvælstofforbindelserne kan transporteres i atmosfæren.



Figur 3.1 Illustration af de reaktive kvælstofforbindelsers skæbne i atmosfæren (fra Hertel et al., 2005).

Ammoniak er en gas der relativt hurtigt afsættes ved direkte kontakt med overfladen i nærområdet. Afsætningen nedstrøms i den mest fremherskende vindretning fra f.eks. et staldanlæg kan være meget høj indenfor de første få hundrede meter fra anlægget. I større afstande vil bl.a. opblandingen i luften gøre at der afsættes mindre ammoniak på overfladen. Studier har vist at helt op til 50 % af emissionen af ammoniak afsættes indenfor 50 km afstand fra kilden, men afsætningen vil i høj grad afhænge af lokale forhold (se Hertel et al., 2005 og referencer heri). I atmosfæren omdannes NH<sub>3</sub> relativt hurtigt til partikulært ammonium ved reaktion med luftens sure gasser. Partikulært ammonium kan transporteres over store afstande (>1000 km) før den afsættes på jordoverfladen da den primært afsættes gennem nedbør (vådafsætning).

For kvælstofoxiderne gælder det at den udsendte NO relativt hurtigt omdannes til NO<sub>2</sub>, men ingen af disse to forbindelser vådafsættes, da de er meget svagt vandopløselige. I modsætning til ammoniak, tøraftsættes NO<sub>2</sub> endvidere relativt langsomt til overfladen. Ved kemisk omdannelse i atmosfæren dannes derimod salpetersyre (HNO<sub>3</sub>), som dels hurtigt kan tøraftsættes og dels hurtigt omdannes til partikulært nitrat (NO<sub>3</sub><sup>-</sup>), der ligesom partikulært ammonium (NH<sub>4</sub><sup>+</sup>) kan transporteres over lange afstande før den afsættes med nedbøren.

### 3.2 Emissionen af kvælstofforbindelser

Kvælstofbelastningen i Danmark skyldes emissioner af kvælstofoxider og ammoniak fra en lang række både danske og udenlandske kilder.

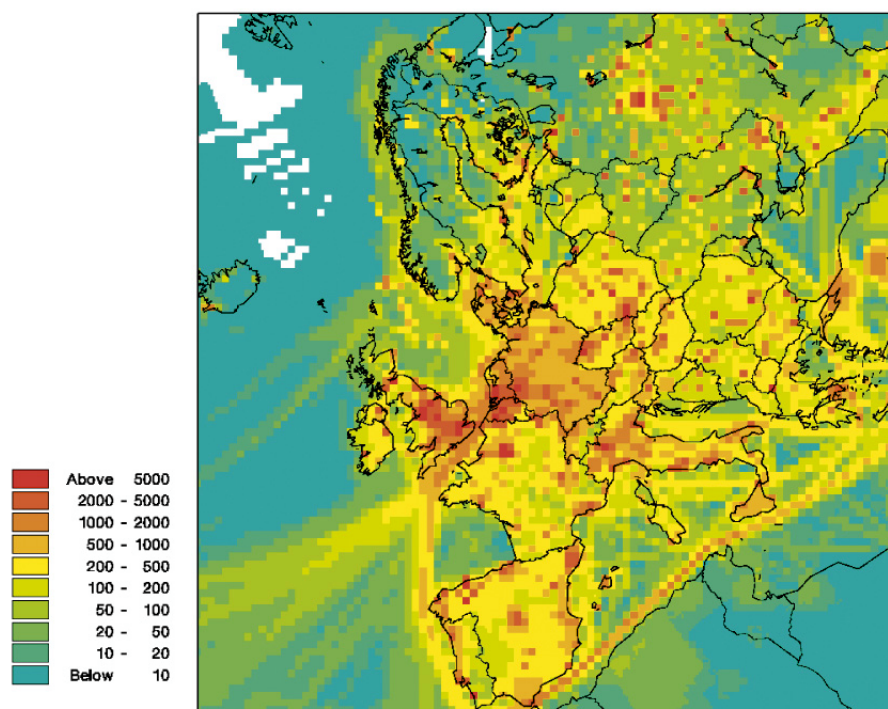
I figur 3.2 ses den geografiske fordeling af emissionen af kvælstofoxider henover Europa i 2003. Trafik er en væsentlig kilde til kvælstofoxider og som det ses på figuren bidrager skibstrafikken væsentligt til emissionen i Europa. I Danmark udgjorde transportsektoren således 39 % (i 2004) af

den samlede emission, mens energisektoren udgjorde 29 %. I perioden fra 1985 til 2004 er den samlede danske emission af kvælstofoxider faldet med ca. 38 %. Denne reduktion skyldes forbedrede rensningsteknikker for skorstensafkast fra industri, energi- og varmeproduktion samt katalysatorer på de benzindrevne køretøjer (DMU, 2006).

Den tilsvarende opgørelse over ammoniakemissioner for 2003 ses i figur 3.3. Danmark har pga. den intensive landbrugsaktivitet et af de højeste udslip af ammoniak pr arealenhed i Europa. Trafik bidrager med ca. 2 % af den samlede emission af ammoniak i Danmark, mens 98 % kommer fra landbruget (DMU, 2006).

Hovedparten af fordampningen af ammoniak fra landbrugssektoren skyldes husdyrgødning (78 %) og det største tab sker under håndteringen af gødning i stalden og ved udspreddning på marker. Derudover emitteres der ammoniak fra afgrøderne (15 %) samt ved brug af kunstgødning (6 %) (DMU, 2006).

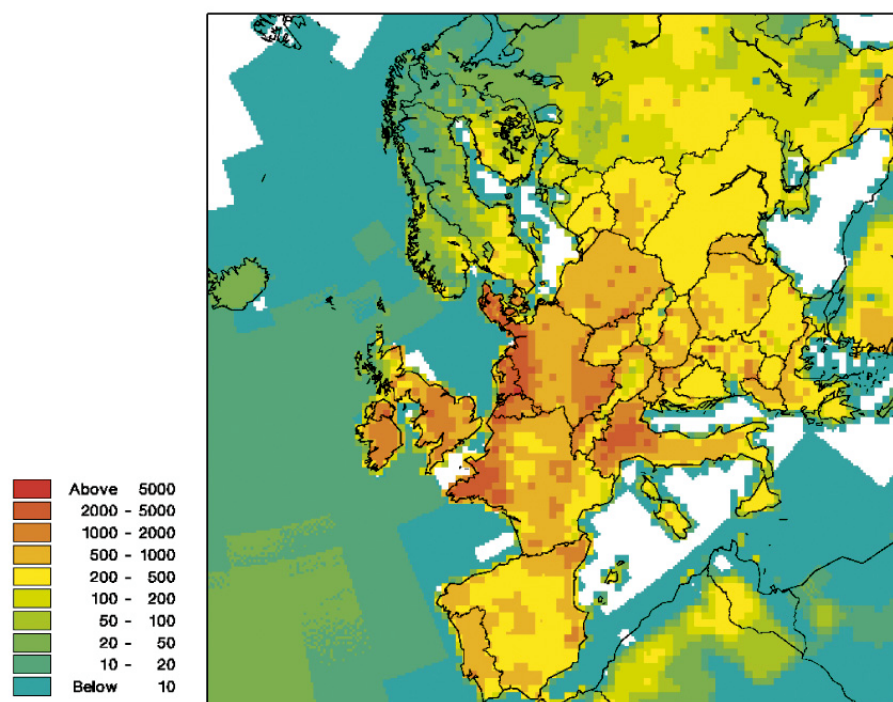
Bidraget fra trafik til ammoniakemissionen er og har været stigende i takt med at flere og flere biler anvender katalysator. I dag har mere end 90 % af de benzindrevne biler katalysator, hvor reduktion af  $\text{NO}_x$  fører til emission af  $\text{NH}_3$  og  $\text{N}_2\text{O}$ .



**Figur 3.2** Fordelingen af kvælstofoxidemissionen ( $\text{kg N/km}^2/\text{år}$ ) henover Europa i 2003 baseret på emissionsopgørelse fra EMEP, GENEMIS databasen og DMU/SYS (se Hertel et al., 2002 for en beskrivelse). Opgørelsen har en opløsning på ca. 17 km x 17 km for EU landene, mens de øvrige områder inklusiv emissionen fra skibstrafikken har en opløsning på ca. 50 km x 50 km. Skibstrafikken ses i øvrigt at bidrage væsentligt til emissionen. EMEP angiver usikkerheden i de nationale emissionsopgørelser til at være i størrelsesordenen 30 %.

Kun i Holland og dele af England, Frankrig, Belgien og Italien ses samme eller højere emission af ammoniak pr. arealenhed som i Danmark. I de fleste Europæiske lande er emissionen dog faldet væsentligt de sidste ca. 20 år bl.a. pga. øget reguleringspraksis over for landbruget. I Dan-

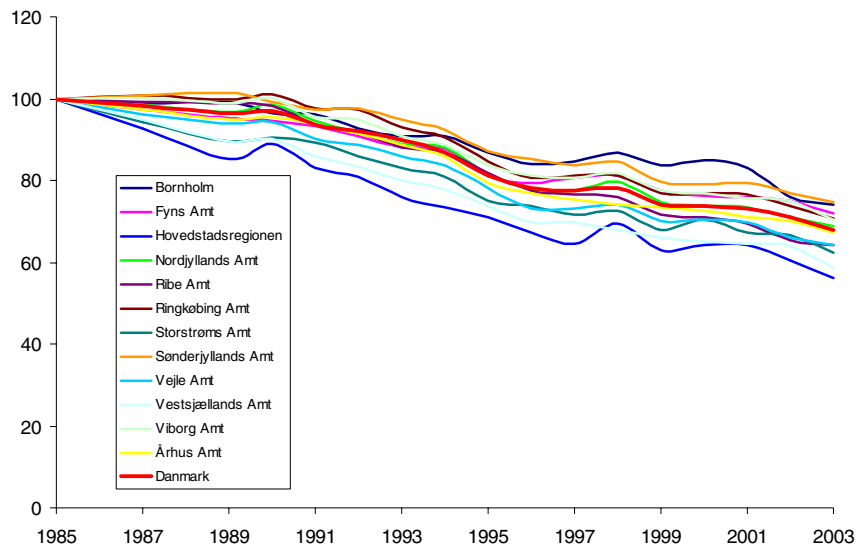
mark har Vandmiljøplan I-III (fra hhv. 1987, 1998 og 2004) og Handlingsplanen for Bæredygtigt Landbrug (fra 1991) gennem årene pålagt landbruget at nedsætte tabet af kvælstof til miljøet (Grant & Blicher-Mathiesen, 2004). Det har bl.a. medført forbedrede teknikker ved opbevaring og udbringning af husdyrgødning samt optimering af foderforbrug og anvendelse af foder med lavt N indhold. På trods af, at produktionen af svin og fjerkræ er steget har disse tiltag medført et væsentligt fald i fordampningen af ammoniak fra landbruget (Ambelas Skjøth et al., 2006).



**Figur 3.3** Fordelingen af ammoniakmissionen (kg N/km<sup>2</sup>/år) henover Europa i 2003 baseret på emissionsopgørelse fra EMEP, GENEMIS databasen og DMU/SYS (se Hertel et al., 2002 for en beskrivelse) og Ellermann et al., 2005). EMEP angiver usikkerheden i de nationale emissionsopgørelser til at være i størrelsesordenen 30 %.

I perioden fra 1985 til 2004 er de danske ammoniakemissioner således faldet med ca. 32 % (DMU, 2006). Den relative udvikling i ammoniakemissionen opgjort på amts niveau samt totalt for Danmark er vist i figur 3.4 for samme periode. Størst reduktion (ca. 44 %) ses i Hovedstadsregionen (Københavns, Frederiksborg og Roskilde amter).

Relativ udvikling på amts basis (1985 = 100)



**Figur 3.4** Den relative udvikling i ammoniakemissionen i perioden 1985-2003 opgjort på de danske amter Hoppet på kurven for Hovedstadsregionen i 1998 skyldes usikre data fra Danmarks Statistik.

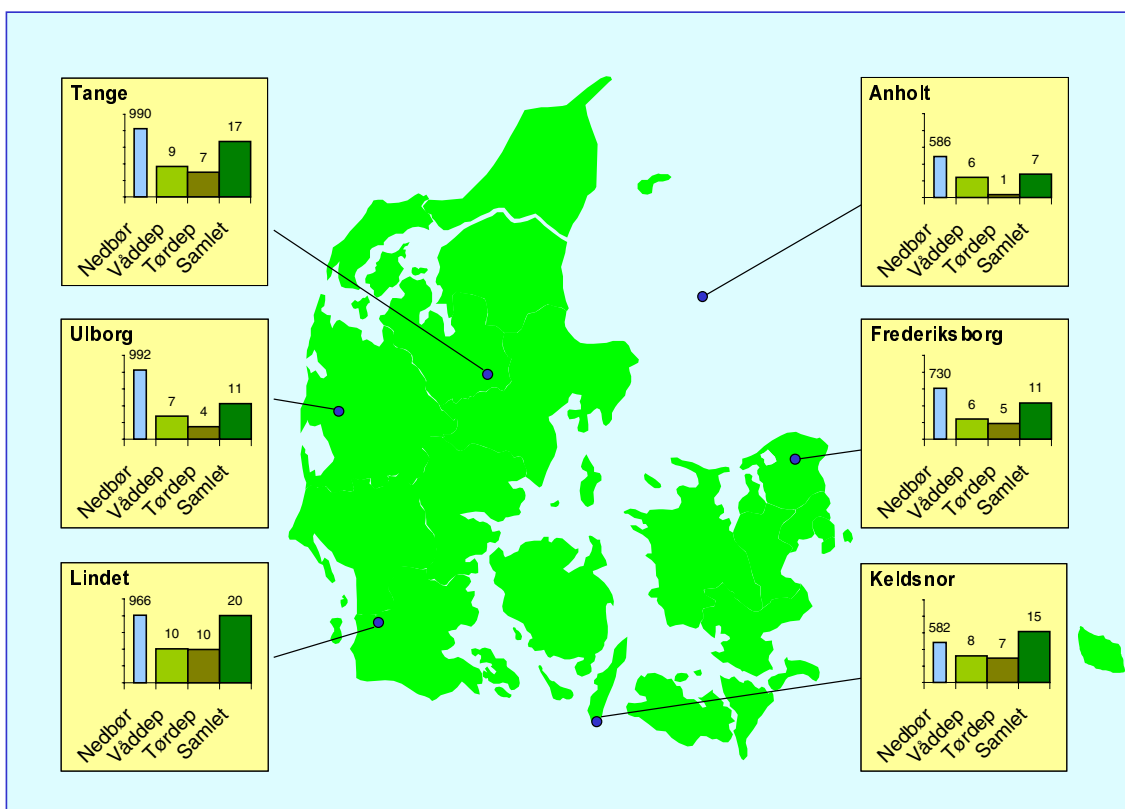
### 3.3 Udvikling og fordeling af kvælstofbelastningen i Danmark

I forbindelse med Baggrunds Overvågningsprogrammet (BOP) som indgår i den Nationale Overvågning af Vandmiljø og Natur (NOVANA) følger DMU udvikling og fordeling af kvælstofbelastningen i Danmark (se f.eks. Ellermann et al., 2006). Dette gøres på basis af målinger flere steder i landet kombineret med modelberegninger på regional og lokal skala.

Siden starten på overvågningsprogrammet i 1989 er den samlede estimerede afsætning til de danske landområder faldet med ca. 22 % (Ellermann et al., 2006), som følge af faldet i emissionerne af kvælstofoxider og ammoniak i Danmark såvel som i udlandet. Den samlede årlige afsætning var i gennemsnit ca. 15 kg N/ha for de danske landområder i 2005.

Figur 3.5 viser den målte kvælstofafsætning og nedbør ved seks målestationer i Danmark i 2004. Som det ses varierer den målte afsætning betydeligt fra sted til sted med den laveste værdi målt ved Anholt og de højeste ved Lindet og Tange. De høje værdier skyldes emissionen af ammoniak fra nærliggende landbrugsområder kombineret med store nedbørsmængder samt afstanden til områder med stor emission i lande syd for Danmark. Ved målestationen i Frederiksborg Amt måles en lav afsætning på 11 kg N/ha i 2004, hvilket dels skyldes en lav landbrugsaktivitet i området dels ca. 30 % lavere nedbørsmængde i forhold til landsgennemsnittet.

På baggrund af modelberegninger for 2005 er det estimeret at ca. 33 % af det afsatte kvælstof til landområder i Frederiksborg Amt skyldes danske emissioner (Ellermann et al., 2006).



**Figur 3.5** Den målte kvælstofbelastning og nedbør i 2004 ved seks målestationer i Danmark. Afsætningen er angivet i kg N/ha/år og nedbøren i mm/år. Værdierne for Anholt angiver afsætningen til vand, mens den til land er ca. 10 kg N/ha/år. Den generelle usikkerhed på bestemmelsen af den årlige afsætning til landområder vurderes at være 27-43 %. Fra Ellermann et al., (2005).

### 3.4 Tålegrænser for typiske naturtyper i Danmark

Tålegrænserne for de forskellige naturtyper er naturvidenskabeligt baserede grænser for, hvor stor en forureningsbelastning et naturområde kan udsættes for på lang sigt uden væsentlige negative effekter på områdets struktur og funktion. Tålegrænser (på engelsk kaldet "critical loads") for en given lokalitet vil afhænge af f.eks. jordbunds- og nedbørsforhold, af brugen af området (og evt. pleje) nu og i de seneste år, samt hvad der ønskes beskyttet. En væsentlig del af de truede arter i Danmark er f.eks. indeholdt i heder, moser og overdrev. Mange af disse arter og deres økosystemer er tilpassede forhold hvor tilførslen af næringsstof er begrænset. Ved øgede tilførsler af kvælstof vil de derfor blive udkonkurreret af mere kvælstoftolerante og almindeligt forekommende arter. Hvis de sjældne arter ønskes bevaret i et givent naturområde skal de relativt lave tålegrænser for disse naturtyper overholdes.

I princippet er en fastlagt tålegrænse dermed en karakteristisk egenskab for et enkelt naturområde. Der kan derfor ikke fastsættes én generel værdi for al natur eller for en hel naturtype, da det bl.a. afhænger af den valgte målsætning. Der er dog karakteristika ved de enkelte naturtyper, der gør at naturtypen kan bruges som indikation for hvor følsomt området er. Tålegrænser fastlægges i dag hovedsageligt på baggrund af enten empiriske metoder eller modelberegninger. Beregnede tålegrænser er baseret på kemiske kriterier, hvor der er en videnskabeligt underbygget sammenhæng mellem overskridelse af en kriterieværdi og uønskede effekter. Hvis der findes detaljerede oplysninger for et givent naturområde kan der udføres massebalanceberegninger for at bestemme den accepta-



ble belastning, hvis det anvendte kriterium ikke skal overskrides på lang sigt. Det er den akkumulerede virkning af belastningen over lang tid, der er vigtig for et områdes tilstand. Tidligere overskridelser af tålegrænserne kan derfor have stor betydning for den aktuelle og fremtidige tilstand af et naturområde.

Empirisk bestemte tålegrænser for forskellige danske naturtyper er opgivet i tabel 3.1. Det er vigtigt at pointere at disse grænser, ikke er fastlagt sådan, at der ikke kan ske påvirkninger af et naturområde selvom belastningen er under tålegrænsen. Tilsvarende har størrelsen af en evt. overskridelse også betydning og kan bl.a. have betydning for hvornår effekterne på området vil indtræde. Intervallerne er ret brede og udtrykker variationen i følsomhed indenfor den pågældende naturtype. Den nedre grænse angiver det laveste niveau af belastning hvor effekter er observeret i forskellige studier. Der er betydelig usikkerhed forbundet med bestemmelse af tålegrænser pga. de lokale forhold. Selv ved betragtelige overskridelser kan der gå mange år før effekterne kan observeres.

**Tabel 3.1** Empirisk baserede tålegrænser (kg N/ha/år) for Naturbeskyttelseslovens terrestriske naturtyper samt for klit, løv- og nåleskov baseret på de seneste anbefalinger fra UN-ECE, 2004. Fra Skov- og Naturstyrelsen, Miljøministeriet, (2003).

Naturtype	Tålegrænse interval	Differentiering
Overdrev	10-25	Sure overdrev 10-20, kalkholdige overdrev 15-25
Klit	10-25	Klit 10-20, fugtige klitlavninger 10-25
Hede	10-25	Tør hede 10-20, våd hede 15-25
Fersk eng	15-25	
Strandeng	30-40	
Mose (og kær)	5-25	Højmoser 5-10, hængesæk, tørvelavninger 10-15, fattigkær og hede-moser 10-20, kalkrige moser og væld, rigkær 15-25
Løvskov	10-20	
Nåleskov	10-20	

Sammenholdes de ovenstående tålegrænser med den målte kvælstofbelastning ved de danske målestationer (vist i figur 3.5) ses den nedre grænse at være overskredet for de fleste naturtyper ved hovedparten af målestationerne. Kun ved målestationen på Anholt kom den årlige afsætning i 2004 ned på ca. 10 kg N/ha og altså tæt på den nedre grænse på 10 kg N/ha for en stor del af naturtyperne. Ser man på det samlede areal af følsomme naturtyper i Danmark sker der i dag en overskridelse af tålegrænsen på ca. 70 % af arealet (Bach et al., 2005).

