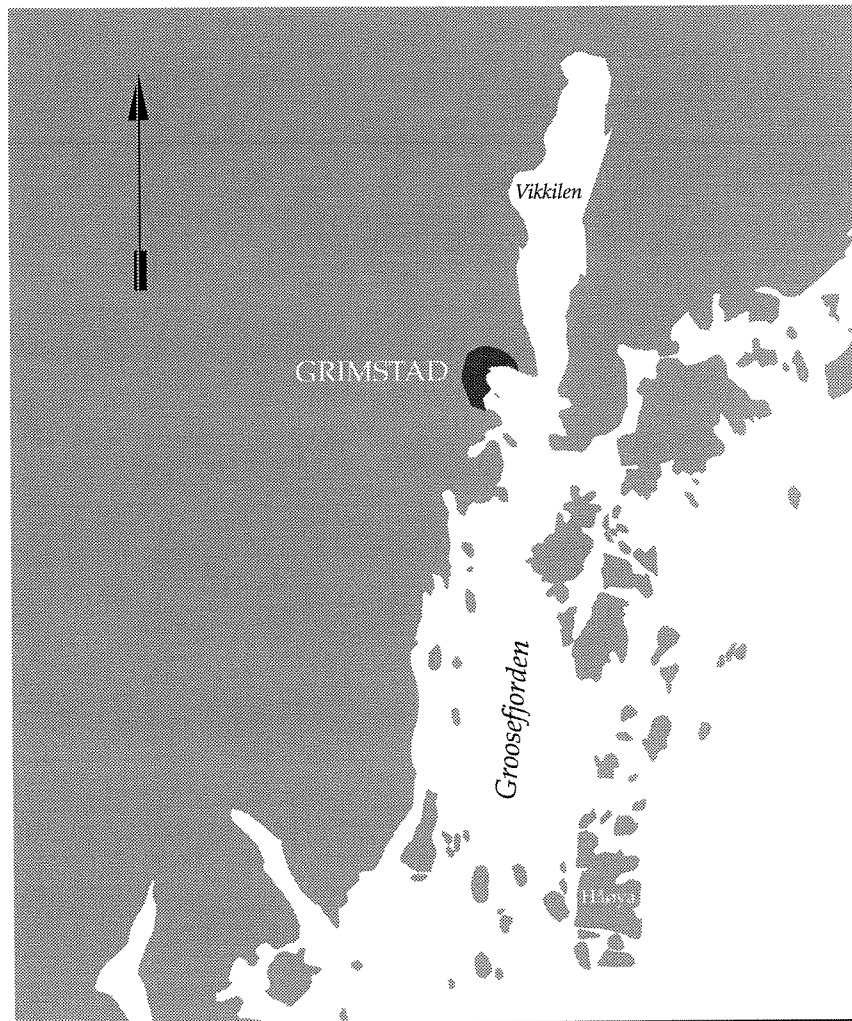


RAPPORT LNR 3622-97

# Tilstanden i sjøområdene ved Grimstad før start av biologisk renseanlegg på Groos



# RAPPORT

## Norsk institutt for vannforskning

### Hovedkontor

Postboks 173, Kjelsås  
0411 Oslo  
Telefon (47) 22 18 51 00  
Telefax (47) 22 18 52 00

### Sørlandsavdelingen

Televeien 1  
4890 Grimstad  
Telefon (47) 37 29 50 55  
Telefax (47) 37 04 45 13

### Østlandsavdelingen

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

### Vestlandsavdelingen

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

### Akvaplan-NIVA A/S

Søndre Tollbugate 3  
9000 Tromsø  
Telefon (47) 77 68 52 80  
Telefax (47) 77 68 05 09

Tittel Tilstanden i sjøområdene ved Grimstad før start av biologisk rensesanlegg på Groos	Løpenr. (for bestilling) 3622-97	Dato 25. feb. 1997
	Prosjektnr. Undernr. O-95123 2	Sider Pris 91 kr 100,-
Forfatter(e) Tone Jacobsen Einar Dahl (HFF) Eivind Oug Tore Johannessen (HFF) Frithjof Moy	Fagområde Marin eutrofi	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Grimstad kommune	Oppdragsreferanse 95/00187-JF-K30
--------------------------------------	--------------------------------------

<p>Sammendrag</p> <p>I 1995 ble Groosefjorden undersøkt for å dokumentere tilstanden før igangsetting av nytt biologisk rensesanlegg. Det ble også gjort undersøkelser i andre kystområder i Grimstad kommune for å vurdere tilstanden. Undersøkelsene omfattet vannkjemiske målinger (oksygen, næringssalter, temperatur og saltholdighet), bløtbunnsprøver, hardbunnsundersøkelser (strandsone og dykk) samt undersøkelse av fiskeforekomster. Undersøkelsene viste at bunnområdene i Groosefjorden var tydelig påvirket av det kommunale utslippet på Groos. Bunnvannet hadde lave oksygenkonsentrasjoner, og nær utslippet var bløtbunnsfaunaen dominert av arter som opptrer ved tung organisk belastning, men det var ingen større endringer i tilstanden siden forrige undersøkelse på 1980-tallet. Ved dykking ble det i tillegg registrert hydrogensulfid i sedimentene ved utslippspunktet. I overflatelaget ble det kun funnet svake effekter av utslippet. I Homborsund var det ingen større effekter av utslippet, men resultatene tyder på at området er sårbart for økning i tilførslene.</p>
--

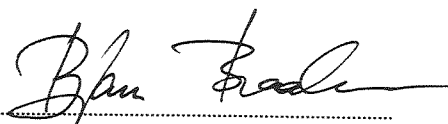
Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Hydrografi	1. Hydrography
2. Bløtbunnsfauna	2. Soft bottom fauna
3. Hardbunnsorganismer	3. Hard bottom communities
4. Fiskeforekomster	4. Fish recruitment



Tone Jacobsen

Prosjektleder

ISBN 82-577-3178-1



Bjørn Braaten  
Forskningsjef

**O-951232**

**Tilstanden i sjøområdene ved Grimstad før start av  
biologisk renseanlegg på Groos.**

Hydrografi, hardbunn, bløtbunn, fiskeforekomster

## Forord

*Kommunene i Aust-Agder har fått pålegg fra Fylkesmannen om å etablere overvåkingsprogrammer for sine vannforekomster. Overvåkingen skal samordnes med nasjonale og/eller regionale overvåkingsprogrammer og skal omfatte rutineundersøkelser for kartlegging av tilstanden og påvisning av eventuelle virkninger av de saneringstiltak som foretas. Påleggene er gitt i forbindelse med nye utslippstillatelser.*

*Etter forespørsel fra Fylkesmannen i Aust-Agder, Grimstad kommune, Lillesand kommune, Tvedestrand kommune og Risør kommune, utarbeidet NIVA og HFF (Havforskningsinstituttets Forskningsstasjon Flødevigen) et felles, marint overvåkingsprogram for disse kystkommunene. Programmet ble diskutert i møter med kommunene og Fylkesmannens miljøvernavdeling 18-20. januar 1995, og endelig programforslag forelå 25. mars 1995. Tilsvarende overvåkingsprogrammer er utarbeidet for ferskvannsforkomstene (Kaste 1994).*

