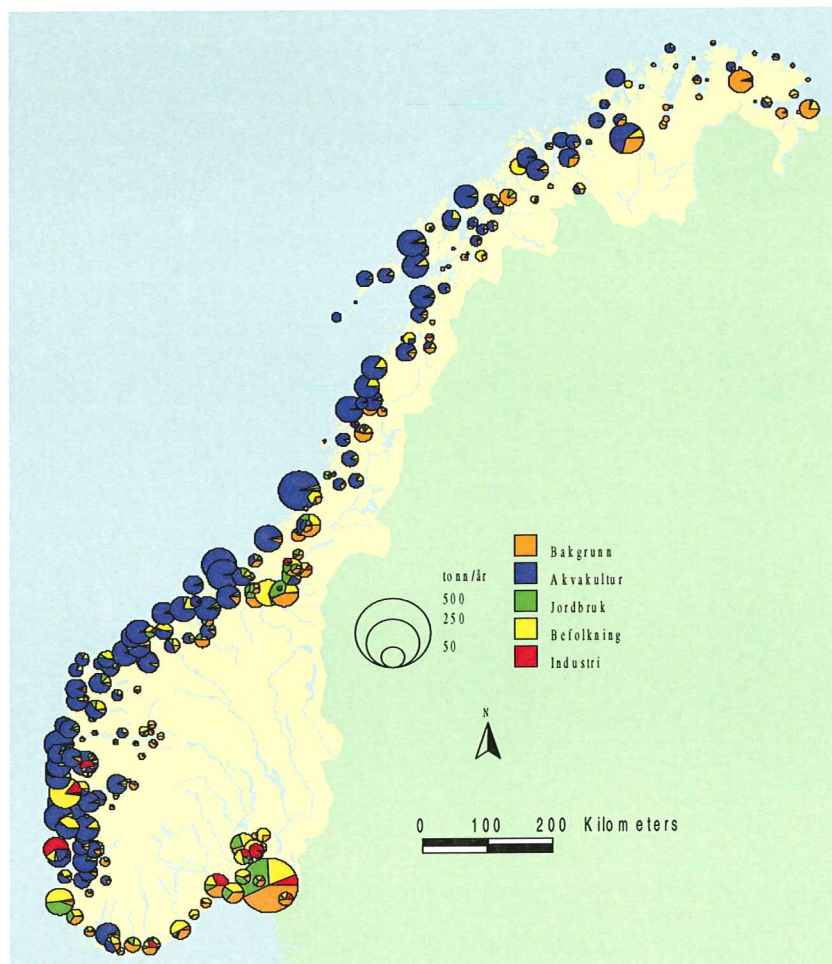


NIVA



RAPPORT LNR 4343-2001

Tilførsler av næringsalter til Norges kystområder i 1999, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL



Statlig program for
forurensningsovervåking

Rapport nr 815/01
TA-1783/2001

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 Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL (Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr 815/01, TA-1783/2001) | Løpenr. (for bestilling) 4343-2001 | Dato 22.02.2001 |
| | Prosjektnr. Undernr. O-20179 | Sider Pris 40 |
| Forfatter(e) Stig A. Borgvang og Torulv Tjomsland | Fagområde Vannressurs- forvaltning | Distribusjon Fri |
| | Geografisk område Norge | Trykket NIVA |

| | |
|---|-------------------|
| Oppdragsgiver(e) Statens forurensningstilsyn (SFT) | Oppdragsreferanse |
|---|-------------------|


Sammendrag

Det er gjennomført beregninger av næringssalttilførsler til norske kystområder i 1999 med tilførselsmodellen TEOTIL. Kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes er definert som et eutrofi-påvirket område hvor tilførselsreduksjoner må gjennomføres i henhold til Ministerenes avtale under den 3. Nordsjøkonferansen i 1987 og PARCOM Recommendation 88/2. Tilførslene av næringssalter til denne kyststrekningen er betydelig redusert siden 1985. I 1999 ble det nådd en reduksjon på 53% for fosfor og 29% for nitrogen, med 1985 som basisår.

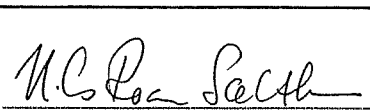
I forhold til EUs avløps- og nitratdirektiver har norske myndigheter prioritert tiltaksgjennomføring for reduksjoner av nitrogentilførsler i et område som strekker seg fra svenskegrensa til Strømtangen fyr vest for Fredrikstad, samt Indre Oslofjord (innenfor Drøbak). Nitrogenreduksjonene var for disse to områdene i 1999 hhv. 14% og 35%, med 1985 som basisår.

Akvakultur ble tatt med som kilde til den totale tilførselen av næringssalter første gang i 1998. Tilførslene fra akvakulturnæringen er minimale i det definerte problemområdet, mens fosfortilførsler fra akvakulturnæringen utgjorde i 1999 ca 73% på kyststrekningen fra Lindesnes til Finnmark. For nitrogen utgjorde tilførslene fra akvakulturnæringen ca. 47% av totaltilførselene til sjøområdene fra Lindesnes til Finnmark i 1999.

| | |
|---|---|
| <p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Næringssaltutslipp til hav Eutrofiering Nitrogen Fosfor | <p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Nutrient inputs to the sea Eutrophication Nitrogen Phosphorus |
|---|---|


Stig A. Borgvang
Prosjektleder


John Rune Selvik
Kvalitetssikrer


Nils Roar Sælthun
Forskningsjef

Statlig program for forurensningsovervåking

**Tilførsler av nitrogen og fosfor til Norges
kystområder, beregnet med tilførselsmodellen**

TEOTIL

Forord

Denne rapporten gir resultater og kommentarer til den årlige beregningen av tilførsler av nitrogen og fosfor til Norges kystområder.

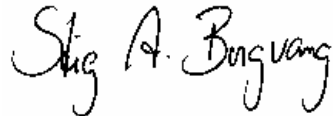
Følgende kilder inngår i beregningene: tap av fosfor og nitrogen fra jordbruk og bakgrunnsavrenning, utslipp fra kommunalt avløp, industri og akvakultur.

Saksbehandler hos SFT har vært John Rune Selvik inntil oktober 2000. Siden januar 2001 har Jon L. Fuglestad vært saksbehandler.

På NIVA har Torulv Tjomsland arbeidet med innlegging og utkjøring av data fra TEOTIL-modellen, samt produsert figurer og kart. Gjertrud Holtan har arbeidet med kalibrering av TEOTIL på basis av målte verdier fra elvetilførselsprogrammet innen OSPAR (Riverine Inputs and Direct Discharges; RID).

Stig A. Borgvang har vært prosjektleder.

Oslo, 22 februar 2001



Stig A. Borgvang

Innhold

| | |
|---|----|
| Sammendrag | 5 |
| Summary | 7 |
| 1. Innledning..... | 9 |
| 2. Kildene til tilførsler av nitrogen og fosfor..... | 10 |
| 2.1 Jordbruk..... | 10 |
| 2.1.1 Beregningsgrunnlag..... | 10 |
| 2.2 Kommunale renseanlegg | 10 |
| 2.2.1 Beregningsgrunnlag..... | 10 |
| 2.2.2 Kvalitetssikring av data | 12 |
| 2.3 Industri | 12 |
| 2.3.1 Beregningsgrunnlag..... | 12 |
| 2.3.2 Kvalitetssikring av data | 13 |
| 2.4 Akvakultur..... | 14 |
| 2.5 Bakgrunnsavrenning..... | 14 |
| 2.5.1 Nåværende koeffisienter..... | 14 |
| 2.5.2 Hvordan kan avrenningskoeffisientene forbedres? | 15 |
| 3. Tilførsler av nitrogen og fosfor | 21 |
| Oppsummering | 21 |
| 3.1 Næringssalttilførsler til Skagerrakkysten | 21 |
| 3.2 Tilførsler til hele norskekysten..... | 25 |
| 4. Kalibrering av TEOTIL-modellen..... | 30 |
| 4.1 Innledning..... | 30 |
| 4.2 Arealavrenningskoeffisienter | 30 |
| 4.3 Retensjon i innsjøer | 31 |
| 4.4 Rangering av ulike tilførselskilder og prosesser | 31 |
| 4.5 Kalibrering | 32 |
| 5. Forslag til forbedring av rapporteringssystemet..... | 33 |
| 5.1 Bakgrunn | 33 |
| 5.2 Forbedringsforslag..... | 33 |
| 6. Referanser..... | 35 |
| Vedlegg A. | 36 |
| Vedlegg B. Datafiler / Bruksanvisning | 40 |

Sammendrag

Bakgrunn

Det er gjennomført beregninger av næringssalttilførsler til norske kystområder i 1999 med tilførselsmodellen TEOTIL. Modellen får primære utslippsdata fra Næringslivsavdelingen i SFT (INKOSYS) og fra SESAM 2.0. Dataene for næringssaltutslipp fra akvakultur (fiskeoppdrett) er beregnet på basis av fôrforbruk og produksjon, slik det fremgår av årsrapportene fra den enkelte oppdretter.

For jordbruket er det laget avrenningskoeffisienter for forskjellige jordbruksområder som ble justert ned år for år i takt med tiltaksgjennomføringen (ikke oppdatert siden 1996). For bakgrunntilførslene er det etablert faste avrenningskoeffisienter både for avrenning fra utmarksarealer og for deponisjon på fri vannflate. Beregning av arealavrenningen framkommer som et produkt av koeffisienter og et arealgrunnlag som stammer fra SSBs landbrukstillinger, utvalgstillinger og registre for produksjonsstøtte i landbruket. Dette er således teoretiske tilførsler der meteorologiske variasjoner fra år til år er forsøkt midlet ut.

Resultater

Kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes er definert som et eutrofipåvirket område hvor tilførselsreduksjoner må gjennomføres i henhold til Ministerenes avtale under den 2. Nordsjøkonferansen i 1987 og PARCOM Recommendation 88/2. Tilførslene til denne kyststrekningen er redusert betydelig. I 1999 hadde man nådd en reduksjon på 53 % og 29 % for hhv. antropogene fosfor- og nitrogentilførsler, med 1985 som basisår; det vil si at Norge har nådd sitt reduksjonsmål for fosfor for dette kystområdet.

I forhold til EUs "avløpsdirektiv" og "nitratdirektiv" har norske myndigheter definert et nedbørsfelt hvor gjennomføring av utslippsbegrensende tiltak for nitrogen skal gjennomføres. Det drenerer til området fra svenskegrensa til Strømtangen fyr (vest for Fredrikstad), i tillegg til Indre Oslofjord (innenfor Drøbak). Nitrogenreduksjonene (de antropogene) er for disse to områdene hhv. 14 % og 35 % for perioden 1985-1999.

I 1999 utgjorde bakgrunnsavrenningen til hele norskekysten for henholdsvis fosfor og nitrogen 16% og 47%. Bakrunnsavrenning fra naturområder er følgelig viktig for å komme fram til pålitelige verdier for totaltilførslene fra Norge.

Forbedringsforslag

I samarbeid med Grøner AS og SSB ble det i 1998 foretatt en gjennomgang av datakvaliteten for tallene fra SESAM Resultatet var at mange systematiske og mer tilfeldige feil ble rettet opp.

For 1999 ble data mottatt fra SFTs database over utslipp fra norsk industri, INKOSYS, kvalitetssikret av NIVA ved å sammenlikne med tidligere års verdier. Bedrifter med spesielt store avvik og bedrifter som i motsetning til tidligere år ikke oppga data samt nye bedrifter med spesielt store utslipp, ble kontrollert spesielt. For eksisterende bedrifter med manglende data ble forårets verdier benyttet.

Kalibreringen av modellen mot elvetilførselsprogrammet fortsatte i år. Dette arbeidet bør fullføres for hele landet og deretter implementeres i modellen. Hensynet til de internasjonale retningslinjene fra OSPAR for kvantifisering og rapportering av tilførsler av næringsalter (HARP) tilsier at TEOTIL bør videreutvikles og derved gjøres mer fleksibel og ha bredere anvendelse enn nåværende modell.

Tilførselstallene fra landbruket er mangelfulle. I mangel av oppdatert informasjon er det blitt benyttet tilførselsdata fra 1996. I 1996 ble rutine med oppdatering av landbrukstilførsler avsluttet etter samtaler mellom Miljøverndepartementet og Landbruksdepartementet fordi det ble påvist dårlig samsvar mellom beregnet avrenning og virkelig avrenning. Ny kunnskap om avrenningsmengder og effekter av tiltak innen landbruket bør innarbeides og det bør gjeninnføres rutiner for oppdatering av de årlige tilførslene fra landbrukssektoren. Det er igangsatt et arbeid på Jordforsk finansiert av Landbruksdepartementet for fremskaffe nye landbruksdata for rapporteringen til OSPAR og 5. Nordsjøkonferanse i 2002.

Summary

Title: Input of nutrients to Norwegian coastal areas, calculated with the input-model TEOTIL

Year: 1999

Authors: Stig A. Borgvang and Torulv Tjomsland

Source: Norwegian Institute for Water Research; ISBN 82-577-3978-2

Background

The nutrient inputs to Norwegian coastal waters in 1999 have been quantified by running the input model TEOTIL. The model takes account of data from industrial sources, municipal wastewater, scattered dwellings and agriculture. The figures on nutrient losses from aquaculture are based on fodder consumption and production, as shown in the annual reports from the individual aquaculture plant.

Run-off coefficients from various types of agricultural fields have been developed and are adjusted according to measures implemented (no adjustment since 1996). Concerning background losses of nutrients, fixed run-off coefficients have been developed for non-cultivated areas, as well as for deposition on water bodies. The inputs are theoretical and the annual meteorological variations are averaged out over the years.

Results

The coastline from the Swedish border to the southernmost part of Norway (Lindesnes) is defined as an eutrophicated area to which reductions in nutrient inputs should be achieved according to the agreement made by Ministers at the Second International Conference on the Protection of the North Sea in 1987, and according to PARCOM Recommendation 88/2. For the period 1985-1999, the anthropogenic phosphorus and nitrogen inputs to this area were reduced by 53 % and 29 % respectively. This means that Norway has reached its 50% reduction target for phosphorus for this coastal area.

With regard to the EC Directive on Waste Water Treatment Plants and the Directive on Nitrates, Norwegian authorities have defined an area from the Swedish border to the Strømtangen beacon (west of the city of Fredrikstad), in addition to the Inner Oslofjord (north of Drøbak), where reduction measures for nitrogen inputs shall be implemented. The reductions in anthropogenic nitrogen inputs to these areas for the period 1985-1999 were 14 % and 35 % respectively.

In 1999, the contribution of nutrients from background losses to the total utgjorde discharges/losses along the Norwegian coastline represented 16% og 47% for phosphorus and nitrogen respectively. Hence, reliable values of the total inputs of nutrients will depend to a large extent on good estimates of the background losses of nutrients.

Improvements In 1998, the data regarding municipal wastewater and scattered dwellings was quality assured and subsequently improved by, *inter alia*, discarding systematic and random errors.

This year, the quality assurance carried out on the data received from SFT on discharges from industrial plants was done by comparison with previous years' discharges. Particular attention was paid to industrial plants showing large discrepancies compared to previous years and plants with no discharges this year, as well as new plants with significant discharges. For existing plants where no discharge figures were provided, the figures from 1998 were used.

