Statlig program for forurensningsovervåking

Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder i 2002, beregnet med tilførselsmodellen

TEOTIL

Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

Hovedkontor
Postboks 173, Kjelsås
0411 Oslo
Telefon (47) 22 18 51 00
Telefax (47) 22 18 52 00
Internet: www.niva.no

Sørlandsavdelingen
Televeien 3
4879 Grimstad
Telefon (47) 37 29 50 55
Telefax (47) 37 04 45 13

Østlandsavdelingen
Sandvikaveien 41
2312 Ottestad
Telefon (47) 62 57 64 00
Telefax (47) 62 57 66 53

Vestlandsavdelingen
Nordnesboder 5
5008 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-NIVA A/S
9015 Tromsø
Telefon (47) 77 68 52 80
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel		Dato
Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL	4771-2003	12.12.2003
	Prosjektnr. Undernr. O-21223	Sider Pris 50
Forfatter(e) Stig A. Borgvang, John Rune Selvik, Torulv Tjomsland og Hans Olav Eggestad	Fagområde Vannressurs-forvaltning	Distribusjon Fri
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

Oppdragsgiver	Oppdragsreferanse
Statens forurensningstilsyn (SFT)	

Sammendrag

Denne rapporten omtaler resultatene av tilførselsberegninger av nitrogen og fosfor til norskekysten. Den deler kysten i fem strekninger. Områdene som drenerer kyststrekningen fra svenskegrensa til Strømtangen fyr, samt Indre Oslofjord er prioriterte områder for tiltak under EUs Nitrat- og Avløpsdirektiver. Kyststrekningen fra svenskegrensa til Lindesnes er definert som problemområdet med tanke på eutrofiering i henhold til PARCOM Rekommandasjon 88/2 om næringssalttilførsler. I perioden 1985 til 2002 ble den menneskeskapte nitrogen- og fosfortilførselen til dette norske problemområdet redusert med henholdsvis 41 og 64 %. I år 2002 utgjorde de menneskeskapte utslippene av nitrogen og fosfor fra jordbrukssektoren til dette problemområdet henholdsvis 47% og 56% av de menneskeskapte utslippene fra alle kilder til dette området. Tilførslene fra akvakulturnæringen utgjorde omtrent 3/4 av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til kystområdet fra Lindesnes til russergrensa i 2002 og omtrent halvparten av den menneskeskapte nitrogentilførselen til det samme området.

Fire norsk emneord/uttrykk	Fire norsk emneord/uttrykk
1. Næringssalter	1. Nutrients
2. Tilførsler	2. Inputs
3. Norskekysten	3. Norwegian coast
4. TEOTIL modellen	4. TEOTIL model

Stig A. Borgvang	Dag Berge	Nils Roar Sælthun
Prosjektleder	Kvalitetssikrer	Forskningsdirektør

ISBN 82-577-4447-6

Forord

Denne rapporten gir resultater og kommentarer til de årlige beregningene av tilførsler av nitrogen og fosfor fra ulike kilder til Norges kystområder.

Følgende kilder inngår i beregningene: jordbruk, bakgrunnsavrenning, kommunalt avløp, industri og akvakultur.

Saksbehandler hos SFT har vært Jon L. Fuglestad.

På NIVA har Torulv Tjomsland og John Rune Selvik vært prosjektmedarbeidere, med førstnevnte som ansvarlig for selve kjøringen av TEOTIL modellen. Metodebeskrivelsen for beregning av næringssalttap fra jordbruket er gjort av Hans Olav Eggestad, JORDFORSK. Han har også utarbeidet koeffisientene for beregningene av næringssalttap fra jordbruket. Dataene for utslipp av næringssalter fra renseanlegg og fra spredt bebyggelse er tilrettelagt av Jørn Kristian Undelstvedt, Statistisk Sentralbyrå.

Stig A. Borgvang, NIVA, har vært prosjektleder og har skrevet rapporten.

Oslo, november 2003



Stig A. Borgvang

Prosjektleder

Innhold:

1. Sammendrag 6
1.1 Mål 6
1.2 Gjennomføring 6
1.3 Resultater 7

2. Innledning 12
2.1 Bakgrunn 12
2.2 Prosjektmål 13

3. Kilder til nitrogen- og fosfortilførsler 15
3.1 Innledning 15
3.2 Jordbruk 15
3.2.1 Innledning 15
3.2.2 Diffuse kilder, beregningsgrunnlag 15
3.2.3 Punktkilder, beregningsgrunnlag 17
3.2.4 Kvalitetssikring og usikkerhet 17
3.3 Akvakultur 18
3.3.1 Innledning 18
3.3.2 Beregningsgrunnlag 18
3.3.3 Kvalitetssikring av data 19
3.4 Utslipp fra befolkning og industri tilknyttet offentlig nett 21
3.4.1 Beregningsgrunnlag 21
3.4.2 Kvalitetssikring 21
3.5 Industri 23
3.5.1 Beregningsgrunnlag 23
3.5.2 Kvalitetssikring av data 24
3.6 Bakgrunnsavrenning av næringssalter 24
3.6.1 Beregningsgrunnlag 24
3.6.2 Kvalitetssikring 24

4. Tilførsler av nitrogen og fosfor 25
4.1 Innledning 25
4.2 Næringssalttilførsler til Skagerrakkysten 27
4.2.1 Innledening 27
4.2.2 Fosfortilførsler til kystområdet svenskegrensa-Lindesnes 27
4.2.3 Nitrogenførsler til kystområdet svenskegrensa-Lindesnes 28
4.3 Næringssalttilførsler til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr 29
4.3.1 Innledning 29
4.3.2 Fosfortilførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr 29
4.3.3 Nitrogenførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr 29
4.4 Næringssalttilførsler til Indre Oslofjord 30
4.4.1 Innledening 30
4.4.2 Fosfortilførsler til Indre Oslofjord 30
4.4.3 Nitrogenførsler til Indre Oslofjord 31

4.5 Næringssalttilførsler til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa 32
4.5.1 Fosfortilførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa 32
4.5.2 Nitrogenførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa 34
4.6 Næringssalttilførsler til hele norskekysten 35
4.6.1 Fosfortilførsler til hele norskekysten 35
4.6.2 Nitrogenførsler til hele norskekysten 37

5. Kalibrering av TEOTIL modellen 39
5.1 Innledning 39
5.2 Retensjon av næringssalter i innsjøer 39

6. Litteraturliste 41

VEDLEGG 43

1. Sammendrag

1.1 Mål

Målsettingen med rapporten er å:

- teoretisk beregne tilførslene av næringssaltene nitrogen og fosfor til norske kystområder fordelt på kyststrekningene:
    1. Fra grensen mot Sverige til Lindesnes
    2. Fra grensen mot Sverige til Strømtangen fyr ved Fredrikstad
    3. Indre Oslofjord
    4. Lindesnes-grensen Norge/Russland
    5. samt hele kyststrekningen fra grensen Norge/Sverige til grensen Norge/Russland
- sammenstille primærdata og beregne utslipp fra jordbruk, befolkning, akvakultur, industri for hver av de nevnte geografiske strekninger
- beregne prosentvis reduksjon i næringssalttilførslene for de nevnte kyststrekninger og kilder med 1985 som basisår
- beregne naturlig bakgrunnsavrenning av nitrogen og fosfor med normaliserte verdier
- måloppnåelse i forhold til nasjonalt nøkkeltall, Nordsjø-deklarasjonene og PARCOM rekommandasjon om reduksjoner av menneskeskapte tilførsler av næringssalter.

1.2 Gjennomføring

Beregningene av diffuse nitrogentap fra jordbruksarealer som drenerer til kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes (problemområdet) er basert på arealspesifikke avrennings-koeffisienter som er utviklet på basis av tidsseriemålinger under Jordsmonnsovervåkings-programmet (JOVA). Disse koeffisientene beregnes av JORDFORSK.

Det er verdt å merke seg at resultatene av et metodeutviklingsprosjekt har medført endringer i tapskoeffisientene for jordbruket. De nye koeffisientene er utviklet for dreneringsområdet til det norske problemområdet med hensyn på eutrofiering (kystområdet svenskegrensa-Lindesnes) for hele perioden 1985-2002, og for dreneringsområdet for kystområdet Lindesnes-russergrensa for 2000-2002.

På strekningen Lindesnes-Russergrensa er det for jordbruket ikke foretatt oppdaterte avrenningsberegninger for perioden 1985-99. I årets rapport er det bestemt at for jordbruket på strekningen og i nevnte periode oppgis ingen tallverdier. Dette medfører at det ikke er mulig å se på tilførselstrender, beregne reduksjoner i utslipp sammenlignet med basisåret 1985 eller sammenligne de forskjellige kildenes relative viktighet over hele landet for hele perioden.

For bakgrunnstilførslene er det etablert faste koeffisienter både for avrenning fra utmarksarealer og for deposisjon på fri vannflate. Dette er således tilførsler der meteorologiske variasjoner fra år til år er midlet ut. I tillegg kommer bakgrunnsavrenningen fra jordbruksarealer som er den avrenningen som ville funnet sted hvis det ikke var foretatt oppdyrking (koeffisienter utarbeidet av JORDFORSK). Den er satt noe høyere enn

tilsvarende avrenning fra skog- og utmarksarealer ut fra antatt andre opprinnelige bonitetsforhold og vegetasjonssammensetning.

På bakgrunn av primære tilførselstall på kommunalt avløp og spredt bebyggelse fra SSBs rapporteringssystem og database KOSTRA, avrenningskoeffisienter fra jordbruksmark fra JORDFORSK, samt akvakultur fra havbruksdata (www.havbruksdata.no, eiet av Fiskeridepartementet) og industridata fra SFTs database INKOSYS, er det utviklet tilførselstall til Norges kystområder for 2002. Oppdaterte tall for år 2002 ble lagt inn i TEOTIL, kvalitetssikret og beregninger utført.

Nitrogen- og fosfortilførslene er aggregert opp til fem kystområder. Områdene 2 og 3 (se over) drenerer områder hvor tiltak skal prioriteres for å redusere næringssaltutslipp/tap for å tilfredsstille kravene under EUs Nitratdirektiv (landområder som er definert som sårbare områder med hensyn til næringssaltutslipp fra jordbruksaktiviteter) og EUs Avløpsdirektiv (følsomme vannforekomster for næringssalter). Disse to områdene utgjør deler av det norske problemområdet med tanke på eutrofiering (område 1) i henhold til PARCOM Rekommandasjon 88/2. Kystområdet Stadt-russergrensa er klassifisert som et 'ikke-problemområde' i henhold til OSPARs "Screening Procedure". Enkelte områder fra Lindesnes-Stadt vil være gjenstand for OSPARs "Comprehensive Procedure", for endelig å definere trofistatus i OSPARs "Maritime area").

Resultatene med kommentarer og analyser er del av rapporteringen i Statlig program for forurensningsovervåking. Prosjektet har også levert beregninger av nitrogen- og fosforavrenning fra punkt- og diffuse kilder til hav som skyldes utslipp nedstrøms RID målepunktene til SFT for bruk i OSPARs elvetilførselsprogram (RID).

1.3 Resultater

Svenskegrensa-Lindesnes: Norske del av OSPARs problemområde med tanke på eutrofiering
De totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til dette kystområdet ble redusert med 64% i perioden 1985 til 2002. Norge tilfredsstiller derfor fortsatt kravene i PARCOM Rekommandasjon 88/2 om å redusere fosfortilførslene til problemområdene med hensyn på eutrofiering med i størrelsesorden 50 %.

De totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen til dette kystområdet ble redusert med 41% i perioden 1985 til 2002. Norge tilfredsstiller derfor ikke kravene i PARCOM Rekommandasjon 88/2 om å redusere nitrogentilførslene til problemområdene med hensyn på eutrofiering med i størrelsesorden 50 %. Omtrent halvparten av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor og 56% av nitrogentilførslene til dette kystområdet i 2002 kom fra jordbrukssektoren.

Svenskegrensa-Strømtangen fyr.
De totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til dette kystområdet ble redusert med 56% i perioden 1985 til 2002. De totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen til dette kystområdet ble redusert med 28% i perioden 1985 til 2002. Omtrent 65% av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor og 70% av de totale menneskeskapte tilførslene nitrogen til dette kystområdet i 2002 kom fra jordbrukssektoren.

Indre Oslofjord
De totale menneskeskapte tilførslene av fosfor og nitrogen til dette kystområdet ble redusert med 64% i perioden 1985 til 2002. Omtrent tre fjerdedeler av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor og nitrogen til dette kystområdet i 2002 kom fra avløpssektoren.

Lindesnes-russergrensa
De totale menneskeskapte tilførslene av fosfor og nitrogen til dette kystområdet har mer enn doblet i perioden 1985 til 2002. For både nitrogen og fosfor skyldes den sterke økningen en betydelig økning av tilførslene fra akvakulturnæringen. Omtrent 3/4 av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor og omtrent halvparten av nitrogentilførslene til dette kystområdet i 2002 kom fra akvakulturnæringen.

Hele norskekysten
De totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til norskekysten i perioden 1985 til 2002 økte med omtrent 60%. De totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen til norskekysten i perioden 1985 til 2002 økte med omtrent 25%. For både nitrogen og fosfor skyldes økningen en betydelig økning av tilførslene fra akvakulturnæringen. Omtrent 70% av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til norskekysten i 2002 kom fra akvakulturnæringen. Omtrent 36% av de totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen til norskekysten i 2002 kom fra jordbruket.

Summary

Title: Input of nutrients to Norwegian coastal areas in 2002, calculated with the input-model TEOTIL
Year: 2003
Authors:
Stig A. Borgvang, John Rune Selvik, Torulv Tjomsland and Hans Olav Eggestad.
Source: Norwegian Institute for Water Research; ISBN 82-577- 4447-6

Objectives

The project objectives are to:

- quantify theoretically the nitrogen and phosphorus loads to the following Norwegian coastal areas:
  1. From the Swedish/Norwegian border to Lindesnes
  2. From the Swedish/Norwegian border to the Strømtangen lighthouse close to Fredrikstad
  3. Inner Oslofjord
  4. From Lindesnes-to the Norwegian/Russian border
  5. as well as the whole coastline from the Swedish/Norwegian border to the Norwegian/Russian border
- compile data from national pollution registers and quantify the losses of nutrients from agriculture, population, aquaculture and industry for each of the above mentioned coastlines
- calculate the precentage reduction in nutrient loads to these coastlines and the reductions in discharges/losses from the various sources, for the period 1985-2002
- quantify the natural background losses of nitrogen and phosphorus from unmanaged land/non-agricultural land with normalised values
- describe the situation as regards the progress towards national objectives linked to teh North Sea Ministerial declarations and PARCOM Recommendation 88/2 concerning reductions of anthropogenic inputs of nutrients.

Methodology

The calculations of the actual diffuse nitrogen losses from agricultural fields draining into the Norwegian problem area with regard to eutrophication are based on area specific run-off coefficients developed on the basis of the time series of measurements in the Agricultural Environmental Monitoring Programme. These coefficients are developed by JORDFORSK.

It is important to note that the results from a methodology project has resulted in changes in loss coefficients for the agriculture sector. New coefficients have been developed for the drainage area of the Norwegian problem area with regard to eutrophication (coastal area Swedish/Norwegian border-Lindesnes) for the whole period 1985-2002, as well as for the drainage area of the coastal area Lindesnes-Norwegian/Russian border for the period 2000-2002.

For the coastal area Lindesnes-Norwegian/Russian border there are no updated loss estimates from agriculture for the period 1985-1999. It has therefore been decided not to include any loss estimates for this coastal area for period 1985-1999. This prevents any studies of trends in inputs, estimates of reductions for the period 1985-2002 or comparisons between the various sources' relative importance in Norway for this period.

Concerning background losses of nutrients, fixed coefficients have been developed for non-agricultural land, as well as for deposition on water bodies. The annual meteorological variations are averaged over the years. Losses from agricultural land that would have occurred if there were no agriculture activities have been developed by JORDFORSK and are estimated to be higher than from forested areas due to an assumed different original productivity in the soils and due to a different vegetation.

