

# Hvor kommer nitrogenet fra, og hvilke tiltak er aktuelle for å redusere overbelastningen?

Av Dag S. Rosland.

Dag S. Rosland er ansatt i Statens forurensningsinstilsyn.

*Innlegg på Norsk Vannforenings fagtreff mandag 12. oktober 1992.*

## Innledning

I løpet av de siste 5 — 10 årene er det stadig oftere pekt på forurensning av nitrogen som et økende miljøproblem. Dette henger sammen med en økende menneskeskapt bruk og spredning av nitrogen, som har ført til en oppkonsentrering av nitrogenforbindelser i livsmiljøet. De alvorligste miljøproblemene knyttet til nitrogenforurensning i dag er forsuring av vassdrag, eutrofiering i kystfarvann og helseeffekter i byer og tettsteder.

I det følgende vil det bli gitt en oversikt over utslippskilder og utslippsmengder av de viktigste nitrogenforbindelsene både til luft og vann, samt tilførsler til Norge i form av langtransportert forurenset luft og nedbør, langtransporterte forurensninger via havstrømmer og avrenning via vassdrag til kystområdene. Det følger også en gjennomgang av forpliktende internasjonale avtaler om begrensnings og reduksjon i utslippene av nitrogenforbindelser og nasjonale målsettinger og tiltak for å oppfylle avtalene.

## Utslipp og tilførsler av nitrogen

### *Utslipp til luft*

Foreløpige tall for 1991 viser at det fra norske kilder ble sluppet ut 230.000

tonn nitrogen-oksider ( $\text{NO}_x$ ) målt som  $\text{NO}_2$  (SFT 1992a). Til sammenligning viser foreløpige tall for 1991 at det samlede utslippet av  $\text{NO}_x$  i Europa lå i størrelsesorden 23 mill. tonn  $\text{NO}_2$  (Sandnes & Styve 1992). De norske utslippene utgjør altså bare en liten brøkdel (omlag 1%) av de samlede europeiske utslippene.

De viktigste kildene til  $\text{NO}_x$ -utslipp i Norge utgjøres av såkalte mobile kilder, hovedsakelig biltrafikk, som står for hele 74% av utslippene (SFT 1992a). Stasjonær forbrenning, hovedsakelig knyttet til oljeutvinning, står for 22%, mens såkalte prosesser utgjør beskjedne 3% av utslippene.

Utslippene av ammoniakk ( $\text{NH}_3$ ) i Norge utgjorde i 1991 omlag 36.000 tonn  $\text{NH}_3$  (SFT 1992a). Det er hovedsakelig prosesser innen landbruket slik som spredning av husdyrgjødsel og kunstgjødsel som avgir de største mengdene ammoniakkdamp til atmosfæren. Til sammenligning slippes det ut i størrelsesorden 240.000 tonn  $\text{NH}_3$  i Nederland (Sandnes & Styve 1992), hvor det drives et adskillig mer intensivt jordbruk.

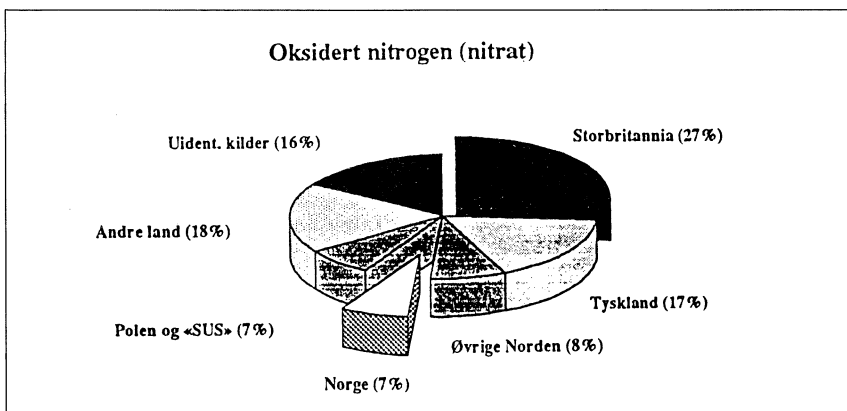
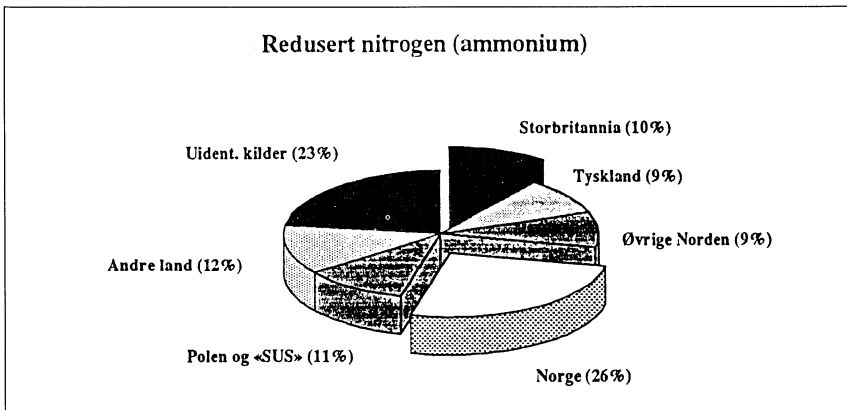
### *Atmosfæriske tilførsler*