The work on calibrating the TEOTIL model with the results from the riverine input programme (RID) has been pursued. This work should be completed by including rivers from the whole of the country, and the results subsequently implemented in the model.

Taking account of the international OSPAR guidelines for quantifying and reporting inputs of nutrients (HARP), it appears necessary to further develop TEOTIL in order to make the model more flexible and increase its applicability.

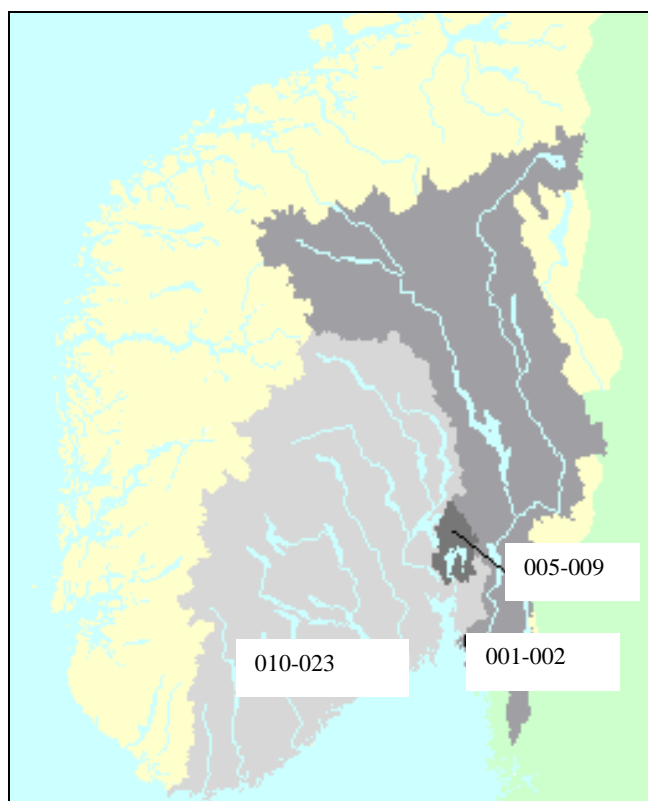
By agreement between the Ministries of Environment and of Agriculture, the procedures for updating figures on inputs from agriculture were cancelled in 1996, due to the poor correlation between nutrient run-off data and the effects of measures implemented. Hence, the nutrient input data from agricultural activities have not been updated since then. However, it is necessary to acquire new knowledge about nutrient run-off and effects of measures. Furthermore, it is necessary to re-establish procedures for annual updates of nutrient inputs from agriculture.

1. Innledning

Modellen TEOTIL beregner tilførsler av fosfor og nitrogen fra landbaserte kilder i Norge til vassdrag og kystområder. 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.

TEOTIL ble laget i forbindelse med utarbeidelsen av Nordsjøplanen i 1990-91 (Bratli og medarb. 1991, Bratli et al. 1995A, Stortingsmelding nr. 64 (Anon. 1992)), og har siden vært i bruk i forbindelse med resultatoppfølgingen av den nasjonale målsettingen om en halvering av 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 PARCOM Recommendation 88/2.

Denne rapporten inneholder også resultater fra videreføringen av arbeidet med kalibrering/sammenligning av resultatene fra TEOTIL med resultatene fra det Statlige Overvåkingsprogrammet for Elvetilførsler som ble påbegynt i fjor. På grunn av knappe budsjettære rammer har man ikke kunnet gjennomføre denne kalibreringen fullt ut enda, dvs at det står fremdeles en del arbeid igjen som man håper skal kunne gjøres neste år.



Figur 1. Nedbørsfeltområder som drenerer til Skagerrakkysten.

Figur 1 viser nedbørfeltet som drenerer til Skagerrakkysten, dvs. området fra svenskegrensa til Lindesnes (vassdragsområdene 001 – 023). Området er 001 - 023 er definert som eutrofipåvirket hvor tilførselsreduksjoner må gjennomføres i henhold til Ministerenes avtale under

den 2. Nordsjøkonferansen i 1987 og PARCOM Recommendation 88/2. Dette omfatter også de områdene der norske myndigheter prioriterer tiltak i henhold til EUs Avløpsdirektiv og EUs direktiv for Nitrattilførsler fra landbruk, dvs området fra svenskegrensa-Strømtangen fyr (vassdragsområdene 001– 002) og Indre Oslofjord (vassdragsområdene 005 – 009).

2. Kildene til tilførsler av nitrogen og fosfor

2.1 Jordbruk

2.1.1 Beregningsgrunnlag

Det er brukt en forskjellig tilnæringsmåte for beregning av diffuse kilder (landbruk) i forhold til punktkildene (kommunalt avløp, akvakultur og industri). For landbruk er det etablert et utslippsnivå for 1985, og tallene er så justert ned i takt med tiltaksgjennomføringen fra år til år. Dette er derfor *teoretiske* tilførsler der meteorologiske forhold, som i stor grad ville medført store årlige variasjoner, er midlet ut. Effekten av tiltakene, i form av reduksjoner av tilførsler til overflatevann, blir også tatt med når tiltakene gjennomføres, selv om det for enkelte tiltak er en viss responstid i jordprofilen, og de fulle reduksjonene ikke vil komme før etter noe tid.

Tilførslene fra jordbruk blir beregnet på bakgrunn av avrenningskoeffisienter, utarbeidet av JORDFORSK, samt informasjon om åker og engareal fra Statistisk Sentralbyrå (SSB). Koeffisientene ble, inntil 1996, utarbeidet ved en nedjustering av forrige års koeffisienter i takt med gjennomsnittsvurderinger av tiltaksgjennomføringen. Viktige grunnlagsdata for justering av koeffisientene hentes fra SSBs utvalgstillinger for landbruket.

Tallene for 1996 stammer dels fra 1995, dels fra 1996, og ligger derfor et halvt år på etterskudd i forhold til de andre kildene. Det er ikke utarbeidet nye tilførselstall siden 1996, disse tallene er også brukt i årets rapport. Det medfører at resultater av tiltak som er gjennomført etter 1996 ikke er registrert. Arealtallene er for alle år hentet fra landbruksstillingene i 1989. Tilførsler fra jordbruksaktiviteter som gir punktutslipp ble beregnet på forhånd av JORDFORSK, og tilordnet en koeffisient knyttet til engareal i TEOTIL modellen.

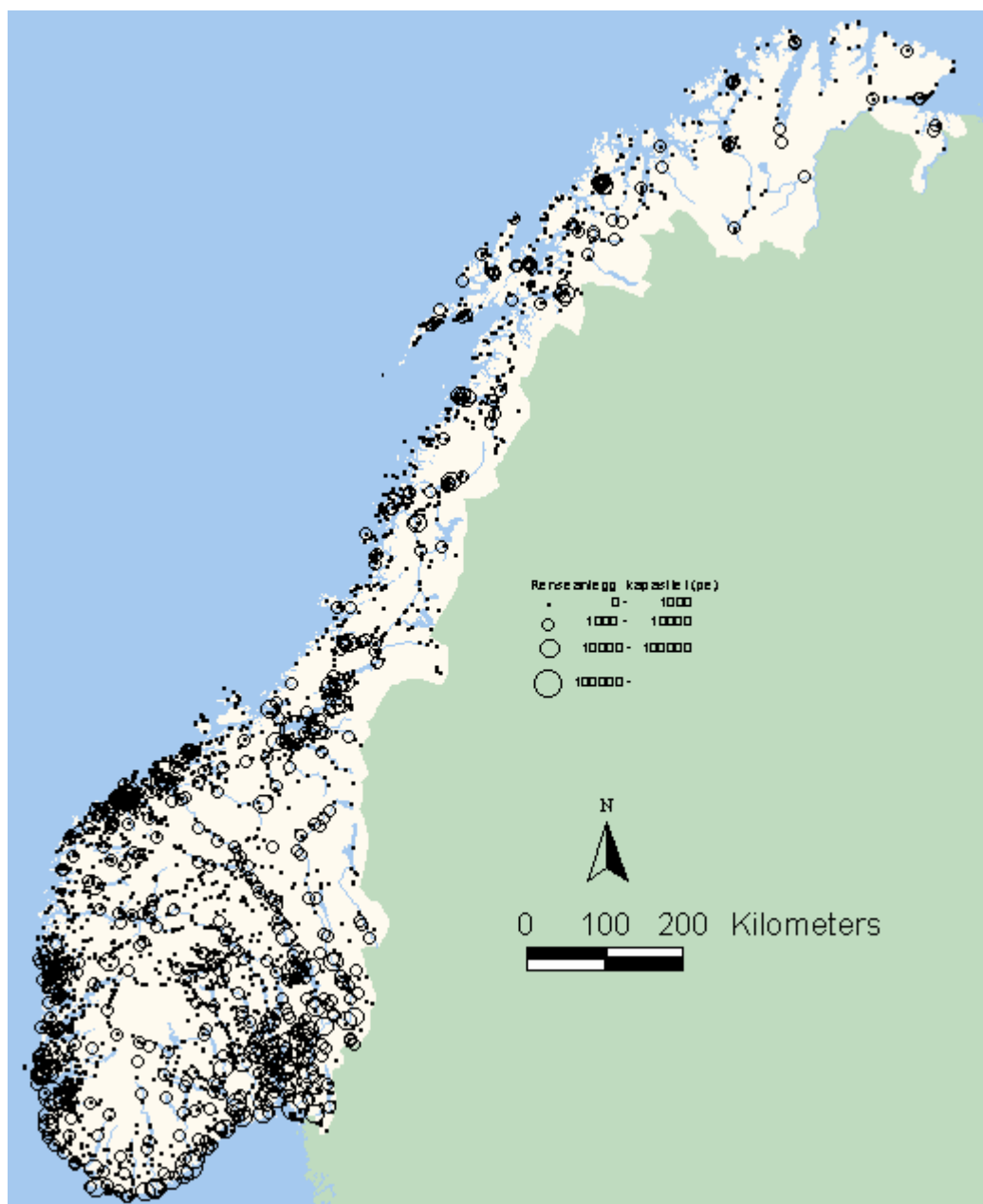
I 1996 ble rutineoppdatering av landbrukstilførsler avsluttet etter samtaler mellom Miljøverndepartementet og Landbruksdepartementet. Grunnen var at det ble påvist dårlig samsvar mellom beregnet avrenning og virkelig avrenning. Ny kunnskap om avrenningsmengder og effekter av tiltak innen landbruket bør innarbeides og det bør reetableres rutiner for oppdatering av de årlige tilførslene fra landbrukssektoren.

2.2 Kommunale renseanlegg

2.2.1 Beregningsgrunnlag

Verdier for utslipp av næringsalter 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 ved til dels skjønnsmessig stipulerte koeffisienter.

Utslippstallene fra kommunale avløp omfatter tilførsler fra renseanlegg (både fra befolkning og industri-tilkoplinger), spredt bebyggelse, fra befolkning som ikke er tilknyttet renseanlegg (men som bor tett), og lekkasjer fra ledningsnett. Grunnlagsinformasjon fra 1993 og senere år kommer fra SFTs database SESAM 2.0. **Figur 2** viser lokaliseringen av de kommunale renseanleggene i Norge.



Figur 2: Kommunale renselanlegg i Norge. Data fra SESAM.

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.

2.2.2 Kvalitetssikring av data

I 1998 ble det foretatt en gjennomgang av tallene fra 1993-97 som er registrert i SESAM, med sikte på å fjerne systematiske feil og feilrapporteringer på større anlegg (Farestveit 1998). På bakgrunn av denne rapporten og anmerkninger fra SFT gjorde SSB følgende forandringer i 1998:

- Tap fra ledningsnett er nedjustert med 0,5% årlig fra 1985 (10%) til 1995 (5%), deretter 0,25% årlig til 1998 (4,25%)(4,00% i 1999)
- Endringen i spesifikk P-produksjon er tilbakeberegnet til 1993 (1,7 i 1993, 1,66 i 1994, 1,63 i 1995 og 1,6 i 1996).

Første trinn i kvalitetskontrollen er å sammenligne årets verdier med tidligere års verdier.

I TEOTIL har utslippene fra avløpssektoren fram til i år vært splittet på:

- utslipp fra rensesanlegg;
- tap/lekkasje fra ledningsnett;
- utslipp fra ikke tilknyttede personer i rensedistriktene; og
- utslipp fra spredt bebyggelse.

Det viser seg imidlertid at kategorien spredt bebyggelse med stor sannsynlighet også inneholder opplysninger om antall anlegg og tilknyttede personer som bor i definerte rensedistrikt, slik at denne kategorien ikke lenger kan defineres som spredt bebyggelse, men heller som en samlepост over alle separate avløpsanlegg i kommunene (enten disse ligger i spredt bebyggelse eller innenfor rensedistrikt). Dette kan illustreres ved følgende tall:

I SESAM er det oppgitt at til sammen 3,5 millioner personer er tilknyttet kommunale avløpsanlegg. I tillegg er det registrert ca. 900 000 personer på spredt bebyggelse. Til sammen gir dette 4,4 millioner personer, noe som gjør at det mangler ca. 50 000 personer i forhold til folketallet i Norge. Nå er det en del anlegg som ikke har rapportert tall på tilknytning (til sammen har disse anleggene en kapasitet på anslagsvis 100 000 PE), slik at dersom databasen hadde vært komplett ville summen av antall tilknyttede og antall i spredt bebyggelse vært i overkant av det samlede folketallet i Norge.

Konklusjonen er da at kategorien *ikke tilknyttede personer i rensedistriktene*, som utgjør ca. 270 000 personer, med stor sannsynlighet er inkludert i spredt bebyggelse. I samråd med SFT ble denne kategorien dermed strøket fra datagrunnlaget for TEOTIL-beregningene for 1999.

2.3 Industri

2.3.1 Beregningsgrunnlag

Verdier for utslipp av næringsalter fra industri er basert på målte utslippstall, i den grad slike er rapportert. De vil naturlig variere noe fra år til år, noe som vises tydelig i Tabell 2. 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 for ulike rensesystemer
3. Nye rensetilak
4. Feilkilder i beregningsgrunnlaget (herunder endrede innsamlings- eller analysemetoder eller endret omfang av innsamlede data).
5. Endret antall bedrifter som er med i beregningene.

Punktene 1-3 gjenspeiler reelle variasjoner, mens punkt 4 og 5 medfører en tilsynelatende forandring uten at den er reell. Det gjør det dermed problematisk å bruke tallene i en tidstrendsammenheng. Det er vanskelig å isolere og kvantifisere de forskjellige komponentene (1-4).

At det for noen industribedrifter er til dels store variasjoner i utslippstall, uten at det kan forklares ved punktene 1-3, indikerer også at komponentene 4 og 5 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.

Tilførselstallene for industri gjelder bedrifter med egne utslipp, dvs. det som ikke går til kommunalt nett, og som er pålagt egenrapportering. Utslippene fra disse 400 bedriftene, er registrert i databasen INKOSYS i SFTs næringslivavdeling og tilhører konsesjonsklassene 1, 2 og delvis 3. Registreringene av utslipp har de siste årene vært intensivert, og enkelte av de rapporterte verdiene har dermed øket selv om det reelt sett nok har vært en nedgang i utslippene pga. iverksatte tiltak. For nitrogen er det f.eks. fra 1998-1999 registrert en økning av utslippene til hele norskekysten fra industri på 42% (996 tonn); 15 % økning fra 1985 til 1999.