The input figures to Norwegian coastal areas for the year 2002 have been estimated based on:

- Figures on municipal wastewater and scattered dwellings aggregated on the basis of annual reports from wastewater treatment plants, as reflected in SSB's reporting system and database KOSTRA
- Loss coefficients from agricultural land from JORDFORSK
- Figures on discharges from aquaculture plants from 'havbruksdata' (www.havbruksdata.no, being the property of the Norwegian Ministry of Fisheries)
- Figures on industrial sources aggregated on the basis of annual reports from industrial plants, as reflected in the database INKOSYS of the Norwegian Pollution Control Authority (SFT).

Inputs of nitrogen and phosphorus have been aggregated into five coastal araes. Areas 2 and 3 (see above) drain areas in which to prioritise measures to reduce nutrient discharges/losses in order to fulfil the requirements of EC's Nitrates Directive (land areas defined as vulnerable due to nutrient losses from agricultural activities-NVZs) and Urban Wastewater Directive (sensitive areas/water bodies with regard to nutrients). Furthermore, these two coastal areas are also part of the Norwegian problem area with regard to eutrophication (area 1) identified under PARCOM Recommendation 88/2. The coastal area Stadt-Norwegian/Russian border is classified as a 'non-problem area' after application of OSPAR's Screening Procedure. OSPAR's Comprehensive Procedure will b eapplied to some coastal areas between Lindesnes and Stadt in order to assess their trophic status within OSPAR's Maritime area.

The results, including comments and analyses, are parts of the reporting within the National Programme for Monitoring of Pollution. The TEOTIL project has also provided estimates of nitrogen and phosphorus losses and discharges to the sea from point and diffuse sources located downstream the Norwegian EPA's monitoring points used within OSPAR's Riverine and Direct Discharges' Programme (RID)

Results

Swedish border-Lindesnes: Norwegian part of the OSPAR problem area with regard to eutrophication

The total anthropogenic inputs of phosphorus to this coastal area were reduced by 64% in the period 1985 to 2002. Hence Norway still complies with the requirements in PARCOM

Recommendation 88/2 to reduce the inputs of phosphorus to the identified problem areas by the order of 50 %.

The total anthropogenic inputs of nitrogen to this coastal region were reduced by about 41% in the period 1985 to 2002. Hence Norway does still not comply with the requirements in PARCOM Recommendation 88/2 to reduce the inputs of nitrogen to the identified problem areas by the order of 50 %. In the year 2002, about half of the anthropogenic inputs of phosphorus and about 56% of the anthropogenic inputs of nitrogen into this coastal area originated from losses from the agriculture sector.

Swedish border – the lighthouse at Strømtangen.
The total anthropogenic inputs of phosphorus to this coastal area were reduced by about 56% in the period 1985 to 2002. The total anthropogenic inputs of nitrogen to this coastal area were reduced by about 28% in the same period.

In the year 2002, about 64% of the anthropogenic inputs of phosphorus and about 70% of the anthropogenic inputs of nitrogen into this area originated from losses from the agriculture sector.

Inner Oslofjord
The total anthropogenic inputs of phosphorus and nitrogen to this coastal area were reduced by about 64% in the period 1985 to 2002. About 75% of the anthropogenic inputs of phosphorus and nitrogen into this area originated from discharges from wastewater treatment plants.

Lindesnes-Norwegian/Russian border
The total anthropogenic inputs of phosphorus and nitrogen to this coastal area more than doubled in the period 1985 to 2002. For both nitrogen and phosphorus, this strong increase in inputs is due to the considerable increase in inputs of nutrients from the aquaculture sector.

In the year 2002, about 3/4 of the anthropogenic inputs of phosphorus and about half of the anthropogenic inputs of nitrogen into this area originated from discharges from aquaculture plants.

The whole Norwegian coastal area
The total anthropogenic inputs of phosphorus to the Norwegian coastal area increased with about 60% in the period 1985 to 2002. The total anthropogenic inputs of nitrogen to the Norwegian coastal region increased by about 25% in the same period. For both nitrogen and phosphorus, the increase in inputs is due to the considerable increase in inputs of nutrients from the aquaculture sector.

In the year 2002, about 70% of the anthropogenic inputs of phosphorus into the whole Norwegian coastal area originated from discharges from aquaculture plants, whereas about 36% of the anthropogenic inputs of nitrogen originated from the agriculture sector.

2. Innledning

2.1 Bakgrunn

Modellen TEOTIL beregner tilførsler av fosfor og nitrogen fra landbaserte kilder i Norge til vassdrag og kystområder, samt fra fiskeoppdrettsanlegg i havet. Modellen tar hensyn til retensjon av fosfor og nitrogen, dvs. permanent tilbakeholdelse og omsetning, i vassdragene. Dokumentasjon og bruksanvisning for modellen er gitt i egen rapport (Tjomsland og Bratli 1996). Modellen har vært i stadig utvikling, og ble i 1999 sist tilpasset for å kunne håndtere rapporteringen av nitrogen- og fosfortilførsler fra akvakulturnæringen.

Dette års rapport representerer den siste rapporten med basis i det opprinnelige TEOTIL rammeverket. Fra neste år vil en ny versjon av TEOTIL 2 benyttes, der modellen er gjort mere fleksibel i bruk og bedre integrert med GIS verktøy. Denne utviklingen finansieres gjennom internmidler og gjennom pågående forskningsprosjekter finansiert av Norges Forskningsråd. Det nye konseptet åpner for en utvikling mot bredere bruk av systemet i form av beregning av stofftransport for en rekke andre parametre enn næringssaltparametre og for bruk på mindre områder (nedbørfelt) enn nåværende versjon.

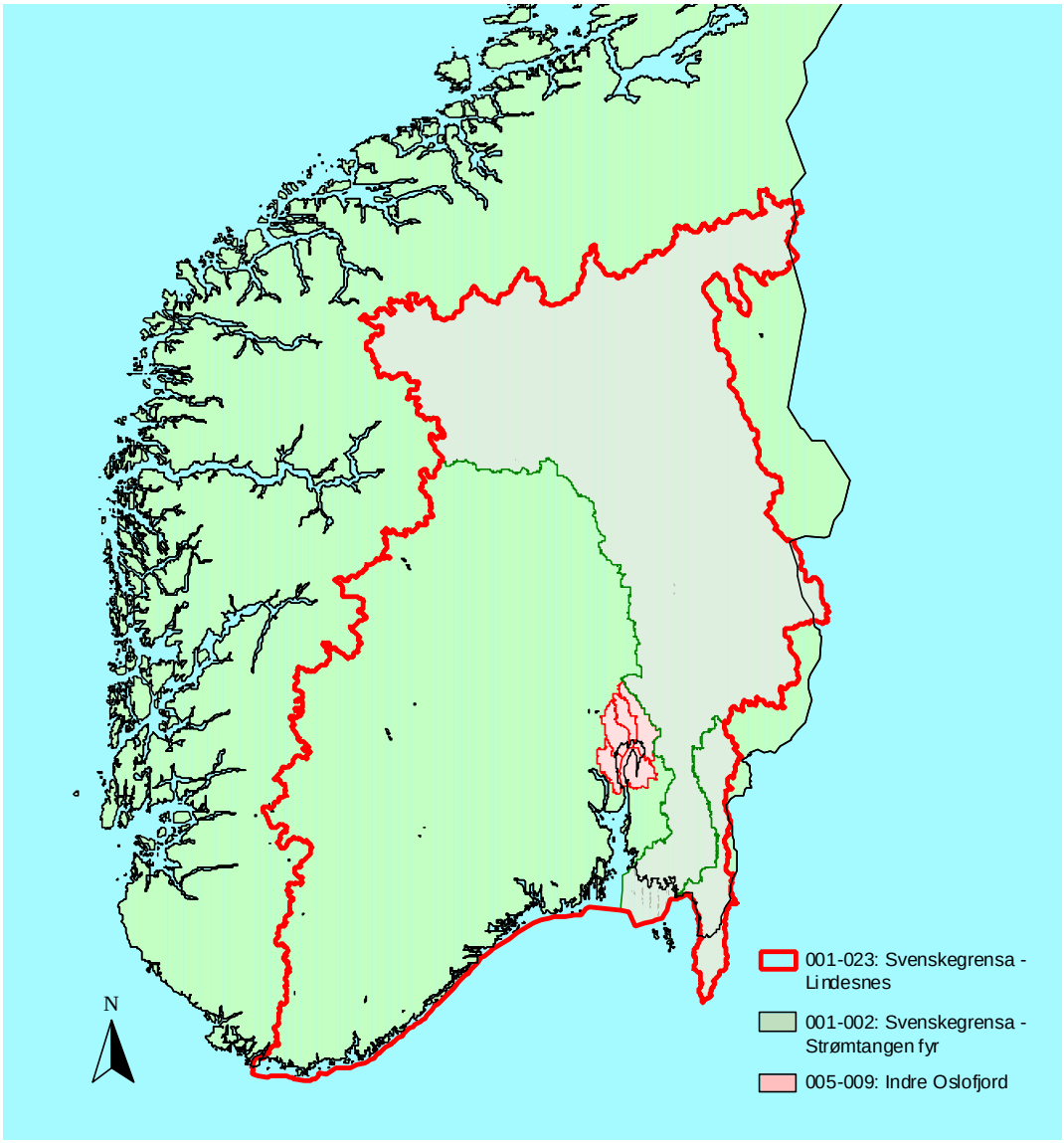
TEOTIL ble opprinnelig laget i forbindelse med utarbeidelsen av Nordsjøplanen i 1990-91 for oppnåelse av 50% reduksjonsmålet for næringssalter innen Nordsjøkonferansene og OSPAR (Bratli og medarb. 1991, Bratli et al. 1995A, Stortingsmelding nr. 64 (Anon. 1992)).

TEOTIL er det nasjonale resultatkontrollsystemet for oppfølgingen av den nasjonale målsettingen om en halvering av de menneskeskapte tilførslene av nitrogen og fosfor til Skagerrakkysten. Skagerrakkysten er definert som et eutrofipåvirket område hvor tilførselsreduksjoner må gjennomføres i henhold til Ministerenes avtale under den 2. Nordsjøkonferansen i 1987 og i PARCOM Rekommandasjon 88/2, og senere i Bergen deklarasjonen i forbindelse med den 5. Nordsjøkonferansen i 2002.

2.2 Prosjektmål

Arbeidet i 2003 er utført og rapporten utarbeidet i henhold til programmet og dets målsettinger om å:

- teoretisk beregne tilførslene av næringssaltene nitrogen og fosfor til norske kystområder fordelt på kyststrekningene:
  - Grensen Norge/Sverige-Lindesnes
  - Grensen Norge/Sverige-Strømtangen fyr ved Fredrikstad
  - Indre Oslofjord
  - Lindesnes-grensen Norge/Russland
    samt hele kyststrekningen fra grensen Norge/Sverige til grensen Norge/Russland
- sammenstille primærdata og beregne utslipp fra jordbruk, befolkning, akvakultur, industri samt bakgrunnsavrenning for hver av de nevnte geografiske strekninger.
- beregne prosentvis reduksjon i næringssalttilførslene for de nevnte kyststrekninger og kilder med 1985 som basisår.
- beregne naturlig bakgrunnsavrenning av nitrogen og fosfor med normaliserte verdier.
- måloppnåelse i forhold til nasjonalt nøkkeltall, Nordsjø-deklarasjonene og PARCOM Rekommandasjon om reduksjoner av menneskeskapte tilførsler av næringssalter.



Figur 1. Avrenningsområdet til Skagerrakkysten med angivelse av vassdragsnummer for de tre kyststrekningen som behandles i rapporten

Figur 1 viser nedbørfeltet som drenerer til Skagerrakkysten, dvs. området fra svenskegrensa til Lindesnes (vassdragsområdene 001 – 023), som er problemområdet referert til ovenfor og områdene der norske myndigheter prioriterer tiltak i henhold til EUs Avløpsdirektiv (Council Directive 91/271/EEC 21 mai 1991, og endret av Commission Directive 98/15/EC 27 februar 1998). Den viser også de områdene der norske myndigheter prioriterer tiltak i henhold til EUs direktiv for nitrattilførsler fra jordbruk (Council Directive 91/676), dvs. området fra svenskegrensa-Strømtangen fyr (vassdragsområdene 001– 002) og Indre Oslofjord (vassdragsområdene 005 – 009).

3. Kilder til nitrogen- og fosfortilførsler

3.1 Innledning

Beregning av diffuse kilder (jordbruk og bakgrunnsavrenning) og punktkilder (kommunalt avløp, spredt bebyggelse, akvakultur og industri) følger forskjellige tilnærmingsmåter. Dette kapitlet gir en kort beskrivelse av de forskjellige tilnærmingsmåtene og datagrunnlagene for de ulike kildene. Resultatene av beregningene er vist i kapittel 4.

3.2 Jordbruk

3.2.1 Innledning

I denne rapporten er det foretatt nye beregninger for området som drenerer til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa. Denne beregningen er foretatt etter samme metodikk som for området som drenerer til kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes når det gjelder diffuse tap, men med en forenklet metode for punktkildetap. De nye beregningene (Lindesnes-russergrensa) er kun gjort for årene 2000, 2001 og 2002. Det er gjort en videreutvikling av metoden for beregning av tapene i 2002. Effekten av grasdekte vannveier er trukket inn. Effekter av fangdammer og vegetasjonssoner er ennå ikke tatt med i beregningene.

3.2.2 Diffuse kilder, beregningsgrunnlag

Nitrogen

Beregningene av diffuse nitrogen tap fra jordbruksmark som drenerer til kyststrekningen svenskegrensa - russergrensa er basert på en empirisk modell som er utviklet på basis av tidsseriemålinger under programmet Jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA). Modellen er utarbeidet av JORDFORSK, og beregner nitrogentap til nærmeste resipient (bekk).

Den empiriske modellen er utviklet på basis av årlige målte nitrogentap fra fem nedbørfelt i JOVA-programmet ved hjelp av regresjonsanalyser (Eggestad et al, 2001). Analysene omfatter variable basert på data som også foreligger på regionalt nivå (værdata, jorddata og jordbruksdrift). Regresjonsanalysen forklarte 85% av variasjonene i nitrogentap for disse fem nedbørfeltene i JOVA programmet. Variablene i ligningen er:

- Avrenning (total vanntransport)
- Jordsmonnets innhold av organisk materiale
- Nitrogenoverskudd på kornarealer (forskjellen mellom tilført mengde på overflaten og nitrogen i avling)
- Avrenning om vinteren/våren (januar-april)
- Antall frostfrie dager mellom jordarbeidingstidspunkt og 1. mai året etter
- Summen av gjennomsnittlig daglig lufttemperatur i sommerperioden (1. mai - 1.september)
- Avrenning fra gressmark i høst-, vinter- og vårperioden.

Fire av de fem nedbørfeltene domineres av kornproduksjon. Nitrogentapene fra eng i områder med mer enn 20 % gressarealer er estimert for seg. Beregningsgrunnlaget er hentet fra målte nitrogentap i de to nedbørfeltene som domineres av gressarealer, skalert ved hjelp av nedbør.

Den empiriske modellen er brukt til å beregne normaliserte nitrogentap i år 2000 (middelet av årlige estimerte nitrogentap over perioden 1990 – 2000, basert på data om produksjon og jordbrukspraksis i 2000). Med utgangspunkt i nitrogentapene i år 2000, er tapene i 2001 og 2002 beregnet ved å korrigere for effektene av de endringer i jordbruksdrift som har skjedd fra år 2000.

Tiltak/forhold som det er tatt hensyn til i beregningene er fordeling av jordbruksvekster, omfang av fangvekster, jordarbeidingspraksis, avlingsnivå og gjødsling (optimalisering, delt gjødsling og høstspredning av husdyrgjødsel). For 2002 er også effekten av gresskledde vannveier inkludert i beregningene. Effekter av fangdammer og vegetasjonssoner er foreløpig ikke trukket inn i beregningene. Tapene for 1985 er prinsipielt beregnet etter samme metode som for 2001 og 2002, dvs grunnlaget er produksjon og jordbrukspraksis i 1985 sammenlignet med i 2000 og normaliserte værdata for perioden 1990-2000. Denne beregningen er imidlertid ikke utført for strekningen Lindesnes-russergrensa.

