

Notat om ammoniakindsatsen

Notat fra DCE - Nationalt Center for Miljø og Energi

Dato 6. juni 2012

Forfatter: Jesper Bak (afsnit om tålegrænser), Rikke Albrektsen (afsnit om emission/deposition)

Institut: BioScience hhv. Miljøvidenskab

Rekvirent: Natur- og Landbrugskommissionen

Antal sider: 8

Faglig kommentering:

Afsnit om tålegrænser: Morten Strandgaard og Knud Erik Nielsen, BioScience

Afsnit om ammoniak emission/deposition: Steen Gyldenkærne

Kvalitetssikring, centret:

Jesper Fredshavn og Poul Nordemann Jensen



AARHUS
UNIVERSITET

DCE - NATIONALT CENTER FOR MILJØ OG ENERGI

Tel.: +45 8715 0000

E-mail: dce@au.dk

<http://dmu.au.dk>

DCE, Aarhus Universitet har pr. 9/5 2012 fra Natur- og Landbrugskommissionen (NLK) modtaget bestilling på et kort notat vedr. ammoniakindsatsen. Overskrifterne fra NLK fremgår med fed skrift før hvert afsnit.

Indledning

Notatet er udarbejdet med udgangspunkt i det videngrundlag om effekter, emissioner, spredning og afsætning af ammoniak, der er anvendt som grundlag for internationale aftaler om emissionsbegrænsninger, suppleret med publicerede nationale beregninger. Notatet giver ikke en udtømmende beskrivelse af det brede forskningsfelt vedr. kvælstofs kredsløb og kvælstofeffekter, hvor der stadig mangler basal viden om de langsigtede effekter af lave niveauer af kvælstofdepositioner set i sammenhæng med andre påvirkninger af naturen.

Det skal bemærkes, at der fra NLK specifikt er spurgt til ammoniak. Mange af de sammenhæng, der i notatet gennemgås, er relateret til den totale kvælstofdeposition og ikke kun til ammoniakdelen men også kvælstofoxider (NOX), der primært stammer fra forbrændingsprocesser. Det bør man have i baghovedet ved læsning af notatet.

Det skal endvidere pointeres, at der i notatet lægges vægt på betydningen af kvælstofdeposition, herunder ammoniak, for naturtyper og arter. Det er vigtigt at understrege, at andre faktorer som dræning, svovldeposition, m.m., også kan influere væsentligt på naturtypers eller arters tilstand og/eller forekomst.

Kilder til ammoniakbelastningen i Danmark samt den historiske udvikling og status for ammoniakbelastningen i Danmark - både generelt (baggrundsbelastning) og specifikt (punktkilde/lokal belastning).

Ammoniakemission generelt - baggrundsbelastning

I nedenstående skema er samlet nøgletal for status for ammoniakemissionen for 2010. Som det fremgår af tabellen er dansk landbrug den helt dominerende kilde. Den resterende del inkluderer emissioner fra sektorerne energi (inkl. mobile kilder), industri og affald.

Ton/år	Danmark i alt	Dansk landbrug
Ammoniak emission	74.580	71.760

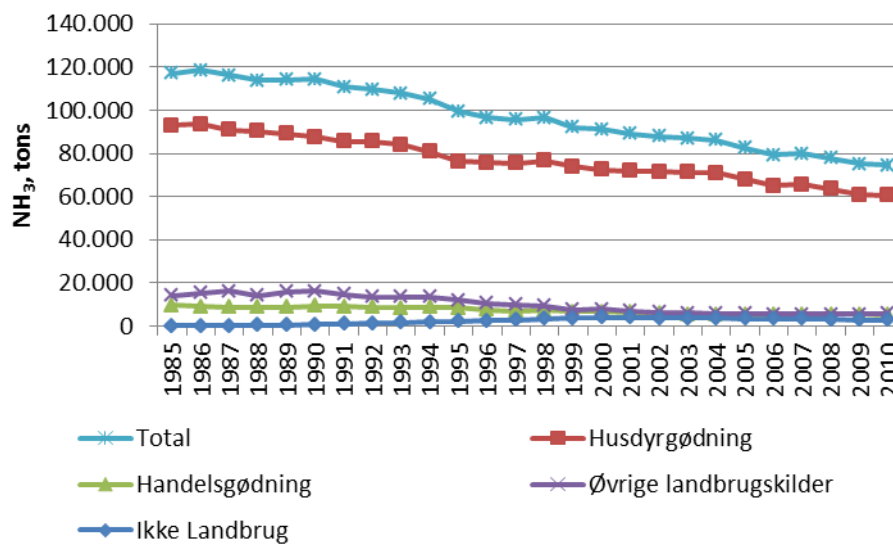
Ammoniakemissionen stammer primært fra husdyrgødning. Emissionen er siden 1985 faldet med 36 % på trods af, at landbruget i dag producerer ca. 55 % mere kød og har en uændret mælkeproduktion. Dette svarer ca. til, at ammoniakemissionen per produceret kg kød er faldet til 55 % af 1985-niveauet. Reduktionen er primært sket inden for svinesektoren, men også kvægsektoren har bidraget. Reduktionen er primært sket som følge af de reguleringer, som er sket siden 1987.