Noen bedrifter har ikke konsesjonsplikt på å måle og rapportere fosfor- og nitrogenutslipp. Dette gjøres derfor noe tilfeldig ved enkelte bedrifter og medfører variasjoner i de årlige utslippstallene og tidvis underrapportering.

Enkelte utslippstall fra næringsmiddelindustri (Farestveit 1991) som har egne utslipp og som ikke er registrert i INKOSYS, er også med. Det foreligger ikke noen oppdatert oversikt over disse bedriftenes nåværende produksjon og utslippsforhold og verdiene er blitt holdt uforandret siden 1991. Enkelte av bedriftene bør nok tas med i beregningene, men mange kan være lagt ned, renser selv eller er koblet mot kommunalt nett og inngår dermed ikke under industri i TEOTIL beregningene (noen av dem kan også være med i SFTs database INKOSYS). Det er vanskelig å identifisere dem uten kode. Disse utslippene utgjør imidlertid anslagsvis kun 2-3% av de totale utslippstallene fra industrien, men kan naturligvis ha stor betydning for de resipienter der utslippet skjer. Det bør etableres rutiner for å komplettere dette bildet.

I beregningene er de enkelte industribedriftene kun lokalisert til kommunene. Tilordningen til statistikkområde er derfor unøyaktig. Dersom koordinatene på utslippspunktet ble oppgitt, kunne denne tilordningen gjøres ved hjelp av GIS. Dette kan ikke gjøres nå fordi er det alt for mange unøyaktigheter i koordinatsangivelsen for bedriftene i SFTs database.

2.3.2 Kvalitetssikring av data

Data for 1999 som ble mottatt fra SFTs database INKOSYS er kvalitetssikret ved å sammenlikne med tidligere års verdier. Bedrifter med spesielt store avvik og bedrifter som i motsetning til tidligere år ikke oppga data, samt nye bedrifter med spesielt store utslipp, ble kontrollert spesielt. For eksisterende bedrifter med manglende data ble fjorårets verdier benyttet.

Data angående næringsmiddelindustri inngår ikke i INKOSYS (see 2.3.1).. Ifølge TEOTIL beregningene ble det i 1999 sluppet ut 266 tonn fosfor fra industri. Av dette utgjorde bidraget fra næringsmiddelindustri 35%. For nitrogen var dette bidraget 25%.

2.4 Akvakultur

Det er andre gang tilførsler fra akvakultur er med i rapporteringen med utgangspunkt i TEOTIL. Tilførsler fra akvakultur beregnes for anlegg for oppdrett av fisk, herunder også settefisk. Disse anleggene er gjennom utslippstillatelsene pålagt å rapportere årlig om forbruk av fôr og om den totale produksjon ved anleggene. Dette rapporteres til Fylkesmannen, som registrerer data i SESAM-databasen. På basis av registrert informasjon beregnes utslippet av nitrogen og fosfor. Beregningen for 1999 er foretatt ved hjelp av de formler som er anbefalt i OSPARs retningslinjer for kvantifisering og rapportering av næringssalttilførsler (HARP) (Borgvang, S.A. & Selvik, J.R., 2000), på basis av informasjon fra SESAM. Formelene gir tilsvarende resultat som de formlene som benyttes i SESAM 2.0.

Det utslippet som beregnes er et estimat over totalutslippet og omfatter både partikulære og løste fraksjoner. Utslipp fra akvakultur er av liten betydning i området fra svenskegrensen til Lindesnes, men representerer en betydelig andel på kyststrekningen Stavanger-Finnmark.

Hvert enkelt anlegg er lokalisert til kommune fordi SESAM koordinatene har for mange feil (se Figur 18). Det gjør at tilordningen til statistikkområde blir usikker. I likhet med industridataene er det behov for å rette opp mangler og feil i koordinatene før de er egnet til presis stedsangivelse. SESAM har ingen unik ID-kode for det enkelte anlegget- noe som både avløp og industri har. Dette gjør det enklere å kvalitetssikre utslippstallene ved å sammenlikne med tidligere års verdier. Det er derfor behov for en unik kode for de enkelte anleggene

2.5 Bakgrunnsavrenning

2.5.1 Nåværende koeffisienter

Tilførsler fra all utmark rapporteres ved hjelp av TEOTIL. Koeffisientene er hentet fra SFTs tilførselsveileder (Bratli og medarb. 1995B). Skogkoeffisientene tilsvarer 6-20 % av jordbrukskoeffisientene for fosfor, og 3-17 % for nitrogen. I tillegg kommer jordbrukets bakgrunnsavrenning som er den avrenningen som ville kommet fra jordbruksarealer uavhengig av oppdyrking. Her er det brukt koeffisienter for skog. Deposisjon direkte på frie vannflate inngår også her. 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. TEOTIL bør forbedres på dette punktet.

I 1999 utgjorde bakgrunnsavrenningen til hele norskekysten for henholdsvis fosfor og nitrogen 16% og 47%. Bakgrunnsavrenning fra naturområder er følgelig viktig for å komme fram til pålitelige verdier for totaltilførslene fra Norge.

TEOTIL beregner altså 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. km² som tilføres vassdrag av henholdsvis fosfor og nitrogen. Koeffisientene ble fastsatt på bakgrunn et relativt begrenset antall observasjoner og kalibrering av modellen i punkter med kjente verdier.

2.5.2 Hvordan kan avrenningskoeffisientene forbedres?

Utgangspunktet for å se på potensialet for å forbedre avrenningskoeffisientene fra naturområder var observasjoner fra 1900 innsjølokaliteter som ble samlet inn via "Statlig program for forurensningsovervåking", se **Figur 3**. 1500 av disse inngår i "Regional innsjøundersøkelse 1995" (Johannessen m.medarb.1997) . Det ble der tatt en prøve fra hver innsjø. Hovedmålet var å beskrive status av norske innsjøer med hensyn på generell vannkjemi, utbredelse og grad av forurensning og eutrofiering.

De øvrige 400 innsjøene inngikk i "Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer", (Faafeng og Oredalen 1999). Dataene er middelverdier for perioden 1988-1999. Innsjøene ble valgt for å beskrive eutrofieringssituasjonen i Norge. Typiske krav var at innsjøen skulle være større enn 1 km² , og ha næringsaktivitet i nedbørfeltet.

Figur 4 viser at landet kan inndeles i relativt avgrensede soner både for fosfor og nitrogen. Konsentrasjoner i Sør Norge avtar f.eks. klart fra kysten mot de sentrale fjellområdene. I områder hvor det ikke er særlige antropogene tilførsler vil observasjonene representere avrenning fra naturområder. Dette gjelder fjellområdene i Sør Norge og store deler av Nord -Norge. I disse områdene var typisk fosforkonsentrasjoner 4 µg/l eller lavere og nitrogenkonsentrasjoner 200 µg/l eller lavere.

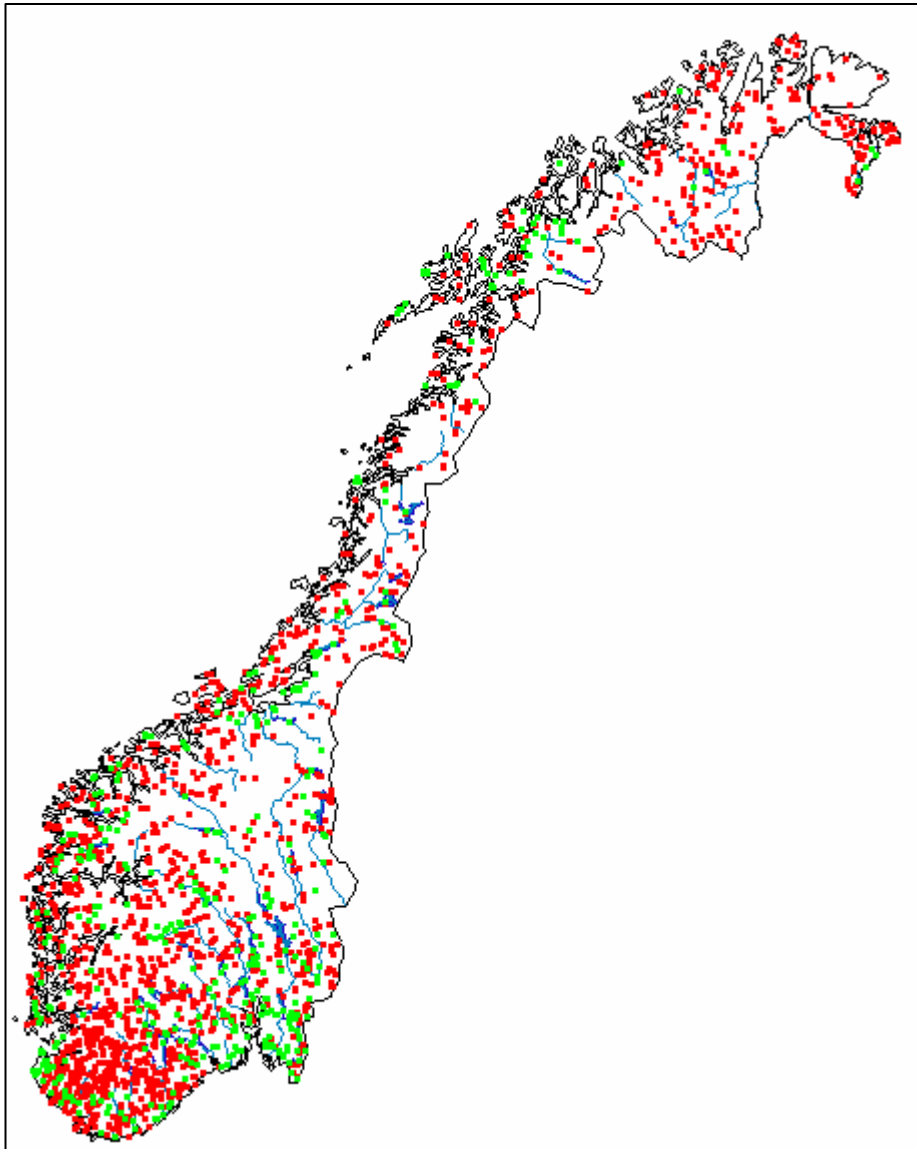
I områder med mere antropogene tilførsler er det mer usikkert om hvor stor andel av de observerte verdiene som utgjør bidraget fra naturområdene. **Figur 5** viser det antropogene bidraget til henholdsvis nitrogen- og fosforkonsentrasjonene ved utløpet av hvert statistikkområde som følge av tilførsler innen eget statistikkområdet. Da observasjonspunktene ikke nødvendigvis er plassert ved utløpet av statistikkområdene, kan man ikke uten videre korrigere observerte verdier med de antropogene bidragene som er angitt i Figur 5. Bruk av digitale kart og manipulering av disse i GIS-systemet Arcview var til god hjelp for å vektlegge de enkelte observerte konsentrasjonene. Dette ble gjort ved å 'zoome' tilstrekkelig på et kart med inntegnede konsentrasjoner, antropogent bidrag, renseanlegg og med god oppløsning mhp elver og innsjøer. I mange av statistikkområdene lå observasjonstedet oppstrøms bosatt område. Slike verdier ble ekstra vektlagt.

Kartet på **Figur 6**, som viser landet inndelt i avrenningssoner fra naturområder, må anses som en ikke helt ferdig versjon. Avrenningskoeffisientene bør kalibreres mot pålitelige observasjoner nedover i ulike vassdrag.

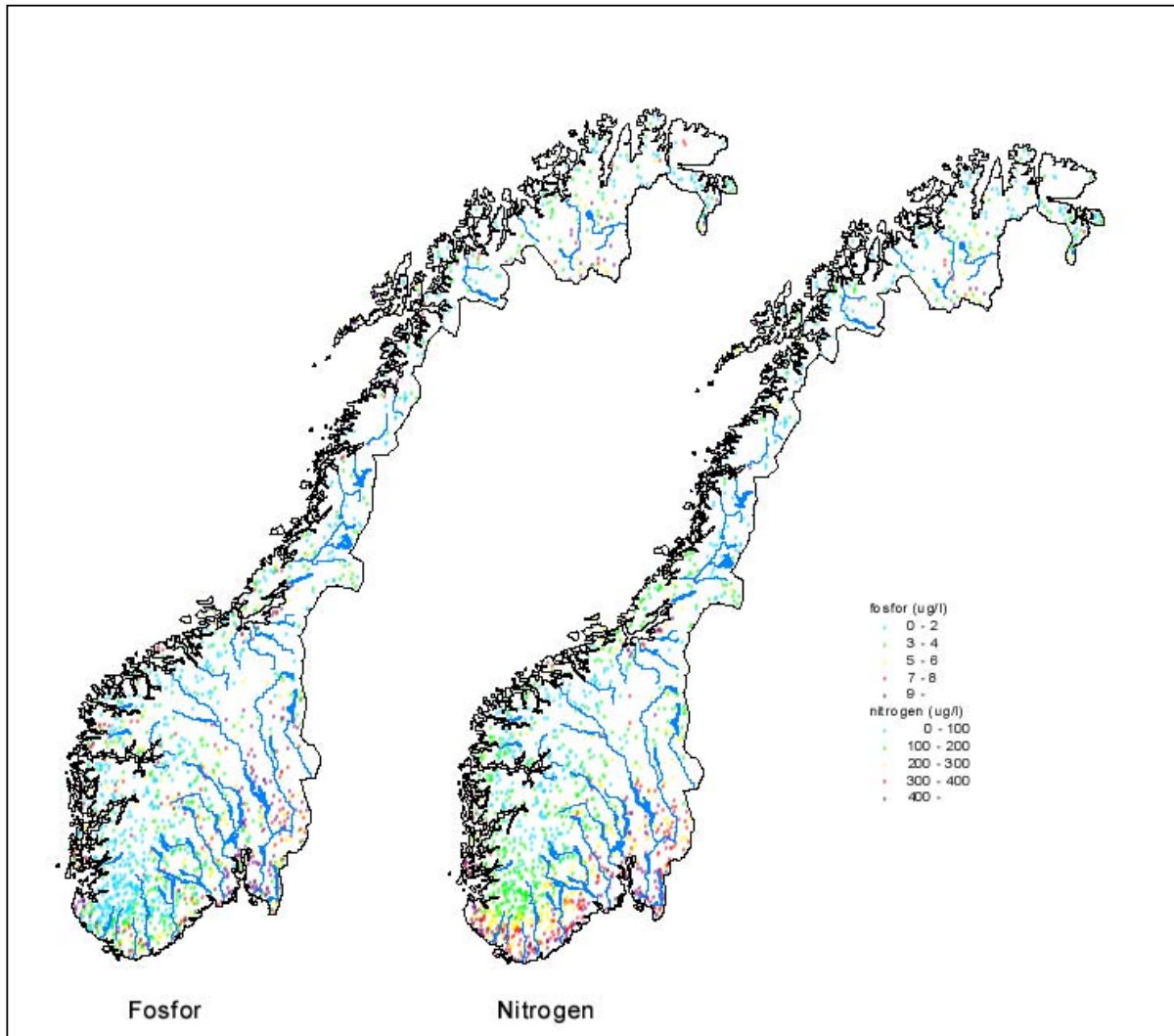
Koeffisientene representerer store områder og bør følgelig, i likhet med bruken av TEOTIL generelt, brukes med forsiktighet ved beregning for enkeltstående, små vassdrag.