Fosfor

Beregningene av avrenningstap av fosfor er delt i partikulært og løst fosfor. Det er i JOVA-nedbørfeltene påvist en svært god korrelasjon mellom fosfortap og avrenning, fosforstatus i jordsmonnet (P-Al) og jordtap (partikulært fosfor). Estimatene av jordtap er gjort ved hjelp av USLE (Universal Soil Loss Equation). Virkningene av forskjeller i arealbruk er basert på norske plott/felteksperimenter. Jordsmonn- og topografifaktorer er hentet fra jorddatabanken (NIJOSs jordsmonnskart og Jordforsk Lab sine jordprøveanalyser). Nedbørfaktoren i USLE er bestemt ved hjelp av JOVA-nedbørfeltene, hvor jordtap og de forskjellige jordbrukspraksisene er kjent. Nedbørsfaktorene for de forskjellige delområdene er beregnet ved å ta utgangspunkt i nedbørfaktoren i det JOVA-feltet som ligner mest med tanke på værkarakteristika og så skalere denne via relativ forskjell i nedbør (nedbør i delområdet i forhold til nedbør i JOVA-feltet).

Denne metoden er brukt til å beregne normaliserte fosfortap for år 2000 (jordbruksdrift i år 2000 mot været over siste tiårs periode). Tapene i år 2001 og 2002 er beregnet ved å ta utgangspunkt i tapene i 2000 og korrigere for effektene av de endringene i jordbrukspraksis som har skjedd fra år 2000 til 2001 og 2002. Det er tatt hensyn til endringer i vekstfordeling og jordarbeiding. For 2002 er også effekten av gresskledde vannveier inkludert i beregningene. Effekter av fangdammer og vegetasjonssoner er foreløpig ikke trukket inn i beregningene. Tapene for året 1985 er beregnet etter samme metode som for 2001 og 2002. Denne beregningen er imidlertid ikke utført for strekningen Lindesnes-russergrensa.

Data kilder

De forskjellige datakildene for beregninger av næringssalttap på regionalt nivå er:

- Programmet for jord- og vannovervåking (JOVA) (observerte tap i små jordbruksdominerte nedbørfelt)
- Det Norske Meteorologiske Institutt (DNMI) (nedbør og temperatur fra ca 50 stasjoner i det siste tiåret)
- Norges vassdrag- og energiverk (NVE) (avrenningskart for Norge, 1961-1990)
- NILU (nitrogendeposisjon fra nedbør og tørravsettinger)
- NIJOS (jordsmonnsegenskaper og topografi)

- JORDFORSK Lab (database med kjemiske analyser av jordsmonnsprøver fra jordbruksmark (resultater fra de 13 siste årene)
- Statistisk Sentralbyrå (SSB) (jordbruksstatistikk over fordeling av vekster, spredning av kunstgjødsel og husdyrgjødsel, og jordarbeiding)
- Statens Landbruksforvaltning (godkjente søknader om tilskudd for å redusere pløying)
- Statkorn AS (kornavlinger)

3.2.3 Punktkilder, beregningsgrunnlag

Tapene fra punktkilder er inkludert i beregningsmetoden siden beregningsgrunnlaget er målte tap i nedbørfelt (JOVA). Det er regnet med at det ikke har skjedd endringer i punktkildetapene fra år 2000 til 2001 og 2002. Beregningen av punktkildetap for 1985 er omtalt i tidligere rapport (Vagstad et al, 1991). Dette arbeidet omfatter imidlertid bare områder som drenerer til kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes. I beregningen av punktkildetap for strekningen Lindesnes-russergrensa er det brukt en forenklet metode der det er forutsatt at sammenhengen mellom punktkildetap og dyretall er det samme som for området svenskegrensa-Lindesnes. De enkelte dyreslagene er vektlagt forskjellig avhengig av i hvilken grad de bidrar til produksjon av husdyrgjødsel og silopressaft (modifisert beregning av gjødseldyrenheter).

3.2.4 Kvalitetssikring og usikkerhet

Med unntak av data fra JOVA er alle datakildene eksterne, og kvalitetssikringen forutsettes utført av de respektive institusjonene. I JOVA-programmet hentes data fra loggere daglig, og kontrolleres fortløpende. Vannprøver til kjemisk analyse sendes til akkrediterte laboratorier (Jordforsk Lab og Kjemisk analyselaboratorium Holt (PLANTEFORSK)).

Effekter av miljøtiltak og endringer i jordbrukspraksis er basert på resultater fra forsknings- og utviklingsprosjekter. Beregningsmetodene er basert på internasjonalt anerkjente metoder (multiple regresjonsanalyser og den universielle jordtapsligningen-USLE). Regresjonsligningen som forklarer 85 % av variasjonen i nitrogentap for fem nedbørsfelter i Jord- og vannovervåkings-programmet, er testet ut på et nedbørfelt (Hotran-kanalen i Trøndelag) som ligger utenfor den regionen ligningen er utviklet for. Denne testen dokumenterte meget godt samsvar mellom beregnete og målte tap av nitrogen.

Det er i JOVA-nedbørfeltene påvist en svært god korrelasjon mellom fosfortap og avrenning, fosforstatus i jordsmonnet (P-Al) og jordtap (partikulært fosfor) (regresjonsanalysen forklarte over 90 % av variasjonen i fosfortapene). Det er imidlertid noe usikkerhet knyttet til estimeringen av jordtapet, særlig i områder utenfor det sentrale østlandsområdet hvor dekningen av jordsmonnkart er mangelfull. Imidlertid må det her tilføyes at disse områdene også for det meste er dominert av grasdyrking som innebærer små jordtap, slik at usikkerheten her ikke spiller så stor rolle.

Det er ikke foretatt egne beregninger mht usikkerheter. Tilnærmingen har vært å teste hvor godt beregnede verdier samsvarer med målte verdier i feltmessige avrenningsmålinger. På grunnlag av at beregningene er basert på reelle målinger (JOVA-feltene) og da det beregningsmessig er påvist gode korrelasjoner mellom tap av hhv N og P relatert til utvalgte faktorer, bør en kunne slutte at de beregna nivåene for tap av hhv N og P ligger nær de reelle.

3.3 Akvakultur

3.3.1 Innledning

Fiskeridepartementets havbruksdatabase med tilliggende rapporteringsrutiner ble fullt operativ i 2002. Dette er primært Fiskeridirektoratets verktøy for å følge opp fôrkvote-ordningen, men bl.a. flere statlige etater har interesse av de data som samles inn. SFT valgte å basere beregningen av næringssaltutslipp for 2002 på dette systemet som et ledd i å forenkle rapporteringssystemene for akvakulturnæringen.

En konsekvens av dette er at årets sammenstilling av utslippsdata fra akvakultur ikke omfatter settefiskanlegg eller matfiskanlegg for marine arter. Disse utgjør imidlertid kun en marginal del av det samlede utslipp. Det er politisk besluttet at fôrkvoteordningen skal opphøre ved utløpet av 2004. Dette vil også ha konsekvenser for rapporteringssystemet, og det pågår nå en faglig gjennomgang av hvilke datatyper ulike myndigheter har behov for uavhengig av forkvoteordningen.

3.3.2 Beregningsgrunnlag

Fiskeoppdretterne rapporterer månedlig data om bl.a. fôrforbruk, biomasse, slakt, utkast og utsett av fisk helt ned på merdnivå til Fiskeridirektoratets regionkontorer. Fiskeridirektoratets regionapparat er aktive som pådrivere i rapporteringen samt i kvalitetssikring av rapporterte data. Oppløsning på merdnivå er ikke nødvendig for å gjennomføre beregningene som danner grunnlaget for denne rapporten.

Tidligere ble data om fôrforbruk og produksjon innsamlet av Fylkesmannen, som registrerte informasjonen i SESAM-databasen. På basis av registrert informasjon beregnet SESAM automatisk utslippet av nitrogen og fosfor basert på OSPARs retningslinjer for kvantifisering og rapportering av næringssalttilførsler (HARP) (Borgvang & Selvik, 2000).

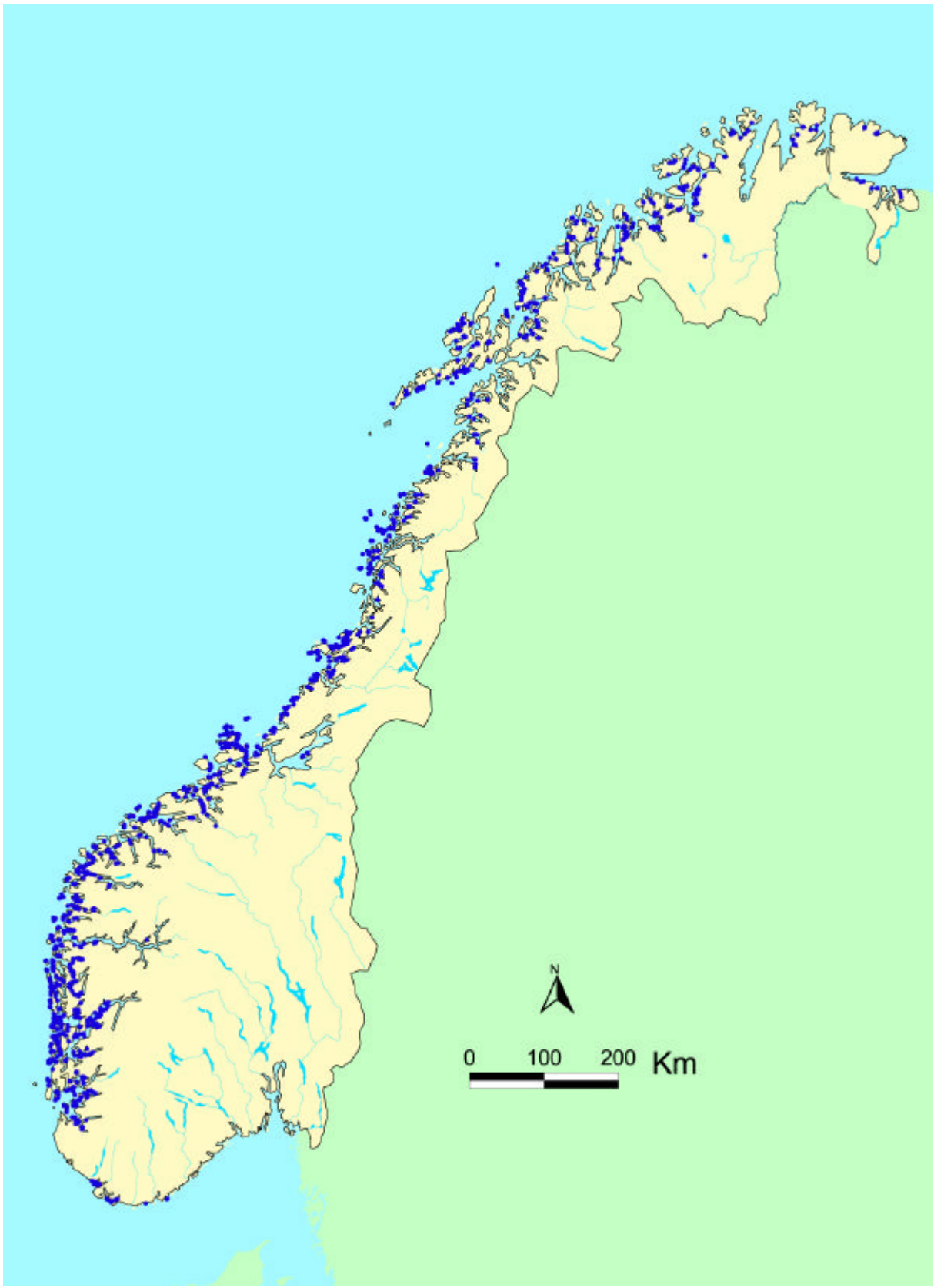
Beregningene av næringssaltutslippene tar utgangspunkt i en massebalanse (nitrogen og fosfor) basert på differansen mellom tilførte stoffmengder (fôr) og hvor mye som avleires i den produserte fiskemengde. Beregningene skiller ikke mellom partikulære og løste fraksjoner. Denne noe enkle tilnærmingsmåten vil derfor overestimere næringssaltutslippene ettersom den ikke tar hensyn til nedgraving av partikulært nitrogen og spesielt partikulært fosfor i sedimentene.

I den sammenheng er det allikevel viktig å merke seg at næringssaltene i sedimentene på ett eller annet tidspunkt vil frigjøres fra sedimentet til vannsøylen. Fiskeridirektoratet leverte data fra 2002 med månedsoppløsning pr. lokalitet, art (laks og ørret) og driftsselskap. Fiskeridirektoratet angir at den praktiske rapporteringen først hadde startet for fullt ved årsskiftet 2001/2002, noe som medførte at ’inngående biomasse’ ved årets start ikke forelå.

NIVA tilbakeberegnet derfor inngående biomasse fra rapporterte biomasser ved utløpet av januar 2002. Likeledes angir direktoratet at rapporteringen ikke kom helt i ordnede former før halvveis i 2002. Disse forhold har introdusert en usikkerhet i datamaterialet som sammen med endringene i rapporteringsrutinene gjør det vanskelig å konkludere mht endringer i utslippsmengder sammenlignet med 2001.

3.3.3 Kvalitetssikring av data

Alle lokaliteter i det nye rapporteringssystemet har nå en unik numerisk kode tilsvarende som for industri- og avløpsanlegg. Sammenligningen mellom siste års data og foregående års data vil heretter være enklere, selv om dette er vanskelig å få et godt grep på det i år. Likeledes synes lokaliseringen (koordinatene) av matfiskanleggene å ha bedre presisjon enn i SESAM. Det gjør at tilordningen til statistikkområde innen TEOTIL kjøringene blir sikrere. Figur 2 viser lokaliseringen av akvakulturanleggene som er del av rapporteringssystemet.



Figur 2. Loklisering av akvakulturanlegg (basert på data fra Fiskeridepartementets Havbruksdatabase).

3.4 Utslipp fra befolkning og industri tilknyttet offentlig nett

3.4.1 Beregningsgrunnlag

Utslippstallene fra befolkning omfatter tilførsler fra renseanlegg (både fra befolkning og industri tilkoplet offentlig ledningsnett), spredt bebyggelse, fra befolkning innen tett befolkede områder som ikke er tilknyttet renseanlegg , og lekkasjer fra ledningsnett. Lokaliseringen av avløpsanleggene er vist i Figur 3, som også indikerer anleggenes størrelse.

Grunnlagsdata fra og med 1993 kommer fra SFTs SESAM database; men fra og med år 2001 hentes grunnlagsdata fra KOSTRA[1]. Tall fra tidligere år enn 1993 er beregnet på bakgrunn av estimerte reduksjoner av tilførsler med utgangspunkt i tiltaksgjennomføring (Farestveit og medarb., 1995). For fosfor er 1993 brukt som utgangspunkt for tilbakeberegningen til 1985. For nitrogen er det brukt et middel av 1993 (da tallene var relativt lave) og 1994 (da det var rapportert relativt høye tall). Grunnen til at det ikke også for fosfor er valgt et middel for 1993 og 1994 er at det ble gjennomført forholdsvis mange fosforbegrensende tiltak i perioden, noe som ikke var tilfelle for nitrogen. Verdier for utslipp av næringssalter fra renseanlegg er basert på målte verdier i de tilfellene hvor disse eksisterer; ellers blir de beregnet teoretisk. Tilførsler fra spredt bosetning og fra lekkasjer på nettet blir beregnet av SSB ved til dels skjønnsmessig stipulerte koeffisienter.

