RAPPORT LNR 4898-2004

Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Telemark. Fase 1 – Miljøtilstand, kilder og prioriteringer. REVISJON 2.

Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

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

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

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

Vestlandsavdelingen
Nordnesboder 5
5005 Bergen
Telefon (47) 55 30 22 50
Telefax (47) 55 30 22 51

Akvaplan-niva
9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel	Løpenr. (for bestilling)	Dato
Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Telemark. Fase 1 – Miljøtilstand, kilder og prioriteringer. REVISJON 2.	4898-2004	01.11.04
	Prosjektnr. Undernr. O-23232	Sider Pris 56
Forfatter(e) Aud Helland Marianne Olsen (MARE) Oddvar Lindholm, Frode Uriansrud Tor Traaen Brage Rygg	Fagområde Miljøgifter marin	Distribusjon
	Geografisk område Telemark	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse
Fylkesmannen i Telemark	

Sammendrag

Prosjektet har hatt som mål å sammenstille eksisterende data på miljøgifter i bunnsedimenter i Grenlandsfjordene, samt skaffe oversikt over bidraget av miljøgifter til fjorden fra kilder i nedbørsfeltet. Videre var målet å peke ut potensielle høyrisikoområder og områder som har behov for kartlegging. Grunnområdene utenfor flere av de store kaiene i Frierfjorden og Eidangerfjorden er vurdert som potensielle høyrisikoområder (høye konsentrasjoner av miljøgifter i grunne områder med risiko for spredning, som følge av høy båtaktivitet eller friluftsliv). Arbeidet har vist at det er behov for supplerende data fra noen av disse grunne områdene. For å kunne vurdere risikobidraget fra ulike forurensningskilder er det behov for kunnskap om ulike kilder i nedbørsfeltet. Tilførsler fra deponier og forurenset grunn, direkte til sjø og via Skienselva, samt overflateavrenning fra byene Porsgrunn og Skien bør kartlegges. Vurdering av effekten av tiltak vurderes for øyeblikket ved bruk av DIG-modellen.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Tiltaksplan	1. Plan of action
2. Miljøgifter og kilder	2. Micro pollutants and sources
3. Sjøsedimenter	3. Marine sediments
4. Grenlandsfjordene	4. The Grenlandfjords

Aud Helland
Prosjektleder

Kristoffer Næs
Forskningsleder

Jens Skei
Forskningsdirektør

ISBN 82-577-4585-5

Tiltaksplan for forurensede sedimenter i Telemark

Fase 1 – Miljøtilstand, kilder og prioriteringer

Forord

Foreliggende arbeid er et ledd i det landsomfattende arbeidet med forurensede sedimenter. Arbeidet er forankret i Stortingsmelding nr 12 (2001 – 2002) ”Rent og rikt hav”. De fylkesvise tiltaksplanene er presentert som det helhetlige grepet som skal sikre lokal forankring. Planene skal være utgangspunktet for de ansvarlige for å gjennomføre tiltak.

Totalt 29 områder er valgt ut av Forurensningsmyndighetene hvor en tiltaksplan skal være ferdig utarbeidet innen 2005.

Foreliggende rapport omfatter første fase for Telemark og omfatter:

- gjennomgang av eksisterende data
- kildesporing
- nærmere prioritering av delområder for eventuelle videre undersøkelser.

Området som er valgt ut i Telemark er avgrenset av Skiensvassdraget, Herrevassdraget og andre mindre vassdrag som munner ut i disse eller i Frierfjorden, med en ytre avgrensing gitt av en rett linje fra Mølen (nord for Nevlunghavn) til Såsteins søndre odde, og videre via Mejulen, Kråka og Kårsholmen til fastlandet.

Oslo, januar 2004

Aud Helland

Innhold

1. Innledning 9

2. Metode 11

2.1 Sjøsedimenter 11

2.2 Elvetilførsler 12

2.3 Tilførsler fra tette byflater og kommunale avløp 12

2.4 Tilførsler fra konsesjonsbelagt industri 13

2.5 Lokaliteter med forurenset grunn og deponier 13

2.6 Kartpresentasjon 16

2.7 Klassifisering og rangering av områdene 17

3. Områdebeskrivelse 18

3.1 Frierfjorden med Voldsfjorden, Gunneklevfjorden og Skienselva 18

3.2 Breviksfjorden og Eidangerfjorden 18

3.3 Ormefjorden, Langangsfjorden, Mørjefjorden, Kalven 19

3.4 Langesundsbukta med Rognsfjorden, Åbyfjorden og fjordområdet innenfor Kråka 19

4. Forurensningskilder 20

4.1 Industri 20

4.2 Lokaliteter med forurenset grunn og deponier 21

4.3 Tette flater og kommunale, interkommunale avløp og overløp 24

4.4 Elver og diffus bakgrunn 24

5. Miljøtilstand 25

5.1 Frierfjorden, Gunneklevfjorden, Voldsfjorden og Skienselva 26

5.1.1 Metaller 26

5.1.2 Organiske miljøgifter 27

5.1.3 Rangering av området 28

5.2 Brevikfjorden og Eidangerfjorden 29

5.2.1 Metaller 29

5.2.2 Organiske miljøgifter 29

5.2.3 Rangering av området 30

5.3 Ormefjorden, Langangsfjorden, Mørjefjorden, Kalven, Langesundsbukta med Rognsfjorden, Åbyfjorden og fjordområdet innenfor Kråka 30

5.3.1 Metaller 30

5.3.2 Organiske miljøgifter 30

5.3.3 Rangering av området 31

6. Forslag til supplerende kartleggingsarbeid i fase 2 49

6.1 Generelt 49

6.2 Prioritering av delområdene 49

6.2.1 Supplerende sedimentundersøkelser 50
6.2.2 Supplerende kartlegging av tilførsler via Skienselva 52
6.2.3 Supplerende kartlegging av tilførsler via overvann fra tette flater 52
6.2.4 Risikovurderinger 52

6.3 Kostnadsoverslag for kartlegging i Fase 2 53
6.3.1 Supplerende sedimentundersøkelser 53
6.3.2 Tilførsler via elver 54
6.3.3 Tilførsler via overvann, tette flater 54
6.3.4 Risikovurdering 54

7. Referanser 55

Sammendrag

Foreliggende rapport er et ledd i det landsomfattende arbeidet med å lage tiltaksplaner for forurensede sedimenter. SFT har i samråd med fylkesmennene valgt ut 29 fjordområder hvor det skal lages tiltaksplaner innen 2005. Et av områdene er Grenlandsfjordene ut til linjen Mølen, Såstein, Mejulen, Kråka og Kårsholmen inn til fastlandet. Prosjektet er fase 1 i de fylkesvise tiltaksplanene for opprydding i forurenset sjøbunn. Rapporten skal danne grunnlag for en fase 2, hvor tiltaksplan for de enkelte områdene skal utarbeides.

Prosjektet har hatt som mål å skaffe oversikt over forurensningsituasjonen i sedimentene i fjorden, aktuelle kilder og deres bidrag av miljøgifter til fjorden. Prosjektet har også hatt som mål å rangere fjordområdene etter alvorlighet i forurensning og risiko for spredning. Tre hovedkategorier av områder er pekt ut, nemlig potensielle høyrisikoområder (høye miljøgiftkonsentrasjoner i et begrenset område med spredningsfare), områder som trenger ytterligere kartlegging (områder hvor lite data er tilgjengelig og eller kilder / aktiviteter tilsier at området bør undersøkes nærmere) og friskmeldte områder. Kriteriene for utvelgelse av potensielle høyrisikoområder er basert på SFTs definisjon av slike områder. Alle kriteriene må være oppfylt for at en lokalitet skal komme inn under definisjonen. Følgende kriterier er anvendt:

- områder med konsentrasjoner av miljøgifter i klasse IV eller V
- områder grunnere enn 20 m
- områder med aktiv trafikk, som båt og friluftsliv

Det understrekes at klassifiseringen av høyrisikoområder ikke direkte kan knyttes til behov for tiltak.

Vurderingene er basert på eksisterende data for metaller (Cd, Cu, Hg, Pb, Zn) og organiske miljøgifter (dioksiner, HCB, OCS, PCB, PAH, TBT) i sedimentene. De viktigste miljøgiftkildene til fjorden er antatt å være industri, kommunalt avløp, avrenning fra tette byområder, forurenset grunn og deponier og atmosfærisk nedfall som en del av den generelle avrenningen fra nedbørfeltet via elver. Beregning av årlige tilførsler er basert på opplysninger fra SFTs databaser, kommuner og litteraturdata.

Sammenstillingen av sedimentdataene fra Grenlandsfjordene har vist at forurensningen i størst grad er knyttet til dioksiner, HCB, PAH og Hg. Frierfjorden og Gunneklevfjorden har de høyeste konsentrasjonene (klasse IV og V). Det er avtagende konsentrasjoner av miljøgifter i sedimenter ut gjennom fjordsystemet. Konsentrasjonen av dioksiner i sedimentene utenfor Frierfjorden er lavere enn i Frierfjorden, men fortsatt i klasse IV og V. Årsaken til de høye konsentrasjonene er tidligere tiders utslipp fra industrien innerst i fjorden. Dagens bidrag av miljøgifter fra diffuse kilder som forurenset grunn og deponier er lite kjent. De fleste av lokalitetene med deponier og forurenset grunn ligger i nedre del av Skienselva og på Herøya.

Det er færre data om TBT enn for øvrige miljøgifter, men områder med stor båttrafikk har høye konsentrasjoner av TBT i sedimentene.

Det er forbundet størst risiko med forurensede sedimenter på grunt vann. Sedimentene på grunt vann kan virvles opp som følge av bølger, båttrafikk og friluftsaktiviteter. Ved oppvirvling blir miljøgiftene mer tilgjengelige og kan spres til andre områder. Det finnes generelt mindre data fra slike grunne områder i fjordsystemet i forhold til sedimentene på dypt vann. Det er pekt ut 2 potensielle

høyrisikoområder i fjorden med en stor mengde data tilgjengelig. I tillegg er det pekt ut 4 potensielle høyrisikoområder hvor det er begrenset med data. I to områder er det ikke tilstrekkelig med data til å vurdere om områdene kan være potensielle hørisikoområder. Aktivitet og beliggenhet av områdene tilsier at de bør undersøkes nærmere. Høyrisikoområder er områder som har høye konsentrasjoner av miljøgifter i sedimentene og som samtidig har stor båttrafikk og / eller er friluftsområder.

Følgende områder er vurdert til å være potensielle høyrisikoområder og / eller ha behov for supplerende kartlegging:

Lokalitet	**Fjordområde**	**Delområde**	**Type område**
1	Gunneklevfjorden	Gunneklevfjorden	Høyrisiko
2	Frierfjorden	Kaiområdet ved utløpet av Skienselva	Høyrisiko
3		Hovedkaia ned til Versvik	Høyrisiko, behov for data
4		Utenfor Rafnes	Behov for data
5		Utenfor Herre	Behov for data
6		Nord for Aasdalstangen	Høyrisiko, behov for data
7		Trosvik / Brevik	Høyrisiko, behov for data
8	Eidangerfjorden	Dalsbukta	Høyrisiko, behov for data
9	Langesundsfjorden	Langesundsfjorden	Behov for data

- Sju av de utvalgte lokalitetene ligger i Frierfjorden. Her er det kaiområdet ved utløpet av Skienselva og Gunneklevfjorden som har de høyeste konsentrasjonene i sedimentene og disse områdene er de mest trafikkerte. Sedimentene her er relativt godt undersøkt. Det er ikke like dekkende oversikt over miljøstatusen i sedimentene ved de øvrige kaianleggene i fjorden. Det er derfor behov for data fra de grunne områdene fra Hovedkaia ned til Versvik, utenfor Rafnes, utenfor Herre, nord for Asdalstangen og utenfor Brevik.
- En annen lokalitetene er kaiområdet i Dalsbukta i Eidangerfjorden. Dette er et område med høye konsentrasjoner i sedimenter fra grunt vann, men det er få data fra de grunne områdene. Det er derfor behov for flere data fra de disse områdene.
- Den siste lokaliteten er Langesundsfjorden. Sedimentene her har vist høye konsentrasjoner av TBT. Området har en aktiv båttrafikk. Miljøstatusen for andre miljøgifter i sedimentene er ikke kjent, det er derfor behov for data fra området, spesielt fra grunt vann.

Sedimentene i hele planområdet utenfor Frierfjorden har høye konsentrasjoner av miljøgifter, men konsentrasjonene er lavere enn i Frierfjorden. Det er ingen industriutslipp eller lokaliteter med forurenset grunn som tilfører miljøgifter til sjøen i dette området. Overkonsentrasjonene i sedimentene skyldes tidligere utslipp fra industrien i Frierfjorden. Konsentrasjonene i sedimentene er så høye at områdene ikke kan friskmeldes.

For å kunne vurdere risikobidraget fra ulike forurensningskilder i et område er det nødvendig å bedre kunnskapen om de ulike kildene. Sammenstillingen av eksisterende data har avdekket en mangel av data om organiske miljøgifter fra diffuse kilder til fjorden. Tilførslene av dioksiner, HCB, PAH og Hg med Skienselva bør klarlegges. Undersøkelsene bør legges opp som en overvåking for å fange opp variasjoner i tilførsler over året (sesong). Overvåkingen bør samordnes med undersøkelser av miljøgift-tilførsler via overvann fra byområdene Porsgrunn og Skien.

Vurdering av effekten av tiltak vurderes i øyeblikket ved bruk av DIG-modellen, og vil bli rapportert i samlerapporten for DIG-prosjektet i nær fremtid.

1. Innledning

Formålet med foreliggende rapport har vært å:

- skaffe oversikt over forurensningsituasjonen i sedimenter i Grenlandsfjordene, aktuelle kilder og hva de bidrar med av årlige tilførsler av miljøgifter til fjorden ut til grensen Mølen – Såstein – Mejulen – Kråka og inn til fastlandet,
- rangere fjorden i områder etter alvorlighet av forurensning,
- skissere forslag til videre oppfølging.

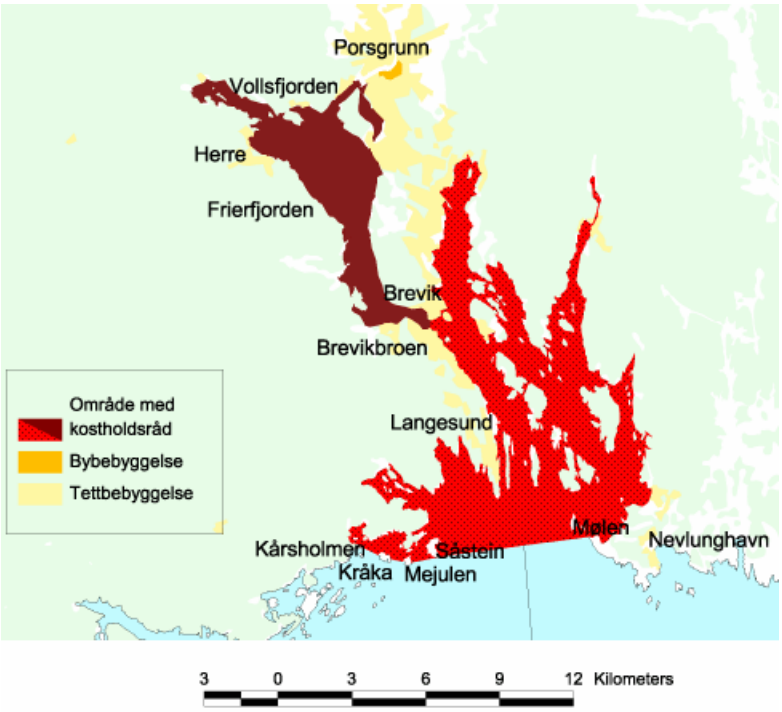
Grenlandsfjordene er et sammensatt fjordområde med mange småfjorder og for å oppnå håndterlige og hensiktsmessige enheter har det vært nødvendig å dele fjorden i geografiske enheter. Inndelingen er gjort i henhold til DNs "Fjordkatalog" og er basert på naturlige avgrensninger, mer eller mindre dype bassenger avgrenset av grunnere terskeler (**Figur 1**). Inndelingen er også i god overenstemmelse med lokalisering av bedrifter og bebyggelse i området (omtalt under hvert fjordavsnitt).

Inndelingen etter Fjordkatalogen er mer nyansert enn inndeling som følge av kostholdsråd. Avgrensning av området som helhet følger imidlertid SNTs råd knyttet til konsum av fisk og skalldyr (**Figur 2**). Rådene gjelder klorerte organiske forbindelser, særlig dioksiner. Konsum av all fisk og skalldyr fanget i Frierfjorden og Vollsfjorden ut til Brevikbroen frarådes. Videre frarådes konsum av sjø-ørret fanget i Skiensvassdraget, Herrevassdraget og andre mindre vassdrag som munner ut i disse eller i Frierfjorden. Konsum av ål, sild, makrell, krabbe og lever fra fisk fanget mellom Brevikbroen og en ytre avgrensning gitt av en rett linje fra Mølen (nord for Nevlunghavn), til Såsteins søndre odde, og videre via Mejulen, Kråka og Kårsholmen til fastlandet frarådes.

Kommunene Skien, Porsgrunn og Bamble grenser til fjordområdet. Hovedtilførslene av metaller og organiske miljøgifter antas derfor å komme fra industri, elver, kommunale avløp, overløp, tette urbane flater og den diffuse avrenningen fra nedbørsfeltet, som er et indirekte mål på bl.a. atmosfærisk nedfall, i fra disse tre kommunene.

Arbeidet er basert på eksisterende data og metodene som er benyttet for å innhente og behandle disse er kort omtalt i kap. 2.

Figur 1. Inndeling av Grenlandfjordene i hht. DNs Fjordkatalog



Figur 2. Avgrensning av området i hht. SNTs (Statens næringsmiddeltilsyn) råd om konsum av fisk og skalldyr i Grenlandsområdet, sist vurder i 2002.

2. Metode

2.1 Sjøsedimenter

Sammenstillingen av miljøgiftdata har vært basert på eksisterende undersøkelser av miljøgifter i sjø og vassdrag. For sjøsedimenter er mesteparten av dataene fra NIVAs base som omfatter data fra 1970-tallet fram til i dag. Basen er supplert med undersøkelser utført av andre institusjoner som Norges Geotekniske Institutt (NGI), Rogalandsforskning (RF), Norwegian Environmental Technology AS (NET), formidlet fra fylket, kommunene og havnevesenet. Basen omfatter et utvalg av miljøgifter, metallene kvikksølv (Hg), kadmium (Cd), kobber (Cu), bly (Pb) og sink (Zn) foruten tinn i form av tributyltinn (TBT) og organiske miljøgifter som dioksiner, oktaklorstyren (OCS), heksaklorbensen (HCB) polyklorerte bifenyler (PCB) og polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH).

Disse forbindelsene ble valgt ut delvis fordi de er kjent å være et forurensningsproblem i Grenlandsfjorden og at de forekommer på SFTs prioriterte liste over miljøgifter, som er i samsvar med de analyser som har inngått i Statlig program for forurensingsovervåking gjennom årene. Nyere forbindelser som bromerte flammehemmere er ikke inkludert fordi det per i dag eksisterer svært lite eller ingen data om slike i sedimenter. SFT er igang med et screening prosjekt om disse nye stoffene (”Tiltaksrettet screeninganalyse av brommerte flammehemmere, 2003”).

SFTs system for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (Molvær et al. 1997) er lagt til grunn for karakterisering av tilstand og vurdering av forurensningsgrad, og illustrert i miljøstatuskart (jfr. kap. 2.6). Klassifiseringen omfatter både metaller og organiske miljøgifter i sedimenter. Systemet opererer med et sett av fem tilstandsklasser som går fra klasse I (*ubetydelig-lite forurenset)* til klasse V (*meget sterkt forurenset)*. Grensen for kl. I er satt ved et antatt høyt bakgrunnsnivå fra bare diffus belastning, dvs. uten sporbar innflytelse fra punktkilder. I **Tabell 1** er klassene vist for de miljøgiftene som inngår i denne undersøkelsen.

Tabell 1. Klassifisering av miljøtilstand i hht. SFTs miljøkvalitetskriterier (Molvær et al. 1997).