De avrenningskoeffisientene som benyttes i dagens TEOTIL beregninger (**Figur 7**) har høyere verdier av fosfor på Østlandet enn det som nå er beregnet. For nitrogen har dagens TEOTIL koeffisienter noe høyere verdier i de sentrale fjellområdene i Sør Norge enn de nye, for øvrig var det godt samsvar.

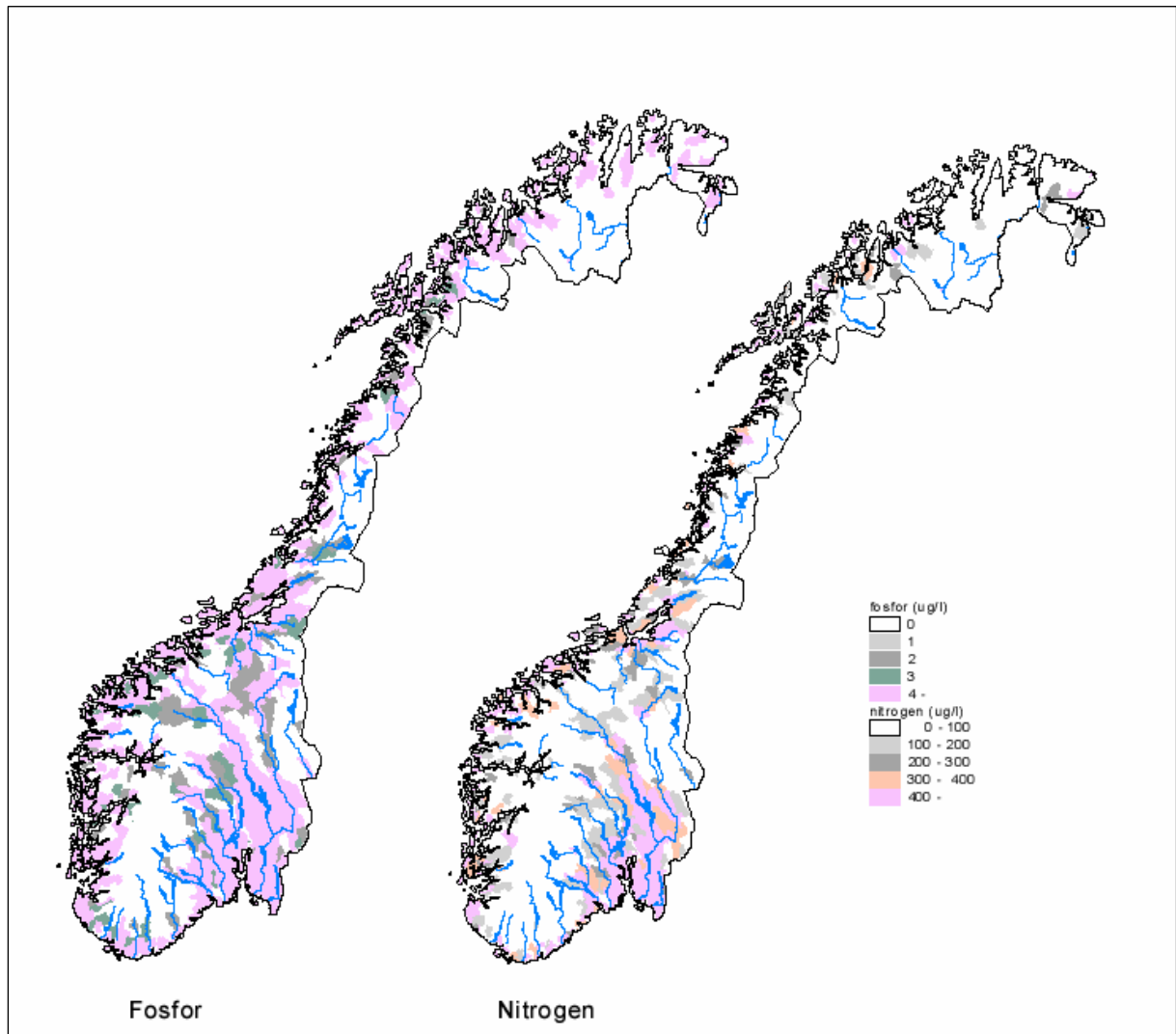
Dagens TEOTIL versjon benytter, som tidligere nevnt, avrenningskoeffisienter angitt som kg/km²/år. , Dette gjør at avrenningen fra naturområdene blir uforandret fra år til år. Ved bruk av avrenningskoeffisienter angitt som konsentrasjon (µg/l) må denne koeffisienten multipliseres med spesifikt vannføring (l/s/km²) for å beregne den årlige stofftransporten. Dette gjør det mulig å benytte målte vannføringer i karakteristiske vassdrag og dermed oppnå ulikt bidrag fra naturområder fra år til år.



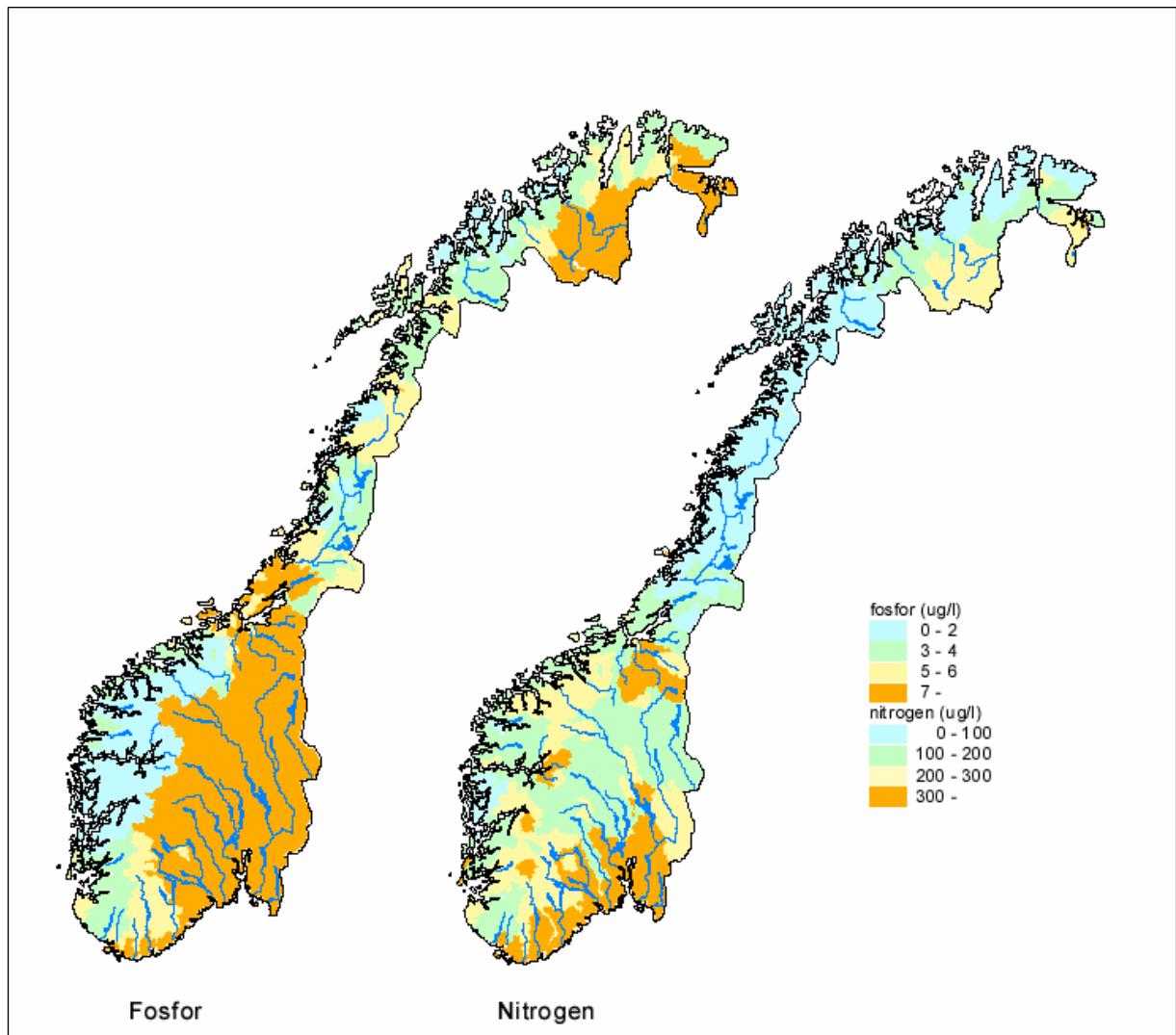
Figur 3: Lokalisering av innsjøer i 'Regional innsjøundersøkelse 1995 (rød farge); 'Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer' for perioden 1988-1999 (grønn farge).



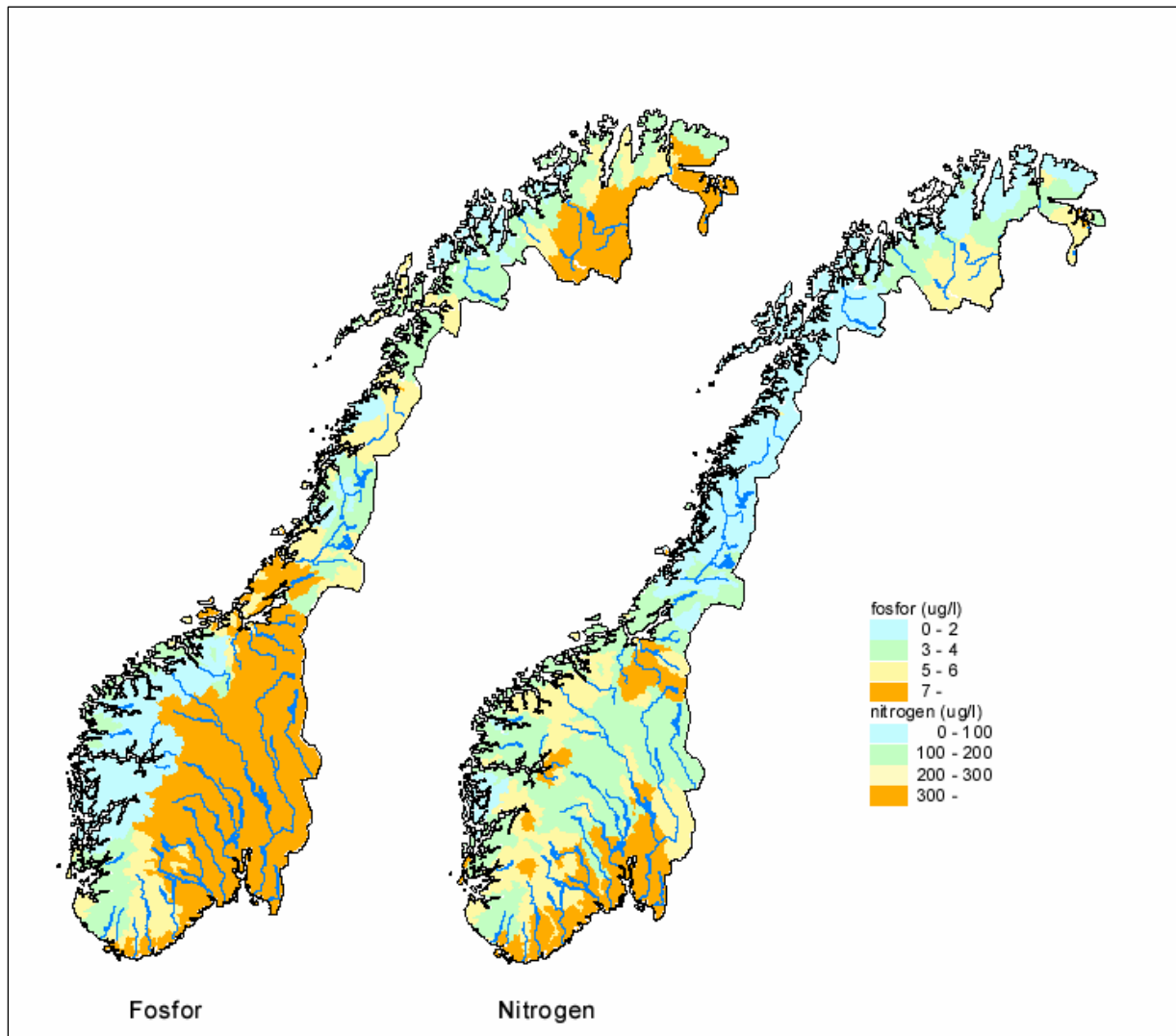
Figur 4: Observerte fosfor- og nitrogenkonsentrasjoner.



Figur 5: Konsentrasjonsbidrag fra antropogene kilder pr.statistikkområde i 1999 beregnet ved hjelp av TEOTIL



Figur 6:Konsentrasjonsbidrag fra naturområder i følge observerte data



Figur 7: Konsentrasjonsbidrag fra naturområder som blir benyttet i TEOTILS nåværende versjon

3. Tilførsler av nitrogen og fosfor

Oppsummering

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 N og P.

Tabell 1: Prosentvise næringssaltreduksjoner.

| Område | Prosentvis reduksjon av tilførsler av totalt antropogent N 1985-1999 | Prosentvis reduksjon av tilførsler av totalt antropogent P 1985-1999 |
|--------------------------------|--|--|
| Svenskegrensa-Lindesnes | 29 | 53 |
| Indre Oslofjord | 5 | 74 |
| Svenskegrensa-Strømtangen fyr | 5 | 43 |
| Hele norskekysten ¹ | <1 | 2 |

3.1 Næringssalttilførsler til Skagerrakkysten

Norskekysten fra svenskegrensen 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 næringsalttilførslerne til områder som er definert som eutrofipåvirkede hvor tilførselsreduksjoner må gjennomføres i henhold til Ministerenes avtale under den 2. Nordsjøkonferansen i 1987 (og senere konferanser) og PARCOM Recommendation 88/2 om 50% reduksjonene av nitrogen- og fosfortilførsler til identifiserte problemområder med tanke på eutrofiering.

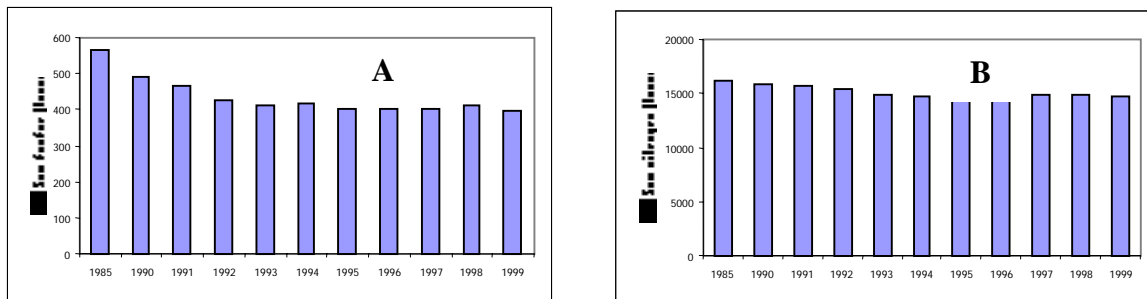
Norge har prioritert tiltak i forhold til EUs avløpsdirektiv og EUs direktiv om nitrat fra landbruket til marine områder som strekker seg fra svenskegrensa til vestenden av Hvaler/Singlefjordområdet ved Strømtangen fyr, og Indre Oslofjord innenfor Drøbakerskelen.

