

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	4895-2004	Dato 30.11.2004
	Prosjektnr. Undernr. O-24189	Sider Pris 52
Forfatter(e) John Rune Selvik (NIVA), Stig A. Borgvang (NIVA), Hans Olav Eggestad (JORDFORSK), Torulv Tjomsland (NIVA)	Fagområde Vannressurs- forvaltning	Distribusjon Fri
	Geografisk område Norge	Trykket NIVA

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

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 2003 ble den menneskeskapte fosfor- og nitrogen tilførselen til dette norske problemområdet redusert med omlag 60% og 40%. I år 2003 utgjorde de menneskeskapte utslippene av fosfor og nitrogen fra jordbrukssektoren henholdsvis 50% og 60% av de menneskeskapte tilførselene til dette problemområdet. Tilførselene fra akvakulturnæringen utgjorde mer enn 3/4 av de totale menneskeskapte tilførselene av fosfor til kystområdet fra Lindesnes til russergrensa i 2003 og omtrent halvparten av den menneskeskapte nitrogen tilførselen 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

John Rune Selvik
Prosjektleder

Dag Berge
Kvalitetssikrer

Nils Roar Sæhlthun
Forskningsdirektør

ISBN 82-577-4582-0

Statlig program for forurensningsovervåking

Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder i
2003, beregnet med tilførselsmodellen

TEOTIL2

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, kommunalt avløp, industri og akvakultur. I tillegg beregnes bakgrunnsavrenning.

Saksbehandler hos SFT har vært Jon L. Fuglestad

.

På NIVA har Torulv Tjomsland og Stig A. Borgvang vært prosjektmedarbeidere, med førstnevnte som ansvarlig for selve kjøringen av TEOTIL modellen. Hans Olav Eggestad, JORDFORSK, har 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. Fiskeridirektoratet v/Knut Johan Johnsen har levert produksjonsdata for akvakultur som har blitt benyttet til tilførselsberegningene og SFT v/Jon Fuglestad har levert utslippsdata for industri.

John Rune Selvik, NIVA, har vært prosjektleder og har skrevet rapporten.

Oslo, november 2004.

John Rune Selvik

Prosjektleder

Innhold:

1.	Innledning	14
1.1	Bakgrunn	14
1.2	Prosjektmål.....	14
2.	Kilder til nitrogen- og fosfortilførsler	16
2.1	Introduksjon	16
2.2	Jordbruk	16
2.2.1	Introduksjon	16
2.2.2	Diffuse kilder, beregningsgrunnlag.....	16
2.2.3	Punktkilder, beregningsgrunnlag	18
2.2.4	Kvalitetssikring og usikkerhet	18
2.3	Akvakultur	19
2.3.1	Introduksjon	19
2.3.2	Beregningsgrunnlag	19
2.3.3	Kvalitetssikring av data.....	20
2.4	Utslipp fra befolkning og industri tilknyttet offentlig nett.....	22
2.4.1	Beregningsgrunnlag	22
2.4.2	Kvalitetssikring	22
2.5	Industri	24
2.5.1	Beregningsgrunnlag	24
2.5.2	Kvalitetssikring av data.....	25
2.6	Bakgrunnsavrenning av næringssalter	27
2.6.1	Beregningsgrunnlag	27
2.6.2	Kvalitetssikring	27
3.	Tilførsler av nitrogen og fosfor	28
3.1	Innledning	28
3.2	Næringssalttilførsler til Skagerrakkysten.....	29
3.2.1	Innledning.....	29
3.2.2	Fosfortilførsler til kystområdet svenskegrensa-Lindesnes.....	30
3.2.3	Nitrogenførsler til kystområdet svenskegrensa-Lindesnes	30
3.3	Næringssalttilførsler til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr.....	31
3.3.1	Fosfortilførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr.....	31
3.3.2	Nitrogenførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr	32
3.4	Næringssalttilførsler til Indre Oslofjord.....	33
3.4.1	Fosfortilførsler til Indre Oslofjord	33
3.4.2	Nitrogenførsler til Indre Oslofjord.....	33
3.5	Næringssalttilførsler til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa.....	34
3.5.1	Innledning	34
3.5.2	Fosfortilførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa.....	35
3.5.3	Nitrogentilførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa	35
3.5.4	Delområdene Lindesnes-Stad og Stad-russergrensa	36
3.6	Næringssalttilførsler til hele norskekysten.....	37
3.6.1	Fosfortilførsler til hele norskekysten	38
3.6.2	Nitrogenførsler til hele norskekysten.....	40
4.	Kalibrering av TEOTIL modellen.....	42
4.1	Innledning	42

4.2	Retensjon av næringssalter i innsjøer.....	42
5.	Litteraturliste	44
	VEDLEGG.....	46

Sammendrag

Mål

Målsettingen med rapporten er å:

- Teoretisk beregne tilførslene av næringssaltene nitrogen og fosfor til norske kystområder fordelt på kyststrekningene:
 1. Grensen mot Sverige til Lindesnes;
 2. grensen mot Sverige til Strømtangen fyr ved Fredrikstad;
 3. Indre Oslofjord;
 4. Lindesnes til Stad;
 5. Stad til grensen Norge/Russland, og
 6. 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, og
- vurdere måloppnåelse i forhold til nasjonalt nøkkeltall, Nordsjø-deklarasjonene og PARCOM rekommendasjon om reduksjoner av menneskeskapte tilførsler av næringssalter.

Gjennomføring

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) og industridata fra SFTs database INKOSYS, er det utviklet tilførselstall til Norges kystområder for 2003. Oppdaterte tall for år 2003 ble etter en kvalitetsgjennomgang og etterfølgende korreksjoner benyttet i TEOTIL2-modellen for beregning av tilførsler til kystområdene.

Nitrogen- og fosfortilførslene er aggregert opp til seks kystområder. Områdene 2 og 3 (se under) 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 Rekommendasjon 88/2.

Resultater

Svenskegrensa-Lindesnes: Norsk del av OSPARs problemområde med tanke på eutrofiering

De totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til dette kystområdet ble redusert med om lag 60 % i perioden 1985 til 2003. Norge tilfredsstiller derfor fortsatt kravene i PARCOM Rekommendasjon 88/2 om å redusere fosfortilførslene til problemområdene med hensyn på eutrofiering med i størrelsesorden 50 % i forhold til basisåret 1985.

De totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen til dette kystområdet ble redusert med i overkant av 40% i perioden 1985 til 2003. Norge tilfredsstiller derfor ikke kravene i PARCOM Rekommendasjon 88/2 om å redusere nitrogentilførslene til problemområdene med hensyn på eutrofiering med i størrelsesorden 50 %. Omtrent halvparten av de totale

menneskeskapte tilførsle av fosfor og 56% av nitrogentilførsle til dette kystområdet i 2003 kom fra jordbrukssektoren.

Svenskegrensa-Strømtangen fyr.

De totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til dette kystområdet ble redusert med omtrent 50% i perioden 1985 til 2003. De totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen til dette kystområdet ble redusert med omtrent 30% i perioden 1985 til 2003. Omtrent 55% av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor og 70% av de totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen til dette kystområdet i 2003 kom fra jordbrukssektoren.

Indre Oslofjord

De totale menneskeskapte tilførslene av fosfor og nitrogen til dette kystområdet ble redusert med omtrent 70% i perioden 1985 til 2003. Omtrent tre fjerdedeler av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor og nitrogen til dette kystområdet i 2003 kom fra avløpssektoren.

Lindesnes-russergrensa

Tilførslene for jordbruk er ikke beregnet for alle årene i perioden pga skifte i metodikk. Det antas imidlertid at de totale tilførslene av fosfor og nitrogen til dette kystområdet er doblet i perioden 1985 til 2003 til tross for tiltak innen befolkning, industri og jordbruk. 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 2003 kom fra akvakulturnæringen.

Hele norskekysten

De totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen og fosfor til norskekysten har økt i perioden 1985 til 2003, men økningen er ikke kvantifisert fordi jordbrukstall for kysten fra Lindesnes-russergrensa ikke foreligger for perioden før 2000. 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 2003 kom fra akvakulturnæringen. For nitrogen er de største tilførslene fra jordbruk og akvakultur. Disse er relativt like og utgjør 35-40% av de totale menneskeskapte tilførsler. Det bemerkes at tilførslene fra akvakultur kommer i andre områder enn det kystområdet som er definert som et problemområde mht. eutrofi (kystområdet fra svenskegrensa til Lindesnes).

Summary

Title: Input of nutrients to Norwegian coastal areas in 2003, calculated with the input-model TEOTIL2

Year: 2003

Authors:

John Rune Selvik (NIVA), Stig A. Borgvang (NIVA), Hans Olav Eggestad (JORDFORSK), Torulv Tjomsland (NIVA)

Source: Norwegian Institute for Water Research; ISBN 82-577-4582-0

Objective

The objectives of this report are to:

- Theoretically quantify the total and anthropogenic input of the nutrients nitrogen and phosphorus to six Norwegian coastal regions:
 1. Swedish border to Lindesnes;
 2. Swedish border to the lighthouse at Strømtangen near Fredrikstad;
 3. Inner Oslofjord;
 4. Lindesnes to Stad;
 5. Stad to the Russian border;
 6. The whole Norwegian coast.
- aggregate primary data and quantify losses of nutrients from agriculture, population, aquaculture, industry and other land areas for the drainage area upstream each coastal region;
- assess progress toward the agreed reduction targets (national target, North Sea declarations and OSPAR's PARCOM recommendation 88/2 – regarding the 50% reduction target for anthropogenic input of nutrients to the North Sea).

Procedure

Input of nutrients to Norwegian coastal regions in 2003 are estimated on the basis of primary data/coefficients on nutrient discharges/losses from:

- Municipal wastewater and scattered dwellings (Statistics Norway- SSB);
- agriculture (JORDFORSK);
- aquaculture (The Directorate of Fisheries / 'havbruksdata.no'), and
- industry (The Norwegian Pollution Control Authority- SFT)

Primary data was controlled and updated before used in the TEOTIL2-model and the subsequent production of results for this report.

Nitrogen and phosphorus inputs were aggregated for the 6 coastal regions listed above. The regions from the Swedish border to the lighthouse at Strømtangen and the Inner Oslofjord relate to the drainage areas that are subject to measures for reducing nitrogen losses from agriculture areas in accordance with the EU's Nitrates Directive. These two regions belong to the larger region from the Swedish border to Lindesnes, which is defined as a problem area with regard to eutrophication and is subject to the regulations given in OSPARs PARCOM recommendation 88/2 and the North Sea Declarations.

Results

Swedish border to Lindesnes:

The total anthropogenic inputs of phosphorus to this coastal section was reduced by approximately 60% in the period 1985 to 2003. Hence Norway complies with the requirements in PARCOM Recommendation 88/2 to reduce inputs of nutrients to the identified problem area by the order of 50%.

The total anthropogenic inputs of nitrogen to this coastal section was reduced with slightly above 40% in the same period, and the 50% reduction target for anthropogenic inputs of nutrients is still not met for nitrogen. Approximately 50% of the anthropogenic inputs of phosphorus and slightly more for nitrogen is related to agriculture activities.

Swedish border to the lighthouse at Strømtangen:

The total anthropogenic inputs of phosphorus to this coastal section was reduced with approximately 50% in the period 1985 to 2003. The total anthropogenic inputs of nitrogen to this coastal section was reduced with approximately 30% in the same period. The agriculture sector is responsible for approximately 55% of the anthropogenic inputs of phosphorus and approximately 70% of the anthropogenic inputs of nitrogen in 2003.

Inner Oslofjord:

The total anthropogenic inputs of both phosphorus and nitrogen was reduced with approximately 70% in the period 1985 to 2003. Close to 75% of the total anthropogenic inputs of phosphorus and nitrogen is related to discharges from population and industry connected to sewerage treatment plants.

Lindesnes to the Russian border:

Inputs from the agriculture sector has not been estimated for all years due to changes in the methodology used. Nevertheless, it is assumed that the total anthropogenic inputs of phosphorus and nitrogen have been doubled in the period 1985 to 2003, despite measures to reduce inputs from agriculture, industry and population have been implemented. The increase is related to the strong growth in the aquaculture sector. Approximately 75% of the total anthropogenic inputs of phosphorus and nitrogen is related to aquaculture.

The whole Norwegian coastal region:

The total anthropogenic inputs of phosphorus and nitrogen to marine waters increased in the period 1985 to 2003, but the increase is not quantified because reliable figures for agriculture is not available for the period prior to 2000. The increase is related to the strong growth in the aquaculture sector. Approximately 70% of total anthropogenic inputs of phosphorus to the Norwegian coast is related to aquaculture, but for nitrogen both agriculture and aquaculture contribute with equal amounts (35-40%) of the anthropogenic inputs. It should be noted that the major input from aquaculture sector is related regions other than the defined problem area with regard to eutrophication.