Variable		Tilstandsklasser				
		I Ubetydelig – Lite forurenset	**II Moderat forurenset**	**III Markert forurenset**	**IV Sterkt forurenset**	**V Meget sterkt forurenset**
Sedimenter (tørrvekt)	Bly (mg Pb/kg)	**< 30**	**30 – 120**	**120 – 600**	**600 – 1500**	**> 1500**
	Kadmium (mg Cd/kg)	**< 0,25**	**0,25 – 1**	**1 – 5**	**5 – 10**	**> 10**
	Kobber (mg Cu/kg)	**< 35**	**35 – 150**	**150 – 700**	**700 – 1500**	**> 1500**
	Kvikksølv (mg Hg/kg)	**< 0,15**	**0,15 – 0,6**	**0,6 – 3**	**3 – 5**	**>5**
	Sink (mg Zn/kg)	**<150**	**150-700**	**700-3000**	**3000-10000**	**>10000**
	TBT (µg/kg)	**< 1**	**1 – 5**	**5 – 20**	**20 – 100**	**> 100**
	Σ PAH (µg/kg) [1)]	**< 300**	**300 – 2000**	**2000 – 6000**	**6000 – 20000**	**> 20000**
	Σ PCB_7 (µg/kg) [2)]	**< 5**	**5 – 25**	**25 – 100**	**100 – 300**	**>300**
	HCB (µg/kg)[3)]	**<0,5**	**0,5-2,5**	**2,5-10**	**10-50**	**>50**

1) Σ PAH: Sum av 19 tri- til heksasykliske forbindelser. Inkluderer de 16 i EPA protokoll 8310 minus naftalen (disyklisk). Omfatter dessuten alle KPAH.
2) Σ PCB_7 : Sum av enkeltforbindelse nr. 28, 52, 101, 118, 138, 153 og 180.
3) HCB: Heksaklorbensen

2.2 Elvetilførsler

Generelt eksisterer et mer omfattende datamateriale på sjøsedimenter enn i vann. Det finnes tilnærmet ikke data på organiske miljøgifter i elvene til Grenlandsfjordene. Skienselva er en av flere elver som inngår i Oslo-Paris kommisjonens (PARCOM) årlige overvåking av Norges tilførsler til Nordsjøen. Denne overvåkingen har foregått siden 1980-tallet. Metaller, suspendert stoff, organisk stoff og næringsalter har vært i fokus for overvåkingen. Årsaken til at organiske miljøgifter ikke er analysert i samme omfang som metaller, er delvis analytisk begrunnet. Norske vassdrag fører store vannmengder noe som fører til stor fortynning. Dette gir seg særlig utslag for påvisning av miljøgifter som i utgangspunktet forekommer i lave konsentrasjoner. Analyseresultater av organiske miljøgifter, og også tildels kvikksølv og kadmium, har derfor tendens til å være under deteksjonsnivå. Under DIG-prosjektet (Dioksiner I Grenland) ble det i 2000 målt konsentrasjoner av dioksiner ved utløpet av Skienselva tilsvarende 210 pg dioksiner/m^3 (løst+partikulært). Konsentrasjonene i selve Skienselva er ikke kjent.

Det er utført svært få eller ingen målinger av metaller og organiske miljøgifter i andre elver i nedbørsfeltet til fjorden. Noe målinger er gjort av sigevann, grunnvann og overvann på enkeltlokaliteter med deponier eller forurenset grunn. Det totale bidraget fra lokalitetene til vannresipienten finnes det imidlertid ikke beregninger for. Som for Skienselva har målingene i disse vassdragene også vært konsentrert om suspendert stoff, organisk stoff og næringsalter.

Atmosfærisk nedfall bidrar til en diffus tilførsel av miljøgifter fra nedbørsfeltet, selv om mesteparten av det atmosfæriske bidraget blir holdt tilbake i jordsmonn og innsjøsedimenter. For å beregne den diffuse tilførselen av miljøgifter i kg/år fra nedbørsfeltet, er analysedata fra ikke-påvirkede innsjøer og vassdrag i nedbørsfeltet benyttet (**Tabell 2**). Middelkonsentrasjonen fra innsjøene er multiplisert med midlere avrenning til fjorden. I denne beregningen ligger også den diffuse tilførselen som kommer via Skienselva. Målinger i Skienselva under PARCOM (nevnt over) måler totaltransporten i elva, som er summen av diffus tilførsel og tilførsel fra mer eller mindre kjente punktkilder i nedbørsfeltet til elva.

Tabell 2. Bakgrunnskonsentrasjoner (µg/l) av metaller i vannforekomster i nedbørsfeltet til Grenlandsfjordene.

	Cu	**Zn**	**Cd***	**Pb**
Bakgrunnskonsentrasjoner	0,65	3,55	0,03	0,39

* Mange av målingene ligger under deteksjonsnivå (0.02µg Cd/l). Ved beregning av middel- konsentrasjonen er deteksjonsgrensen benyttet for måledata under deteksjonsgrensen.

2.3 Tilførsler fra tette byflater og kommunale avløp

Overvannsavrenning fra tette flater er en av kildene til miljøgifter til fjorden. Det har vært lite fokus på slik avrenning som kilde til miljøgifter. Det eksisterer derfor lite data fra Norge. Tilsvarende som for målinger i innsjøer og vassdrag, er det et sparsomt datamateriale som omfatter metaller, mens det er enda mer begrenset for organiske miljøgifter.

Parallelt med igangsetting av foreliggende kartleggingsarbeid fikk SFT utarbeidet en metode for beregning av tilførsler fra urbane tette flater (Lindholm, 2003). I foreliggende rapport er denne metoden benyttet.

Miljøgiftkonsentrasjonene i overvann er sterkt avhengig av hvilke typer tette flater det er målt på. I mangel av lokaltilpassede data er såkalte sjablongverdier for norske forhold benyttet for å beregne tilførsler av de enkelte miljøgifter i kg/år (**Tabell 3**).

For beregning av tilførsler av miljøgifter fra kommunale avløp er konsentrasjonene i **Tabell 4** benyttet. Også her er det sparsomt med måledata. Konsentrasjonene som er benyttet er basert på erfaringstall fra målinger fra enkelte lokaliteter og data fra NIVAs interne forskningsprogram (SIP), ”Miljøgifter i kommunalt avløpsvann”. Opplysninger om vannmengder i avløp og overløp er gitt av kommunene.

Tabell 3. Anbefalte konsentrasjoner i overvann fra tette flater (µg/l) (etter Lindholm, 2003)

Utslippskilde	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
Sentrumsområder	0,5	5	30	0,1	10	20	140	0,6	0,1	0,01
Bolig-Villaområder	0,15	4	10	0,05	6	4	30	0,2	0,1	0,01
Bolig-Rekkehusområder	0,20	5	15	0,05	7	5	40	0,25	0,1	0,01
Bolig-Blokkbebyggelse	0,25	6	20	0,05	9	7	45	0,6	0,1	0,01
Industri- og næringsområder	0,5	5	30	0,1	10	20	140	0,6	0,1	0,01
Veger 5000 kj/d	0,25	3	30	0,1	4	10	60	0,3	0,1	0,01
Veger 30000 kj/d	0,5	5	60	0,1	10	20	140	1,5	0,1	0,01

Tabell 4. Antatte konsentrasjoner i avløp og overløp fra interkommunale og kommunale avløpsrenseanlegg (µg/l) (Lindholm 2003).

Utslippskilde	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
Kons-avløp-antatt	0,15	3	15	0,1	8	0,6	25	0,3	0,1	0,01
Kons-overløp-antatt	0,35	5	75	0,2	10	10	100	0,9	0,1	0,01

2.4 Tilførsler fra konsesjonsbelagt industri

Opplysninger om tilførsler fra industri er hentet fra SFTs base INKOSYS. Dette er en base for bedrifter med konsesjon. Vi antar at bedrifter uten konsesjon ikke har store utslipp av miljøgifter. Oversikten gir data fra 2002. Kartkoordinater til lokalitetene og utslippspunktene til resipienten er ikke registrert i basen.

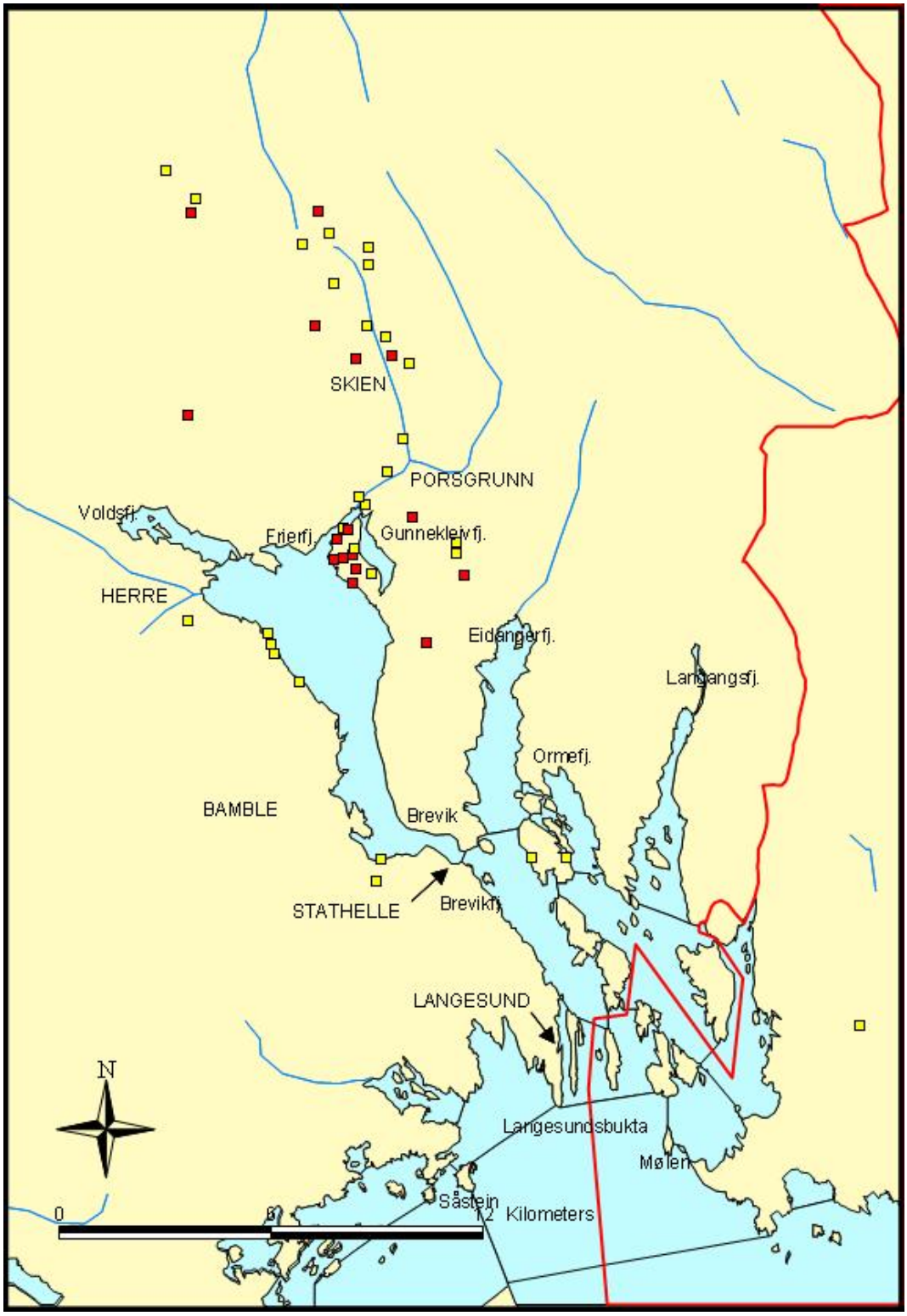
2.5 Lokaliteter med forurenset grunn og deponier

Lokaliteter med forurenset grunn og deponier er hentet fra SFTs grunnforurensningsdatabase. Lokalitetene er rangert fra 1 til 3 etter alvorlighet / betenklighet og behov for videre undersøkelser. Kategori 1 lokaliteter er definert som ”lite / ingen påvirkning”. Kategori 2 lokaliteter er definert som ”lite / ingen påvirkning med dagens areal / resipientbruk”. Kategori 3 er definert som ”mulig / kjent påvirkning og behov for undersøkelser / tiltak”. I miljøstatuskartene er lokaliteter i kategori 2 og 3 merket av med hhv. gule og røde kvadrater.

Den nasjonale målsettingen for arbeidet med forurenset grunn er gitt i Stortingsmelding nr 8 (1999-2000):

- Miljøproblemene på de stedene med grunnforurensning der det er behov for snarlige undersøkelser og tiltak skal være løst innen utgangen av 2005 (A-listelokaliteter).
- For lokaliteter der det er behov for videre undersøkelser skal miljøtilstanden være avklart innen utgangen av 2005, så langt det finnes en ansvarlig i henhold til forurensningsloven (B-listelokaliteter).

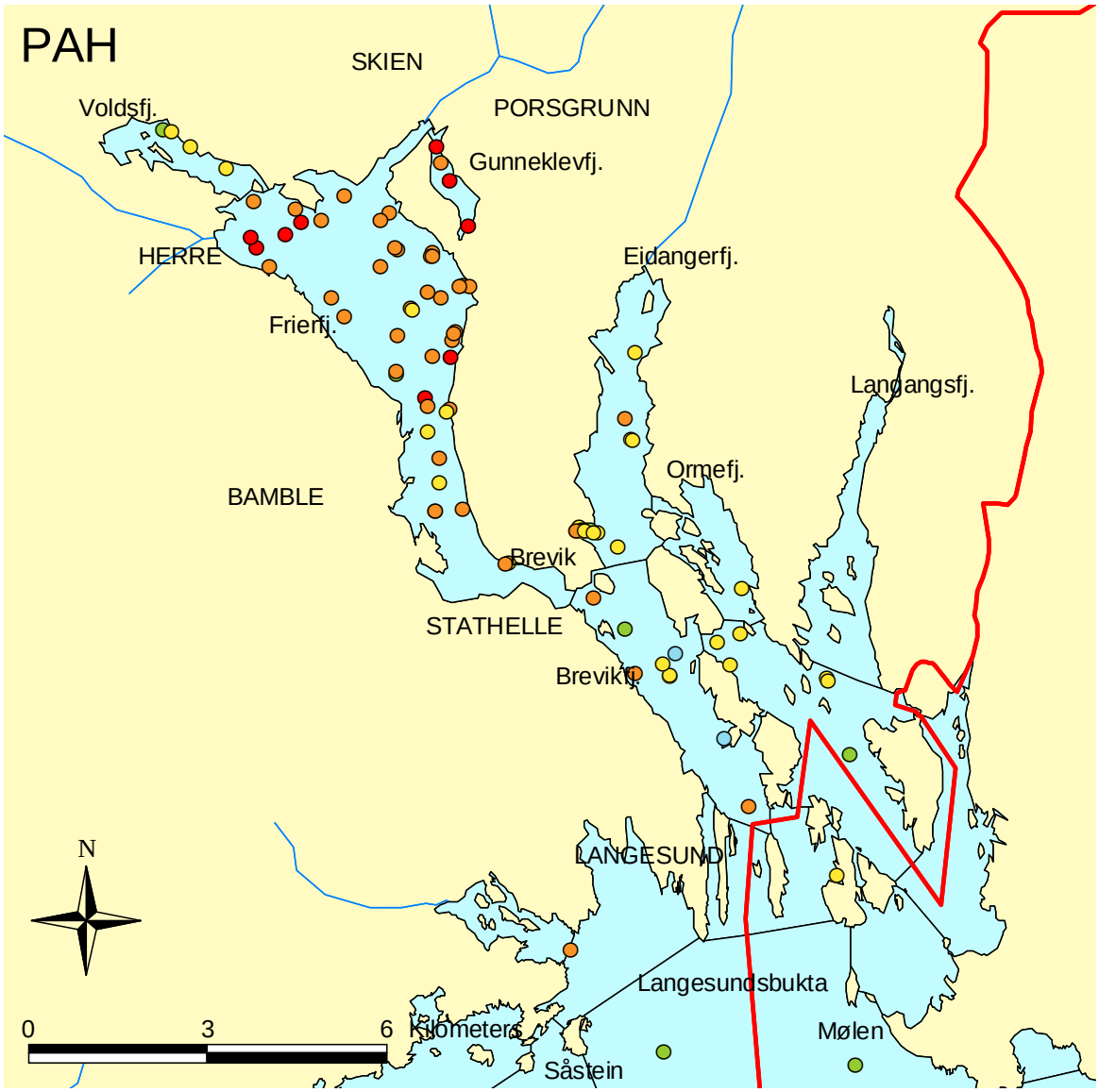
Lokaliteter med forurenset grunn og deponier er vist i **Figur 3**.



Figur 3. Lokaliteter med deponier og forurenset grunn i Skien, Porsgrunn og Bamble. Lokaliteter i kategori 2 merket ( ) og lokaliteter i kategori 3 merket ( ).

2.6 Kartpresentasjon

Miljøinformasjonen er samlet i statuskart som viset i Figur 4.



Figur 4. Miljøstatuskart med tegnforklaring:

- Sedimentstasjoner for miljøgifter, med fargekoder i hht. SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1(eks. klasse V● meget sterkt forurenset)
- inndeling i fjordområder i hht. Fjordkatalogen ———
- elver i nedbørsfeltet
- fylkesgrenser

Årlige tilførsler av hver enkelt miljøgift fra vassdrag, tette flater, kommunale og interkommunale overløp og avløp og industri er vist i graf på motstående side av statuskartene.

2.7 Klassifisering og rangering av områdene

Prosjektet har hatt som mål å skulle peke ut potensielle høyrisikoområder. I SFTs veiledning til Fylkesmennene er følgende definisjon på høyrisikoområder gitt:

- Høye konsentrasjoner av miljøgifter i forhold til områdene omkring
- Spredningsfare for miljøgifter til omkringliggende områder
- Mindre områder i utstrekning

For å kunne vurdere risikobidraget fra ulike forurensningskilder i et definert område (risiko-området), må man se på de prosesser og forhold som regulerer bidragene til området. Foreliggende prosjekt har hatt som mål å sammenstille inngangsdataene som er nødvendig for å beskrive eller kvantifisere forurensningsbidraget fra de antatt viktigste av disse kildene. Ved vurdering av risiko forbundet med sedimentene må bidraget fra sedimentene veies opp mot bidraget fra øvrige kilder. Målet med dette arbeidet har således ikke vært å gjøre en risikovurdering av sedimentene i begrepets rette forstand, men å sammenstille nødvendige data for en risikovurdering. SFT vil i løpet av 2004 ha utviklet en veileder for vurdering av risiko forbundet med forurensede sedimenter.

Risiko omfatter både sannsynlighet for at en skadelig tilstand oppstår (risiko for skade) og selve skadens alvor (skadepotensiale). Begge disse egenskapene kan graderes, f.eks som i figuren nedenfor. Et høyrisikoområde vil f.eks. falle i de kategorier som er merket med X.

		Skadepotensiale		
		Høyt	Middels	Lavt
Risiko for skade	Høy	X	X	
	Middels	X		
	Lav			

Med utgangspunkt i SFTs definisjon, anvender vi følgende betingelser for at et område skal rangeres som et potensielt høyrisikoområde:

- områder med konsentrasjoner av miljøgifter i klasse IV eller V (skadepotensiale)
- områder grunnere enn 20 m vanndyp (risiko for skade)
- områder med aktiv trafikk, som båt og friluftsliv (risiko for skade).

Disse kriteriene er viktige i forhold til vurdering av spredningsfare for miljøgifter fra sedimentene, men tar ikke hensyn til spredning via næringskjeden. Med dette understreker vi at det ikke er en enkel årsakssammenheng mellom forurensede sedimenter og opptak /effekter i organismer. Likeledes understrekes det at klassifiseringen ”høyrisikoområde” ikke direkte kan knyttes til behov for tiltak. Det må avgjøres etter at miljømål er formulert. Kun når man har et definert miljømål er det mulig å vurdere risikoen for at miljømålene ikke nås ved at de forurensede sedimentene blir liggende.

I tillegg til potensielle høyrisikoområder er delområdene rangert i følgende kategorier:

Tabell 5. Rangering av delområdene i kategorier i forhold til antatt høyrisiko og forekomst av informasjon om forurensningsituasjonen i sedimentene, potensielle kilder og interessekonflikter.

1. Høyrisikoområder
   A: Avsluttede kilder
   B: Mulige fortsatt eksisterende kilder
2. Forhøyede konsentrasjoner, men liten spredningsfare
3. Data eksisterer, men må suppleres for tilfredsstillende karakterisering
4. Data eksisterer ikke, må undersøkes nærmere
5. Områder hvor det kan være interessekonflikter, men hvor det foreløpig er teknisk vanskelig å gjennomføre tiltak
6. Friskmeldte områder

3. Områdebeskrivelse

Inndelingen i delområder er vist i **Figur 1**.