Norge er altså beskjeden når det gjelder utslipp til atmosfæren av nitrogenoksider og ammoniakk. På den annen side mottar vi desto mer som atmosfæriske avsetninger, hovedsake-

lig i form av nedbør. Foreløpige estimater for 1991 (Sandnes & Styve 1992) viser at Norge mottok samlet ca. 135.000 tonn N. Av dette kan ca. 14% tilbakeføres til norske kilder. Ser vi på oksidert og redusert nitrogen hver for seg, utgjør de norske utslippene henholdsvis 7 og 26% av det totale nedfallet. Dette stemmer godt overens med at oksidert nitrogen (nitrogenoksider/nitrat) spres forholdsvis lettere og over lengre avstander enn redusert nitrogen

(ammoniakk/ammonium). Ammoniakutslippene får dermed større betydning for lokale miljøeffekter enn utslippene av nitrogenoksider.

De viktigste bidragsyterne til nedfall av nitrat over Norge er Storbritannia med 27% og Tyskland med 17%. Storbritannia er samtidig den viktigste bidragsyteren nest etter Norge når det gjelder nedfall av ammonium, med nærmere 10%.



Figur 1. Atmosfæriske tilførsler av nitrogen til fastlands-Norge i 1991 fordelt på utslippkilder. (Datakilde: Sandnes & Styve 1992)

### *Tilførsler til kysten via avrenning og havstrømmer*

Hele den norske kyststrekningen fra svenskegrensen i syd til grensen mot Russland i nord ble i 1991 tilført noe i underkant av 90.000 tonn N via avrenning og direkteutslipp (Holtan et.al. 1992). Tallene er hentet fra SFTs årlige rapportering til Oslo- og Pariskonvensjonen om elvetilførsler til norske kystområder, og baseres i hovedsak på målinger i 10 hovedvassdrag og 145 sidevassdrag (s.k. main riverine inputs og tributary inputs) som drenerer bortimot 75% av det totale arealet av fastlands-Norge. Tilførslene fra det øvrige arealet er basert på teoretiske beregninger (s.k. area runoff) og målte utslipp fra punktkilder (s.k. direct discharges), hovedsakelig kommunalt avløpsvann.

Skagerrak-kysten, eller de såkalte utsatte områdene fra svenskegrensen til Lindesnes (jfr. Nordsjø-deklarasjonen), mottar bortimot 38% av de totale tilførslene. Hovedvassdragene Glomma, Drammenselva, Numedalslågen, Skienselva og Otra, har sine utløp innenfor denne kyststrekningen, og gir et ganske

betydelig bidrag til de totale elvetilførslene. Det er også betegnende at nærmere 50% av direkteutslippene fra kommunalt avløp og industri finnes innenfor den samme kyststrekningen.

Et annet tallmateriale (SFT 1992a), se tabell 2, viser at omlag 50% av nitrogen-tilførslene til norskekysten skyldes menneskelige aktiviteter med basis på fastlandet eller i kystsonen. Dette tallmaterialet avviker en del fra elvetilførselstallene i tabell 1 ved at de i tillegg inkluderer tilførsler fra havbruksnæringen. Tallene er dessuten i større grad basert på teoretiske beregninger, og gjenspeiler derfor ikke i samme grad den faktiske avrenningssituasjonen dette året.