#### *Detaljeret fastsættelse af tålegrænser*

Ovenstående empirisk baserede tålegrænseintervaller er som allerede nævnt ret brede og udtrykker variationen i følsomhed indenfor den pågældende naturtype. For et specifikt naturområde er det muligt at lave en mere præcis tålegrænsevurdering, baseret bl.a. på modelberegnete tålegrænser, indsamlede data og en grundig undersøgelse af de lokale forhold (se beskrivelse i Geels et al., 2006). De laveste beregnede tålegrænser vil for en del naturtyper være på 7 kg N/ha/år, men nogle naturtyper kan have endnu lavere tålegrænser. Det kan f.eks. være områder med meget følsomme arter af laver og mosser. Den lave ende af intervallet skal benyttes hvis disse følsomme arter forekommer på en given lokalitet, og det er målsætningen at de skal være beskyttede på lokaliteten. For områder og naturtyper som er beskyttet via habitatdirektivet eksisterer der typisk en kortlægning og beskyttelsesgraden kan udledes af de opstillede kriterier for bevaringsstatus. For andre områder må amter/kommuner eller de kommende miljøcentre selv indsamle de nød-

vendige data og opstille målsætninger, hvilket en del amter har gjort i dag (se Geels et al., 2006).



**Figur 3.6** Fra naturområdet kaldet Rusland, som er et af de 15 udvalgte naturområder i Frederiksborg Amt.  
Foto: Mogens Holmen, Frederiksborg Amt.



## 4 Muligheder for regulering

Generelt kan kilderne til kvælstofbelastningen i Danmark opdeles i tre grupper: de internationale emissionskilder, de nationale/regionale kilder (husdyrproduktion, trafik og industri) og endelig de lokale kilder som hovedsageligt er forbundet med ammoniakfordampning fra husdyrbedrifter i lokalområdet. Mulighederne for at nedbringe afsætningen af kvælstof fra disse tre grupper er forskellige og vil afhænge dels af internationale og nationale aftaler og tiltag, og dels af de lokale myndigheds tiltag indenfor regulering af lokale kilder til kvælstof.

### *Det internationale og regionale bidrag*

Bidraget fra internationale kilder til kvælstof reduceres gennem internationale aftaler som f.eks. Göteborg-protokollen og EU's NEC direktiv (National Emission Ceiling), mens det nationale bidrag helt generelt reguleres via tiltag som f.eks. Vandmiljøplanerne og Ammoniakhandlingsplanen.

På Europæisk plan er det en målsætning at naturen ikke må påvirkes med mere luftforurening, bl.a. kvælstof end den kan tåle. Danmark er i form af Vandrammedirektivet og Habitatdirektivet forpligtet til at beskytte natur og miljø bl.a. mod skadelige effekter forbundet med en høj kvælstofbelastning.

Der findes i dag en række scenarier for hvordan emissionen af forskellige luftforureningsparametre, henover Europa, vil udvikle sig i fremtiden. EU-kommissionen har i 2005 fremsat et direktivforslag om luftkvalitet og renere luft i Europa – CAFÉ (Clean Air For Europe) med fokus på sundhed, samt en temastrategi for luftforurening (baseret på resultaterne fra CAFÉ arbejdet) med nye målsætninger for emissioner af en række stoffer herunder  $\text{SO}_2$ ,  $\text{NO}_x$ , VOC og  $\text{NH}_3$  (Amann *et al.*, 2005). I forbindelse med et projekt for Miljøstyrelsen har DMU netop udarbejdet en konsekvensvurdering af disse forslag bl.a. ved beregninger med regional-skala modellen DEHM på basis af de forskellige emissionsfremskrivninger der er tilgængelige via CAFÉ resultaterne (se Bach *et al.*, 2006). Disse er bl.a. baseret på antagelser om hvordan emissionerne vil udvikle sig med den gældende EU lovgivning og med nye og strammere tiltag. Modelberegninger for 2000, 2010 og 2020 med meteorologiske data for 2000 indikerer et fald i den totale afsætning af kvælstof i Frederiksborg Amt fra typisk ca. 10 kg N/ha i 2000 til typisk ca. 8-9 kg N/ha i 2010 (alt efter hvilket emissionsscenario der anvendes) og endelig til typisk ca. 7 kg N/ha i 2020. Det skal bemærkes af dette estimat vil variere betydeligt alt afhængigt af hvilke meteorologiske data der indgår i modelberegningerne, men den generelle tendens er at kvælstofbelastningen falder.

### *Regulering af det lokale bidrag frem til 31/12 2006*

Udslip af ammoniak fra husdyrbrug bliver i forbindelse med udvidelser, nyanlæg samt omlægning først screenet i VVM-systemet. Hvis screeningen peger på at den planlagte ændring medfører risiko for belastning af naturområder gennemføres derefter en egentlig VVM behandling. Store husdyrbrug på 250 DE (afhængig af dyrekategori) og derover er underlagt miljøbeskyttelsesloven og kan i forbindelse med miljøgodkendelser

af udvidelse eller andre ændringer underlægges specifikke krav for at nedsætte emissionen, hvis der er gode argumenter herfor.

En arbejdsgruppe nedsat af Skov- og Naturstyrelsen har gennemgået mulighederne for at beskytte særligt sårbare naturområder mod afsætning af ammoniak fra landbrugets stalde, gylletanke og lign. med fokus på etablering af bufferzoner (se Jensen et al., 2004a). Baseret bl.a. på arbejdsgruppens diskussion af en række værktøjer, samt viden om mulighederne for at nedsætte ammoniakfordampningen fra punkt- og arealkilder kan følgende muligheder være relevante for Frederiksborg amt (beskrivelsen af disse er baseret på arbejdsgruppens rapport, Jensen et al., 2004a):

- *Indførelse af ny og renere teknologi i forbindelse med punkt- og arealkilder.* Den teknologiske udvikling og ny viden indenfor områder som fodring, fodersammensætning (optimering af udnyttelsen af næringsstoffer), gyllehåndtering mm har allerede, og forventes også i fremtiden, at være med til at nedbringe fordampningen af ammoniak fra landbruget. Teknologier der har dokumenteret reducerende effekt på emissionen er samlet i de såkaldte BAT-byggeblade (Bedste Tilgængelige teknik). I forbindelse med miljøgodkendelser af store husdyrbrug kan der i dag stilles krav om anvendelse af BAT for at minimere emissionen.
- *Ændringer af markdriften.* Dyrkning af en række salgsafgrøder kan føre til emissioner på op til 5 kg N/ha pr. år, mens emissionen fra f.eks. økologiske arealer er 1,5-2,5 kg N/ha pr. år. Fra permanente græsarealer og brakmarker antages emissionen at være nul. En ændring af markdriften tæt på følsomme naturområder kan derfor potentielt være med til at nedbringe kvælstofbelastningen lokalt.
- *Begrænsning af husdyrproduktionen.* Hvis bl.a. de teknologiske løsninger ikke kan nedbringe emissionen og dermed belastningen af lokale naturområder tilstrækkeligt kan det blive nødvendigt at stille krav om begrænsning af husdyrproduktionen.
- *Naturpleje.* Kvælstof kan i forskellig grad fjernes fra et naturområde ved afbrænding, slåning, tørveskrælning eller afgræsning. Naturpleje kan dermed være med til at sikre bevarelse af et naturområde. For naturtyper som f.eks. eng og overdrev kan naturpleje i form af fjernelse af biomasse være en mulighed i en periode uden at ødelægge økosystemernes struktur, funktion og artssammensætning. For andre naturtyper som f.eks. højmoser er dette ikke muligt
- *Bufferzoner.* I Holland indførte myndighederne i 2002 såkaldte bufferzoner omkring sårbare naturområder, hvilket betyder at nye husdyrbrug ikke må etableres eller udvides indenfor en 250 m zone omkring de udvalgte naturområder. Sådanne zoner kan påvirke den geografiske fordeling af kvælstofbelastningen og nedbringe afsætningen pga. de lokale landbrugskilder.

Det skal til slut bemærkes at en ny bekendtgørelse og vejledning om husdyrbrug vil være gældende fra den 1/1 2007. Da den endelige version af disse ikke forligger ved afslutningen af denne rapport henvises til Skov- og Naturstyrelsens hjemmeside.

Se f.eks. <http://www.skovognatur.dk/Nyheder/Husdyrbkg.htm>.

## 5 Modelberegninger af atmosfærisk kvælstof

Afsætning af kvælstof fra atmosfæren til de danske land- og naturområder varierer som beskrevet ovenfor fra en landsdel til en anden landsdel. Men også på lokal skala ses der store variationer i mængden af afsat kvælstof. Det skyldes dels de mange lokale kilder, der varierer ud over landet f.eks. pga. forskelle i landbrugsdrift og dels forskelle i hvor hurtigt de forskellige kvælstofforbindelser fjernes fra atmosfæren og afsættes på overfladen. Ved vurdering af lokale miljøeffekter som følge af afsætning af kvælstof til naturen, er det derfor nødvendigt at beregne både det internationale og regionale bidrag til afsætningen samt de lokale variationer og bidrag til afsætningen. Afdeling for Atmosfærisk Miljø (ATMI) ved DMU har med henblik på dette udviklet modelsystemet DAMOS (Danish Ammonia Modelling System), som er baseret på en kobling mellem regional-skala modellen DEHM og lokal-skala modellen OML-DEP. I det følgende beskrives de to modeller.

I forbindelse med regulering af husdyrbrug anvender amterne i dag den såkaldte VVM-manual (Skov- og Naturstyrelsen, 2003) og det supplerende Fællesamtlige Regneark, FAR (*Amtsmodellen*, 2006). En arbejdsgruppe nedsat af Skov- og Naturstyrelsen har dog pointeret at metoderne inkluderet i manualen og FAR bør opdateres i forhold til det nuværende vidensgrundlag (Geels et al., 2006), og ATMI/DMU vil i løbet af efteråret 2006 udføre en sådan opdatering på basis af modellerne inkluderet i DAMOS.

### 5.1 Modelberegninger på regional skala

DMU har gennem de seneste år udviklet en tre-dimensionel luftforureningsmodel (DEHM) der dækker den nordlige halvkugle (*Christensen, 1997; Frohn, 2004*). Modellen omfatter realistiske beskrivelser af de fysiske og kemiske processer i atmosfæren og anvendes til at beregne spredning og omdannelse, samt afsætning af luftforurening til både vand- og landområder. Modellen inkluderer mere end 60 kemiske stoffer samt ca. 120 kemiske reaktioner og tager højde for den geografiske og bedst tilgængelige tidlige fordeling af emissionerne baseret på de nyeste tilgængelige opgørelser. De anvendte emissionsfordelinger af NO<sub>x</sub> og NH<sub>3</sub> ses i hhv. figur 3.2 og 3.3.

DEHM's ydre beregningsområde dækker hele den nordlige halvkugle med en opløsning på 150 km x 150 km. Over Europa er modelopløsningen 50 km x 50 km, mens opløsningen over Danmark og de nærmeste tilstødende områder er yderligere forfinet til ca. 17 km x 17 km (se f.eks. Ellermann et al., 2005).

Udover oplysninger om emission af de forskellige luftforureningsparametre kræver modellen et detaljeret input af meteorologiske parametre. Hertil anvendes vejrmodellen MM5 som er opsat med den samme modelopløsning og beregningsnet som DEHM. Derudover indlæses oplysninger om overfladens karakteristika (højdekurve, overfladetype mm).

DEHM er valideret ved sammenligning med målinger af mange kemiske stoffer foretaget på såvel danske som europæiske målestationer, samt ved sammenligning med andre modeller. Ud fra disse sammenligninger kan det konkluderes, at DEHM lever op til den internationale standard på området (Tilmes et al., 2002, Hertel et al., 2005).

## 5.2 Modelberegninger på lokal skala

Til beregning af atmosfærisk spredning og afsætning af ammoniak på lokal skala anvendes OML-DEP modellen, som er udviklet ved AT-MI/DMU. Basis for denne model er den Operationelle Meteorologiske Luftkvalitetsmodel (OML), som siden 1990 har været anvendt til regulering af luftforurening fra industri i forbindelse med Miljøstyrelsens Luftvejledning (Miljøstyrelsen 2001). I en særlig udgave har OML også været brugt i forbindelse med kortlægning af luftkvalitet i byområder og langs motorveje (se bl.a. Jensen et al., 2004b).

OML er en Gaussisk røgfanemodell der håndterer den lokale atmosfæriske spredning fra punkt- og arealkilder ud til en afstand på ca. 20 km fra kilden (Olesen, 1994; 1995; Berkowicz et al., 1986). Figur 5.1 illustrerer "røgfanen" fra en emissionskilde, her en gård med marker, samt den efterfølgende spredning pga. vinden og de turbulente processer i atmosfæren og endelig afsætningen til overfladen. I denne type model antages koncentrationsfordelingen omkring centerlinjen af røgfanen at være normalfordelt i både vandret og lodret retning. I en række sammenlignende tests i forbindelse med et internationalt harmoniseringsarbejde har modellen klaret sig fint (Olesen 1994, 1995).

OML er i de senere år videreudviklet til at inkludere tørafsætningen (tørdepositionen) af ammoniak, heraf navnet OML-DEP. Modellen er baseret på videnskabelige anerkendte metoder til at beregne afsætningen af gasser og er en kombination af metoden beskrevet i Hertel et al., (1995) og en afsætningsalgoritme, som tager hensyn til at afsætningshastigheden kan variere mellem forskellige overfladetyper (Asman et al., 1994). For at tage højde for den kemiske omdannelse af ammoniak i atmosfæren inkluderer modellen ligeledes et simpelt kemimodul (Asman et al., 1989), som i gennemsnit reducerer ammoniakkoncentrationen med ca. 10 % indenfor et typisk modelområde på 16 km x 16 km og ved typiske meteorologiske forhold.

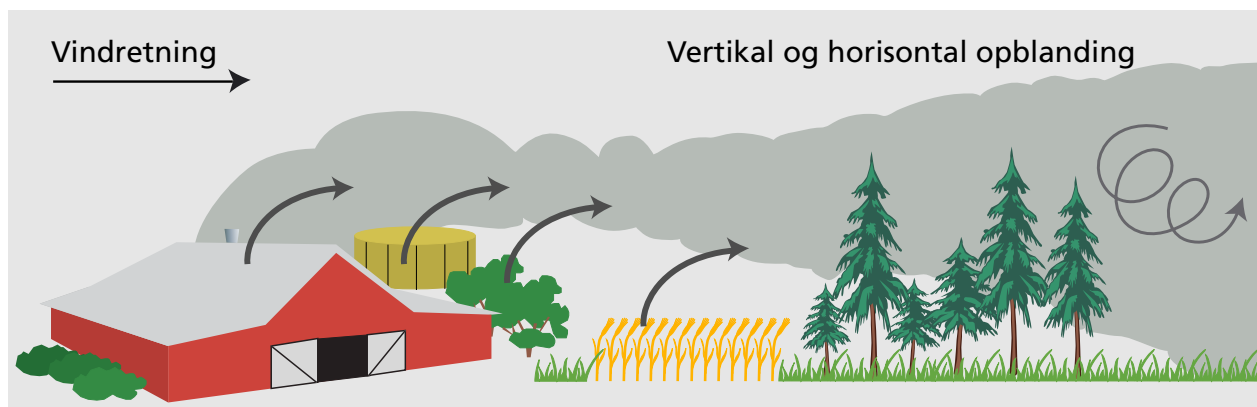
Usikkerheden ved en OML-DEP-beregning er sammensat af mange bidrag: den OML-beregnete spredning/fortynding, baggrundskoncentrationen fra DEHM, den anvendte depositions-algoritme, den numeriske metode til beregning af depositionen, de meteorologiske data samt emissionen. Den samlede usikkerhed på den årlige total deposition beregnet med DAMOS vurderes at ligge indenfor  $\pm 50\%$ .

OML-DEP bliver i forbindelse med NOVANA løbende anvendt til at foretage detaljerede kortlægninger af tørafsætningen af ammoniak til udvalgte naturområder (Ellermann et al., 2005; 2006).

### 5.2.1 Modelopsætning

OML-DEP beregner koncentrationen og afsætningen af luftforurening time for time baseret på et sæt af meteorologiske data samt oplysninger om emission og arealanvendelse. Disse input data er beskrevet nedenfor.

Modellen opsættes typisk med et kvadratisk beregningsgitter bestående af 40 x 40 beregningspunkter. Størrelsen af modelområdet og dermed opløsningen i beregningerne bestemmes bl.a. ud fra hvilke kildeområder der ønskes inkluderet.



**Figur 5.1** Schematisk illustration af "røgfanen" fra en emissionskilde, her en gård med marker, samt den efterfølgende spredning og opblanding pga. vinden og de turbulente processer i atmosfæren.

### 5.2.2 Arealanvendelse

Overfladens vegetation/beskaffenhed også kaldet arealanvendelsen har stor betydning for hvor hurtigt luftforurening tørabsættes. En relativ "ru" overflade dækket af f.eks. skov vil således medføre en større tørabsætning til overfladen end f.eks. en relativt "glat" overflade som en græsmark. For Danmark er disse oplysninger om overfladens anvendelse samlet i det såkaldte Areal Informations System (AIS, Nielsen et al., 2000). Herfra kan den procentvise fordeling af forskellige overfladetyper udtrækkes med en opløsning på f.eks. 100 m x 100 m. Et eksempel på kortlægningen af arealanvendelsen er vist i figur 5.2, der dækker Hille-rød og omegn.

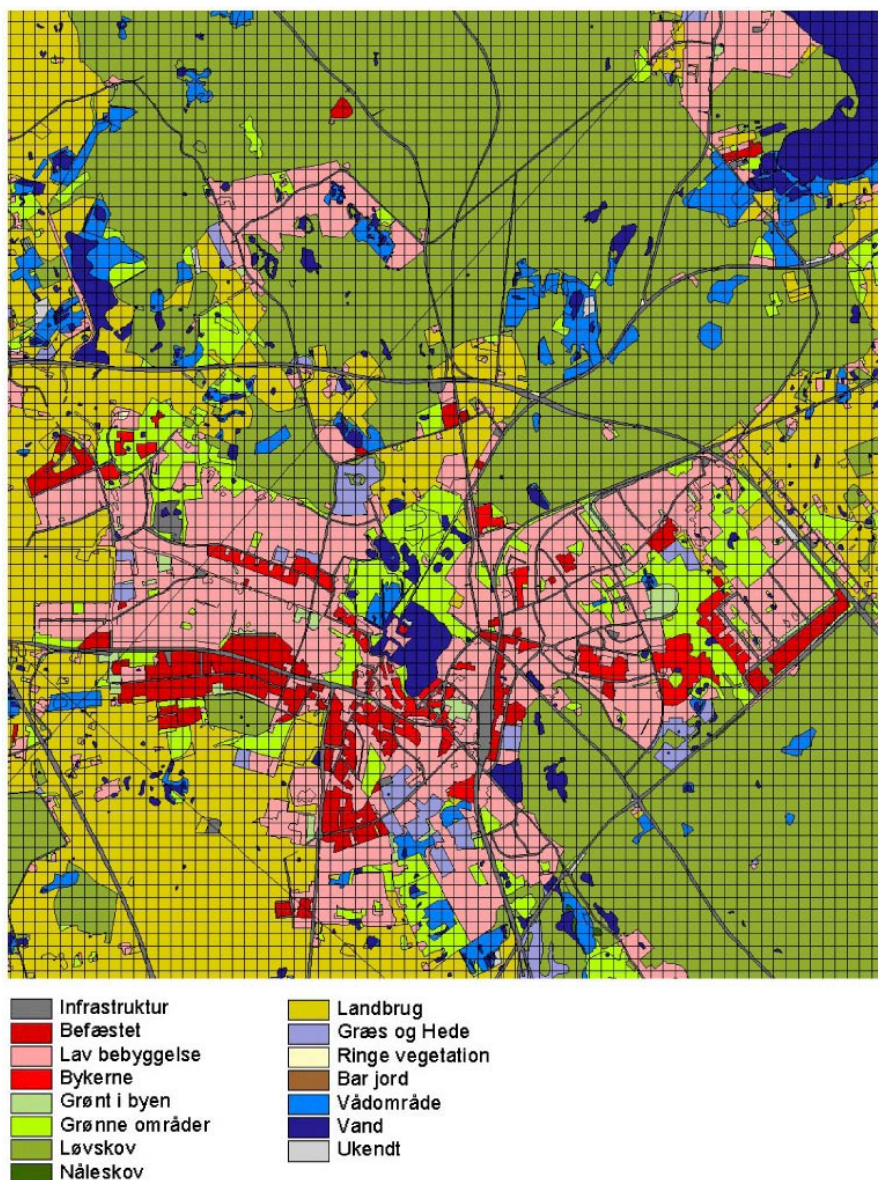
### 5.2.3 Emissionsdata for ammoniak

Emissionsdata på lokal skala fås ved bearbejdning af udtræk fra det Centrale Husdyr Register (CHR), det Generelle LandbrugsRegister (GLR), landmændenes gødningsregnskaber indrapporteret til Plantedirektoratet samt markblokkort (Gyldenkerne et al., 2004 og 2005). For hver ejendom beregnes en "normemission" på baggrund af opgørelser af typer og antallet af husdyr samt hvilke afgrøder der dyrkes på marker der tilhører den pågældende ejendom. Den geografiske fordeling af ammoniakemissionen er derfor meget detaljeret og fordelt på de enkelte staldanlæg også kaldet punktkilder. Informationen om emissionen fra de såkaldte arealkilder via udbringning af gødning til markerne og emissionen fra afgrøderne er fordelt med en geografisk opløsning på 100 m x 100 m.

I OML-DEP tages der højde for at emissionen af ammoniak varierer over året. Det skyldes en kombination af landbrugspraksis i Danmark (f.eks. udbringning af gødning om foråret) og variationer i meteorologiske pa-

rametre (hovedsageligt temperaturen), der har indflydelse på bl.a. fordampningen fra gylletanke og længden af vækstsæsonen (Gyldenkerne et al., 2005) og er implementeret i modellen ved at benytte en metode hertil beskrevet i *Ambelas Skjøth et al., (2004)*.