3.1 Frierfjorden med Voldsfjorden, Gunneklevfjorden og Skienselva

Skienselva med en gjennomsnittlig årlig ferskvannstilførsel på $23.500 \cdot 10^3$ m^3/dag munner ut innerst i Frierfjorden. Fjorden mottar også ferskvann fra Herrevassdraget og en mindre elv ved Kolaberget. Den store ferskvannstilførselen fører til lagdelte vannmasser med et brakt overflatelag over et saltere bunnvann. Begrenset vannutskifting har ført til anoksisk bunnvann og sedimenter med et høy organisk innhold. Frierfjorden er den største fjorden i Grenland og er avgrenset i sør ved Brevik med en innsnevring og grunn terskel på 23 m. Største dyp i Frierfjorden er 93 m. Frierfjorden med Gunneklevfjorden er de tyngst industrialiserte av fjordene i Grenland med mye industri langs Skienselva, Herøya i øst og Rafnes i vest med industri helt ned til Skjerkøy. Fjorden mottar også utslipp fra befolkningen i Skien og Porsgrunn via Skienselva.

Gunneklevfjorden er avgrenset med en terskel på 5m til Skienselva og en trang kanal som delvis går i rør til Frierfjorden. Fjorden er svært grunn, med et største dyp på 11m.

Voldsfjorden ligger nordvest for Frierfjorden og er avgrenset fra denne med en grunne på 7 m mellom Halvsundsodden og Kjeøya. Største dyp i Voldsfjorden er 25m. Ingen større elver munner ut i Voldsfjorden. Fjordens nærområde er sparsomt bebygget. Et avfallsdeponi og industriområde er lokalisert innerst i fjorden. Ved Røra industriområde finnes en utskipingskai.

3.2 Breviksfjorden og Eidangerfjorden

Breviksfjorden er avgrenset fra Frierfjorden og Eidangerfjorden ved linjen Stathelle - Brevik i nord og med en linje fra sørenden av Siktesøya til nordenden av Langøya og Gjeterøya i sør. Fjorden har en dyprenne på ca 100m i hele fjordens lengde. Den sørlige avgrensningen er representert ved et grunnområde på drøye 20m ved Langøya og Gjeterøya. Fjorden skilles fra Kalven i øst med øyene

Sandøya, Bjørkøya og Siktesøya. Fjorden har ingen ferskvannstilførsel fra vassdrag. Småindustri, bl.a. skipsverft ligger langs fjordens vestside.

Eidangerfjorden er en åpen fjord uten terskel, med forbindelse til Breviksfjorden via en dyprenne på ca 100m. Største dyp i Eidangerfjorden er 104 m. Fjorden mottar ferskvann via Herregårdsbekken innerst i fjorden. Området rundt Brevik har den tetteste bebyggelsen og av større industri er NORCEM-sementfabrikk og Renors behandlingsanlegg for farlig avfall i Dalsbukta av størst betydning.

3.3 Ormefjorden, Langangsfjorden, Mørjefjorden, Kalven

Ormefjorden er grunnere enn de øvrige større fjordene i Grenland, med et største vanndyp på 64m. Fjorden er avgrenset i sør ved et grunnområde rundt Hestholmen. Fjorden har ingen ferskvannstilførsel fra større vassdrag. Området har spredt bebyggelse og ingen industri.

Langangsfjorden ligger øst for Ormefjorden og består av tre påfølgende basseng. De to indre bassengene ligger i den smale delen av fjorden. Her er vanndypet ca 40m med en mellomliggende terskel på 18m. Det ytre bassenget inkluderer Bukkøya og Karisholmen. Vanndypet går fra ca 40 m til ca 100m i den ytre sørøstlige delen. Fjorden er skilt fra delområde Kalven ved linjen Kjerringholmen – Auen. Langangsfjorden står i forbindelse med Ønnavannet innerst i fjorden. Fjorden har ikke industri og bare spredt bebyggelse med unntak av tettstedet Langangen.

Mørjefjorden er skilt fra Kalven ved Håøya i vest og har forbindelse med Langangsfjorden via et trangt sund nord for Håøya. Fjorden blir gradvis dypere utover og når maks dybde på 129m utenfor Helgeroa. Fjordområdet avgrenses i sør med en linje fra sørspissen av Håøya til Stokkøyas østligste punkt og videre til Åmlirognen fyr og inn til land. Linjen markerer en oppgrunning til ca 40m som skiller Mørfjorden fra området nord for Mølen. Mørfjorden mottar ferskvann fra Langevann innerst i fjorden. Mørfjorden har ingen industri og kun spredt boligbebyggelse med unntak av tettstedet Helgeroa. Mørfjorden har stor konsentrasjon av steinindustri.

Fjordområdet vest for Mølen er et grunntvannsområde hvor største delen er 10m eller grunnere. Utenfor Arøy og Stokkøy i nordvest går vanndypet ned til 60m. Området er avgrenset i sørvest av linjen ut til Fugløy og videre til sørspissen av Arøy. Linjen definerer et grunnområde på ca 20m. Fjorden har ingen ferskvannstilførsel fra større vassdrag. Området har spredt bebyggelse og ingen industri.

3.4 Langesundsbukta med Rognsfjorden, Åbyfjorden og fjordområdet innenfor Kråka

I følge Fjordkatalogen består dette området av seks delområder.

- Langesund
- Rognsfjorden
- Åbyfjorden
- Bjørnøybukta
- Området nord for Kråka
- Indre deler av Langesundsbukta

Området ansees som relativt homogent i det kun Åbyfjorden mottar ferskvann fra vassdrag, området har spredt bebyggelse med unntak av Langesund og nesten ingen industri.

4. Forurensningskilder

Alle de tre kommunene Skien, Porsgrunn og Bamble grenser til fjordområdet og bidrar med tilførsler til fjorden via industri, forurenset grunn, kommunale og interkommunale avløp, overløp og urbane tette flater. **Tabell 6** oppsummere tilførslene fra de ulike kildene til fjorden. Hvert enkelt bidrag er omtalt i kap. 4.1 til 4.4.

Tabell 6. Oppsummering av årlige beregnede utslipp av metaller og organiske miljøgifter (kg/år), dioxiner (g/år) til Grenlandsfjordene fra kommunene Skien, Porsgrunn og Bamble) (Merk!, Skienselva fører en andel av det diffuse bidraget, jfr. kommentarer i tekst.) (i.d. = ikke data).

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	PCB	HCB	Diox
Urbane tette flater	4	46	390	1	81	157	1071	7	0,11	0	0
Renseanlegg	2	47	240	2	126	10	398	5	0,16	0,0	0,0
Overløp	0,2	3	47	0,1	6	6	63	0,6	0,003	0	0
Industri	0,28	i.d.	63	0,1	83,9	1	44	2,5	2	0,7	0,6
Skienselva	150	690	5790	147	2600	440	2750	i.d.	7-8*	i.d.	i.d.
Diffus bakgrunn	261	i.d.	5386	i.d.	i.d.	3216	29412	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.

* Holtan et al. 1995

4.1 Industri

Årlige utslipp fra bedrifter i Skien, Porsgrunn og Bamble er gitt i Tabell 7.

Tabell 7. I følge SFTs database INKOSYS hadde følgende bedrifter i Skien, Porsgrunn og Bamble utslipp til vann. Alle tall er i kg/ år, diox = dioksiner g/år, tallene er fra 2002.

SKIEN

Resipient	Bedrift	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	HCB	PCB	Diox
Skienselva	Norsk Metallretur Skien A.S	0,00			0,00		1,18				2	

PORSGRUNN

Resipient	Bedrift	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	HCB	Diox
Skienselva	ERAMET NORWAY AS, Porsgrunn	0,03	34,00		0,00	12,90	0,24	4,12	2,5		
Frierfj.	NORSK HYDRO PRODUKSJON, Porsgrunn – Magnesiumfabrikken	0,25	1,50		0,1					0,3	0,50
Gunneklevfj.	Hydro Agri Porsgrunn	0,00	1,00		0,00		0,02	0,20			

BAMBLE

Resipient	Bedrift	Cd	Cu	Cr	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	HCB	Diox
Frierfj.	Hydro Polymer as / Rafnes		26,7			71,0		40,0		0,4	0,1

4.2 Lokaliteter med forurenset grunn og deponier

I Skien er det registrert 17 lokaliteter med forurenset grunn eller deponier i kategori 2 og 3 (jfr. Kap. 2.5) (**Tabell 8**). Findalen Barkdeponi er en A-lokalitet, dvs. hvor tiltak skal være ferdig innen 2005. Fem andre lokaliteter er på B-listen, hvilket betyr at forurensningstilstanden skal være avklart innen 2005. Lokaliteten ”Raset tankanlegg” er avsluttet. Risikovurdering av kommunale deponier på B-listen skal være gjennomført innen 1.6.04.

I Porsgrunn er det registrert 22 lokaliteter med forurenset grunn eller deponier i kategori 2 og 3 (**Tabell 8**). Fem av disse er på A-listen, sju lokaliteter er på B-listen. Lokaliteten ”Porsgrunn Nærinsgpark” er avsluttet. Kommunen har fått pålegg om å utføre kartlegging og risikovurdering av sine kommunale deponier innen 1.6.04.

I 1988 ble det utført grunnundersøkelser av delområder inne på Norsk Hydros områder på Herøya. Beregninger basert på grunnvannsprøver fra Saltlageret anslo at området tilførte Frierfjorden 1-2 kg Hg/år, videre at Vestre Kai tilfører Frierfjorden 2 kg Hg/år, 15 kg Cu/år, 1 kg Ni/år samt 1 kg HCB/år (NGI 1989a og b). Nyere undersøkelser utført av NGI i 2003/2004 har vist at tilførselen av Hg fra Saltlageret til Frierfjorden nå er ned i 15g/år (Per Kolstad v/NGI pers. med.).

Tilsvarende viste beregninger basert på grunnvannsprøver fra 1988 en tilførsel av Hg på 0.2 – 0.5 kg/år til Gunneklevfjorden fra forurenset grunn på Klorfabrikken på Herøya (NGI 1989). Nyere undersøkelser utført av NGI i 2003/2004 har vist at tilførselen av Hg til Gunneklevfjorden nå er lik null (Per Kolstad v/NGI pers. med.).

I Bamble er det registrert 8 lokaliteter i kategorie 2 (**Tabell 8**). To av lokalitetene er på A-listen. Det er ingen lokaliteter i kategori 3, eller på B-listen. Ingen saker er avsluttet.

Tabell 8. Lokaliteter i Skien, Bamble og Porsgrunn med forurenset grunn og deponier.

- Lokalitetene er kategori 2 og 3 (3=gråtonet), (lokaliteter i kategori 1 er ikke tatt med).
- Fet skrifttype betegner lokaliteter på A-listen, kursiv skrifttype er lokaliteter på B-listen.
- Type forurensning er markert som følger: Metallforbindelser(1),Alifatiske hydrokarboner(2), Aromatiske hydrokarboner, PAH(3), Aromatiske hydrokarboner, BTEX(4), Klororganiske forbindelser, PCB(5), Kloroganiske forbindelser, andre(6), Andre(7), - ”forurensning ikke kjent”

SKIEN

ID	Lokalitetnavn	Type	Type forurensning
30	BLÅBÆRSTIEN	Deponi	-
24	BRATSBERG	Kommunalt deponi	-
29	BØLEDALEN	Kommunalt deponi	-
25	GJEMSØ	Kommunalt deponi	-
31	MENSTAD	Deponi	-
32	MYREN	Deponi	-
28	SKOTFOSS I	Deponi	-
*38	RASET TANKANLEGG	Forurenset grunn	(2), (4) , (5)
33	SKOTFOSS II	Deponi	(1), (2), (4), (5), (6)
39	Vetlesentomta	Forurenset grunn	(1), (3), (5)
36	*BØLE TØNNEDEPONI*	*Deponi*	*(2), (3)*
37	DDT-deponi, Løvenskjold-Fossum	Deponi	(7)
35	**FINDALEN BARKDEPONI**	**Deponi**	**(1)**
34	*SKOTFOSS III*	*Deponi*	*(1), (2), (4), (5), (6)*
26	*KJØRBEKK I*	*Kommunalt deponi*	*(1) (2), (3), (4), (5), (6)*
27	*KJØRBEKK II*	*Kommunalt deponi*	
23	*LUNDEDALEN*	*Kommunalt deponi*	

*Raset tankanlegg: saken er avsluttet.

BAMBLE

ID	Lokalitetnavn	Type	Type foruresning
56	**TØNNEDEPONI - BOREALIS**	**Deponi**	**(2)**
57	STIFTELSEN HERRESENTERET (BAMBLE CELLULOSE)	Deponi	-
58	**HYDRO POLYMERS AS**	**Forurenset grunn**	**(1), (6), (7)**
59	NORETYL AS (HYDRO RAFNES, ETYLENFABR.)	Forurenset grunn	(2), (4)
60	SVARTHOL (SVARTHOL FORBRENNINGSOVN)	Kommunalt deponi	-
61	FINDALEN AVFALLSFYLLING	Kommunalt deponi	-
62	NORETYL gml. deponi	Deponi	-
63	HYDRO POLYMERS gml. deponi	Deponi	-

PORSGRUNN

ID	Lokalitetnavn	Type	Type forurensning
11	FJELDHAMMER BRUG A/S	Forurenset grunn	-
1	KIRKETJERNET	Kommunalt deponi	-
8	NORCEM/FJELDH. TIPP-PLASS	Deponi	-
4	SANDØYA VEST	Kommunalt deponi	-
5	SANDØYA ØST	Kommunalt deponi	-
12	*OLJELEKKASJE - ELKEM*	*Forurenset grunn*	*(2)*
*22	PORSGRUNN NÆRINGSPARK AS	Forurenset grunn	(2),(4)
21	*TELEMARK TREIMPREGNERING A/S*	*Forurenset grunn*	*(1), (2)*
19	**AMMONIAKKFABR. - HYDRO**	**Forurenset grunn**	**(1), (2), (4), (6), (7)**
9	**HERØYA, GUNNEKLEVTIPPEN**	**Deponi**	**(1), (2), (4), (6), (7)**
6	KULLTANGEN	Kommunalt deponi	(1), (2), (4), (5), (6)
13	*ELKEM`S FRIERTIPP*	*Deponi*	*(3)*
16	**HERØYA; KLORFABRIKKEN, - HYDRO**	**Forurenset grunn**	**(1)**
17	**HERØYA; SALTLAGEROMR. - HYDRO**	**Forurenset grunn**	**(1)**
2	*PUMPEDALEN*	*Kommunalt deponi*	*(1), (2), (4), (5), (6)*
3	*PASADALEN*	*Deponi*	*(1), (2), (3), (4), (5), (6)*
7	*SKJELSVIKDALEN*	*Deponi*	*(1), (2), (3), (4), (5), (6)*
18	**HERØYA, EDC/VCM FABR., HYDRO**	**Forurenset grunn**	**(1), (4), (6), (7)**
15	HERØYA, MAGN.FABR. - HYDRO	Forurenset grunn	(1), (4), (5), (6)
14	*GAMMELT SLAMDEPONI ELKEM*	*Deponi*	*(1), (3)*
20	GUNNEKLEVFJORDEN	Marine sedimenter	(1), (3), (6), (7)
10	FRIERTIPPEN	Deponi	(1), (6), (7)

*Porsgrunn Næringspark: saken er avsluttet.

4.3 Tette flater og kommunale, interkommunale avløp og overløp

Den totale tilførselen av miljøgifter fra tette urbane flater, renseanlegg og overløp for de tre kommunene er vist i **Tabell 9**.

Tabell 9. Tilførsler (kg/år) fra urbane tette flater, renseanlegg (RA) og overløp fra kommunene Bamble, Porsgrunn og Skien.

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	BaP	PCB
Bamble flater	0,8	9	88	0,2	16	32	213	2	0,2	0,02
RA	0,4	8	38	0,3	20	2	63	0,8	0,3	0,03
Overløp			0,004				0,005			
Bamble sum	**1**	**17**	**125**	**0,5**	**36**	**34**	**276**	**3**	**0,5**	**0,05**
Porsgrunn flater	1,5	17	131	0,4	29	57	390	2,4	0,4	0,04
RA*	0,3	6	30	0,2	16	1	50	0,6	0,2	0,02
Overløp	0,1	2	23	0,06	3	3	30	0,3	0,03	0
Porsgrunn sum	2	24	183	0,6	48	61	470	3	0,6	0,06
Skien flater	2	21	172	0,5	36	68	468	3	0,5	0,05
Lokale renseanlegg*	0,3	7	35	0,2	18	1	58	0,7	0,2	0,02
Overløp	0,1	2	25	0,07	3	3	33	0,3	0,03	0,003
Skien sum	2	29	231	0,8	58	73	559	4	0,8	0,08
Knardalsstrand RA	1	27	138	0,9	72	6	228	3	0,9	0,09

* går til Knardalsstrand

4.4 Elver og diffus bakgrunn

Tilførsler av metaller via Skienselva er overvåket ved PARCOM gjennom flere år (Weideborg 2002). I overvåkingsprogrammet tas vannprøver månedlig og analyseres for utvalgte parametere. Totaltransporten beregnes ut i fra vannføring og kjemiske data gjennom beregningsverktøyet TEOTIL (Weideborg 2002). Det måles på en del metaller, men det er imidlertid få data på organiske miljøgifter. Tre målinger av PCB ble utført i Skienselva i 1994 (Holtan et al. 1995). Disse målingene ga mange resultater under deteksjonsnivå. Tilførslene av PCB_7 ble anslått å være 7 til 8 kg/år. Tilførslene via Skienselva er gitt i **Tabell 10**. Sammenlignet med Drammenselva, som er en elv med omtrent samme vannføring, er tilførslene av alle metaller enten lik eller lavere, med unntak av Hg. Tilførslen av Hg med Skienselva er nesten 10 ganger høyere enn tilførslene av Hg med Drammenselva, og skyldes noen målinger med høye konsentrasjoner. Hva de høye konsentrasjonene skyldes vites ikke.

I øvrige elver og vassdrag er det gjort noen undersøkelser i forbindelser med grunnvann og sigevann fra lokaliteter med forurenset grunn og deponier, eksempelvis Pasabekken. Det er imidlertid ikke beregnet totaltransporter av miljøgifter fra disse lokalitetene. Målinger i vassdragene har generelt vært konsentrert om næringsalter, suspendert stoff og organisk stoff.

Beregninger av diffus bakgrunn er basert på gjennomsnittsverdier av metaller i diffust belastede ferskvannsforekomster i nedbørsfeltet (jfr. **Tabell 2**). Årlige tilførsler er beregnet ut i fra gjennomsnittskonsentrasjoner i disse forekomstene multiplisert med total avrenning fra nedbørsfeltet (**Tabell 10**).

Tabell 10. Årlig beregnet utslipp (2001) av metaller og organiske miljøgifter (kg/år) til Grenlandsfjordene fra Skienselva og diffuse avrenning. (Merk!, Skienselva fører en andel av det diffuse bidraget, jfr. kommentarer i tekst.) (i.d. = ikke data).

	Cd	Cr	Cu	Hg	Ni	Pb	Zn	PAH	PCB	HCB	Diox
Skienselva	150	690	5790	147	2600	440	27500	i.d.	7-8*	i.d.	i.d.
Diffus bakgrunn	261	i.d.	5386	i.d.	i.d.	3216	29412	i.d.	i.d.	i.d.	i.d.

* Holtan et al. 1995

5. Miljøtilstand

Miljøtilstanden i de ulike delområdene er presentert i miljøstatuskart, ett kart for hver miljøgift med tilhørende graf som viser bidragene fra de ulike kildene (**Figur 5** til **Figur 21**). Kartene presenterer alle data gjennom tid. De eldste undersøkelsene er fra 1975 (Skei 1976). Da ble to stasjoner undersøkt i Skienselva, to stasjoner i Gunneklevfjorden, tolv stasjoner i Frierfjorden, to i Eidangerfjorden og fem stasjoner fordelt på de ytre områdene. Undersøkelsene omfattet metaller, HCB og OCS. Den neste store sedimentundersøkelsen ble utført i 1980 (Skei 1981). Antall stasjoner i Frierfjorden var da redusert til seks, Eidangerfjorden en stasjon og en i Brevikfjorden. Analysene omfattet metaller, HCB, OCS og PAH. I 1986 ble fjorden igjen undersøkt (Rygg et al. 1987). Antall stasjoner i Frierfjorden var ytterligere redusert, til fire. En stasjon i Eidangerfjorden og to i Brevikfjorden ble undersøkt. Analysene omfattet metaller og PAH. Overvåkingstasjonene var tilnærmet de samme i perioden 1975 til 1986.