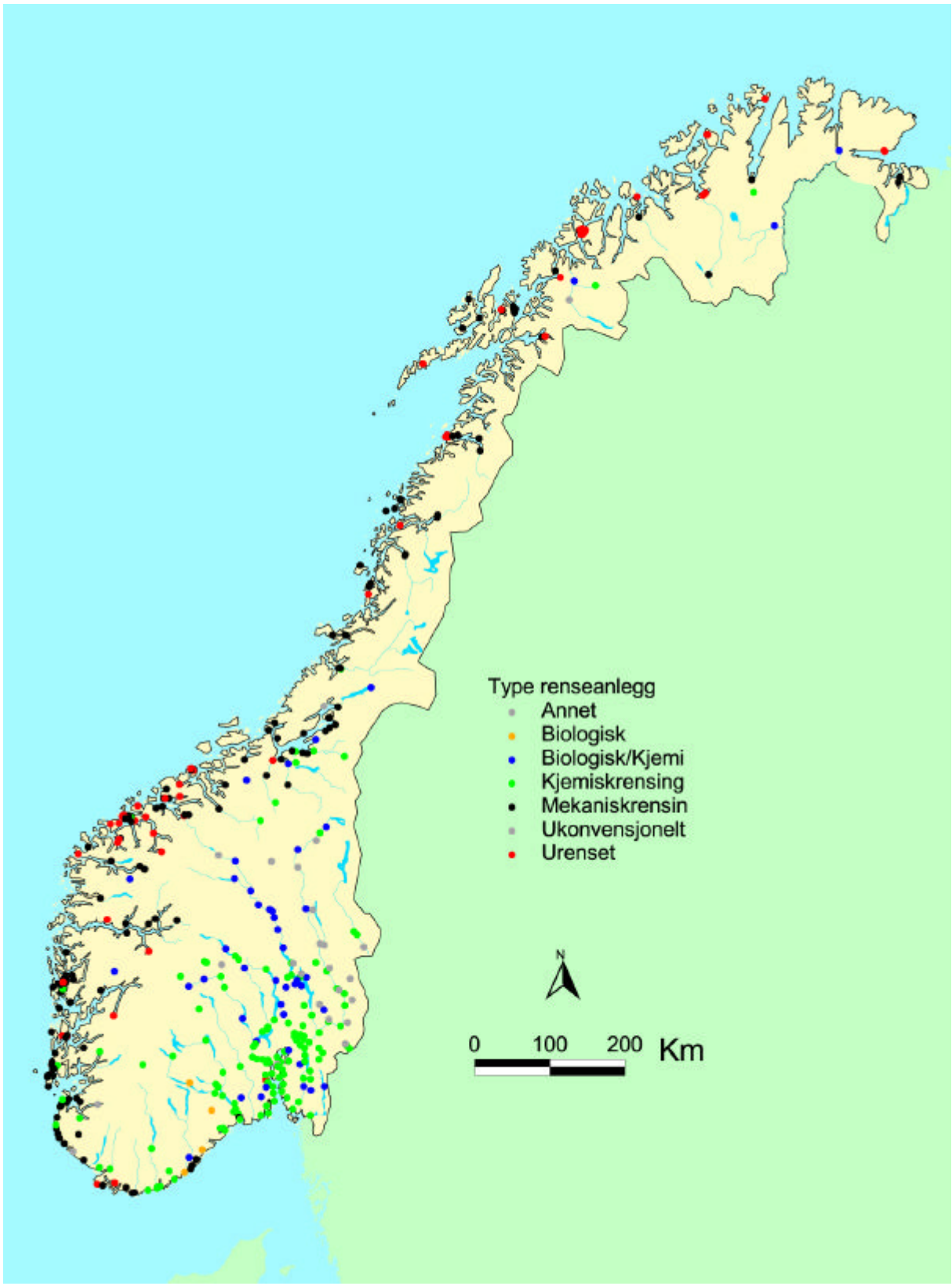
SSB gjennomfører hvert år en kvalitetssikring på innrapporterte data. I dette ligger en sammenligning med tidligere rapporterte verdier, påvisning av mangler og dialog med dataleverandører for komplettering og korreksjoner av datagrunnlaget. SSB benytter rapporterte data til publisering av egne statistikker om utviklingen innen avløpsrensingen i Norge.

3.4.2 Kvalitetssikring

Hvert år så foretar SSB en sjekk og komplettering av de dataene de mottar om hvert renseanlegg, før de blir overført til NIVA. Det første trinnet i NIVAs årlige kvalitetskontroll er å sammenligne årets verdier med tidligere års verdier for å kunne avsløre åpenbare anomalier/feil. Det har vært foretatt flere mere detaljerte kvalitetssikringskontroller av dataene i det siste tiåret. I 1998 ble det foretatt en gjennomgang av tallene fra perioden 1993-97 som er registrert i SESAM, og en rekke systematiske feil og feilrapporteringer på større anlegg ble rettet opp (Farestveit, 1998).

I 1999 viste det seg at kategorien 'husholdninger ikke tilknyttet' innen rensedistrikt med stor sannsynlighet også inneholdt opplysninger om antall anlegg og tilknyttede personer som bor i definerte rensedistrikt. Denne kategorien kunne derfor ikke lenger defineres som spredt bebyggelse, men heller som en samlepost over alle separate avløpsanlegg i kommunene (enten disse ligger i spredt bebyggelse eller innenfor rensedistrikt). Dette ble da korrigert.

[1] KOSTRA: KOmmune STat og RApportering. Et landsdekkende web-basert system for rapportering av en rekke typer data fra kommunal sektor.



Figur 3. Kommunale renseanlegg i Norge (koordinater fra SFTs SESAM database). Lokalisering og type av anlegg for rensing av avløp fra befolkning og industri tilknyttet offentlig nett i Norge.

3.5 Industri

3.5.1 Beregningsgrunnlag

Tallene for utslipp av næringssalter fra industri kommer fra SFTs INKOSYS database. De er basert på målte utslippstall, i den grad slike er rapportert. De vil naturlig variere noe fra år til år. En variasjon i rapportert utslippsmengde fra enkeltbedrifter fra år til år kan imidlertid ha ulike forklaringer:

1. Endret produksjonsvolum eller behandlet avløpsmengde
2. Forandringer i driftsforhold
3. Nye rensetiltak
4. Feilkilder i beregningsgrunnlaget (herunder endrede innsamlings- eller analysemetoder eller endret omfang av innsamlede data).

I tillegg kan det være endringer i antall bedrifter som er med i beregningene noe som vil forstyrre f.eks. trendanalyser av totalutslipp fra industrisektoren. Punktene 1-3 gjenspeiler reelle variasjoner, mens punkt 4 og endret antall bedrifter som rapporterer medfører en tilsynelatende forandring, uten at den er reell. Det gjør det dermed problematisk å bruke tallene i en tidstrendsammenheng ettersom det er vanskelig å isolere og kvantifisere de forskjellige komponentene. At det for noen industribedrifter er til dels store variasjoner i utslippstall, uten at det kan forklares ved punktene 1-3, indikerer også at de to andre komponentene er av betydning. Mange bedrifter, bl. a. innen treforedlingsindustri, har betydelige nitrogen og fosforutslipp uten at dette er regulert gjennom konsesjonsbetingelsene. Dette medfører at måling og rapportering av nitrogen og fosfor skjer noe tilfeldig, selv om bedriftene er forpliktet til å rapportere betydelige utslipp.

Tilførselstallene for industri som blir tatt med i TEOTIL beregningene gjelder bedrifter med egne utslipp, dvs. det som ikke går til kommunalt nett, og som er pålagt egenrapportering. Utslippene fra disse omlag 120 bedriftene, er registrert i SFTs database INKOSYS og tilhører kontrollklassene 1, 2 og delvis 3. Registreringene av utslipp har de siste årene vært intensivert, og enkelte av de rapporterte verdiene har dermed økt selv om det reelt sett nok har vært en nedgang i enkeltutslippene pga. forbedrede rensetiltak. Tall for utslipp av næringssalter fra næringsmiddelindustrien, som før ikke var med, er nå også med i databasen.

Flere små bedrifter (f.eks. innen matforedlingsindustrien) har ikke pålegg om å måle og rapportere fosfor- og nitrogenutslipp, og er derved ikke inkludert. Rapporteringen gjøres derfor noe tilfeldig ved enkelte bedrifter og medfører variasjoner i de årlige utslippstallene og tidvis underrapportering.

I beregningene er de enkelte industribedriftene kun lokalisert til kommunene; det er i snitt tre statistikkområder pr. kommune. Tilordningen til statistikkområde, som er den nettverksfordelingen som blir brukt i TEOTIL, er derfor unøyaktig. Dersom koordinatene på utslippspunktet ble oppgitt, kunne denne tilordningen gjøres ved hjelp av GIS. Dette har tidligere ikke kunnet gjøres fordi det var alt for mange unøyaktigheter i koordinatsangivelsen for bedriftene i INKOSYS databasen. Denne situasjonen er nå blitt forbedret og tilordning ved hjelp av GIS bør gjøres i 2004 rapporteringen.

3.5.2 Kvalitetssikring av data

Data for 2002 fra databasen INKOSYS er sammenliknet med tidligere års verdier. Bedrifter med spesielt store avvik i utslipp og bedrifter som i motsetning til tidligere år ikke oppga data for 2002, samt nye bedrifter med spesielt store utslipp, ble kontrollert spesielt. For eksisterende bedrifter med manglende data for år 2002 ble år 2001 verdier benyttet.

3.6 Bakgrunnsavrenning av næringssalter

3.6.1 Beregningsgrunnlag

TEOTIL beregner tilførsler fra naturområder ved hjelp av avrenningskoeffisienter. Landet blir delt inn i soner. For hver sone blir det gitt en koeffisient for hvor mange kg pr. km^2 som tilføres vassdrag av henholdsvis fosfor og nitrogen. For bakgrunnstilførslene er det etablert faste avrenningkoeffisienter både for avrenning fra skog – og utmarksarealer og for deposisjon på fri vannflate. De meteorologiske variasjonene fra år til år er forsøkt midlet ut. Koeffisientene er hentet fra SFTs tilførselsveileder. I tillegg kommer bakgrunnsavrenningen fra jordbruksarealer som er den avrenningen som ville funnet sted hvis arealet ikke var oppdyrket (koeffisienter utarbeidet av JORDFORSK). Den er antatt å være høyere enn koeffisientene for skog pga. antatt annen bonitet og vegetasjonssammensetning i det opprinnelige landskapet.

For nitrogen er tallene for bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealer basert på:

- Tap av nitrogen i form av organisk materiale og mineralisert nitrogen, som utgjør 150 g/daa under værforhold som i det sentrale østlandsområdet.
- Nitrogen-deposisjon i perioden uten aktiv vekst.

For fosfor er tallene basert på tap av fosfor, som utgjør 10 g/daa under værforhold som i det sentrale østlandsområdet.

Deposisjon direkte på innsjøer inngår også i TEOTIL. Deposisjonen på land og frie vannflater har en betydelig antropogen komponent som ikke isoleres separat i TEOTIL-sammenstillinger. Modeller for atmosfæriske avsetninger gir mulighet for å skille på dette. I 2002 utgjorde bakgrunnsavrenningen til hele norskekysten for fosfor og nitrogen henholdsvis 15% og 43% av totaltilførslene. Bakrunnsavrenning fra naturområder er følgelig viktig for å komme fram til pålitelige verdier for de totale menneskeskapte tilførslene av næringssalter til norskekysten.

3.6.2 Kvalitetssikring

Avrenningen av næringssalter fra skog, utmark og fjellarealer utgjør en betydelig andel av den totale tilførselen av nitrogen og fosfor til norske vannforekomster. Viktigheten av å kunne estimere denne avrenningen så nøyaktig som mulig synliggjøres bl.a. gjennom:

- Norges internasjonale forpliktelser til å redusere menneskeskapte næringssaltutslipp til hav med 50% (PARCOM Recommendation 88/2)

- Forpliktelsene i EUs Rammedirektiv for vann om å beskrive naturtilstanden i alle vannforekomstene i Norge (elver, innsjøer og kystfarvann)
- Fremskaffe et best mulig grunnlag for å utvikle tiltaksplaner, viktigheten av de forskjellige kildene

Koeffisientene som i dag benyttes for bakgrunnsavrenning er basert på en skjønnsmessig vurdering av måledata foretatt på slutten av 80 tallet. Med bakgrunn i erfaringene blant annet fra JOVA programmet og Sur Nedbør overvåkingen er det sterk grunn til å tro at disse differensierer mellom ulike arealkategorier eller regioner slik at variasjonene i naturlig bakgrunnsavrenning med stor sannsynlighet er betydelig undervurdert. Dette vil være spesielt uheldig med tanke på den "lokale" fokus Rammedirektivet for vann har, og ikke minst de tilhørende tiltaksplanene som skal utarbeides. Arbeidet med å forbedre koeffisientene innbefatter:

1. Foreta en faglig og systematisk gjennomgang av eksisterende måledata for avrenning av næringssalter for hele landet.
2. Kategorisere alle arealer for å forbedre differensieringen mellom de forskjellige arealtypene.
3. Videreutvikle samarbeid med JORDFORSK på jordbrukssiden
4. Utarbeide forbedrede koeffisienter for avrenning av næringssalter fra skog, utmark og fjellarealer for hele Norge.

4. Tilførsler av nitrogen og fosfor

4.1 Innledning

Dette kapitlet omtaler resultatene av beregningene til de forskjellige kystområdene. Enten som totaltilførsler eller delt opp i kilder- akvakultur, jordbruk, kommunalt avløp, industri og bakgrunnsavrenning. Tabellen nedenfor oppsummerer de prosentvise reduksjonen til de enkelte kystområdene, både for nitrogen og fosfor.

Tabell 1. Prosentvise næringssaltreduksjoner til de forskjellige kyststrekningene, samt andel av totaltilførsler

KYSTSTREKNING	PROSENTVIS REDUKSJON AV TOTALT MENNESKESKAPT FOSFOR 1985-2002	PROSENTVIS REDUKSJON AV TOTALT MENNESKESKAPT NITROGEN 1985-2002	ANDEL FOSFOR OG NITROGEN AV MENNESKESKAPTE TILFØRSLER TIL NORSKE KYSTOMRÅDER I 2002	
	%	%	P i %	N i %
Svenskegrensa-Lindesnes	64	41	7	27
Svenskegrensa-Strømtangen fyr*	56	28	3	12
Indre Oslofjord*	64	64	<1	2
Lindesnes-russergrensa	**	**	93	73
Hele norskekysten (svenskegrensa-russergrensa)	**	**	100	100

*Del av området svenskegrensa–Lindesnes (se figur 1).
**Mangler data for tilførsler fra jordbruk

Utviklingen av nye koeffisienter har medført endringer i næringssalttapskoeffisientene for jordbrukssektoren. De nye koeffisientene er utviklet for dreneringsområdet til det norske problemområdet med hensyn på eutrofiering (kystområdet svenskegrensa-Lindesnes) for hvert år i perioden 1985-2002, for dreneringsområdet til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa for 2000-2002, mens de gamle koeffisientene er brukt for kyststrekningen Lindesnes-russergrensa for perioden 1985-1999.

Det ble prioritert å forbedre beregningsgrunnlaget for problemområdet i første omgang fordi den nødvendige bakgrunnsinformasjonen for å utvikle nye koeffisienter er bedre der enn for det området som drenerer kystområdet Lindesnes-russergrensa. Samtidig utgjør jordbruksarealer en mye mindre del av det totale landområdet i de enkelte fylkene som drenerer til kystområdet Lindesnes-russergrensa (mindre enn 4%); med unntak av i Rogaland fylke (ca. 10%).

I årets rapport er det bestemt å ikke fremstille tapstall fra jordbruksarealer for perioden 1985-1999 i området Lindesnes-russergrensa grunnet ikke oppdatert beregningemetodikk for denne perioden. Selv om det har vært en sterk økning i de menneskeskapte utslippene fra akvakulturanleggene pga. en økning i produksjon, har utslipp pr. tonn produsert fisk sunket pga. forbedret fôrkvalitet og bedre driftsrutiner.

Tilførselsreduksjonene fra jordbruket til det norske problemområdet med hensyn til eutrofiering i perioden 1985-2002 er oppnådd bl.a. ved tiltak som:

- Reduserte og endrede jordbearbeidingsmetoder, bruk av fangvekster
- Forbedret næringssaltanvendelse, bl.a. ved forbedrede systemer for gjødslingsplanlegging, delt gjødsling, balansert næringsstoff-forsyning i planteproduksjon (balansert gjødsling) og reduksjon i husdyrgjødselspredning om høsten
- Utbedring av tekniske anlegg i jordbruket; gjødsellager, hydrotekniske anlegg med mer
- Økologiske rensetiltak, dammer og vegetasjonssoner.

Både for avløp og industri, som har de høyeste relative prosentreduksjonene i tilførsler, skyldes reduksjonene forbedret renseteknologi.