Selvom denne emissionsopgørelse er baseret på detaljerede oplysninger om placering af staldanlæg mm, så er oplysninger om f.eks. staldtype, fodringspraksis mm som har indflydelse på ammoniakfordampningen fra det enkelte dyrehold ikke tilgængeligt. Ligeledes er hobbylandbrug og flere husdyrtyper som f.eks. heste ikke registreret i CHR på nuværende tidspunkt. Emissionsestimaterne er derfor normaliseret til den samlede danske ammoniakemission fra landbruget opgjort af DMU. Usikkerheden på emissionsopgørelsen skønnes at være 25-40 % (Steen Gyldenkerne, SYS/DMU).



**Figur 5.2** Eksempel (Hillerød og omegn) på de anvendte 100 m x 100 m arealanvendelses data anvendt som input for modelberegningerne.



#### 5.2.4 Meteorologiske data

De meteorologiske data der kan anvendes som input til OML-DEP er enten målte parametre fra en meteorologisk mast eller data beregnet med en vejrmiddel. I begge tilfælde skal data bearbejdes i en såkaldt pre-processor der er udviklet specielt til at beregne de spredningsparametre, som indgår i denne type spredningsmodel. I den nuværende opsætning af DAMOS anvender både DEHM og OML-DEP data beregnet med den meteorologiske model MM5 (Grell et al., 1995). Som tidligere beskrevet dækker MM5 modellen Danmark med en geografisk opløsning på ca. 17 km x 17 km og har en tidlig opløsning på 1 time.

#### 5.2.5 Randbetingelser

Lokalskalamodellen inkluderer emissioner af ammoniak indenfor modellens beregningsområde. Men pga. transporten i atmosfæren vil emissionskilder udenfor området også bidrage til koncentrationen og dermed afsætningen af ammoniak i OML-DEP's beregningsområde. Det kaldes typiske "baggrundsbidraget" og inkluderes ved at anvende beregningerne fra regional-skala modellen som input til OML-DEP. På basis af oplysninger om placering og størrelse af OML-DEP's beregningsområde, den regionale beregning og tidsserier af vinddata beregnes, hvor meget ammoniak der blæser ind i beregningsområdet.

#### 5.2.6 Opsætning af DAMOS for Frederiksborg Amt

Kortlægningen af kvælstofbelastningen af de 15 udvalgte naturområder er lavet på basis af DAMOS beregninger for 2004. Det regionale bidrag til belastningen er beregnet med DEHM modellen og udtrykt for hvert af de 15 udvalgte naturområder i amtet. Der er derefter udført beregninger for hver naturlokalitet med lokal-skala modellen, OML-DEP, opsat med et beregningsområde på 16 km x 16 km med lokaliteten centralt i området. Hvert område er opdelt i et beregningsgitter med felter af 400 m x 400 m, hvilket giver en relativt høj geografisk opløsning af de beregnede kvælstofafsætninger samtidigt med, at de lokale kilder til ammoniak er inkluderet i modelområdet.

##### *Separate beregninger for punkt- og arealkilder*

De lokale beregninger er udført både med alle lokale landbrugskilder samt regionale kilder inkluderet, og opdelt på hhv. lokale punkt- og arealkilder. Dermed har det været muligt at vurdere bidraget fra de to kildetyper. Det skal dog bemærkes at opløsningen af de indlæste arealkilder er 400 m x 400 m.

Det skal også bemærkes at de manglende data vedr. heste i CHR medfører, at emissionen af ammoniak forventes at være underestimeret i amtet da bestanden af heste i Frederiksborg Amt formodes at ligge over gennemsnittet for Danmark. Dog viser en grov opgørelse på basis af adresseoplysninger på stambogførte heste at bestanden af heste i amtet udgør 9-10 % af den samlede hestebestand i Danmark. Dette estimat inkluderer de heste som er opgjort til at være i København og Frederiksborg kommuner, da det formodes af hovedparten af disse heste er opstaldet nord for Københavnsområdet. Det må således forventes at der mangler en del mindre punktkilder til ammoniakemission i amtet fordi bedrifterne kun med heste ikke er medtaget, mens den samlede emission fra amtet kun er en smule underestimeret.

I de følgende afsnit vises for hver naturlokalitet den anvendte opgørelse af lokale ammoniakemissioner samt den beregnede kvælstofbelastning for et område på 16 km x 16 km. Der kan være mindre forskelle i niveauerne og dermed i farvesignaturerne på figurene, da kvælstofbidraget beregnet med regional-skala modellen er udtrukket fra beregningsnettet for hver naturlokalitet og efterfølgende adderet resultatet af lokalskala beregningen. Bemærk også at maksimum på skalaen varierer fra figur til figur. Beregningsnettet er placeret således at naturområderne ligger i midten af modelområdet på 16 km x 16 km.



## 6 Beregnet kvælstofafsætning til 15 naturområder - vurdering i forhold til tålegrænser

Beregningerne af den samlede afsætning af atmosfærisk kvælstof til de 15 udvalgte naturområder er, som beskrevet i det foregående kapitel, foretaget med DAMOS systemet. Dermed er både det regionale baggrundsbidrag til kvælstofbelastningen samt det lokale bidrag pga. ammoniakfordampning fra husdyrbrug inkluderet. I de følgende 15 afsnit beskrives de enkelte naturområder kort og afsætningen af kvælstof angives og sammenholdes med de generelle tålegrænseintervaller for de repræsenterede naturtyper. Afsætningen er opdelt på de enkelte komponenter i beregningen:

- Den første komponent udgør tørabsat ammoniak beregnet med lokal-skala modellen OML-DEP på basis af emissionsopgørelser over de lokale landbrugskilder samt bidraget fra ammoniakkilder udenfor OML-DEP's beregningsområde beregnet med regional-skala modellen DEHM. Naturområdet har typisk en udstrækning på 1-3 km og denne komponent er angivet som et interval over den laveste og højeste gennemsnitlige afsætning til de 400 m x 400 m felter som dækker området.
- Den anden komponent udgør øvrig tørabsætning (af bl.a. partikulært ammonium) og vådabsat kvælstof beregnet med DEHM. Disse værdier er udtrukket for hver lokalitet fra modellens beregningsnet på 17 km x 17 km og repræsenterer den gennemsnitlige afsætning indenfor dette område. I bilag 1 og 2 beskrives de to komponenter i detaljer med bl.a. kort over fordelingen af afsætningen indenfor amtet.

Lokale industrikilder til kvælstofoxider (f.eks. kraftvarmeværker) og ammoniak er inkluderet i den regionale beregning i form af de anvendte emissionsopgørelser. For at lave en specifik vurdering af hvor stor betydning disse kildetyper har for de udvalgte naturområder i amtet er der udført yderligere lokale beregninger for tre industrielle anlæg som eksempler. Disse beregninger diskuteres i de efterfølgende afsnit.

Tilslut opsummeres og diskuteres resultaterne i relation til de foregående kapitler om bl.a. tålegrænser.

Alle resultaterne skal ses i lyset af at usikkerheden på beregningerne er ca. 50 % (se kapitel 5 for en nærmere beskrivelse af usikkerheden.)

### 6.1 Resultaterne for de 15 områder

#### *Naturtyper og tålegrænser*

De 15 udvalgte naturområder og de forskellige naturtyper indenfor hvert område kan ses på figur 1.1 i indledningen. De kvælstoffølsomme naturtyper, som her er i fokus, er fersk eng, hede, forskellige typer mose, overdrev (både kalkoverdrev og sure overdrev) og strandeng. Beskrivelsen af naturtyperne er baseret på oplysninger fra amtet samt udtræk fra

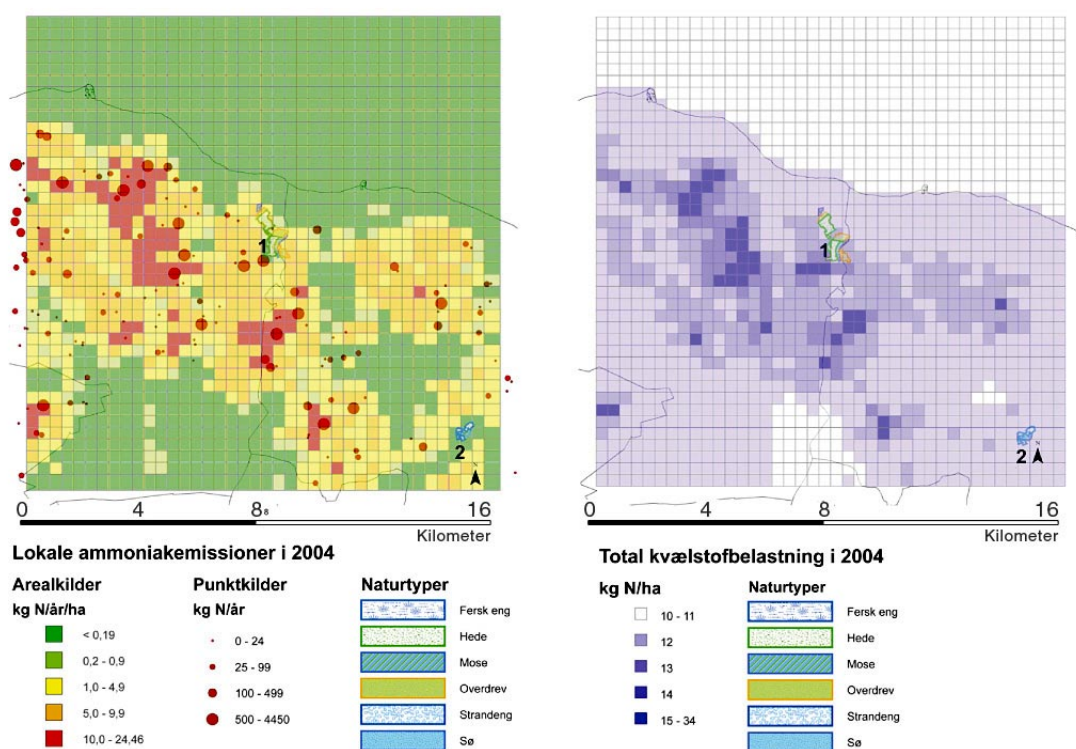
den terrestriske overvågning i NOVANA. Kvælstofbelastningen af naturområderne er sammenholdt med de generelle tålegrænser for de indgående naturtyper (opdateret bilag 3 til Skov- og Naturstyrelsen, 2003; Søgaard et al., 2003; Viborg Amt, 2005). Det har ikke været muligt på basis af de tilgængelige data og rammerne for projektet at lave en mere detaljeret vurdering eller beregning af tålegrænseintervallerne for de enkelte naturområder.

### 6.1.1 Naturområde 1: Rusland

Naturområdet Rusland er lokaliseret i den nordligste del af amtet kun få kilometer fra kysten. Parken er et bakket hede- og overdrevsområde der bl.a. indeholder naturtyperne tør hede, artsrigt surgræsland også kaldet surt overdrev og mindre områder med mose (bl.a. rigs-kær). Området er fredet og udpeget som EF-habitatområde.

#### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.1a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen og i figur 6.1b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.1 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.



**Figur 6.1** (a – figuren til venstre) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 1, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 1, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

Den samlede afsætning er på ca. 12-14 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tøraftsat ammoniak ca. 2-4 kg N/ha/år hvoraf ca. 1-3 kg N/ha/år skyldes emission fra lokale landbrugskilder. De resterende ca. 11 kg N/ha/år skyldes dermed am-

moniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

Som det ses på figur 6.1a ligger der en gård ca. 1 km sydvest for naturområdet og der er flere marker med udbringning tæt på området ifl. emissionsopgørelsen for 2004. Disse lokale kilder bidrager væsentligt til den samlede belastning på ca. 14-15 kg N/ha/år i den sydligste del af området, hvilket er den største belastning beregnet for dette naturområde. Den nordligste del af området er tæt på kysten, hvor der ikke er noget landbrug som kan bidrage yderligere til belastningen.

#### *Overskridelse af tålegrænser*

Tålegrænserne for de dominerende naturtyper er på 10-20 kg N/ha om året og den samlede belastning er dermed under den øvre grænse i 2004, mens den nedre grænse er overskredet med 2-4 kg N/ha/år.

Der eksisterer en plejeplan for området (se [http://www.fa.dk/tekmil/-landskab/natur/Naturfredning/Plejeplan\\_PandehaveAa.pdf](http://www.fa.dk/tekmil/-landskab/natur/Naturfredning/Plejeplan_PandehaveAa.pdf)). Plejen skal sikre fortsat gunstige vilkår for de indgående værdifulde naturtyper. I forbindelse med NOVANA overvågningen i dette område i 2004 (se Jensen et al., 2006) indikerer fundet af vedplanter over 1 m at der foregår en vis tilgroning i området.

**Tabel 6.1** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 1, Rusland, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

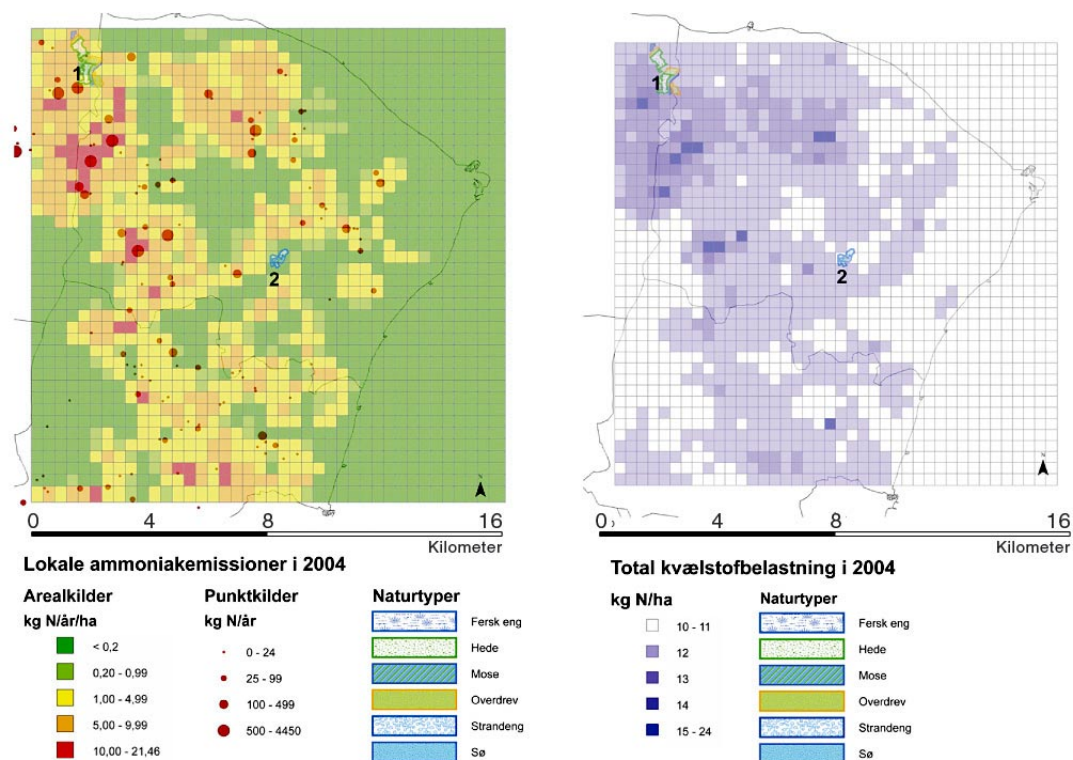
Dominerende naturtyper i området	Tålegrænse interval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Tør hede og surt overdrev	10-20 kg N/ha/år	Ca. 2-4 kg N/ha/år heraf ca. 1-3 fra lokale landbrugskilder	Ca. 3 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 12-14 kg N/ha/år

#### **6.1.2 Naturområde 2: Lille Gurre Sø**

Naturområdet med Lille Gurre Sø ligger i Helsingør Kommune i et område med meget skov. Adskilt af en vej grænser området op til EF-habitatområdet Gurre Sø. Naturområde 2 indeholder naturtyperne rigkær, ellesump, rørsump og ferske enge, der formodentlig for mange år siden er opstået som følge af afvanding i området. Naturområdet er voksested for en række sjældne og halvsjældne plantearter, heraf en del kvælstoffølsomme arter: Forlænget Star, Kær-Mangeløv, Kødfarvet Gøgeurt, Stivtoppet Rørhvene og Tråd-Siv.

#### *Den beregnede kvælstofbelastning*

Figur 6.2a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.2b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.2 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.



**Figur 6.2** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 2, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 2, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

Den samlede afsætning er på ca. 11-12 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørøfsat ammoniak ca. 1-2 kg N/ha/år hvoraf ca. 1 kg N/ha/år skyldes emission fra lokale landbrugskilder. De resterende ca. 11 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

Som det ses på figur 6.2a er der ingen gårde i umiddelbar nærhed af dette naturområde. Indenfor en radius af ca. 1 km er der dog flere arealkilder der ifølge beregningerne bidrager til ca. 50 % af det lokale ammoniakbidrag i 2004.

#### *Overskridelse af tålegrænser*

Lille Gursesø består hovedsageligt af naturtyper der har relativt høje tålegrænser på 15-25 kg N/ha om året og denne undersøgelse viser at belastningen i 2004 var under dette interval. Den fremtidige bevaring af området vil i høj grad afhænge af de langtidspåvirkninger med kvælstof som området har været udsat for. Resultaterne indikerer dog at området i fremtiden har gode muligheder for at opretholde de dominerende naturtyper.

**Tabel 6.2** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 2, Lille Guresø, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænse interval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsat kvælstof	Samlet afsætning
Rigkær, ellesump og ferske enge	15-25 kg N/ha/år	Ca. 1-2 kg N/ha/år heraf ca. 1 kg fra lokale landbrugskilder	Ca. 3 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 11-12 kg /ha/år

### 6.1.3 Naturområde 3: Vådområde syd for Tobro A

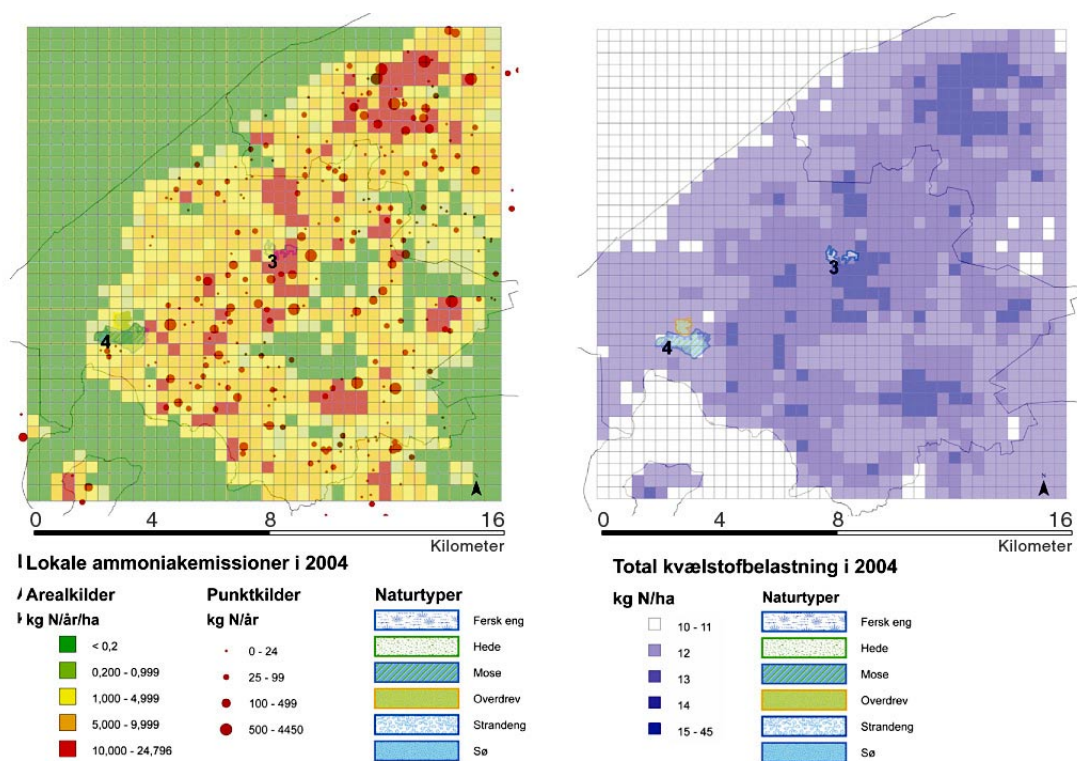
Naturområde 3 er et vådområde syd for Tobro Å i Helsingør Kommune. Området indeholder naturtyperne natureng, kultureng og kærpose og er voksested for sjældne og halvsjældne plantearter såsom Maj-Gøgeurt, Tykakset Star og Trævlekrone – i tusindvis. En forekomst af overgangsrigkær domineres af Stiv Star, Almindelig Mjødurt og Lådden Dueurt og er i øvrigt relativt artsrigt med bl.a. Bukkeblad.

#### *Den beregnede kvælstofbelastning*

Figur 6.3a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.3b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.3 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.

Den samlede afsætning er på ca. 13-16 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørafsæt ammoniak ca. 2-5 kg N/ha/år hvoraf ca. 1-4 kg N/ha/år skyldes emission fra lokale landbrugskilder. De resterende ca. 12 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.





**Figur 6.3** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 3, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 3, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

Som det ses på figur 6.3a er der flere gårde indenfor ca. 1-2 km af området samt marker der støder op til området. Kvælstofbidraget fra de lokale kilder kommer dermed op på ca. 4 kg N/ha/år i en del af området. Størst belastning ses i den østlige del af området som følge af kombinationen af emission fra et større husdyrbrug og flere arealkilder, samt i den nordlige del af området hovedsageligt pga. arealkilderne her.

#### Overskridelse af tålegrænser

Naturområdet syd for Tobro Å består hovedsageligt af naturtyper der har relativt høje tålegrænser på 15-25 kg N/ha om året og denne undersøgelse viser at belastningen i 2004 var under den øvre grænse i hele området, men lige over den nedre grænse på 15 kg N/ha/år i en del af området.