Først i 1989 ble sedimentene analysert for innhold av dioksiner (Næs 1989, Næs og Oug 1991). I tillegg ble det utført analyser av HCB, OCS, PAH og Hg. Trettien stasjoner ble prøvetall i Gunneklevfjorden (Næs 1989). Antall stasjoner i Frierfjorden var tretti, seks stasjoner i Eidangerfjorden, seks stasjoner i Brevikfjorden og fire stasjoner fra Kalven / Håøyfjorden (Næs og Oug 1991). Det ble også utført 210Pb-datering av sedimentkjerner fra Frierfjorden, Eidangerfjorden, Brevikfjorden og Langesundsbukta. Sedimenttilveksten i Frierfjorden ble anslått til å være fra 0,3 til 0,7 cm/år, mens den var nede i 0,2 – 0,3 i Eidangerfjorden og Brevikfjorden. I Langesundsbukta var den ikke høyere enn 0,06 cm /år. Prøvene til 210Pb-datering ble tatt i de dype områdene i fjorden. Sedimenttilveksten i slike områder er generelt større enn i grunne områder, med unntak av ved utløpet av større elver som Skienselva. Antar vi en sedimenttilvekst på 0,3 cm i Frierfjorden vil det si at sedimentene som ble prøvetatt i 1975 i dag ligger på ca 8 cm sedimentdyp, forutsatt en uforstyrret sedimentasjon. Tilsvarende ligger sedimentene fra 1986 i dag på 5 cm sedimentdyp. Avsetningen fra 1986 er således fortsatt i det bioaktive laget av sedimentene. Det er derfor fortsatt relevant å bruke data helt tilbake fra 1986 når en skal vurdere betydningen av de forurensede sedimentene i fjorden. Når sedimenttilveksten blir lavere, som i Langesundsfjorden og som den vil være i grunnere områder, vil avsetninger fra 1975 fortsatt være i de øvre 2 cm av sedimentene i dag. I slike tilfeller er altså data fra 1975 fortsatt relevante når en skal vurdere miljøtilstanden i fjorden.

I **Tabell 14** er det gjort en oppsummering av områdene som er valgt ut som potensielle høyrisikoområder og områder med behov for ytterligere undersøkelser. Vurderingene er gjort på de sist tilgjengelige data fra områdene og referanse til hvilke undersøkelser det gjelder er gitt i tabellen.

5.1 Frierfjorden, Gunneklevfjorden, Voldsfjorden og Skienselva

Dataene for miljøgifter i sedimentene i fjordområdet er helt tilbake fra 1975 (Skei 1976) fram til i disse dager. Den største andelen av data er imidlertid i fra 1990 tallet (Næs og Oug 1991, Konieczny et al. 1991, Næs 1997 og dioksin data fra DIG-prosjektet 2000 / 2001 (upublisert)). Miljøtilstanden i fjorden med hensyn til metaller er mer sparsomt undersøkt enn av organiske miljøgifter, med unntak av Hg. Miljøkvaliteten i de ulike fjordavsnittene er summert i **Tabell 11**.

5.1.1 Metaller

Metallene Cu og Zn forekommer i SFTs klasse I til II, tilsvarende lite til moderat forurenset, mens Pb forekommer opp til klasse III (markert forurenset). Sedimentenes konsentrasjoner av Cd og Hg er høyere, tilsvarende hhv. opp til klasse IV (sterkt forurenset) og klasse V (meget sterkt forurenset).

I Skienselva er det registrert høye konsentrasjoner av Hg og Cd utenfor Raset tankanlegg, disse dataene er imidlertid fra 1975 (Skei 1976). Nyere sedimentundersøkelser langs denne elvestrekningen finnes ikke, det er usikkert hvordan tilstanden i elvesedimentene er i dag. Det ligger flere potensielle kilder i form av forurenset grunn og deponier langs elvestrekningen. Tiltak er nå utført på Raset tankanlegg og saken er avsluttet (jfr. **Tabell 8**).

De høye Hg-konsentrasjonene i Gunneklevfjorden viser klart påvirkningen fra tidligere tiders aktivitet på Hærøya. Primærkilden er opphørt, og nyere beregninger tilsier at tilførslene av Hg fra forurenset grunn på Herøya til Gunneklevfjorden og Frierfjorden i dag er nede på et minimum (hhv. 0 og 15gHg/år) (jfr. kap. 4). Tilførsler av andre stoffer, særlig organiske forbindelser fra Herøya er ikke klarlagt enda. De største tilførslene, særlig av Hg, synes i dag å komme fra Skienselva og generell diffus avrenning (jfr. Kap. 4.4). For organiske forbindelser er det ikke datagrunnlag for å vurdere ferskvannsavrenning opp mot industriutslipp.

Den økende konsentrasjonsgradienten av Hg mot Herre tyder på tilførsler fra tidligere industri i dette området. Dataene er av eldre dato (Skei 1976), hvordan tilstanden er i dag kjenner vi ikke til. Det er observert høye konsentrasjoner av Hg i sedimentene utenfor Skjerkøy. Området har ikke registrert industri eller forurenset grunn i SFTs baser, men konsentrasjonsøkningen i sedimentene kan tyde på en kilde i området.

Det er også registrert en høye Hg-konsentrasjon i sedimentene innerst i Voldsfjorden (Næs og Oug 1991). Kildene til denne er ikke kjent. Det er imidlertid for få prøver til å trekke entydige slutninger.

Generelt er bidraget av metaller fra Skienselva den største kilden til metaller i fjorden. Metallene fraktet med elva forekommer i lave konsentrasjoner, pga. de store vannmengdene. Målinger av Hg i Skienselva viser tidvis høye konsentrasjoner (Weideborg 2002). Hva dette skyldes er ikke kjent. Tilførslene av Hg er vesentlig høyere (147kg Hg i 2001) sammenlignet med eksempelvis Drammenselva (16 kgHg i 2001), en elv av samme størrelse. Til forskjell fra Cu er den diffuse bakgrunnskonsentrasjonen av Pb (Pb i innsjøer i nedbørsfeltet) høyere enn konsentrasjonen av Pb i Skienselva. Derved er den beregnede diffuse tilførselen av Pb relativt større enn tilførslene fra Skienselva alene. Dette antas å ha sammenheng med at atmosfærisk nedfall er en viktig kilde til Pb i nedbørsfeltet. Det samme er ikke tilfelle for Cu. Pb har også større evne til å bindes til partikler og holdes igjen i nedbørsfeltet. Cu som er et essensielt metall, inngår i større grad i løste organiske forbindelser som fraktes med elva. De store ferskvannsmengdene gjør at mye av metallene fraktes ut av fjordsystemet. Selv om mengdene tilført Cu er høyere enn Pb, er likevel konsentrasjonen av Pb i sedimentene i fjorden høyere enn Cu, selv om tilførselen fra andre kilder er på samme nivå. Dette kan forklares ved den høyere partikkelaffiniteten til Pb enn Cu, hvilket gjør at Pb i større grad enn Cu sedimentere og tilbakeholdes i fjordsystemet (Helland et al. 2002, Helland og Bakke 2002).

5.1.2 Organiske miljøgifter

Gunneklevfjorden, Voldsfjorden og Frierfjorden er meget sterkt forurenset (klasse V) av dioksiner og HCB. Sedimentene i Skienselva, ved Porsgrunn bru, var i 1975 meget sterkt forurenset av HCB (Skei 1976). Undersøkelser av to stasjoner i nedre del av elva (ved Frednesbru og utenfor Porsgrunn Porselen) i 2002 viste et høyt dioksininnhold (klasse V) i sedimentene (Næs 2002, Hauge et al. 2002). Etter nedleggelse av Magnesiumfabrikken er hovedkilden til dioksiner og HCB opphørt. Det er imidlertid usikkert hva diffuse kilder bidrar med av disse stoffene til fjorden.

Det ble registrert høye konsentrasjoner av OCS i Gunneklevfjorden, fra 1000 til 13000 µg OCS/kg sediment i 1989 (Næs og Oug 1989). Konsentrasjonene var laver i Voldsfjorden og Frierfjorden 50-350µg/kg (Næs og Oug 1989). OCS inngår ikke i SFTs miljøkvalitetskriterier. Aktiviteten på Hærøya fremstår som hovedkilden av OCS til fjorden. Det er heller ikke kjent hva sekundære kilder tilfører av OCS til fjorden i dag.

Sedimentene i Gunneklevfjorden er sterkt til meget sterkt (klasse IV-V) forurenset av PAH. I Frierfjorden er konsentrasjonen nede i markert forurenset i midtre og ytre deler av fjorden. Meget sterk PAH-forurensning er registrert utenfor Herre, utenfor Åsstranda og Åsdalstangen. Industriutslippene av PAH er redusert med tiden og i dag bidrar renseanleggene og industrien med like store andeler, mens bidraget fra urbane tette flater er større (jfr. **Tabell 6**). Som for de øvrige organiske miljøgiftene, er ikke bidraget av PAH fra nedbørsfeltet kjent.

Til forskjell fra mange andre fjorder i Norge er konsentrasjonen av PCB i sedimentene moderat (klasse II) til markert (klasse III, Skienselva utenfor Elkems kai, Schultze et al. 1999). Undersøkelser utført av Naturvernforbundet i 1998 (Schultze et al. 1999) tydet på tilførsler av PCB fra fyllinger og forurenset grunn til fjorden. Mangel på konsentrasjonsgradienter tyder på en diffus liten tilførsel av PCB til fjorden. Tilførslene av PCB via tette flater, kommunale avløp og overløp er anslått å være i underkant av 300 g/år (jfr. **Tabell 10**). Tilførslene via Skienselva ble i 1994 anslått å være 7 - 8 kg/år. Det diffuse bidraget fra nedbørsfeltet er ikke kjent. Ingen industri i området har utslipp av PCB.

Innholdet av TBT i sedimentene er undersøkt hovedsakelig av Grenland Havnevesen. Det er registrert meget sterk forurensning (klasse V) av TBT i sedimentene i områder hvor store båter legger til, ved kaianleggene utenfor Herøya og Brevik. Båter påføres ikke ny TBT, men finnes fortsatt i gammelt påført bunnstoff. Alt gammelt TBT-holdig bunnstoff skal fjernes fra båter innen 2008. Andre kilder til TBT i området er ikke kjent. TBT og eller andre organiske tinnforbindelser har imidlertid en videre anvendelse enn bare i bunnstoff. Organiske tinnforbindelser benyttes også i impregnering, maling, beis, desinfeksjonsmiddel, konserveringsmiddel og rengjøringsmidler (Konieczny 2002). Kildene til tinnorganiske forbindelser til fjorden kan derfor være mer sammensatt enn tidligere antatt.

Tabell 11. Klassifisering av sedimentenes miljøtilstand i Gunneklevfjorden, Frierfjorden og Voldsfjorden i hht. SFTs klassifiseringsystem for miljøkvalitet (Molvær et al. 1997) (jfr. kap. 2.1). Fargekoden i tabellen henviser til den høyeste klassen i cellen.

Område	Hg	Cd	Cu	Pb	Zn	Diox	HCB	OCS	PAH	PCB	TBT
Gunneklev	IV-V	I-III	II	II	II	V	V	-	IV-V	i.a.	i.a.
Frierfj.	II-V	II-IV	I-II	II-III	I-III	V	V	-	III-V	II-III	III-V
Voldsfj	III-V	III	II	III	II	V	V	-	II-III	i.a.	i.a.

- ikke i SFTs miljøkvalitetskriterier
i.a. ikke analysert

5.1.3 Rangering av området

Gunneklevfjorden betraktes som et potensielt høyrisikoområde ut i fra høye konsentrasjoner av dioksiner, HCB, PAH og Hg. Undersøkelser av turbiditet i vannmassene ved forskjellig vindstyrke i perioden oktober 1993 til februar 1995 tilsier imidlertid at selv ved sterk vind opp til 10-12 m/s er det liten miljøgifttransport med partikler fra Gunneklevfjorden til Frierfjorden via Herøykanalen (HMS-Tilsyn S.O. Lie:TON "Brev til SFT fra Hydro Porsgrunn Industripark 7 mars. 1995"). Fjorden kan fortsatt ha tilførsler av Hg fra landbaserte diffuse kilder. Årsaken til forhøyede Hg konsentrasjoner i Skienselva er imidlertid ikke kjent, og når det gjelder organiske miljøgifter er datagrunnlaget for mangelfullt til å trekke slutninger (jfr. 4.4). Fjorden ble godt kartlagt i 1989 (Næs 1989), og er senere fulgt opp under overvåking til og med 1997 (Næs 1997).

Kaiområdet ved utløpet av Skienselva betraktes som et potensielt høyrisikoområde ut i fra høye konsentrasjoner av dioksiner, HCB, PAH, TBT og Hg. Området er grunt og virvles opp som følge av stor båttrafikk (Hauge et al. 2002). Forurensede sedimenter virvles opp og sprees sannsynligvis både med innstrømmende salt bunnvann oppover i Skienselva og med utgående brakt overflatevann utover i fjorden. Det er imidlertid fortsatt mangelfunn kunnskap om spredningsmekanismene (transport, oppvirvling) av forurensede sedimenter i elveløpet. Området antas fortsatt å ha diffuse tilførsler av miljøgifter fra landbaserte kilder (jfr. pågående arbeide med forurenset grunn på Herøya). Området utenfor Hovedkai, Vestre kai, Dypvannskai, Eramet kai, Tinfos og Krankai er relativt godt kartlagt (Næs 2002, Hauge et al. 2002). Området sør for Frednes bru er dårlig kartlagt ved at det er lite data fra selve utløpet og ingen data fra Knardalstrandsiden av elva. Det er kun foretatt en analyse av bunnsedimentene ved Frednes bru og en analyse ved Porsgrunn Porselenfabrikk.

Området fra Hovedkaia ned til Versvik betraktes som et potensielt høyrisikoområde ut i fra høye konsentrasjoner av dioksiner, HCB, PAH, TBT og Hg. De fleste analysene er utført på sedimenter fra dypere vann enn 20 m (Næs 1997). Områdene grunnere enn 20 m bør derfor undersøkes. Båttrafikk vil kunne føre til oppvirvling av bunnsedimentene på grunt vann og spredning av miljøgifter. Området antas fortsatt å ha tilførsler av miljøgifter fra diffuse landbaserte kilder.

Kaiområdet utenfor Herre er lite undersøkt for miljøgifter. To stasjoner i området, fra hhv. 21 og 56 m vanndyp, viste høye konsentrasjoner av dioksiner, HCB, PAH og Hg (Næs og Oug 1989). Området hadde tidligere papirindustri og området er i dag nyttet til friluftsbruk. Området bør derfor undersøkes nærmere.

Kaiområdet utenfor Rafnes er lite undersøkt for miljøgifter. Tre stasjoner fra 36 til 49 m viste høye konsentrasjoner av dioksiner, HCB, PAH, og Hg i 1997 og TBT i 2002 (Næs og Oug 1989, Konieczny 2002). Industrivirksomheten i området, lokaliteter med forurenset grunn, samt båttrafikk tilsier at grunnområdene bør undersøkes nærmere.

Kaiområdet nord for Asdalstangen er lite undersøkt for miljøgifter. To stasjoner ved Ringsholmene på 10 og 20 m vanndyp viste høye konsentrasjoner av dioksiner, HCB og PAH (Næs 1997). De nevnte stoffene var høyest på den dypeste stasjonen. Industrivirksomheten i området, samt båttrafikk tilsier at grunnområdene bør undersøkes nærmere.

Kaiområdet ved Trossvikbukta, tidligere Trosvik Verft ved Brevik er lite undersøkt for miljøgifter. En stasjon i området viste høy konsentrasjon av TBT (Konieczny 2002) og markert PCB-forurensning i sedimentene (Schultze et al. 1999). Forurenset grunn i skipsverftsområdet kan være en kilde til miljøgifter. Området som påvirkes av båttrafikken bør undersøkes nærmere.

5.2 Brevikfjorden og Eidangerfjorden

Brevikfjorden og Eidangerfjorden er ikke like omfattende undersøkt som de indre delene av Grenlandsfjordene, men undersøkelsene ble foretatt i samme tidsrom som nevnt innledningsvis i kap.5. En sammenstilling av miljøkvaliteten i de to fjordavsnittene er summert i Tabell 12.

5.2.1 Metaller

Konsentrasjonen av Hg (klasse I-III) og Cd (klasse I-III) er lavere i disse fjordavsnittene sammenlignet med Frierfjorden, Voldsfjorden og Gunneklevfjorden. De øvrige metallene forekommer med tilnærmet samme konsentrasjoner som i de indre områdene. I Dalsbukta i Eidangerfjorden er det lokalt registrert høye Pb-konsentrasjoner (Berge 1999). Konsentrasjonene både i bukta og lenger ut faller imidlertid i samme miljøklasse (klasse III). Konsentrasjonsgradienten indikerer en Pb-tilførsel fra NORCEMs sementproduksjon. NORCEM har også det største industriutslipp av Hg i Porsgrunn kommune (Tabell 7). Det er observert økende konsentrasjonsgradienter av Hg i sedimentene fra Dalsbukta og utover i fjorden. Dette kan skyldes forskjeller i kornstørrelse (økende finfraksjon i økende avstand fra land). En tilførsel av Hg fra Frierfjorden kan heller ikke utelukkes. ”Tyskerfyllingen” er et område med fylling og forurenset grunn ved NORCEM (lokaliteten er ikke registrert med dette navnet i databasen for forurenset grunn). Grunnvannsprøver fra fyllingen viser sig av metaller (bl.a. Cu, Pb, Hg), men totaltransporter til fjorden er ikke beregnet. Området har ellers ingen kjente lokaliteter med forurenset grunn eller deponier som potensielle kilder til forurensning av fjordavsnittet. Eventuelle tilførsler av metaller fra elva som renner ut innerst i Eidangerfjorden er ikke kjent. Det er imidlertid ingen aktiviteter nå eller tidligere i elvas nedbørsfelt som skulle tilsi tilførsler av metaller av betydning.

5.2.2 Organiske miljøgifter

Dioksininnholdet i sedimenter i Brevikfjorden er noe lavere sammenlignet med de indre fjordområdene (klasse II-V). Sedimentene i Eidangerfjorden har imidlertid gjennomgående høyere konsentrasjoner enn Brevikfjorden (klasse V). Det samme bildet gjelder for de øvrige organiske miljøgiftene. De høyere konsentrasjonene i Eidangerfjorden sammenlignet med Brevikfjorden tyder på større påvirkning fra Frierfjordsystemet. Miljøstatuskartene viser at Eidangerfjorden og ytre deler av Frierfjorden får tilførsler fra samme nedbørsfelt. Tilførslene kan derfor både ha kommet via strømningsforholdene i sjøen og via avrenning fra nedbørsfeltet. Det er lokalt påvist høye PAH-konsentrasjoner i sedimentene i Dalsbukta sammenlignet med områdene lenger ut (Helland 1993, Berge og Moy 2000). Konsentrasjonsgradienten tyder på at NORCEMs aktivitet er en kilde til PAH-forurensning. Det er imidlertid ikke registrert utslipp av PAH til vann fra NORCEM (jfr. Tabell 7). Undersøkelser har antatt at de forhøyede PAH-verdiene skyldes kull eller koks, tilført fra de store kull-lagrene på området (Helland 1993). Kull benyttes til fyring under sementproduksjonen.

Generelt antas hovedkilden til organiske miljøgifter til fjordavsnittene å være industriaktiviteten i Frierfjordområdet.

Brevik- og Eidangerfjordområdet har ingen kjente lokaliteter med forurenset grunn eller deponier som kan være potensielle kilder til forurensning av fjordavsnittet. Eventuelle tilførsler av organiske miljøgifter fra elva som renner ut innerst i Eidangerfjorden er ikke kjent. Det er imidlertid ingen aktiviteter nå eller tidligere i elvas nedbørsfelt som skulle tilsi tilførsler av organiske miljøgifter av betydning.

Tabell 12. Klassifisering av sedimentenes miljøtilstand i Brevikfjorden og Eidangerfjorden i hht. SFTs klassifiseringsystem for miljøkvalitet (Molvær et al. 1997), (jfr. kap. 2.1). Fargekoden i tabellen henviser til den høyeste klassen i cellen.

Område	Hg	Cd	Cu	Pb	Zn	Diox	HCB	OCS	PAH	PCB	TBT
Brevikfj.	I-III	II	I-II	II-III	II	III-V	II-V	-	I-IV	I-II	III-V
Eidangerfj.	II-III	I-III	I-II	II-III	I-II	V	III-V	-	III-IV	II	III-V

- ikke i SFTs miljøkvalitetskriterier

5.2.3 Rangering av området

Kaiområdet ved Dalsbukta har vist høye konsentrasjoner av PAH (Helland 1993, Berge og Moy 1999) og TBT (Konieczny 2002). Industriaktiviteten i området, forekomsten av lokaliteter med forurenset grunn og den store båttrafikken tilsier en bedre kartlegging og avgrensning av området som influeres av tilførsler fra lokale landbaserte kilder.