Figur 1. Ammoniak emission for Danmark, 1985-2010 i tons NH₃.

- Kategorien "Ikke landbrug" inkluderer emissioner fra følgende sektorer: Energi (inkl. mobile kilder), industri og affald.

- Kategorien "Øvrige landbrugskilder" inkluderer emissioner fra kilderne: Halmafabriering, slam, ammoniakbehandlet halm og afgrøder.

Kilde: DCEs nationale opgørelser.



Lokal kvælstofdeposition - punktkilder

I forbindelse med det nationale overvågningsprogram NOVANA udføres der hvert år beregninger af kvælstofdepositionen med stor geografisk opløsning til udvalgte naturområder, således at der kan tages højde for de lokale udledninger af ammoniak. Resultaterne fra de forskellige år kan variere, hvorfor der i tabel 1 er samlet gennemsnitstal fra årene 2008-10.

	Antal områder	Ammoniak kg/ha	Total kvælstof kg/ha
2008	26	1-5	9-22
2009	107	0,5-6	9-26
2010	129	0-5	7-20

Tabel 1: Beregninger af lokale depositioner af ammoniak og total kvælstof, som omfatter deposition fra udledning af både ammoniak og kvælstofoxider.

Variationen i ammoniakafsætningen skyldes først og fremmest forskelle i emissionen af ammoniak fra de lokale landbrug, afstanden til disse samt forskelle i naturtyperne karakter herunder deres ruhed og dermed afsætningshastigheden af ammoniak.

Ammoniakkens betydning for forskellige naturtyper og eventuelt arter, idet der bl.a. ønskes redegjort for tålegrænser for de enkelte naturområder/typer, og hvilket fagligt grundlag disse bygger på.

Tålegrænser

Atmosfærisk kvælstofbelastning, herunder ammoniak udgør en væsentlig påvirkning af mange naturligt næringsfattige naturtyper. Tålegrænser har i mange år været anvendt som et operationelt redskab i regulering af luftforurening både nationalt og internationalt, hvor reguleringen har taget udgangspunkt i de forventede effekter på natur og miljø. En tålegrænse udgør "den belastning med et eller flere forurenende stoffer under hvilken væsentlige skadelige effekter på udvalgte følsomme elementer af natur og miljø ikke vil forekomme, vurderet med den nuværende viden" (6). Tålegrænser forholder sig til den langsigtede bæredygtighed og de forventede langsigtede effekter af en given påvirkning. I praksis anvendes oftest et tidsperspektiv på 100 år for

beregnete tålegrænser. Fastsættelsen af tålegrænser er således baseret på naturvidenskabelige metoder, men størrelsen afhænger meget af, hvad der i en given reguleringsammenhæng vil anses for en *væsentlig* effekt, og hvilke (udvalgte, følsomme) elementer af natur og miljø, der ønskes beskyttet. Hvor der som følge af skovdøden i '80'erne i høj grad var fokus på svovl, skovsundhed og forsuring, har fokus siden skiftet til kvælstof og tab af biodiversitet, hvilket bl.a. har medført anvendelse af et bredere spektrum af indikatorer og kriterier i tålegrænseberegningerne.