1. Innledning

1.1 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.

Tilførselsberegningene for 2003 er beregnet med en ny versjon av TEOTIL-modellen, TEOTIL2. Den nye modellen er kjørt parallelt med den tidligere versjonen for å verifisere at det produseres like resultater uten å måtte foreta en ny kalibrering av den nye modellen. De to versjoner produserer like resultater for punktkilder og diffuse kilder, men det fremkommer et lite avvik for utmark (ca. 2%).

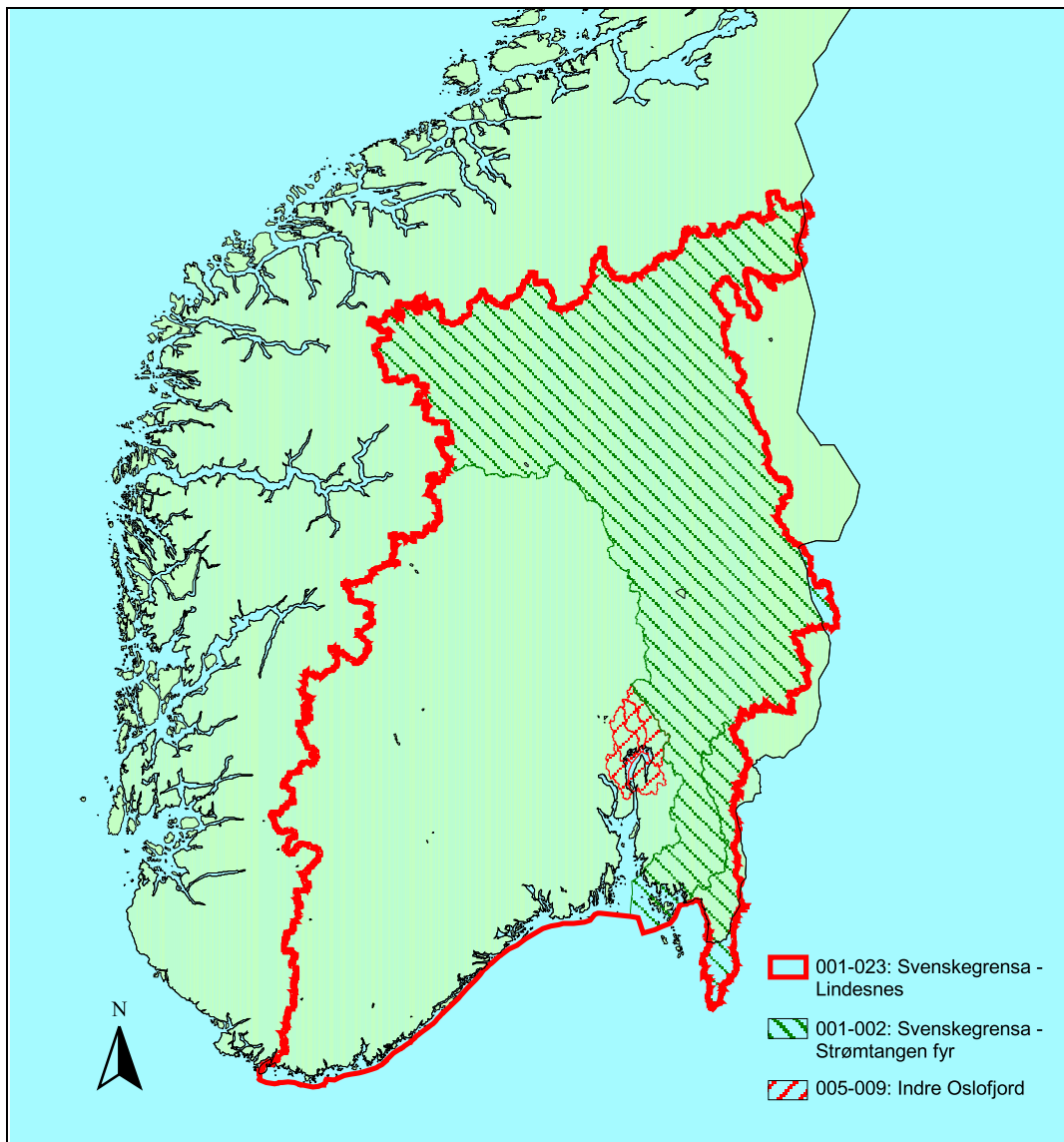
TEOTIL ble opprinnelig laget i forbindelse med utarbeidelsen av Nordsjøplanen i 1990-91 for oppnåelse av 50% reduksjonsmålet for næringssalter innen Nordsjøkonferansene og OSPAR (Bratli og medarb. 1991, Bratli et al. 1995A, Stortingsmelding nr. 64 (Anon. 1992)). TEOTIL er det nasjonale resultatkontrollsystemet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

1.2 Prosjektmål

Arbeidet i 2004 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:
 1. Grensen mot Sverige til Lindesnes;
 2. grensen mot Sverige til Strømtangen fyr ved Fredrikstad;
 3. Indre Oslofjord;
 4. Lindesnes til Stad;
 5. Stad til grensen Norge/Russland, og
 6. 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, og

- måloppnåelse i forhold til nasjonalt nøkkeltall, Nordsjø-deklarasjonene og PARCOM rekommandasjon 88/2 om reduksjoner av menneskeskapte tilførsler av næringssalter.



Figur 1. Avrenningsområdet til Skagerrakkysten med angivelse av vassdragsnummer for de tre kyststrekningene som internasjonalt forankrede mål om reduksjon i utslippene av næringssalter.

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).

2. Kilder til nitrogen- og fosfortilførsler

2.1 Introduksjon

Beregning av diffuse kilder (jordbruk og bakgrunnsavrenning) og punktkilder (kommunalt avløp, spredt bebyggelse, akvakultur og industri) følger forskjellige tilnæringsmåter. Dette kapitlet gir en kort beskrivelse av de forskjellige tilnæringsmåtene og datagrunnlagene for de ulike kildene. Resultatene av beregningene er vist i kapittel 3.

2.2 Jordbruk

2.2.1 Introduksjon

Beregningene av diffuse nitrogen- og fosfortap fra jordbruksarealer er basert på to empiriske modeller som er utviklet på basis av tidsseriemålinger under Programmet for jord- og vannovervåking i landbruket (JOVA), og justeringer for endringer i arealbruk. Disse beregningene utføres av JORDFORSK.

Nåværende metodikk for beregning av tap av nitrogen og fosfor fra jordbruksområder, baserer seg på beregningene gjort for år 2000 (med de empiriske modellene). Beregninger for øvrige år er gjort ved å korrigere tapene i år 2000 for effekter av forskjeller i arealbruk i det enkelte år sammenlignet med år 2000. Disse tapene er normalserte med tanke på klima. For dreneringsområdet til det norske problemområdet med hensyn på eutrofiering (kystområdet svenskegrensa-Lindesnes), er beregningene gjort for perioden 1985-2003, mens det for dreneringsområdet til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa bare er beregnet for årene 2000-2003.

På strekningen Lindesnes-russergrensa foreligger det ikke oppdaterte avrenningsberegninger for perioden 1985-99 og man har derfor valgt å ikke oppgi tallverdier for disse årene i det angitte området. Årsaken til dette er at Landbruksdepartementet konkluderte med at bakgrunnsinformasjonen som er tilgjengelig for dette kystområdet er så begrenset at dette ikke er faglig hensiktsmessig å gjøre. 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.

2.2.2 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 (værddata, 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 til 2003 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). F.o.m. 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 til 2003, 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). Estimatenes av jordtap er gjort ved hjelp av USLE (Universal Soil Loss Equation). Virkningene av forskjeller i arealbruk er basert på norske plott/feltekspesimenter. Jordsmonn- og topografifaktorer er hentet fra jorddatabanken (NIJOSs jordsmonnsskart 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 til 2003 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 2003. Det er tatt hensyn til endringer i vekstfordeling og jordarbeiding. F.o.m. 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 til 2003. Denne beregningen er imidlertid ikke utført for strekningen Lindesnes-russergrensa.

Data kilder

De forskjellige datakildene for beregninger av næringssalttpap 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 tørravsetninger);
- 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), og
- Statkorn AS (kornavlinger).

2.2.3 Punktkilder, beregningsgrunnlag

Tapene fra punktkilder er inkludert i beregningsmetoden siden beregningsgrunnlaget er målte tap i nedbørfelt (JOVA). Det er antatt at det ikke har skjedd endringer i punktkildetapene fra år 2000 til 2003. 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).

2.2.4 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 relle.

2.3 Akvakultur

2.3.1 Introduksjon

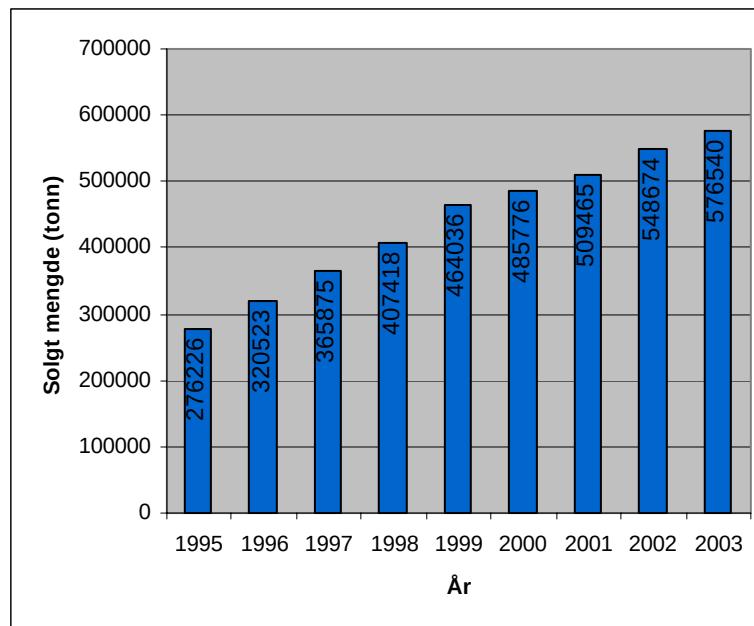
Fiskeridepartementets Havbruksdata ble etablert som et resultat av et samarbeidsprosjekt mellom FHL Havbruk (en del av Fiskeri- og Havbruksnæringens Landsforening (FHL)) og Fiskeridepartementet med forenkling av rapporteringen fra oppdretterne til det offentlige som et hovedmål. Systemet ble fullt operativt i 2002. For Fiskeridirektoratet er oppfølging av fôrkvoteordningen sentral, men systemet favner databehovet for flere statlige etater. SFT valgte å basere beregningen av næringssaltutslipp på dette systemet f.o.m 2002 som et ledd i å forenkle rapporteringssystemene for akvakulturnæringen.

En konsekvens av dette er at sammenstilling av utslippsdata fra akvakultur ikke omfatter settefiskanlegg eller matfiskanlegg for marine arter. Disse utgjør imidlertid kun en marginal del av det samlede utslipp, selv om utslipp fra disse kan være problematiske nok ved lokalisering i innlandet. 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 fôrkvoteordningen.

2.3.2 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. Til grunn for denne rapporten ligger data som Fiskeridirektoratet har tilrettelagt fra Havbruksdata¹ (www.havbruksdata.no).

¹ Havbruksdata er et web-basert rapporteringssystem for data fra havbruksnæringen. Systemet skal dekke de behov som offentlige myndigheter, bank og forsikring har mht data fra næringen.



Figur 2. Solgt mengde laks og ørret i perioden 1995-2003. Solgt mengde for 2003 er foreløpig. Data fra SSB.

SSB salgsstatistikk for laks og ørret viser veksten i næringen siden 1995 (Figur 2). Dette vil også gjenspeiles i utslippstallene for nitrogen og fosfor selv om forbedret driftspraksis og bedre forutnyttelse vil trekke i positiv retning ved at utslippet pr. produsert mengde reduseres.

NIVA gjennomfører beregninger av utslipp av nitrogen og fosfor fra produksjonen i tråd med 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 inngår i den produserte fiskemengde.