*I utarbeidelsen av overvåkingsprogrammene ble det tatt utgangspunkt i rapporten "Miljøstatus i Aust-Agder. Marine resipienter" (NIVA/HFF 1994). Rapporten inneholder en oversikt over tidligere undersøkelser i fylket og vurderinger av tilstanden.*

*For Grimstad ble det lagt opp til et noe mer omfattende undersøkelsesprogram enn for de øvrige kommunene i Aust-Agder. Dette ble gjort for å sikre dokumentasjonen av et nytt biologisk renseanlegg som ble satt igang høsten 1995. Denne type anlegg er ikke tidligere utprøvd i Norge. Prosjekttilsagn fra Grimstad kommune ble gitt i brev av 11.9.95. Kontaktpersoner i kommunen har vært Miljøvernleder Bjørn Christian Pedersen og Jon Frydenborg ved teknisk etat. Vi takker for samarbeidet.*

*Foreliggende rapport omhandler kun resultater fra Grimstad. Tilsvarende rapporter vil bli utarbeidet for de andre kystkommunene i Aust-Agder etterhvert som resultatene foreligger.*

*Vi gjør oppmerksom på at Flødevigen har lagt ned betydelig egeninnsats i prosjektet slik at hydrografi-programmet for Groosefjorden omfatter flere målinger enn det som opprinnelig ble satt opp i programforslaget.*

*Følgende personer har bidratt til rapporten:*

- *Tone Jacobsen*      *Prosjektleder. Planlegging og gjennomføring av strandsoneundersøkelse. Sammenstilling av rapport.*
- *Einar Dahl (HFF)* *Ansvarlig for hydrografi-programmet og rapportering av denne.*
- *Tore Johannessen (HFF)* *Ansvarlig for fiskeundersøkelsen og rapportering av denne.*
- *Eivind Oug*        *Ansvarlig for gjennomføring og rapportering av bløtbunnsundersøkelsen*
- *Frithjof Moy*      *Ansvarlig for gjennomføring og rapportering av dykkerundersøkelsen*

*I tillegg har Mats Walday (NIVA) deltatt i dykkerundersøkelsen (zoologiske registreringer), mens Jarle Håvardstun (NIVA) har assistert ved bløtbunnsprøvetakingen og strandsoneundersøkelsene. Mette C. Lie har også assistert ved strandsoneundersøkelsen. Takk til alle for god innsats. NIVA vil også rette en takk til mannskapet på M/S Fredrikstad for gode arbeidsforhold under bløtbunnsprøvetakingen.*

*Ved Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen har Terje Jåvold, Lena Omli og Anita Reisvaag utført det aller meste av det hydrografiske innsamlings- og analysearbeidet. Mannskapet på G.M. Dannevig samt Svein Erik og Kate Enersen, Knut Hansen, Ernst O. Maløen, Øystein Paulsen og Aadne Sollie har vært til stor hjelp under deler av feltarbeidet. Takk til alle for god innsats*

*Grimstad, 25. februar 1997*

*Tone Jacobsen  
NIVA*

# Innhold

Sammendrag .....	7
Sammenfattende vurderinger .....	9
<b>1. INNLEDNING .....</b>	<b>11</b>
1.1 OMRÅDEBESKRIVELSE OG UTSLIPPSSITUASJON .....	11
1.2 TIDLIGERE UNDERSØKELSER OG MILJØFORHOLD .....	14
1.3 FORMÅL OG UNDERSØKELSESPROGRAM.....	16
<b>2. HYDROGRAFI.....</b>	<b>19</b>
2.1 BAKGRUNN .....	19
2.2 MATERIALE OG METODER .....	20
2.3 RESULTATER OG DISKUSJON .....	21
2.3.1 Temperatur, saltholdighet og oksygenforhold.....	21
2.3.2 Næringsalter .....	24
<b>3. HARDBUNN .....</b>	<b>29</b>
3.1 BAKGRUNN .....	29
3.2 METODER.....	29
3.2.1 Stasjonsvalg .....	29
3.2.2 Feltmetodikk .....	32
3.2.3 Fotodokumentasjon .....	32
3.2.4 Tallbehandling.....	32
3.3 RESULTATER .....	33
3.3.1 Strandsoneundersøkelse .....	33
3.3.2 Dykkerundersøkelse.....	38
<b>4. BLØTBUNN .....</b>	<b>41</b>
4.1 BAKGRUNN .....	41
4.2 STASJONSVALG OG METODIKK .....	41
4.2.1 Valg av prøvetakingslokaliteter.....	41
4.2.2 Prøvetaking.....	42
4.2.3 Analysemetoder .....	44
4.2.4 Tallbehandling.....	44
4.3 RESULTATER .....	44
4.3.1 Prøvetaking.....	44
4.3.2 Bunnsedimenter .....	45
4.3.3 Bunnfauna .....	46
4.3.4 Sammenligning med tidligere prøvetaking .....	49
4.4 VURDERINGER .....	52
<b>5. FISKEFOREKOMSTER .....</b>	<b>53</b>
5.1 BAKGRUNN .....	53
5.2 MATERIALE OG METODER .....	54
5.3 RESULTATER .....	54
5.4 VURDERINGER .....	54
<b>6. MILJØGIFTER OG TARMBAKTERIER.....</b>	<b>57</b>

6.1 MILJØGIFTER .....	57
6.2 TARMBAKTERIER .....	60
<b>7. REFERANSER .....</b>	<b>63</b>
<b>VEDLEGG A. HYDROGRAFI.....</b>	<b>67</b>
<b>VEDLEGG B. HARDBUNN.....</b>	<b>71</b>
<b>VEDLEGG C. BLØTBUNN .....</b>	<b>89</b>

## Sammendrag

I løpet av 1995 ble vannkjemi, strandsone, bløtbunnsfauna og fiskeyngel undersøkt i Groosefjorden og utvalgte kystområder i Grimstad kommune. Undersøkelsene i Groosefjorden ble foretatt for å dokumentere tilstanden før igangsetting av nytt biologisk renseanlegg på Groos høsten 1995. Undersøkelser andre steder i kommunen ble gjennomført for å kartlegge tilstanden i kommunens kystområder og belyse eventuelle utviklingstendenser der det foreligger tidligere undersøkelser.

### **Hydrografi**

Vannkemiske målinger ble foretatt på tre stasjoner i Groosefjorden i januar, februar, august og oktober 1995. En stasjon ble plassert i fjordens dypeste område, en ved utslippet og en ved Grimstad havn. Resultatene viste betydelig reduserte oksygenforhold i fjordens bunnområder. Dypere enn ca 60 meter var oksygenmengden stort sett mindre enn 1 ml/l, som tilsvarer tilstandsklasse III (*nokså dårlig*) etter SFTs kriterier for miljøkvalitet. Mange dyr krever høyere oksygeninnhold enn dette for overlevelse. Ved Grimstad havn var forholdene i 30-35 meters dyp noe dårligere enn tilsvarende dyp på de to andre stasjonene. Oksygenforbruket ble beregnet til 0,5-1,1 ml/l pr måned, men vannutskiftingene er såpass hyppige at dannelse av hydrogensulfidholdig dypvann trolig er sjelden. Det var ingen klare forskjeller fra oksygenmålingene fra tidlig på 1980-tallet.