Anvendelse af tålegrænser har været et væsentligt grundlag for udviklingen af internationale aftaler om emissionskontrol, bl.a. Göteborgprotokollen (1999), under UNECE-Konventionen om Langtrækkende, grænseoverskridende luftforurening (LRTAP) og EU's NEC direktiv om emissionslofter. Der sker derfor en løbende udvikling og kvalitetssikring af det videnskabelige grundlag i UNECE, LRTAP Konventionens Effektgruppe. Den løbende inddragelse af ny viden har medført, at de beregnede tålegrænser er blevet lavere over årene.

Tålegrænser afhænger af de naturgivne forhold, fx jordbund, hydrologi, plantesamfund, og vil således variere fra sted til sted. Nedenstående tabel sammenfatter intervaller, indenfor hvilke tålegrænsen for enkelt lokaliteter af de forskellige naturtyper forventes at variere. De angivne værdier er baseret på såkaldt empirisk baserede tålegrænser, dvs. grænser baseret på observerede sammenhænge mellem påvirkning og effekter, der løbende opdateres af UNECE (7). Intervallerne angiver primært en observeret variation i følsomhed indenfor naturtyperne, og de overlappende intervaller illustrerer, at lokale tålegrænser afhænger af mange andre ting end naturtypen (7, 11). Det skal bemærkes, at tidshorisonten for empirisk baserede tålegrænser pga. begrænsninger i datagrundlaget er 30 - 40 år, fordi der typisk ikke er sammenlignelige observationer fra en længere årrække og der ved statistisk / empirisk baserede betragtninger kun i begrænset omfang kan ekstrapoleres i tid.

Naturtype	Tålegrænse (kg N / ha / år)	Differentiering
Overdrev	10-25	sure overdrev 10-15, kalkholdige overdrev 15-25
Klit	8-20	klit 8-20, fugtige klitlavninger 10-20
Hede	10-20	
Fersk eng	10-15	
Strandeng	30-40	
Mose (og kær)	5-25	højmoser 5-10, hængesæk, tørvelavninger 10-15, fattigkær og hedemoser 10-20, kalkrige moser og væld, rigkær 15-30
Løvskov	10-20	
Nåleskov	10-20	

Tabel 2: *Empirisk baserede tålegrænser (7)*

Tålegrænserne skal sammenholdes med det aktuelle niveau for atmosfærisk belastning med kvælstof, der i 2010 lå på 13 kg N / ha / år med en variation fra 6 - 18 kg N / ha / år beregnet som gennemsnit for gitterceller på 6 km x 6 km. 56 % af det samlede kvælstofnedfald udgjordes af ammoniak, og 32 % heraf

stammede fra danske kilder. Bidraget fra danske kilder er dog større i Nord- og Midjylland (43 - 44 %), og kan være dominerende lokalt (3).

Betydning for naturtyperne

Ammoniakbelastning er én blandt mange påvirkninger (andre er svovldeposition, dræning m.m.), der har betydning for naturområdernes tilstand og udvikling. Den væsentligste påvirkningsvej for ammoniakbelastning forventes i de fleste tilfælde at være en større primærproduktion og ophobning af næringsstoffer i såvel jordbund som planter. Hastigheden af mange processer vil øges, hvorved konkurrenceforholdene påvirkes, og dermed ændres den naturlige successions retning og hastighed. En analyse af kvælstofeffekter på vegetationen kompliceres af det faktum, at mange processer vekselvirker med hinanden og opererer med forskellig tidsskala. Generelt sker der ændringer i konkurrenceforholdene mod mere kvælstofelskende arter. Effekter på en række artsgrupper er nogenlunde ens på tværs af økosystemer med en generel nedgang i nøjsomhedsarter samt en øget dominans af de mest konkurrencesterke arter.

Hos klittens naturtyper har de dominerende arter som hjælme, sandstar og revling alle øget deres dækning gennem de seneste 5 år. Græsarten bølget bunke har etableret sig som en dominerende art i klithede med ca. 20 % (Bruus m.fl. 2010, Nielsen m. fl. 2011). Bølget bunke har hidtil kun optrådt som dominerende i forbindelse med afbrænding af heder, skovrydninger etc, og dermed i forbindelse med en pludselig næringsberigelse og lystilgang.