Tabellene 2, 3 og 4 i **Vedlegg A** viser fosfor og nitrogen tilførslerne per kilde til henholdsvis svenskegrensa-Strømtangen fyr, Indre Oslofjord og svenskegrensa-Lindesnes.

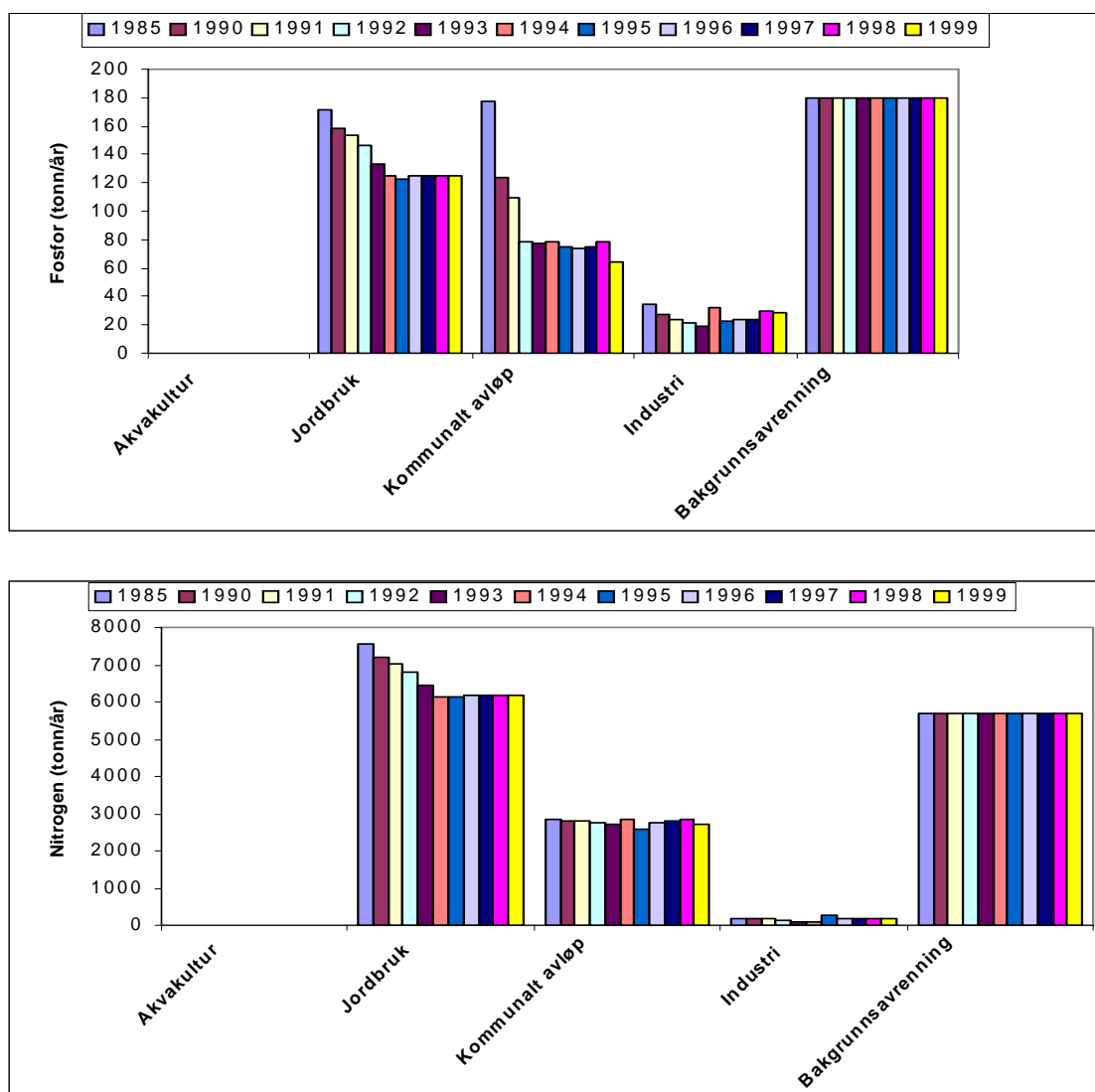
Figur 8 viser fosfor- og nitrogentilførslerne til svenskegrensa-Strømtangen fyr. **Figur 9** viser tilførslerne per kilde. Det er små forandringer både i total utslipp og i utslipp per kilde. Den største prosentvise forandringen er økningen i nitrogenutslipp fra industrielle aktiviteter, 7% fra 1998 til 1999, men industriutslippene utgjør en liten andel av totalutslippene. For nitrogen er det få endringer fra 1997 til 1998. Det er ikke akvakulturtilførsler av betydning i dette området. Se også **Figur 18** som viser at det er ingen akvakulturanlegg i området.

¹ Endring fra 1998 til 1999

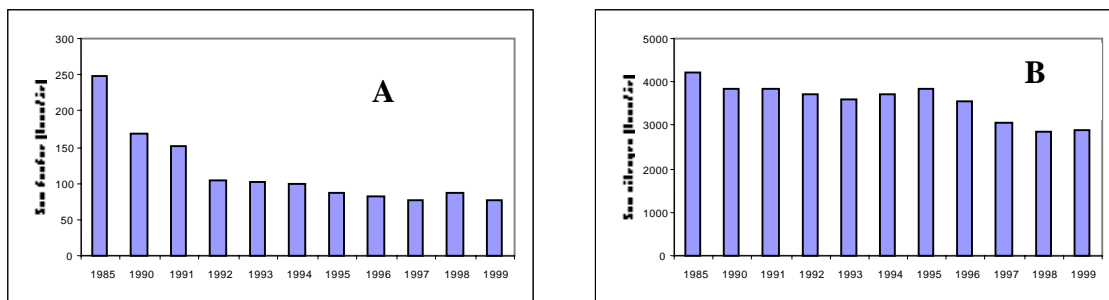
Figur 10 viser de totale fosfor og nitrogen tilførslene til Indre Oslofjord, mens **Figur 11** viser tilførslene per kilde. De viser at industritilførslene av fosfor nå er svært små (1 tonn). Nitrogentilførslene fra industri økte med 22 tonn fra 1998 til 1999. Akvakulturanleggene med tilførsler av nitrogen og fosfor til Indre Oslofjord er veldig små.



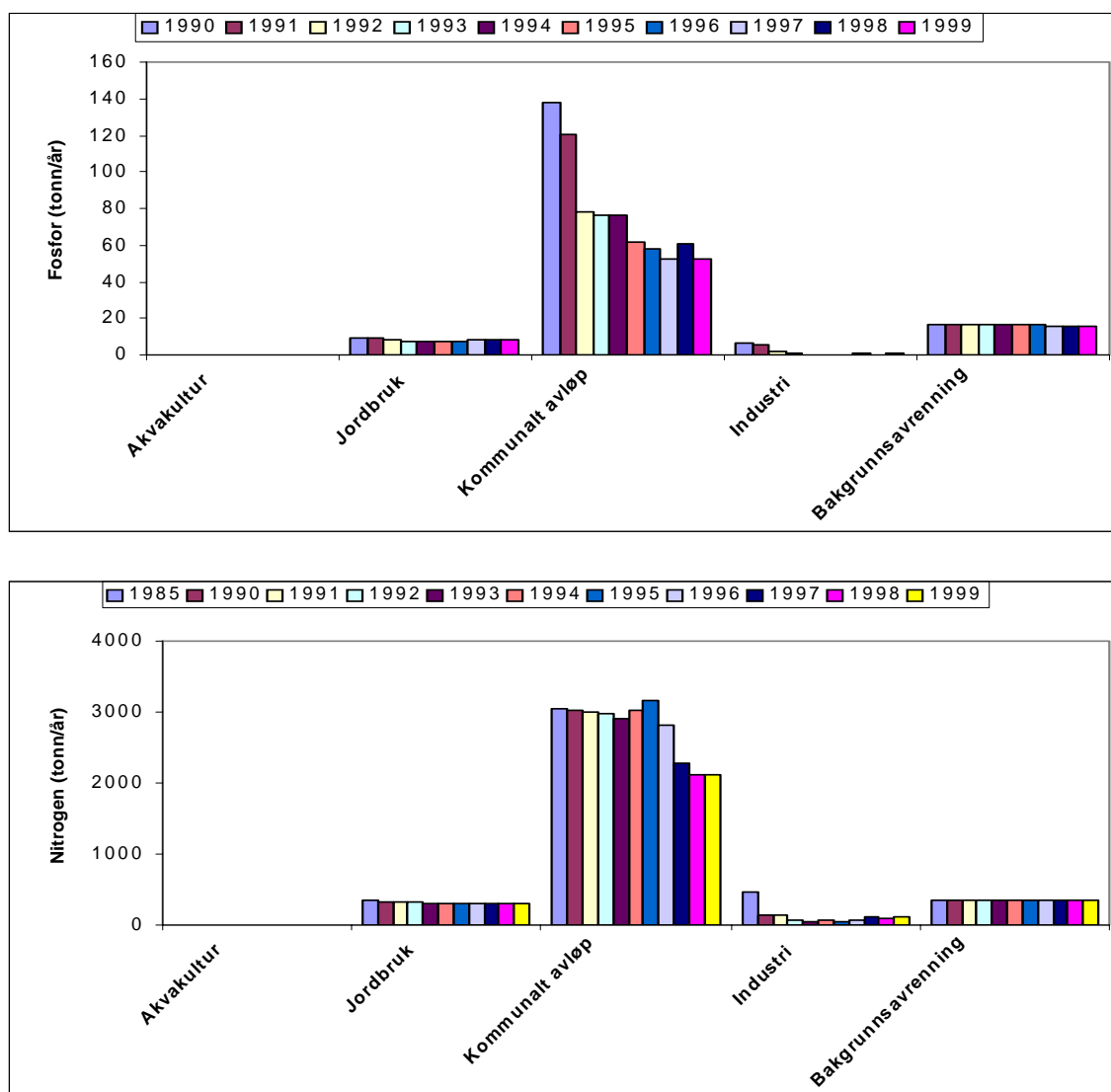
Figur 8: Totale fosfor (A) og nitrogentilførsler (B) i tonn per år til området fra svenskegrensa til Strømtangen fyr.



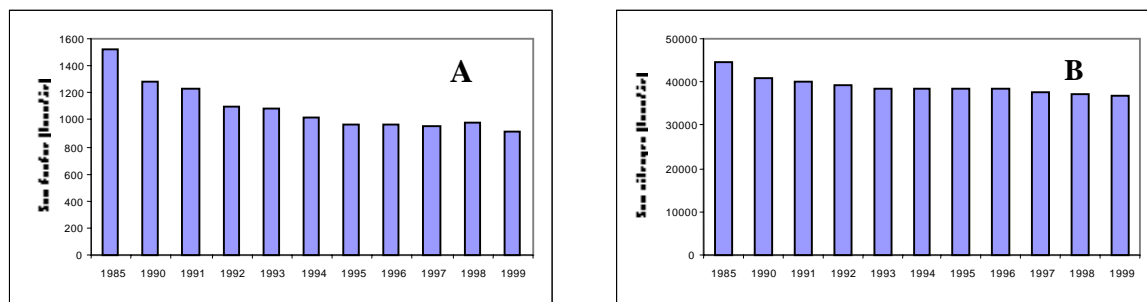
Figur 9: Fosfor- og nitrogentilførsler til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr, vassdragsområdene 001. – 002.



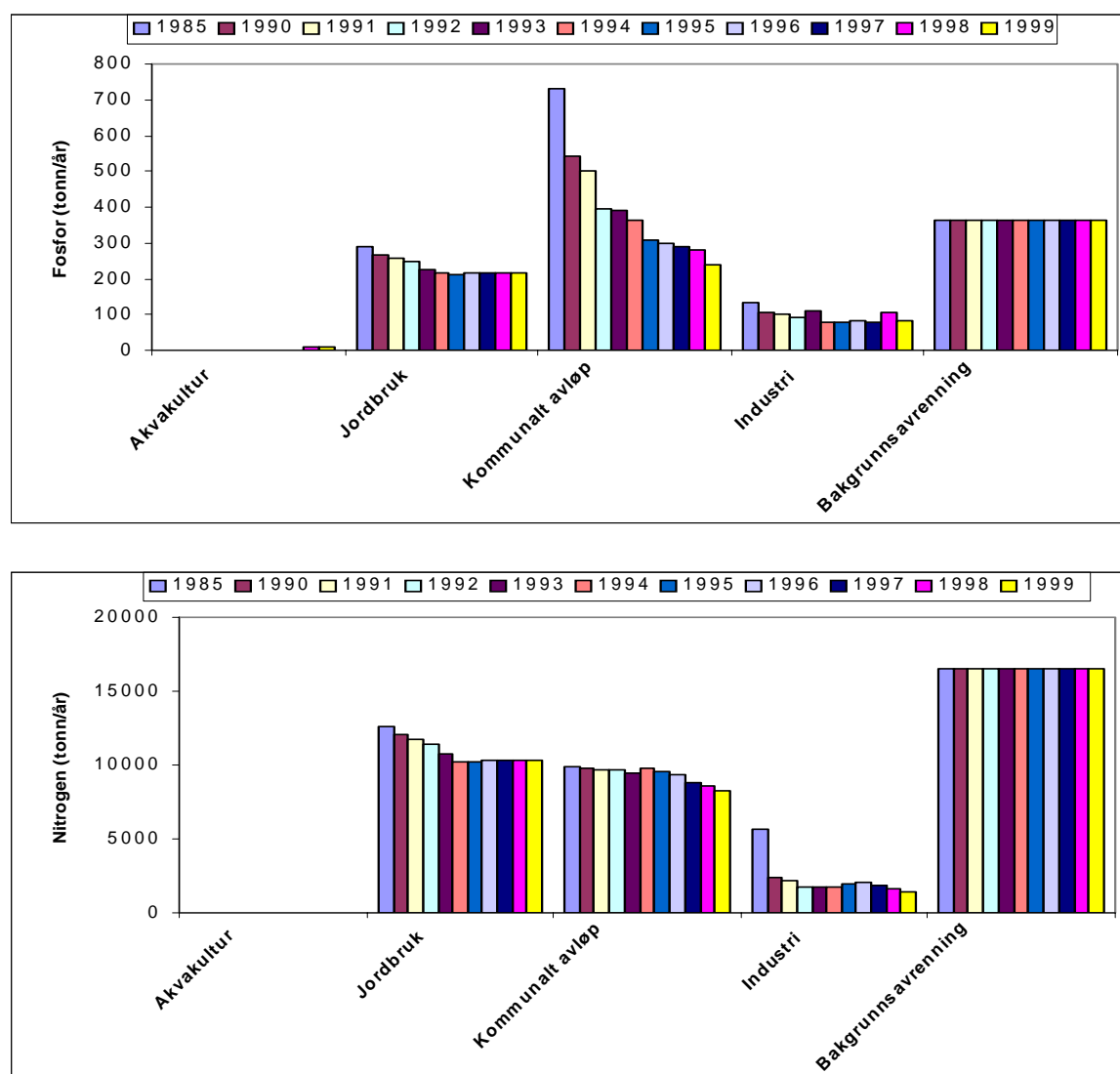
Figur 10: Totale tilførsler av fosfor (A) og nitrogen (B) i tonn/år til Indre Oslofjord.