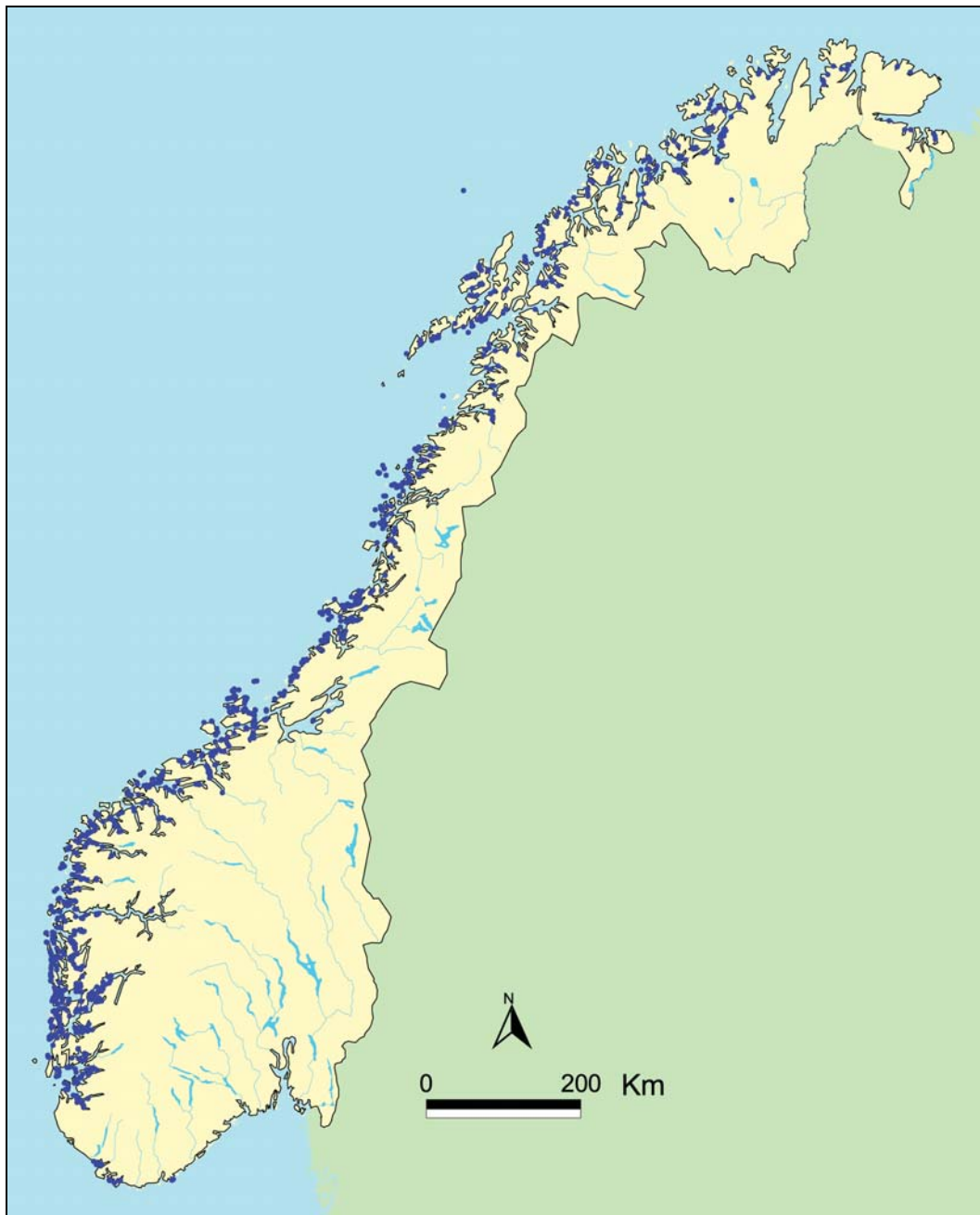
Beregningene skiller ikke mellom partikulære og løste fraksjoner. Denne noe enkle tilnærmingsmåten vil derfor overestimere næringssaltutslippene ettersom den ikke tar hensyn til nedgraving av partikulært nitrogen og spesielt partikulært fosfor i sedimentene. I den sammenheng er det allikevel viktig å merke seg at næringssaltene i sedimentene på ett eller annet tidspunkt vil frigjøres fra sedimentet til vannsøylen. Fiskeridirektoratet leverte data f.o.m. 2002 med månedsoppløsning pr. lokalitet, art (laks og ørret) og driftsselskap. Fiskeridirektoratet har angitt at den praktiske rapporteringen først hadde startet for fullt ved årsskiftet 2001/2002, men at rapporteringen ikke kom helt i ordnede former før halveis i 2002.

2.3.3 Kvalitetssikring av data

Alle lokaliteter i det nye rapporteringssystemet har en unik numerisk kode, noe som letter sammenligningen med foregående års data. Likeledes synes lokaliseringen (koordinatene) av matfiskanleggene å være ganske god, noe som også gjør tilordning av beregnede utslippstall til statistikkområde som brukes i Teotil2-modellen sikrere. Mottatte data gjennomgås før utslipp av nitrogen og fosfor beregnes for å se om det foreligger urimelige avvik fra antatte verdier. Det er ikke alltid at innrapporterte verdier av fiskemengder harmoniserer med rapportert forbruk. I noen grad korrigeres manglende data i modellberegningene, men i

andre tilfeller er dette ikke mulig. Mangler i datagrunnlaget slår imidlertid begge veier og det antas at totalbildet jevnes ut ved aggregering på store områder slik som i denne rapporten. I dialog med med Fiskeridirektoratet har man kommet til at det vil være lite kostnadseffektivt å søke å korrigere innrapporterte data ved å etterspørre korreksjoner på historiske tall fra oppdretterne. Det må bemerkes at kvalitet på rapporterte data synes å ha økt fra 2002.

Figur 3 viser lokaliseringen av akvakulturanleggene som omfattes av siste års datagrunnlag.



Figur 3. Lokalisering av anlegg for oppdrett av laks og ørret (basert på data fra Havbruksdata).

2.4 Utslipp fra befolkning og industri tilknyttet offentlig nett

2.4.1 Beregningsgrunnlag

Utslippstallene fra befolkning omfatter tilførsler fra renseanlegg (både fra befolkning og industri tilknyttet 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.

Grunnlagsdata fra og med 1993 kommer fra SFTs SESAM database; men fra og med år 2001 er data hentet fra KOSTRA². Kommuner og anleggseiere rapporterer sine data elektronisk i dette systemet. 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 kommunene ved til dels skjønnsmessig stipulerte koeffisienter.

2.4.2 Kvalitetssikring

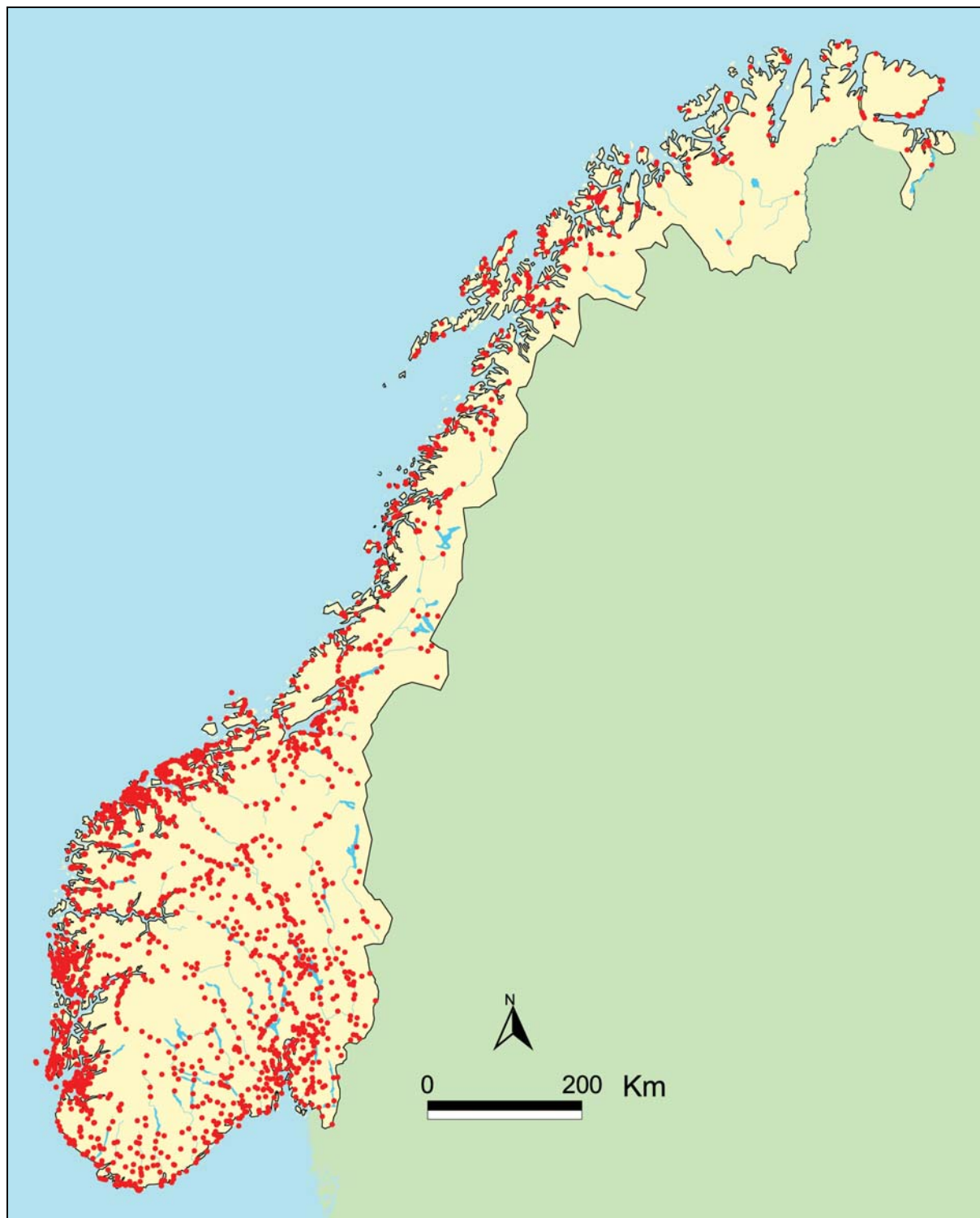
SSB foretar hvert år en kvalitetsgjennomgang av innrapporterte data for avløpsanlegg etter avtale med SFT før disse kan benyttes av NIVA i Teotil2-modellen. I dette ligger en sammenligning med tidligere rapporterte verdier, påvisning av mangler og dialog med datalevrandører for komplettering og korreksjoner av datagrunnlaget. SSB benytter rapporterte data til publisering av egne statistikker om utviklingen innen avløpsrensingen i Norge.

SSB angir at utslippene totalt i 2003, er beregnet til å være innenfor intervallet på +/- 5 % avvik i forhold til i foregående år. Beregningene for de store anleggene er i år i større grad enn i fjor basert på de mengdedata for næringsstoffer og vann som er rapportert fra kommunene. For rapporteringsåret 2002 ble mange kommuner beregnet på grunnlag av oppgitt antall tilknyttede innbyggere og standardfaktorer for utslipp per person og renseeffekt for de ulike typer anlegg. Dette fordi det i mange tilfeller oppsto urimelig store forskjeller i utslippstall avhengig av hvilke mengdedata rapportert for anlegget man la til grunn for beregningene. Dette har så langt ikke blitt gjort i like stor utstrekning som i 2002.

SSB har anført at det i år er et større antall anlegg som kommer ut med høye renseeffekter for nitrogen, uten at de er i gruppa av anlegg som har installert egne N-fjerningstrinn, men man har ikke brukt ressurser på å vurdere om disse er reelle eller ikke. NIVA har også påvist flere forskjeller i dataserien sammenlignet med 2002, men etter samtale med SSB avklart at det

² KOSTRA: Kommune-Stat-Rapportering. Et landsdekkende web-basert system for rapportering av en rekke typer data fra kommunal sektor.

ikke har vært tilgjengelig ressurser til å se nærmere på disse forholdene. Korreksjoner i datamaterialet er derfor ikke foretatt.



Figur 4. Lokalisering av avløpsrenseanlegg (>50 PE) i Norge (Koordinater fra KOSTRA/SSB). Anleggene behandler avløp fra befolkning og industri tilknyttet offentlig nett i Norge.

Det har vært foretatt flere 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 ble det gjort korrigeringer for kategorien 'husholdninger ikke tilknyttet' innen rensedistrikt som 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).

Presentasjon av anleggenes stedfesting på kart avslører åpenbare feillokaliseringer, mens mindre avvik i forhold til riktig stedfesting først kommer til syne når man viser posisjonen i kart med stor målestokk og har lokalkunnskap om plassering. Koordinatene angir trolig lokaliseringen av selve anlegget, mens utlippspunktet ikke er kjent, noe som er viktig i forhold til vurdering av eventuelle miljøeffekter. Av 2671 avløpsanlegg fant vi for året 2003 239 anlegg som manglet koordinater eller hadde koordinater som lå utenfor Norge.

2.5 Industri

2.5.1 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), og
5. mangelfull rapportering.

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, 5 og endret antall bedrifter som rapporterer medfører en tilsynelatende forandring, uten at den er reell. Det gjør det dermed problematisk å bruke tallene til å beskrive utviklingen over tid 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 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 alle betydelige utslipp.