De antropogene tilførslene domineres av landbruket og kommunal kloakk. Utslippene fra akvakulturanlegg bidrar også betydelig langs hele kyststrekningen fra Rogaland til Finnmark. Langs Skagerrak-kysten derimot, bidrar akvakultursektoren i svært liten grad. Industriutslippene spiller en relativt beskjeden rolle langs hele norskekysten.

De såkalte bakgrunntilførslene skyl-

Tabell 1. *Elvetilførsler av nitrogen til norske kystområde i 1991.*  
(Datakilde: Holtan et. al. 1992).

<i>Kildekategori</i>	<i>Hele norskekysten</i> <i>tonn N</i>	<i>Skagerrak-kysten</i>	
		<i>tonn N</i>	<i>% av total</i>
Arealavrenning	24.259	2.910	12
Direkte utslipp	14.447	7.124	49
Sidevassdrag	29.811	6.091	20
Hovedvassdrag	20.146	17.553	87
<b>Totalt</b>	<b>88.664</b>	<b>33.678</b>	<b>38</b>

Tabell 2. Tilførsler av totalnitrogen til norskekysten i 1991 fordelt på hovedsektor. (Datakilde: SFT 1992a)

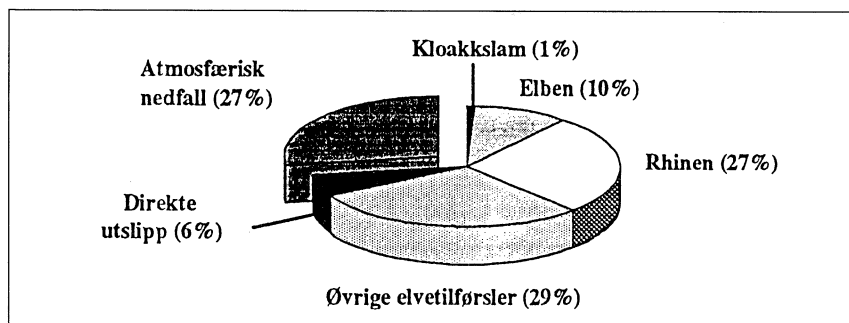
Hovedsektorer	Hele norskekysten		Skagerrak-kysten	
	tonn N	%	tonn N	%
Landbruk	21.900	19	10.760	25
Kommunal kloakk	20.440	18	11.430	27
Fiskeoppdrett	12.100	11	140	<1
Industri	3.700	3	1.800	4
<b>Sum antropogene tilførsler</b>	<b>58.140</b>	<b>51</b>	<b>24.130</b>	<b>57</b>
Bakgrunnstilførsler	56.000	49	18.500	43
<b>Totale tilførsler</b>	<b>114.140</b>	<b>100</b>	<b>42.630</b>	<b>100</b>

des først og fremst naturlig avrenning, men også i noen grad menneskeskapte (antropogene) tilførsler, hovedsakelig i form av langtransportert forurenset luft og nedbør. Dette gjør seg særlig gjeldende i sørlige deler av Sør-Norge, som mottar de langt største atmosfæriske tilførslene fra kontinentet og Storbritannia.

Norskekysten mottar også betydelig tilførsler av næringssalter via kyststrømmen fra sydlige deler av Nordsjøen. Størsteparten av dette har sitt utspring i elevetilførsler fra kontinentet

og Storbritannia. Totalt tilføres Nordsjøen årlig i størrelsesorden 1,2 mill. tonn nitrogen av antropogen opprinnelse. Store deler av dette føres altså nordover til Skagerrak og inn i den norske kyststrømmen.

Det er foreløpig ikke utført beregninger som viser i hvilken størrelsesorden tilførslene via kyststrømmen bidrar til den lokale vannkvaliteten langs kysten av Sør-Norge. Det er imidlertid hevet over tvil at slike tilførsler har en viss betydning i tillegg til effektene av lokale utslipp.