**Tabel 6.3.** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 3, vådområde syd for Tobro Å, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området. Her antages det at tålegrænsen for natureng og kultureng er den samme som for ferske enge samt at kærmoser har samme tålegrænse interval som kalkrige moser og rigskær.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Natureng, kultureng og kærmoser	15-25 kg N/ha/år	Ca. 2-4 kg N/ha/år heraf ca. 1-3 kg fra lokale landbrugskilder	Ca. 4 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 13-16 kg N/ha/år

#### 6.1.4 Naturområde 4: Ellemose og Tibirke Bakker

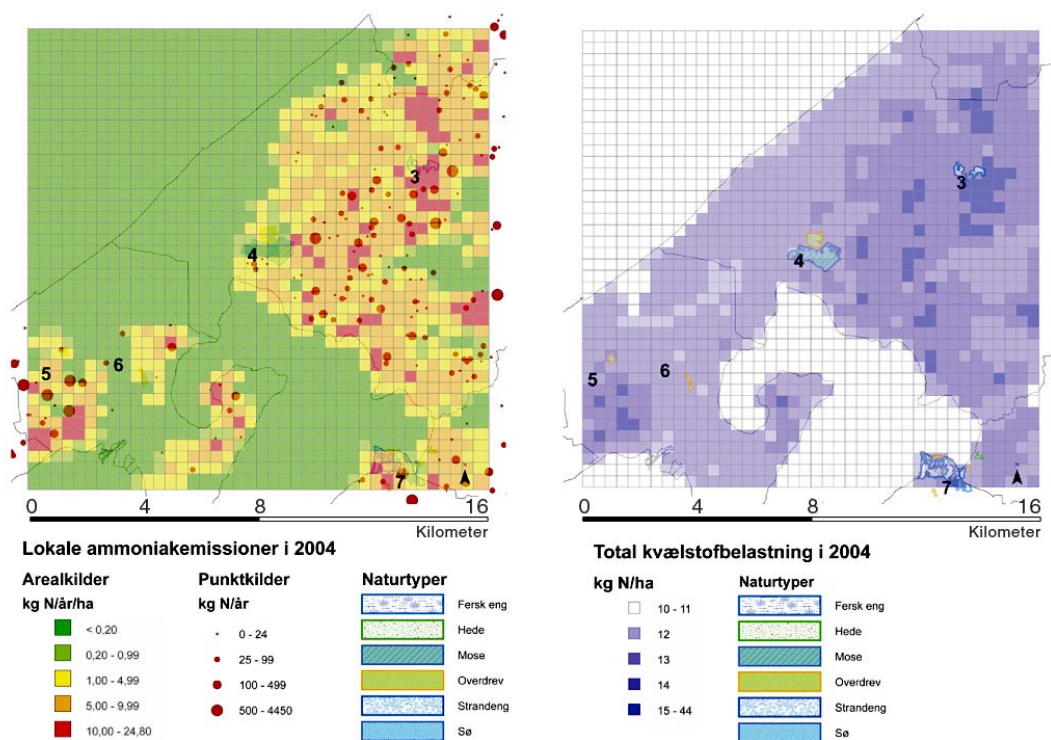
Øst for Tisvilde Hegn ligger Ellemose og Tibirke Bakker. Naturområdet indeholder naturtyperne overdrev og mose. Overdrevet er voksested for sjældne og halvsjældne plantearter såsom Grenet Edderkopurt (799 stk. krydsning med Ugrenet Edderkopurt) og Plettet Kongepen. Mosen indeholder rigkær, skovsump og rørsump; er voksested for sjældne og halvsjældne plantearter såsom Koralrod, Kødfarvet Gøgeurt, Maj-Gøgeurt, Pors og Tykakset Star.

##### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.4a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.4b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.4 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.

Den samlede afsætning er på ca. 12-14 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tøraftsat ammoniak ca. 1-3 kg N/ha/år hvoraf op til ca. 2 kg N/ha/år skyldes emission fra lokale landbrugskilder. De resterende ca. 12 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

Som det ses på figur 6.4a er de lokale punktkilder tæt på naturområdet meget små, mens der er flere arealkilder der grænser op til området i 2004. Størst afsætning af kvælstof ses på den sydligste del af området, hvilket formentligt kan tilskrives placeringen af arealkilder dvs. marker opstrøms for området.



**Figur 6.4** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 4, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 4, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

### Overskridelse af tålegrænser

Naturområdet består hovedsageligt af naturtyperne overdrev og mose med tålegrænser på hhv. 10-20 og 15-25 kg N/ha/år. Den nordlige del af området består hovedsageligt af overdrev og her er den nedre grænse for tålegrænsen for denne naturtype overskredet med ca. 2 kg N/ha i 2004. Beregningerne indikerer at belastningen i denne del af området kun i ringe grad skyldes de lokale kilder til ammoniak. For moseområdet i den sydlige del af området er belastningen lige under tålegrænseintervallet.

**Tabel 6.4** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 4, Ellemose og Tibirke Bakker, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev og mose (bl.a. rigkær)	10-25 kg N/ha/år	Ca. 1-3 kg N/ha/år heraf op til ca. 2 kg fra lokale landbrugs-kilder	Ca. 4 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 12-14 kg N/ha/år

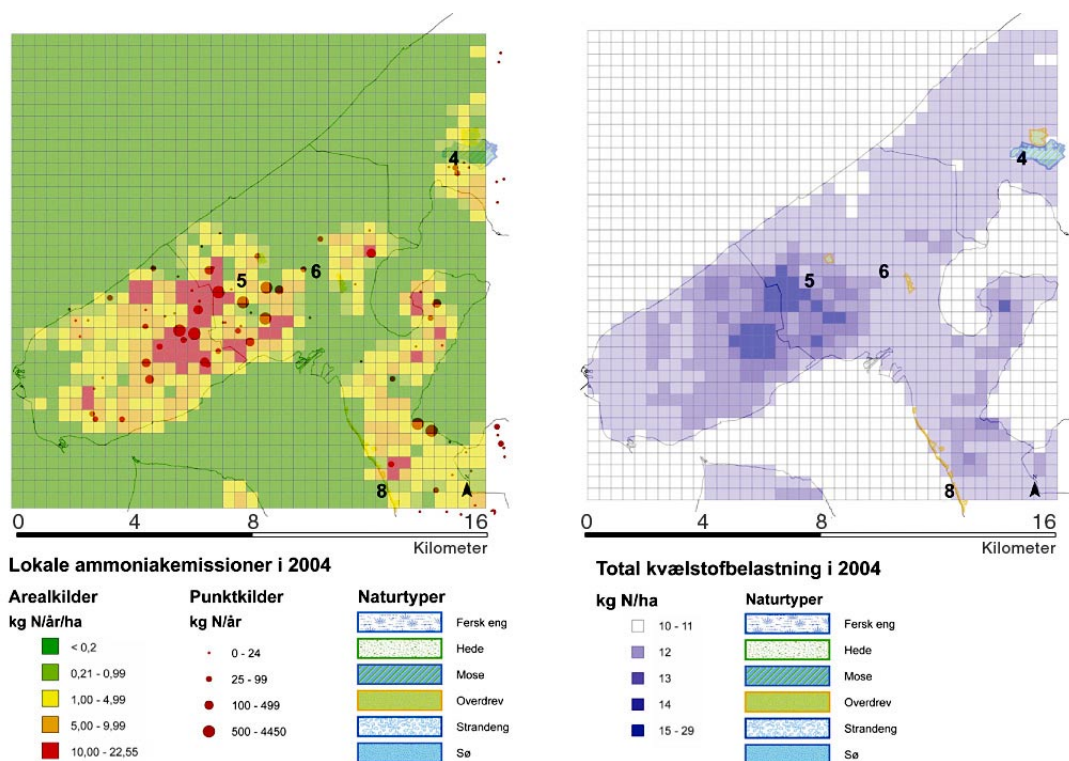
### 6.1.5 Naturområde 5: Høje/overdrev ved Toftevang

Naturområder 5 dækker er et naturområde med overdrevsbakker på højdedrag med fire gravhøje nær Melby. Området består af mindre hedepartier og mindre områder med krat af især Gyvel og Birk. Lokaliteten rummer mere end 20 sjældne, halvsjældne eller typiske hede-/overdrevsplantearter. Naturområde 5 er af største botaniske betydning pga. en meget stor bestand af den rødlistede, sjældne Strand-Nellike. Desuden ses halvsjældne arter som Tjærenellike, Almindelig Månerude, Glat Rottehale, Vår-Star, Knoldet Mjødurt, Bakke-Nellike, Gul Evighedsblomst, Plettet Kongepen og Liden Museurt.

#### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.5a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.5b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.5 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.





**Figur 6.5** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 5, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 5, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

Den samlede afsætning er på ca. 12-13 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørafsæt ammoniak ca. 1-2 kg N/ha/år hvoraf ca. 1 kg N/ha/år skyldes emission fra lokale landbrugs-kilder. De resterende ca. 12 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

Som det ses på figur 6.5a er der kun en enkelt lille punktkilde lokaliseret tæt på naturområdet, samt nogle arealkilder med størst emission på den vestlige side af området.

#### Overskridelse af tålegrænser

Naturtype overdrev med mere eller mindre sur bund har en generel tålegrænse på 10-20 kg N/ha/år. På dette lille naturområde er den nedre grænse således overskredet ifølge beregningerne for 2004 pga. en samlet belastning på 12-13 kg N/ha/år. De lokale kilder opstrøms for området bidrager med i størrelsesordenen 1 kg N/ha dette år.

**Tabel 6.5.** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 5, Høje/overdrev ved Toftevang, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev	10-20 kg N/ha/år	Ca. 1-2 kg N/ha/år heraf op til ca. 1 kg fra lokale landbrugs-kilder	Ca. 3 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 12-13 kg N/ha/år

### 6.1.6 Naturområde 6: Overdrev ved Vinderød

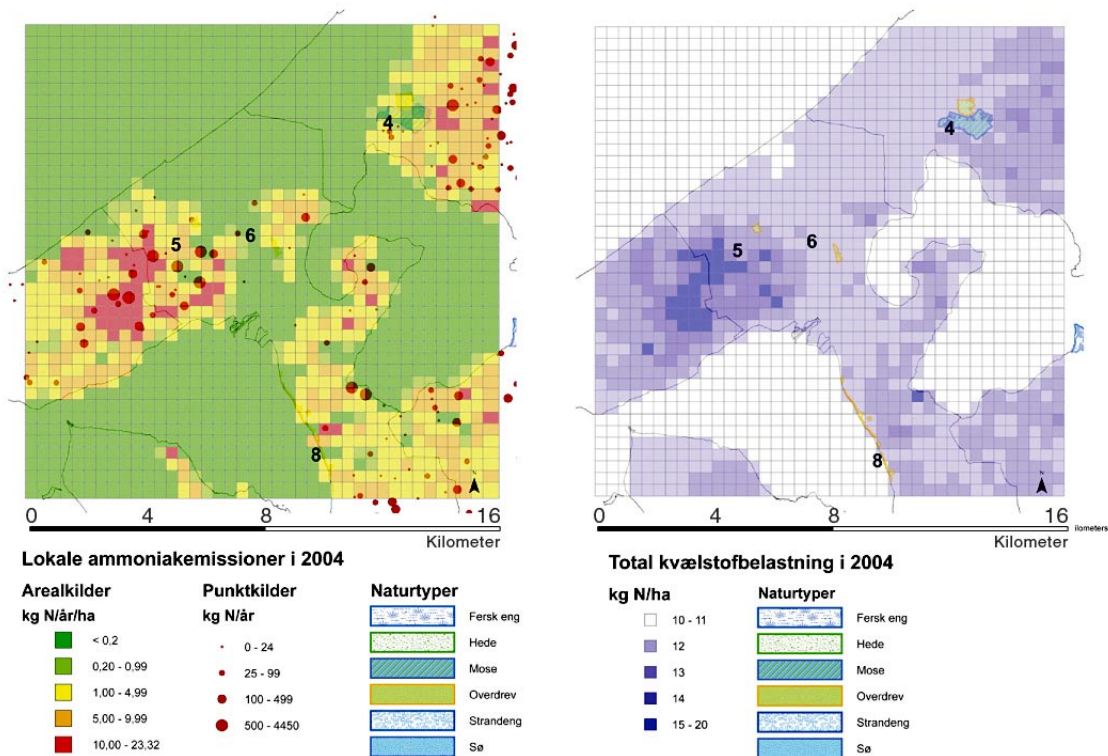
Mellem Melby og Arresø ligger naturområde 6 bestående af ugræssede overdrevsbakker med en række naturtypekarakteristiske plantearter; de fleste steder med meget højt voksende græs-urte-vegetation. Dele af området er stærkt tilgroet med træer og krat. Flere skrænter er dækket af Korbær. Centralt mod vest ligger en gyngende tørvemosse, hvilket indgår i naturtypen hængesæk.

#### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.6a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.6b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.6 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.

Den samlede afsætning er på ca. 11-12 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tøraftsat ammoniak ca. 1-2 kg N/ha/år hvoraf op til ca. 1 kg N/ha/år skyldes emission fra lokale landbrugskilder. De resterende ca. 11 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

Som det ses på figur 6.6a er der i det nærliggende område kun arealkilder der kan bidrage til belastningen. Sammen med de store punktkilder sydvest for naturområdet bringer de det lokale bidrag op på ca. 1 kg N/ha i 2004.



**Figur 6.6** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 6, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 6, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

### Overskridelse af tålegrænser

Området inkluderer både naturtypen overdrev på mere eller mindre kalkholdig bund samt et mindre område med tørvemosse (hængesæk) med generelle tålegrænseintervaller på hhv. 15-25 og 10-15 kg N/ha/år. Med en total belastning på 11-12 kg N/ha er tålegrænseintervallet for overdrev overholdt, mens den nedre grænse er overskredet for moseområdet.

**Tablet 6.6** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 6, overdrev ved Vinderød, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev (kalkholdigt) og mose	10-25 kg N/ha/år	Ca. 1-2 kg N/ha/år heraf ca. 1 kg fra lokale landbrugskilder	Ca. 3 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 11-12 kg N/ha/år

### 6.1.7 Naturområder 7: Lille Lyngby Mose, Vittenbjerg, Holmhøj og Bredhøj

Naturområde 7 grænser op til Arresø og består af 4 mindre områder, der beskrives i det følgende.

Lille Lyngby Mose: Indeholder naturtyperne overgangsrigkær, ekstremrigkær, fersk eng, overdrev, rørsump og pilesump. Vådområderne er af største botaniske betydning med forekomst af en række sjældne og halv-sjældne plantearter: Bleg Fuglegræs, Gul Evighedsblomst, Gul Frøstjerne, Hvidgul Gøgeurt, Maj-Gøgeurt, Kødfarvet Gøgeurt, Kær-Fladbælg, Lancetbladet Høgeurt, Lav Tidsel, Læge-Baldrian, Ægbladet Fliglæbe, Tråd-Vandaks, Skede-Star, Vibefedt, Sump-Hullæbe, Tjærenellike og en række andre.

Overdrevet er ligeledes værdifuldt med blandt andet Almindelig Månerude og Vår-Star.

Vittenbjerg: Græshedebakker hvor størstedelen af arealet er i kraftig tilgroning med træer og buske. Mindre partier med overdrevsvegetation på vest- og sydvendte skrænter, hvor der blandt andet vokser Nikkende Kobjælde, Vår-Star og Due-Skabiose.

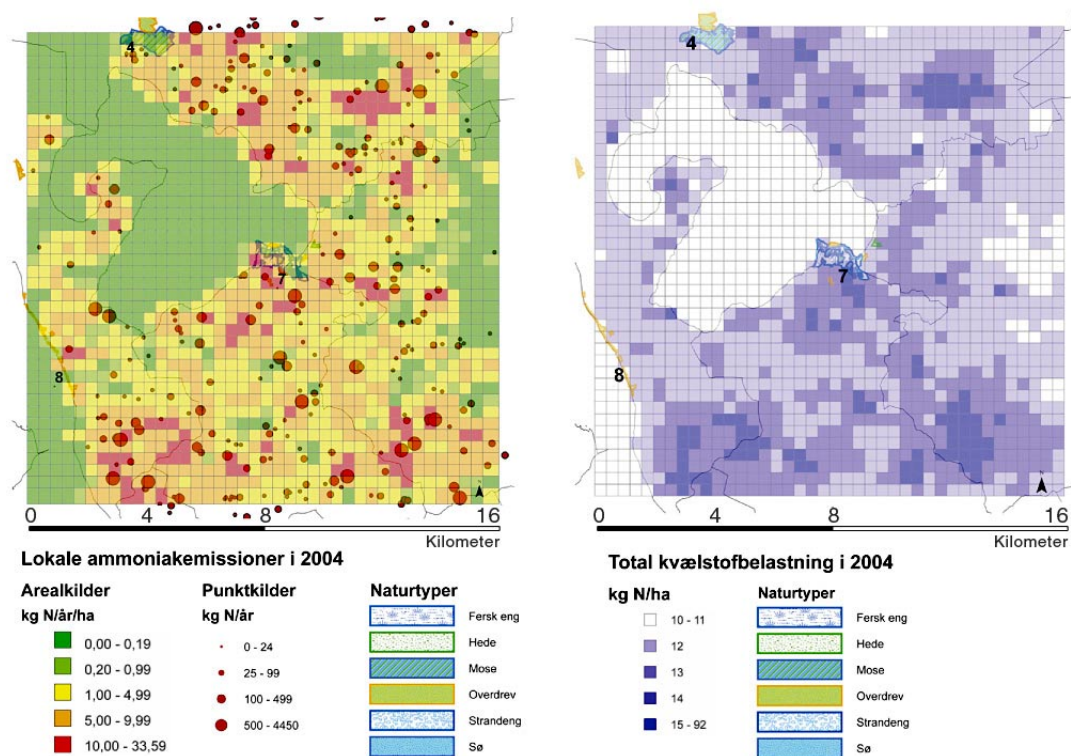
Holmhøj: Overdrevsbakke med spredte buske og store partier domineret af Draphavre. Beliggende i rugmark. Området er af stor botanisk betydning pga. en stor bestand af den halvsjældne Glat Rottehale samt forekomst af Bakke-Nellike.

Bredhøj: Overdrevsbakke med gravhøj. Stærkt tilgroet med bl.a. egetræer og slåenkrat. Store partier domineret af Draphavre. Området er af stor botanisk betydning pga. forekomsten af de halvsjældne arter Tjærenellike og Bakke-Nellike.

#### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.7a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.7b ses den samlede afsæt-

ning af kvælstof til området. I tabel 6.7 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.



**Figur 6.7** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 7, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 7, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

Den samlede afsætning er på ca. 11-20 kg N/ha/år i 2004. Den store variation skyldes placeringen af en relativt stor punktkilde centralt i området og at naturlokaliteten dækker et stort område. Området grænser derudover op til Arresø, hvor der i sagens natur ikke er nogle lokale ammoniakilder. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørafsæt ammoniak ca. 1-9 kg N/ha/år hvoraf op til ca. 8 kg N/ha/år skyldes emission fra lokale landbrugskilder. De resterende ca. 12 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

#### *Overskridelse af tålegrænser*

Området inkluderer naturtyperne overdrev (på sur bund), fersk eng og mose (Rigkær) med generelle tålegrænseintervaller indenfor 10-25 kg N/ha/år, med overdrevet som det mest følsomme. Det lille overdrevsområde der ligger længst mod syd belastes med ca. 14 kg N/ha/år hvilket er over den nedre tålegrænse i intervallet på 10 kg N/ha/år for denne naturtype. Dette skyldes ifl. beregningerne primært de lokale arealkilder i området. Den sydøstlige del af naturområde 7 udsættes i 2004 for den største belastning på ca. 20 kg N/ha/år, hvor den lokale punktkilde bidrager væsentligt til belastningen. Dermed er den nedre grænse for tålegrænseintervallet for naturtyperne her (fersk eng og mose) på 15 kg N/ha/år overskredet, mens den øvre grænse på 25 kg N/ha/år er overholdt.

**Tabel 6.7.** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 7, Lille Lyngby Mose, Vittenbjerg, Holmhøj og Bredhøj, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev, fersk eng og mose	10-25 kg N/ha/år	Op til ca. 9 kg N/ha/år heraf op til ca. 8 kg fra lokale landbrugs-kilder	Ca. 4 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 11-20 kg N/ha/år

### 6.1.8 Naturområder 8: Overdrevsskrænter langs Roskilde Fjord

Dette naturområde mellem Kregme og Ølsted består af overdrevsbakker og op til 10 meter høje, stejle, vestvendte kystskrænter. Området er af største botaniske betydning, idet det rummer fire rødlistearter: Strand-Nellike, Mat-Potentil, Grenet Edderkopurt og Knop-Nellike, samt yderligere 18 sjældne og halvsjældne plantearter.