Tilførselstallene for industri som blir tatt med i beregningene gjelder bedrifter med egne utslipp, dvs. det som ikke går til kommunalt nett, og som er pålagt egenrapportering. Utslippene fra disse 115 bedriftene, er registrert i SFTs database INKOSYS og tilhører

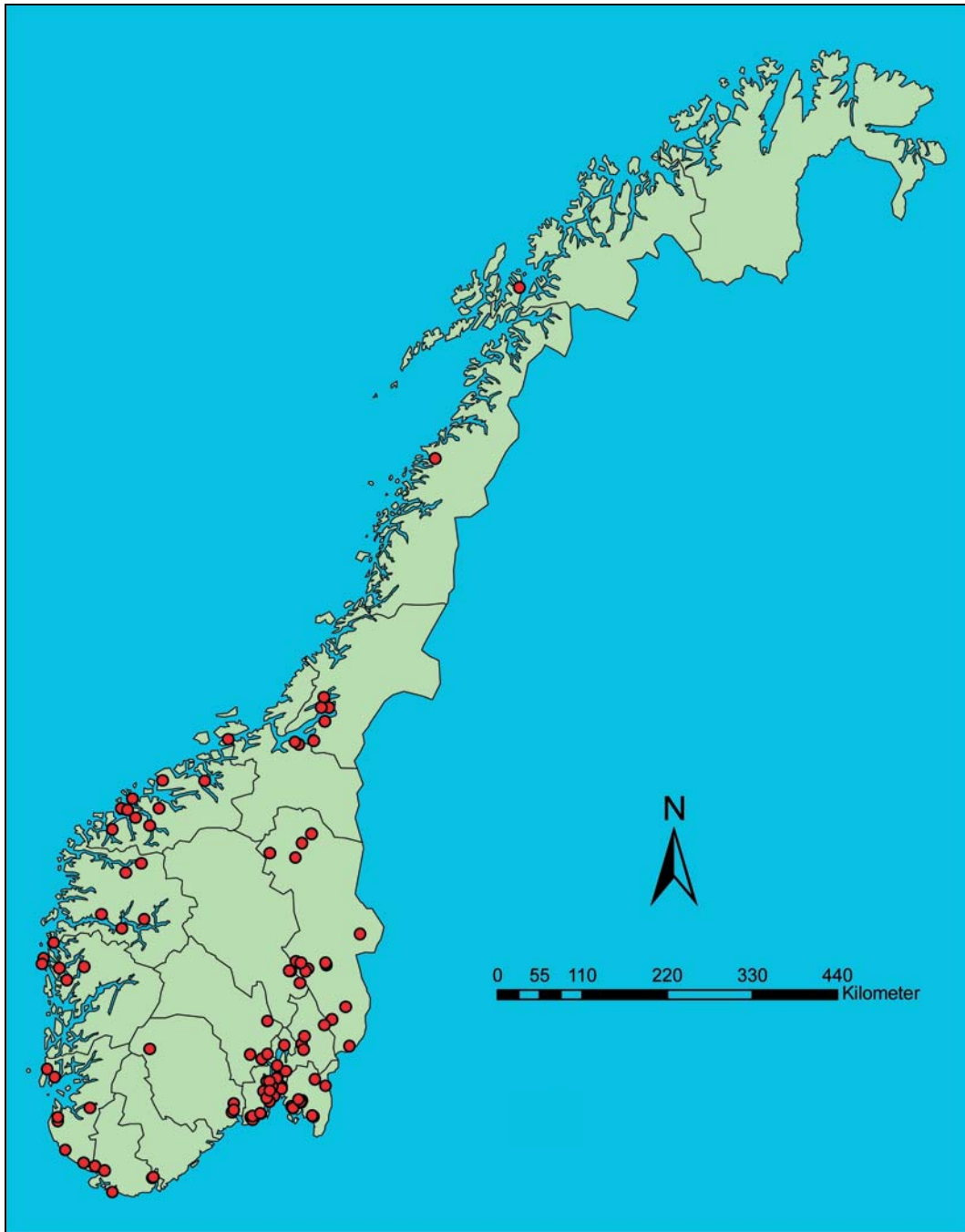
kontrollklassene 1, 2 og delvis 3. Registreringene av utslipp har de siste årene vært intensivert, og enkelte av de rapporterte verdiene har dermed øket selv om det reelt sett nok har vært en nedgang i enkeltutslippene pga. forbedrede rensetiltak. Tall for utslipp av næringssalter fra næringsmiddelindustrien, 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 mangler derved i datagrunnlaget. Rapporteringen gjøres derfor noe tilfeldig ved enkelte bedrifter og medfører variasjoner i de årlige utslippstallene og tidvis underrapportering.

I datasettet er de enkelte industribedriftene lokalisert til kommunene, mens Teotil2 benytter statistikkområde som minste-enhet. Det er i snitt tre statistikkområder for hver kommune. Plassering av industrianlegget i korrekt statistikkområde er derfor litt unøyaktig. Dette er imidlertid av liten betydning når vi aggregerer utslippene over så store områder som i denne undersøkelsen. *Figur 5* viser lokalisering av de industrianlegg som inngår i denne rapporten. Tidligere var det mange feil i stedfestingen av industrianleggene, men dette har gradvis blitt forbedret. For de 115 industrianleggene var det kun 4 som var åpenbart feilplassert. Koordinatene bør nå kunne benyttes til å tilordne riktig statistikkområde for lokalisering av industrianlegget, men kartfesting av selve utslippspunktet bør være siktepunktet for framtidig utvikling på området. Vanlige feil mht stedfesting er at det mangler koordinater eller det er lagt inn åpenbart feil koordinater.

2.5.2 Kvalitetssikring av data

Data for 2003 fra databasen INKOSYS er sammenliknet med tidligere års verdier. En bedrift med stort utslipp i fjor viste seg å være nedlagt, men var fortsatt med på lista. En annen bedrift hadde dimensjonsfeil på angitt utslipp (1000 x for høyt utslipp). Det er påvist at mange bedrifter, spesielt knyttet til næringsmiddelproduksjon, rapporterer bare N eller bare P, selv om bedriftene mest sannsynlig vil ha utslipp til vann av begge komponenter. Etter avtale med SFT er det valgt å benytte tidligere års verdier der det ikke forelå nye data for 2003, men dette korrigerer ikke for alle tilfeller der bedriften burde ha angitt tall for både N og P.



Figur 5. Lokalisering av industrianlegg som inngår i foreliggende rapport. Koordinater er hentet fra INKOSYS, høsten 2004.

2.6 Bakgrunnsavrenning av næringssalter

2.6.1 Beregningsgrunnlag

TEOTIL2 beregner tilførsler fra landarealene utenom jordbruksmark, her kalt bakgrunnsavrenning, ved hjelp av avrenningskoeffisienter. Landet er delt inn i soner og for hver sone blir det gitt en koeffisient for hvor mange kg pr. km² som tilføres vassdrag av henholdsvis fosfor og nitrogen. For bakgrunnstilførslene er det etablert faste avrenningskoeffisienter både for avrenning fra skog – og utmarksarealer og for deposisjon på fri vannflate. Koeffisientene skal representere en gjennomsnittlig situasjon der de klimatiske 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). Koeffisientene for bakgrunnsavrenning fra jordbruksarealer 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, og
- 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 TEOTIL2. Deposisjonen på land og frie vannflater har en betydelig antropogen komponent som ikke isoleres separat i modellberegningene. Modeller for kvantifisering av atmosfæriske avsetninger gir mulighet for å skille på dette.

I 2003 utgjorde bakgrunnsavrenningen til hele norskekysten for fosfor og nitrogen henholdsvis 14% og 43% av totaltilførslene. Bakgrunnsavrenning fra naturområder er følgelig viktig for å komme fram til pålitelige verdier for de totale tilførslene av næringssalter til norskekysten.

2.6.2 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. I år er det derfor igangsatt et arbeid med å forbedre koeffisientene for bakgrunnsavrenning. Arbeidet dekkes av NIVAs egne forskningsmidler, med støtte fra SFT, og er samordnet med tilsvarende aktivitet hos Jordforsk. Arbeidet er ikke kommet langt nok til at nye koeffisienter kunne legges til grunn for beregningene i denne rapporten.

Overgangen til den nye beregningsmodellen TEOTIL2 medførte noen endringer i hvordan arealene av overflatevann håndteres når disse tilordnes statistikkområdene. Det kan også nevnes at de ulike arealkategorier vil kunne variere noe avhengig av hvilket kartgrunnlag som legges til grunn. Teotil2 gir gjennomgående en litt mindre bakgrunnsavrenning enn forgjengeren. Forskjellen er kun omkring 2% så dette er klart innenfor usikkerheten i datagrunnlaget for øvrig. Vi har derfor ikke funnet det hensiktsmessig eller ønskelig å gjøre endringer for å tilpasse dette.

3. Tilførsler av nitrogen og fosfor

3.1 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. Tabell 1 nedenfor oppsummerer de prosentvise reduksjonene til de enkelte kystområdene, både for nitrogen og fosfor.

For kystområdene fra Lindesnes til russergrensa beregnes ikke reduksjoner i nitrogen- og fosfortap for perioden 1985-2003 fordi det ikke er funnet hensiktsmessig å tilbakeberegne utslippskoeffisienter for alle år med nåværende metodikk (se omtale i 2.2.1). Utenom Rogaland og Trøndelagsfylkene utgjør imidlertid jordbruksarealer en relativt liten del av det totale landområdet i de enkelte fylkene som drenerer til kystområdet Lindesnes til russergrensa, selv om man finner enkeltvassdrag som er sterkt påvirket av jordbruksvirksomheten også i disse områdene. Rogaland er det fylket i landet som har størst antall driftsenheter med husdyr.

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

Nitrogendeposisjonen på land er et 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 belastningstilnærmeelse (critical load). Det er derfor viktig å få en oversikt over utslipp og reduksjoner av nitrogen deposisjon som et resultat av reduksjoner i utslippene til luft. En fraksjonering av deposisjonen i en menneskeskapt del og en naturlig del inngår i modellapparatet som benyttes for å beregne

atmosfærisk nitrogendeposisjon, men det har ikke vært vanlig å bibeholde en slik fraksjonering gjennom alle beregning for nitrogenavrenning fra ulike arealtyper. Dette bør inngå i fremtidig utvikling av metodene.

Tabell 1. Prosentvise næringssaltreduksjoner til de forskjellige kyststrekningene, samt andel av totaltilførsler. Det er betydelige usikkerheter i angivelsen av tilførslene fra de ulike kilder (se omtale i teksten) og verdiene varierer noe fra år til år uten at dette nødvendigvis beskriver reelle forandringer. Prosentvis reduksjoner som angitt i denne tabellen er derfor å betrakte som omtrentlige verdier.

KYSTSTREKNING	PROSENTVIS REDUKSJON AV TOTALT MENNESKESKAPT FOSFOR 1985-2003	PROSENTVIS REDUKSJON AV TOTALT MENNESKESKAPT NITROGEN 1985-2003	ANDEL FOSFOR OG NITROGEN AV MENNESKESKAPTE TILFØRSLER TIL NORSKE KYSTOMRÅDER I 2003	
	%	%	P i %	N i %
Svenskegrensa- Lindesnes	60	40	>7	<30
Svenskegrensa- Strømtangen fyr*	50	30	<5	>10
Indre Oslofjord*	70	70	<1	<2
Lindesnes - russergrensa	**	**	>90	>70

*Del av området svenskegrensa–Lindesnes (se Figur 1).

**Mangler data for tilførsler fra jordbruk

3.2 Næringssalttilførsler til Skagerrakkysten

3.2.1 Innledning

De marine kystområdene fra svenskegrensa til Lindesnes (nedstrøms vassdragsområdene 001-023) er negativt påvirket av næringsalttilførsler og organisk stoff. Den generelle påvirkning skyldes langtransport fra andre deler av Nordsjøområdet, mens norske tilførsler typisk vil ha mer lokale effekter. Det er i løpet av det siste året blitt klarlagt at bestanden av sukkertare er dramatisk redusert langs kysten av Sørlandet. Nedslamming som følge av økte partikkelmengder i vannmassene er en hypotese som også har sammenheng med tilførslene fra land av både partikulært materiale og næringssalter.