Det ble målt forhøyde næringssaltverdier om vinteren i 5-10 meters dyp, samt nær overflaten ved utslippet (Groos). Resultatene viser at utslippet til tider blir ført opp til grunt vann og noen ganger helt til overflaten. De forhøyde næringssaltverdiene kunne ikke spores om sommeren og tyder på rask omsetting av næringssalter på denne tiden av året. I de øvrige deler av Groosefjorden, litt vekk fra selve kloakk-utslippet, lå næringssaltverdiene rundt det som er vanlig langs kysten av Skagerrak. Det ble også målt periodevis noe forhøyede konsentrasjoner av næringssalter i dypet av Groosefjorden, noe som er vanlig i stagnerende basseng langs kysten. Nær utslippet ble synlige rester av avløpsvannet observert (kloakkdetritus og grønnsaksavfall).

### **Hardbunn**

Strandsoneundersøkelse ble gjennomført på 13 stasjoner i Grimstad-skjærgården i september 1995, mens et dykk nær utslippet ble foretatt i oktober. I strandsonen ble det registrert tilsammen 47 algearter og 17 dyrearter. I dykketransektet ble det registrert 35 alger og 33 dyr. Alle stasjonene var dominert av større tangarter i øvre del av fjæra (blåretang og grisatang), og hadde en jevn fordeling av de ulike algegruppene (rødalger, brunalger og grønnealger). Stasjoner på Sundholmen i Hesnessund og Dybesund i Homborsund hadde frisk tangvegetasjon, og gav inntrykk av gode forhold. De øvrige stasjonene ved Hesnes, Homborsund, Vikkilen, Groos, Hampholmsund og Kalven hadde mye påvekstalger (små arter som vokser på tangen) og mye sedimentert materiale, som gav inntrykk av noe påvirkning av næringssalter.

På Groos var det kun moderate effekter av utslippet på grunt vann, men det var tydelige effekter på noe dypere vann (6-20 meters dyp). En fjellvegg som strakte seg fra 6-18 meters dyp utenfor Grooseholmen var sterkt nedslammet, og rundt 18-20 meter var bunnen hvit av bakterier (bryter ned organisk materiale). Dette vitner om stor organisk belastning.

Mye sedimentasjon og mange påvekstalger på grunt vann ved Kalven, ca. 600 m SØ for utslippet, kan også være effekter av utslippet.

### **Bløtbunn**



Bløtbunnsfauna og bunnsedimenter ble undersøkt på to stasjoner i Groosefjorden og to stasjoner i Homborsund. Prøvene ble innsamlet i juni 1995. To av stasjonene er tidligere undersøkt i perioden 1983-85. Prøvene viste at dypbassenget i Groosefjorden var betydelig påvirket av organisk materiale. Det organiske innholdet i sedimentene var høyt og tilsvarte tilstandsklasse IV-V (*dårlig til meget dårlig*) etter SFTs kriterier for miljøkvalitet, mens faunaen var dominert av karakteristiske forurensnings-tolerante arter og tilsvarte tilstandsklasse II-III (*mindre god til nokså dårlig*). Prøvene indikerte samtidig at bunnvannet må ha vært oksygenholdig i minst ett år før prøvene ble tatt. Tilstanden i dypbassenget var omtrent som ved undersøkelsene i 1983-85, men forholdene varierer endel fra år til år.

Området rundt utslippet utenfor Groos var betydelig organisk belastet. Bunnfaunaen var sterkt dominert av arter som opptrer ved tung organisk belastning, og tilsvarte tilstandsklasse III-IV (*nokså dårlig til dårlig*).

I Homborsund var sedimentene noe påvirket av organisk materiale (tilstandsklasse III-IV), men bunnfaunaen var artsrik og hadde normalt arts mangfold (tilstandsklasse I, *god*). Trolig er bunnfaunaen litt stimulert av organiske tilførsler. Forholdene synes ikke å ha endret seg siden prøvetakingen i 1985.

### ***Fisk***

Undersøkelse av fisk i strandsonen ble foretatt på tre lokaliteter i oktober 1995. Undersøkelsen ble foretatt med samme metode som i pågående yngelkartlegging langs kysten. Det ble registrert noe lavere fangst av strandsonefisk på lokalitetene i Grimstad enn ved øvrige lokaliteter på Skagerrakkysten. Forskjellen er imidlertid liten, og er trolig mer et resultat av naturlig variasjon mellom lokaliteter som oppvekstområder.

### ***Miljøgifter***

Resultater fra en tidligere undersøkelse av miljøgifter i Vikkilen er tatt med i den foreliggende rapporten for å komplettere tilstandsbeskrivelsene. Undersøkelsen viste at sedimentene i Vikkilen var betydelig forurenset (tilstandsklasse III-V) av miljøgiftene PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner) og PCB (polyklorerte bifenyler). Forurensningen var størst i ytre del av Vikkilen. Forurensningen av tungmetaller var moderat (tilstandsklasse II).

### ***Badevann***

Resultater fra badevannsundersøkelsen som hvert år blir gjennomført av kommunen og fylket, er også tatt med i rapporten. Badevannsmålingene har siden 1991 vist godt badevann ved alle sjøvannslokalitetene i kommunen.

## Sammenfattende vurderinger

### *Groosefjorden*

Lave oksygenkonsentrasjoner i dypvannet, høye individtettheter i bløtbunnsfaunaen, tilstedeværelsen av forureningstolerante bunndyr og høyt innhold av organisk materiale i sedimentene, er alle forhold som viser at dypbassenget i Groosefjorden var betydelig påvirket av organisk materiale. Tilstanden kan ikke forklares ut fra naturlige tilførsler. Nærområdet til det kommunale utslippet var særlig tydelig påvirket, og tyder på at utslippet er kilden til det organiske materialet. Ved utslippspunktet ble den giftige gassen hydrogen sulfid registrert i sedimentene ved dykking. Dette indikerer at sedimentene både var oksygenfrie og uten dyreliv. Hydrogen sulfid-dannelsen var lokalt begrenset, og bare 200 meter syd for utslippet ble det funnet oksygenholdige sedimenter og levende bunnfauna.

Resultatene tyder på at det ikke har skjedd store endringer i tilstanden i Groosefjordens dypområder de siste 10 år. Bløtbunnsfaunaen hadde tilsvarende karakter som ved undersøkelsene midt på 1980-tallet. Heller ikke oksygenmålingene kunne påvise større endringer siden forrige undersøkelse. En viss utarming av bløtbunnsfaunaen var forventet siden utslippene har økt med ca. 3000 pe i perioden. Det kan forventes betydelige og forholdsvis raske forbedringer i bløtbunnsfaunaen i Groosefjorden når utslippene reduseres. I nærområdet til utslippet kan det ta noe lenger tid ettersom sedimentene først må bli oksygenholdige før det skjer en nyetablering av fauna.