Figur 2. Tilførsler av nitrogen til Nordsjøen fordelt på utvalgte antropogene hovedkilder. (Datakilde: North Sea Conference, 1990)

## Hvilke områder av landet er særlig belastet?

### Forsuring

I forsuringssammenheng er det Sør-Norge som utsettes for de mest omfattende skadevirkningene. Naturens tålegrenser m.h.p. svovel og nitrogen i overflatevann er overskredet over store deler av Sørlandet og Vestlandet, og etterhvert også store deler av Sørøst-Norge. Hardest rammet er de to Agderfylkene. I Sør-Varanger kommune i Finnmark er det også påvist alvorlige lokale skadevirkninger av forurensningen fra Nikel-verkene i Russland.

En omfattende kartlegging av fiskebestander i forbindelse med 1000-sjøers undersøkelsen i 1986 viste forsuringsskader på fisk i et område tilsvarende 36.000 km<sup>2</sup>. Fiskebestander var gått tapt eller nær utryddet i et område tilsvarende 18.000 km<sup>2</sup>. Dette representerte en økning på over 25% i forhold til siste halvdel av 1970-tallet (SFT 1988).

### Eutrofiering

I norske ferskvannsføremønstre er det i all hovedsak næringssaltet fosfor som er den begrensende faktoren for algevekst. Bare et fåtall sterkt eutrofe innsjøer har et underskudd på nitrogen i forhold til fosfor, og kan dermed sies å være nitrogenbegrenset. Nitrogenforurensning representerer m.a.o. et relativt avgrenset problem i ferskvannsmiljø.

I marine vannforekomster derimot opptrer nitrogen oftere i lavere konsentrasjoner sett i forhold til fosfor, og tilgangen på nitrogen-næringssalter kan dermed bli begrensende for algeveksten. Det er hovedsakelig kyststrekningen fra svenskegrensen til Jomfru-land som mottar de største tilførselene av næringssalter og er mest utsatt for

lokale og regionale eutrofieringseffekter (Ibrekk et. al. 1991).

## Internasjonale avtaler om begrensninger i utslippene

### Utslipp til luft

Norge har undertegnet flere internasjonale avtaler om reduksjon i utslippene til luft av både svovel- og nitrogenoksider. **Svovelprotokollen** ble undertegnet i 1985 av 21 land, og avtalen forplikter landene til å *redusere utslippene av SO<sub>2</sub> med 30% i perioden 1980 — 1993*. Stortinget har i tillegg vedtatt et nasjonalt mål om 50% reduksjon i samme tidsrom.

På nitrogen-siden er det undertegnet to avtaler. **NO<sub>x</sub>-protokollen** ble undertegnet i 1988, hvor Norge forplikter seg sammen med 22 land å *stabilisere utslippene av NO<sub>x</sub> på 1987-nivå innen 1994*. I tillegg har Norge sammen med 11 andre land undertegnet **NO<sub>x</sub>-deklarasjonen** som forplikter landene til å *redusere utslippene med 30% i forhold til 1986-nivå innen 1998*.

Utslippene fra 30%-gruppen utgjorde i 1991 i størrelsesorden 9,5 mill. tonn NO<sub>x</sub>. Norges andel av dette er ca. 2—2,5%.

### Utslipp til vann

Norge har undertegnet flere **Ministerdeklarasjoner** om reduksjoner i utslippene av nærings-salter til **Nord-sjøen**. På Ministerkonferansen i London i 1987 ble det oppnådd internasjonal enighet om *reduksjon i utslippene av fosfor og nitrogen med i størrelsesorden 50% innen 1995 med 1985 som basisår*. På Ministerkonferansen i Haag i 1990, undertegnet 9 Nordsjø-stater, samt EF-kommisjonen, en avtale som stadfestet målene i London-deklarasjonen om

reduksjoner i næringssaltutslippene til Nordsjøens kystområder hvor disse tilførselene antas, direkte eller indirekte å føre til forurensning, såkalte utsatte kystområder. I tillegg stilles krav til sekundær (biologisk eller kjemisk) rensing av kommunale utslipp større enn 5.000 p.e. og industriutslipp av tilsvarende størrelse langs kysten nord til 62. breddegrad dersom det ikke kan dokumenteres at utslippene hverken fører til lokale eller regionale eutrofi-problemer.