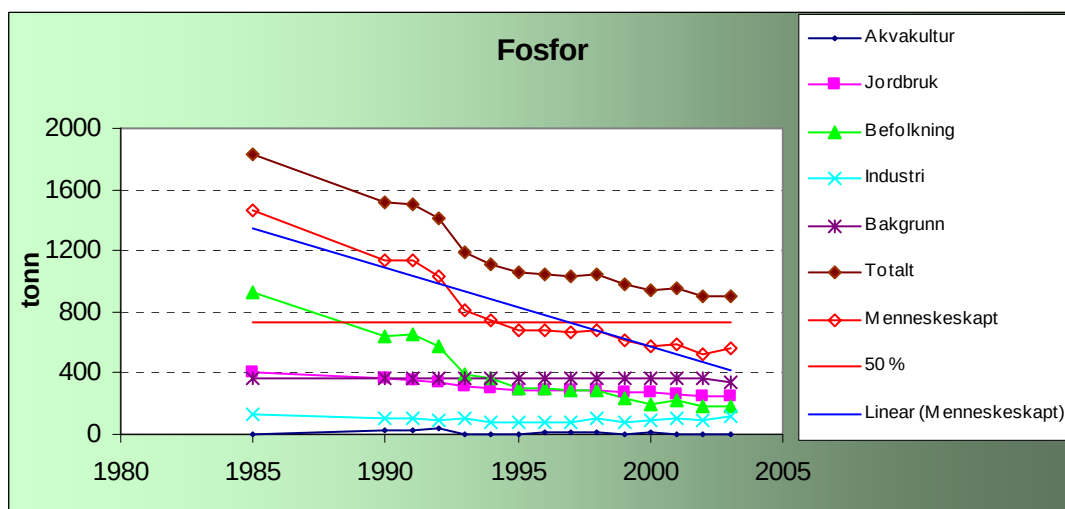
Norge har internasjonale forpliktelser om å redusere de menneskeskapte næringssalttilførslene til områder som er definert som eutrofipåvirkede. Tilførselsreduksjoner må gjennomføres i henhold til Ministerenes avtale under den 2. Nordsjøkonferansen i 1987 (en avtale som har blitt stadfestet ved flere 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 er relatert til marine områder som strekker seg fra svenskegrensa til vestenden av Hvaler/Singlefjordområdet ved Strømtangen fyr, og Indre Oslofjord innenfor Drøbakterskelen.

Tabellene i vedlegg A viser de beregnede fosfor og nitrogen tilførslene per kilde til alle kystavsnitt for perioden 1985 til 2003.

3.2.2 Fosfortilførsler til kystområdet svenskegrensa-Lindesnes

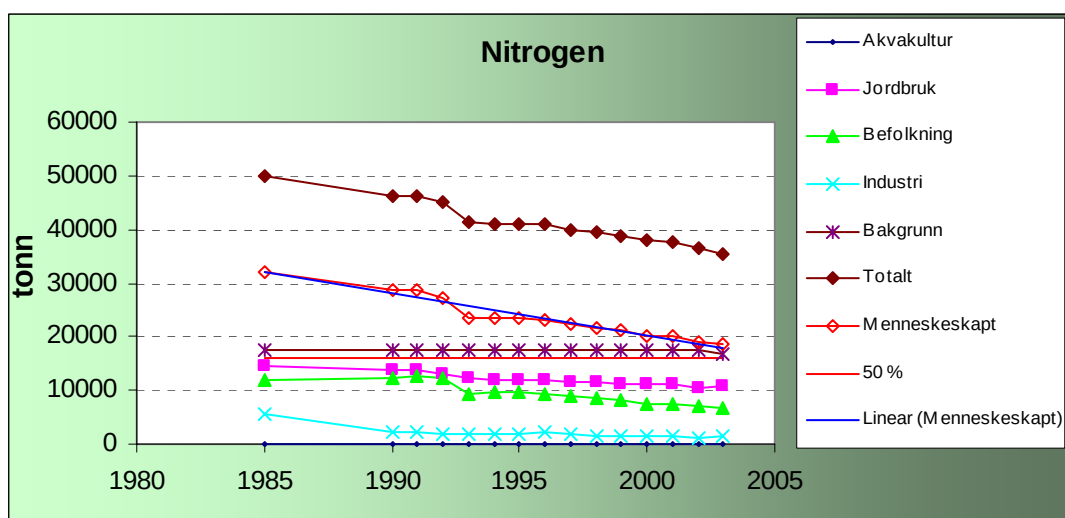
Figur 6 viser fosfortilførslene til svenskegrensa-Lindesnes per kilde og år. De menneskeskapte tilførslene av fosfor og nitrogen viser en nedgang fra basisåret 1985 med om lag 60%. Norge tilfredsstiller derfor kravene i PARCOM Rekommandasjon 88/2 om å redusere fosfortilførslene til problemområdene med hensyn på eutrofiering med i størrelsesorden 50 %. Jordbruk og befolkning viser ingen nevneverdig endring siste år, men figuren viser hvordan tilførslene fra befolkning er kraftig redusert gjennom årene, mens jordbruket ikke har hatt like sterk reduksjon. Nesten halvparten av de menneskeskapte tilførslene av fosfor til kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes i 2003 kom fra jordbrukssektoren. Industri har en markant økning siste år selv om tallet er lavt sammenlignet med jordbruk og befolkning. Industriutslippet for dette området er det nest høyeste som er rapportert siden 1985 (se omtale under område svenskegrensa-Strømtangen fyr).



Figur 6. Fosfortilførsler til kyststrekningen fra svenskegrensa til Lindesnes (vassdragsområdene 001.-02) fordelt på kilder for perioden 1985-2003. 50% linjen gjelder de menneskeskapte tilførslene.

3.2.3 Nitrogentilførsler til kystområdet svenskegrensa-Lindesnes

Figur 7 viser nitrogentilførslene til svenskegrensa-Lindesnes per kilde og år. Det er nå i overkant av 40 % reduksjon i utslipp/tap av nitrogen fra alle kilder i perioden 1985-2003, men det er fortsatt et stykke igjen for å tilfredsstille kravene i PARCOM Rekommandasjon 88/2 om å redusere nitrogentilførslene til problemområdene med hensyn på eutrofiering med, i størrelsesorden, 50 %. Nesten 60% av de menneskeskapte tilførslene av nitrogen til kyststrekningen svenskegrensa-Lindesnes i 2003 kom fra jordbrukssektoren. Om lag 40% av tilførslene kommer fra befolkning, mens industri bare utgjør under 10%. Omtrent en fjerdedel av de menneskeskapte nitrogentilførslene til hele norskekysten tilføres på denne kyststrekningen.



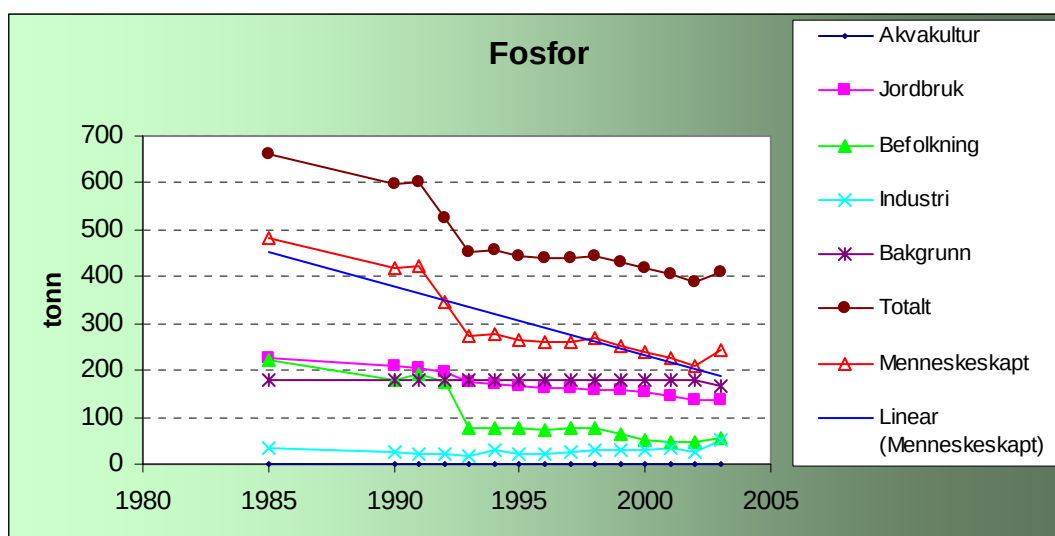
Figur 7. Nitrogentilførsler til kyststrekningen fra svenskegrensa til Lindesnes (vassdragsområdene 001.-02) fordelt på kilder for perioden 1985-2003. 50% linjen gjelder de menneskapede tilførslerne.

3.3 Næringssalttilførsler til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr

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 Recommendation 88/2 og de norske forpliktelsene innenfor OSPAR.

3.3.1 Fosfortilførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr

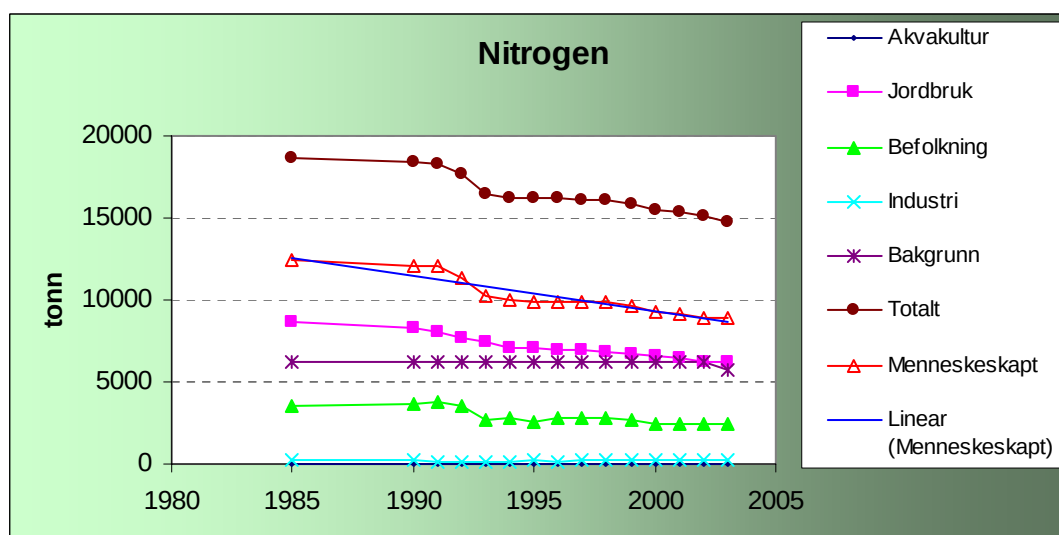
Figur 8 viser fosfortilførslerne til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr per kilde og år. De menneskapede tilførslerne er redusert med omtrent 50% siden 1985. Jordbruket er den største enkeltkilden i dette området med tilnærmet uendret utslipp siden fjoråret. Fosforutslippet fra industri er lavt totalt sett, men fremstår med en økning på omtrent 100% sammenlignet med 2002. Dette skyldes bl.a. at det er flere bedrifter som har rapportert utslipp av fosfor i 2003 enn i 2002, noe som illustrerer at det er et element av tilfeldighet i det som rapporteres (se 2.5.1). Industriutslippet på 51 tonn fosfor er det høyeste registrerte i perioden 1985-2003.



Figur 8. Fosfortilførsler til kyststrekningen fra svenskegrensa til Strømtangen fyr, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2003, vassdragsområdene 001.-002.

3.3.2 Nitrogentilførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr

Figur 9 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 1985-2003. Utslippene fra industri har derimot økt og årets tall er det nest høyeste registrert i perioden. Industriutslippet utgjør imidlertid en svært liten del av de totale tilførsler til denne kyststrekningen. Omtrent 70% av de menneskeskapte tilførslene av nitrogen til kyststrekningen svenskegrensa-Strømtangen fyr i 2003 kom fra jordbrukssektoren. De menneskeskapte nitrogentilførslene til dette kystområdet ble redusert med nesten 30% i perioden 1985 til 2003. Omtrent en tiendedel av de menneskeskapte nitrogentilførslene til hele norskekysten tilføres på denne kyststrekningen.



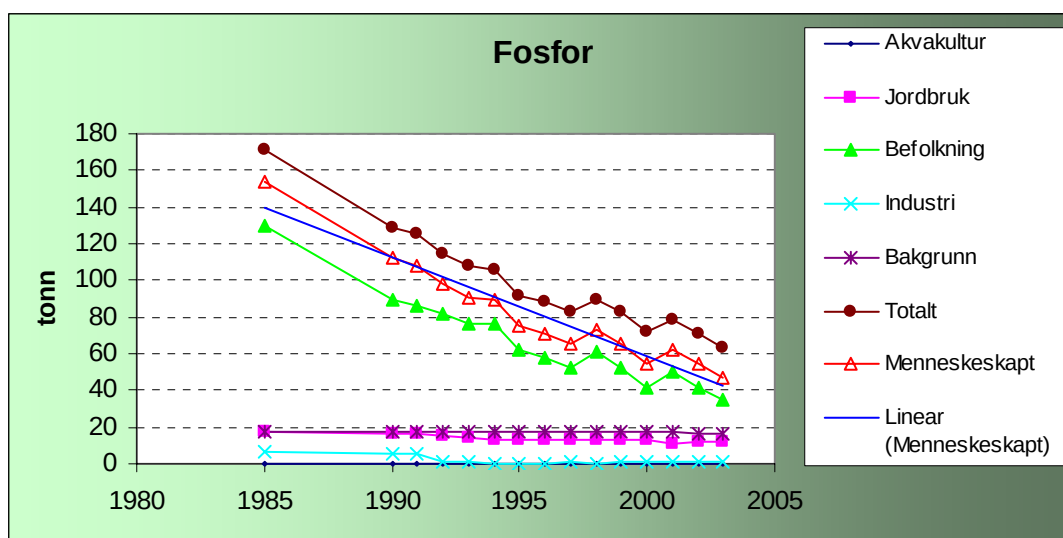
Figur 9. Nitrogentilførsler til kyststrekningen fra svenskegrensa til Strømtangen fyr, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2003, vassdragsområdene 001.-002.