Den relative betydning af N-belastningen kan sammenlignes mellem forskellige naturtyper og scenarier på basis af det relative areal med overskridelser af tålegrænserne. De seneste beregninger heraf er foretaget i forbindelse med arbejdet med revision af Göteborg protokollen, hvor den reviderede protokol blev vedtaget af de deltagende lande d. 13/4, 2012. Den seneste landsdækkende danske beregning - og kortlægning af tålegrænser blev foretaget i 2006 i forbindelse med et udredningsarbejde som grundlag for forberedelse af den ny lov om godkendelse af husdyrbrug (9).

Tabel 3 sammenfatter de beregnede andele af naturarealer i Danmark med overskridelser af tålegrænserne for kvælstof-eutrofiering og -forsuring for hhv. år 2000 og 2020 i de europæiske beregninger. Beregningerne er foretaget af UNECE's Koordinationscenter for Effekter, CCE. Beregningen omfatter naturarealer og skov, inkl. produktionsskov. For eutrofiering (næringsstofeffekter af kvælstof) er der anvendt tre forskellige typer af beregning: en massebalanceberegning baseret på kritiske værdier af nitratkoncentrationer i jordvand, empirisk baserede tålegrænser og en ny beregningsmetode baseret på en målsætning for biodiversitet.

Overskridelse (% areal)	Forsuring	Eutrofiering, massebalance	Eutrofiering, empirisk	Eutrofiering, biodiv. indikator
2000	52	100	85	62
CLE_2020 ¹	7	100	74	44

Tabel 3: Beregnede arealandele med overskridelser af tålegrænserne for forsuring og eutrofiering for år 2000 og 2020. CLE_2020 scenariet forventes at ligge tæt på forpligtelserne i den vedtagne protokol. (8)

For forsuring viser denne beregning et stort og forventet fald i arealandelen med overskridelser af tålegrænsen fra 2000 til 2020, primært som følge af de meget store reduktioner i svovlemissioner. Forsuringsproblemet forventes dog ikke dermed at være løst, idet der stadig forventes overskridelser på 75 % af arealet ift. en belastningsmålsætning (Target load) baseret på en genopretning af de forsurede områders tilstand inden 2050. Beregningerne for 2050 har været anvendt som baggrund i protokolforhandlingerne.

For eutrofiering viser beregningerne væsentligt større arealandele med overskridelse af tålegrænsen i 2020 end for forsuring. De europæiske beregninger viser, at eutrofiering er et udbredt problem i Europa. Danmark er blandt de 3 - 4 lande i Europa, afhængigt af beregningsmetoden, der vil have den største arealandel med overskridelser af tålegrænserne i 2020. Massebalancemetoden viser større overskridelser end anvendelse af de empirisk baserede tålegrænser, bl.a. på grund af anvendelsen af en længere tidshorisont (100 år). Beregningen for biodiversitet dækker kun græslandsarealer og skov og er baseret på et acceptabelt tab af biodiversitet på 5 % målt som artsrigdom for græsland og Sørensen indeks for skov. Dette kriterium er valgt af UNECE's Koordinationsscenter for Effekter, CCE, der har gennemført beregningerne, af hensyn til usikkerhederne i beregningen og afspejler ikke nødvendigvis det acceptable artstab, hvor fx Biodiversitetskonventionens mål om et stop for tab af biodiversitet ville svare til et kriterium på 0 %. Det kan forventes at omkring en tredjedel af de 5 % arter, der kan / vil blive tabt som følge af en påvirkning på dette niveau er arter, hvor der eksisterer en beskyttelsesforpligtigelse.