Utslippets påvirkning på overflatelaget er noe mer uklart. Det ble målt forhøyde ammonium- og fosfatverdier i overflatevannet ved Groos om vinteren, mens verdiene ved Ytre Maløya var normale. Strandsonesamfunnet nær utslippspunktet på Groos viste også tegn til næringssaltpåvirkning, men forholdene skilte seg ikke nevneverdig ut fra de øvrige lokalitetene i kommunen. Utslipet synes således å ha kun moderate effekter på overflatelaget i Groosefjorden og en utslippsreduksjon vil neppe gi store forskjeller i tilstanden i overflatelaget.

Utslipet til Groosefjorden synes ikke å ha hatt store konsekvenser for fiskerekutteringen i området. Ved sammenligning av fiskefangster mellom Grimstad og andre områder langs Sørlandskysten ble det funnet noe lavere fangster i Grimstad, men dette har trolig sammenheng med naturlig variasjon mellom lokaliteter som oppvekstområder.

### *Vikkilen og Grimstad havn*

Strandsonen i Vikkilen var påvirket av overkonsentrasjoner av næringssalter. Det er grunn til å tro at hoveddelen av tilførslene kommer fra direkteutslipp av kloakk og avrenning fra omkringliggende landområder. Kilen har ingen større ferskvannstilførsler og har en typisk akkumulasjonsstrand innerst. Det var ingen større forskjeller i tilstanden til de to stasjonene i Vikkilen. Ved Biodden var derimot strandsonen frisk og viste ingen tegn til overbelastning av næringssalter. Torskeholmen i havneområdet var preget av dårlige vekstforhold for den fastsittende algefloaraen.

Tidligere analyser har vist at sedimentene i ytre del av Vikkilen var *moderat forurenset* (klasse II) av tungmetaller og opptil *sterkt forurenset* (klasse IV) av PAH (polysykliske aromatiske hydrokarboner). Overvekt av de tyngste, vanskelig nedbrytbare PAH-forbindelsene tyder på at det enten er forbrenningsprodukter eller gamle, forvitrede tilførsler. De høye miljøgiftkonsentrasjonene kan ikke skyldes kommunale utslipp, men er trolig knyttet til industri i området.

### *Homborsund*

Bløtbunnsfauna og strandsonesamfunn i Homborsund var noe preget av næringsanrikning, men viste forøvrig ingen større effekter av utslippet. Utslipet er lite og blir ført til dypt vann. Resultatene viste at utslippet fungerer bra med den nåværende belastningen, men at området er sårbart ved en eventuell

økning. Stor begroingen på grunt vann på innsiden av Homborøy skyldes mest sannsynlig naturlig sedimentering og høye sommertemperaturer.

# 1. INNLEDNING

## 1.1 Områdebeskrivelse og utslippssituasjon

### Områdebeskrivelse

Kart over området er vist i Figur 1. Goosefjorden og Vikkilen er en 7 km lang terskelfjord som er avgrenset fra Skagerrak av skjærgårdsbremmen mot SV og SØ. Terskelen mot Skagerrak er 22 meter (vest for Håøya). En dyprenne på 60-70 meter fra Indre Maløya og sørover til midten på Håøya utgjør fjordens dypområde. Like syd for Ytre Maløya er det imidlertid et lite, avgrenset dypsøkk på ca. 85 meter. Goosefjorden er hovedresipient for utslipp fra Grimstad kommune.

Vikkilen er en forlengelse av Goosefjorden mot nord og har en største dybde på 40 meter ved Grimstad havn. Kilen blir gradvis grunnere mot nord, og er ca. 13 meter dyp i indre del. Et skipsverft er plassert i indre del av Vikkilen.

Smørsund og Hesnes ligger øst for Goosefjorden og er skjærgårdsområder med ingen eller liten bebyggelse. Områdene er imidlertid mye brukt av båtturister om sommeren. Smørsund og områdene rundt er kjøpt opp av 'Byselskapet' (Selskapet for Grimstad by vel) for å sikre områdene for allmennheten.

Homborsund ligger helt vest i kommunen, på grensen til Lillesand. Indre del av Homborsund er grunn (ca. 7 meter), men skråner jevnt til ca. 40 meter ved Dybesund. Området på innsiden av Homborøy har et dyp på 50 meter, og har god forbindelse med ytre kyst.

### Utslippssituasjonen

Grimstad kommune har tre hovedutslipp av kommunalt avløpsvann til sjø: Groos, Homborsund og Ruaker. I tillegg kommer direkteutslipp spredt over hele kommunen (se tabell 1; differansen mellom renseanlegg og "sum rensedistrikt"). Vikkilen mottar urensset avløpsvann tilsvarende ca. 200 personekvivalenter (pe).

Utslipet på Groos er kommunens hovedutslipp og mottar idag ca 11 000 personekvivalenter (pe). Utslipet ble etablert som et overflateutslipp på 1960-tallet, men ble senere dykket til 25 meters dyp utenfor Groosholmen for å unngå synlige effekter i overflaten. Utslipet har økt etterhvert som avløpsvann er overført fra andre områder av kommunen, bl.a. gjennom saneringsarbeidet i sentrum som startet i 1983 (tabell 2). Inntill 1995 ble utslippet mekanisk rensset, men høsten 1995 ble et nytt renseanlegg med biologisk fjerning av næringssalter satt igang på Groos. Renseanlegget tar hånd om avløpsvann fra husholdning og industri. Foreløpige analyser av avløpsvannet tyder på at utslippsmengden er redusert til størrelsesorden 4.000 pe. Anlegget er ennå i innkjøringsfasen. (Undersøkelsene i denne rapporten representerer tilstanden før igangsetting av anlegget).

Homborsund renseanlegg renser ca. 350 pe av utslippet på 950 pe som området produserer. Rensingen er foregått med kjemiske metoder.

Ruaker renseanlegg mottar avløpsmengder tilsvarende 3000 pe. og har kun mekanisk rensing av utslippet. Tabell 1 viser utslippstall for de tre rensedistriktene pr. 1994 (før igangsetting av biologisk rensing på Groos).