3.4 Næringssalttilførsler til Indre Oslofjord

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.

3.4.1 Fosfortilførsler til Indre Oslofjord

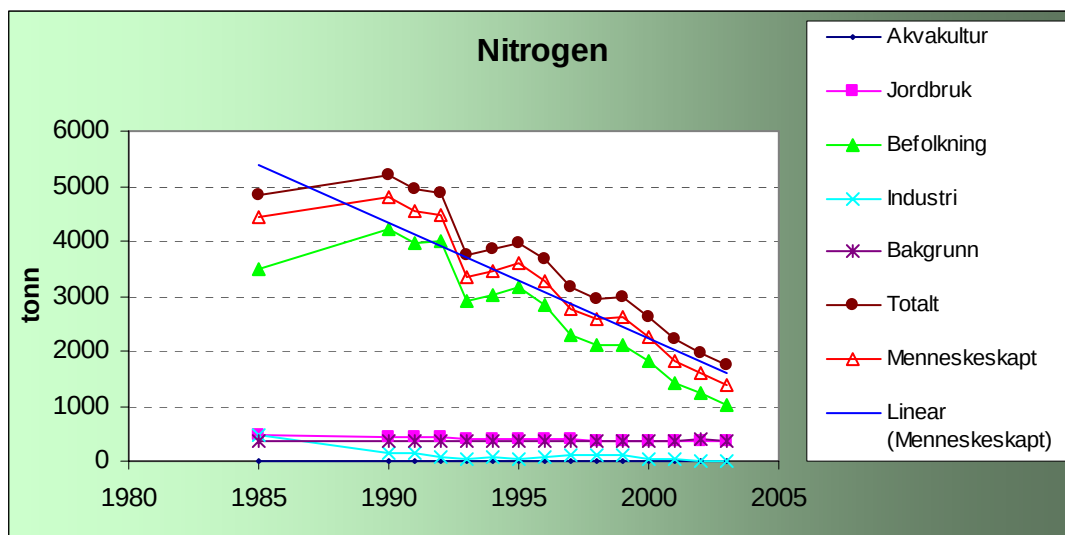
Figur 10 viser fosfortilførslene til Indre Oslofjord per kilde og år. Befolkning er den desidert største kilden for fosfortilførsler til Indre Oslofjord og utslippet fra denne kilden er redusert med mer enn 70%. Tilførsler fra jordbruk og industri utgjør en liten del av tilførslene til Indre Oslofjord, men det er oppnådd betydelige reduksjoner fra disse kildene også. Over 70% av de menneskeskapte tilførslene av fosfor til Indre Oslofjord fyr i 2003 kom fra avløpssektoren. De menneskeskapte fosfortilførslene til Indre Oslofjord ble redusert med omtrent 70% i perioden 1985 til 2003.



Figur 10. Fosfortilførsler til Indre Oslofjord, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2003 (vassdragsområdene 005.-009).

3.4.2 Nitrogenførsler til Indre Oslofjord

Figur 11 viser nitrogentilførslene til Indre Oslofjord per kilde og år. Jordbruket og industri utgjør imidlertid en mindre del av de menneskeskapte tilførslene av nitrogen til Indre Oslofjord, mens befolkning utgjør omtrent 70% og er den største kilden. De menneskeskapte nitrogentilførslene til Indre Oslofjord ble redusert med nær 70% i perioden 1985 til 2003. Omtrent 2% av de menneskeskapte nitrogentilførslene til norskekysten tilføres i Indre Oslofjord.



Figur 11. Nitrogentilførsler til Indre Oslofjord, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2003, vassdragsområdene 005.-009.

3.5 Næringssalttilførsler til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa

3.5.1 Innledning

Området som drenerer til kystområdet fra Lindesnes til russergrensa (vassdragsområdene 034-247) har gjennomgått OSPARs "Screening Procedure"³ (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-Stad 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 ferskvannsforkomster, 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 også kunne omfatte områder som drenerer til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa.

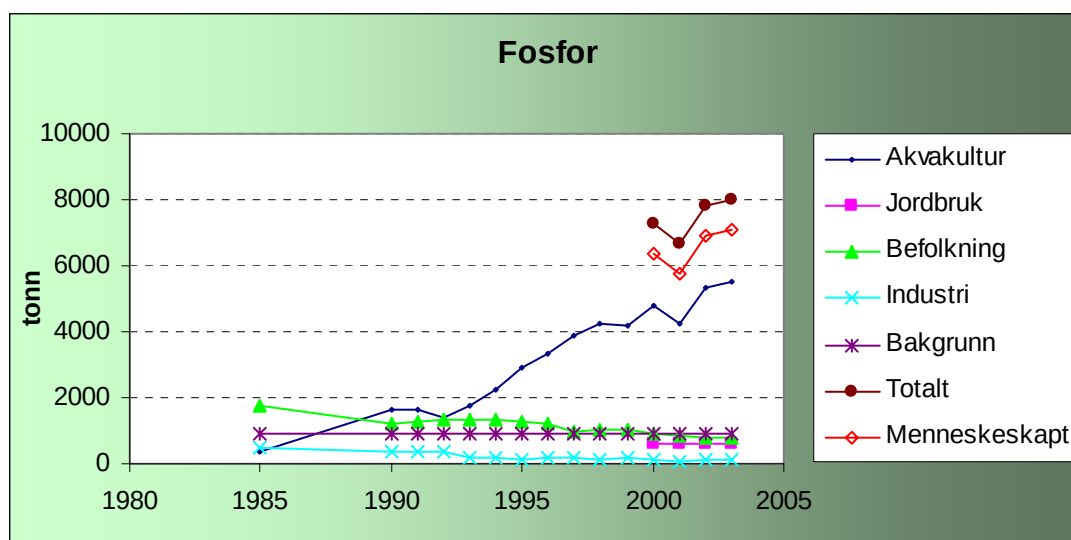
Pågående arbeid med klassifisering av norske vannforekomster iht bestemmelsene i EUs rammedirektiv for vann vil også være avklarende i forhold til hvilke vannforekomster det er risiko for at god økologisk status ikke kan nås/opprettholdes.

³ 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").

3.5.2 Fosfortilførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa

Figur 12 viser tilførslene av fosfor til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa fordelt på kilder og år. I perioden 1985 til 2003 har tilførslene fra befolkning og industri blitt redusert med i størrelsesorden henholdsvis 50% og 70%. Ved å sammenligne tallene for akvakulturnæringen i denne perioden ser man den sterke veksten som har funnet sted innen denne sektoren. Utslippene av fosfor var omtrent femten ganger høyere i 2003 enn i 1985, mer enn tre ganger høyere enn i 1990. Fra 2001 til 2002 synes utslippene å øke kraftig. Dette kan i noen grad forklares ved økningen i produksjon av fisk (se figur 10), men også ved at endringene i rapporteringsrutiner (se 3.3.1) gjør det vanskeligere å sammenligne utslippene i 2001 og 2003.

Koeffisienter for avrenning av nitrogen og fosfor fra jordbruksmark for perioden 1985-1999 er ikke etablert på samme faglige basis som for de siste årene. Jordbrukstilførsler for disse årene er derfor ikke tatt inn i rapporten. Nesten 80% av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa kom fra utslipp fra akvakulturanlegg i 2003. Menneskeskapte tilførsler av fosfor til denne kyststrekningen er mer enn doblet i perioden 1985 til 2003. Utslippene av fosfor til denne kyststrekningen i 2003 utgjør omtrent 70% av de menneskeskapte utslippene til hele norskekysten.

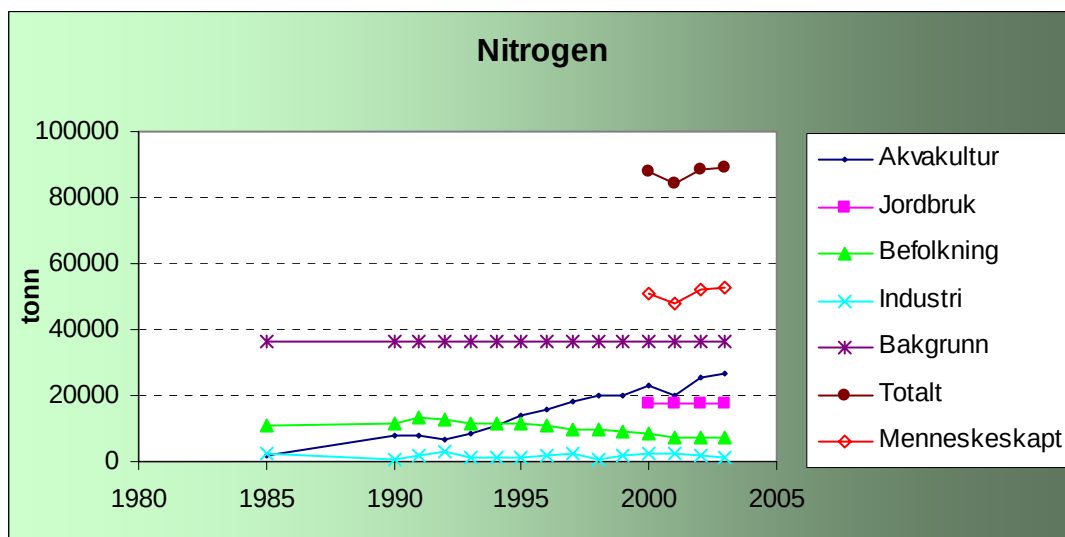


Figur 12. Fosfortilførsler til Lindesnes-Stad, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2003, vassdragsområdene. Tilførsler fra jordbruk foreligger kun for 2001-2003 og kun de tilgjengelige kildedata er vist for perioden før 2001.

3.5.3 Nitrogentilførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa

Figur 13 viser tilførslene av nitrogen til kyststrekningen Lindesnes-russergrensa fordelt på kilder og år. I perioden 1985 til 2003 har tilførslene fra befolkning blitt redusert med om lag 30%, mens totalutslippene fra industri er redusert med ca. 70%. Økningen i tilførsler av nitrogen fra akvakultur tilsvarer økningen som ble omtalt for fosfor, men det relative bidraget til totaltilførslene er mindre pga. jordbrukets mye høyere andel.

Som omtalt for fosfor foreligger ikke utslippstall for nitrogen fra jordbruket for perioden før 2000. 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 1985-2003. Utslippene fra jordbruk i 2003 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.