#### *Den beregnede kvælstofbelastning*

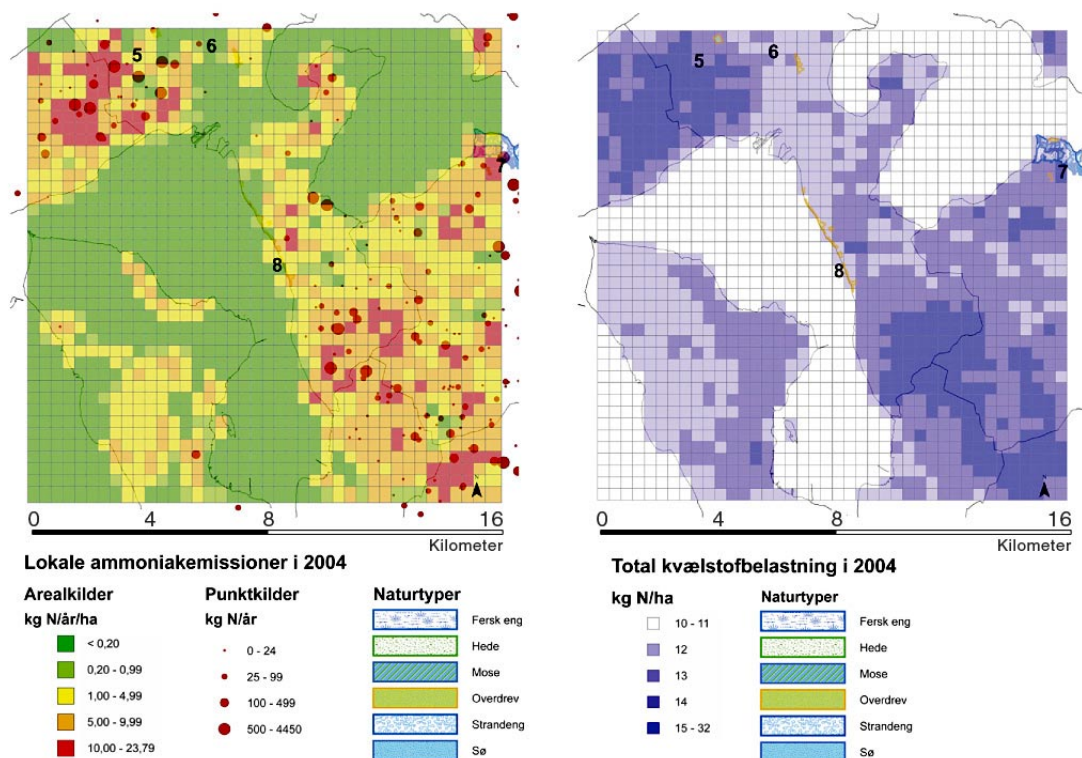
Figur 6.8a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.8b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.8 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.

Den samlede afsætning er på ca. 11-13 kg N/ha/år i 2004. Området afgrænses mod vest af Roskilde Fjord og mod øst grænser området, hovedsageligt i den sydlige del, op mod landbrugsarealer i form af arealkilder til ammoniak. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørafsæt ammoniak ca. 1-3 kg N/ha/år hvoraf op til ca. 2 kg N/ha/år skyldes emission fra lokale landbrugskilder. De resterende ca. 12 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

#### *Overskridelse af tålegrænser*

Området domineres af naturtypen overdrev på kalkholdig bund med et generelt tålegrænseinterval på 15-25 kg N/ha/år. Dette interval er ifølge beregningerne for 2004 overholdt med den samlede kvælstofbelastning på ca. 11-13 kg N/ha.





**Figur 6.8** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 8, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 8, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

**Tabel 6.8** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 8, overdrevsskrænter langs Roskilde Fjord, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrenser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrenseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev (kalkholdigt)	15-25 kg N/ha/år	Op til ca. 1-3 kg N/ha/år heraf op til ca. 2 kg fra lokale landbrugs-kilder	Ca. 3 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 11-13 kg N/ha/år

### 6.1.9 Naturområde 9: Børstingerød Mose

Området med Børstingerød Mose nær Lillerød indeholder naturtyperne mose og fersk eng, blandt andet med overgangsrigkær. Langs søbredder og stier er fattigbundsarter hyppige. Hist og her findes Sphagnum sp. og Rundbladet Soldug. Der forekommer yderligere en række sjældne og halvsjældne plantearter, blandt andet Butfinnet Mangeløv, Finbladet Mangeløv, Forlænget Star, Gul Star, Knoldet Mjødurt og Rank Vinterkarse.

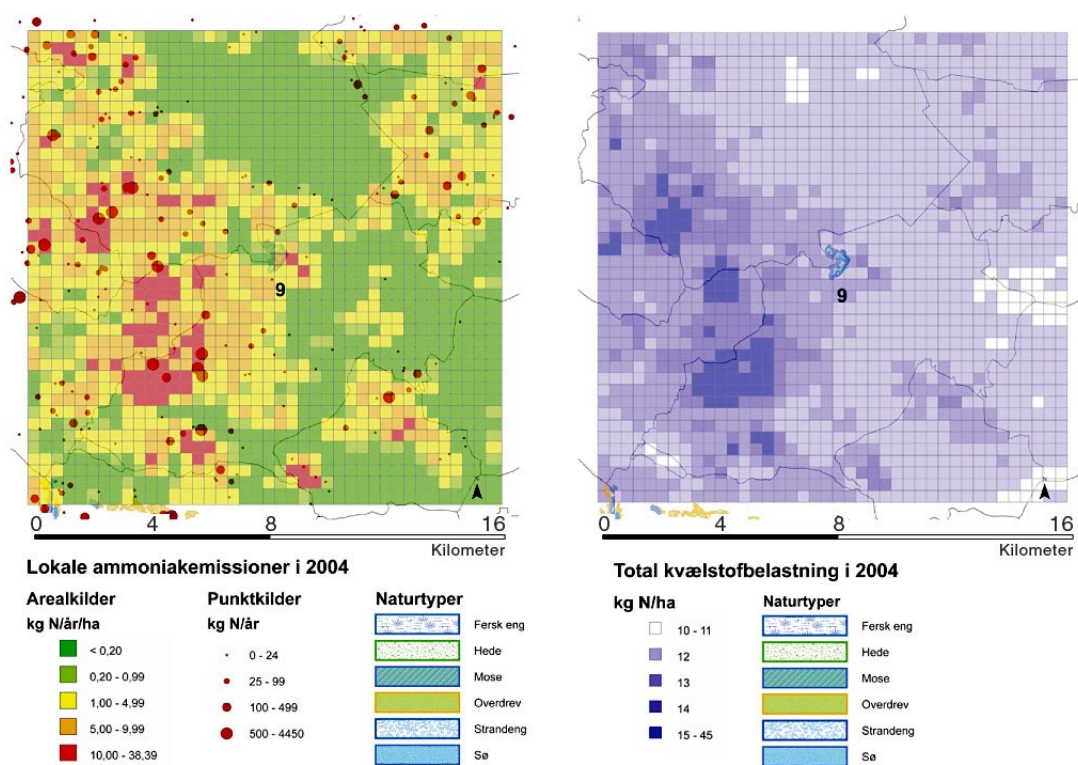
#### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.9a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.9b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.9 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.

Den samlede afsætning er på ca. 11-13 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørøfsat ammoniak ca. 1-3 kg N/ha/år hvoraf op til ca. 2 kg N/ha/år skyldes lokale landbrugs-kilder. De resterende ca. 12 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

#### Overskridelse af tålegrænser

Området domineres af naturtyperne fersk eng og mose, herunder bl.a. overgangsrigkær med et generelt tålegrænseinterval indenfor 15-25 kg N/ha/år. Dette interval er ifølge beregningerne for 2004 overholdt med den samlede kvælstofbelastning på ca. 11-13 kg N/ha. Det største bidrag fra lokale kilder ses i den centrale del af området mod øst, hvor der ifl. emissionsdata for 2004 er de største emissioner af ammoniak fra areal-kilder.



**Figur 6.9** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 9, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 9, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.



**Tabel 6.9** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 9, Børstingrød Mose, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

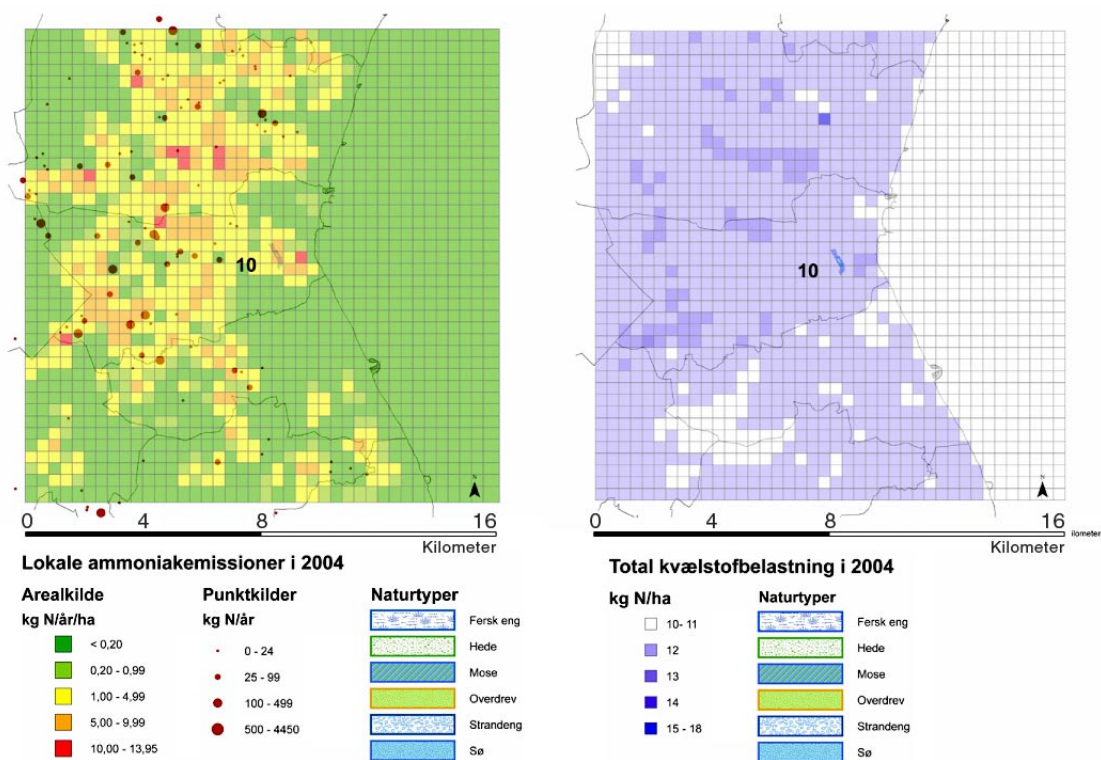
Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Mose og fersk eng	15-25 kg N/ha/år	Op til ca. 1-3 kg N/ha/år heraf op til ca. 2 kg fra lokale landbrugs-kilder	Ca. 4 kg N/ha/år	Ca. 6 kg N/ha/år	Ca. 11-13 kg N/ha/år

### 6.1.10 Naturområde 10: Vådområder ved Usserød Å

Disse vådområder indeholder naturtyperne ferske enge og moser, bl.a. med ekstremrigkær, som kun findes på særligt kalkrig bund. Det er en botanisk værdifuld lokalitet med forekomst af en række naturtypekarakteristiske og halvsjældne plantearter, eksempelvis Vinget Perikon, Dunet Vejbred, Trævlekrone, Smalbladet Kæruld, Eng-Kabbeleje og Tyk-akset Star samt Tue-Star, der er sjælden og rødlistet.

#### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.10a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.10b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.10 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.



**Figur 6.10** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 10, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 10, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

Den samlede afsætning er på ca. 11-12 kg N/ha/år i 2004. Som det ses på kortet over lokale kilder er området lokaliseret i et område uden store husdyrbrug, men grænsende op til flere arealkilder. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørafsæt ammoniak ca. 1-2 kg N/ha/år hvoraf op til 1 kg N/ha/år kan tilskrives emission fra de lokale arealkilder til ammoniak. De resterende ca. 11 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

#### *Overskridelse af tålegrænser*

Området domineres af naturtyperne fersk eng og mose, herunder et mindre område med ekstremrigkær. De generelle tålegrænseintervaller er indenfor 15-25 kg N/ha/år, dog kun 10-15 kg N/ha/år for ekstremrigkær. Ifølge beregningerne for 2004 er den samlede kvælstofbelastning på ca. 11-12 kg N/ha hvilket betyder at intervallet er overholdt for området med fersk eng/mose, mens den nedre grænse er overskredet for området med ekstremrigkær.

**Tabel 6.10** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 10, vådområde ved Usserød Å, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseintervall	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Mose, fersk eng og lille område med ekstremrigkær	10-25 kg N/ha/år	Op til ca. 1-2 kg N/ha/år heraf op til ca. 1 kg fra lokale landbrugskilder	Ca. 4 kg N/ha/år	Ca. 6 kg N/ha/år	Ca. 11-12 kg N/ha/år

#### **6.1.11 Naturområde 11: Overdrev, moser og strandenge ved Skuldelev**

Naturområde 11 består af flere mindre naturområder der bl.a. afgrænses af Roskilde Fjord mod øst.

Hovenge: Moser blandt andet med overgangsrigkær, væld og en mængde småvandhuller. Udover en lang række naturtypekarakteristiske plantearter vokser der i området halvsjældne plantearter som f.eks. Gul Frøstjerne og Trenervet Snerre.

Duemose: Partier med overgangsrigkær med blandt andet Kødfarvet Gøgeurt.

Koholm Mose: Strandenge og ekstremrigkær langs Roskilde Fjord, Skuldelev Strand:

Ekstremrigkæret Svineholm indeholder en særdeles artsrig og værdifuld vegetation; her findes amtets eneste bestand af den meget sjældne orkidé Mygblomst samt en lang række naturtypekarakteristiske, halvsjældne og sjældne plantearter, eksempelvis Leverurt, Maj-Gøgeurt, kødfarvet Gøgeurt, Butblomstret Siv, Eng-Troldurt, Fåblomstret Kogleaks, Klæg-Siv, Krognæb-Star, Skede-Star, Merian og Samel.

Overdrev på Skuldelev Ås: Den midterste del af åsen indeholder et overdrevsparti ved skræntfoden. Åsens vestside er blandt andet voksested for de halvsjældne plantearter Knoldet Mjødurt, Lav Tidsel, Soløje og Stivhåret Borst; på åsens østside vokser blandt andet de halvsjældne

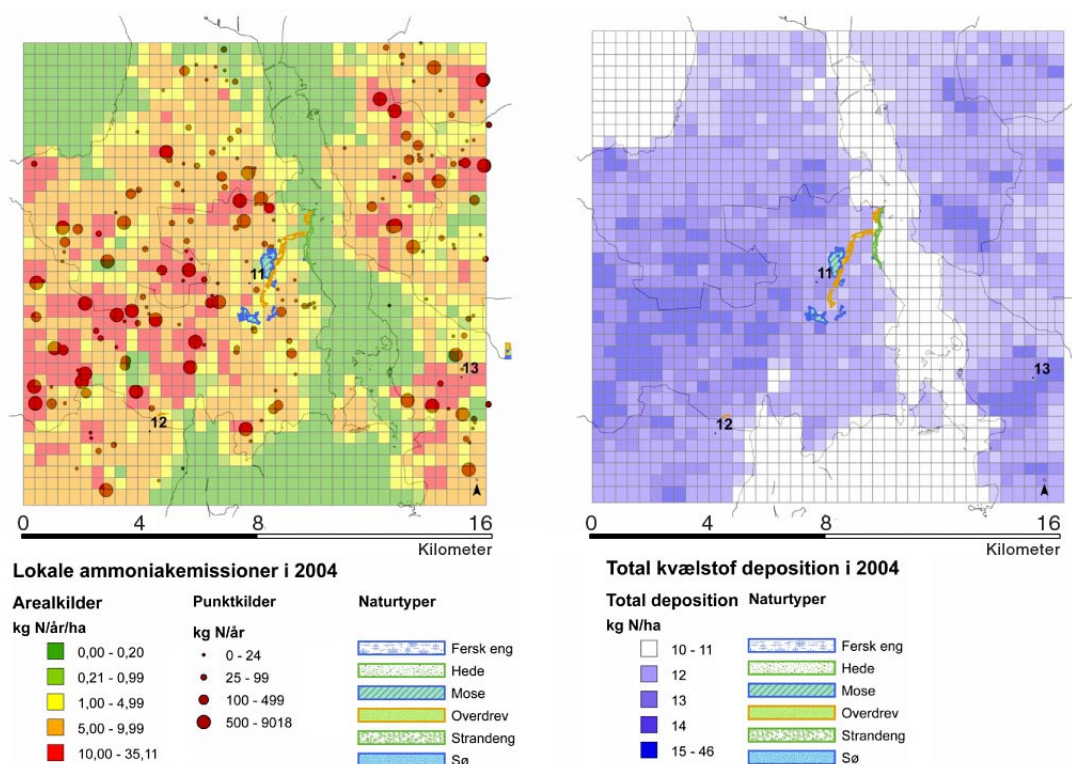
plantearter Håret Viol, Knoldet Mjødurt, Lav Tidsel, Dunet Gedeblad, Dunet Vejbred, Soløje, Stivhåret Kalkkarse og Vår-Star samt de sjældne Finger-Lærkespore, Ægbladet Fliglæbe og Mat Potentil.

Den sydlige del af åsen rummer overdrev med en værdifuld artsrig vegetation med en lang række sjældne og halvsjældne plantearter, blandt andet Blodstillende Bibernelle, Due-Skabiose, Blodrød Storkenæb, Dunet Vejbred, Håret Viol, Knoldet Mjødurt, Langklaset Vikke, Lav Tidsel, Mat Potentil, Merian, Mark-Tusindgylden, Smalbladet Klokke, Soløje, Tjære-nellike, Trekløft-Stenbræk og Vår-Star.

Allersydligst findes botanisk værdifulde overdrev på grusgravsskrænter, blandt andet med de halvsjældne plantearter Gul Anemone, Knoldet Mjødurt og Merian.

#### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.11a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.11b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.11 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.



**Figur 6.11** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 11, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 11, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

Den samlede afsætning er på ca. 11-14 kg N/ha/år i 2004. Flere af de mindre naturområder inkluderet i lokalitet 11 grænser op til arealkilder til ammoniak og/eller er lokaliseret tæt på mindre gårde. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tøraftsat ammoniak ca. 1-3 kg N/ha/år hvoraf op til 3 kg N/ha/år kan tilskrives emission fra de lokale arealkilder til ammoniak. De resterende ca. 11 kg N/ha/år skyldes

dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

#### *Overskridelse af tålegrænser*

Langs Roskilde Fjord er området domineret af naturtyperne strandeng og ekstremrigkær med generelle tålegrænseintervaller på hhv. 30-40 og 10-15 kg N/ha/år. Pga. placeringen i forhold til fjorden og de lokale ammoniakilder er belastningen (ca. 11 kg N/ha/år) lavest i dette område og dermed under den nedre grænse af intervallet for strandeng og netop overskredet for ekstremrigkær i 2004. Områderne med overgangsrigkær ved bl.a. Duemose med tålegrænser indenfor 15-25 kg N/ha/år er ifl. beregningerne også belastet under den nedre grænse i 2004. Skuldelev Ås består hovedsageligt af kalkoverdrev med et tålegrænseinterval på ca. 15-25 kg N/ha/år. I den nordlige del findes dog også et mindre område med surt overdrev hvor den nedre grænse af tålegrænseintervallet på 10-20 kg N/ha er overskredet med op til 2 kg N/ha, hvoraf lokale arealkilder bidrager med under 1 kg N/ha dette år.

**Tabel 6.11** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 11, overdrev, moser og strandenge ved Skuldelev, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev, mose og strandeng	10-25 kg N/ha/år	Op til ca. 1-4 kg N/ha/år heraf op til ca. 3 kg fra lokale landbrugskilder	Ca. 3 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 11-14 kg N/ha/år

#### **6.1.12 Naturområde 12: Asbakke**

Naturområdet syd for Skibby består af åsskrænter med værdifuld overdrevsvegetation – dog under kraftig tilgroning med træer og buske. Området er af største botaniske betydning pga. forekomsten af de rødlistede, sjældne arter Lyng-Silke, Skov-Kløver og Mat Potentil samt pga. forekomsten af halvsjældne arter som Soløje, Due-Skabiose, Tjærenelike, Glat Rottehale, Nikkende Limurt, Nikkende Kobjælde, Blodrød Storke-næb og Knoldet Mjødurt.

#### *Den beregnede kvælstofbelastning*

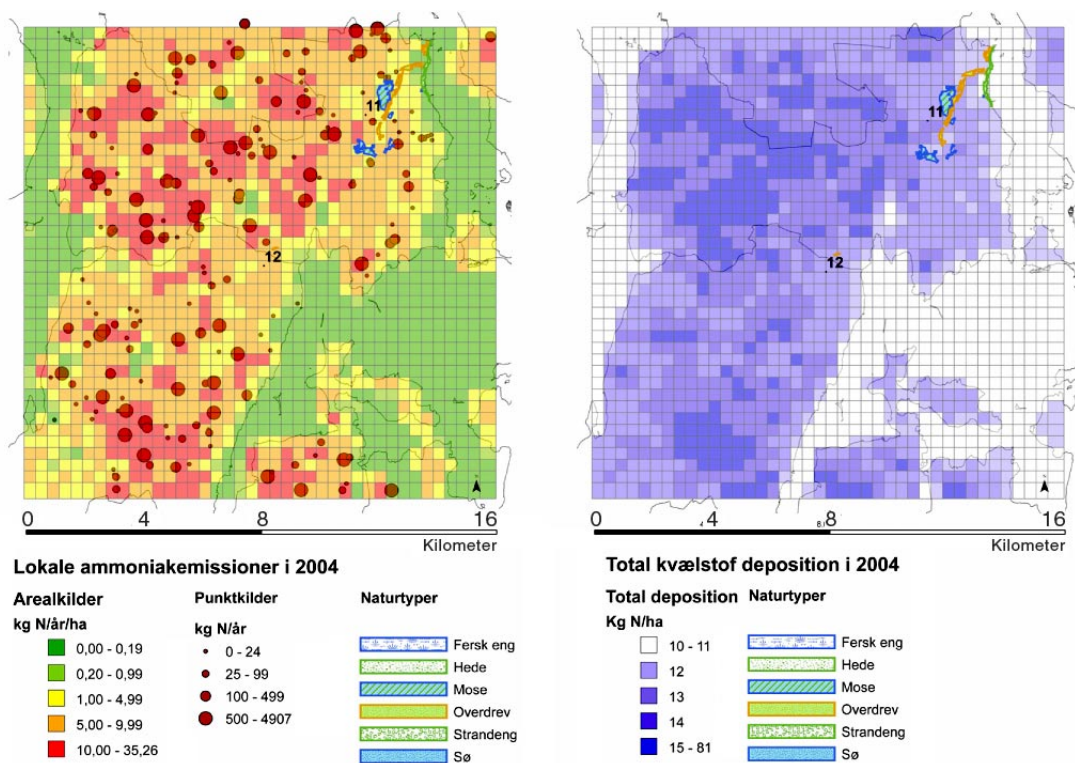
Figur 6.12a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.12b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.12 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.