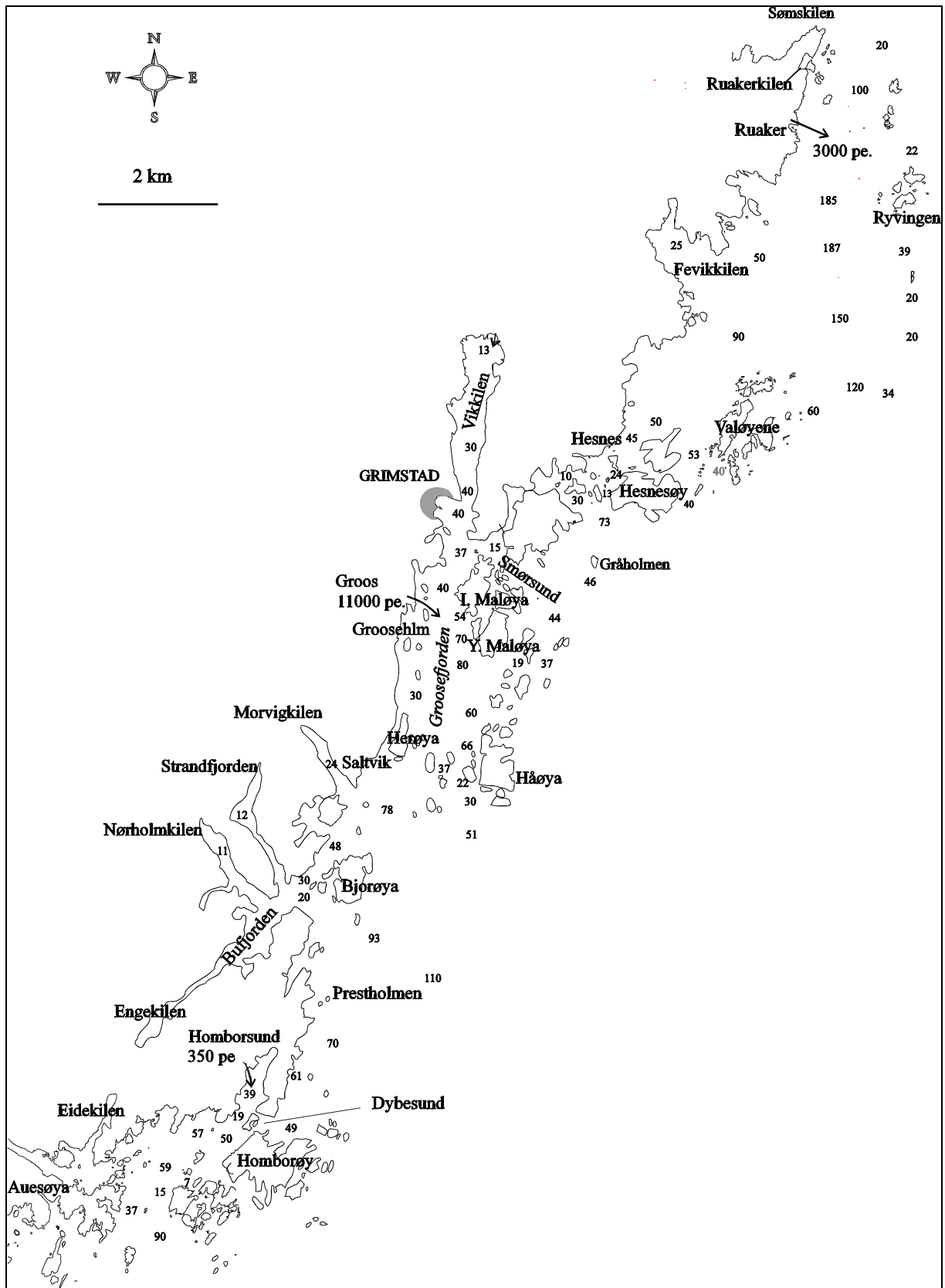
**Tabell 1.** *Utslippsmengder (tonn/år) i de ulike renseanleggene og rensedistriktene før igangsetting av biologisk renseanlegg på Groos. N= nitrogen, P= fosfor, KOF = kjemisk oksygenforbruk, SS = suspendert stoff, pe= personekvivalenter. Tall fra Fylkesmannen i Aust-Agder (1994).*

	Produsert (tonn/år)					Utslipp (tonn/år)				
	N	P	KOF	SS	pe	N	P	KOF	SS	pe
<b>Groos</b>										
Renseanlegg	48,6	6,9	381	170	11 100	46,9	6,6	381	164	10 700
Sum distrikt	54,3	7,7	426	190	12 408	52,0	7,3	409	175	<b>11 800</b>
<b>Homborsund</b>										
Renseanlegg	1,5	0,2	12	5,4	350	1,3	0,8	7	2	129
Sum distrikt	4,2	0,6	33	14,6	950	3,6	0,37	19	6,7	<b>597</b>
<b>Ruaker</b>										
Renseanlegg	12,8	1,8	101	44,9	2 930	12,4	1,8	101	43,3	2 829
Sum distrikt	14,4	2,0	113	50,5	3 295	13,8	1,9	108	46,1	<b>3 112</b>

**Tabell 2.** *Utslippstall for Groos renseanlegg fra tidlig på 1980-tallet til i dag, og med prognoser for de neste årene. N= nitrogen, P= fosfor, KOF = kjemisk oksygenforbruk, SS = suspendert stoff, pe= personekvivalenter (tall fra Fylkesmannen i Aust-Agder).*

	tonn/år					
	N	P	KOF	SS	pe	
1982-85					8 000	
1994	47	6,6	381	164	10 700	Før biologisk renseanlegg
1996*	15	2,3	125	56	3 600	Etter
2003	38	1,9	176	47	3 100	

\*Tall beregnet fra analyser av avløpsvann (analyser).



**Figur 1.** Kart over sjøområdene i Grimstad med enkelte dybdeangivelser i meter. Kommunale utslipp markert ved Groos, Homborsund og Ruaker.

## 1.2 Tidligere undersøkelser og miljøforhold

Tidligere undersøkelser i Grimstads sjøområder omfatter blant annet to resipientundersøkelser i Goosefjorden. En resipientundersøkelse ble gjennomført i 1978-1979 (Boman og Andreassen 1980) og omfattet målinger av temperatur, saltholdighet, siktedyp og næringssalter. I årene 1982-1995 ble en ny resipientundersøkelse gjennomført, som i tillegg til elementene ovenfor omfattet målinger av oksygen, klorofyll, tarmbakterier og bløtbunnsfauna (Næs 1986, Wikander 1986b).

Andre undersøkelser i området har omfattet ulike hydrografiske målinger (Bøhle 1986, Dahl og Danielssen 1987, Dannevig 1970, Johannessen og Dahl 1996, Katla et al. 1992), undersøkelser av bløtbunnsfauna (Berge et al. 1988, Oug 1992, Pedersen et al. 1989a, b, Wikander 1986a, Wikander og Green 1988), dykkerundersøkelser (Moy og Wikander 1990, Pedersen et al. 1989b, Wikander og Green 1988), undersøkelser av strandsonefisk (Johannessen og Sollie 1994), badevannsmålinger, samt undersøkelser av miljøgifter (Konieczny og Juliussen 1995).

I det faste årlige Kystovervåkingsprogrammet som gjennomføres i regi av SFT (Pedersen et al. 1995), inngår dessuten 2 bløtbunnsstasjoner og 1 hardbunnsstasjon fra de ytre kystområdene i Grimstad.

En oversikt over alle undersøkelsene samt stasjonsplasseringer er gitt i rapporten *Miljøstatus i Aust-Agder* (Jacobsen et al. 1994).