Nitrogendeposisjonen på land er et annet viktig element som ikke er tatt hensyn til i kvantifiseringsprosessen innenfor TEOTIL. UN-ECE LRTAP protokollen om reduksjoner av utslipp til luft (Gøteborg, 1999) har som mål i Norge å redusere nitrogen utslippene til luft med 28% i perioden 1990-2010. Denne protokollen forfekter gjennomføringen av differensierte tiltak valgt ut på basis av en kritisk belastningstilnærmelse (critical load. Det er derfor viktig å få en oversikt over utslipp og reduksjoner av nitrogen deposisjon som et resultat av utslipp til luft og reduksjoner i utslippene.

4.2 Næringssalttilførsler til Skagerrakkysten

4.2.1 Innledening

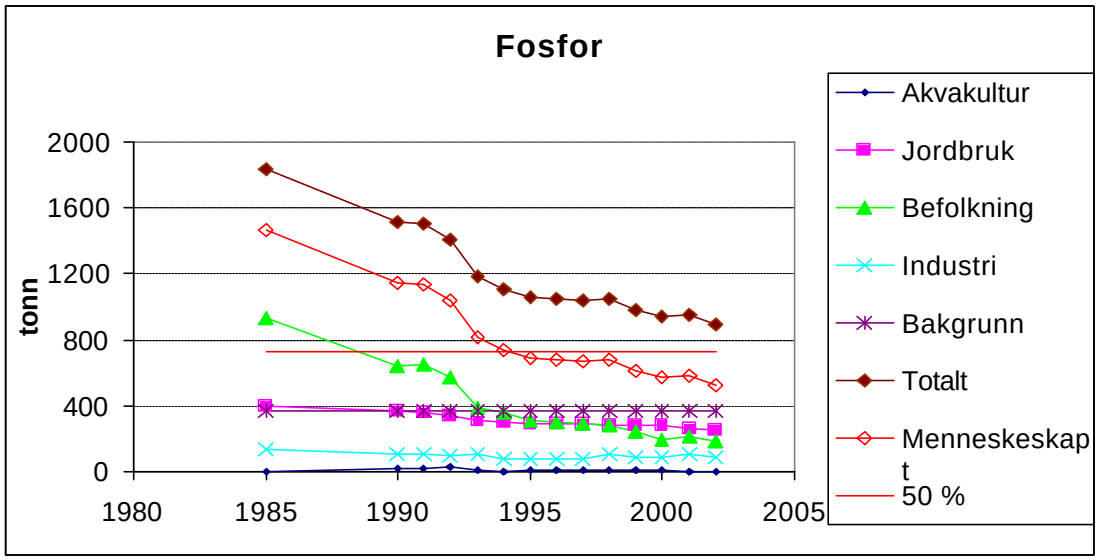
Norskekysten fra svenskegrensa til Lindesnes (vassdragsområdene 001-023) er påvirket av næringsalttilførsler og organisk stoff. Den generelle påvirkning skyldes langtransport fra andre deler av Nordsjøområdet, mens norske tilførsler har typiske mer lokale effekter. Norge har internasjonale forpliktelser om å redusere de menneskeskapte næringssalttilførslene til områder som er definert som eutrofipåvirkede. Tilførselsreduksjoner må gjennomføres i henhold til Ministerenes avtale under den 2. Nordsjøkonferansen i 1987 (en avtale som har blitt stadfestet ved flere anledninger i ettertid, senest under den 5. Nordsjøkonferansen, mars 2002) og PARCOM Rekommandasjon 88/2 om 50% reduksjonene av nitrogen- og fosfortilførsler til identifiserte problemområder med tanke på eutrofiering.

Norge har prioritert å gjennomføre tiltak i forhold til EUs avløpsdirektiv og EUs direktiv om nitrat fra jordbruket. De definerte sårbare og følsomme områdene influerer marine områder som strekker seg fra svenskegrensa til vestenden av Hvaler/Singlefjordområdet ved Strømtangen fyr, og Indre Oslofjord innenfor Drøbakterskelen.

Tabellene 2-4 i vedlegg A viser fosfor og nitrogen tilførslene per kilde til henholdsvis svenskegrensa-Strømtangen fyr, Indre Oslofjord og svenskegrensa-Lindesnes. Tabellene 3,4 og 5 i vedlegg A viser utviklingen i fosfor- og nitrogentilførsler per kilde i perioden 1985-2002 til henholdsvis svenskegrensa-Strømtangen fyr, Indre Oslofjord og svenskegrensa-Lindesnes.

4.2.2 Fosfortilførsler til kystområdet svenskegrensa-Lindesnes

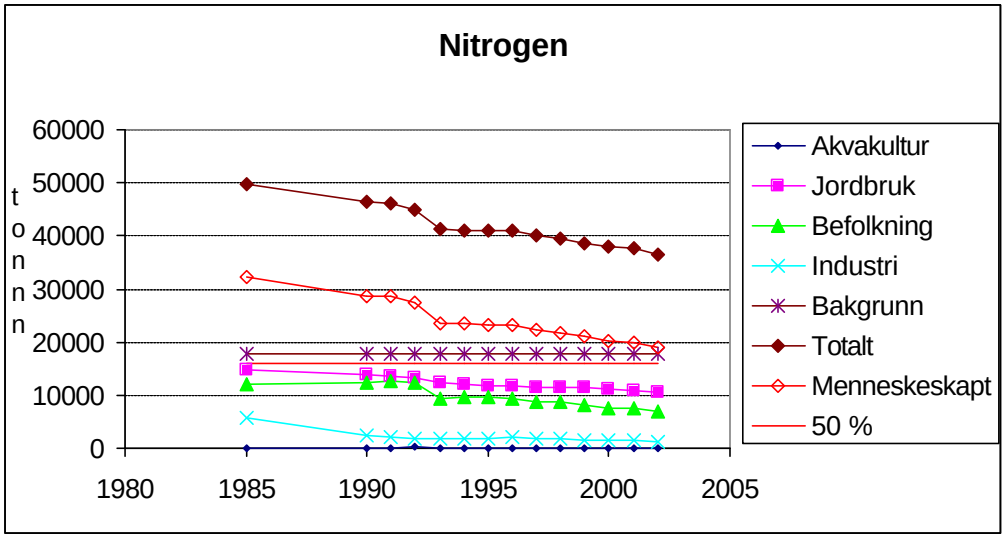
Figur 4 viser fosfortilførslene til svenskegrensa-Lindesnes per kilde og år. Det er betydelige reduksjoner i utslipp/tap av fosfor fra alle kilder i perioden 1985-2002, mellom 35% (industri) og 80% (befolkning), med unntak av utslippene fra akvakultur som er uendret (utgjør mindre enn 1 % av de totale menneskeskapte tilførslene på denne kyststrekningen). Nesten halvparten av de menneskeskapte tilførslene av fosfor til kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes i 2002 kom fra jordbrukssektoren. De menneskeskapte fosfortilførslene til dette kystområdet ble redusert med 64% i perioden 1985 til 2002. Norge tilfredsstiller derfor kravene i PARCOM Rekommandasjon 88/2 om å redusere fosfortilførslene til problemområdene med hensyn på eutrofiering med i størrelsesorden 50 %.



Figur 4. Fosfortilførsler til kyststrekningen fra svenskegrensa til Lindesnes fordelt p.r. kilder og år for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 001.-023.

4.2.3 Nitrogenførsler til kystområdet svenskegrensa-Lindesnes

Figur 5 viser nitrogentilførslene til svenskegrensa-Lindesnes per kilde og år. Det er betydelige reduksjoner i utslipp/tap av nitrogen fra alle kilder i perioden 1985-2002 (mellom 28% (jordbruk) og 77% (industri)). Nesten 60% av de menneskeskapte tilførslene av nitrogen til kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes i 2002 kom fra jordbrukssektoren. De menneskeskapte nitrogentilførslene til kystområdet ble redusert med 41% i perioden 1985 to 2002. Norge tilfredsstiller derfor fremdeles ikke kravene i PARCOM Rekommandasjon 88/2 om å redusere nitrogentilførslene til problemområdene med hensyn på eutrofiering med, i størrelsesorden, 50 %. Omtrent en fjerdedel av de menneskeskapte nitrogentilførslene til hele norskekysten tilføres på denne kyststrekningen.



Figur 5. Nitrogentilførsler til kyststrekningen fra svenskegrensa til Lindesnes fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 001.-023.

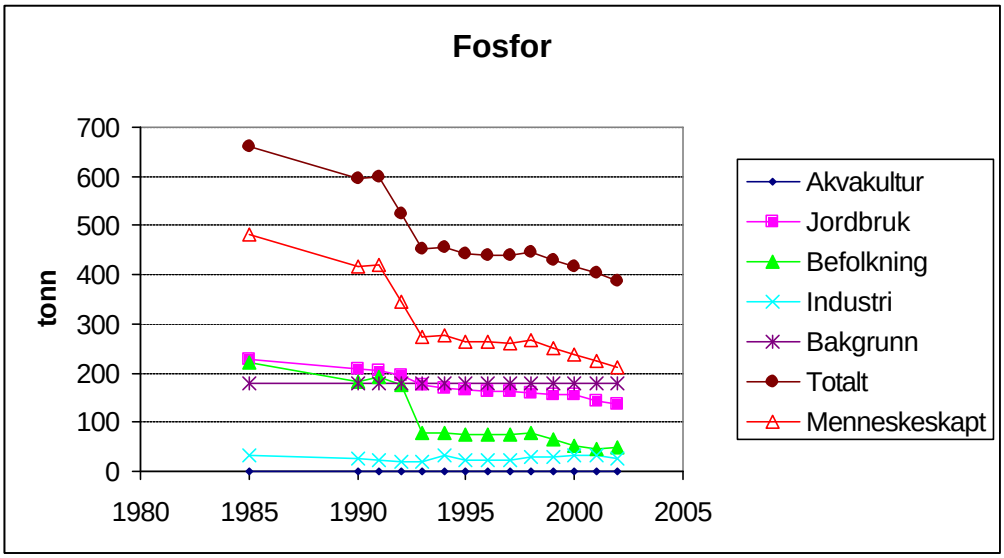
4.3 Næringssalttilførsler til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr

4.3.1 Innledning

Området som drenerer til kyststrekningen fra svenskegrensa til Strømtangen fyr (vassdragsområdene 001.-023.), se figur 1) er definert av norske myndigheter som et område hvor det skal prioriteres tiltak for å redusere næringssaltutslipp i forhold til EUs avløpsdirektiv og EUs direktiv om nitrat fra jordbruket. Denne kyststrekningen er også del av det definerte norske problemområdet i forhold til eutrofiering i henhold til PARCOM Rekommandasjon 88/2 og de norske forpliktelsene innenfor OSPAR.

4.3.2 Fosfortilførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr

Figur 6 viser fosfortilførslene til kyststrekningen svenskegrensa–Strømtangen fyr per kilde og år. Det er betydelige reduksjoner i utslipp/tap av fosfor fra industri og befolkning i perioden 1985-2002, henholdsvis 24% og 78%. Det var ingen utslipp av betydning av fosfor fra akvakulturanlegg for dette området. 65% av de menneskeskapte tilførslene av fosfor til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr i 2002 kom fra jordbrukssektoren. De menneskeskapte fosfortilførslene til kystområdet ble redusert med 56% i perioden 1985 til 2002.

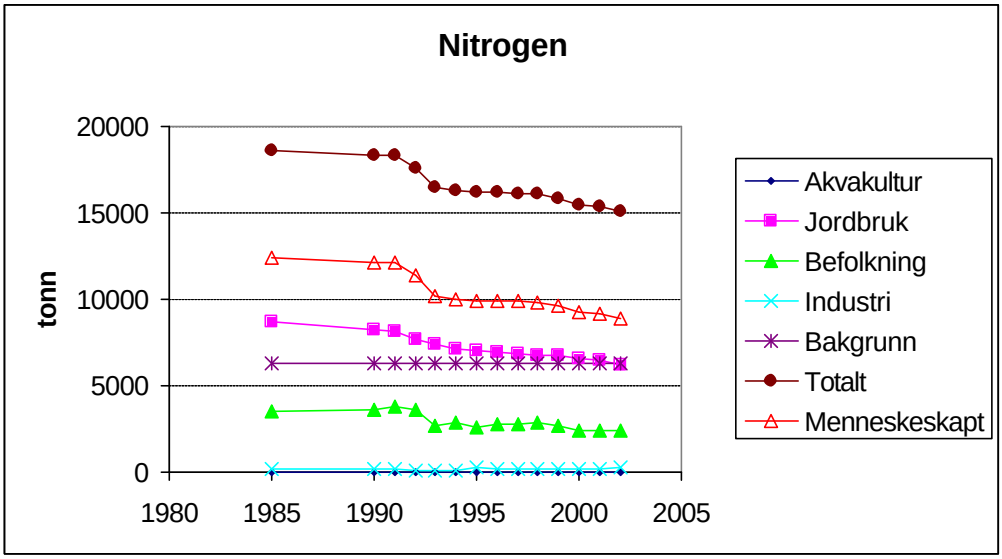


Figur 6. Fosfortilførsler til kyststrekningen fra svenskegrensa til Strømtangen fyr, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 001.-002.

4.3.3 Nitrogenførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr

Figur 7 viser nitrogentilførslene til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr per kilde og år. Det er betydelige reduksjoner i utslipp/tap av nitrogen fra jordbruk og befolkning i perioden 1985-2002, henholdsvis 29% og 31% . Utslippene fra industri derimot økte med 31% i den samme perioden, men utgjorde bare ca. 3% av de totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen til denne kyststrekningen i 2002. Det var ingen utslipp av betydning av nitrogen

fra akvakulturanlegg. Omtrent 70% av de menneskeskapte tilførslene av nitrogen til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr i 2002 kom fra jordbrukssektoren. De menneskeskapte nitrogentilførslene til dette kystområdet ble redusert med 28% i perioden 1985 to 2002. Omtrent en tiendedel av de menneskeskapte nitrogentilførslene til hele norskekysten tilføres på denne kyststrekningen.



Figur 7. Nitrogentilførsler til kyststrekningen fra svenskegrensa til Strømtangen fyr, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 001.-002.

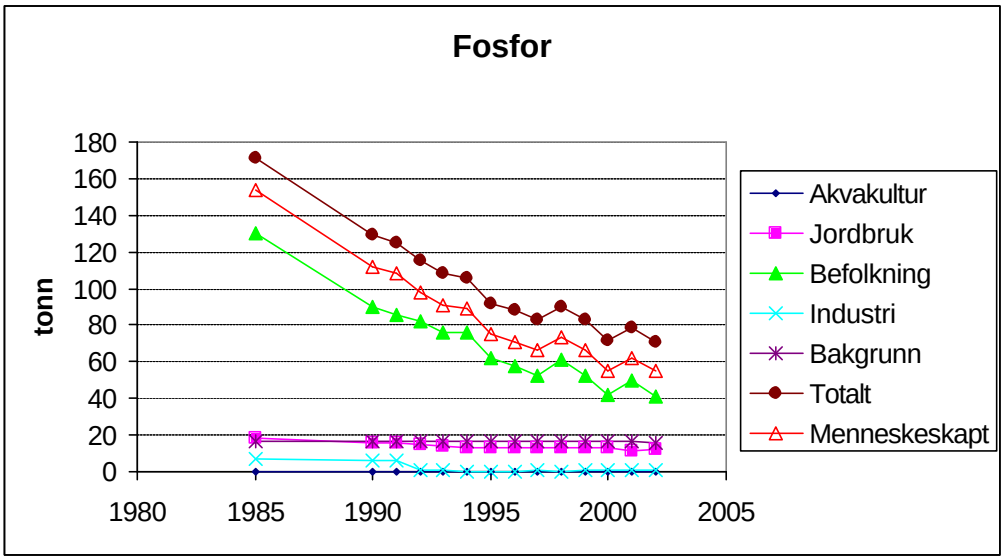
4.4 Næringssalttilførsler til Indre Oslofjord

4.4.1 Innledening

Området som drenerer til Indre Oslofjord (vassdragsområdene 005.-009., se figur 1) er definert av norske myndigheter som et område hvor det skal prioriteres tiltak for å redusere næringssaltutslipp i forhold til EUs avløpsdirektiv og EUs direktiv om nitrat fra jordbruket. Indre Oslofjord er også del av det definerte norske problemområdet i forhold til eutrofiering i henhold til PARCOM Rekommandasjon 88/2.