Figur 11: Fosfor- og nitrogentilførsler til kyststrekningen Indre Oslofjord, fordelt per kilde, vassdragsområdene 005. – 009.



Figur 12: Totale tilførsler av fosfor (A) og nitrogen (B) til området fra svenskegrensa til Lindesnes.



Figur 13: Fosfor- og nitrogentilførsler til kyststrekningen fra svenskegrensa til Lindesnes fordelt per kilde, vassdragsområdene 001. – 023.

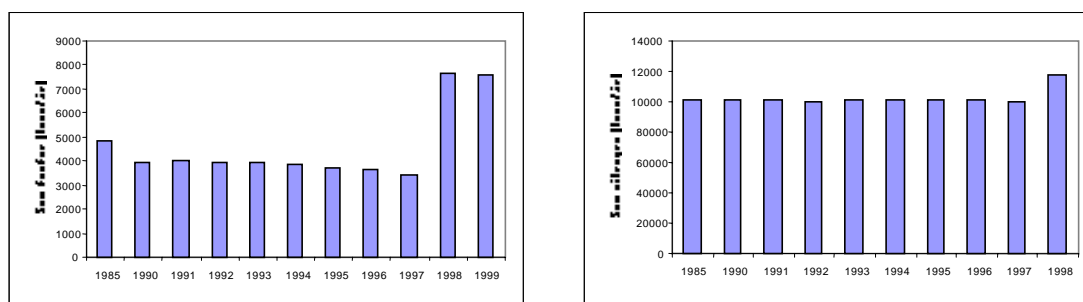
Figur 12 viser de totale fosfor- og nitrogentilførslene til området fra svenskegrensa til Lindesnes, mens **Figur 13** viser tilførslene fordelt per kilde. Den viser at fosfortilførslene fra både kommunalt avløp og industri gikk betydelig ned fra 1998 til 1999, henholdsvis 15% og 21%, mens nitrogentilførslene ble redusert med henholdsvis 5% og 13 % fra de to samme kildene. De totale reduksjonene i tilførsler fra 1985 til 1999 er på henholdsvis 40% og 18 % for fosfor og nitrogen. Tilførslene fra akvakultur til dette området er minimale.

3.2 Tilførsler til hele norskekysten

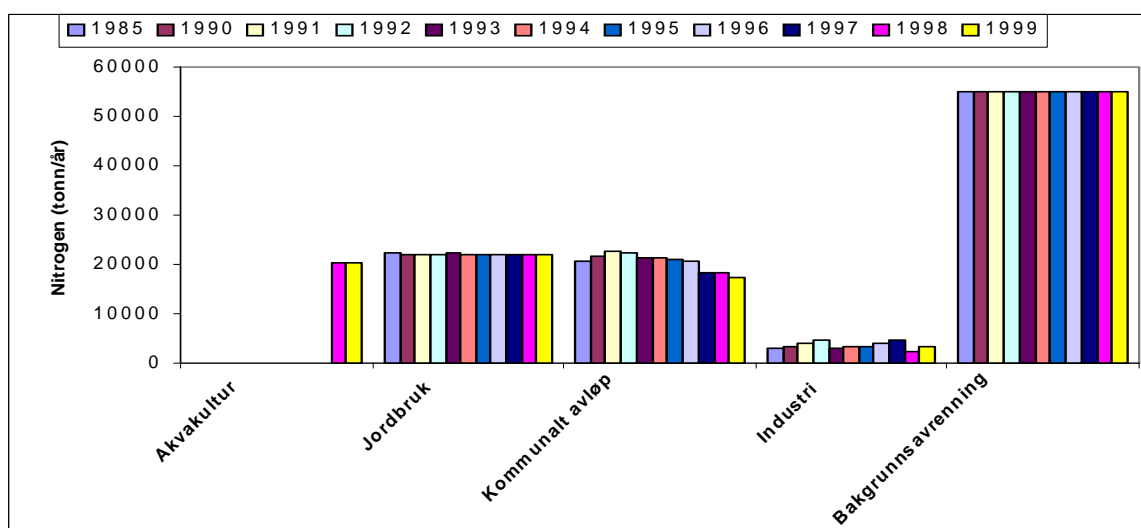
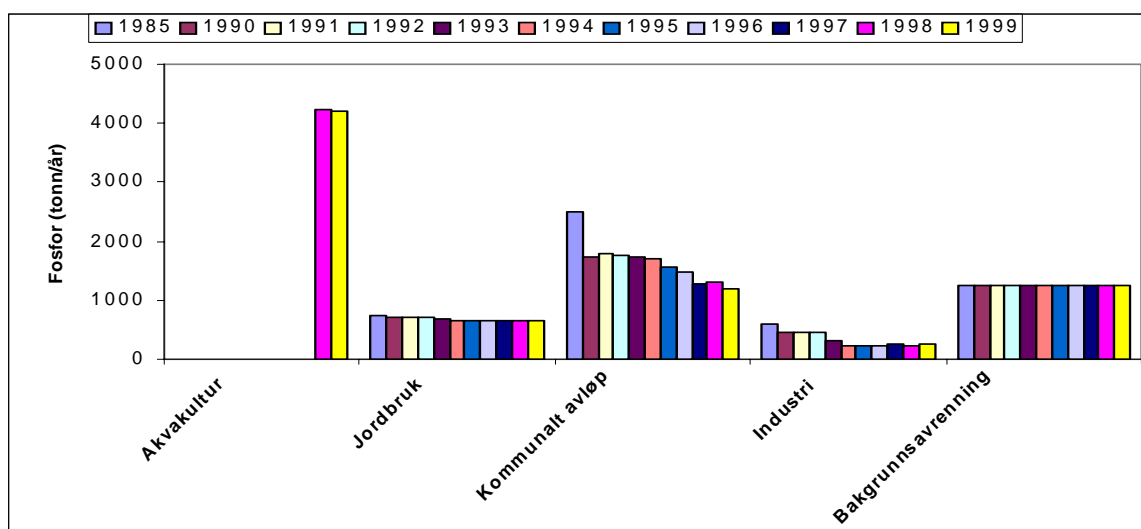
TEOTIL gir i prinsippet mulighet til å beregne tilførsler av nitrogen og fosfor til hele Norges kystområde (tabell 5 i vedlegg A). Jordbrukskoeffisientene som ligger inne i modellen for området utenfor Skagerrak (vassdragsområdene 1-23) ble utarbeidet i 1990, og er ikke justert fra år til år. De er hentet fra SFTs tilførselshåndbok (Bratli og medarb. 1995). Bakgrunnskoeffisientene er hentet fra samme håndbok. Disse koeffisientene er beheftet med langt større usikkerheter enn det som gjelder for Nordsjøområdet. Tilførslene fra kommunal kloakk kommer fra SESAM 2.0, og gjelder for 1999. Industrietallene kommer fra SFT og gjelder for 1999.

Figur 14 viser de totale fosfor- og nitrogentilførslene til hele norskekysten mens **Figur 15** viser den samme situasjonen fordelt per kilde. Den markante økningen, vist i figur 14, for årene 1998 og 1999 reflekterer at næringssaltbidraget fra akvakulturnæringen kom med for første gang i 1998. Det er verdt å merke seg at tilførslene fra akvakulturnæringen i dette området utgjør en relativt stor andel av de totale tilførslene, 63% og 25% for henholdsvis fosfor og nitrogen. Nitrogentilførslene fra akvakulturnæringen er i samme størrelsesorden som tilførslene fra landbruket og fosfortilførslene er tre ganger større enn tilførslene fra kommunalt avløp.

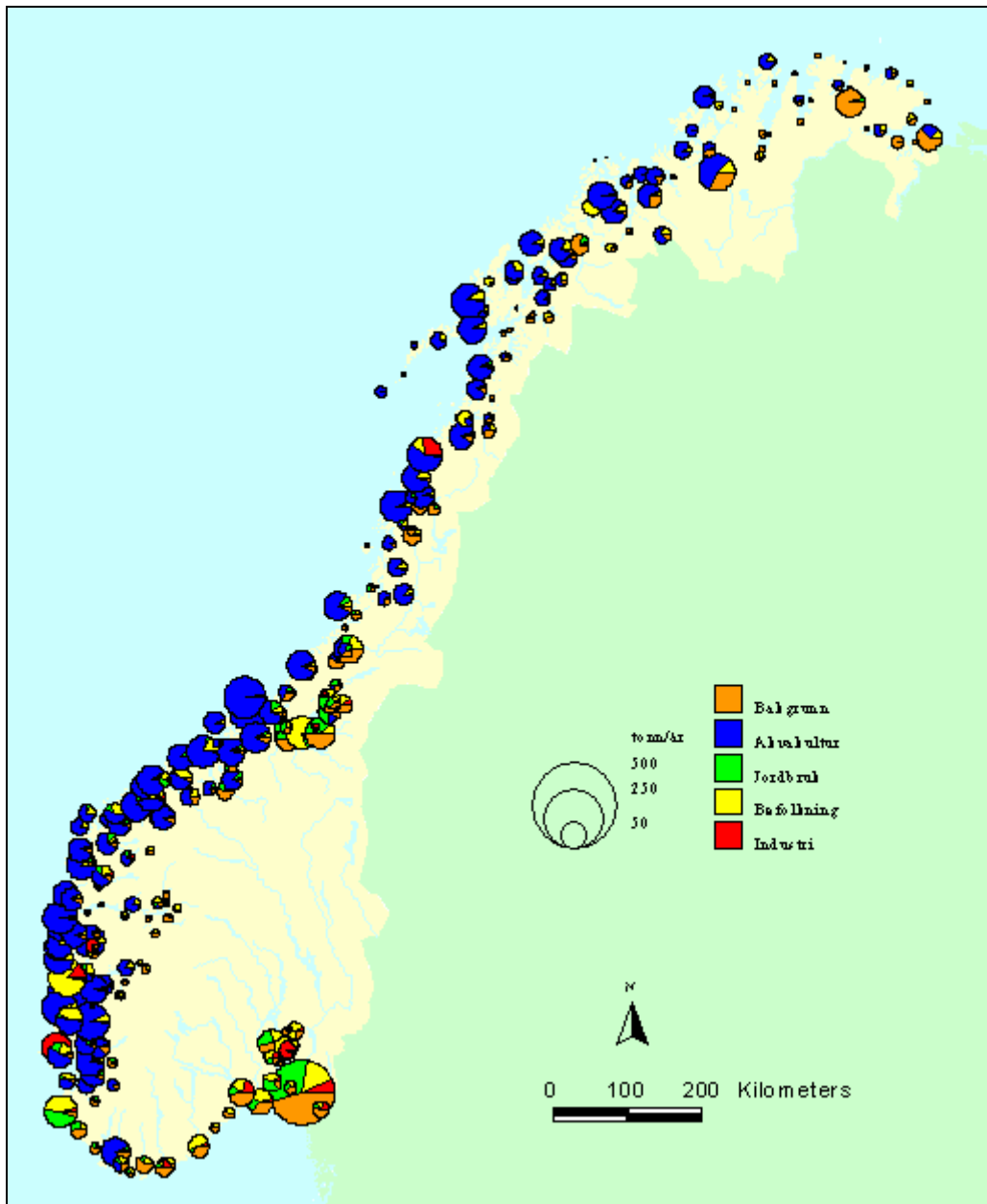
Figurene 16 og 17 gir et oversiktsbilde over fosfor- og nitrogentilførslene per vassdragsområde, fordelt på kilder. For fosfor viser figur 16 tydelig betydningen av tilførslene fra akvakulturnæringen på hele kyststrekningen fra Stavanger til Finnmark, hvor akvakultur er den største bidragsyteren hele veien. Bildet er noe annerledes for nitrogen, men også der utgjør tilførslene fra akvakulturnæringen en vesentlig andel langs hele kyststrekningen fra Stavanger til Finnmark (se også **Figur 18**, lokaliseringen av akvakulturnæringens anlegg langs norskekysten og i innlandet).



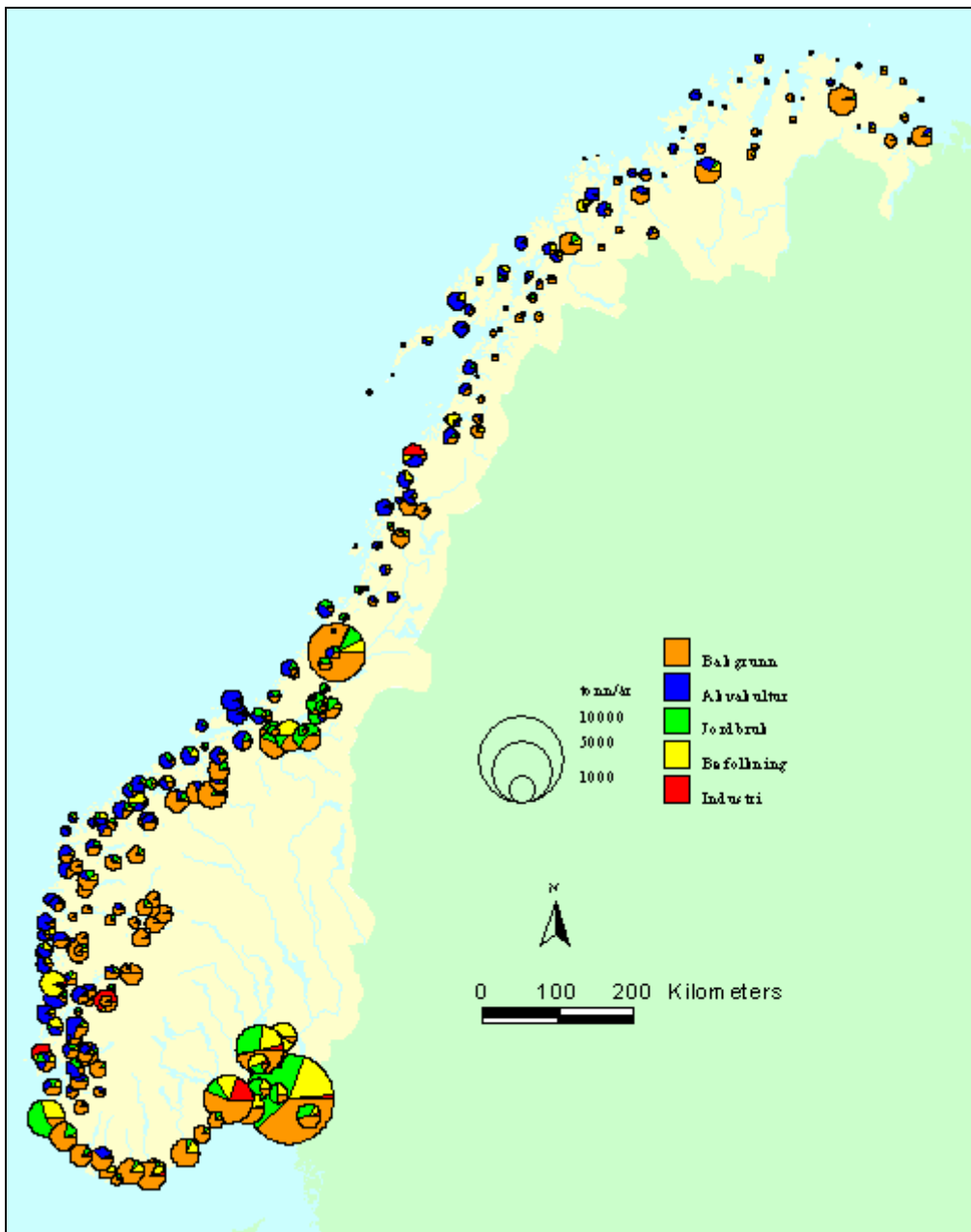
Figur 14: Totale tilførsler av fosfor (A) og nitrogen (B) til hele norskekysten, fra svenskegrensa til Finnmark, vassdragsområdene 001.- 247.