### Tilstand

#### *Strekningen Sømskilen - Goosefjorden*

Sømskilen, som er grunn, er tidligere beskrevet som sterkt preget av ferskvann fra Nidelva. Der er ikke funnet betydelig oksygenvikt, selv om det trolig kan være kortvarige stagnasjonsperioder i laget under overflaten, 5-10m dyp (Dahl og Danielssen 1987). På grunt vann var organismesamfunnet i 1989 preget av sedimentasjon av leirpartikler og organisk materiale, og området ble betegnet som sårbart (Moy og Wikander 1990).

Dypbassenget mellom Hesnes og Ryvingen har et største dyp på 187 m, og vannmassene her er preget av kystvann (Dahl og Danielssen 1987). Ut mot Skagerrak går det en dyprenne på 100 m som er den viktigste kommunikasjonen med Skagerrak. Området er gjenstand for kommersiell reketråling. I 1985 var sedimentene på 53 meters dyp mellom Hesnes og Hesnesøy godt oksygenerte og bløtbunnsfaunaen upåvirket. Artsmangfoldet var svært høyt, og man antok at vannutskiftningen var god (Wikander 1986a). Siden 1990 har en stasjon på nær 190 meters dyp mellom Randvika og Ryvingen (stasjon B190), og en stasjon på 50 meters dyp ved Gråholmen (stasjon B50) inngått i SFTs årlige Kystovervåkingsprogram (Pedersen et al. 1995). Begge stasjonene har vist gode forhold i hele undersøkelsesperioden.

#### *Goosefjorden - Vikkilen*

Det største dypet i området er 85m og terskelen mot Skagerrak er 22m. Hydrokjemiske undersøkelser av Goosefjorden i 1982-85 viste at det meste av fjorden var moderat påvirket av utslippene fra kommunalt avløpsvann. Det var ingen dramatiske tegn til overgjødning i overflatelaget, men fosforverdiene viste noe forhøyde konsentrasjoner. I dypvannet ble det funnet tildels meget høyt oksygenforbruk, med periodevis oksygenmangel og dannelse av hydrogensulfid (Næs 1986). Også Dahl og Danielssen (1987) har påvist stagnerende forhold i dypvannet. I 1985 ble bløtbunnsfaunaen i

dypområdene karakterisert som utarmet og tydelig påvirket, mens bløtbunnsfaunaen i Vikkilen og Grimstad havn ble beskrevet som moderat påvirket (Wikander 1986b, Erga et al. 1990). Det var tegn som tydet på at fjorden hadde gjennomgått en utvikling mot sterkere organisk belastning.

### ***Bufjorden***

Bufjorden ligger relativt åpent til med et største dyp på ca 45m og terskel på 35m. Det er rapportert om gode oksygenforhold helt til bunnen (Dahl og Danielssen 1987), men lokaliteten gjenspeiler den generelle trenden med hensyn til negativ oksygenutvikling langs kysten (Jacobsen et al. 1994). Området ved Saltøy hadde i 1985 lavt innhold av organisk materiale, og det visuelle inntrykket av bløtbunnsfaunaen var godt (Wikander 1986a).

### ***Homborsund***

Området på innsiden av Homborøy er åpent og er preget av kystvann (Dahl og Danielssen 1987). Artsmangfoldet i bløtbunnsfaunaen var normalt i 1985, men med dominans av en forurensningstolerant art som ble tolket som en ugunstig tendens (Wikander 1986a).

Området nord-øst for Homborøy (Homborside) har ingen terskler, men flater ut ved 70 m dyp. Vannutskiftningen er derfor svært god. I 1985 ble det tatt bløtbunnsprøver fra området, som viste et normalt bløtbunnsfunn med høyt arts mangfold (Wikander 1986a).

### ***Kiler og avstengte områder***

Ruakerkilen har terskel omtrent i havets nivå, men er meget grunn. Den hadde ikke problemer med oksygenvinn i undersøkelsen i mai 1985 (Bøhle 1986). Nørholmkilen har terskel på 8m og største dyp på 14m. Det ble registrert oksygen helt til bunnen, men en gradvis reduksjon fra 8m til bunnen (Bøhle 1986). I Engekilen, med terskel på 1m og største dyp på 8m, ble det registrert hydrogensulfid i dypet (Bøhle 1986). Denne kilen er trolig noe påvirket av jordbruksavrenning.

Eidekilen er tungt organisk belastet og er preget av oksygenvikt i dypvannet (Oug 1992). Dette til tross for at utskiftningsforholdene virker gode (Bøhle 1986).

### ***Generelt om badevannskvaliteten i kommunen:***

Innholdet av tarmbakterier blir hver uke gjennom hele badesesongen målt på 10 ulike plasser i Grimstads skjærgård (Fylkesmannen i Aust-Agder). Målinger fra 1991 - 1994 har vist godt badevann på alle lokalitetene. I 1990 var badevannskvaliteten ved Moysand mindre god, mens de øvrige stasjonene hadde god badevannskvalitet.



### 1.3 Formål og undersøkelsesprogram

Målet med den foreliggende undersøkelsen i Grimstad har vært å:

- gi en tilstandsvurdering av hovedresipienten Groosefjorden før igangsetting av biologisk renseanlegg
- danne sammenligningsgrunnlag til framtidige vurderinger av renseanleggets effekt
- tilstandsvurdering av øvrige sjølokaliteter i kommunen
- belyse eventuelle utviklingstendenser der det foreligger tidligere undersøkelser.

Rapporten omfatter feltundersøkelser som ble gjennomført i 1995, samt omtale av senere tids miljøgiftundersøkelser og badevannsmålinger i kommunen. Feltundersøkelsene dekker vannmasser samt ulike organismesamfunn på grunt og dypt vann.

#### Generelt om undersøkelsesprogrammet:

##### *Hydrografi/kjemi*

Hydrografiske og hydrokjemiske målinger omfatter målinger av næringssalter, oksygen, saltholdighet og temperatur. Store tilførsler av løste næringssalter (naturlig eller menneskeskapte) medfører stor algeproduksjon som igjen gir grunnlag for et stort oksygenforbruk i bunnvannet. Utslipp av organiske stoffer gir likeledes stort oksygenforbruk, og kan i innelukkede områder med liten vannutskiftning medføre anoksisk bunnvann (uten oksygen). Dette skaper ulevelige forhold for fisk og bunndyr. Større endringer i utslippsmengder vil endre vannets næringssaltinnhold, oksygeninnhold og oksygenforbruk, og kan påvises i hydrografiske og hydrokjemiske målinger. Det foreligger flere tidligere målinger i Groosefjorden, og det ble derfor valgt å følge opp disse undersøkelsene *for å dokumentere eventuelle endringer vannmassenes miljøtilstand før etablering av biologisk renseanlegg*. Målingene gir i tillegg grunnlag for tilstandsvurdering av fjordområdet.