5.3 Ormefjorden, Langangsfjorden, Mørjefjorden, Kalven, Langesundsbukta med Rognsfjorden, Åbyfjorden og fjordområdet innenfor Kråka

Det er en generelt avtagende konsentrasjonsgradient av miljøgifter fra Frierfjorden og utover til åpen kyst. Dette sees tydelig i Kalven, Mørjefjorden og de andre fjordene, selv om det er få data fra delområdene.

5.3.1 Metaller

Generelt er det lite eller ingen data fra Langangsfjorden og Ormefjorden. I de øvrige fjordavsnittene er det også relativt sparsomt med data. Av de data som finnes er konsentrasjonen av metaller tilnærmet lik i de ulike fjordavsnittene. Hg og Cd er de metallene som forekommer med høyest konsentrasjoner i sedimentene (klasse III) (Næs og Oug 1989). Sedimentene er lite til moderat forurenset av Cu, Zn og Pb. Det er ingen kjente kilder til metaller fra industri eller forurenset grunn i nedbørsfeltet til fjordavnittene. Området utenfor Langesund er imidlertid ikke undersøkt for metaller i sedimenter.

5.3.2 Organiske miljøgifter

Dioksininnholdet i sedimenter fra Kalven og Ormefjorden er høyt (klasse V) (Næs og Oug 1989). I Ormefjorden finnes data bare fra en stasjon. Nord for Langesundsbukta ved Arøy, er det registrert dioksiner tilsvarende klasse IV (Næs 1999). Dette er data kun fra en stasjon. Det er også registrert høyere konsentrasjoner av HCB i disse to fjordavsnittene enn områdene lenger ut. Konsentrasjonen er på samme nivå som i Eidangerfjorden og Brevikfjorden (klasse IV). Konsentrasjonen av PAH i sedimentene viser samme avtagende tendens, med høyere konsentrasjoner i Ormefjorden og Kalven enn i områdene lenger ut. Likedan ser en for PCB, høyere konsentrasjoner i Kalven enn områdene lenger ute, men det er sparsomt med data.

Det er registeret sterkt forurensning av PAH på en stasjon i munningen til Aabyfjorden. Det er ingen kjente kilder til PAH i området. Om den høye konsentrasjonen er representativ for området eller om den er tilfeldig, er umulig å si ut i fra de få dataene som er tilgjengelig.

Generelt er det ingen kjente kilder, som industri og forurenset grunn, til organiske miljøgifter i nedbørsfeltet til fjordavsnittene. Overkonsentrasjonene i det ytre fjordområdet er et resultat av

tilførsler fra indre del av Grenlandsfjordene. Konsentrasjonsvariasjonene innen området antas å skyldes selektiv transport av ulike miljøgifter og forskjeller i sedimentasjon.

Høye konsentrasjoner av TBT (klasse IV) utenfor Langesund viser påvirkning fra båtaktivitet og skipsverft i området (Konieczny 2002). Sedimentene utenfor Langesund er ikke undersøkt for andre organiske miljøgifter enn TBT.

Tabell 13. Klassifisering av sedimentenes miljøtilstand i Ormefjorden, Langangsfjorden, Mørjefjorden, Kalven, Langesundsbukta, Rognsfjorden, Åbyfjorden og fjordområdet innenfor Kråka i hht. SFTs klassifiseringsystem for miljøkvalitet (Molvær et al. 1997)), (jfr. kap. 2.1). Fargekoden i tabellen henviser til den høyeste klassen i cellen.

Område	Hg	Cd	Cu	Pb	Zn	Diox	HCB	OCS	PAH	PCB	TBT
Ormefj.	III	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	V	IV	-	III	i.a.	i.a.
Langangfj.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Mørefj.	III	III	I	II	I	i.a.	III	-	i.a.	i.a.	i.a.
Kalven	III	III	I	II	II	V	IV	-	II-III	II	II-V
*Langesundsbkt.	I-II	II	I	II	II	IV	II	-	II-III	I	II-III
Rognsfj.	II-III	II-III	I	II	II	i.a.	V	-	IV	i.a.	i.a.
Åbyfj.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.
Innenf. Kråka	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.	i.a.

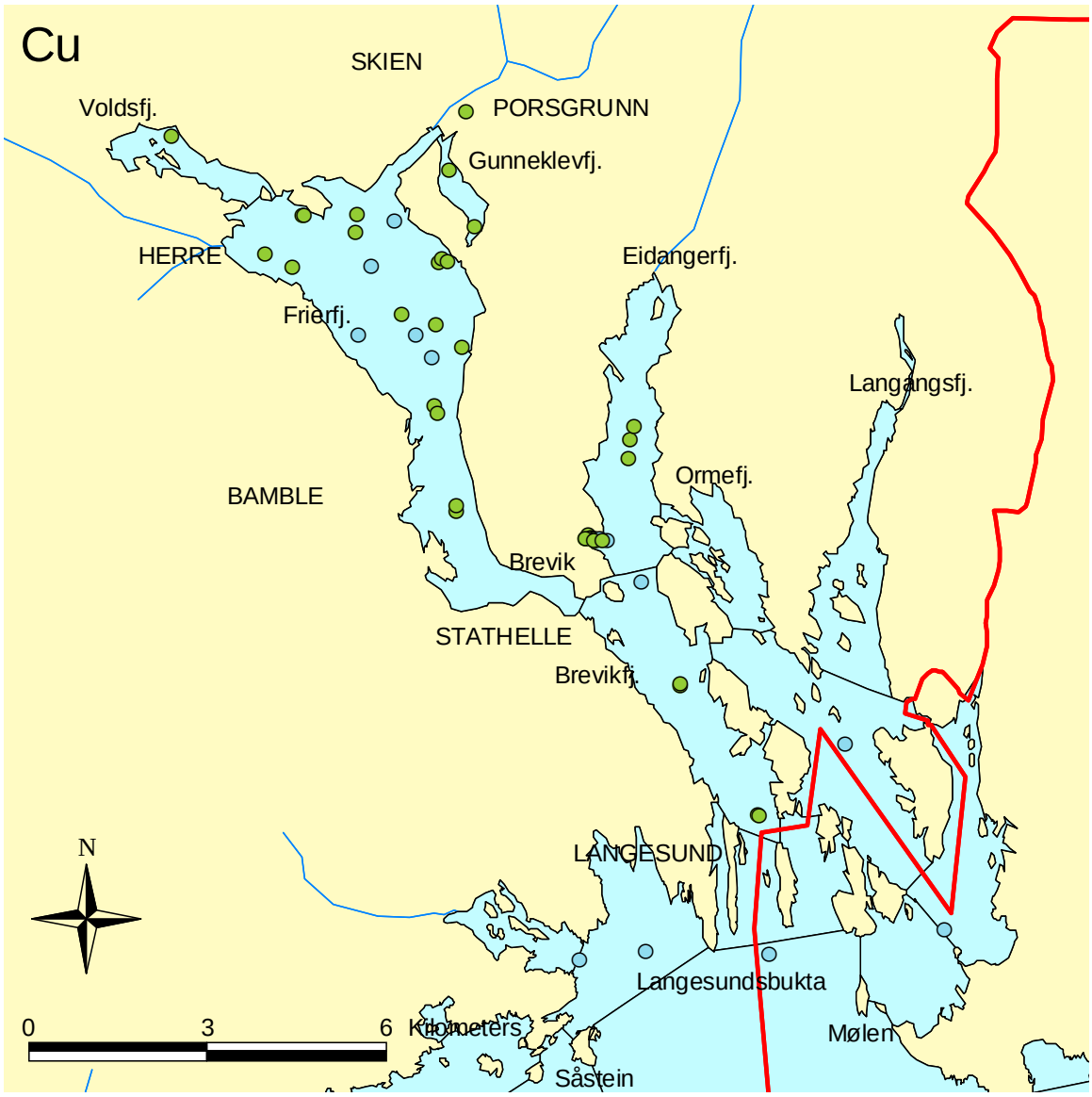
- ikke i SFTs miljøkvalitetskriterier
i.a. ikke analysert

* Langesundsbukta omfatter Langesund og Dypingen

5.3.3 Rangering av området

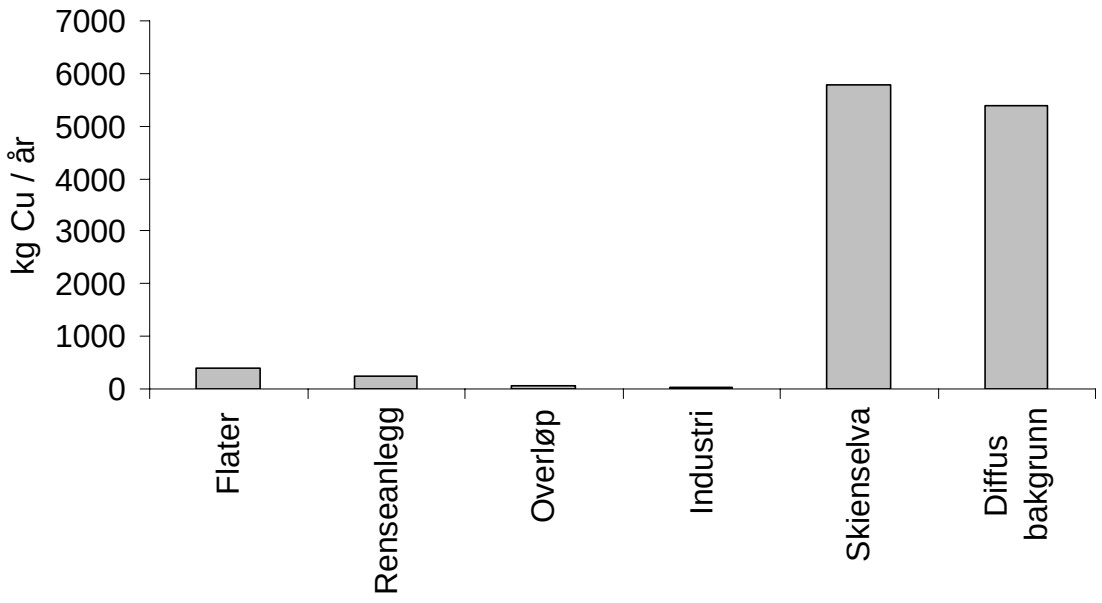
Sedimentene utenfor Langesund er bare undersøkt for TBT, og konsentrasjonene var høye (Konieczny 2002). Det er derfor sannsynlig at sedimentene også er forurenset av andre miljøgifter. Området bør derfor kartlegges nærmere, særlig sedimenter i grunne områder med båttrafikk og friluftslivet.

Kobber (Cu) i sedimenter i Grenlandsfjordene



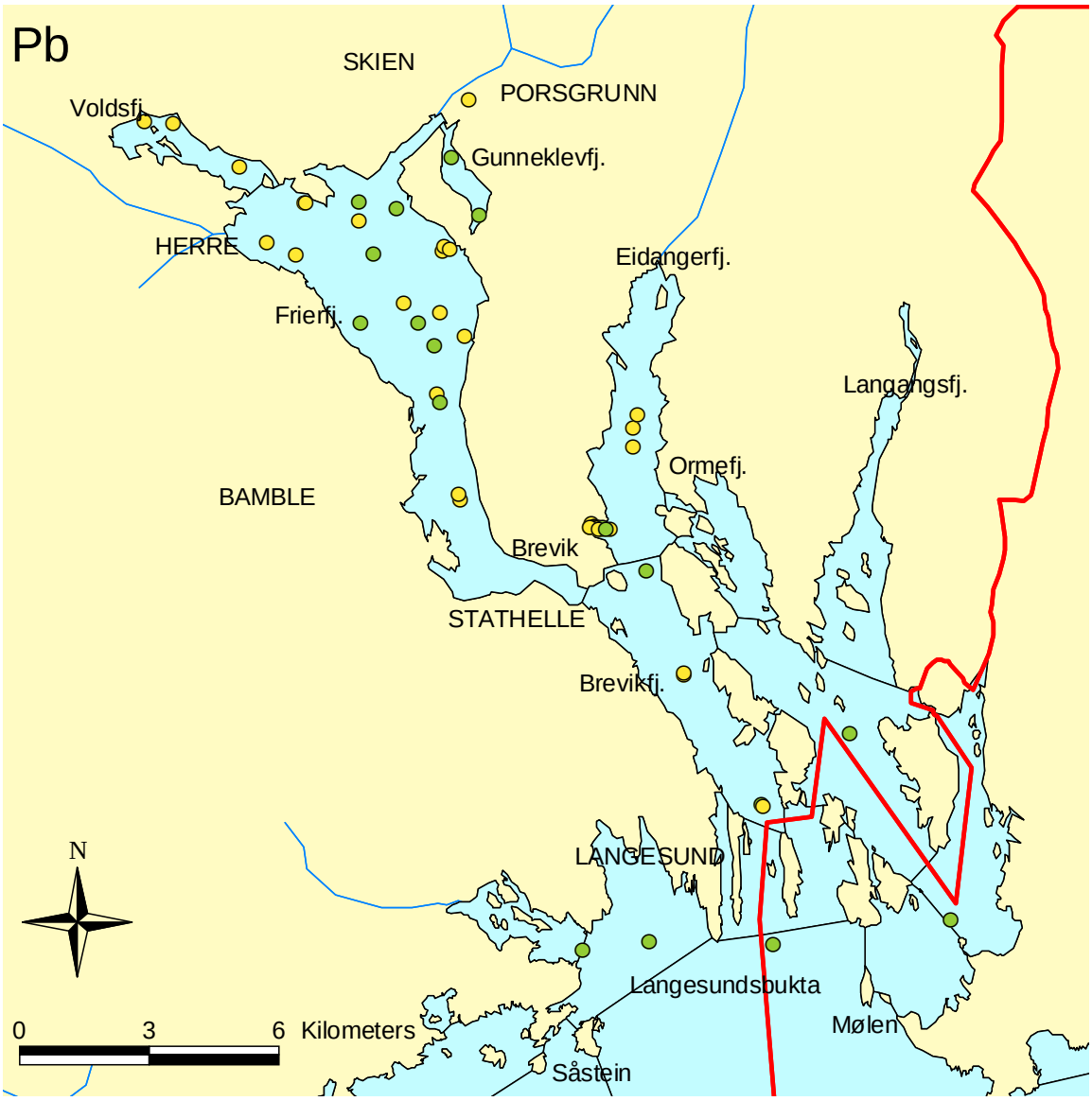
Figur 5. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av kobber (Cu) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse i hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset



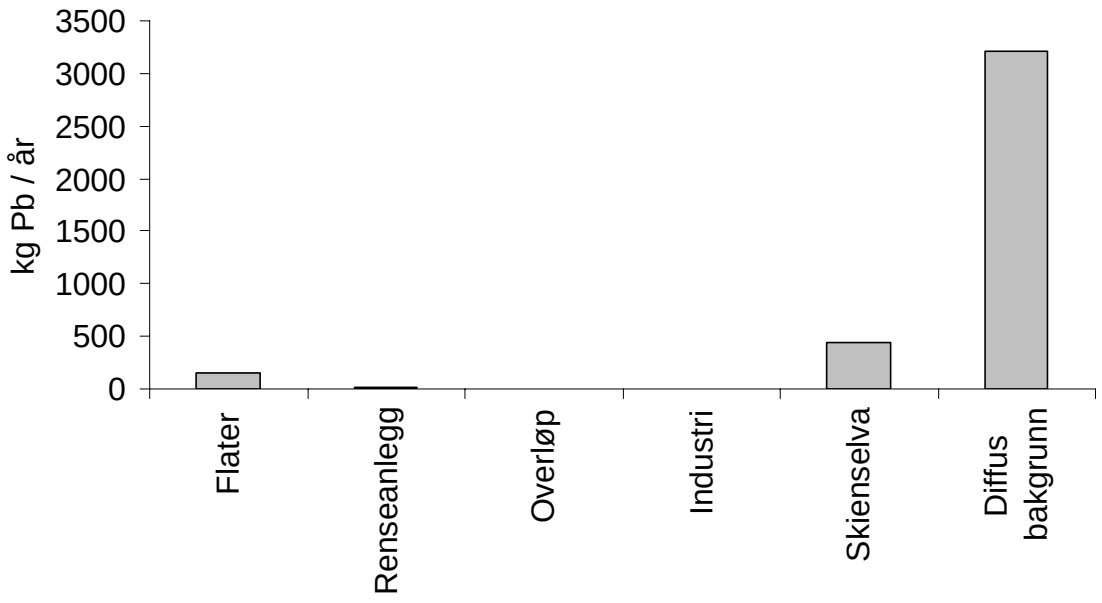
Figur 6. Samlede tilførsler av kobber (Cu kg/år) til Grenlandsfjordene fra ulike kilder.

Bly (Pb) i sedimenter i Grenlandsfjordene



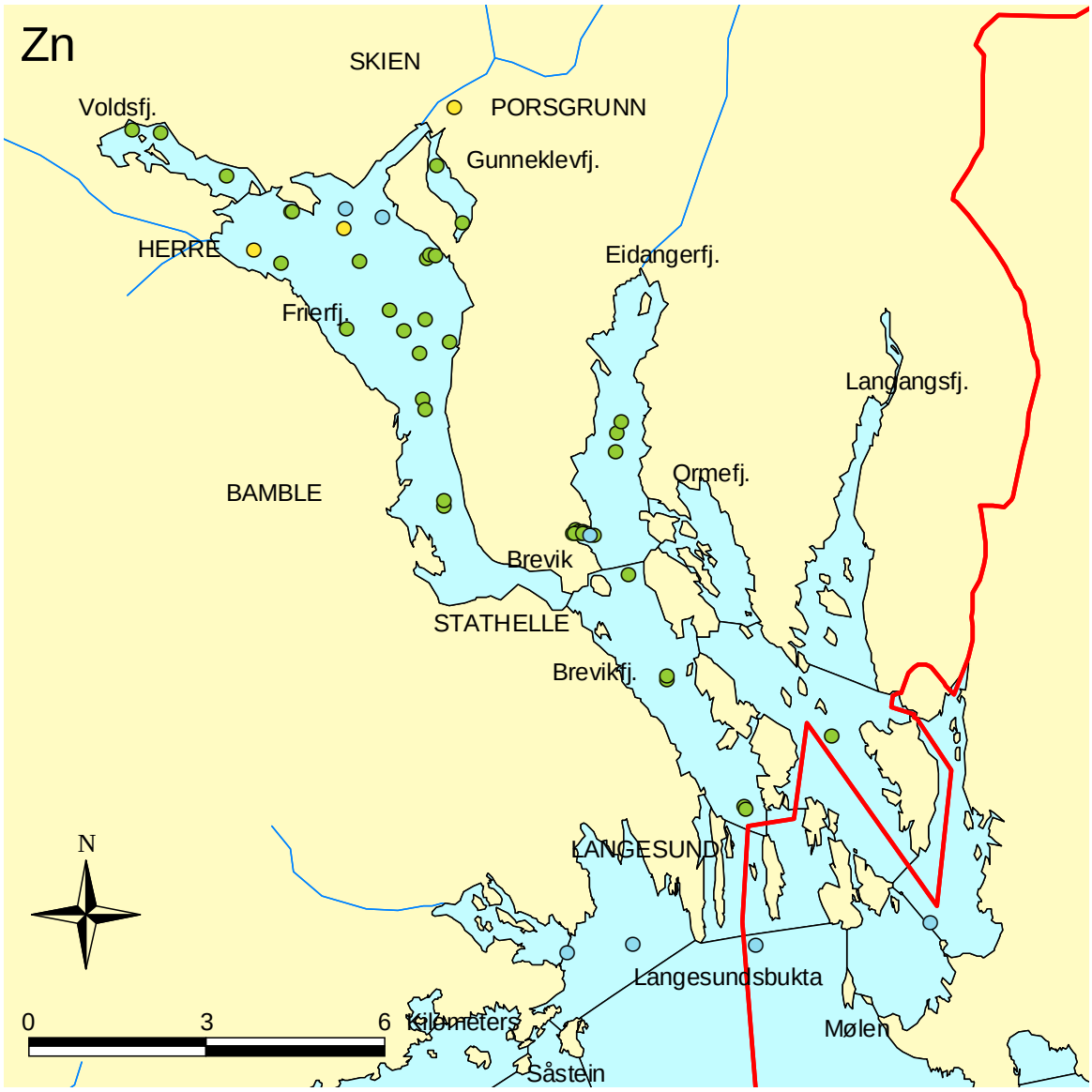
Figur 7. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av bly (Pb) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse i hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset



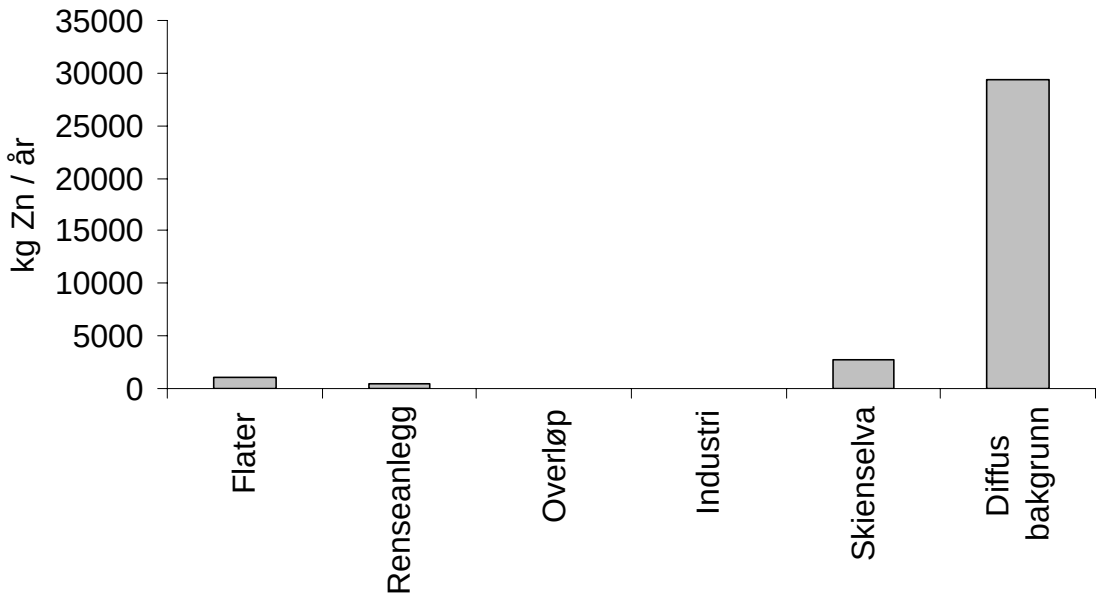
Figur 8. Samlede tilførsler av bly (Pb kg/år) til Grenlandsfjordene fra ulike kilder.