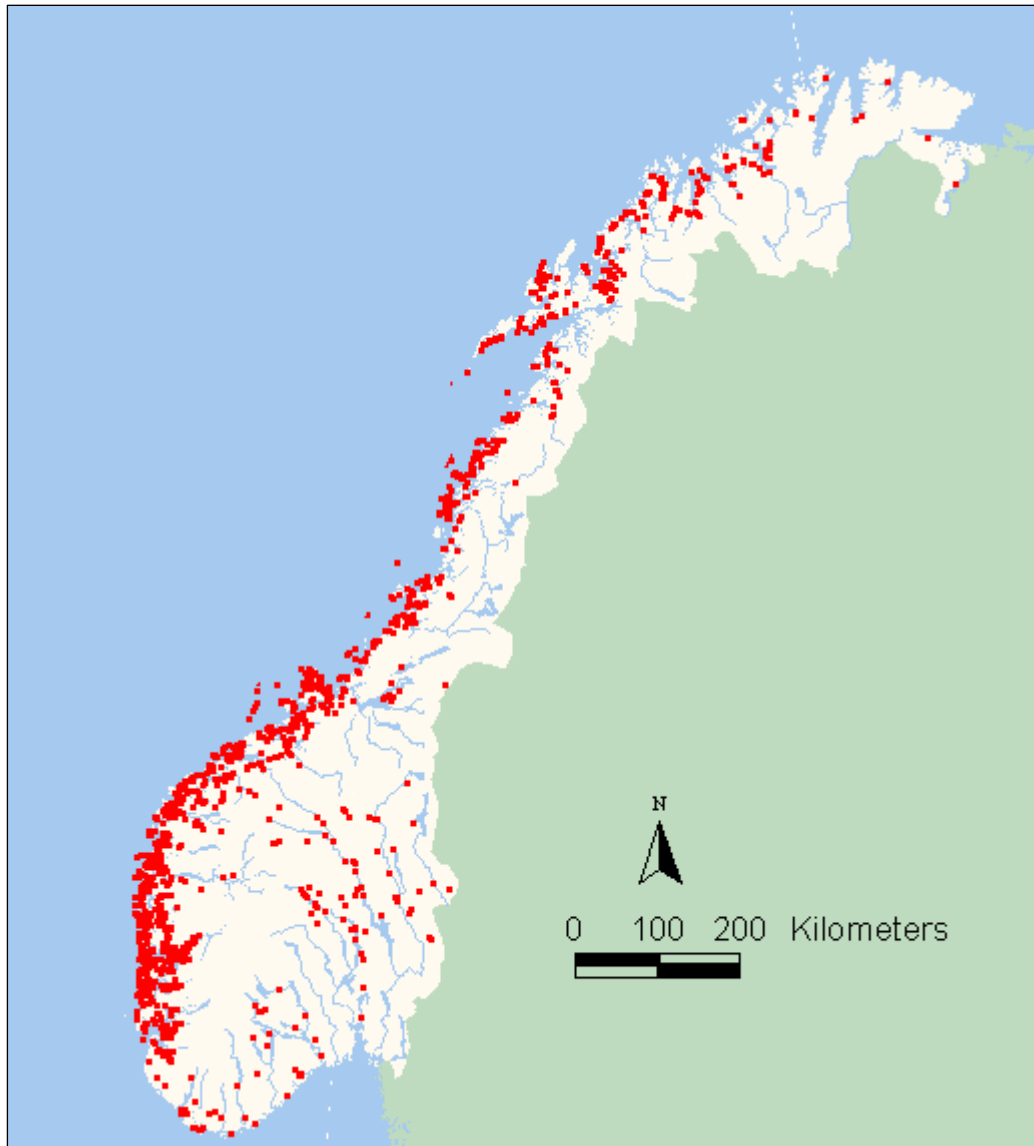
Figur 15: Fosfor- og nitrogentilførsler til hele norskekysten fordelt per kilde, vassdragsområdene 001. – 247.



Figur 16: Fosfortilførsler til hav per vassdragsområde, fordelt på kilder



Figur 17: Nitrogentilførsler til hav per vassdragsområde, fordelt på kilder



Figur 18: Akvakulturanlegg i Norge. Data fra SESAM.

4. Kalibrering av TEOTIL-modellen

4.1 Innledning

Ved en kalibrering av modellen blir observerte verdier sammenliknet med simulerte. Koeffisienter m.m. i modellen blir så endret inntil man oppnår et brukbart samsvar med observasjonene. Kalibreringen av TEOTIL gjaldt først og fremst retensjon i innsjøer og avrenningskoeffisienter som vedrørte bakgrunnsavrenning fra innsjøer, skog og impedimenter.

Modellen er kalibrert i forhold til årstilførsler rapportert innen Elvetilførselsprogrammet (PARCOM) i 1990, samt andre tilgjengelige data fra NIVAs rapportarkiv. Utvalget ble fortrinnsvis konsentrert til de store vassdragene på Østlandet. Siden den gang har det blitt samlet inn årlige transportverdier i perioden 1990 – 1998 fra en rekke vassdrag innen Elvetilførselsprogrammet/OSPAR. Grunnlaget for en kalibrering er følgelig nå langt bedre.

Det er tidligere blitt rapportert sammenlikninger mellom TEOTIL simulerte verdier og resultater fra Elvetilførselsprogrammet for de sentrale vassdragene for perioden 1990 – 1994 (se Borgvang&Tjomsland, 2000).

De opprinnelige koeffisientene ble imidlertid ikke forandret. Som et første trinn i en kalibreringsprosess er det ved denne anledningen videreført denne sammenlikningen til også å omfatte årene helt fram til 1999. Med enkelte unntak er det et brukbart samsvar mellom modellberegninger og observerte verdier. De fleste av disse vassdragene ble imidlertid benyttet ved den opprinnelige kalibreringen slik at sammenlikningen nok er bedre her enn for øvrige deler av landet.

4.2 Arealavrenningskoeffisienter

I TEOTIL modellen blir det oppgitt arealavrenningskoeffisienter for skog, utmark, direkte deponisjon på innsjøer samt åker, eng og punktkilder innen jordbruk.

Hvert fylke er delt inn i en til fire soner som koeffisientene for arealavrenning gjelder for. Det er følgelig ikke mulig å oppnå en svært god tilpassing mellom modellerte og observerte transportverdier i vassdrag som strekker seg over flere soner kun ved å kalibrere koeffisientene i en sone. Sonene strekker seg ofte over flere vassdrag, f.eks. vil en kystsonen ofte strekke seg over de nederste delene av flere nedbørfelt. Svært høye eller svært lave koeffisienter som gir gode resultater i et vassdrag, vil ofte gi dårlige samsvar i nabovassdraget.

Godt samsvar i nabovassdrag som strekker seg over flere soner gir en indikasjon på hvor gode koeffisientene er. Det er forsøkt å finne områder hvor arealavrenningen fra naturområdene er dominerende for å bestemme disse koeffisientene. Det er imidlertid ønskelig å finne data fra langt flere elver, helst uten innsjøer og uten påvirkning fra kommunalt avløp, som er egnet for en slik spesialkalibrering hvor bidraget fra hver enkelt kilde kan isoleres.

4.3 Retensjon i innsjøer

Fosfortilførslene blir i særlig grad redusert ved retensjon (tilbakeholdelse) i innsjøer. Retensjonen i innsjøene er beregnet ved å nytte årsavløp, innsjøareal og middeldyp. For de fleste innsjøene finnes det ikke data om dybdeforhold, noe som bidrar til å gjøre koeffisientene usikre. I en del tilfeller var det åpenbart at forskjellen mellom observerte og modellerte resultater burde reduseres ved å endre på gjennomstrømningskoeffisientene/retensjonskoeffisientene.

4.4 Rangering av ulike tilførselskilder og prosesser

Tabellene 4.3 og 4.4 viser hvor viktig de enkelte tilførselskildene og prosessen retensjon i innsjøer er. En doubling av tilførslene fra kilder med liten skrift øker tilførslene til hav med under 1%, vanlig skrift 1-10%, **uthevet skrift** 10-20% (med unntak av retensjon som reduserer tilførslene tilsvarende) og **uthevet kursiv** angir en økning på over 20%. Industri, befolkning og, for 1998, også tildels akvakultur er kilder som hovedsakelig blir basert på observasjoner. De øvrige kildene er beregnet på grunnlag av koeffisienter som i alt vesentlig grad må bestemmes ved kalibrering.

Tabell 4.3: Rangering av kildene og prosessene, ut i fra bidrag til totaltilførslene til norskekysten (retensjon gir negativt bidrag)

| RANGERING | FOSFOR | NITROGEN |
|-----------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | Befolkning i tettsteder | Fjell |
| 2 | Fjell | Befolkning i tettsteder |
| 3 | Retensjon i innsjø | Fjell |
| 4 | Skog | Jordbruk: åker |
| 5 | Jordbruk: fulldyrket eng | Jordbruk: fulldyrket eng |
| 6 | Befolkning: spredt bosetning | Befolkning: spredt bosetning |
| 7 | Jordbruk: åker | Industri |
| 8 | Industri | Atmosfærisk deponisjon på innsjøer |
| 9 | Atmosfærisk deponisjon på innsjøer | Jordbruk: punktkilder |
| 10 | Jordbruk: punktkilder | Jordbruk: punktkilder |
| 11 | Jordbruk: annen eng | Jordbruk: annen eng |

Tabell 4.4: Rangering av kildene og prosessene ut i fra bidrag til totaltilførslene for Skagerrak (retensjon gir negativt bidrag)

| RANGERING | FOSFOR | NITROGEN |
|------------------|------------------------------------|------------------------------------|
| 1 | <i>Retensjon i innsjøer</i> | <i>Befokning i tettsteder</i> |
| 2 | Befokning i tettsteder | <i>Skog</i> |
| 3 | Skog | Jordbruk: åker |
| 4 | Jordbruk: åker | <i>Fjell</i> |
| 5 | Fjell | Retensjon i innsjøer |
| 6 | Befolkning: spredt bosetning | Jordbruk: fulldyrket eng |
| 7 | Industri | Atmosfærisk deponisjon på innsjøer |
| 8 | Atmosfærisk deponisjon på innsjøer | Industri |
| 9 | Jordbruk: fulldyrket eng | Befolkning. spredt bosetning |
| 10 | Jordbruk: punktkilder | Jordbruk. punktkilder |
| 11 | Jordbruk: annen eng | Jordbruk: annen eng |

4.5 Kalibrering

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

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

TEOTIL er låst til hydrologiske statistikkområder, stofftype, kilder, utskriftsform m.m. Den er dessuten programmert for operativsystemet DOS, noe som gjør det vanskelig og lite hensiktsmessig å programmere tilleggsmoduler. Det er følgelig behov for en mer fleksibel versjon av TEOTIL angående vassdragsinndeling, kilder og stofftype og med en sterk kobling til moderne geografiske informasjons systemer (GIS) for å utnytte digitale kart og koordinatfestede data.

For å kunne kalibrere resultater beregnet ved TEOTIL mot observerte verdier fra de 155 elvestasjonene som inngår i Elvetilførselsprogrammet (PARCOM/OSPAR) er det nødvendig med en gjennomgang av dataene fra disse stasjonene med hensyn på antall prøvetakinger og vannføring for å fastslå resultatenes pålitelighet.

TEOTIL presenterer resultater ved utløpet av hvert statistikkområde. Det er følgelig i de fleste tilfellene nødvendig å korrigere TEOTILs resultater for å kunne sammenlikne med de målte verdiene. Det mest vanlige er at statistikkområdet går helt ned til utløpet av elven, mens målepunktet ligger ovenfor. I så fall må man fra TEOTILs verdier trekke fra bidrag nedstrøms målepunktet fra kommunalt avløp, industri og arealavrenning.

En del av dette arbeidet er utført i forbindelse med beregningene for 1999. For alle stasjonene innen Elvetilførselsprogrammet er det funnet det statistikkområdet som er best egnet for å sammenlikne resultatene med. Det er også funnet hvilke renseanlegg som det må korrigeres for. Det vil si anlegg med utslipp mellom målepunktet og statistikkområdets utløp. Dette er blitt gjort ved å studere digitale kart hvor både statistikkområder, renseanlegg og målestasjoner ble gjort tilgjengelig. GIS systemet

Arcview ble benyttet. Videre har man, ved utplukk i NVEs databaser, funnet vannføringer fra egnede stasjoner for å kunne beregne årstransporten i målepunktene.

En tabell med renseanlegg nedstrøms målepunktene dokumenterer dette, men før den kan publiseres er det nødvendig å fastslå f. eks. hvor renseanlegget ligger og hvor de slipper ut avløpsvannet; I tillegg er noen koordinater fortsatt feil.

5. Forslag til forbedring av rapporteringssystemet

5.1 Bakgrunn

Måling av bevegelser i forhold til et gitt utslippsnivå i et gitt år (1985) er beheftet med flere metodiske problemer. Det kan kort nevnes :

- Med årene blir man flinkere til å rapportere fra alle kilder og det vil derved være en tendens til at tallene vokser selv om tiltak gjennomføres; gjelder spesielt for industri.
- Det er vanskelig å tilbakeberegne/oppjustere 1985-tallet på basis av ny kunnskap.

Hvis det skal lages et endelig regnskap over tiltaksgjennomføringen i forhold til mål satt under den tredje Nordsjøkonferansen og i henhold til PARCOM Recommendation 88/2, bør tilførselstall fra kildene jordbruk og industri tilbake til 1985 revideres, eller man må i det minste gjøre en vurdering av hvilken usikkerhet som er knyttet til 1985-tallene.

I de tilfellene hvor det er hull i datamaterialet, må verdier bli forsøkt konstruert på bakgrunn av:

- Endret produksjonsvolum eller behandlet avløpsmengde
- Forandringer i driftsforhold for ulike rensesystemer
- Nye rens tiltak

5.2 Forbedringsforslag

Både for industribedrifter og akvakulturanlegg gjelder at det er behov for å rette opp mangler og feil i koordinatene før de er egnet til presis stedsangivelse. Det er derfor behov for en unik kode for de enkelte anleggene. Det alt for mange unøyaktigheter i koordinatsangivelsen for bedriftene i SFTs database.

Industri som har utslipp av fosfor og nitrogen av betydning, bl.a. treforedlingsindustri, bør få måle- og rapporteringsplikt for disse parametrene.

Data angående utslipp fra næringsmiddelindustri bør gjennomgås på nytt og korrigerede verdier benyttes.