4.4.2 Fosfortilførsler til Indre Oslofjord

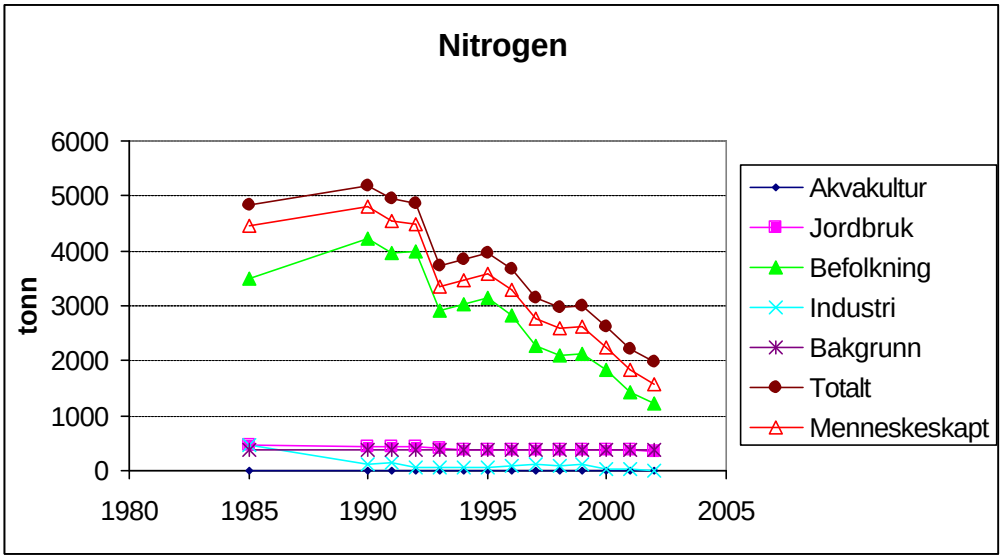
Figur 8 viser fosfortilførslene til Indre Oslofjord per kilde og år. Det er betydelige reduksjoner i utslipp/tap av fosfor fra alle kilder i perioden 1985-2002, fra 33% (jordbruk) til 86% (industri). Både jordbruket og industri utgjør imidlertid en liten del av de menneskeskapte tilførslene av fosfor til Indre Oslofjord. Det var ingen utslipp av betydning av fosfor fra akvakulturanlegg. Omtrent 75% av de menneskeskapte tilførslene av fosfor til Indre Oslofjord fyr i 2002 kom fra avløpssektoren. De menneskeskapte fosfortilførslene til Indre Oslofjord ble redusert med 64% i perioden 1985 til 2002.



Figur 8. Fosfortilførsler til Indre Oslofjord, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 005.-009.

4.4.3 Nitrogenførsler til Indre Oslofjord

Figur 9 viser nitrogentilførslene til Indre Oslofjord per kilde og år. Det er betydelige reduksjoner i utslipp/tap av nitrogen fra alle kilder i perioden 1985-2002, fra 25% (jordbruk) til 98% (industri). Både jordbruket og industri utgjør imidlertid en liten del av de menneskeskapte tilførslene av nitrogen til Indre Oslofjord. Det var ingen utslipp av betydning av nitrogen fra akvakulturanlegg. Når det gjelder reduksjonene i industriutslipp skyldes de både nedleggelse av bedrifter og tilkopling til kommunalt ledningsnett. Omtrent tre fjerdedeler av de menneskeskapte tilførslene av nitrogen til Indre Oslofjord i 2002 kom fra avløpssektoren. De menneskeskapte nitrogentilførslene til Indre Oslofjord ble redusert med 64% i perioden 1985 til 2002. Omtrent 2% av de menneskeskapte nitrogentilførslene til norskekysten tilføres i Indre Oslofjord.



Figur 9. Nitrogentilførsler til Indre Oslofjord, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 005.-009.

4.5 Næringssalttilførsler til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa

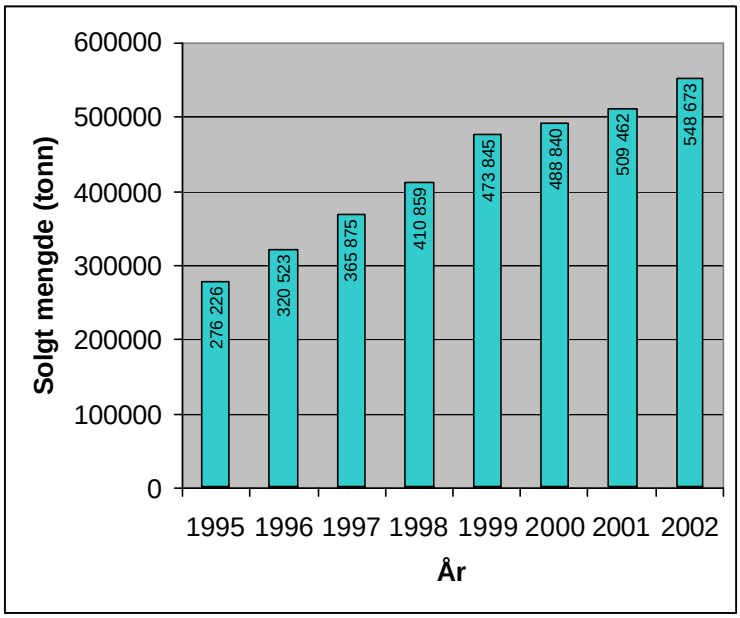
Området som drenerer til kystområdet fra Lindesnes til russergrensa (vassdragsområdene 034-247) har gjennomgått OSPARs "Screening Procedure[2] " (første skritt i OSPARs "Common Procedure" for å bestemme eutrofieringsstatus i OSPARs maritime område). Konklusjonen fra denne første gjennomgåelsen av data var at dette kystområdet generelt er et åpenbart 'ikke problemområde/"non-problem area" med hensyn på eutrofiering'. Noen mindre deler av kyststrekningen Lindesnes-Stadt vil bli gjenstand for nærmere undersøkelser - "Comprehensive Procedure". Det er det andre skrittet i "Common Procedure" og medfører grundige studier av områdene med tanke på å bestemme 'ikke problemområder', potensielle problemområder og problemområder med hensyn på eutrofiering.

Ytterligere undersøkelser i forhold til Nitratdirektivet (EC 1991, 91/676/EE) vil kunne bli nødvendig. Spesielt mtp. at områder som drenerer til vannforekomster (innsjøer, andre ferskvannsforekomster, estuarier, kystfarvann og marine områder) som er eutrofe eller vil kunne bli eutrofe hvis man ikke gjør tiltak innen jordbrukssektoren, skal defineres som sårbare områder (Nitrates Vulnerable Zones). Slike områder er også definert som beskyttede områder ("Protected Areas") under Rammedirektivet for vann (EC 2000, 2000/60/EC). Dette vil kunne omfatte områder som drenerer til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa.

4.5.1 Fosfortilførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa

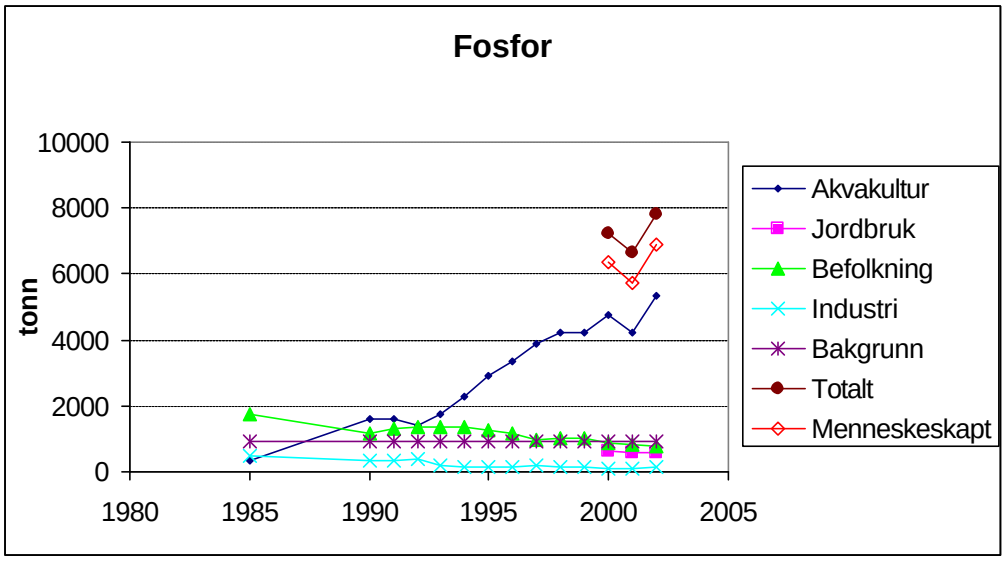
Figur 11 viser tilførslene av fosfor til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa fordelt på kilder og år. I perioden 1985 til 2002 har tilførslene fra befolkning og industri blitt redusert med henholdsvis 55% og 70%. Ved å sammenligne tallene for akvakulturnæringen i denne perioden ser man den eksplosive veksten som har funnet sted innen denne sektoren. Utslippene av fosfor var omtrent femten ganger høyere i 2002 enn i 1985, mer enn tre ganger høyere enn i 1990. Utslippene var relativt stabile fra 1998 til 2001, men økte med mer enn 25% fra 2001 til 2002. Dette kan i noen grad forklares ved økningen i produksjon av fisk (se figur 10), men også ved at endringene i rapporteringsrutiner (se 3.3.2,) gjør det vanskeligere å sammenligne utslippene i 2001 og 2002,

[2] Den består i å bestemme områder som helt åpenbart er 'ikke-problemområder' med hensyn på eutrofiering, basert på ekspert skjønn og data (også kalt "a broad brush approach").



Figur 10. Solgt mengde laks og ørret i perioden 1995-2002. Data fra SSB

I denne rapporten har norske myndigheter bestemt å ikke fremstille avrenning for nitrogen og fosfor fra jordbruksmark for perioden 1985-1999 for dette området. Det er derfor ikke mulig å få et fullstendig bilde av totalutslippene av fosfor og heller ikke å sammenligne alle de forskjellige kildenes endringer i utslipp fra 1985 til i dag. I størrelsesorden ¾ av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa kom fra utslipp fra akvakulturanlegg i 2002. Dette har medført at de menneskeskapte tilførslene av fosfor til denne kyststrekningen har mer enn doblet i perioden 1985 til 2002. Utslippene av fosfor til denne kyststrekningen i 2002 utgjør i størrelsesorden 90% av de menneskeskapte utslippene til hele norskekysten.



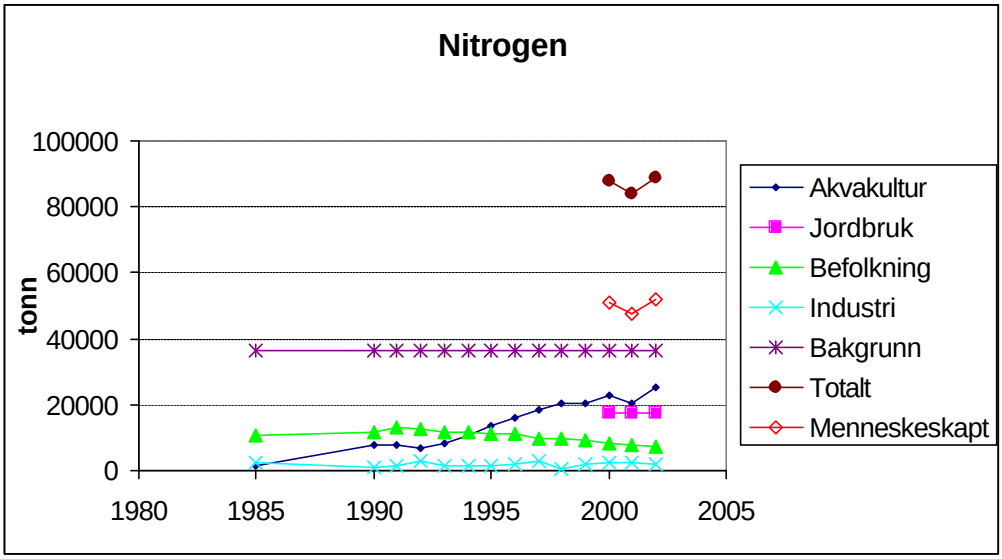
Figur 11. Fosfortilførsler til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 024.-247.

4.5.2 Nitrogenførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa

Figur 12 viser tilførslene av nitrogen til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa fordelt på kilder og år. I perioden 1985 til 2002 har tilførslene fra befolkning blitt redusert med nesten 32%, mens totalutslippene fra industri er redusert med ca. 15%. Bildet for akvakulturnæringen er sammenlignbart med situasjonen for fosfor, selv om det relative bidraget til totaltilførslene er mindre pga. jordbrukets mye høyere andel.

Totalutslippene av nitrogen fra akvakulturanlegg på denne kyststrekningen var omtrent femten ganger høyere i 2002 enn i 1985, mer enn tre ganger høyere enn i 1990. Utslippet stabiliserte seg på ca. 20 000 tonn nitrogen i perioden 1998 til 2001. Fra 2001 til 2002 økte utslippet med ca. 25%. Denne økningen skyldes delvis økt produksjon, men kan også delvis skyldes endrete rapporteringsrutiner som introduserer en usikkerhet i tallmaterialet.

Bildet for nitrogen fra jordbruket er det samme som for fosfor. Det er derfor heller ikke her mulig å få et fullstendig bilde av totalutslippene av nitrogen i hele perioden, og det er vanskelig å sammenligne alle de forskjellige kildenes reduksjoner i perioden 1985-2002. Utslippene fra jordbruk i 2002 utgjorde i overkant av 30% av de totale menneskeskapte tilførslene til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa, mens omtrent halvparten av de totale menneskeskapte utslippene var fra akvakulturanleggene på denne kyststrekningen, med store lokale og regionale forskjeller. Den nye beregningsmetodikken viser at næringssalttapene fra jordbruk er høyere enn tidligere antatt. En sammenligning mellom tidligere og nye beregninger av utslippene av fosfor og nitrogen til kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes viser en økning på 38 og 16 % for henholdsvis fosfor og nitrogen[JLF1]



Figur 12. Årlige nitrogentilførsler til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 024.-247, fordelt på kilder og år.

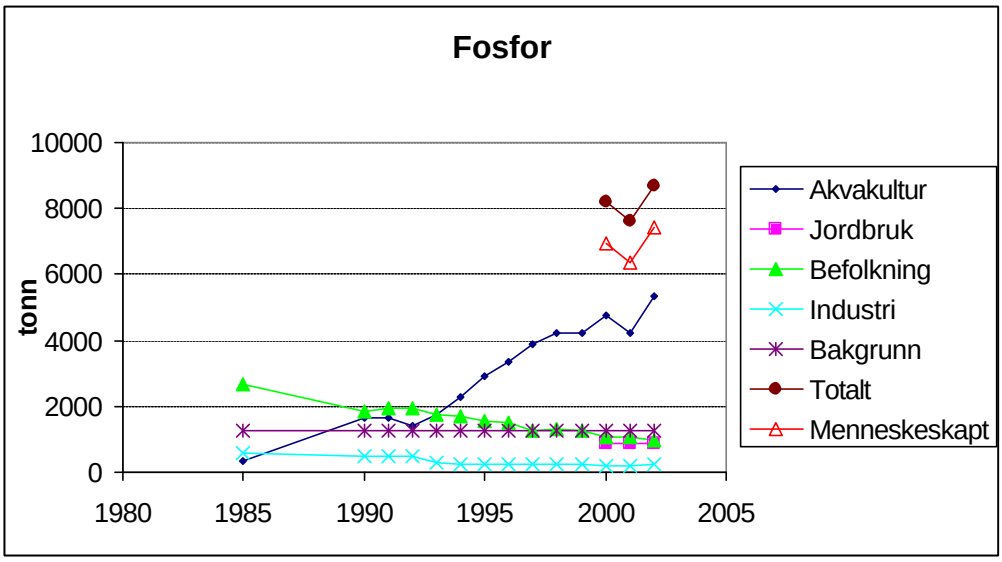
4.6 Næringssalttilførsler til hele norskekysten

Hele norskekysten, fra svenskegrensa til russergrensa (vassdragsområdene 001.-247.) omfatter problemområdet med hensyn til eutrofiering bestemt i OSPAR sammenheng, følsomme områder bestemt under EUs Avløpsdirektiv, kyststrekninger som mottar vann fra områder som er definert som sårbare områder (NVZs) under EUs Nitratdirektiv, områder som er definert som ikke-problemområder som et resultat av OSPARs 'Screening Procedure' og områder som vil bli gjenstand for OSPARs 'Comprehensive Procedure'. Den områdespesifikke informasjonen om nitrogen- og fosfortilførslene fra disse kyststrekningene finnes i delkapitlene 4.2-4.5.