Sink (Zn) i sedimenter i Grenlandsfjordene



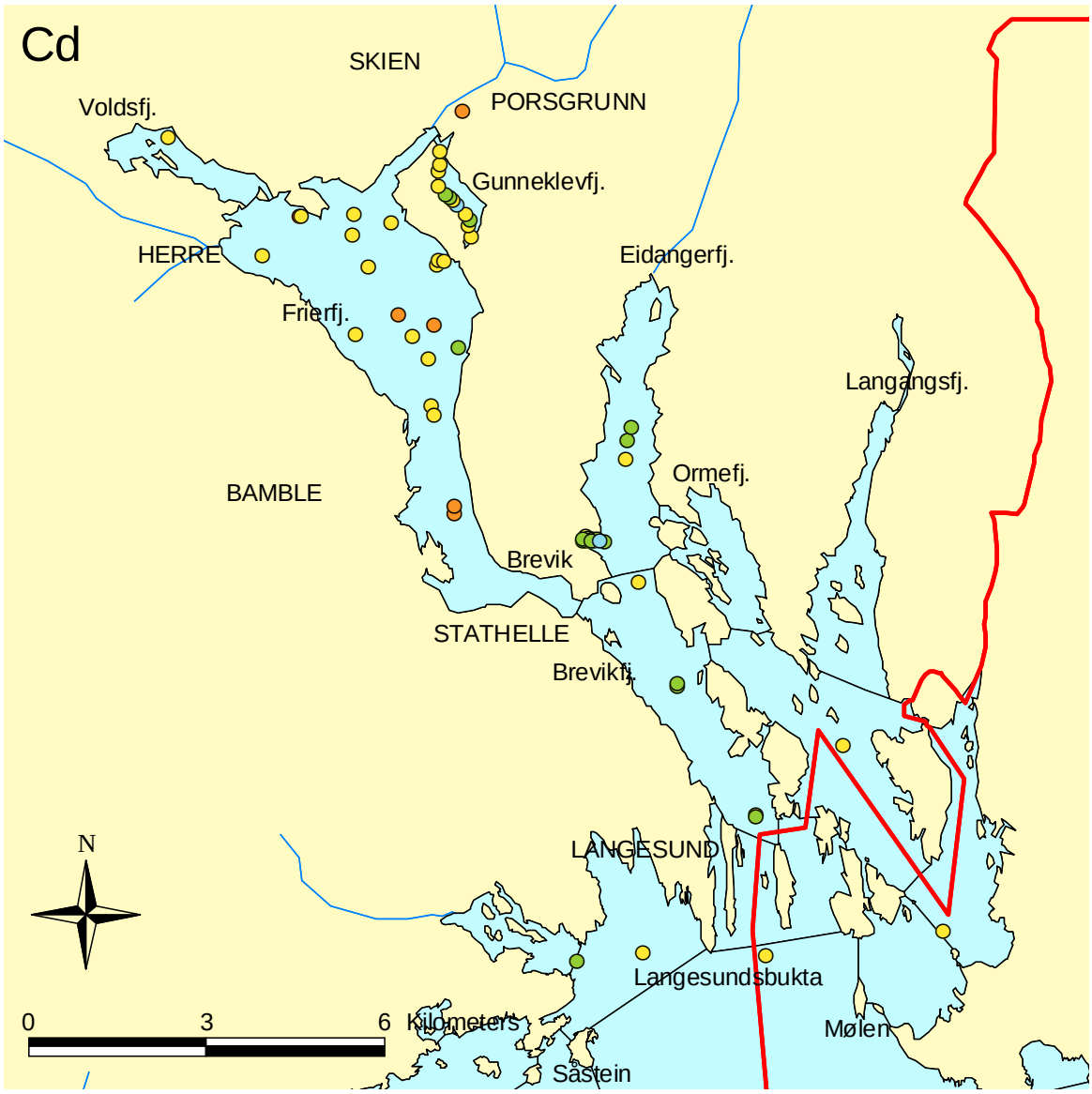
Figur 9. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av sink (Zn) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse i hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset



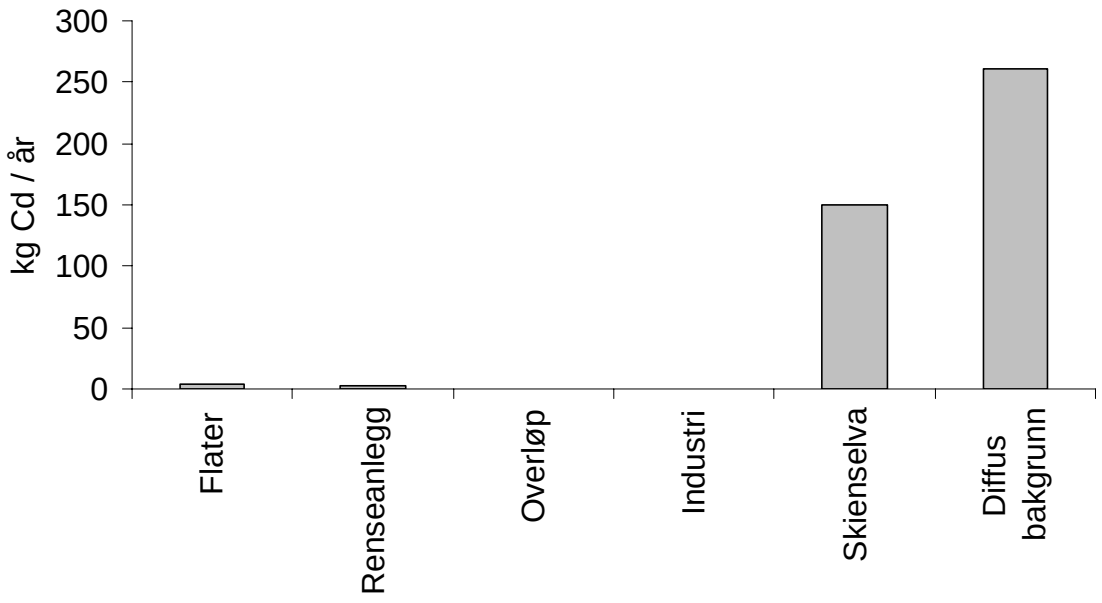
Figur 10. Samlede tilførsler av sink (Zn kg/år) til Grenlandsfjordene fra ulike kilder.

Kadmium (Cd) i sedimenter i Grenlandsfjordene



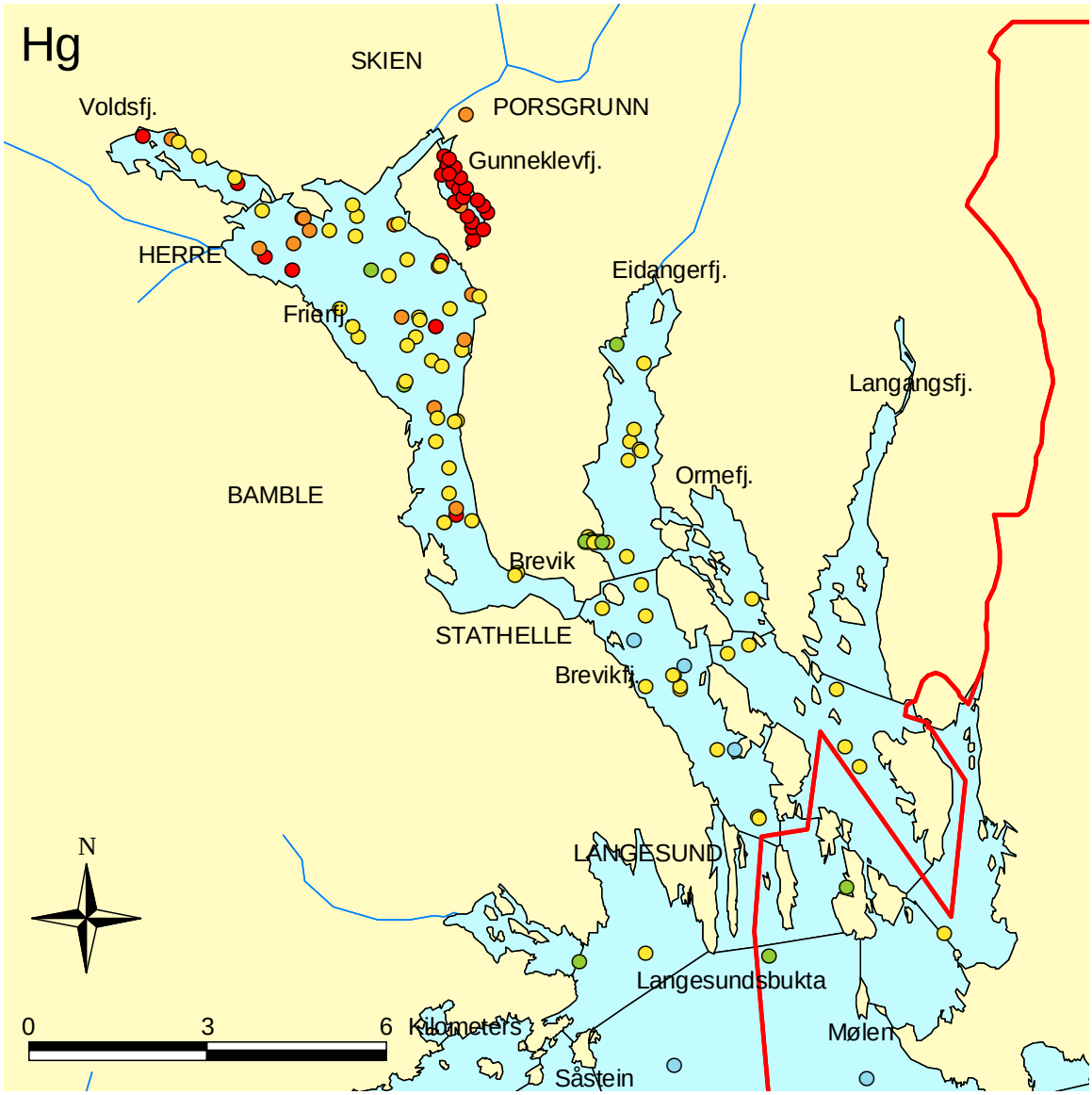
Figur 11. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av kadmium (Cd) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse i hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset



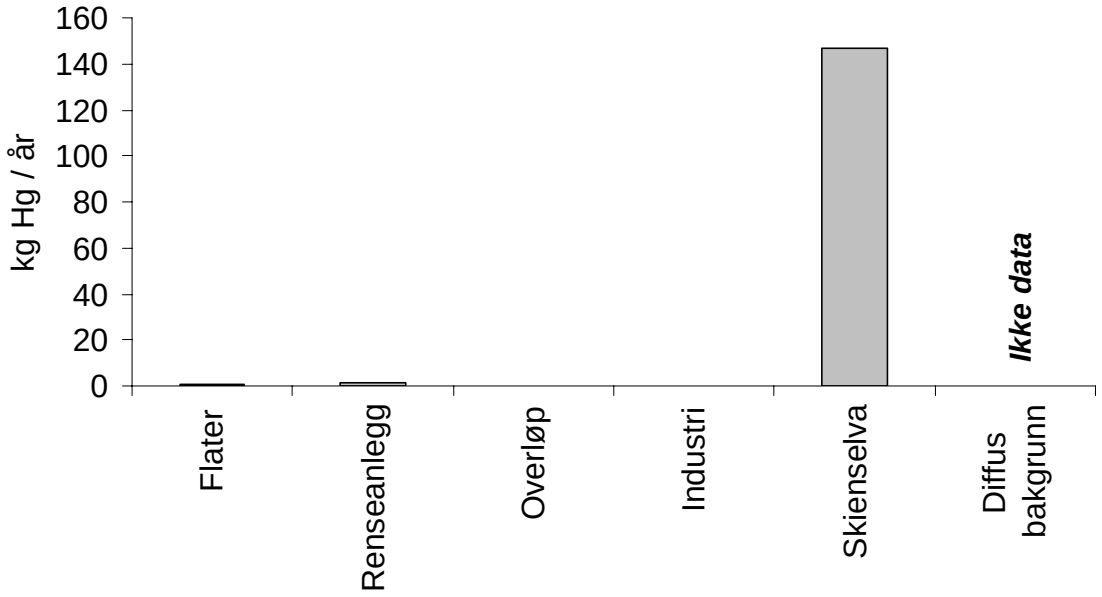
Figur 12. Samlede tilførsler av kadmium (Cd kg/år) til Grenlandsfjordene fra ulike kilder.

Kvikksølv (Hg) i sedimenter i Grenlandsfjordene



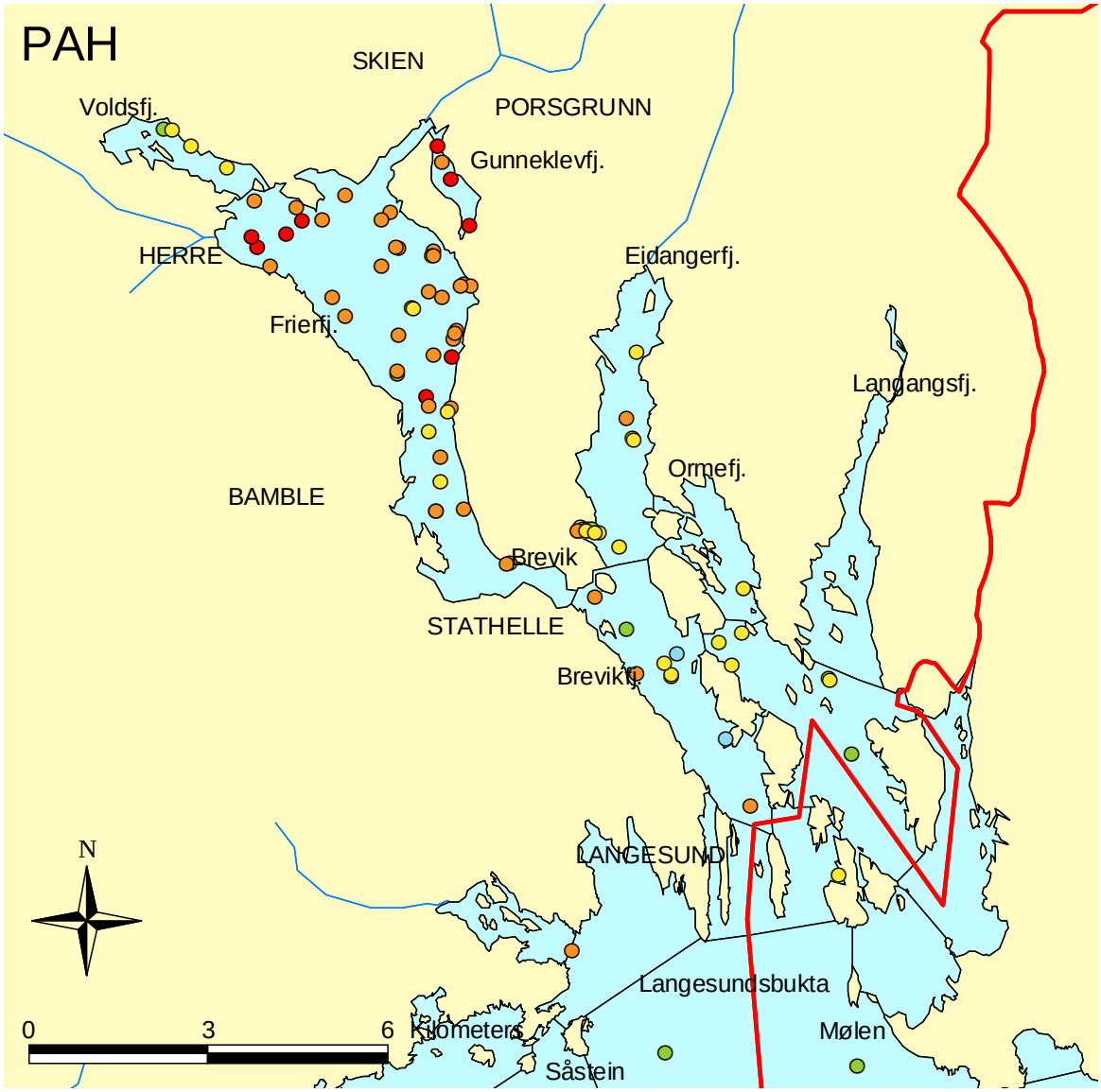
Figur 13. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av kvikksølv (Hg) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset



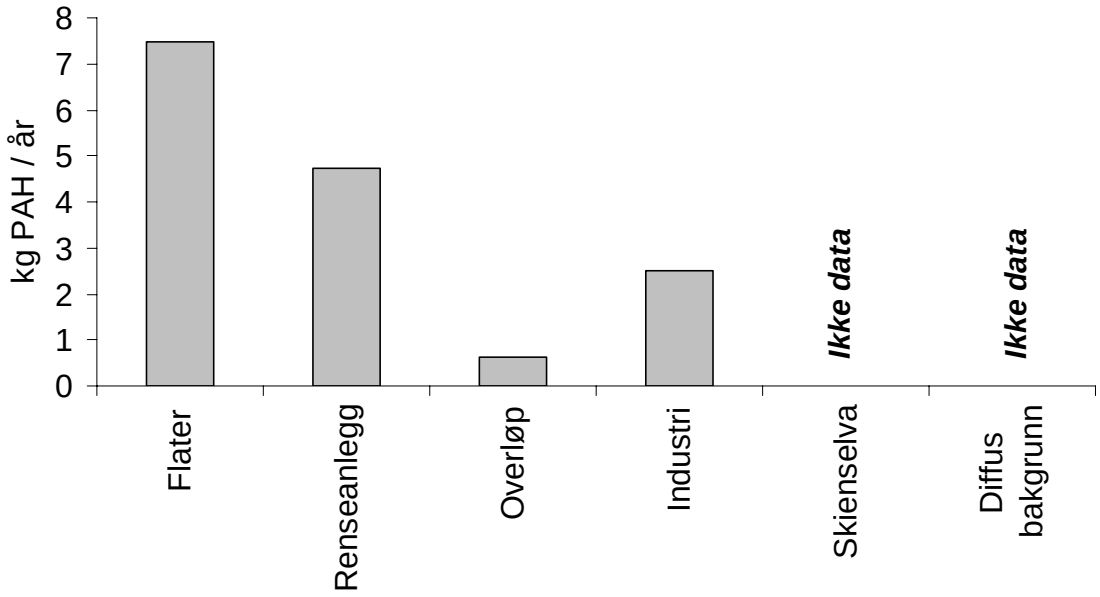
Figur 14. Samlede tilførsler av kvikksølv (Hg kg/år) til Grenlandsfjordene fra ulike kilder.

Polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimenter i Grenlandsfjordene



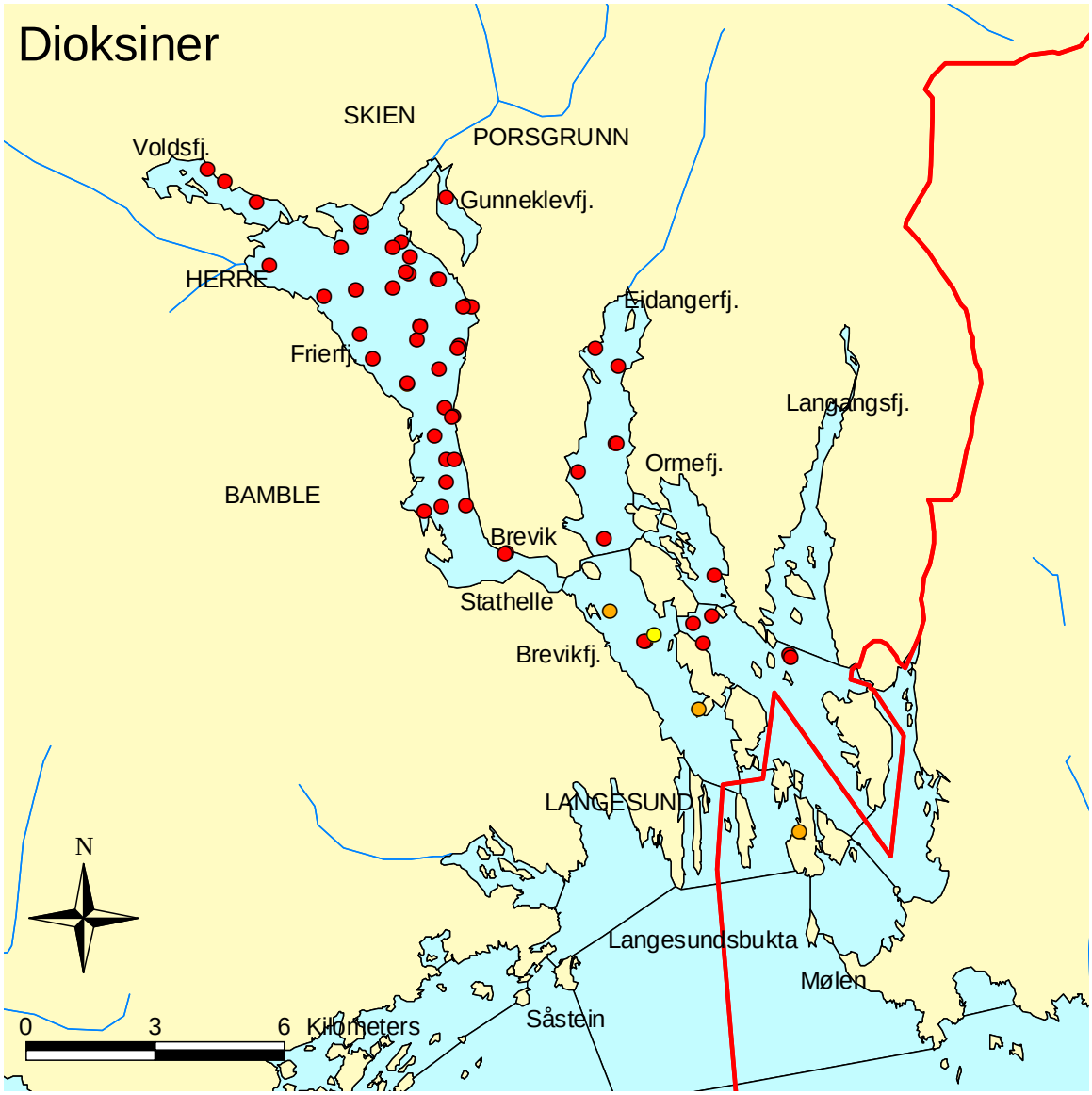
Figur 15. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse i hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset



Figur 16. Samlede tilførsler av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH kg/år) til Grenlandsfjordene fra ulike kilder.

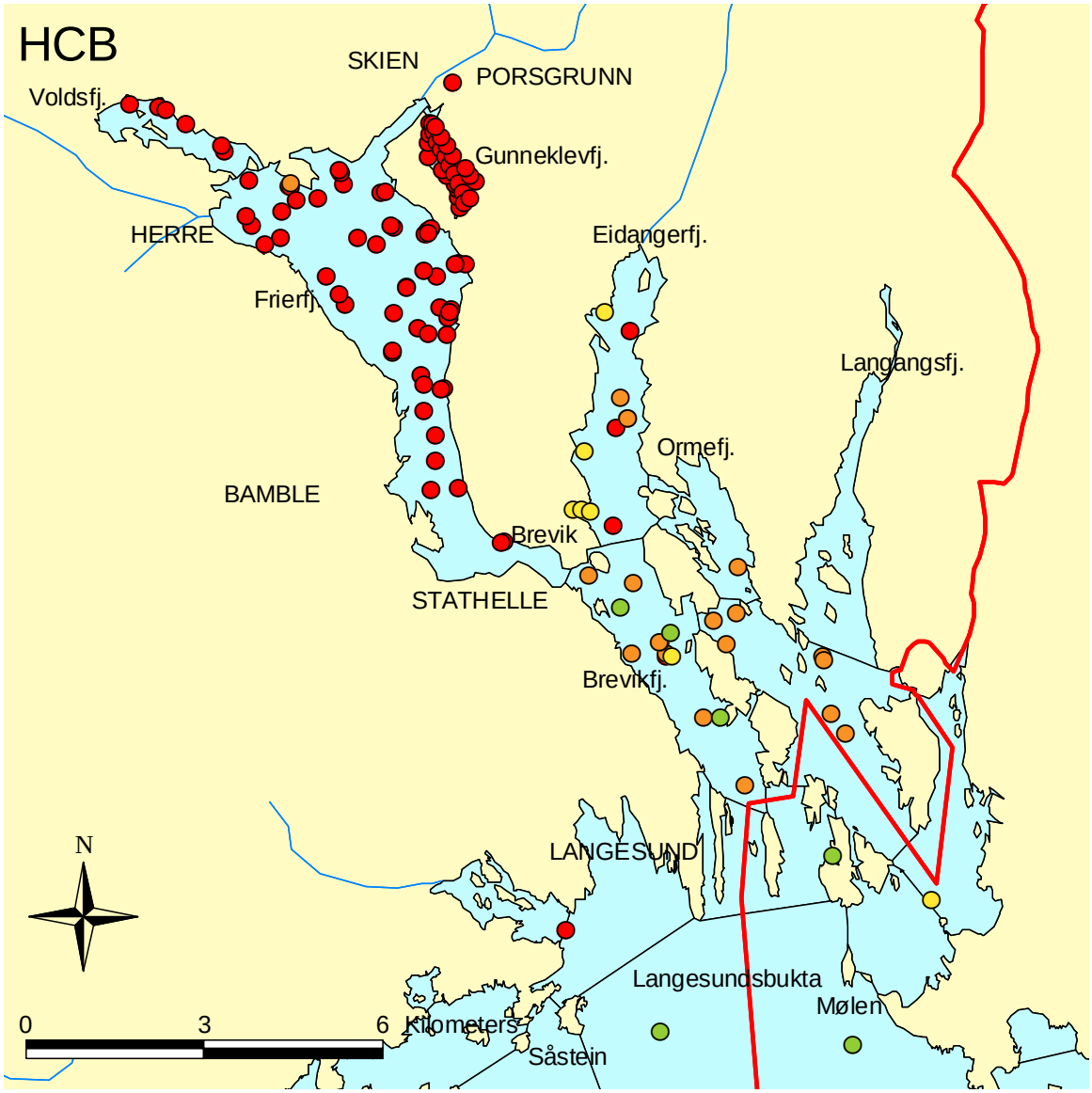
Dioksiner i sedimenter i Grenlandsfjordene



Figur 17. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av dioksiner i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse i hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset

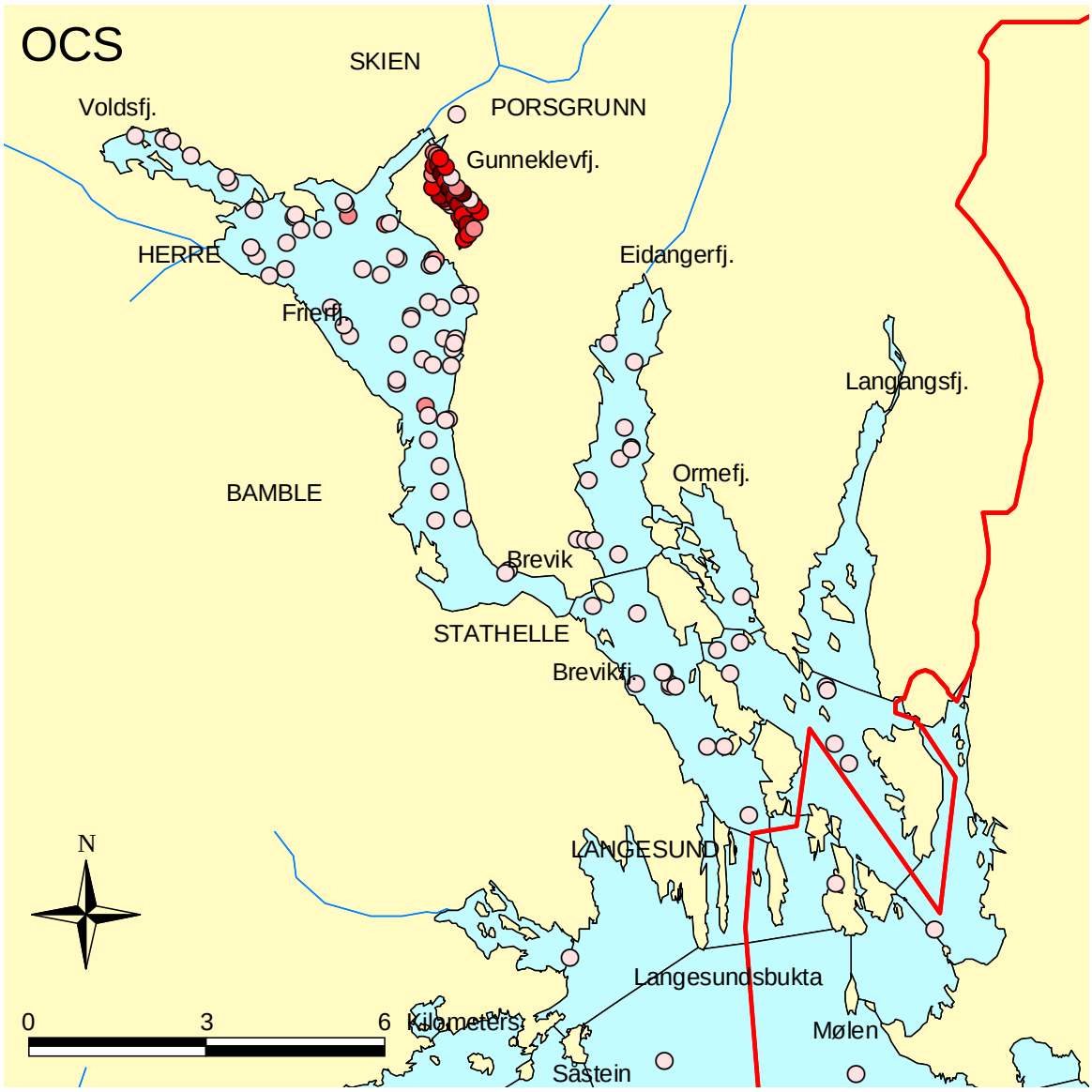
Heksaklorbensen (HCB) i sedimenter i Grenlandsfjordene



Figur 18. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av heksaklorbensen (HCB) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse i hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

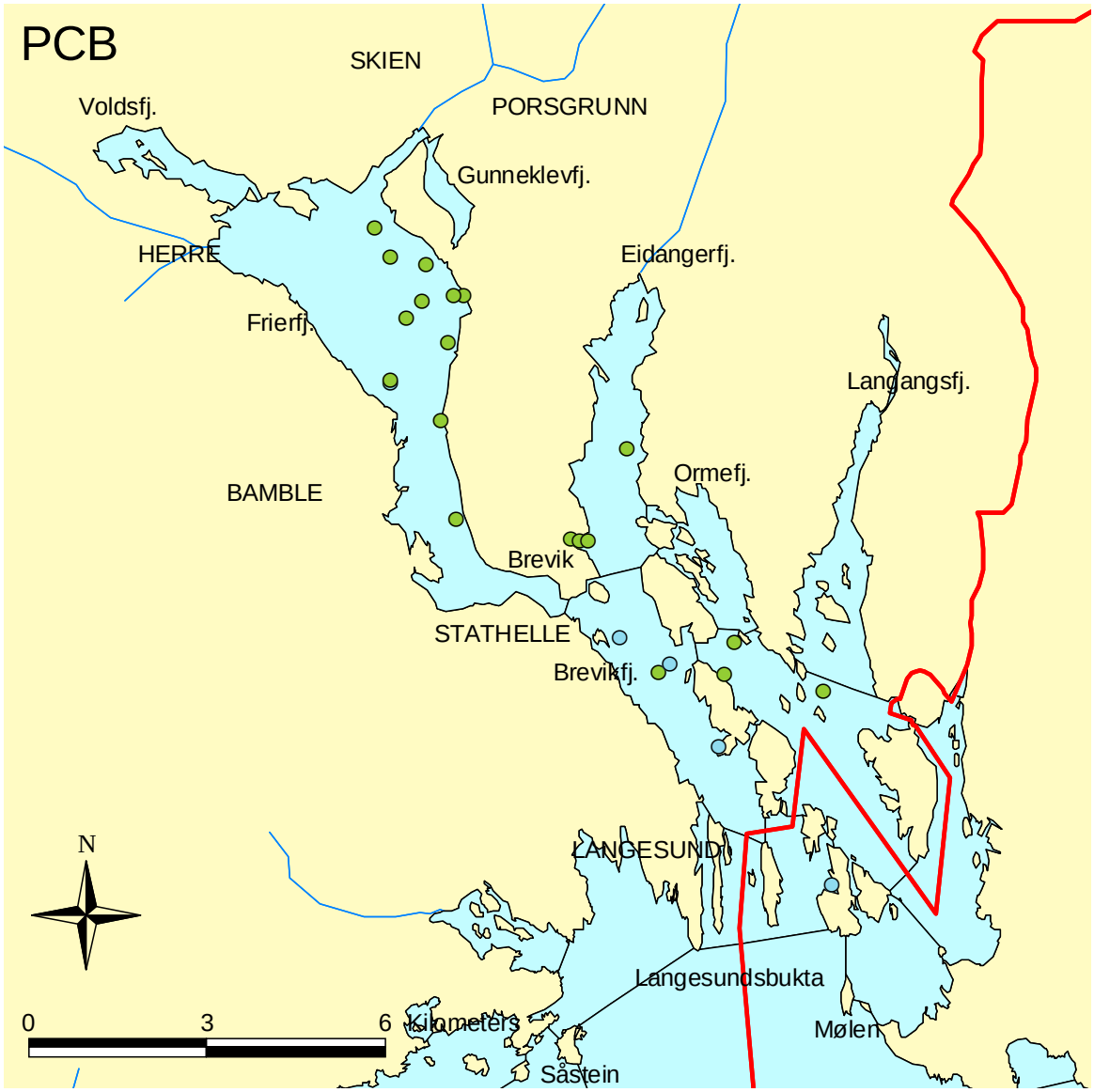
klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset

Oktaklorstyren (OCS) i sedimenter i Grenlandsfjordene



Figur 19. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av oktaklorstyren (OCS) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjonene indikerer variasjon i konsentrasjon som følger: <1130µg/kg(○), 1130-3400µg/kg (●), 3400-6500µg/kg (●), 6500-13000µg/kg (●), >13000µg/kg (●).

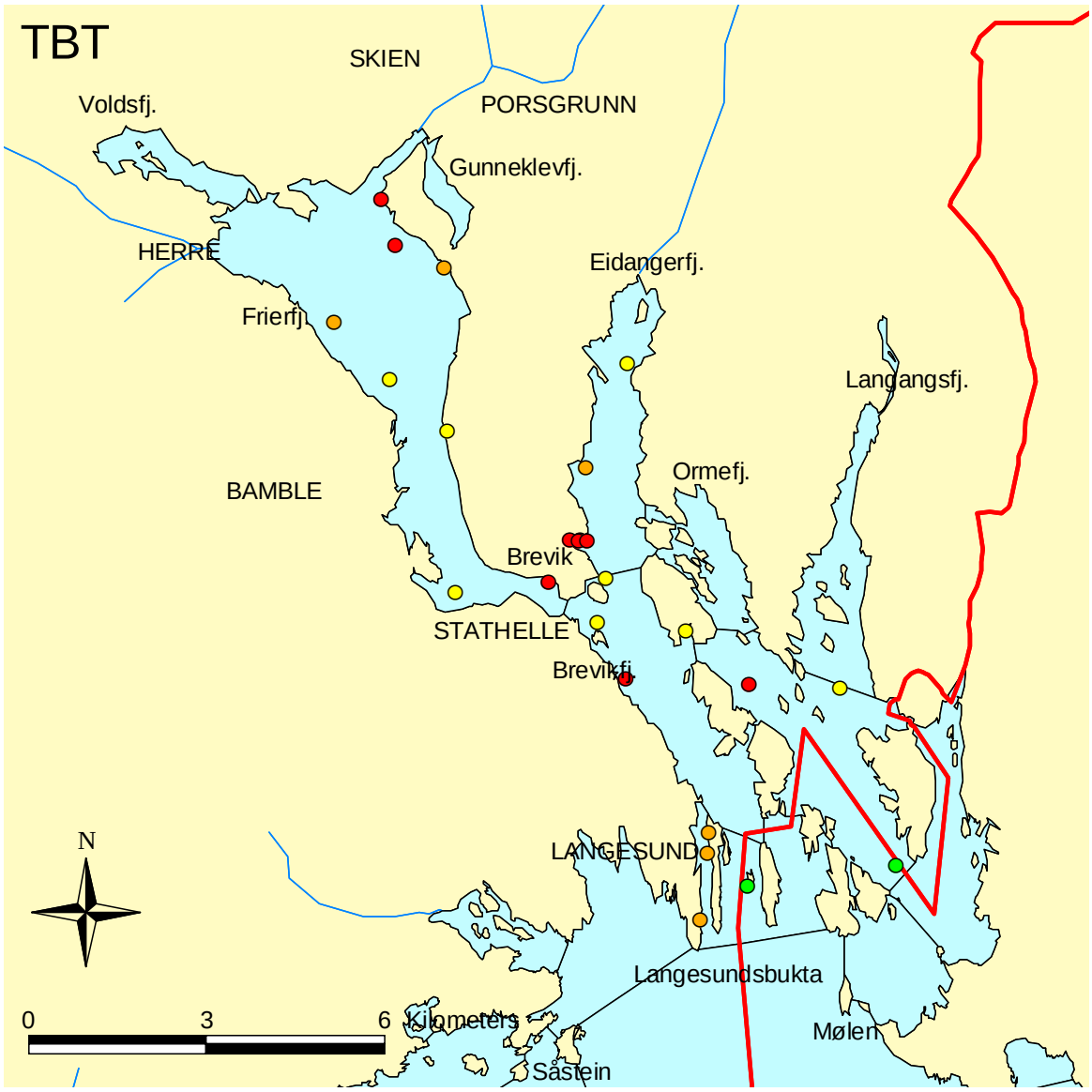
Polyklorerte bifenyler (PCB_7) i sedimenter i Grenlandsfjordene



Figur 20. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av polyklorerte bifenyler (PCB_7) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse i hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset

Tributyltinn (TBT) i sedimenter i Grenlandsfjordene



Figur 21. Miljøstatuskart basert på konsentrasjoner av tributyltinn (TBT) i sedimenter. Fargekodene på sedimentstasjoner viser tilstandsklasse i hht SFTs miljøkvalitetskriterier, jfr. Kap. 2.1.

klasse I (●), lite forurenset	klasse II (●), moderat forurenset	klasse III (●), markert forurenset	klasse IV (●), sterkt forurenset	klasse V (●), meget sterkt forurenset

6. Forslag til supplerende kartleggingsarbeid i fase 2

6.1 Generelt

En viktig del av fase 1 i tiltaksplanarbeidet er å prioritere delområdene og planlegge fase 2. Der skal man ta stilling til om det må gjennomføres tiltak, og eventuelt hvilke som er aktuelle. Første steg i dette er å vurdere om forurensningssituasjonen og effektene på økosystemet gjør tiltak nødvendig. I den sammenheng utarbeider nå SFT en veileder for risikovurdering av forurenset sediment som vil bli et viktig verktøy i dette arbeidet. Grunnlaget for risikovurderingen vil være eksisterende data supplert med ny, nødvendig prøvetaking og analyse.