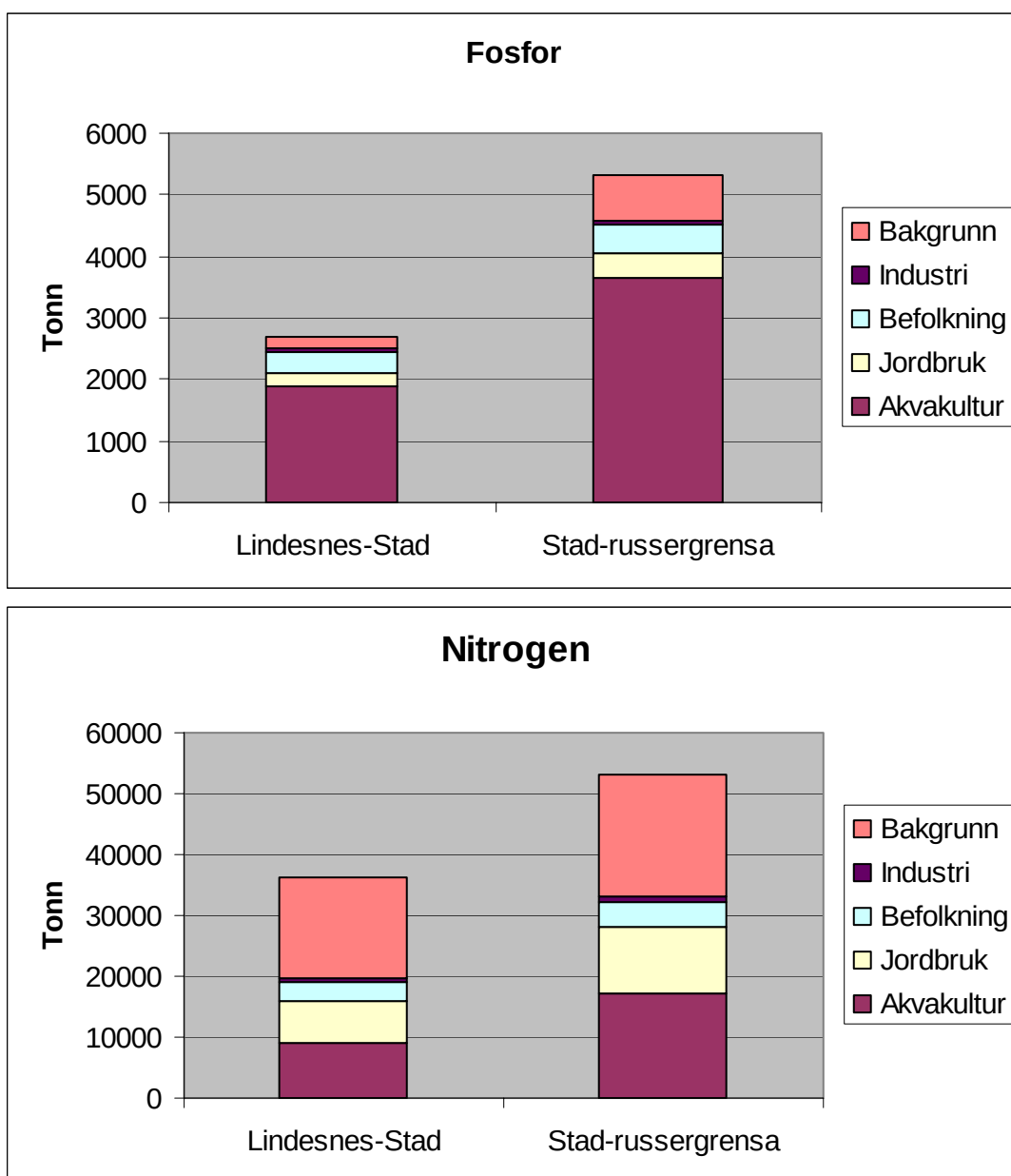


Figur 13. Nitrogentilførsler til Lindesnes-Stad, fordelt pr. kilder og år for perioden 1985-2003, vassdragsområdene.

3.5.4 Delområdene Lindesnes-Stad og Stad-russergrensa

Området fra Lindesnes til russergrensa er stort havområde med til dels stor variasjon i kystmiljøet. Et naturlig skille er ved Stad som representerer grensen mellom Nordsjøen og Norskehavet. Figur 14 viser tilførslene til to delområder, fra Lindesnes til Stad og fra Stad til russergrensa.

Akvakultur er den dominerende kilden for begge delområder når det gjelder fosfor. Når det gjelder nitrogen har jordbruket en større av totalen enn tilfellet var for fosfor. Bakgrunntilførslene av nitrogen utgjør en betydelig andel av tilførslene i området nord for Stad.



Figur 14 . Totaltilførsler av fosfor og nitrogen til to delområder fra Lindesnes til russergrensa i 2003.

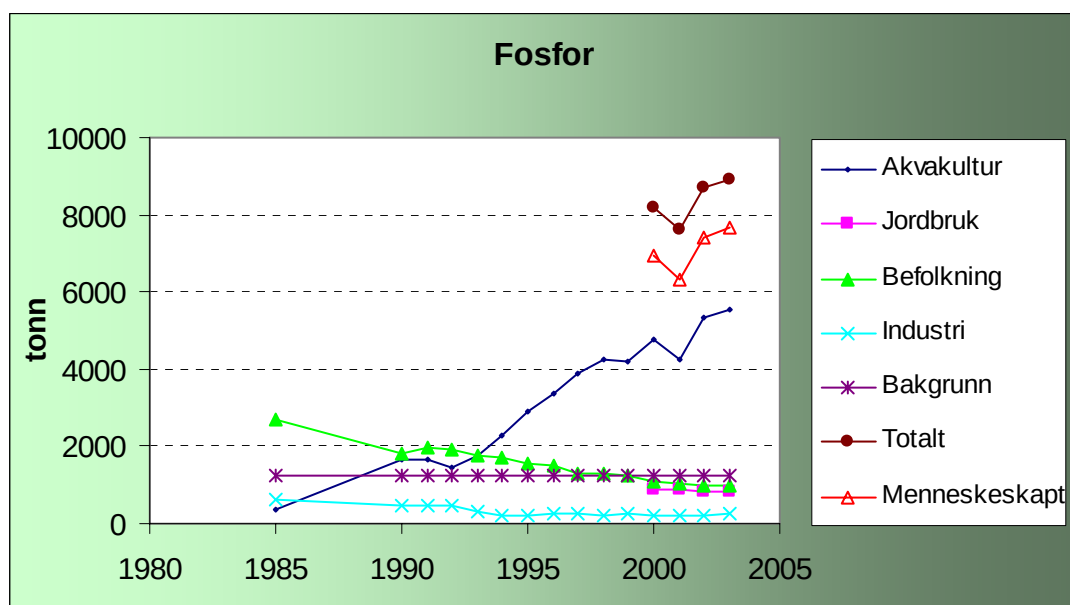
3.6 Næringssalttilførsler til hele norskekysten

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 til disse kyststrekningene finnes i delkapitlene 3.1-3.5.

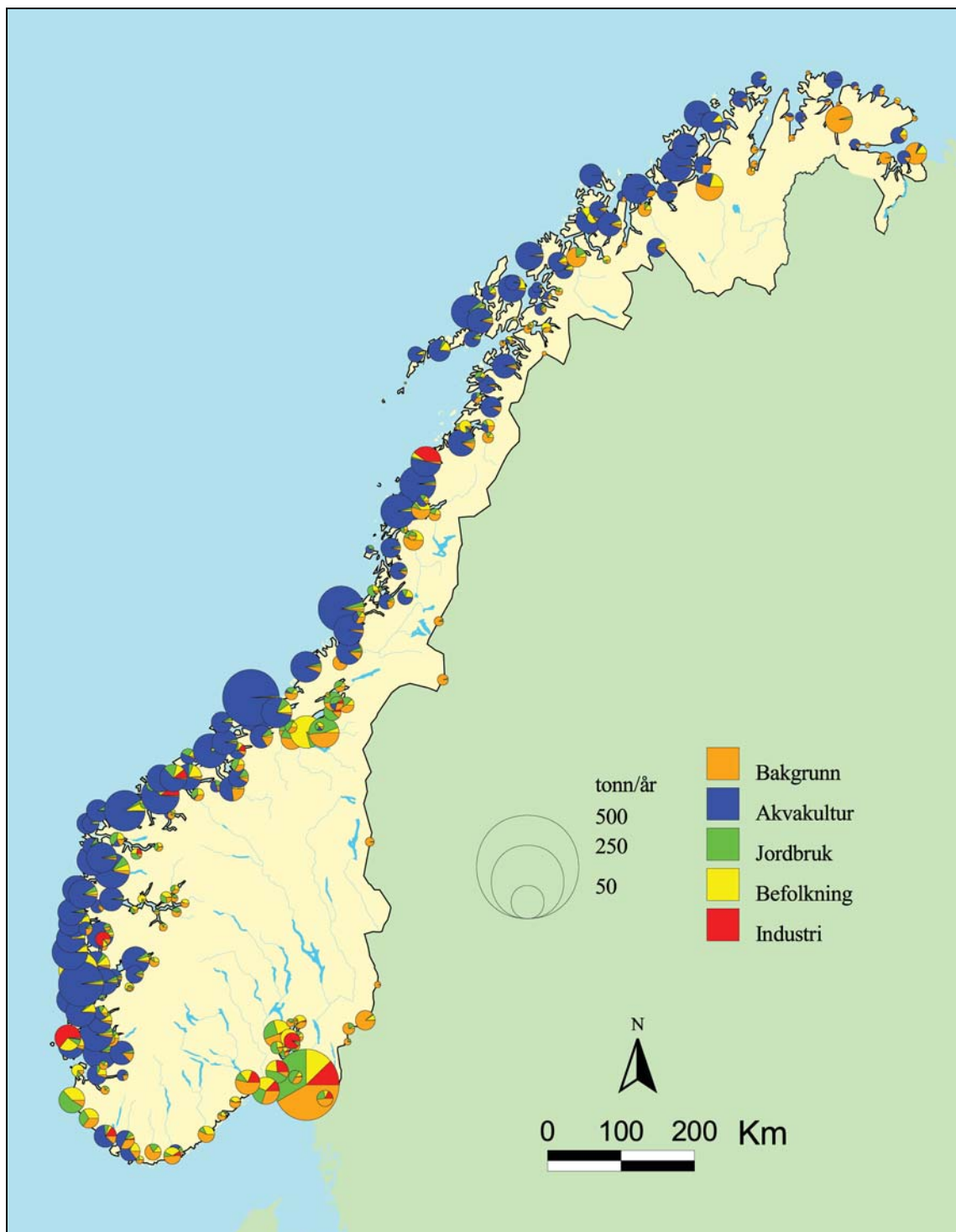
3.6.1 Fosfortilførsler til hele norskekysten

Figur 15 viser tilførslene av fosfor til hele norskekysten fordelt på kilder og år. Figuren viser samme forhold som beskrevet om de ulike delområdene. De totale menneskeskapte tilførslene av nitrogen og fosfor til norskekysten har økt i perioden 1985 til 2003, selv om vi har valgt å ikke omtale utviklingen i næringssalttapet fra jordbruksarealene i perioden 1985-2003 fordi det ikke foreligger et oppdatert koeffisientsett for hele perioden. Tilførslene fra befolkning og industri har imidlertid blitt redusert betydelig, mens økte tilførsler fra akvakultur reflekterer den sterke veksten i næringen. Omtrent 70% av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til norskekysten i 2003 kom fra akvakulturnæringen.

Figur 16 viser den relative størrelsen av de forskjellige fosforkildene pr. vassdragsområde langs hele norskekysten. Vest for Lindesnes og nordover kysten domineres tilførslene av bidraget fra akvakultur. I størrelsesorden 3/4 av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til norskekysten kom fra utslipp fra akvakulturanlegg i 2003. Man skulle tro at de relativt høye utslippstallene for akvakultur ville lede til en negativ utvikling for tilstanden i de marine resipientene. Akvakulturanleggene er imidlertid lokalisert i områder med god vannutskiftning og det er ikke holdepunkter for å anta at utslippene har annet enn lokale effekter umiddelbart rundt eller under anleggene. En bærekraftig utvikling innen næringen er imidlertid avhengig at man kontinuerlig vurderer situasjonen.



Figur 15. Fosfortilførsler til hele norskekysten, fordelt på kilder og år for perioden 1985-2003, vassdragsområdene 001.-247.

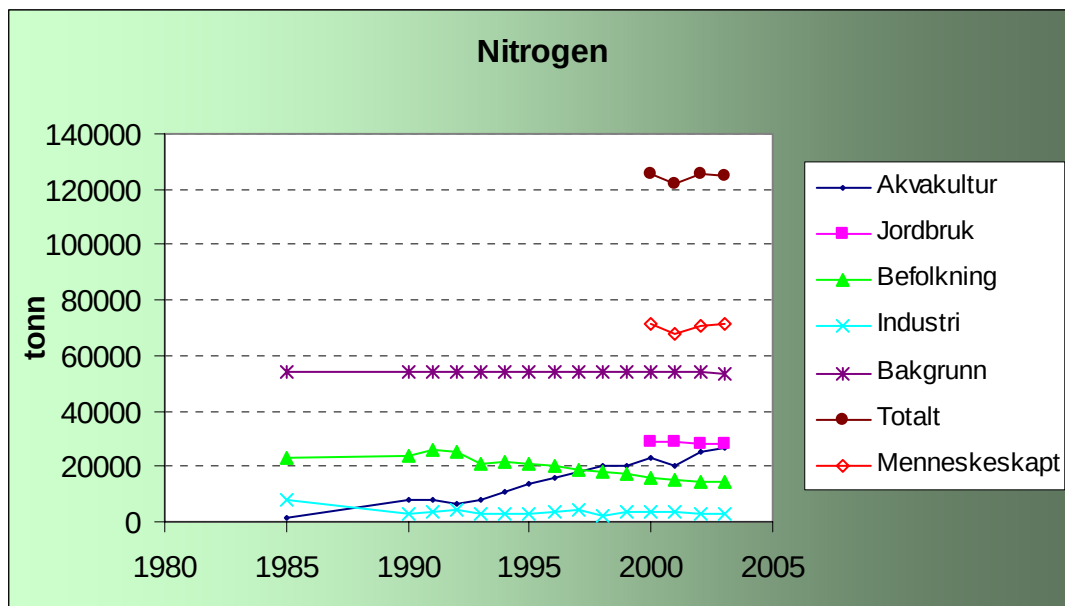


Figur 16. Den relative størrelsen av de forskjellige fosforkildene pr. vassdragsområde i 2003.