### **Nasjonale målsettinger og tiltak for å nå målene**

#### *Reduksjon av NO<sub>x</sub>-utslippene*

I 1991 gjennomførte SFT en foreløpig analyse av aktuelle tiltak for å nå målsettingene i NO<sub>x</sub>-protokollen og NO<sub>x</sub>-deklarasjonen om henholdsvis stabilisering av og 30% reduksjon av NO<sub>x</sub>-utslippene (SFT 1991). Analysen ble utført på oppdrag av Miljøverndepartementet som et ledd i et sektorovergripende samarbeid for å komme frem til de mest kostnadseffektive tiltakene. Analysen må oppfattes som ett av flere innspill foran en forestående bred utredning i regi av Regjeringen.

Den foreløpige analysen har utredet i alt 28 tiltak innenfor tiltaksgruppene: *mobile kilder* (avgasskrav, trafikale tiltak/energieffektivisering og alternative drivstoffer), *stasjonære kilder på land* (lav-NO<sub>x</sub>-teknologi og energisparing/fornybare energikilder) og *oljevirk-somhet*. Det er utredet tre alternative tiltakspakker som vil gi rundt 30% reduksjon av utslippene i perioden 1986—1998.

Analysen konkluderer med at Norge trolig vil oppnå målsettingen om stabilisering av NO<sub>x</sub>-utslippene på

1987-nivå innen 1994 uten ytterligere tiltak enn de som allerede er gjennomført. Analysen viser at målsettingen om 30% reduksjon kan nås, men at kostnadene vil kunne bli relativt store.

#### *Reduksjon av næringssaltutslippene til kysten av Sør-Norge*

SFT gjennomførte i 1990 i samarbeid med Miljøverndepartementet og berørte sektormyndigheter en omfattende utredning av tiltak som mest mulig kostnadseffektivt oppfylte målsettingene i Nordsjø-deklarasjonene. Arbeidet resulterte i en tiltaksplan (SFT 1992b) som oppfyller kravene om 50% reduksjon av N og P til utsatte kystområder av Nordsjøen, og bidrar i tillegg til å oppfylle mål om lokale bedringer i vannkvalitet.

SFTs tiltaksplan er lagt til grunn for prioriteringene i St.meld. nr. 64 (1991/92). Her foreslås fire grupper av tiltak innen kommunal sektor:

1. Utbedre eksisterende renseanlegg.
2. Bygge renseanlegg for sekundær rensing (kjemisk rensing).
3. Bygge rensetrinn for nitrogenfjerning på eksisterende og nye renseanlegg.
4. Utbedre ledningsnett.

Innen landbrukssektoren foreslås tre hovedgrupper av tiltak:

1. Utbedring av tekniske anlegg (silo og gjødsellagre).
2. Dyrkingsmessige endringer i plan-teproduksjon (reduisert jordarbeiding og fangvekster).
3. Endret gjødsling (gjødsling etter plan, redusert gjødselsintensitet, spredning av all husdyrgjødsel i vekstsesongen og delt gjødsling til alt korn).

Tabell 3. *Anslag for samlede investeringer og årskostnader i s.k. utsatte områder av Nordsjøen for perioden 1991-95, samt oppnådde reduksjoner i perioden 1985-91 og forventede reduksjoner i perioden 1991-95 av nitrogen (N) som andel (%) av samlede utslippsreduksjoner.*

(Kilde: St.meld. nr. 64, 1991-92 & SFT 1992a).

Sektor	Årskostnad i mill. kr 1991-95	Investeringer i mrd. kr 1991-95	Oppnådd reduksjon 1985-91	Forventet reduksjon 1991-95
Kommunal	600	3,6	3,0	17,0
Landbruk	500	1,0	4,0	6,0
Industri	40	0,4	11,0	1,5
<b>Alle sektorer</b>	<b>1.140</b>	<b>5,0</b>	<b>18,0</b>	<b>24,5</b>

I perioden 1991-95 vil det samlede investeringsbehovet for alle sektorene, inkludert industrisektoren, være anslagsvis 5,0 mrd. kroner og 1.140 mill. kroner som årskostnader. Den forventede reduksjonen av nitrogen i 10-års perioden 1985-95 blir omlag 42-43%.