##### *Hardbunn*

###### *1. Strandsone*

Undersøkelser i fjæra er ofte brukt for å beskrive tilstanden på grunt vann. Fjell og stein i fjæresonen har vanligvis et stort utvalg av tang (brunalger), småvokste alger og fastsittende fjæredyr. Mange arter er tilpasset denne sonen, men hvilke arter som er tilstede og deres mengdemessige fordeling er blant annet avhengig av naturlige faktorer som bølgeeksponering, substrattypen, ferskvannspåvirkning, geografisk beliggenhet og sesong. I tillegg er forurensningspåvirkninger (næringssalter, organisk materiale, partikler, miljøgifter etc) av betydning for fjæresamfunnets sammensetning. Ved å se på artssammensetning, forholdet mellom ulike organismegrupper, diversitet etc., vil man få inntrykk av tilstanden i et område.

###### *2. Dykk*

I dykkerundersøkelser registreres fastsittende alger og dyr som i strandsoneundersøkelsen, men registreringen gjøres langs et transekt ned til ca. 30 meters dyp. Undersøkelsen egner seg godt i områder med dypvannsutslipp av kloakk, hvor avløpsvannet kan innlagres under overflaten og gi de største effektene på noe dypere vann.

##### *Bløtbunn*

Undersøkelser av naturlig forekommende bunnlevende organismer gir et godt grunnlag for å beskrive tilstand og overvåke utviklingstendenser i de dypere deler av et sjøområde. Alle arter stiller bestemte krav til miljøet, de vil enten overleve eller gå til grunne, og dersom miljøet endrer seg vil nye arter komme til. Best informasjon får man ved å betrakte den totale sammensetningen av arter ('samfunn') i

undersøkelsesområdet. Under normale og gode miljøforhold vil mange arter finne livsbetingelser, og samfunnet preges av høy artsrikhet. Ved forurensning eller andre miljøforstyrrelser avtar artsrikheten, men arter som klarer seg, kan finnes i store mengder. Samfunnenes sammensetning sammen med kjennskap til de enkelte artenes miljøkrav gir derfor grunnlag for å karakterisere tilstanden i et område.

### ***Fiskeforekomster***

Siden 1919 er det foretatt årlige undersøkelser med strandnot på ca. 120 faste lokaliteter langs Skagerrakkysten (Johannessen og Sollie 1994). Undersøkelsene blir utført i områder med vidt forskjellig topografisk karakter, fra innelukkede fjordområder til åpen skjærgård, og med ulik forurensningsgrad. Undersøkelsene har vist en generell nedgang i yngelforekomsten langs hele Skagerrak-kysten. Med bakgrunn i dette datamateriale ble yngeltilstanden på tre nye lokaliteter i Grimstadskjærgården beskrevet.

### ***Miljøgifter og tarmbakterier***

I tillegg til undersøkelsesprogrammet ovenfor er det også tatt med resultater fra enkelte andre undersøkelser i denne rapporten. Resultater fra badevannsundersøkelser (Fylkesmannen i Aust-Agder) og miljøgiftundersøkelsen i 1994 (Konieczny og Juliussen 1995) er tatt med i rapporten for å gi et mest mulig fullstendig bilde av tilstanden, uten å repetere allerede foreliggende undersøkelser.



## 2. HYDROGRAFI

### 2.1 Bakgrunn

I undersøkelsene ble det lagt vekt på organisk belastning og nærings saltbelastning, vurdert ut fra oksygeninnhold og nærings saltkonsentrasjoner. Tidligere undersøkelser av vannmassene er utført av Dannevig (1970), Boman og Andreassen (1980) og Næs (1986).

#### *Nærings salt*

Nærings saltene er gjødning for algene, og vil i vekstsesongen normalt bli brukt opp i de øvre lag. Om vinteren derimot, når det er lite lys, kaldt i vannet og lite alger, så bygges sjøens innhold av nærings salt i de øvre lag seg opp til relativt høye konsentrasjoner. På denne tiden er det best å registrere eventuelle unormalt høye konsentrasjoner av nærings salt i sjøen som følge av utslipp fra land, via elver eller kloakk.

Det er særlig fosfat og ammonium som tilføres våre kyster via kloakk, mens silikat og nitrat+nitritt hovedsakelig tilføres via elver og bekker. Nærings saltmålinger har siden 1990 inngått i SFTs Kystovervåkingsprogram som dekker den åpne kysten fra Jomfruland til Lista (Pedersen et al. 1995). Dette materiale er et nyttig referansemateriale for nærings saltmålinger i Groosefjorden. Lokalt i Groosefjorden er det tidligere utført noen analyser på totalt nitrogen og totalt fosfor, men ikke på de uorganiske nærings saltene.

#### *Oksygen*

Oksygenforholdene i sjøen bestemmes i hovedsak av tre prosesser:

- 1) tilførsel av oksygen gjennom algenes fotosyntese
- 2) forbruk av oksygen gjennom marine organismers samlede respirasjon
- 3) utveksling av oksygen mellom atmosfæren og vann (skjer på grenseflaten mellom luft og vann).

I den produktive sesongen er det ofte overmetning av oksygen i de øvre 20-30m, og i åpne havområder er det normalt gode oksygenforhold helt ned til store dyp, fordi tilførsel av organisk materiale gjennom sedimentasjon og medfølgende oksygenforbruk gjennom respirasjonen, i gjennomsnitt balanseres av en tilførsel av friskt vann fra grunnere vannlag. I kystnære områder med større organisk belastning av de dypereliggende vannlag, kan det av og til oppstå oksygenunderskudd. Særlig sårbare er undersjøiske bassenger i skjærgård og fjorder hvor bassengvannet er stagnerende i perioder fra måneder til år. Slike steder kan oksygenunderskuddet bli livstruende, og det kan bli dannelse av hydrogensulfid. Når metningen går under ca 40% vil torsk fisk gjerne trekke seg vekk, og når metningen faller til 10-15% blir det livstruende for hummer og sjøkreps, mens en del bunndyr kan tåle 5-7% metning gjennom noen uker før de kreperer (Baden et al. 1990).

Oksygenmålinger i bassengvann forteller derved noe om livsvilkårende og "helsetilstanden" i en resipient og gjentatt over tid kan de avdekke om en forverring eller forbedring er på gang.

En nylig gjennomført analyse av gamle oksygendata (Johannessen and Dahl 1996) har vist at oksygenmetningen både nær bunnen og tildels også grunnere, i 10 og 30m dyp, stort sett har avtatt noe langs hele kysten. For enkelte bassenger, hvor det har vært foretatt mer hyppig oksygenmålinger, er det også gjort beregninger av oksygenforbruket (Aure og Danielssen 1993). Disse beregningene viser at oksygenforbruket i bassengvann langs kysten av Skagerrak er ca. 50% høyere enn i tilsvarende, undersjøiske basseng i Møre og Romsdal, og denne forskjellen synes å ha oppstått mellom 1970 og 1980. Tilbakegang i oksygenmetning i dypvannet er ikke noe spesielt for vår Skagerrakkyst, men er også rapportert fra nærliggende områder som vestkysten av Sverige (Rosenberg 1990) og Kattegat (Andersson and Rydberg 1988).