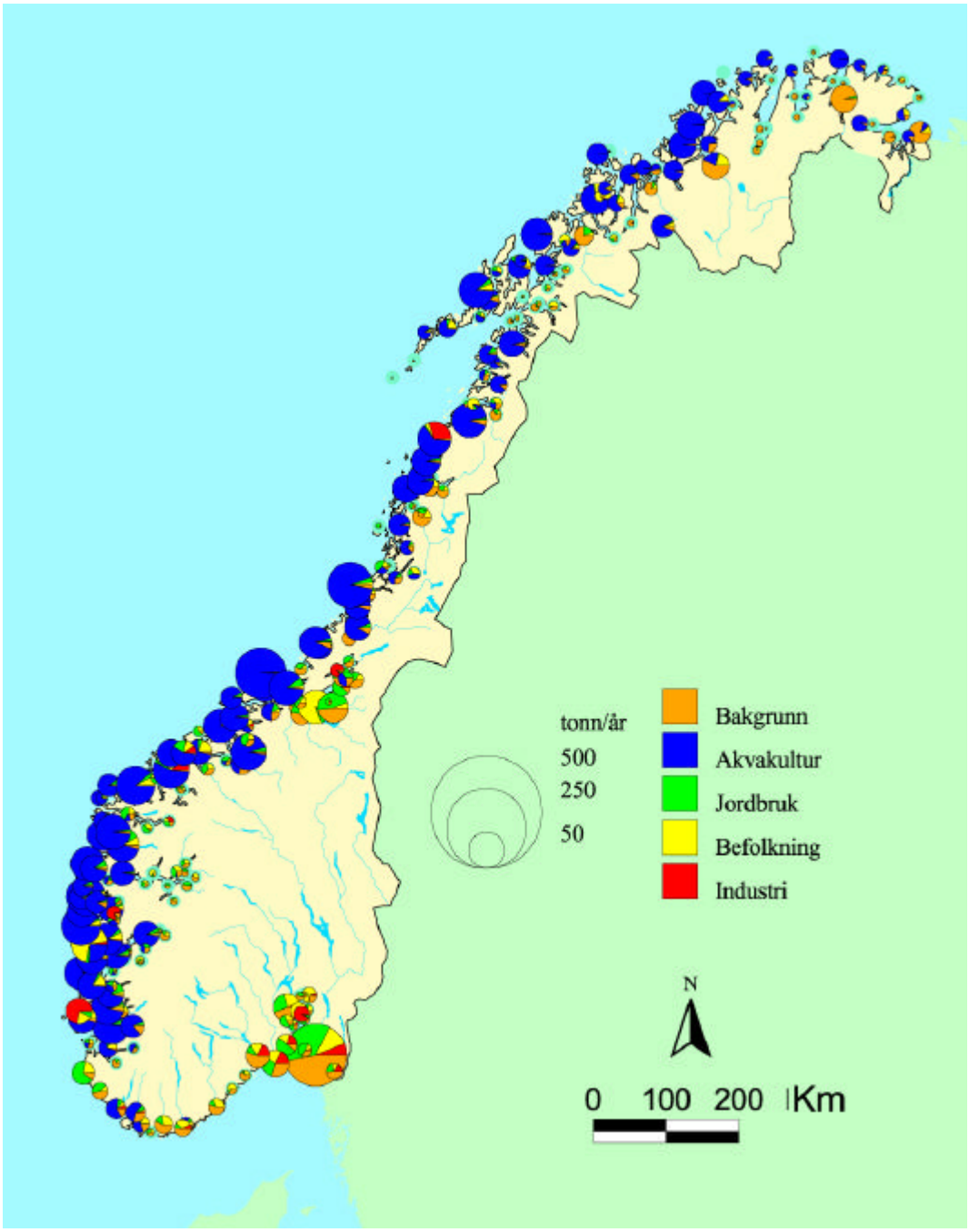
4.6.1 Fosfortilførsler til hele norskekysten

Figur 13 viser tilførslene av fosfor til hele norskekysten fordelt på kilder og år. I perioden 1985 til 2002 har tilførslene fra befolkning og industri blitt redusert med henholdsvis 634%[JLF2] og 62%. Utslippene av fosfor fra akvakulturanlegg var nesten femten ganger høyere i 2002 enn i 1985, mer enn tre ganger høyere enn i 1990. Utslippene stabiliserte seg på ca. 4200 tonn fosfor i perioden 1998-2001, men økte med mere enn 25% fra 2001 til 2002. Denne økningen skyldes delvis økt produksjon, men kan også delvis skyldes endrete rapporteringsrutiner som introduserer en usikkerhet i tallmaterialet.

Bildet for fosfortilførsler fra jordbruket til hele norskekysten er påvirket av at for strekningen Lindesnes-russergrensa er det ikke fremstilt tapstall for fosfor fra 1985-99 pga. at tapstallene for den perioden ikke er utført med ny beregningsmetodikk. Man får derfor ikke et riktig bilde av reduksjonene i totalutslippene av menneskeskapt fosfor, og man kan heller ikke sammenligne de forskjellige kildenes utslippsreduksjoner i perioden 1985-2002. Utslippene fra jordbruk i 2002 er i størrelsesorden 10% av totaltilførslene til norskekysten av fosfor. I størrelsesorden 3/4 av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til norskekysten kom fra utslipp fra akvakulturanlegg i 2002. Figur 14 viser den relative størrelsen av de forskjellige fosforkildene pr. vassdragsområde langs hele norskekysten.



Figur 13. Fosfortilførsler til hele norskekysten, fordelt på kilder og år for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 001.-247.



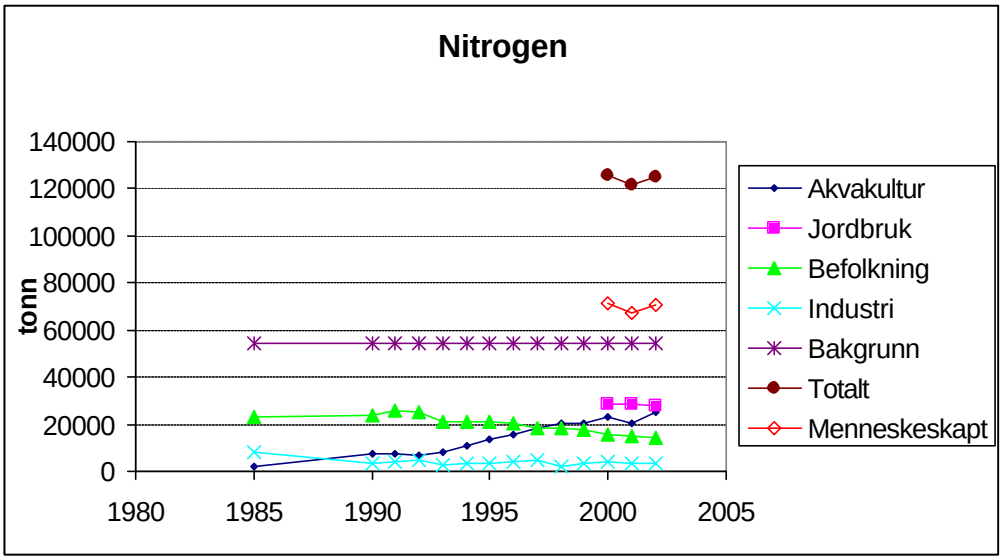
Figur 14. Den relative størrelsen av de forskjellige fosforkildene pr. vassdragsområde i 2002.

4.6.2 Nitrogenførsler til hele norskekysten

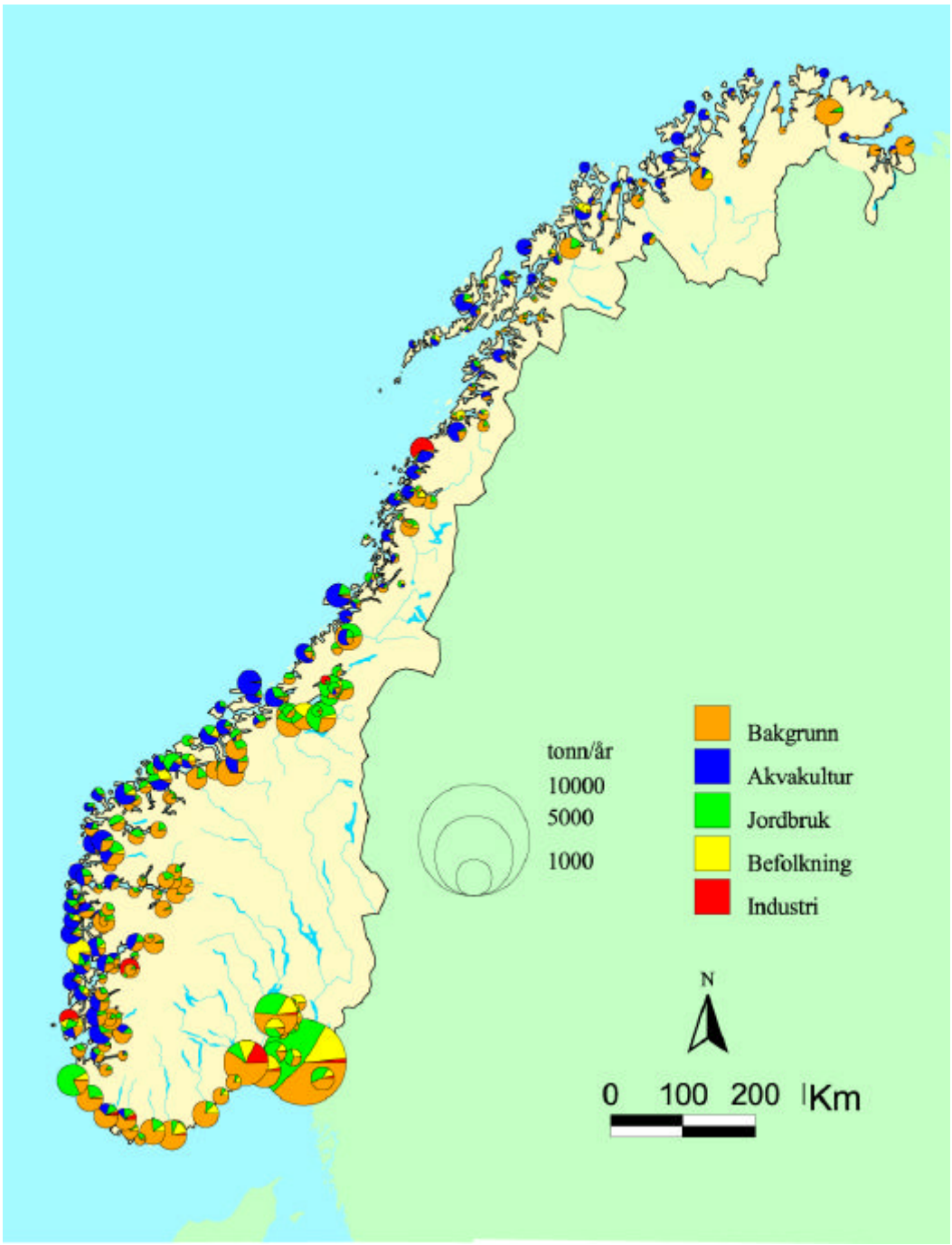
Figur 15 viser tilførslene av nitrogen til hele norskekysten fordelt på kilder og år. I perioden 1985 til 2002 har tilførslene fra befolkning og industri blitt redusert med henholdsvis 37% og 59%. Utslippene av nitrogen fra akvakulturanlegg var nesten femten ganger høyere i 2002 enn i 1985, mer enn tre ganger høyere enn i 1990. I perioden 1998-2001 stabiliserte utslippene seg på ca. 20 000 tonn nitrogen, men fra 2001 til 2002 skjedde det en økning på ca, 25% eller 5000 tonn nitrogen. Denne økningen skyldes delvis økt produksjon, men kan også delvis skyldes endrete rapporteringsrutiner som introduserer en usikkerhet i tallmaterialet.

Bildet for nitrogentilførsler fra jordbruket til hele norskekysten er påvirket av at for strekningen Lindesnes-russergrensa er det ikke fremstilt tapstallene for nitrogen 1985-99. Man får derfor ikke et bilde av totalutslippene av nitrogen i hele perioden 1985-2002, og det er vanskelig å sammenligne alle de forskjellige kildenes reduksjon fra 1985 til 2002. Utslippene fra jordbruk i 2002 ca. 40% av totaltilførslene til norskekysten av nitrogen. Det betyr at totalutslippene fra landbruk til hele norskekysten er noe høyere enn utslippene fra akvakulturanlegg, med store lokale og regionale forskjeller.

Økningen i utslipp fra akvakulturanlegg i de siste årene medfører at de norske menneskeskapte tilførslene av nitrogen til norskekysten har økt med i størrelsesorden 20% i perioden 1985 til 2002[JLF3]. Figur 16 viser den relative størrelsen av de forskjellige nitrogenkildene pr. vassdragsområde langs hele norskekysten.



Figur 15. Nitrogentilførsler til hele norskekysten, fordelt på kilder og år for perioden 1985-2002, vassdragsområdene 001.- 247.



Figur 16. Den relative størrelsen av de forskjellige nitrogenkildene pr. vassdragsområde i 2002.

5. Kalibrering av TEOTIL modellen

5.1 Innledning

TEOTIL modellen kalibreres ved å sammenligne målte verdier med simulerte verdier. Koeffisientene korrigeres slik at det er en god korrelasjon mellom observerte og simulerte verdier på slutten av kalibreringsprosessen. Simuleringene innenfor TEOTIL er først og fremst forbundet med retensjon av næringssalter i innsjøer og avrenningskoeffisienter for kvantifisering av næringssalttap fra bakgrunnsavrenning fra ikke jordbruksområder.

TEOTIL kalibreres mot elvetilførselstall av næringssalter som blir rapportert innenfor OSPARs elvetilførselsprogram RID (Riverine and Direct Inputs), samt ved hjelp av overvåkingsdata fra et antall av NIVA prosjekter. Opprinnelig var fokus på de store vassdragene i Sør-Norge, men i løpet av 1990 tallet begynte man også å fremskaffe årlige tilførselstall fra et stort antall vassdrag over hele landet.

En kalibrering av TEOTIL modellen mot elvetilførselsprogrammet (RID) består av fire deler:

- Kvalitetssikring av inputdata;
- Bestemme koeffisienter for avrenning fra naturområder;
- Oppdatering av koeffisienter for beregning av jordbruksavrenning; og
- Kalibrering mellom målte og beregnede verdier.

5.2 Retensjon av næringssalter i innsjøer

De utslipps/tilførselstallene som levers av SFT, SSB og Jordforsk representerer utslipp/tap til primærresipient. Retensjonen av næringssalter som skjer i vassdraget blir beregnet ved hjelp av TEOTIL. Ved transport gjennom innsjøer og delvis også elver, holdes en del av næringssaltene tilbake (retensjon) ved sedimentasjon og omsetning. Retensjon i innsjøer blir beregnet etter denne formelen:

$$\text{retensjon} = \frac{k_1}{1+\sqrt{\frac{1}{T}}} + k_2$$

T (år) : teoretisk oppholdstid = innsjøens volum/årlig vanntilførsel

Følgende koeffisienter er anbefalt (Holtan og medarb.1995):

Fosfor :	$k_1 = 1.0$ og $k_2 = 0.0$
Nitrogen:	$k_1 = 0.2$, $k_2 = 0.0$ i oligotrofe innsjøer,
	$k_1 = 0.2$, $k_2 = 0.1$ i mesotrofe innsjøer
	$k_1 = 0.2$, $k_2 = 0.2$ i eutrofe innsjøer.