### Hvordan føres kontroll med at målene nås?

I SFT er det startet et omfattende arbeid med å bygge opp et effektivt resultatrapporteringsystem på de fleste sektorene. Det er innledet et samarbeid med landbruksmyndighetene og Statistisk sentralbyrå (SSB) om registrering av tiltaksgjennomføring på landbrukssektoren. På kommunalsektoren deltar Fylkesmennenes miljøvern-avdelinger i dag aktivt i arbeidet med å innrapportere årlige utslipp fra kommunale avløpsrensaneanlegg til SSBs avløpsdatabase. På akvakultursektoren legges det også opp til rapportering via miljøvern-avdelingene. De fleste større industribedriftene bidrar dessuten med

utslippsoversikter gjennom egenrapportering for anlegg med utslippstillatelser.

En viktig forutsetning for å kunne drive tilfredsstillende resultatrapportering er at datagrunnlaget har god kvalitet, og at de kan leveres innen rimelig tid. Hittil har innsatsen vært rettet mot å etablere de ulike rapporteringsrutinene, men innsatsen vil etterhvert konsentreres sterkere mot å bedre datagrunnlaget og rapporteringsrutinene.

Innen bl.a. landbrukssektoren vil det ikke være praktisk mulig å rapportere utslippsdata for hver enkelt kilde. I stedet benyttes beregningsmodeller som baseres på empiriske avrenningskoeffisienter for ulike areal typer. Norsk institutt for vannforskning har på oppdrag av SFT utviklet en slik modell for beregning av fosfor- og nitrogentilførsler, den såkalte Teotil. Denne beregningsmodellen henter data fra SSBs befolknings- og jordbruksstatistikker og NVEs vassdragsregister (Regine). Utslippsdata for kommunal-, industri-

og akvakultursektoren legges også inn i beregningsmodellen. Resultatrapporteringen baserer seg på årlig oppdaterte data fra Teofil. Tallene i tabell 2 er et resultat av slike beregninger i 1992.

Statlig program for forurensningsovervåking er også i ferd med å skreddersys for mer effektivt å fremskaffe oversikter over miljøtilstanden som

ledd i resultatkontrollarbeidet. På dette området blir det i 1993/94 startet et omfattende arbeid for å fastsette konkrete miljømål for en lang rekke vannforekomster i hele landet. Overvåkingen skal i sterkere grad rettes inn mot å gi svar på i hvilken grad målene oppfylles ved hjelp av et bestemt sett av miljøindikatorer.

### Litteratur:

- North Sea Conference, 1990.** *1990 Interim report on the quality status of the North Sea. Third International Conference on the Protection of the North Sea, The Hague March 7 and 8, 1990.*
- Holtan, G., D. Berge, H. Holtan & T. Hopen, 1992.** *Paris Convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1991.* State Pollution Control Authority Norway, Report 488B/92. ISBN 82-577-2111-5. 104 s.
- Ibrekk, H.O., K. Baalsrud, J. Molvær & H. Thaulow, 1991.** *Nordsjøplanen. Sammen-dragsrapport.* Norsk institutt for vannforskning. ISBN 82-577-1978-1. 23 s.
- Sandnes, H. & H. Styve, 1992.** *Calculated budgets for airborne acidifying components in Europe, 1985, 1987, 1988, 1989, 1990 and 1991.* Det norske meteorologiske institutt (DNMI). EMEP/MSC-W, Report 1/92. ISSN 0332-9879.
- Statens forurensningstilsyn (SFT), 1988.** *1000-sjøers undersøkelsen 1986 - Fiskestatus.* Statlig program for forurensningsovervåking, rapport 313/88. ISBN 82-90031-09-2. 35 s.
- Statens forurensningstilsyn (SFT), 1991.** *NO<sub>x</sub>-analyse. Beskrivelse av utslipp i dag og fram mot år 2000. Vurdering av mulighetene for å stabilisere og redusere utslippene av NO<sub>x</sub> i henhold til inngåtte internasjonale avtaler.* 26 s.
- Statens forurensningstilsyn (SFT), 1992a.** *Nasjonale samletall for forurensningsutslipp 1991.* SFT-dokument 92:03. ISBN 82-7655-026-6. 55 s.
- Statens forurensningstilsyn (SFT), 1992b.** *Nordsjø-deklarasjonen. Tiltak for å redusere næringssalttilførslene.* SFT-rapport 92:14. ISBN 82-7655-039-8. 82 s.
- Stortingsmelding nr. 64 (1991-92).** Om Norges oppfølging av nordsjødeklarasjonene.