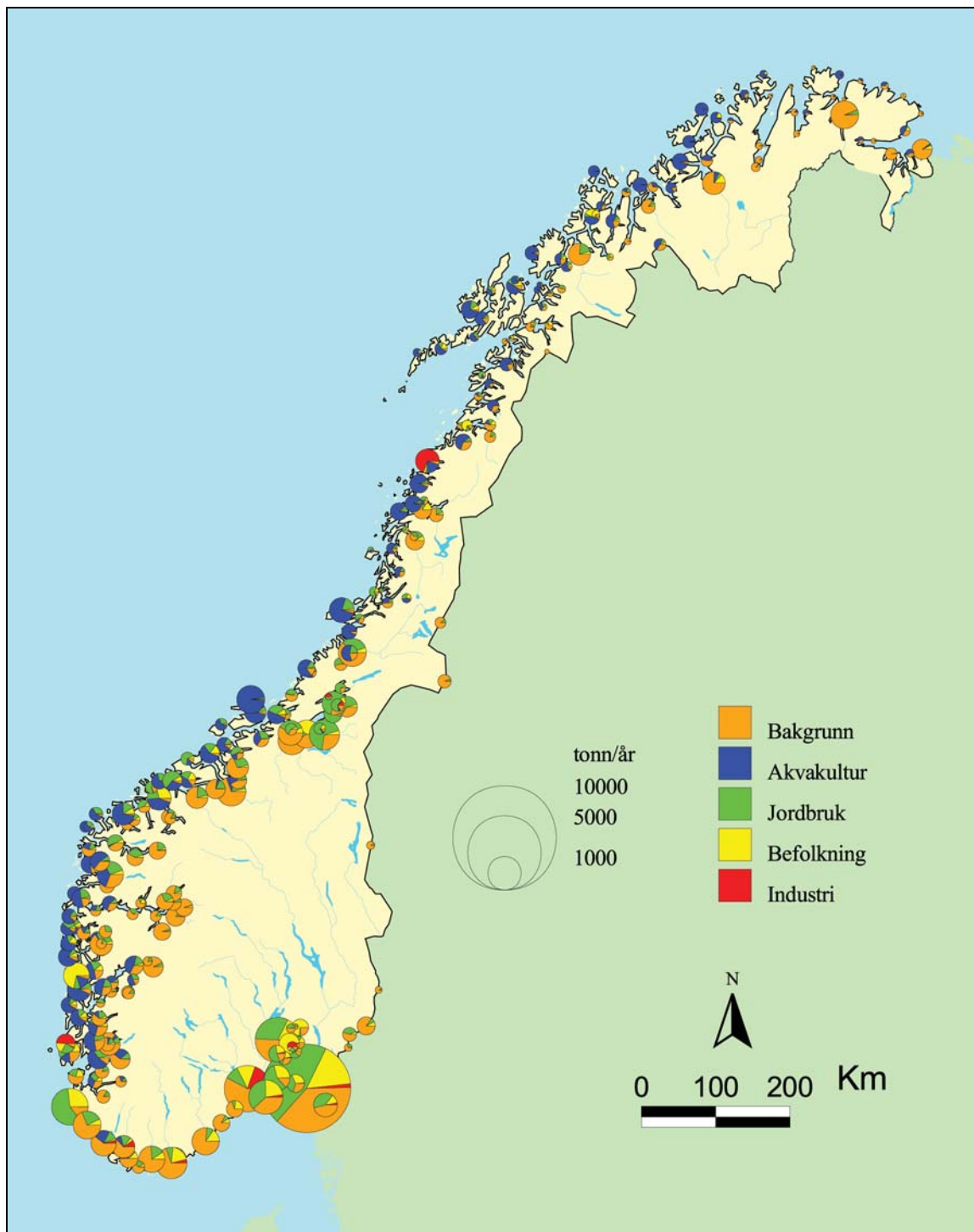
3.6.2 Nitrogenførsler til hele norskekysten

Tilførslene av nitrogen følger et mønster tilsvarende det for fosfor (Figur 17) med betydelige reduksjoner for befolkning og industri og økning for akvakultur i perioden 1985 til 2003. Tilførsler fra jordbruk er ikke beregnet for årene før 2000.

Tilførslene av nitrogen fra akvakultur til kystområdene (Figur 18) er ikke like dominerende som tilfellet er for fosfor (Figur 16). Jordbruk og akvakultur bidrar med omtrent like mye nitrogen til sjøområdene (35-40%), selv om den geografiske fordelingen er svært forskjellig.



Figur 17. Nitrogentilførsler til hele norskekysten, fordelt på kilder og år for perioden 1985-2003, vassdragsområdene 001.- 247.



Figur 18. Den relative størrelsen av de forskjellige nitrogenkildene pr. vassdragsområde i 2003.

4. Kalibrering av TEOTIL modellen

4.1 Innledning

TEOTIL modellen er kalibrert 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.

Ved overgang til den nye beregningsmodellen TEOTIL2 er det ikke foretatt en ny kalibrering, men det er vektlagt at beregningene skal gjennomføres så likt som praktisk mulig. I praksis ble begge modell-versjoner kjørt parallelt for å avdekke forskjeller og avklare årsaker til eventuelle forskjeller. Kun for bakgrunnsavrenning ble det funnet en mindre forskjell i beregningsresultatene, men det er vurdert som lite hensiktsmessig å gjøre endringer i modellen og datagrunnlaget for å bøte på dette (se omtale i 2.6.2).

4.2 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, som benytter koeffisienter for dette. 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 vannføringer samt oppgitt overflateareal og midlere dybde for innsjøen. For de fleste innsjøer over 1 km² 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 tilførselene 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. Stofftilførselene 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 istedet for den som modellen beregner. Det gir muligheten til å ta hensyn til kunnskap om hvordan vannkvaliteten, overføringer m.m. påvirker retensjonen.

Ved overgang til ny modell (TEOTIL2) er det ikke utført ny kalibrering, men det er vektlagt at beregningene i modellen skal utføres tilnærmet likt som i TEOTIL slik at resultatene er like. I praksis er det gjort ved at begge modellene er kjørt parallelt for å avdekke forskjeller og årsaken til dette. For beregning av bakgrunnsavrenning er det påvist en liten forskjell som det ikke er korrigert for (se omtale i 2.6.2).

5. 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.
- 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.

Tidligere rapporter:

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.

Borgvang, S.-A., Selvik, J.R., Tjomsland, T. og Eggestad, H.O., 2003. Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder i 2002, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL. Statlig program for forurensningsovervåking, Rapport nr 892/2003, TA-1999/2003. NIVA-rapport, L.nr. 4771-2003. 49 s.

VEDLEGG

Tabell 1. Næringsalttilførsler til forskjellige kyststrekninger pr. kilde i 2003

<i>Vassdragsområde</i>	<i>Akvakultur</i>	<i>Jordbruk</i>	<i>Befolkning</i>	<i>Industri</i>	<i>Bakgrunn</i>	<i>Sum</i>	<i>Menneskeskapt</i>
Fosfor							
001 - 002 Svenskegrensa-Strømtangen fyr	0	138	55	51	165	408	244
005 – 009 Indre Oslofjord	0	12	34	1	16	63	47
001 - 023 Svenskegrensa-Lindesnes	6	252	189	115	346	908	562
024 - 247 Lindesnes-russergrensa	5544	598	812	137	903	7995	7092
001 - 247 Hele norskekysten	5550	851	1001	252	1249	8903	7654
Nitrogen							
001 - 002 Svenskegrensa-Strømtangen fyr	0	6274	2414	251	5776	14714	8939
005 – 009 Indre Oslofjord	0	354	1009	10	381	1755	1373
001 - 023 Svenskegrensa-Lindesnes	28	10670	6719	1372	16753	35541	18789
024 - 247 Lindesnes-russergrensa	26416	17475	7539	1417	36360	89207	52847
001 - 247 Hele norskekysten	26444	28145	14258	2789	53113	124749	71636

Tabell 2. Tilførsler til kystområdet svenskegrensa-Strømtangen fyr i perioden 1985-2003.

År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske- skapt
Fosfor							
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
2003	0	138	55	51	165	408	244
Nitrogen							
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
2003	0	6274	2414	251	5776	14714	8939

Tabell 3. Tilførsler til Indre Oslofjord i perioden 1985-2003.

År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske- skapt
Fosfor							
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	16	72	56
2001	0	12	50	1	16	79	63
2002	0	12	41	1	16	71	55
2003	0	12	34	1	16	63	47
Nitrogen							
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	367	1834	29	383	2613	2230
2001	0	360	1430	32	383	2206	1822
2002	0	356	1221	8	383	1967	1584
2003	0	354	1009	10	381	1755	1373

Tabell 4. Tilførsler til kystområdet Svenskegrensa-Lindesnes i perioden 1985-2003.

År	Akvakultur	Jordbruk	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske- skapt
Fosfor							
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	263	218	106	369	957	588
2002	3	250	188	86	369	896	527
2003	6	252	189	115	346	908	562
Nitrogen							
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	48	11172	7505	1526	17660	37911	20251
2001	9	10989	7510	1424	17660	37592	19932
2002	17	10591	7026	1302	17660	36595	18936
2003	28	10670	6719	1372	16753	35541	18789

Tabell 5. Tilførsler til kystområdet Lindesnes-russergrensa i perioden 1985-2003.

År	Akvakultur	Jordbruk ¹	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske- skapt
Fosfor							
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							
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

1) Det foreligger ikke oppdaterte avrenningsberegninger for perioden 1985-1999.

Tabell 6. Tilførsler til hele norskekysten i perioden 1985-2003

År	Akvakultur	Jordbruk ¹	Befolkning	Industri	Bakgrunn	Totalt	Menneske- skapt
Fosfor							
1985	361		2687	601	1269		
1990	1634		1830	464	1269		
1991	1634		1944	464	1269		
1992	1427		1933	464	1269		
1993	1742		1745	305	1269		
1994	2271		1714	231	1269		
1995	2907		1562	229	1269		
1996	3345		1490	241	1269		
1997	3875		1281	258	1269		
1998	4225		1310	233	1269		
1999	4207		1241	238	1269		
2000	4771	888	1092	182	1269	8202	6933
2001	4224	868	1049	194	1269	7604	6335
2002	5358	853	988	228	1269	8695	7426
2003	5550	851	1001	252	1249	8903	7654
Nitrogen							
1985	1710		22815	7901	54275		
1990	7757		24015	3205	54275		
1991	7757		25696	3909	54275		
1992	6774		25078	4563	54275		
1993	8276		21254	2940	54275		
1994	10789		21359	3205	54275		
1995	13810		20855	3220	54275		
1996	15883		20534	3909	54275		
1997	18398		18495	4563	54275		
1998	20286		18265	2376	54275		
1999	20179		17383	3420	54275		
2000	22851	28819	15896	3789	54275	125630	71355
2001	20215	28544	15063	3691	54275	121788	67513
2002	25225	28067	14480	3211	54275	125257	70983
2003	26444	28145	14258	2789	53113	124749	71636

1) Det foreligger ikke oppdaterte avrenningsberegninger for perioden 1985-1999.

**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

Utførende institusjon Norsk Institutt for Vannforskning- NIVA	Kontaktperson SFT Jon L. Fuglestad		ISBN-nummer 82-577-4582-0
	Avdeling i SFT Organisasjons- og miljøinformasjonsvdelingen		TA-nummer 2059/2004
Oppdragstakers prosjektansvarlig John Rune Selvik	År 2003	Sidetall 52	SFTs kontraktnummer 6003-053
Utgiver Norsk Institutt for Vannforskning- NIVA	Prosjektet er finansiert av Statens forurensningstilsyn-SFT		
Forfatter(e) John Rune Selvik (NIVA), Stig A. Borgvang (NIVA), Hans Olav Eggestad (JORDFORSK), Torulv Tjomsland (NIVA)			
Tittel Tilførsler av næringssalter til Norges kystområder i 2003, beregnet med tilførselsmodellen TEOTIL2. Inputs of nutrients to Norwegian Coastal Areas, estimated with the input model TEOTIL2			
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 Recommendation 88/2 om næringssalttilførsler. I perioden 1985 til 2003 ble den menneskeskapte fosfor- og nitrogentilførselen til dette norske problemområdet reduisert med omlag 60% og 40%. I år 2003 utgjorde de menneskeskapte utslippene av fosfor og nitrogen fra jordbrukssektoren henholdsvis 50% og 60% av de menneskeskapte tilførslene til dette problemområdet. Tilførslene fra akvakulturnæringen utgjorde mer enn 3/4 av de totale menneskeskapte tilførslene av fosfor til kystområdet fra Lindesnes til russergrensa i 2003 og omtrent halvparten av den menneskeskapte nitrogentilførselen til det samme området.			
4 emneord: Næringssalter Tilførsler Norskekysten TEOTIL modellen	4 subject words: Nutrients Inputs Norwegian coast TEOTIL model		