Den samlede afsætning er på ca. 13 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørafsæt ammoniak ca. 2-3 kg N/ha/år hvoraf op til 2 kg N/ha/år hovedsageligt kan tilskrives de lokale arealkilder, der omkranser det lille naturområde. De resterende ca. 11 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.



### Overskridelse af tålegrænser

Det formodes at den dominerende naturtype er kalkoverdrev med et generelt tålegrænseinterval på 15-25 kg N/ha/år. Den samlede afsætning af atmosfærisk kvælstof er for 2004 beregnet til at være under den nedre grænse i dette interval. Yderligere data er dog nødvendige for at fastslå om artsrigdommen og forekomsten af flere rødlistede sjældne arter kan bibeholdes under denne belastning fremover. Undersøgelser lavet af amtet viser at området nu er under kraftig tilgroning med træer og buske.



**Figur 6.12** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 12, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 12, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

**Tabel 6.12** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 12, Åsbakke, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev	15-25 kg N/ha/år	Ca. 2-3 kg N/ha/år heraf op til ca. 2 kg fra lokale landbrugs-kilder	Ca. 3 kg N/ha/år	Ca. 7 kg N/ha/år	Ca. 13 kg N/ha/år

### 6.1.13 Naturområde 13: Overdrev og natureng syd for Lille Kildebæk langs Værebros Å

Naturområde 13 er lokaliseret langs Værebros Å, få kilometer øst for Jyllinge. Dette overdrev er kuperet og stedvis stærkt tuet; er blandt andet voksested for Lav Tidsel, Dunet Vejbred, Vår-Potentil og Stivhåret Kalkarse. På naturengen vokser blandt andet Gul Frøstjerne. Området er levested for Stor og Lille Vandsalamander, But- og Spidssnudet Frø, Løgfros samt sjældne vandbillearter.

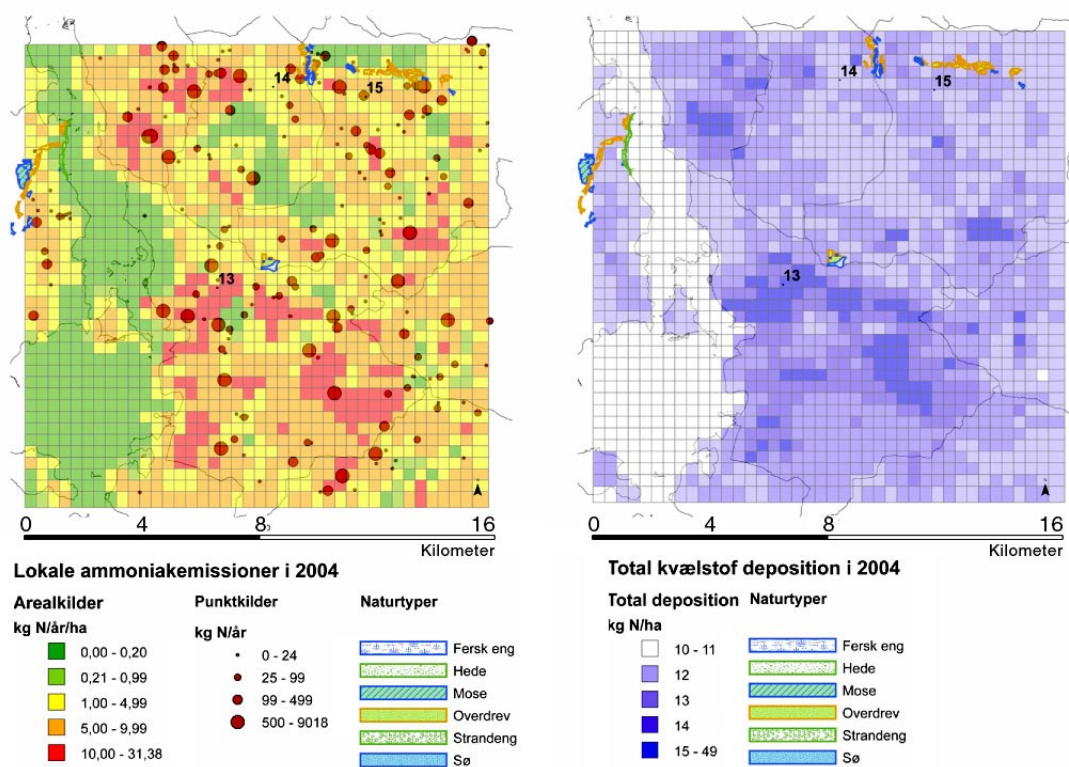
### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.13a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.13b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.13 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.

Den samlede afsætning er på ca. 11-13 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørafsæt ammoniak ca. 2-3 kg N/ha/år. Heraf bidrager landbrugskilder indenfor området med op til 2 kg N/ha/år. De resterende ca. 11 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

### Overskridelse af tålegrænser

Naturtypen overdrev har et generelt tålegrænseinterval på 10-25 kg N/ha/år. Den samlede afsætning af atmosfærisk kvælstof er for 2004 beregnet til at være under den øvre tålegrænse, mens der ses en overskridelse af den nedre grænse. Der er ikke store ammoniakkilder helt tæt på området, men generelt bidrager de lokale arealkilder og punktkilder indenfor ca. 1 km med 1-2 kg N/ha/år.



**Figur 6.13** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 13, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 13, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

**Table 6.13** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 13, overdrev og natureng syd for Lille Kildebæk, opdelt på tør-afsat ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tør-afsat og samlet vådafsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tør-afsat ammoniak	Øvrig tør-afsat	Vådafsat kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev	10-25 Kg N/ha/år	Op til ca. 3 kg N/ha/år heraf ca. 1-2 kg fra lokale landbrugskilder	Ca. 4 kg N/ha/år	Ca. 6 kg N/ha/år	Ca. 11-13 kg N/ha/år

#### 6.1.14 Naturområde 14: Overdrev og vådområder ved Sperrestrup

Overdrevsvegetationen forekommer på bakker og skrænter langs dalstrøget omkring Sperrestrup Å, nordøst for Ølstykke. Området rummer voksesteder for en række naturtypekarakteristiske plantearter samt den halvsjældne art Stivhåret Borst. Den vestlige del af området indeholder stejle overdrevsskrænter der er meget smukt beliggende. De indeholder ligeledes en række karakteristiske overdrevsarter.

Vådområderne, beliggende i den sydlige del af ådalen, består af arealer med natureng, knoldkær og vældeng; her findes voksesteder for de sjældne plantearter Kær-Fnokurt (rødlistet) og Kødfarvet Gøgeurt, samt den halvsjældne art Knude-Firling.

I den nordlige del af området ligger artsrige overgangsrigkær med storstjarsamfund domineret af Top-Star og Stiv Star - stedvis med meget artsrige partier med ekstremrigkær-præg. På lidt mere tør bund findes bl.a. Blåtop, Kødfarvet Gøgeurt, Maj-Gøgeurt. Tillige er områderne voksested for de halvsjældne plantearter Lancetbladet Høgeurt, Krognæb-Star, Trindstænglet Star, Vinget Perikon, Tvebo Baldrian, Trenervet Snerre samt den sjældne art Vibefedt.

##### *Den beregnede kvælstofbelastning*

Figur 6.14a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.14b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.14 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.

Den samlede afsætning er på ca. 12-14 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tør-afsat ammoniak ca. 3 kg N/ha/år hvoraf op til 2 kg N/ha/år kan tilskrives de lokale ammoniak-kilder. De resterende ca. 12 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.

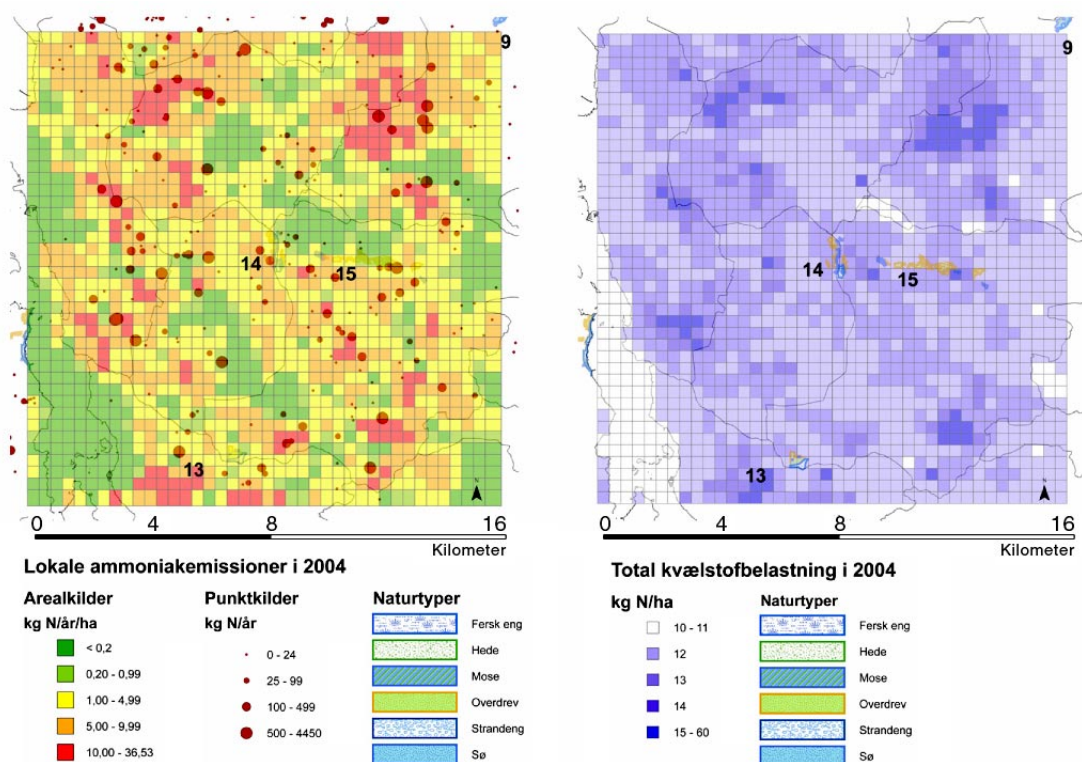
##### *Overskridelse af tålegrænser*

Kalkoverdrev har et generelt tålegrænseinterval på 15-25 kg N/ha/år. Den samlede afsætning af atmosfærisk kvælstof er for 2004 beregnet til at være under både den øvre og nedre grænse i intervallet. På basis af de eksisterende oplysninger er det svært at fastslå tålegrænse niveauet for vådområderne i den sydlige del af ådalen. Men området består bl.a. af arealer med natureng og tålegrænse intervallet for fersk natureng er sat til 10-17 kg N/ha/år. Den årlige belastning på 11-14 kg N/ha vil derfor



medføre en overskridelse af den nedre tålegrænse for denne naturtype. I den nordlige del af området med ekstremrigkær-præg vil tålegrænse intervallet være 10-15 kg N/ha/år, hvilket betyder at den nedre grænse her er overskredet med et par kg N/ha/år.

Der er ikke store ammoniakkilder helt tæt på området, men generelt bidrager de lokale arealkilder og punktkilder indenfor ca. 1 km med 1-2 kg N/ha/år.



**Figur 6.14** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 14, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 14, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

**Tablet 6.14** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 14, overdrev og vådområder ved Sperrestrup, opdelt på tør afsat ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tør afsætning og samlet våd afsætning af kvælstofholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tør afsat ammoniak	Øvrig tør afsætning	Våd afsat kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev og overgangsrigrkær	10-25 kg N/ha/år	Op til ca. 3 kg N/ha/år heraf ca. 1-2 kg fra lokale landbrugskilder	Ca. 4 kg N/ha/år	Ca. 6 kg N/ha/år	Ca. 11-14 kg N/ha/år

### 6.1.15 Naturområde 15: Overdrev syd for Ganløse Eged

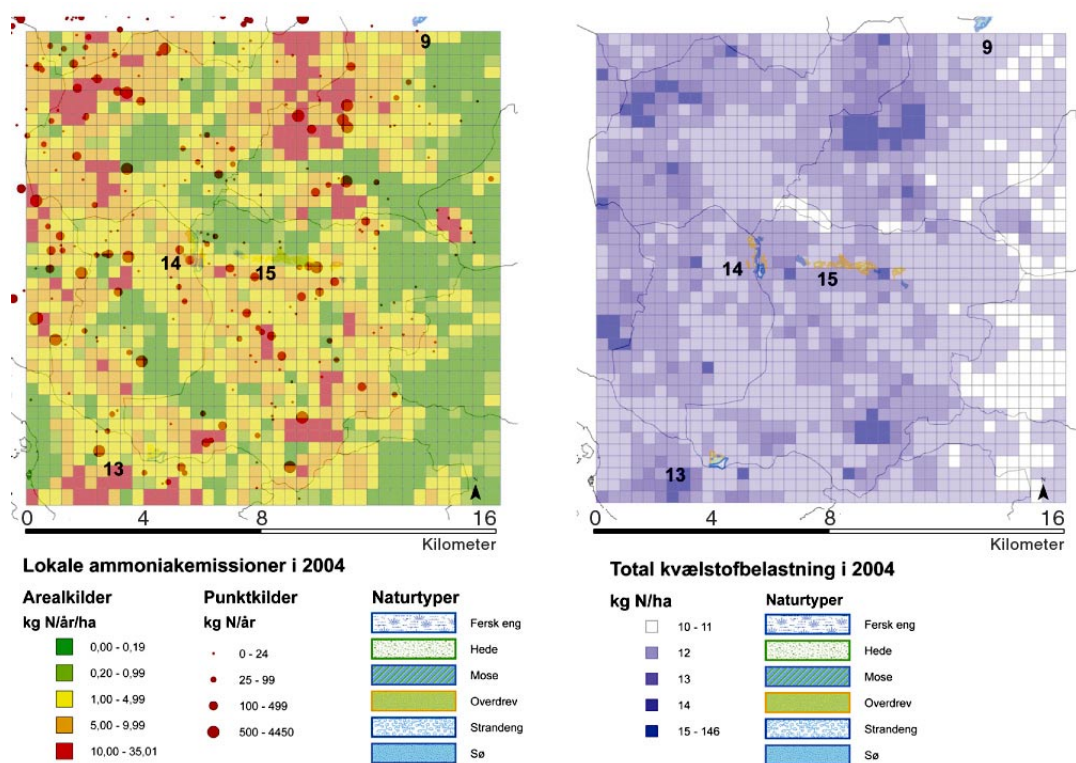
Smukke overdrevsbakker med stejle skrænter mod N, S, Ø og V og en særdeles artsrig vegetation. I lavningen findes engpartier samt større og mindre damme og derudover spredte buske. På skrænterne ses bl.a. de sjældne plantearter Due-Skabiose og Vellugtende Agermåne samt de halvsjældne arter Dunet Vejbred, Grådodder, Knoldet Mjødur, Kortstillet Filt-Rose, Æblerose, Lancetbladet Høgeurt, Lav Tidsel, Merian, Stribet Kløver og Mark-Tusindgylden.

I den vestlige del af lokaliteten findes et område med overgangsrigkær og gamle tørvegrave. Området er voksested for blandt andet den halv-sjældne plantearart Tråd-Star.

#### Den beregnede kvælstofbelastning

Figur 6.15a viser emissionsopgørelsen med placering og størrelse af punkt- og arealkilder forbundet med landbrugsbedrifter i området på 16 km x 16 km centreret omkring naturområdet. Opgørelsen er brugt som basis for lokal-skala beregningen. På figur 6.15b ses den samlede afsætning af kvælstof til området. I tabel 6.15 er afsætningen opdelt på de enkelte komponenter i beregningen.

Den samlede afsætning er på ca. 12-15 kg N/ha/år i 2004. Ifølge beregningerne med DAMOS systemet udgør andelen af tørfaft ammoniak ca. 5 kg N/ha/år hvoraf 1-4 kg N/ha/år kan tilskrives de lokale ammoniak-kilder alt efter hvor tæt naturområdet er på disse kilder. De resterende ca. 11 kg N/ha/år skyldes dermed ammoniak og kvælstofoxider emitteret udenfor området på 16 km x 16 km, hvoraf en stor del er langtransporteret. Bidraget fra lokale kilder til kvælstofoxider er minimalt.



**Figur 6.15** (a) Den lokale emissionsopgørelse for naturområde 15, opdelt på hhv. areal- og punktkilder relateret til lokale husdyrbrug. (b) Den totale kvælstofbelastning af område 15, som beregnet med DAMOS systemet for 2004.

#### Overskridelse af tålegrænser

Overdrev på sur bund har et generelt tålegrænseinterval på 10-25 kg N/ha/år. Den nedre grænse er altså lige overskredet pga. belastningen fra ikke-lokale kvælstofkilder. Området med overgangsrigkær er mindre følsomt med et tålegrænseinterval på 15-25 kg N/ha/år. Størst belastning med atmosfærisk kvælstof ses ifl. beregningen ved det østlige kant af området, hvor et par gårdanlæg og dermed punktkilder til ammoniak er lokaliseret.

**Tabel 6.15** Den beregnede kvælstofbelastning af naturområde 15, overdrev syd for Ganløse Eged, opdelt på tørafsæt ammoniak (beregnet med OML-DEP), samt øvrig tørafsætning og samlet vådafsætning af kvælstoffholdige stoffer beregnet med DEHM. Den samlede afsætning kan sammenholdes med de angivne tålegrænser for de dominerende naturtyper i området.

Dominerende naturtyper i området	Tålegrænseinterval	Tørafsæt ammoniak	Øvrig tørafsætning	Vådafsæt kvælstof	Samlet afsætning
Overdrev	10-25 kg N/ha/år	Op til ca. 5 kg N/ha/år heraf op til ca. 1-4 kg fra lokale landbrugs-kilder	Ca. 4 kg N/ha/år	Ca. 6 kg N/ha/år	Ca. 12-15 kg N/ha/år

## 6.2 Bidraget fra lokale industrikilder

### 6.2.1 Industrikilde til ammoniak

Haldor Topsøe A/S i Frederikssund producerer og udvikler katalysatorer hvorved der bl.a. emitteres ammoniak. Ifølge EPER (the European Pollutant Emission Register) var Haldor Topsøe i 2001 den femte største registrerede emissionskilde for ammoniak i Danmark med en årlig emission på ca. 71 tons NH<sub>3</sub> (dvs. ca. 59 tons N). Haldor Topsøe udgør altså den største punktkilde i amtet som potentielt kan have betydning for den lokale afsætning af ammoniak til naturen. På baggrund af oplysninger om emissionen af ammoniak (kilde: [www.eper.cec.eu.int](http://www.eper.cec.eu.int)) og oplysninger fra Frederiksborg Amt om skorstenshøjder, bygningshøjde mm (se tabel 6.16) er spredningen af ammoniak omkring kilden bestemt. Det antages her at emissionen er konstant henover året og ikke varierer med ugedagen eller henover døgnet. Beregningerne er udført med OML-DEP på basis af meteorologiske data for området udtrukket fra vejrmodellen MM5.

**Tabel 6.16** Kildeparametre anvendt til OML-DEP beregninger for Haldor Topsøe A/S i Frederikssund. Baseret på oplysninger fra amtet og EPER.

Virksomhed		Skorstenshøjde	Bygningshøjde	Flow	NH <sub>3</sub> Emission
Haldor Topsøe A/S	Linderupvej 2, Frederikssund	46 m	14 m	26,24 Nm <sup>3</sup> /s	34018 kg N/år
		21,5 m	12 m	19,40 Nm <sup>3</sup> /s	24482 kg N/år

Den beregnede årlige afsætning af ammoniak er mellem ca. 1-3 kg N/ha/år indenfor en radius på ca. 500 m fra virksomheden, med de største afsætninger nedstrøms fra kilden. Den vestlige vindretning var dominerende ved denne lokalitet i 2004 og størst afsætning ses derfor i området øst for virksomheden. I en afstand på ca. 1 km er afsætningen ifølge beregningen maksimalt 2 kg N/ha/år mens den i en afstand på 2 km er under 1 kg N/ha/år. Denne beregning er også behæftet med en usikkerhed på ca. 50 %.

Disse resultater indikerer altså at Haldor Topsøe bidrager væsentligt til den lokale kvælstofbelastning også i sammenligning med det generelle bidrag fra landbrugsbedrifterne. Virksomheden er dog lokaliseret minimum 5-6 km fra de 15 udvalgte naturområder og har derfor ingen betydning for den samlede kvælstofbelastning af disse kvælstoffølsomme områder. Det skal dog bemærkes at der indenfor en afstand af under 100 m fra virksomheden ligger et meget værdifuldt strandengareal med højeste botaniske værdisætning på 1 (på en skala fra 1 til 4); indenfor en af-

stand af henholdsvis under 500 m og under 700 m ligger et overdrev med værdisætning 2 og et overdrev med værdisætning 1.

Generelt viser denne beregning at industrielle kilder der har en stor emission af ammoniak bør medtages når den lokale belastning af et naturområde vurderes. I forhold til antallet af landbrugsbedrifter er der dog ikke mange industrikilder til ammoniak.

### 6.2.2 Industrikilder til kvælstofoxider

I Frederiksborg Amt findes der flere kraftvarmeværker og industrivirksomheder, som emitterer bl.a. kvælstofoxider, også kaldet NO<sub>x</sub>'er (summen af NO og NO<sub>2</sub>). Som tidligere beskrevet afsættes NO<sub>x</sub>'erne relativt langsomt ved tørafsætning og de kan dermed transporteres over store afstande. Emissionsopgørelsen der anvendes i den regionale model inkluderer bidraget fra denne type kilder og de er dermed medtaget i beregningen af det regionale bidrag. Det antages derfor normalt at man med rimelighed kan se bort fra det lokale bidrag fra denne typer kilder.