6.2 Prioritering av delområdene

Et av målene med arbeidet knyttet til tiltaksplanen er å prioritere delområder på grunnlag av forurensningstilstand. I den sammenheng er betegnelsen "potensielle høyrisikoområder" brukt. Karakteriseringen som "høyrisikoområde" kan være diskutabelt. Målet med å påvise høyrisikoområder slik det fremgår av SFTs veiledning, er å identifisere konkrete områder som kan "frigjøres" fra resten av tiltaksplanprosessen, slik at tiltak kan settes i verk uten å vente på planprosessen for øvrig. Imidlertid, den reelle definisjon av eventuelle høyrisikoområder vil man måtte ta stilling til i fase 2, etter å ha gjennomført konkrete risikovurderinger av de ulike delområdene. Når betegnelsen "potensielle høyrisikoområder" er brukt nedenfor er det derfor på områder som må være særlig prioritert i fase 2.

Med utgangspunkt i SFTs veiledning til fylkesmennene har vi valgt at følgende betingelser må oppfylles, for at et område skal kunne vurderes som potensielt høyrisikoområde:

- konsentrasjoner av miljøgifter i klasse IV eller V (skadepotensiale)
- grunnere enn 20 m vanndyp (risiko for skade, som følge av spredning)
- aktiv skipstrafikk (risiko for skade, som følge av spredning).

På grunnlag av gjennomgangen av miljøtilstanden og mulige kilder i tiltaksområdet er områdene rangert som vist i Tabell 14.

Det må presiseres at det ikke er knyttet noen biologiske mål (f.eks. reelle skadeanslag, betydning for kostholdsråd, etc.) til karakteriseringen. Det må også presiseres at det ikke er noen enkel relasjon mellom karakteriseringen som "høyrisikoområde" og nytteverdien av sedimentrettede tiltak. Nytteverdien vil avhenge av hvilke miljømål man setter. Slike mål er ikke formulert, men kan ha svært varierende ambisjonsnivå. Et relativt lavt ambisjonsnivå kan være (A) å hindre spredning av forurensede sedimenter som følge av oppvirvling. Et høyt ambisjonsnivå kan være (B), ønsket om å oppheve kostholdsrådet i fjorden. De to ambisjonsnivåene fordrer forskjellig innsats, både økonomisk og faglig. Ambisjonsnivå A vil være begrenset til forurensede grunne sjøområder som er bølgeutsatt eller har høy båtaktivitet. Før gjennomføring av tiltak i slike områder er det nødvendig med detaljert kartlegging for å bestemme utbredelse, mektighet og typen av forurensning. Minimering av tiltaksområdet gjennom detaljert kartlegging gir som oftest lavest totale kostnader. Måloppnåelse av ambisjonsnivå A gir ikke nødvendigvis en sporbar effekt i forhold til ambisjonsnivå B, men kan gi et bidrag i denne retning. Selv om DIG-prosjektet har vist at det er de forurensede sedimentene i fjorden via næringsnett som har størst betydning for et fortsatt kostholdsråd, vet en ikke foreløpig om arealene

det utføres tiltak på for måloppnåelse A, gir tilstrekkelig effekt for måloppnåelse B. Det er i seg selv en krevende oppgave å utrede hvor store, eller hvilke arealer som må friskmeldes, for å nå ambisjonsnivå B. Per i dag er DIG-modellen det eneste tilgjengelige verktøy for en slik utredning av Grenlandsfjordene.

6.2.1 Supplerende sedimentundersøkelser

Bruken av eksisterende data og data fra supplerende undersøkelser vil ha flere siktemål. Først og fremst trenger man data som kan brukes til å vurdere behovet for og nytten av tiltak. Videre skal de brukes til å avgrense tiltaksområder. Det sentrale redskapet for å vurdere behovet for tiltak i de prioriterte delområdene vil være risikovurderingen. Veilederen er ikke ferdig ennå, og det gjør det vanskelig å forutsi hvilket grunnlagsmateriale som er nødvendig for å kunne bruke veilederen.

Sedimentundersøkelsene i Fase 2 skal derfor supplere den eksisterende miljøinformasjonen i den grad som ansees nødvendig for:

- å bidra til å avklare om de angitt potensielle høyrisikoområdene skal klassifiseres som høyrisikoområder.
- å kunne friskmelde områder på et tidlig stadium når dette er berettiget.
- å bekrefte-/-avkrefte mistanken om forurensning i mangelfullt undersøkte områder.

Nedenfor er NIVAs forslag til utfyllende undersøkelser i de ulike delområdene. Undersøkelsene vil i hovedsak gi et bedre bilde av forurensningsgrad og -utbredelse i sedimentene. Omfanget må sees på som veiledene og må diskuteres/justeres i forhold til det formål og ambisjonsnivå som tilslutt fastlegges.
En innbyrdes rangering eller prioritering av områdene er ikke foretatt fordi en prioritering av områdene vil være helt avhengig av miljømålet for hvert enkelt område. En rangering av områdene knyttet til miljømål er en del av fase 2. Forslaget om antall supplerende prøvepunkter til fase 2 er angitt i **Tabell 14**. Det bør understrekes at dersom tiltak besluttes gjennomført i et område, vil dette kunne utløse et behov for ytterligere sedimentkartlegging avhengig av tiltakets natur. Slike hensyn har ikke ligget til grunn for vurderingen i **Tabell 14**.

Tabell 14. Rangering av delområder i potensielle høyrisikoområder, områder med behov for data og forslag til antall nye stasjoner i de ulike delområdene.

Delområde	Rangering i hht. Tabell 5	Fjordområde	Type og grad av forurensning	Høyrisiko-område	Behov for data	Forslag til nye stasjoner
Kaiområdet ved utløpet av Skienselva	**1 B**	Frierfjorden	Dioksin (IV-V)* HCB (IV-V)* PAH (II-IV)* TBT (V)* Hg (	X		
Gunneklev-fjorden	**1 B**	Gunneklev-fjorden	Dioksin (V)** HCB (V)*** PAH (IV)** TBT (?) Hg (V)**	X		
Området fra Hovedkaia ned til Versvik	**1 B / 3**	Frierfjorden	Dioksin (V)** HCB (V)*** PAH (V)** TBT (IV)¤ Hg (III)**	X	X	10
Kaiområdet utenfor Rafnes	**3**	Frierfjorden	Dioksin (V)*** HCB (V)*** PAH (IV-V)*** TBT (IV) Hg (III-V)***		X	8
Kaiområdet utenfor Herre	**3 / 4**	Frierfjorden	Dioksin (V)# HCB (V)*** PAH (IV-V)*** TBT (?) Hg (III-IV)***		X	6
Kaiområdet nord for Asdalstangen	**3**	Frierfjorden	Dioksin (IV-V)** HCB (IV-V)** PAH (II-IV)** TBT (III)¤ Hg (II-III)**	X	X	6
Kaiområdet ved Brevik	**3 / 4**	Frierfjorden / Brevikfjorden	Dioksin (?) HCB (?) PAH (?) TBT (V)¤ Hg (?)	X	X	8
Kaiområdet ved Dalsbukta	**1 B / 3**	Eidanger-fjorden	Dioksin (IV-V)§ HCB (III)§ PAH (III-IV)§ TBT (V)§ Hg (II-III)##	X	X	8
Langesund	**4**	Langesund	Dioksin (?) HCB (?) PAH (?) TBT (IV) Hg (?)		X	10

* Hauge et al. 2002. Næs 2002.
** Næs 1999
*** Næs 1989
# Knutzen og Oehme 1988
¤ Konieczny 2002
§ Berge og Moy 2000
Helland 1992

6.2.2 Supplerende kartlegging av tilførsler via Skienselva

En forutsetning for at tiltak på forurensede sedimenter skal være vellykket er at kildene som forurenser sedimentene er opphørt. Direkteutslipp, dvs. primærkildene til Frierfjorden er sterkt redusert. Bidraget fra diffuse kilder, avrenning fra nedbørsfeltet herunder deponier og forurenset grunn blir da av relativt større betydning. Herøya er det området som har den tetteste forekomsten av lokaliteter med forurenset grunn og deponier i kategori 3. Det er i dag et program i gang initiert av Norsk Hydro, for å vurdere tilførsler til fjorden fra forurenset grunn på Herøya og risiko forbundet med dette. Kommunene er igang med kartlegging og vurdering av kommunale deponier. Samlet er det et omfattende arbeid i gang med kartlegging og vurdering av potensielle forurensningskilder på land. Et sentralt punkt i dette arbeidet er å få kartlagt forurensningsbidraget til fjorden, særlige organiske miljøgifter som er hovedforurensningsproblemet i fjorden.

Nedbørsfeltet er i en årrekke tilført miljøgifter fra industrien i området. Det vesentligste av miljøgifter holdes tilbake i nedbørsfeltet. Hvor godt miljøgiftene holdes tilbake varierer fra stoff til stoff og mellom typer av jordsmonn. Tilførslene vil også variere over sesong, avhengig av mengde og varighet av nedbør. Per i dag har en ikke oversikt over det diffuse bidraget av organiske miljøgifter fra nedbørsfeltet.

DIG-prosjektet påviste i 2002 høye konsentrasjoner i Skienselva nedstrøms Porsgrunn by og det ble satt ut passive prøvetakere for å spore mulige kilder. Resultatene fra disse undersøkelsene tydet på at det fortsatt var tilførsler av dioksiner til fjorden fra ukjente kilder, at kildene måtte ligge i nedre del av Skienselva og kildene hadde sitt opphav i magnesiumfabrikken. Begrunnelsen for dette var at prøver fra nye Porsgrunnsbru viste høyere konsentrasjoner av dioksiner enn prøver fra lenger opp i elva. Kildene kan enten være områdene rundt magnesiumfabrikken, og / eller tilførsler fra oppvirvlede forurensede sedimenter transportert opp i elva med kompensasjonstrømmen. Datamaterialet er imidlertid spinkelt og det er derfor nødvendig med mer detaljerte undersøkelser for å få klarhet i hvilke at disse kildene som gir det største bidraget av dioksiner.

6.2.3 Supplerende kartlegging av tilførsler via overvann fra tette flater

Foreliggende datasammenstilling har vist at bidraget av miljøgifter fra urbane tette flater varierer fra stoff til stoff. Bidraget av PAH fra tette flater i Skien og Porsgrunn er større enn dagens bidrag fra lokal industri. Det eksisterer imidlertid svært lite data på avrenning av andre organiske miljøgifter fra slike områder. Det er vanskelig å planlegge et overvåkingsprogram som skal fange opp den store variasjonen som forekommer i tilførsler via overvann, og et slikt program vil lett bli svært kostnadskrevende. En første tilnærming kan være å utføre analyser av partikulært materiale som har sedimentert i overvannsnettet. Dette materialet spyles ut episodisk ved regnskyll og også når byens gater vaskes. Ved analyser av dette materialet vil man få et bilde av hvor forurenset det partikulære materialet er som tilføres fjorden. Dette arbeidet bør sees i sammenheng med supplerende kartlegging av tilførsler via Skienselva.

6.2.4 Risikovurderinger

De endelige vurderingene som må gjennomføres for å avgjøre behovet og nytteverdien av tiltak er knyttet til risikovurderingen slik som det vil fremkomme i veilederen. Denne er imidlertid ikke klar, og kostnadene kan dermed ikke spesifiseres.

Det mest sentrale spørsmålet for Grenlandsfjordene er knyttet til dioksinproblemet: Hvor lenge vil forurensingen vare, hvor viktige er sedimentene, hva kan gjøres, hvilken nytteverdi har et eventuelt tiltak? Gjennom DIG-prosjektet er det nå et modellverktøy som kvantitativt kan belyse/besvare disse

spørsmålene. Anvendelse av kunnskapen opparbeidet i DIG-prosjektet blir derfor et sentralt element i de risikovurderingene som må gjennomføres knyttet dioksinproblemet.

6.3 Kostnadsoverslag for kartlegging i Fase 2

Følgende kostnadsoverslag er gitt for de ulike delelementene:

6.3.1 Supplerende sedimentundersøkelser

For å få en bedre oversikt over miljøstatus i områder som er lite kartlagt foreslås en innsamling fra nye stasjoner (jfr.**Tabell 14**). Stasjonene fordeles innenfor områdene som i Fase 1 er angitt å mangle data. Følgende budsjett vil være sannsynlig ved en slik kartlegging:

Kartlegging i fjorden	**Pris**
56 nye stasjoner	PAH_{16}, TBT, HCB, Hg, Dioksiner Kr. 13.000,- / analyse / stasjon = Kr. 728 .000,-
Feltarbeid	3 dager à kr.15.000,- = kr. 45.000,-
Båtleie	3 dager à 13.000,- kr. 39.000,-
Databehandling, rapportering, administrasjon	Kr. 120.000,-
SUM	Kr. 930.000,-

6.3.2 Tilførsler via elver

Prisanslag for beregning av tilførsler av miljøgifter via Skienselva ved bruk av passive prøvetakere og tidsintegrert prøvetaking av suspendert partikulært materiale. Strømhastighet, turbiditet og saltholdighet logges samtidig. Undersøkelsene for å beregne tilførslene via Skienselva må sees i sammenheng med videreutvikling og anvendelse av DIG-modellen. Angrepsmåten kan derfor bli en annen, og da kan også kostnadene endres.

Tilførsler via Skienselva	**Pris**
SPMD overvåking av organiske miljøgifter i løst fase: - 2 SPMD bur ved nye Porsgrunnbru (en i overflaten, en ved bunn) 2 prøver /bur - Innsamling månedsbasis vår sommer (5 innsamlinger)	PAH_{16}, HCB, Dioksiner Kr. 11500,- / prøve X 10 prøver = Kr. 115.000,- i analyser
- Innsamling månedsbasis av partikulært materiale (tidsintegrert prøvetaking), overflate og bunnvann	PAH_{16}, HCB, Dioksiner 10 analyser / år = kr. 115.000 ,- i analyser
- Registrering av strøm, saltholdighet og turbiditet i overflate og ved bunn (kontinuerlig logging i samme perioder som over)	Leie av utstyr (Anderaa RCM9) 5 mnd. Kr. 54.000,-
- Materiell	Kr. 25.000,-
- Feltarbeid	Kr. 14.000,- / feltdag X 6 dager = Kr. 84.000,-
- Databehandling, rapportering, administrasjon	Kr. 100.000,-
- SUM	Kr. 490.000,-

6.3.3 Tilførsler via overvann, tette flater

Prisanslag for undersøkelser av miljøgifter i sedimentert materiale i ledningsnettet:

Tilførsler via overvann, tette flater	**Pris**
10 prøver samles strategisk, ut i fra kjennskap til ledningsnettet. Innsamling samordnes med elveprosjektet.	PAH_{16}, HCB, Dioksiner, Hg Kr. 12.000,- / prøve X 10 prøver = Kr. 120.000,-
Databehandling og rapportering	Kr. 40.000,-
SUM	Kr. 160.000,-

6.3.4 Risikovurdering

Veilederen for risikovurdering av forurensede sedimenter vil foreligge i løpet av neste år. DIG-modellen blir også sentral i risikovurderingen av de forurensede sedimentene, og arbeidet med modellen avsluttes nå i år. Siden risikovurderingene er nært knyttet til disse to arbeidene, og de ikke er avsluttet enda, lar det seg foreløpig ikke gjøre å prisfastsette arbeidet med risikovurderingene.

7. Referanser

Agerup, N.H. og Andersen, J.H.S., 2003. Kartlegging av fourensning til Dalenbukta. Del A: Risiko for oppvirvling av forurenset sediment som følge av skipsanløp. Norconsult 368600-100, 36s

Andersen, J.H.S., Lenes, G. og Agerup, N.H. 2003. Grenland Havnevesen Brevikterminalen. Forurensede sedimenter –risiko for forurensning som følge av skipsanløp. Norconsult 3668700-100, 25s

Aquateam 2002, Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2001 OSPAR Commission. A: Principles, results and discussions. SFT-rap. TA-1914-2002, 56s.

Berge, J.A. Moy, F. 2000. Miljøundersøkelser i Dalsbukta i Eidangerfjorden 1999. NIVA-rapport, Prosjektnr O-99206, Løpenr 4254, 76s.

Braaten, B. Berge, J.A. Berglind, L. Bækken, T. 1996. Occurrence of phthalates and organotins in sediments and water in Norway. NIVA-rapport, Prosjektnr O-96006, Løpenr 3552, 45s.

Helland, A. 1993. Sedimentundersøkelser i Dalsbukta i Eidangerfjorden. NIVA-rapport, Prosjektnr O-93018, Løpenr 2935, 25s.

Helland, A. og Bakke, T. 2002. Transport and sedimentation of Cu in a microtidal estuary, SE Norway. Marine Pollution Bulletine 44, 149-155.

Helland, A., Åberg, G. og Skei, J. 2002. Source dependent behaviour of lead and organic matter in the Glomma estuary, SE Norway: Evidence from isotiope ratios. Marine Chemistry 78, 146-149.

Holtan, G., Berge, D., Holtan, H. og Hopen, T. 1995. Paris Convention. Annual report on direct and riverine inputs to Norwegian coastal waters during the year 1994. A. Principles, results and discussion. B. Data report. SFT-rapport 632/95. NIVA-rapport. 3361/95, 136s.

Konieczny, R. 2002. Undersøkelse av TBT i sedimenter og biota fra Grenlandsfjordene. NET-rapport, Prosjektnr. P-01.027, 29s + vedlegg.

Konieczny, R.M.; Knutzen, J.; Skei, J. 1991. Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensende områder. Rapport 2: Forsøk med utlekking av polyklorinerte dibenzo-p-dioksiner, andre klororganiske stoffer og kvikksølv. NIVA-rapport, Prosjektnr O-895902, E-90406, Løpenr 2572, 80s.

Molvær, J.; Rygg, B.; Skei, J. 1980. Resipientundersøkelse av Vollsfjorden. Skien kommune. NIVA-rapport; Prosjektnr O-77114, Løpenr 1182, 44s.

NGI 1989a. Utvidet undersøkelse av Vestre Kaiområde. NGI-rap. 897501-01.

NGI 1989b. Tiltaksrettet undersøkelse av Saltlageret. NGI-rap. 897502-01

Næs, K. 2002. Miljøgifter i sedimenter i nedre del av Skienselva. NIVA-notat 2002.

Næs, K. 1989. Miljøgifter i Gunnekleivfjorden. Delrapport 1: Konsentrasjon og mengde av miljøgifter i sedimentene. NIVA-rapport, Prosjektnr O-88068-01, Løpenr 2192, 76s.

Næs, K. 1999. Overvåking av miljøgifter i sedimentene i Grenlandsfjordene 1997. Serie Overvåkingsrapport; 765/99. TA-1645/1999. NIVA-rapport Prosjektnr O-803125, Løpenr 4066, 146s.

Næs, K.; Oug, E. 1991. Sedimentenes betydning for forurensningstilstanden i Frierfjorden og tilgrensede områder. Rapport 1: Konsentrasjon og mengder av klororganiske forbindelser, polysykliske aromatiske hydrokarboner, kvikksølv og pyrolyserolje. NIVA-rapport Prosjektnr O-895903, E-90406, Løpenr 2570, 193s.

Rygg, B. 1988. Vurderinger av forurensningspåvirkning av Frierfjorden som følge av utsig av pyrolyserolje fra etylenfabrikken, Hydro Rafnes. NIVA-rapport. Prosjektnr O-87201, Løpenr 2097, 21s

Rygg, B.; Green, N.; Molvær, J.; Næs, K. 1987. Grenlandsfjordene og Skienselva 1986. Serie Overvåkingsrapport; 287/87, NIVA-rapport, Prosjektnr O-80003-12, Løpenr 2033, 91s.

Schulze, P-E.; Wiborg, M.L.; Konieczny, R.; Østberg, Ø. 1999. PCB forbudt, men fortsatt en del av livet kysten Kristiansund – Oslo – Fredrikstad. Oppsummeringsrapport fra Den store giftjakta 1998. Norges Naturvernforbund, Rapport, juni 1999. 41s.

Skei, J. 1976. Resipientundersøkelse av nedre Skienselva, Frierfjorden og tilliggende fjordområder, Rapport nr. 3. NIVA-rapport, Prosjektnr O-70111, Løpenr 0803, 60s.

Skei, J. 1981. Overvåking av forurensninger i Grenlandsfjordene og nedre del av Skienselva 1980. Delrapport 3. Sedimenter. Serie Overvåkingsrapport; 14/81 NIVA-rapport Prosjektnr O-80003-12, Løpenr 1329, 30s.

Weideborg, M., Vik, E.A., Stang, P. og Lyngstad, E. 2002. Riverine inputs and direct discharges to Norwegian coastal waters – 2001. OSPAR Commission. A: Principles, results and discussion. SFT-rapport 1914/2002. 56s.