Det er fortsatt enkelte avløpsrenseanlegg som har feil koordinater. Disse bør rettes opp. Videre er det, i tillegg til å kjenne koordinatene for selve renseanlegget, behov for kjennskap til koordinatene til selve utslippstedet til vassdrag eller fjord. Det er utslippskoordinatene som er av størst interesse i TEOTIL-sammenheng.

En kalibrering av modellen mot elvetilførselsprogrammet er startet. Dette arbeidet bør fullføres for hele landet og deretter implementeres i modellen.

Alternativt bør det lages en mer fleksibel modell enn TEOTIL. Den vil være mere brukervennlig, ha høyere geografisk oppløsning, ikke ha TEOTILs hukommelsesbegrensning, og være tilpasset kvantifisering- og rapporterings behovene som nå fremstår gjennom innføringen av OSPARs kvantifiserings- og rapporteringsretningslinjer for næringsalter (HARP) (Borgvang, S.A. & Selvik, J.R., 2000), og kunne brukes til tilførselsbetraktninger i tråd med EUs Vanndirektiv, samt fungere som resultatkontrollsystem i forhold til oppfølging av tiltaksplaner på en lokal skala.

Ny kunnskap om avrenningsmengder og tiltakseffekter innen landbruket bør også innarbeides. Dette er spesielt viktig med tanke på at tilførselstallene fra landbruk nå har vært de samme siden 1996 og nye rutiner bør innarbeides snarest. I dette ligger ikke bare et fornyet koeffisientsett, men også etablering av nasjonalt modellapparatet for beregning av koeffisienter og bruken av overvåkingssystemene (JOVÅ) i dette arbeidet.

6. Referanser

- Anon. 1992. Stortingsproposisjon nr. 64 om Norges implementering av Nordsjødeklarasjonene. 87 s.
- Borgvang, S.-A. & Selvik, J.-S., 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 1998, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL. NIVA-rapport O, L.nr. 4194-2000.
- Bratli, J. L. 1997. Resultatkontroll jordbruk 1997. Næringssalttilførsler, vannkvalitetstilstand og -utvikling. NIVA-rapport. O-95025. Lnr. 3619-97. 83 s.
- Bratli, J.L., E. Hauan, G. H. Ludvigsen, J. E. Pettersen, D. S. Rosland, M. Svelle & T. Winther-Larsen 1991. Nordsjødeklarasjonen, tiltak for å redusere næringssalttilførslene. SFT-rapport 92:14. 82 s..
- 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. og S. O. Åstebøl 1995B. Tilførselsberegninger. Miljømål for vannforekomster. SFT-veileder nr. 95:02. 70 s. ISBN-nr. 82-7655-258-7.
- 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. og Oredalen T.J. 1999. Landsomfattende trofiundersøkelse av norske innsjøer. Oppsummering av første fase av undersøkelsen 1988-1998. Løpenr. 4120-99. Norsk institutt for vannforskning, Oslo.
- Johannessen T., Skjelkvåle B.L., Henriksen A., Faafeng B., Fjeld E., Traaen T., Lien L., Lydersen E. og Buan A.K. 1995. Regional innsjøundersøkelse 1995. En vannkjemisk undersøkelse av 1500 norske innsjøer. Statlig program for forurensningsovervåking. Rapport 677/96. Norsk institutt for vannforskning, Oslo.
- Tjomsland, T. & J. L. Bratli. 1996. Brukerveiledning og dokumentasjon for TEOTIL. Modell for teoretisk beregning av fosfor- og nitrogen tilførsler i Norge. O-94060. L.nr. 3426-96. NIVA-rapport. 84 s.

Vedlegg A.

Tabell 2. Fosfor- og nitrogentilførsler med retensjon, beregnet i tonn pr. år, til kyststrekningen svenskegrensa- Strømtangen fyr, vassdragsområdene 1 og 2.

| FOSFOR | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | REDUK -SJON 1985-99 % |
|-------------------------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|------|--------------------------------|
| Akvakultur | | | | | | | | | | 0 | 0 | Ikke relevant |
| Jordbruk | 172 | 158 | 154 | 146 | 133 | 125 | 123 | 125 | 125 | 125 | 125 | 27 |
| Kommunalt avløp | 177 | 123 | 109 | 79 | 77 | 78 | 75 | 74 | 75 | 78 | 64 | 64 |
| Industri | 34 | 27 | 23 | 21 | 19 | 32 | 23 | 23 | 24 | 30 | 29 | 15 |
| Bakgrunns- avrenning | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 180 | 0 |
| Sum alle tilførsler | 563 | 489 | 467 | 426 | 409 | 415 | 401 | 403 | 404 | 413 | 398 | 29 |
| Sum antropogent | 383 | 309 | 286 | 246 | 229 | 235 | 220 | 222 | 224 | 233 | 218 | 43 |

| NITROGEN | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | REDU K- SJON 1985-99 % |
|-------------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------------------------------|
| Akvakultur | | | | | | | | | | 0 | 1 | Ikke relevant |
| Jordbruk | 7570 | 7218 | 7028 | 6794 | 6431 | 6119 | 6115 | 6157 | 6157 | 6157 | 6157 | 19 |
| Kommunalt avløp | 2824 | 2798 | 2784 | 2766 | 2699 | 2829 | 2583 | 2772 | 2783 | 2832 | 2704 | 4 |
| Industri | 188 | 191 | 177 | 128 | 93 | 105 | 273 | 182 | 200 | 183 | 196 | -4 ² |
| Bakgrunns- avrenning | 5686 | 5686 | 5686 | 5686 | 5686 | 5686 | 5686 | 5686 | 5686 | 5686 | 5686 | 0 |
| Sum alle tilførsler | 1626 8 | 1589 3 | 1567 5 | 1537 4 | 1490 9 | 1473 9 | 1465 7 | 1479 7 | 1482 6 | 1485 9 | 1474 5 | 9 |
| Sum antropogent | 1058 2 | 1020 7 | 9989 | 9688 | 9223 | 9053 | 8971 | 9111 | 9140 | 9173 | 9059 | 14 |

² Økning

Tabell 3. Fosfor- og nitrogentilførsler med retensjon, beregnet i tonn pr. år, til kyststrekningen indre Oslofjord, vassdragsområdene 5-9.

| FOSFOR | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | REDUK- SJON 1985-99 % |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Akvakultur | | | | | | | | | | 0 | 0 | Ikke relevant |
| Jordbruk | 10 | 9 | 9 | 8 | 7 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 8 | 20 |
| Kommunalt avløp | 215 | 138 | 121 | 79 | 76 | 76 | 62 | 58 | 52 | 61 | 52 | 76 |
| Industri | 7 | 6 | 6 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 1 | 86 |
| Bakgrunns-avrenning | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 16 | 0 |
| Sum alle tilførsler | 248 | 170 | 152 | 105 | 101 | 100 | 86 | 82 | 77 | 86 | 77 | 69 |
| Sum antropogent | 232 | 153 | 136 | 88 | 84 | 84 | 70 | 66 | 61 | 69 | 61 | 74 |

| NITROGEN | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | REDUK- SJON 1985-99 % |
|----------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Akvakultur | | | | | | | | | | 0 | 0 | Ikke relevant |
| Jordbruk | 359 | 335 | 334 | 331 | 311 | 298 | 299 | 299 | 299 | 299 | 299 | 16 |
| Kommunalt avløp | 3049 | 3012 | 2993 | 2968 | 2906 | 3024 | 3157 | 2821 | 2285 | 2105 | 2113 | 31 |
| Industri | 472 | 129 | 145 | 70 | 45 | 60 | 51 | 80 | 108 | 96 | 118 | 75 |
| Bakgrunns-avrenning | 354 | 354 | 354 | 354 | 354 | 354 | 354 | 354 | 354 | 354 | 354 | 0 |
| Sum alle tilførsler | 4234 | 3830 | 3826 | 3723 | 3616 | 3736 | 3861 | 3554 | 3046 | 2854 | 2884 | 32 |
| Sum antropogent | 3880 | 3476 | 3471 | 3369 | 3261 | 3382 | 3507 | 3200 | 2692 | 2500 | 2530 | 35 |

Tabell 4. Fosfor- og nitrogentilførsler med retensjon, beregnet i tonn pr. år, til kyststrekningen Svenskegrensa-Lindesnes, vassdragsområdene 1-23.

| FOSFOR | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | REDUK -SJON 1985-99 % |
|--------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--|
| Akvakultur | | | | | | | | | | 9 | 7 | Ikke relevant |
| Jordbruk | 290 | 266 | 259 | 246 | 223 | 214 | 211 | 214 | 214 | 214 | 214 | 26 |
| Kommunalt avløp | 731 | 541 | 501 | 396 | 390 | 364 | 307 | 301 | 289 | 282 | 239 | 67 |
| Industri | 133 | 108 | 103 | 93 | 110 | 76 | 79 | 82 | 80 | 105 | 83 | 36 |
| Bakgrunnsavr. | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 365 | 0 |
| Sum alle tilførsler | 1519 | 1280 | 1228 | 1100 | 1088 | 1019 | 962 | 962 | 948 | 975 | 907 | 40 |
| Sum antropogent | 1154 | 915 | 863 | 735 | 723 | 654 | 597 | 597 | 583 | 610 | 542 | 53 |

| NITROGEN | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | REDUK -SJON 1985- 99 % |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
| Akvakultur | | | | | | | | | | 49 | 34 | Ikke relevant |
| Jordbruk | 1264 0 | 1202 9 | 1176 9 | 1140 6 | 1072 0 | 1026 7 | 1024 5 | 1028 9 | 1028 9 | 1028 9 | 1028 9 | 19 |
| Kommunalt avløp | 9902 | 9780 | 9715 | 9635 | 9478 | 9769 | 9531 | 9402 | 8835 | 8627 | 8213 | 17 |
| Industri | 5659 | 2392 | 2214 | 1793 | 1703 | 1769 | 1911 | 2068 | 1866 | 1660 | 1450 | 74 |
| Bakgrunns- avrenning | 1655 5 | 1655 5 | 1655 5 | 1655 5 | 1655 5 | 1655 5 | 1655 5 | 1655 5 | 1655 5 | 1655 5 | 1655 5 | 0 |
| Sum alle tilførsler | 4475 6 | 4075 6 | 4025 3 | 3938 9 | 3845 6 | 3836 0 | 3824 2 | 3831 4 | 3754 5 | 3718 0 | 3659 9 | 18 |
| Sum antropogent | 2820 1 | 2420 1 | 2369 8 | 2283 4 | 2190 1 | 2180 5 | 2168 7 | 2175 9 | 2099 0 | 2062 5 | 2004 4 | 29 |

Tabell 5. Fosfor- og nitrogentilførsler (tonn/år) til hele norskekysten, vassdragsområdene 001–247.

| FOSFOR | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 | REDUKSJON 1985-99 % |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|------------------------------------|
| Akvakultur | | | | | | | | | | 4225 | 4217 | Ikke relevant |
| Jordbruk | 744 | 720 | 713 | 698 | 677 | 665 | 659 | 662 | 662 | 663 | 662 | 11 |
| Kommunalt avløp | 2490 | 1728 | 1795 | 1754 | 1745 | 1714 | 1562 | 1490 | 1281 | 1310 | 1201 | 52 |
| Industri | 601 | 464 | 464 | 464 | 305 | 231 | 229 | 241 | 257 | 233 | 245 | 59 |
| Bakgrunns- avrenning | 1246 | 1246 | 1246 | 1246 | 1246 | 1246 | 1246 | 1246 | 1246 | 1246 | 1246 | 0 |
| SUM | 4810 | 3958 | 3989 | 3920 | 3974 | 3856 | 3697 | 3639 | 3447 | 7677 | 7572 | 57 |
| Sum antropogent | 3564 | 2712 | 2743 | 2673 | 2727 | 2609 | 2451 | 2393 | 2201 | 6431 | 6326 | 77 |

| NITROGEN | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Akvakultur | | | | | | | | |
| Jordbruk | 22471 | 22020 | 21992 | 21992 | 22471 | 22020 | 21959 | 21992 |
| Kommunalt avløp | 20788 | 21503 | 22768 | 22485 | 21254 | 21359 | 20855 | 20534 |
| Industri | 2940 | 3205 | 3909 | 4563 | 2940 | 3205 | 3220 | 3909 |
| Bakgrunns- avrenning | 55016 | 55016 | 55016 | 55016 | 55016 | 55016 | 55016 | 55016 |
| SUM | 101680 | 101600 | 101451 | 100065 | 101680 | 101600 | 101050 | 101451 |
| Sum antropogent | 46664 | 46584 | 46435 | 45050 | 46664 | 46584 | 46034 | 46435 |

| NITROGEN | 1985 | 1997 | 1998 | 1999 | REDUKSJO N 1985-99 % |
|---------------------------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---|
| Akvakultur | | | 20286 | 20180 | Ikke relevant |
| Jordbruk | 22471 | 21992 | 21992 | 21992 | 2 |
| Kommunalt avløp | 20788 | 18495 | 18265 | 17383 | 16 |
| Industri | 2940 | 4563 | 2375 | 3371 | 15 |
| Bakgrunns- avrenning | 55016 | 55016 | 55016 | 55016 | 0 |
| Sum alle tilførsler | 101680 | 100065 | 117934 | 117942 | 16 |
| Sum antropogent | 46664 | 45050 | 62918 | 62927 | 35 |

Vedlegg B. Datafiler / Bruksanvisning

For bruk av beregninger til og med 1992 brukes modellen teotil92 (dvs. filen teotil92.exe kjøres). For senere år brukes TEOTIL (dvs. filen teotil.exe kjøres). Ved bruk av modellen for de ulike årene må det velges datafiler i bestillingsmenyen i henhold til tabell 5.1.

Tabell B.1. Valg av filer ved kjøring av TEOTIL.

| FIL | FILFORLENGELSE | | | | | | | | | | |
|------------------------|----------------|------|------|------|------------|------|------|------|------|------|------|
| | 1985 | 1990 | 1991 | 1992 | 1993 | 1994 | 1995 | 1996 | 1997 | 1998 | 1999 |
| Statomr | 90 | 90 | 90 | 90 | Pro | pro | pro | pro | pro | pro | pro |
| Innsjø | pro | pro | pro | pro | Pro | pro | pro | pro | pro | pro | pro |
| Industri | 85 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | pro |
| Renseanlegg | 89 | 90 | 91 | 92 | | | | | | | |
| Kommunal | | | | | 93 | 94 | 95 | 96 | 97 | 98 | pro |
| Akvakultur | | | | | | | | | | 98 | pro |
| Koeffisienter | 85 | 90 | 91 | 92 | 93 | 94 | 95 | pro | pro | pro | pro |
| Qmaned | | | | | 93 | pro | pro | pro | pro | pro | pro |
| Komnavn | | | | | | pro | pro | pro | pro | pro | pro |
| Program versjon | Teotil92.exe | | | | Teotil.exe | | | | | | |

Filforlengelsen '.pro' angir de nyeste verdiene, og er de filene som programmet bruker hvis det ikke spesifiseres annet i menyen.

For mer utførlig bruksanvisning og dokumentasjon vises til egen rapport (Tjomsland og Bratli 1996).

Data som rapporteres for avløp tett og spredt for årene t.o.m. 1992 må bare tas som veiledende, da de beregnes på TEOTILs gamle måte. Det eksisterer offisielle og manuelt utregnede tall fra tidligere år, men bare for sårbare områder som helhet.