For at illustrere betydningen af afsætningen af kvælstof i lokalområdet omkring en væsentligt NO<sub>x</sub> kilde har vi som eksempel foretaget en forsimplet beregning for to kraftvarmeværker i hhv. Helsingør og Hillerød. Ud fra oplysninger om skorstenshøjde mm og antagelse om standardparametre som temperatur af røggas samt emission (se tabel 6.17) er spredningen af NO<sub>x</sub> i et 16 km x 16 km område centreret omkring hvert kraftvarmeværke beregnet med spredningsmodellen OML-Multi. De meteorologiske data til koncentrationsberegningerne er som for de øvrige beregninger med lokal-skala modellen udtrukket fra MM5 vejrmodellen for de to lokaliteter for året 2004.

Det antages at den emitterede NO<sub>x</sub> hurtigt omdannes til NO<sub>2</sub> og der ses således bort fra NO. Under typiske atmosfæriske forhold er tørafsætningshastigheden af NO<sub>2</sub> ca. 0,4 cm/sek (*Asman et al., 1994*). På basis af koncentrationsfordelingen og denne afsætningshastighed for NO<sub>2</sub> er afsætningen af kvælstof omkring de to virksomheder estimeret. Dels fordi afsætningshastigheden for NO<sub>2</sub> er større end for NO og dels fordi der i koncentrationsberegningerne ses bort fra fjernelse som følge af deposition giver denne beregning et konservativt "wost case" estimat af kvælstofbelastningen omkring de to emissionskilder. I realiteten vil luftkoncentrationerne være mindre nedstrøms fra de to anlæg som følge af tørafsætning af kvælstofdioxid under transporten.

#### *Den beregnede afsætning*

Beregningerne viser at den maksimale årlige afsætning af kvælstofdioxid omkring de to virksomheder ligger på mellem ca. 0,5-1 kg N/ha indenfor 1-2 km og nedstrøms fra de to værker. Belastningen er størst tæt på Helsingør Kraftvarmeværk som har den største årlige emission. Ingen af naturområderne er dog indenfor denne afstand af disse to kraftvarmeværker. På basis af den generelle modelusikkerhed, samt antagelserne om afsætningen vurderes usikkerheden ligeledes at være omkring 50 % i disse beregninger.

Imidlertid viser beregningerne at man bør være opmærksom på de industrielle kilder til kvælstof, såfremt de ligger tæt på naturområder, hvor de således potentielt kan udgøre et problem. Dette vil specielt være tilfældet hvis der ligeledes er landbrugskilder i lokalområdet.

**Tabel 6.17** Kildeparametre anvendt til OML-Multi beregninger for to virksomheder i Frederiksborg Amt. Baseret på oplysninger fra amtet. I begge tilfælde antages temperaturen af røggassen at være på 100 °C.

Virksomhed		Skorstenshøjde	Bygningshøjde	Flow	NOx emission
Helsingør Kraftvarmeværk	Energivej 19, Helsingør	50 m	32 m	100 Nm <sup>3</sup> /s	317 ton/år
Hillerød Kraftvarmeværk	Hestehavevej, Hillerød	35 m	25 m	156 Nm <sup>3</sup> /s	207 ton/år

### 6.3 Sammenfatning

De detaljerede beregninger for de 15 naturområder i Frederiksborg Amt er i de foregående afsnit sammenholdt med de generelle tålegrænseintervaller for naturtyperne der indgår i områderne. I det følgende gives en kort sammenfatning af resultaterne, set i lyset af bl.a. tålegrænsebegrebet (kapitel 3) og den forventede udviklingstendens af belastningen (kapitel 4).

#### Overskridelser af tålegrænsen

I tabel 6.18 er de dominerende naturtyper for områderne angivet. Samtidig er det angivet om og evt. hvor meget henholdsvis den nedre og øvre grænse i tålegrænseintervallet er overskredet. Bemærk at de fleste naturområder indeholder flere naturtyper med forskellige tålegrænser. I tabellen er det samlede interval angivet. I de foregående afsnit er overskridelserne gennemgået for hver naturtype, hvor det var muligt. I sidste kolonne i tabellen er det estimerede bidrag til belastningen pga. lokale landbrugskilder angivet.

Som det ses i tabel 6.18 er der for ingen af de 15 naturområder fundet overskridelser af den øvre grænse i tålegrænseintervallet. For 11 af områderne er den nedre grænse på enten 10 kg N/ha/år eller 15 kg N/ha/år overskredet med mellem 1-5 kg N/ha/år i 2004 for en eller flere af naturtyperne i områderne. Disse resultater skal ses i lyset af den samlede usikkerhed på beregningerne er ca. 50 %, hvilket betyder at det reelle interval kan være mellem 0,5 og 10 kg N/ha/år.

En overskridelse af den nedre tålegrænse for et område betyder at naturtyperne ikke er fuldt beskyttede mod ændringer af artssammensætningen som følge af kvælstofbelastningen. Der er altså en reel risiko for at artsrigdommen reduceres, og at en del af de sjældne arter der i dag ses i områderne vil forsvinde (udkonkurreres af mere kvælstoftolerante og almindeligt forekommende arter). Det er vigtigt at bemærke, at for et område hvor tålegrænsen er overskredet, er forringelsen af området ikke nødvendigvis synlig på nuværende tidspunkt. Der kan være betydelige tidsforskydninger mellem påvirkning og effekt, og derfor vil forringelsen af området måske først være tydelig efter en længere årrække.

Her er anvendt de generelle meget brede tålegrænseintervaller, idet der ikke foreligger en mere detaljeret kortlægning af tålegrænser for de specifikke naturområder i amtet. Som beskrevet i kapitel 3, vil tålegrænsen for et specifikt område afhænge af lokale forhold samt bevaringsstatus og målsætning for området. Der vil nemlig typisk være stor forskel på den grænse som beskytter de mest følsomme arter og den grænse som sikrer en bevarelse af områdets overordnede funktion. For områder hvor

der udføres pleje, vil tålegrænsen også være en anden pga. fjernelsen af kvælstof. Det må anbefales af amtet på basis af denne kortlægning af kvælstofbelastningen og den eksisterende viden om naturområderne fastsætter en målsætning for hvert enkelt naturområde. Målsætningen skal bl.a. ses i lyset af hvilken artsrigdom, der ønskes bevaret for fremtiden. Naturområderne som f.eks. overdrev ved Toftevang (lokalitet 5), området omkring Lille Lyngby Mose, Vittenbjerg, Holmhøj Bredhøj (lokalitet 7), vådområder ved Usserød Å (lokalitet 10), overdrev og vådområder ved Sperrestrup (lokalitet 14), overdrev syd for Ganløse Eged er af amtet opgivet som områder af største botaniske betydning pga. forekomsten af sjældne arter, herunder visse rødlistede arter.

Det er ikke muligt at opstille sikre sammenhænge mellem belastningens størrelse og natur- og miljøeffekter. Men for mange naturtyper forventes der ikke effekter for belastninger under tålegrænsen, medens risikoen for (irreversible) skader på naturområderne stiger med størrelsen og varigheden af en overskridelse af tålegrænsen (Bak et al. 1999). Den største sikre miljøeffekt vil derfor kunne opnås, hvor belastningen kan reduceres til et niveau under tålegrænsen.

Det anbefales dernæst at amtet gennemfører detaljerede bestemmelser af tålegrænseniveauerne for alle naturområderne eller evt. fokuserer på områder med højeste målsætning. Dette kan gøres på basis af kortlægningen af kvælstofbelastningen, samt lokale data og f.eks. oplysninger om andre tilførsler af næringsstoffer. En detaljeret kortlægning af tålegrænser vil gøre det muligt at vurdere hvilke områder der kræver en særlig indsats. Dermed kan indsatsen målrettes mod de områder, hvor man opnår størst mulig effekt af indgrebene (se ovenfor).

Der er udført beregninger af kvælstofbelastningen omkring tre industrielle virksomheder i amtet. Ingen af de udvalgte naturområder påvirkes af disse virksomheder, men denne type kilder kan potentielt have betydning for kvælstoffølsomme naturområder i lokalområdet.

### **Nedbringelse af belastningen**

Som beskrevet i afsnittet om muligheder for regulering (kapitel 4) forventes det internationale og regionale bidrag til kvælstofbelastningen at falde i fremtiden. Hvis temastrategien for luftkvalitet i Europa vedtages i EU-Kommissionen og derefter udmøntes i praksis, viser modelberegninger fra DMU, at det internationale og regionale bidrag til den fremtidige kvælstofbelastning i Frederiksborg Amt formentligt vil komme ned på 7-9 kg N/ha indenfor de næste 10-15 år. Bidraget fra de lokale kilder kan dermed komme til at udgøre en større relativ andel af den samlede kvælstofbelastning.

Beregningerne for 2004 viser at den samlede belastning er på mellem 11 og 20 kg kvælstof N/ha/år. Heraf udgør det internationale og regionale bidrag fra ikke-lokale emissionskilder ca. 11-12 kg/ha/år, mens de lokale landbrugs-kilder bidrager med typisk ca. 1-2 kg N/ha/år og op til 4-8 kg N/ha/år ved enkelte af naturområderne. Ammoniakfordampning fra de lokale staldanlæg samt fra marker udgør de væsentligste lokale kilder til ammoniak og størst afsætning ses ved de områder som ligger nedstrøms fra større husdyrbrug ved de hyppigste vindretninger og/eller som grænser op til aktive landbrugsarealer.



Amtet kan anvende den detaljerede diskussion af beregningerne i afsnit 6.1.1-6.1.15, samt de lokale emissionsopgørelser i figur 6.1(a)-6.15(a) til at vurderer hvor en eventuel regulering af lokale kilder dvs. af de nærliggende husdyrbrug vil have størst effekt. Dermed kan en målrettet indsats rettes mod de bedrifter som bidrager med en kritisk belastning af konkrete naturområder frem for en generel regulering af alle amtets lokale landbrugsbedrifter.

Eksempler på tiltag der kan bidrage til at nedbringe emissionen fra de lokale kilder er listet i afsnit 4. DMU anbefaler at der foretages en forhandling med de landmænd, hvis husdyrbrug er i spil, og at der i disse forhandlinger diskuteres evt. muligheder for at nedbringe de ammoniakemissioner som ifl. denne undersøgelse har størst betydning for det lokale bidrag til belastningen. Det er vigtigt at inddrage usikkerheden på modeberegningerne i denne vurdering.

Usikkerheden på beregningen af den lokale belastning fra det enkelte husdyrbrug er således relativt stor, men beregningerne giver en rimelig god bestemmelse af hvilke lokale kilder som giver de største bidrag til belastningen. Som et eksempel viser beregningerne for naturområde 7 (Lille Lyngby Mose, Vittenbjerg, Holmhøj og Bredhøj) at, af den samlede afsætning på mellem ca. 11-20 kg N/ha/år skyldes den største afsætning et lokalbidrag på op til ca. 8 kg N/ha pga. en gård placeret centralt i området. Samtidig viser beregningerne at den sydlige del af området er udsat for en belastning på ca. 14 kg N/ha, hvoraf de lokale arealkilder (altså marker) bidrager med ca. 2 kg N/ha/år.

Strukturudvikling i dansk landbrug har igennem en meget lang periode gået imod færre og større husdyrbrug. Denne udvikling forventes at fortsætte i de kommende år (Nielsen et al., 2006), og det må ligeledes antages at ville gøre sig gældende for Frederiksborg Amt. Hvilke husdyrbrug som sammenlægges, nedlægges og evt. udvides er imidlertid ikke til at spå om. Ved ændringer i husdyrbrugene vil de lokale myndigheder (i dag amtet, men fremover kommunerne i det nuværende Frederiksborg Amt) have mulighed for at vurdere og regulere den fremtidige husdyrproduktion og deraf følgende ammoniakbelastning af lokalområdet. I forbindelse med miljøvurdering af husdyrbrug som omlægger produktionen kan reguleringen i henhold til bekendtgørelse om udpegning og administration af internationale beskyttelsesområder og beskyttelse af visse arter, naturbeskyttelseslovens § 3, samt bekendtgørelse om fredning af krybdyr, padder, fisk, hvirvelløse dyr, planter mm foretages under hensyntagen til de detaljerede målsætninger og deraf følgende tålegrænser for de enkelte naturområder.



**Table 6.18** De 15 udvalgte naturområder og de dominerende naturtyper indenfor hvert område, samt angivelse af overskridelse af hhv. nedre og øvre grænse i tålegrænseintervallerne for disse naturtyper. Estimer af bidraget fra de lokale landbrugskilder er også angivet.

Naturområde	Dominerende naturtyper i området	Overskridelse af nedre tålegrænse	Overskridelse af øvre tålegrænse	Bidrag fra lokale landbrugskilder
1. Rusland	Tør hede og surt overdrev	Ca. 2-4 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Ca. 1-3 kg N/ha/år
2. Lille Gurre Sø	Rigkær, ellesump og fersekenge	Ikke overskredet	Ikke overskredet	Ca. 1 kg N/ha/år
3. Vådområde syd for Tobro Å	Natureng, kultureng og kærpose	Ca. 1 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Ca. 1-3 kg N/ha/år
4. Ellemose og Tibirke Bakker	Overdrev og mose (bl.a. rigkær)	Op til ca. 2 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Op til ca. 2 kg N/ha/år
5. Høje/overdrev ved Toftevang	Overdrev	Ca. 2-3 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Optil ca. 1 kg N/ha/år
6. Overdrev ved Vinderød	Overdrev (kalkholdigt) og mose	Ca. 1-2 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Ca. 1 kg N/ha/år
7. Lille Lyngby Mose, Vittenbjerg, Holmhøj og Bredhøj	Overdrev, fersk eng og mose	Op til ca. 5 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Op til ca. 8 kg N/ha/år
8. Overdrevsskrænter langs Roskilde Fjord	Overdrev (kalkholdigt)	Ikke overskredet	Ikke overskredet	Op til ca. 2 kg N/ha/år
9. Børstingrød Mose	Mose og fersk eng	Ikke overskredet	Ikke overskredet	Op til ca. 2 kg N/ha/år
10. Vådområder ved Usseørd Å	Mose, fersk eng og lille område m. ekstremrigkær	Ca. 1-2 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Op til ca. 1 kg N/ha/år
11. Overdrev, moser og strandenge ved Skuldelev Hovenge	Overdrev, mose og strandeng	Ca. 1-2 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Op til ca. 3 kg N/ha/år
12. Åsbakke	Overdrev	Ikke overskredet	Ikke overskredet	Op til ca. 2 kg N/ha/år
13. Overdrev og natureng langs Værebø Å	Overdrev	Ca. 1-3 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Ca. 1-2 kg N/ha/år
14. Overdrev og vådområder ved Sperrestrup	Overdrev og overgangsrigkær	Ca. 1-4 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Ca. 1-2 kg N/ha/år
15. Overdrev syd for Ganløse Eged	Overdrev	Ca. 2-5 kg N/ha/år	Ikke overskredet	Ca. 1-4 kg N/ha/år



**Figure 6.16** Fra området ved Tibirke Bakker, som er et af de 15 udvalgte naturområder. Foto: Mogens Holmen, Frederiksborg Amt.

## 7 Referencer

Amann, M., Bertok, I., Cabala, R., Cofala, J., Heyes, C., Gyarfas, F., Klimont, Z., Schöpp, W., Wagner, F., 2005: A final set of scenarios for the Clean Air For Europe (CAFE) programme, CAFÉ Scenario Analysis Report Nr. 6, IIASA.

Amtsmodellen, 2006: <http://www.fyns-amt.dk/dwn23390>

Ambelas Skjøth, C., Hertel, O., Gyldenkerne, S. and Ellermann, T., 2004: Implementing a dynamical ammonia emission parameterization in the large-scale air pollution model ACDEP. - Journal of Geophysical Research -Atmospheres 109(D6): 1-13.

Ambelas Skjøth, C., Ellermann, T., Gyldenkerne, S., Hertel, O., Geels, C., Frohn, L.M., Frydendall, J. and Løfstrøm, P., 2006: Footprints on Ammonia Concentrations from Emission Regulations. In: Aneja, V.P.; Schlesinger, W.H.; Knighton, R.; Jennings, G.; Niyogi, D.; Gilliam, W.; Duke, C.S. (eds.): Workshop on Agricultural Air Quality: State of the Science. North Carolina State University. 736-742.

Asman, W. A., Pinksterboer, E. F., Mass, H. F. M, Erisman, J.-W., Waijers-Ypelaan, A., Slanina, J. and Horst, T. W., 1989: Gradients of the Ammonia Concentration in a Nature Reserve: Model Result and Measurements. Atmospheric Environment, vol. 23, no. 10, pp.2259-2265.

Asman, W.A.H.; Sørensen, L.-L.; Berkowicz, R.; Granby, K.; Nielsen, H.; Jensen, B.; Runge, E.H.; Lykkelund, C.; Gryning, S.-E. og Sempreviva, A.M, 1994: Processor for tørdeposition. Miljøstyrelsen, 1994. 199 s. - Havforskning fra Miljøstyrelsen, nr. 35.

Bach, H., Christensen, N., Gudmundsson, H., Jensen, T.S. & Normander, B. (red.), 2005: Natur og Miljø 2005. Påvirkninger og tilstand. Danmarks Miljøundersøgelser. 208 s.– Faglig rapport fra DMU nr. 550.

Bach, H., Andersen, M.S., Illerup, J.B., Møller, F., Birr-Pedersen, K., Brandt, J., Ellermann, T., Frohn, L.M., Hansen, K.M., Palmgren, F., Nielsen, J.S. & Winther, M. 2006: Vurdering af de samfundsøkonomiske konsekvenser af Kommissionens temastrategi for luftforurening. 90 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 586. <http://fagligerapporter.dmu.dk>

[Bak, J., Tybirk, K., Gundersen, P., Jensen, J.P., Conley, D., Hertel, O., 1999, Natur- og miljøeffekter af ammoniak, Ammoniakfordampning - redegørelse nr. 3, Danmarks Jordbrugsforskning.](#)

Berkowicz, R., H. R. Olesen & K. B. Gislason, 1986: The Danish Gaussian air pollution model (OML): Description, Test and sensitivity analysis in view of regulatory applications. In: Air pollution Modelling and its applications, pp. 453-481, NATO-CCMS, vol. 10, Plenum Press, New York.

Cappelen, J. 2005: Sådan var vejret i 2004 – i Danmark, Nuuk i Grønland og i Tórshavn på Færøerne. Vejret 102: 1-10.

Christensen, J.H. 1997: The Danish Eulerian Hemispheric Model - a Three-Dimensional Air Pollution Model Used for the Arctic. - *Atmospheric Environment* 31(24): 4169-4191.

DMU, 2006: Oplysninger om emissioner udtrukket, august, 2006 fra: [http://www2.dmu.dk/1\\_Viden/2\\_miljoetilstand/3\\_luft/4\\_adaei/-Air\\_pollutants\\_en.asp](http://www2.dmu.dk/1_Viden/2_miljoetilstand/3_luft/4_adaei/-Air_pollutants_en.asp)

Ellermann, T., Andersen, H.V., Monies, C., Kemp, K., Bossi, R., Mogensen, B.B., Løfstrøm, P., Christensen, J. og Frohn, L.M., 2005: Atmosfærisk deposition 2004. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 555: 76 s. (elektronisk).

Ellermann, T., Andersen, H.V., Bossi, R., Brandt, J., Christensen, J., Frohn, L.M., Geels, C., Kemp, K., Løfstrøm, P., Mogensen, B.B. & Monies, C. (2006): Atmosfærisk deposition. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 595: 66 s. (elektronisk).  
Frohn, L. M., 2004: A study of long-term high-resolution air pollution modelling. PhD thesis. National Environmental Research Institute, Roskilde, Denmark. 444 pp.

Geels, C., Bak, J., Callesen, T., Frohn, L.M., Frydendall, J., Gyldenkerne, S., Hansen, A.G., Hutchings, N., Jacobsen, A.S., Pedersen, P., Schneekloth, M., Winther, S., Hertel O., & Moseholm, L. 2006: Vejledning om godkendelse af husdyrbrug. Faglig rapport fra arbejdsgruppe om ammoniak. Danmarks Miljøundersøgelser. 89 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 568 <http://faglige-rapporter.dmu.dk>

Grant, R. & Blicher-Mathiesen, G., 2004: Danish policy measures to reduce diffuse nitrogen emissions from agriculture to the aquatic environment, *Water Science and Technology* 49, 91-100.

Grell, G. A., Dudhia, J. and Stauffer, D. R., 1995, A description of the fifth-generation Penn State/NCAR Mesoscale Model (MM5), Mesoscale and Microscale Meteorology Division, National Centre for Atmospheric Research, Boulder, Colorado, NCAR Technical Note, NCAR/TN-398+STR, pp. 114.

Gyldenkerne, S., Mikkelsen, M.H., Ambelas Skjøth, C., Hertel, O. og Münier, B. 2004: Danish Integrated Emission Model for Agriculture (DIEMA). Poster presented at the Workshop on End user requirements on spatial and temporal disaggregation of GHG budget organised by CARBOEUROPE, Spello, Italy, 26-27 January 2004.

Gyldenkerne, S., Ambelas Skjøth, C., Hertel, O. & Ellermann, T., 2005: A dynamical ammonia emission parameterization for use in air pollution models. - *Journal of Geophysical Research- Atmospheres* 110(D7): D07108 pp.

Hertel, O., Christensen, J., Runge, E.H., Asman, W.A.H., Berkowicz, R., Hovmand, M.F., and Hov, Ø., 1995: Development and Testing of a new Variable Scale Air Pollution Model - ACDEP. *Atmospheric Environment*, 29, 11, 1267-1290.