Modellen beregner retensjon i innsjøer basert på oligotrofe koeffisienter for nitrogen og uten å ta hensyn til retensjon på elvestrekninger. I sterkt forurensede elver kan det spesielt for nitrogen være en retensjon på opp til 30 %. Beregningene benytter de oppgitte spesifikke vannføringene samt oppgitt overflateareal og midlere dybde for innsjøen. For de fleste

innsjøer over 1 km^2 eksisterer det opplysninger om overflateareal i vassdragsregisterets database. Det er allikevel verdt å merke seg at for et antall innsjøer foreligger ikke gjennomsnittsdybden, noe som gjør estimatene mere usikre. Imidlertid er verdiene stort sett kjente for de største og dermed de mest betydningsfulle innsjøene. Dersom innsjøens middeldyp ikke er kjent setter modellen en fast verdi (20 m).

Modellen finner hvilke innsjøer som tilhører et gitt statistikkområde. Den beregner en "gjennomstrømningsandel" for tilførslene produsert innen eget statistikkområde (lokalt), samt for transport gjennom området fra tilgrensende statistikkområder oppstrøms.

Da modellen er basert på en oppløsning tilsvarende ett statistikkområde kan den lokale retensjonen ikke beregnes nøyaktig. Stofftilførslene innen eget statistikkområde antas å være jevnt regionalt fordelt og det tas i en viss utstrekning hensyn til innsjøens plassering innen området. Dersom det er spesielt angitt en på forhånd manuelt beregnet gjennomstrømningsandel for et statistikkområde, blir denne verdien benyttet isteden for den som modellen beregner. Det gir muligheten til å ta hensyn til kunnskap om hvordan vannkvaliteten, overføringer m.m. påvirker retensjonen.

6. Litteraturliste

Anon. 1992. Stortingsproposisjon nr. 64 om Norges implementering av Nordsjødeklarasjonene. 87 s.

Borgvang, S.-A. & Selvik, J.R., 2000. Development of HARP Guidelines: Harmonised quantification and reporting procedures for nutrients. 179 s. SFT rapport 1759/2000.

Borgvang, S.-A. & Tjomsland, T., 2000. Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder i 1998, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL. NIVA-rapport, L.nr. 4194-2000.

Borgvang, S.-A. & Tjomsland, T., 2000. Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder i 1999, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL. NIVA-rapport, L.nr. 4343-2001. 40 s.

Borgvang, S.-A., Selvik, J.R. & Tjomsland, T., 2002. Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder i 2001, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr 858/2002, TA-1913/2002. NIVA-rapport, L.nr. 4644-2002. 47 s.

Bratli, J. L. 1997. Resultatkontroll jordbruk, 1997. Næringssalttilførsler, vannkvalitetstilstand og -utvikling. NIVA-rapport. O-95025. L.nr. 3619-97. 83 s.

Bratli, J.L., Hauan E., Ludvigsen, G.H., Pettersen, J.P., Rosland, D.S., Svelle, M. & Winther-Larsen, T., 1991. Nordsjødeklarasjonen, tiltak for å redusere næringssalttilførslene. SFT-rapport 92:14. 82 ps

Bratli J. L., Svelle M., & Ibrekk H. O., 1995A. Norwegian North Sea Action Programme. Analysis of measures to reduce nutrient inputs. *Coastal management 23:241-263*.

Bratli, J. L., Holtan H. & S. O. Åstebøl, 1995B. Tilførselsberegninger. Miljømål for vannforekomster. SFT-veileder nr. 95:02. 70 s. ISBN-nr. 82-7655-258-7.

EC (European Community), 1991. Council Directive 91/676/EEC of 12 December 1991. Official Journal of the European Communities L375 (31 December 1991), 1-8. Også tilgjengelig on-line på http://europa.eu.int/comm/environment/water/water-nitrates/directiv.html

EC (European Community), 2000. The Water Framework Directive. Directive of the European Parliament and of the Council 2000/60/EC Establishing a Framework for Community Action in the Field of Water Policy.

Eggestad, H.O., Vagstad, N. & Bechmann, M., 2001. Technical rapport 2001 from Centre for Soil and Environmental Research (Jordforsk) 30.09.01: Losses of Nitrogen and Phosphorus from Norwegian Agriculture to the OSPAR problem area.

Farestveit, T., 1991. Næringsmiddelindustri, stedfesting, forurensning, utslipp. Grøner-rapport nr. 28506.

Farestveit, T., 1998. Tilførselsberegninger til Nordsjøen for nitrogen og fosfor – kommunale kilder. Feilkilder i SESAM 1.5. Datakvalitet. Grøner-rapport nr. 174371.

Farestveit, T., J.L. Bratli, T. Hoel & T. Tjomsland. 1995. Vurdering av tilførselstall for fosfor og nitrogen til Nordsjøen fra kommunalt avløp beregnet med TEOTIL. Grøner/NIVA-rapport nr 171441.

Faafeng B.& Oredalen T.J. 1999. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Oppsummering av første fase av undersøkelsen 1988-1998. NIVA-rapport, L.nr. 4120-99. Norsk institutt for vannforskning, Oslo.

Holtan H., S. O. Åstebøl og J. L. Bratli 1995. Tilførselsberegninger. Miljømål for vannforekomster. SFT-veileder nr. 95:02. ISBN-nr. 82-7655-258-7

Johannessen T., Skjelkvåle B.L., Henriksen A., Faafeng B., Fjeld E., Traaen T., Lien L., Lydersen E. & Buan A.K., 1995. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. Statlig program for forurensningsovervåking. NIVA Rapport, L.nr. 677/96

Tjomsland, T. & Bratli, J.L., 1996. Brukerveiledning og dokumentasjon for TEOTIL. Modell for teoretisk beregning av fosfor- og nitrogentilførsler i Norge. O-94060. NIVA-rapport, L.nr. 3426-96. 84 s.

Vagstad, N., 1991. Avrenning og effekt av tiltak i landbruket. Delutredning til nasjonal Nordsjøplan, revidert utgave. JORDFORSK-rapport, 6.24.04. 36 s.

VEDLEGG

Tabell 1. Næringsalttilførsler til forskjellige kyststrekninger pr. kilde i 2002

Vassdragsområde og nummer	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Sum	Menneskeskapt
	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn	tonn
Fosfor							
001 - 002 Svenskegrensa- Strømtangen fyr	0	137	48	26	179	389	210
005 – 009 Indre Oslofjord	0	12	41	1	17	71	55
001 - 023 Svenskegrensa-Lindesnes	3	250	188	86	369	896	527
024 - 247 Lindesnes-russergrensa	5354	603	800	142	900	7799	6899
001 - 247 Hele norskekysten	5358	853	988	228	1269	8695	7426
Nitrogen							
001 - 002 Svenskegrensa- Strømtangen fyr	0	6205	2410	246	6256	15117	8861
005 – 009 Indre Oslofjord	0	356	1221	8	380	1967	1584
001 - 023 Svenskegrensa-Lindesnes	17	10591	7026	1302	17660	36595	18936
024 - 247 Lindesnes-russergrensa	25208	17476	7454	1910	36615	88662	52047
001 - 247 Hele norskekysten	25225	28067	14480	3211	54275	125257	70983

Tabell 2. Tilførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr i perioden 1985-20

FOSFOR							
År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske-skapt
1985	0	228	222	34	179	662	483
1990	1	210	181	27	179	597	418
1991	1	204	193	23	179	600	421
1992	1	195	176	21	179	523	344
1993	0	176	77	19	179	451	272
1994	0	169	78	32	179	457	278
1995	0	166	75	23	179	443	264
1996	0	164	74	23	179	441	262
1997	0	162	75	24	179	439	260
1998	0	160	78	30	179	446	267
1999	0	157	64	29	179	429	250
2000	0	155	51	32	179	417	238
2001	0	144	47	34	179	404	225
2002	0	137	48	26	179	389	210

NITROGEN							
År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske-skapt
1985	0	8699	3494	188	6256	18636	12380
1990	3	8284	3629	191	6256	18363	12107
1991	3	8108	3798	177	6256	18341	12085
1992	4	7661	3581	128	6256	17629	11373
1993	1	7395	2699	93	6256	16443	10187
1994	1	7088	2828	105	6256	16277	10021
1995	1	7072	2583	273	6256	16185	9929
1996	1	6984	2772	182	6256	16195	9939
1997	1	6894	2783	200	6256	16134	9878
1998	1	6805	2832	183	6256	16076	9820
1999	1	6716	2704	196	6256	15873	9617
2000	2	6619	2434	186	6255	15496	9240
2001	2	6452	2447	229	6256	15385	9129
2002	0	6205	2410	246	6256	15117	8861

Tabell 3. Tilførsler til Indre Oslofjord i perioden 1985-2002

FOSFOR							
År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske-skapt
1985	0	18	130	7	17	171	154
1990	0	16	90	6	17	129	112
1991	0	16	86	6	17	125	108
1992	0	15	82	1	17	115	98
1993	0	14	76	1	17	108	91
1994	0	13	76	0	17	106	89
1995	0	13	62	0	17	92	75
1996	0	13	58	0	17	88	71
1997	0	13	52	1	17	83	66
1998	0	13	61	0	17	90	73
1999	0	13	52	1	17	83	66
2000	0	13	42	1	17	72	55
2001	0	11	50	1	17	79	62
2002	0	12	41	1	17	71	55

NITROGEN							
År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske-skapt
1985	0	474	3498	472	380	4824	4444
1990	0	451	4223	129	380	5183	4803
1991	0	442	3971	145	380	4938	4558
1992	0	428	3982	70	380	4860	4480
1993	0	403	2906	45	380	3734	3354
1994	0	387	3024	60	380	3851	3471
1995	0	386	3157	51	380	3974	3594
1996	0	384	2821	80	380	3665	3285
1997	0	382	2285	108	380	3155	2775
1998	0	379	2105	96	380	2960	2580
1999	0	377	2112	118	380	2987	2607
2000	0	375	1834	29	380	2618	2238
2001	0	368	1430	32	380	2210	1830
2002	0	356	1221	8	380	1967	1584

Tabell 4. Tilførsler til kystområdet Svenskegrensa-Lindesnes i perioden 1985-2002

FOSFOR							
År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske-skapt
1985	3	401	928	133	369	1834	1465
1990	22	369	643	108	369	1511	1142
1991	22	359	650	103	369	1503	1134
1992	33	338	575	93	369	1408	1039
1993	5	310	390	110	369	1184	815
1994	4	298	364	76	369	1111	742
1995	5	294	307	79	369	1054	685
1996	7	291	301	82	369	1050	681
1997	7	289	289	81	369	1035	666
1998	9	284	282	105	369	1049	680
1999	6	281	239	83	369	978	609
2000	9	278	199	90	369	945	576
2001	1	262	218	106	369	956	587
2002	3	250	188	86	369	896	527

NITROGEN							
År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske-skapt
1985	12	14631	11929	5659	17660	49891	32231
1990	106	13933	12292	2392	17660	46357	28697
1991	106	13636	12643	2214	17660	46233	28573
1992	157	13221	12228	1793	17660	45033	27373
1993	27	12434	9478	1703	17660	41302	23642
1994	24	11915	9769	1769	17660	41137	23477
1995	30	11891	9531	1911	17660	41023	23363
1996	38	11749	9402	2068	17660	40917	23257
1997	39	11606	8835	1866	17660	40006	22346
1998	49	11464	8627	1661	17660	39461	21801
1999	33	11322	8213	1499	17660	38727	21067
2000	47	11180	7505	1526	17660	37918	20258
2001	9	10997	7510	1424	17660	37600	19940
2002	17	10591	7026	1302	17660	36595	18936

Tabell 5. Tilførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa i perioden 1985-2002

FOSFOR							
År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske-skapt
1985	358	*	1759	468	900	*	*
1990	1612	*	1187	356	900	*	*
1991	1612	*	1294	361	900	*	*
1992	1394	*	1358	371	900	*	*
1993	1737	*	1355	195	900	*	*
1994	2267	*	1350	155	900	*	*
1995	2902	*	1255	150	900	*	*
1996	3338	*	1189	159	900	*	*
1997	3868	*	992	177	900	*	*
1998	4216	*	1028	128	900	*	*
1999	4201	*	1002	155	900	*	*
2000	4762	609	893	92	900	7256	6356
2001	4224	605	831	88	900	6648	5748
2002	5354	603	800	142	900	7799	6899

NITROGEN							
År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske-skapt
1985	1698	*	10886	2242	36615	*	*
1990	7651	*	11723	813	36615	*	*
1991	7651	*	13053	1695	36615	*	*
1992	6617	*	12850	2770	36615	*	*
1993	8249	*	11776	1237	36615	*	*
1994	10765	*	11590	1436	36615	*	*
1995	13780	*	11324	1309	36615	*	*
1996	15845	*	11132	1841	36615	*	*
1997	18359	*	9660	2697	36615	*	*
1998	20237	*	9638	715	36615	*	*
1999	20146	*	9170	1921	36615	*	*
2000	22804	17647	8391	2263	36615	87719	51104
2001	20206	17555	7552	2267	36615	84196	47581
2002	25208	17476	7454	1910	36615	88662	52047

*: Foreligger ikke tapstall fra jordbruk for denne kyststrekningen med ny beregningsmetodikk

Statens forurensningstilsyn (SFT)
Postboks 8100 Dep, 0032 Oslo
Besøksadresse: Strømsveien 96

Telefon: 22 57 34 00
Telefaks: 22 67 67 06
E-post: postmottak@sft.no
Internett: www.sft.no

<table>
<tr><td colspan="2">Utførende institusjon
Norsk Institutt for Vannforskning-NIVA</td><td colspan="2">Kontaktperson SFT
Jon L. Fuglestad</td><td>ISBN-nummer
82-577-4447-6</td></tr>
<tr><td colspan="2"></td><td colspan="2">Avdeling i SFT
Organisasjons- og miljøinformasjonsvdelingen</td><td>TA-nummer
1999/2003</td></tr>
<tr><td colspan="2">Oppdragstakers prosjektansvarlig
Stig A. Borgvang</td><td>År
2003</td><td>Sidetal
50</td><td>SFTs kontraktnummer
6003-053</td></tr>
<tr><td colspan="2">Utgiver
Norsk Institutt for Vannforskning-NIVA</td><td colspan="3">Prosjektet er finansiert av
Statens forurensningstilsyn-SFT</td></tr>
<tr><td colspan="5">Forfatter(e)
Stig A. Borgvang, John Rune Selvilk, Torulv Tjomsland og Hans Olav Eggestad</td></tr>
<tr><td colspan="5">Tittel
Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder i 2002, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL.
Inputs of nutrients to Norwegian Coastal Areas, estimated with the input model TEOTIL</td></tr>
<tr><td colspan="5">Sammendrag – summary
Denne rapporten omtaler resultatene av tilførselsberegninger av nitrogen og fosfor til norskekysten. Den deler kysten i fem strekninger. Områdene som drenerer kyststrekningen fra svenskegrensa til Strømtangen fyr, samt Indre Oslofjord er prioriterte områder for tiltak under EUs Nitrat- og Avløpsdirektiver. Kyststrekningen fra svenskegrensa til Lindesnes er definert som problemområdet med tanke på eutrofiering i henhold til PARCOM Rekommandasjon 88/2 om næringssalttilførsler. I perioden 1985 til 2002 ble den menneskeskapte nitrogen- og fosfortilførselen til dette norske problemområdet redusert med henholdsvis 41 og 64 %. I år 2002 utgjorde de menneskeskapte utslippene av nitrogen og fosfor fra jordbrukssektoren til dette problemområdet henholdsvis 56% og 47% av de menneskeskapte utslippene fra alle kilder til dette området. Tilførslene fra akvakulturnæringen utgjorde omtrent 3/4 av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til kystområdet fra Lindesnes til russergrensa i 2002 og omtrent halvparten av den menneskeskapte nitrogentilførselen til det samme kystområdet.</td></tr>
<tr><td colspan="2">4 emneord
Næringssalter
Tilførsler
Norskekysten
TEOTIL modellen</td><td colspan="3">4 subject words
Nutrients
Inputs
Norwegian coast
TEOTIL model</td></tr>
</table>