Den seneste landsdækkende danske beregning - og kortlægning af tålegrænser blev som nævnt foretaget i 2006 i forbindelse med et udredningsarbejde som grundlag for forberedelse af den ny lov om godkendelse af husdyrbrug (9). Beregningen sammenholder beregnede arealandele med overskridelse af tålegrænsen dels for 2004 og et basisscenario for 2020, dels for en række reduktionsscenarioer. Resultater fra disse beregninger er vist i tabel 4. Basisscenarioet for 2020 dækker dels over den (i 2006) forventede strukturudvikling i landbruget, dels over en fremskrivning af det grænseoverskridende bidrag, der svarer nogenlunde til det i ovenstående nævnte

¹ CLE_2020 er et reduktionsscenario brugt i forhandlingerne om revision af Gøteborg protokollen. Scenariet omfatter en fremskrivning af den økonomiske aktivitet og effekten af implementering af allerede vedtagne lovgivning frem mod 2020. For Danmark tager scenariet ikke fuld højde for de seneste ændringer af husdyrgodkendelsesloven.

CLE_2020 scenario. Scenario II er det reduktionsscenario, der ligger tættest på den endelige udformning af husdyrgodkendelsesloven inklusive stramningen af det generelle reduktionskrav som følge af 'Grøn Vækst'. De anvendte tålegrænser er baseret på en national fortolkning af de internationalt anbefalede empirisk baserede tålegrænser og nationale modelberegninger.

	Areal (km ²)	2004	Basis 2020	Scenario II
Løvskov	1364	85 (71-95)	80,7 (70-91)	75,1
Nåleskov	3902	83 (71-92)	78,9 (67-91)	75,0
Overdrev	283	46 (28-67)	33,8 (17-56)	24,5
Hede	838	49 (28-66)	35,9 (17-53)	25,7
Fersk eng	1021	23 (9-38)	13,1 (3-24)	7,3
Mose	907	50 (38-64)	42,1 (30-57)	34,8
strandeng	426	0,8 (-)	0,31 (-)	0,08
lobeliesø		90 (82-96)	85,8(76-94)	78,2

Tabel 4: Areal af naturtyper (km²) og beregnet arealandel med overskridelser af tålegrænserne. Tallene i parentes angiver et 80 % konfidensinterval.

Der er nogenlunde overensstemmelse mellem niveauet for de nationalt beregnede arealandele med overskridelser af tålegrænserne (basisscenariet for 2020) og beregningerne brugt ifm. internationale forhandlinger om emissionsreduktioner, (CLE_2020), jf. tabel 3, idet det er indres, at skov udgør størstedelen af arealet i de europæiske beregninger. De væsentligste forskelle skyldes forskel i modelopløsning og også forskel i scenarier. Der er meget stor forskel mellem arealandelene med overskridelse for de enkelte naturtyper, hvor skov har høje overskridelser pga. høj deposition som følge af høj ruhed og dermed tørafsætning af kvælstof. Naturtyper som hede, mose og overdrev har tålegrænser af samme størrelsesorden og beregnede arealandele med overskridelse af tålegrænserne på 25 – 35 % for reduktionsscenarioet for 2020. Variationen i tålegrænser er større indenfor – end mellem disse naturtyper, fordi følsomheden for luftforurening afhænger mere af andre forhold end naturtypen, og de forventede effekter af luftforurening på enkelt lokaliteter vil kun kunne vurderes ved anvendelse af lokalt specifikke data.

Betydning for arterne

Der er ikke publiceret mange nationale analyser eller opgørelser af kvælstofeffekter for enkeltarter. Der er imidlertid ingen tvivl om, at enkelte arter vil have en følsomhed, der gør, at de ikke beskyttes af tålegrænserne anvendt i de i ovenstående præsenterede beregninger. Dette fremgår til dels af de præsenterede beregninger baseret på et kriterium for biodiversitet, hvor der accepteres et væsentligt artstab. For enkelte arter, som følsomme laver, er tålegrænserne 5 kg N ha⁻¹ år⁻¹ (7), hvilket vil være overskredet stort set overalt i Danmark. Nye danske undersøgelser knytter en observeret tilbagegang af klokkeling til forsuring (12), som dels er forårsaget af kvælstofdeposition, dels af svovldeposition. Et kendt eksempel på en dyreart, der påvirkes af kvælstofdeposition er den rødryggede tornskades tilbagegang. Tilbagegangen er relateret til effekter af kvælstofdepositionen gennem en lang række faktorer som ender op med at betyde et forringet fødegrundlag for fuglen. Arten er

forsvunden fra Holland, Tyskland og det sydlige Danmark og findes nu kun i Nordjylland.