Hertel, O., Ambelas Skjøth, C., Frohn, L.M., Vignati, E., Frydendall, J., de Leeuw, G., Schwarz, U. and Reis, S., 2002: Assessment of the Atmospheric Nitrogen and Sulphur Inputs into the North Sea using a Lagrangian Model. - *Physics and Chemistry of the Earth* 27: 1507-1515.

Hertel, O, Løfstrøm, P., Jensen, S. S., Brocas, M., Hvidberg, M., Frydendall, J., Ambelas Skjøth, C. og Palmgren, F., 2004: Luftforurening fra trafik, industri og landbrug i Frederiksborg Amt. Danmarks Miljøundersøgelser, 90 si – Faglig rapport fra DMU, nr. 503.

Hertel, O., Ambelas Skjøth, C., Løfstrøm, P., Andersen, H.V., og Ellermann, T., 2005: Vidensyntese inden for afsætning af atmosfærisk ammoniak – fokus på lokalskala. 34 p., NERI technical report No 360. [http://www2.dmu.dk/1\\_viden/2\\_Publikationer/3\\_fagrapporter/rapporter/FR560.PDF](http://www2.dmu.dk/1_viden/2_Publikationer/3_fagrapporter/rapporter/FR560.PDF)

Jensen, J. (red), Krabbe, D., Abildtrup, J., Sommer, S.G., Andersen, J.M., Wiborg, I., Færgemann, T., Nordemann, P., Rask, C.N., Tybirk, K., Schou, J.S., Hertel, O., Winther, S., Nielsen, T.S., Andersen, L. og Andreasen, D.M., 2004a: Bufferzoner: omkring særlig sårbar natur som beskyttelse mod lokalt nedfald af luftbåren ammoniak-kvælstof fra danske landbrugsbedrifter. Skov- og Naturstyrelsen. 155 s.

Jensen K., Jepsen, M., og Kjær-Pedersen, N., 2006: NOVANA. Terrestriske naturtyper, overvågning 2004, Frederiksborg Amt, Teknik & Miljø, Landskabsafdelingen.

Jensen, S.S., Løfstrøm, P., Berkowicz, R., Olesen, H.R., Frydendal, J., Fuglsang, K., Hummelshøj, P., 2004b: Luftkvalitet langs motorveje - Målekampagne og modelberegninger. Danmarks Miljøundersøgelser, 67 s. – Faglig rapport fra DMU nr. 522. <http://fagligerapporter.dmu.dk>.

Council Directive 2001/81/EC of 23 October 2001: National emission ceilings for certain atmospheric pollutants.

Miljøstyrelsen, 2001: Luftvejledningen. Begrænsning af luftforurening fra virksomheder Vejledning fra Miljøstyrelsen, nr. 2, 112 s.

Nielsen, K., Michael Stjernholm, Bent Østergaard Olsen, Dirk-Ingmar Müller-Wohlfeil, Inge-Lise Madsen, Ane Kjeldgaard, Geoff Groom, Henning Sten Hansen, Anne Marie Rolev, Bjørn Hermansen, Hans Skov-Petersen, Vivian Kvist Johannsen, Martin Hvidberg, John Egholm Jensen, Villum Bacher, Henrik Larsen, 2000: Areal Informations Systemet – AIS, Miljø- og Energiministeriet, Danmarks Miljøundersøgelser ©, URL: <http://ais.dmu.dk> Udgivelsestidspunkt: Oktober 2000.

Nielsen, K., Bøgestrand, J., Bak, J.L., Hvidberg, M. & Gyldenkerne, S. 2006: VVM på husdyrbrug - vurdering af miljøeffekter. Danmarks Miljøundersøgelser. 52 s. - Faglig rapport fra DMU nr. 571. <http://fagligerapporter.dmu.dk>.

Olesen, H.R., 1994: Evaluation of the OML Model. In: Cuvelier, C. (ed.): Proceedings of the Workshop Intercomparison of Advanced Practical Short-Range Atmospheric Dispersion Models. August 30 - September 3, 1993 (Manno-Switzerland). CSCS (Centro Svizzero di Calcolo Scientifico). EUR 15603 EN: pp. 43-47.



Olesen, H. R., 1995: The Model Validation Exercise at Mol - Overview of Results: *International Journal of Environment and Pollution*, 5, 761-784.

Skov- og Naturstyrelsen, Miljøministeriet, 2003: Manual vedr. vurdering af de lokale miljøeffekter som følge af luftbårent kvælstof ved udvidelse og etablering af større husdyrbrug.

Søgaard, B., Skov, F., Ejrnæs, R., Nielsen, K.E., Pihl, S., Clausen, P., Laur- sen, K., Bregnballe, T., Madsen, J., Baattrup-Pedersen, A., Søndergaard, M., Lauridsen, T.L., Møller, P.F., Riis-Nielsen, T., Buttenschøn, R.M., Fredshavn, J.R., Aude, E. og Nygaard, B. 2003: Kriterier for gunstig beva- ringsstatus. Naturtyper og arter omfattet af EF-habitatdirektivet & fugle omfattet af EF-fuglebeskyttelsesdirektivet. 2. udg. Danmarks Miljøun- dersøgelser. - Faglig rapport fra DMU 457: 460 s.

Tilmes, S., Brandt, J., Flatøy, F., Bergström, R., Flemming, J., Langner, J., Christensen, J.H., Frohn, L.M., Hov, Ø., Jacobsen, I., Reimer, E., Stern, R. & Zimmermann, J., 2002: Comparison of Five Eulerian Air Pollution Forecasting Systems for the Summer of 1999 Using the German Ozone Monitoring Data. - *Journal of Atmospheric Chemistry* 42: 91-121.

Viborg Amt, 2005: Ammoniak og natur, 2005, Tekniske anvisninger til VVM-screeningssager, <http://www.viborgamt.dk/>.

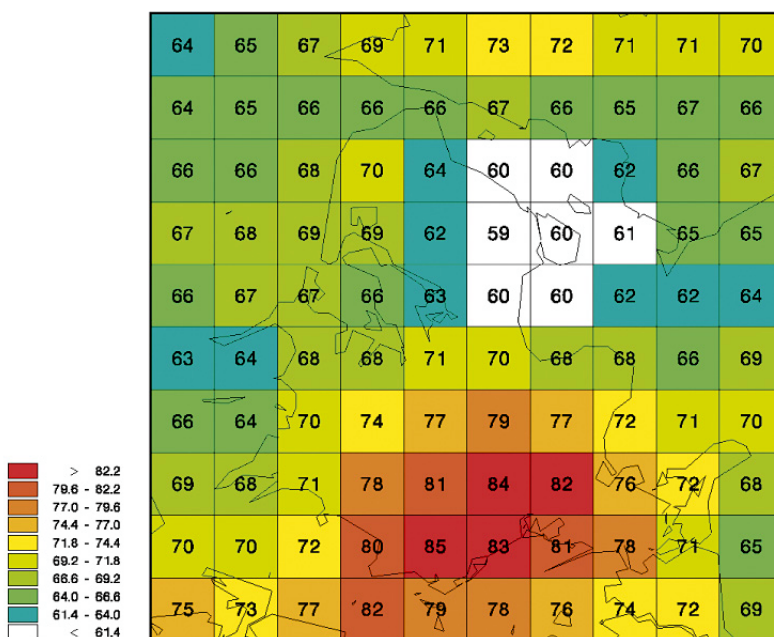
## Bilag 1: Beregning af vådafsat kvælstof

Som beskrevet i kapitel 4 afsættes en del af det atmosfæriske kvælstof via nedbøren. Bidraget af vådafsat kvælstof fra både lokale og regionale kvælstofkilder er beregnet med DEHM med en rumlig opløsning over Danmark på 17 km x 17 km. Emissionsdata for de relevante kvælstofforbindelser er fra 2003-2004. Beregningsresultatet for 2004 for Sjælland er vist i figur B.1 sammen med de anvendte nedbørsdata beregnet med vejrmodellen MM5 i figur B.2.

Vådafsætningen til landområder på den nordlige del af Sjælland er mellem ca. 6-7 kg N/ha i 2004. Dette er lavere end på resten af Sjælland og hovedparten af Jylland, hvilket hovedsageligt skyldes de geografiske forskelle i nedbøren med største nedbørsmængder i Vestjylland, samt den lavere landbrugsaktivitet. Som det ses på nedbørskortet over Sjælland var den samlede nedbør i 2004 generelt lavere i Nordsjælland end længere mod syd. Derudover er der en nord-syd gradient i koncentrationen af kvælstofforbindelser i atmosfæren med højeste koncentrationer mod syd pga. atmosfærisk transport fra andre europæiske lande. Dette har også betydning for den geografiske fordeling af kvælstofbelastningen.

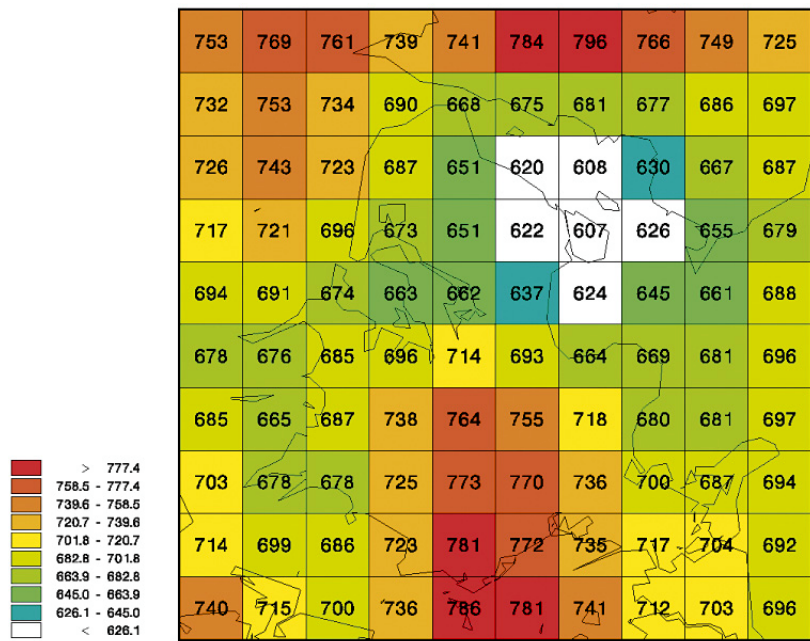
Den målte nedbørsmængde i 2004 var med 827 mm nedbør til Jylland og Øerne over normalen for 1961-1990 (712 mm) og over gennemsnittet for perioden 1989-2004 (732 mm) (se bl.a. *Cappelen 2005*). På trods af den høje nedbørsmængde var den målte vådafsætning af kvælstof til de danske målestationer (bl.a. i Frederiksborg) dog kun marginalt højere end i 2003 (Ellermann et al., 2005).

For 2004 er der en god overensstemmelse mellem den beregnede våddeposition og de målte værdier (Ellermann et al., 2005).



**Figur B.1** Beregninger af den samlede vådafsætning af kvælstof til Sjælland i 2004 udført med DEHM modellen for et beregningsnet på ca. 17 km x 17 km. For at omregne til kg N/ha pr år skal værdierne deles med 10.



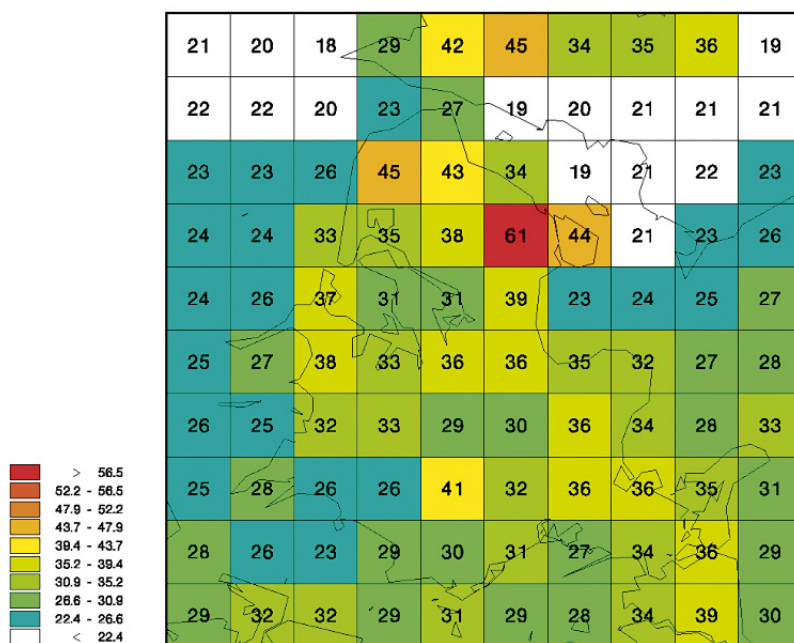


**Figur B.2** Beregninger af den årlige nedbør til Sjælland i 2004 udført med vejrmодellen MM5 for et beregningsnet på 17 km x 17 km. Enheden er mm/år.

## Bilag 2: Beregning af øvrige komponenter til tør afsat kvælstof

Tørdeposition af de langtransporterede kvælstofforbindelser (partikulært ammonium og kvælstofoxider) er ligeledes beregnet med DEHM. Den beregnede belastning for Sjælland i 2004 er vist i figur B.3.

Generelt er afsætningen til havområder mindst. Dette skyldes at processerne der styrer tør afsætningen, som tidligere beskrevet er stærkt afhængige af overfladetyper, bl.a. pga. overfladens ruhed. Størst afsætning ses derfor til beregningsfelter med en stor andel af by eller skov som begge har en høj ruhed. For 2004 ligger andelen af tør afsat partikulært ammonium og kvælstofoxider til Frederiksborg Amt indenfor et interval på ca. 2-6 kg N/ha.



**Figur B. 3** Beregning af tørdeponeret kvælstof i form af partikulært ammonium og kvælstofoxider til Sjælland i 2004. Beregningerne er udført med DEHM modellen for et beregningsnet på ca. 17 km x 17 km. For at omregne til kg N/ha pr år skal værdierne deles med 10.

## **DMU Danmarks Miljøundersøgelser**

Danmarks Miljøundersøgelser er en forskningsinstitution i Miljøministeriet. På DMU's hjemmeside [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk) finder du beskrivelser af DMU's aktuelle forsknings- og udviklingsprojekter.

DMU's opgaver omfatter forskning, overvågning og faglig rådgivning inden for natur og miljø. Her kan du også finde en database over alle DMU's udgivelser fx videnskabelige artikler, rapporter, conferencebidrag og populærfaglige artikler.

Yderligere information: [www.dmu.dk](http://www.dmu.dk)

Danmarks Miljøundersøgelser  
Frederiksborgvej 399  
Postboks 358  
4000 Roskilde  
Tlf.: 4630 1200  
Fax: 4630 1114

Direktion  
Personale- og Økonomisekretariat  
Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afdeling for Systemanalyse  
Afdeling for Atmosfærisk Miljø  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Miljøkemi og Mikrobiologi  
Afdeling for Arktisk Miljø

Danmarks Miljøundersøgelser  
Vejlsovej 25  
Postboks 314  
8600 Silkeborg  
Tlf.: 8920 1400  
Fax: 8920 1414

Forsknings-, Overvågnings- og Rådgivningssekretariat  
Afdeling for Marin Økologi  
Afdeling for Terrestrisk Økologi  
Afdeling for Ferskvandsøkologi

Danmarks Miljøundersøgelser  
Grenåvej 14, Kalø  
8410 Rønne  
Tlf.: 8920 1700  
Fax: 8920 1514

Afdeling for Vildtbiologi og Biodiversitet

## Faglige rapporter fra DMU

På DMU's hjemmeside, [www.dmu.dk/Udgivelser/](http://www.dmu.dk/Udgivelser/), finder du alle faglige rapporter fra DMU sammen med andre DMU-publikationer. Alle nyere rapporter kan gratis downloades i elektronisk format (pdf).

- Nr./No. 2006**
- 589 Denmark's National Inventory Report – Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change, 1990-2004. Emission Inventories. By Illerup, J.B. et al. 554 pp.
- 588 Agerhøns i jagtsæsonen 2003/04 – en spørgebrevundersøgelse vedrørende forekomst, udsætning, afskydning og biotoppleje. Af Asferg, T., Odderskær, P. & Berthelsen, J.P. 47 s.
- 586 Vurdering af de samfundsøkonomiske konsekvenser af Kommissionens temastrategi for luftforurening. Af Bach, H. et al. 88 s.
- 585 Miljøfremmede stoffer og tungmetaller i vandmiljøet. Tilstand og udvikling, 1998-2003. Af Boutrup, S. et al. 140 s.
- 584 The Danish Air Quality Monitoring Programme. Annual Summary for 2005. By Kemp, K. et al. 40 pp.
- 582 Arter 2004-2005. NOVANA. Af Søgaard, B., Pihl, S. & Wind, P. 145 s.
- 580 Habitatmodellering i Ledreborg Å. Effekt af reduceret vandføring på ørred. Af Clausen, B. et al. 58 s.
- 579 Aquatic and Terrestrial Environment 2004. State and trends – technical summary. By Andersen, J.M. et al. 136 pp.
- 578 Limfjorden i 100 år. Klima, hydrografi, næringsstofflørsel, bundfauna og fisk i Limfjorden fra 1897 til 2003. Af Christiansen, T. et al. 85 s.
- 577 Limfjordens miljøtilstand 1985 til 2003. Empiriske modeller for sammenhæng til næringsstofflørsler, klima og hydrografi. Af Markager, S., Storm, L.M. & Stedmon, C.A. 219 s.
- 576 Overvågning af Vandmiljøplan II – Vådområder 2005. Af Hoffmann, C.C. et al. 127 s.
- 575 Miljøkonsekvenser ved afbrænding af husdyrgødning med sigte på energiudnyttelse. Scenarieanalyse for et udvalgt opland. Af Schou, J.S. et al. 42 s.
- 574 Økologisk Risikovurdering af Genmodificerede Planter i 2005. Rapport over behandlede forsøgsudsætninger og markedsføringsager. Af Kjellsson, G., Damgaard, C. & Strandberg, M. 22 s.
- 573 Monitoring and Assessment in the Wadden Sea. Proceedings from the 11. Scientific Wadden Sea Symposium, Esbjerg, Denmark, 4.-8. April 2005. By Laursen, K. (ed.) 141 pp.
- 572 Søerne i De Vestlige Vejler. Af Søndergaard, M. et al. 55 s.
- 571 VVM på husdyrbrug – vurdering af miljøeffekter. Af Nielsen, K. et al. 52 s.
- 570 Conservation status of bird species in Denmark covered by the EU Wild Birds Directive. By Pihl, S. et al. 127 pp.
- 569 Anskydning af vildt. Konklusioner på undersøgelser 1997-2005. Af Noer, H. 35 s.
- 568 Vejledning om godkendelse af husdyr. Faglig rapport fra arbejdsgruppen om ammoniak. Af Geels, C. et al. 87 s.
- 567 Environmental monitoring at the Nalunaq Gold Mine, south Greenland, 2005. By Glahder, C.M. & Asmund, G. 35 pp.
- 566 Begrænsning af fosfortab fra husdyrbrug. Metoder til brug ved fremtidige miljøgodkendelser. Af Nielsen, K. et al. 41 s.
- 565 Dioxin in the Atmosphere of Denmark. A Field Study of Selected Locations. The Danish Dioxin Monitoring Programme II. By Vikelsøe, J. et al. 81 pp.
- 564 Styringsmidler i naturpolitikken. Miljøøkonomisk analyse. Af Schou, J.S., Hasler, B. & Hansen, L.G. 36 s.
- 2005**
- 563 Scientific and technical background for intercalibration of Danish coastal waters. By Petersen, J.K. & Hansen, O.S. (eds.) et al. 72 pp.
- 562 Nalunaq environmental baseline study 1998-2001. By Glahder, C.M. et al. 89 pp.
- 561 Aquatic Environment 2004. State and trends – technical summary. By Andersen, J.M. et al. 62 pp. (also available in print edition, DKK 100)
- 560 Vidensyntese indenfor afsætning af atmosfærisk ammoniak. Fokus for modeller for lokal-skala. Af Hertel, O. et al. 32 s.

Frederiksborg Amt ønsker at opstille en række målsætninger for luftkvalitet og har derfor bedt Danmarks Miljøundersøgelser (DMU) om at vurdere den atmosfæriske kvælstofbelastning af udvalgte naturområder. Det regionale og lokale bidrag til den samlede kvælstofbelastning af 15 udvalgte naturområder er vurderet på basis af specifikke modelberegninger for disse områder for året 2004. Beregningerne er forbundet med en usikkerhed på ca. 50 %. Kortlægningen af kvælstofbelastningen viser at den samlede belastning af områderne er mellem ca. 11 og 20 kg N/ha/år i 2004. Heraf udgør det internationale og regionale bidrag fra ikke-lokale emissionskilder ca. 11-12 N kg/ha/år, mens de lokale landbrugskilder bidrager med mellem 1 og 8 kg N/ha/år. Den nedre grænse af de generelle tålegrænse-intervaller for en eller flere af naturtyperne er overskredet på 11 ud af de 15 naturområder. Rapporten peger på, at amtet på basis af denne undersøgelse bør opstille en målsætning for bevarelse af de mest belastede naturområder bl.a. ud fra hvilken artsrigdom der ønskes bevaret for fremtiden. Målsætningen kan kombineres med monitoring af de enkelte arter mhp. en detaljeret fastlæggelse af tålegrænserne for de enkelte områder. For at bibeholde de sårbare naturområder bør amtet i fremtiden sammenholde de specifikke tålegrænser med den detaljerede kortlægning af kvælstofbelastningen ved planlægning af eventuel pleje af naturområderne samt ved regulering af de lokale industri- og landbrugskilder.

Danmarks Miljøundersøgelser  
Miljøministeriet

ISBN 978-87-7772-958-4  
ISSN 1600-0048