EU- og internationale forpligtelser til ammoniakreduktion og dermed en kort redegørelse for mål i Göteborg-protokollen og de EU-mæssige forpligtelser i medfør af NEC-direktivet. Der redegøres for graden af målopfyldelse i forhold til de internationale forpligtelser

Målsætninger og forpligtelser

Danmark har gennem Göteborgprotokollen (1999), under UNECE-Konventionen om Langtrækkende, grænseoverskridende luftforurening (LRTAP) og EU's NEC direktiv om emissionslofter, forpligtet sig til at reducere ammoniakemissionen fra alle sektorer til 69.000 tons NH₃ senest i 2010

Som beskrevet ovenfor er ammoniakemissionen i 2010 ca. 74.600 tons NH₃, men dette er inkl. ammoniakemission fra afgrøder. I emissionsloftet indgår ammoniak fra afgrøder ikke og denne emission skal derfor ikke medtages. Emissionen i 2010, uden emission fra afgrøder, er ca. 68.900 tons NH₃, og reduktionsmålet for 2010 er dermed nået.

Göteborgprotokollen er genforhandlet i 2012. Den reviderede protokol indeholder ikke absolutte emissionslofter, men procentvise reduktionsforpligtelser for 2020 set i forhold til emissionerne i 2005. For Danmarks vedkommende er forpligtelsen en reduktion på 24 % i 2020 i forhold til et emissionsniveau på 83.000 tons ammoniak i 2005.

EU Kommissionen har annonceret, den overvejer at udvikle nye mål rækkende ud over 2020 i løbet af 2013. Det videnskabelige baggrundsarbejde, herunder en evaluering af den Tematiske strategi for Luftforurening og NEC direktivet vil være afsluttet i starten af 2013.

Kilder:

- 1) Ellermann, T et la., 2009: Atmosfærisk deposition 2008. NOVANA. Faglig rapport fra DMU nr.761
- 2) Ellermann, T et la., 2010: Atmosfærisk deposition 2009. NOVANA. Faglig rapport fra DMU nr.801
- 3) Ellermann, T et la., 2011: Atmosfærisk deposition 2010. NOVANA. Videnskabelig rapport fra DCE nr.2
- 4) Nordemann Jensen, P. et al 2010: Status for miljøeffekten af husdyrreguleringen og anden arealregulering. DMU-notat til Husdyrreguleringsudvalget nov. 2010.
- 5) <http://www.dmu.dk/Luft/Luftforurenings-modeller/Deposition/>
- 6) <http://www.rivm.nl/en/themasites/icpmm/manual-and-downloads/index.html>
- 7) Bobbink, R. og Hettelingh, J.P., 2010: Review and revision of empirical critical loads and dose-response relationships. RIVM report: 680359002, ISBN: 978-90-6960-251-6
- 8) Posch, M., Slootveg, J., Hettelingh, 2011: J.-P. CCE Status Report, 2011, RIVM report 680359003, ISBN 978-90-6960-254-7
- 9) Nielsen, K., Bøgestrand, J., Bak, J., Hvidberg, M., Gyldenkerne, S., 2006: VVM på husdyrbrug – vurdering af miljøeffekter, Faglig rapport fra DMU, nr 571, 2006.

- 10) <http://www.unece.org/env/lrtap/WorkingGroups/wge>
- 11) <http://www.rivm.nl/en/themasites/icpmm/manual-and-downloads/manual-english>
- 12) Strandberg, M., T., m.fl, 2012: Evidence for acidification-driven ecosystem collapse of Danish wet heathland, *Ambio*,
- 13) Bruus, M., K. E. Nielsen, et al. (2010). *Terrestriske Naturtyper 2008*. NOVANA. Danmarks Miljøundersøgelser, Aarhus Universitet. Faglig rapport fra DMU nr. 765.
<http://www.dmu.dk/Pub/FR765.pdf>
- 14) Nielsen, K., H. Degn, et al. (2011). "A Native Species with Invasive Behaviour in Coastal Dunes: Evidence for Progressing Decay and Homogenization of Habitat Types." *AMBIO* 40(7): 819-823