## 2.2 Materiale og metoder

### *Feltinnsamling og analyser*

Næringssaltene fosfat (PO<sub>4</sub>), nitrat (NO<sub>3</sub>), nitritt (NO<sub>2</sub>), ammonium (NH<sub>4</sub>) og silikat (SiO<sub>4</sub>) ble målt fra overflaten til bunn på 3 stasjoner i Groosefjorden vinteren og sommeren 1995. Oksygenprøver ble samlet inn sommeren 1995. Innsamlingsdatoene var 25. januar, 8. februar, 28. august, 2. oktober og 24. oktober 1995. Stasjonsplasseringen er vist i Figur 2.

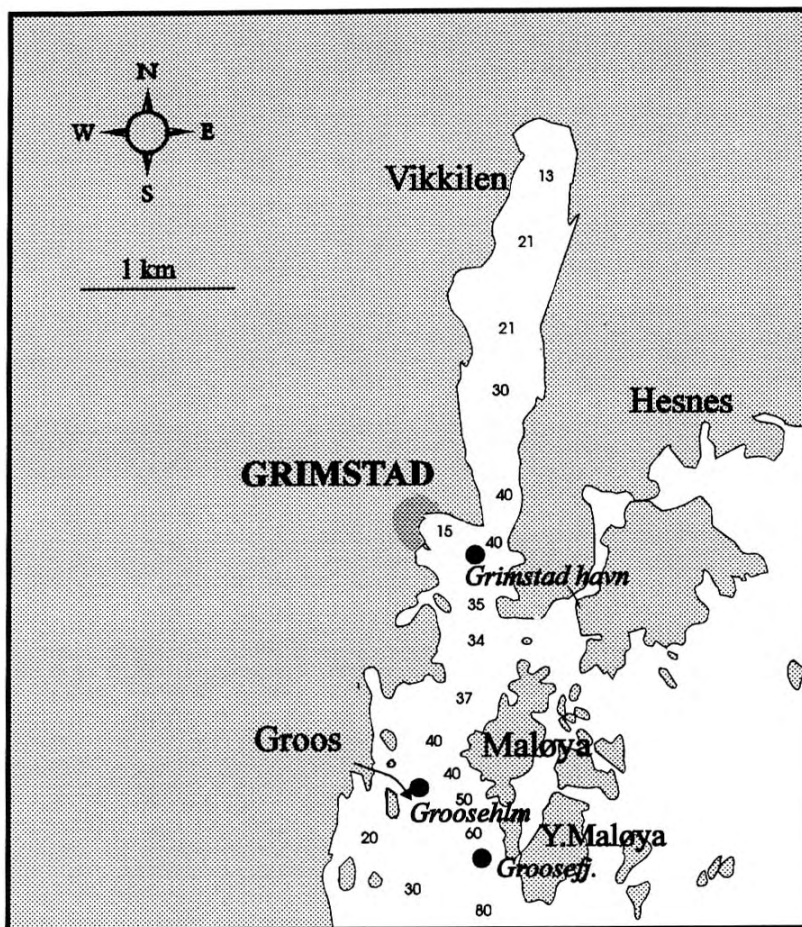
På vintertoktene ble vannprøvene tatt med Ruttner vannhenter fra lettått. Temperatur og saltholdighet ble samtidig målt med STD minisonde. På sommertoktene ble vannprøvene tatt med Niskin vannhenter fra fartøyet G.M. Dannevig. Temperatur ble målt med Neil Brown CTD sonde.

Næringssaltanalysene ble utført som for kystovervåkningsprogrammet (Pedersen et al. 1995). Oksygeninnholdet ble analysert etter vanlig Winkler prosedyre (Winkler 1888, Strickland and Parson 1968).

### *Beregning av oksygenforbruk*

Oksygenforbruket beregnes i stagnasjonperioder når det ikke skjer betydelige dypvannsutskiftninger mellom to måletidspunkt. Oksygenforbruket får man ved å beregne middelkonsentrasjonen av oksygen ved to tidspunkter, og deretter beregne nedgangen i oksygenforbruk pr. måned.

En annen måte å beregne oksygenforbruk i et basseng på, er å benytte vannkvalitetetsmodellen for fjordmiljø (Stigebrandt 1992, Aure og Danielssen 1993). Det gir en teoretisk verdi for oksygenforbruket. Modellen kan justeres/forbedres når man etterhvert får mere eksakte målinger av oksygen fra et basseng å justere ut fra. Denne metoden gir også en del tilleggsinformasjon om utskiftningsrater og sannsynlige minimumskonsentrasjoner man kan forvente i de aktuelle basseng. Bruk av modellen gir ofte lavere verdier enn de målte. Det betyr at bassenget har en større organisk belastning enn det modellen forutsetter. For å bruke modellen må man ha data om terskeldyp, største dyp, samt opplysninger om den undersjøiske topografien. Slike data for Groosefjorden er tatt fra topografiske sjøkart utlånt av Grimstad kommune.



**Figur 2.** Beliggenheten av de tre undersøkte hydrografistasjonene i Groosefjorden, Grimstad, i 1995. Pil markerer utslippsledning fra renseanlegget på Groos.

## 2.3 Resultater og diskusjon

### 2.3.1 Temperatur, saltholdighet og oksygenforhold

Målingene av temperatur, saltholdighet, tetthet og oksygenforhold er fremstilt som isopleter i figur 3 og rådata er vist i Vedlegg. De hydrografiske målingene kombinert med oksygenmålingene indikerer to stagnasjonsperioder i Groosefjorden i vår undersøkelsesperiode, mellom 28. august og 16. september og mellom 2. og 24. oktober. I tabell 3 er resultatene av beregningene av oksygenforbruket gitt, sammen med andre parametre. For sammenlignings skyld er tilsvarende data for Ærøydypet ved Arendal og Tingsakerfjorden og Skallefjorden ved Lillesand også vist.

I hovedbassenget i Groosefjorden var det over 50% oksygenmetning ned til 40m dyp ved alle fire prøvetagningstidspunkt. Ved 50 meters dyp var det stort sett under 40% oksygenmetning, som er knapt for at torsk fisk vil trives (Baden et al. 1990). På stasjonen ved Grimstad havn ble det registrert lavere enn 40% oksygenmetning så grunt som i 30m dyp 16. september. Ellers karakteriseres oksygenforholdene i dypet av Groosefjorden ved at isopletene går nokså vannrett, det vil si at det ikke er store forandringer over tid. Dypere enn ca 60 meter var oksygenmengden stort sett mindre enn

1ml/l, men det ble ikke registrert hydrogensulfid. Det kan bety at oksygenet i vannmassene nærmest bunnen nokså jevnlig fornyes, om enn i langsom grad.

Ut fra bruk av en forenklet fjordmodell (Aure og Danielssen 1993) er det teoretiske oksygenforbruket i Groosefjorden 0,53 ml/måned, og tiden mellom hver utskiftning av bassengvannet er kort, bare 1,5 måned. Målingene i stagnasjonsperiodene 28. august til 16. september og 2. - 24. oktober gav et oksygenforbruk på henholdsvis 0,51 og 1,08 ml/måned. De lave oksygenverdiene nær bunnen i Groosefjorden indikerer imidlertid at utskiftninger i dypområdene i fjorden skjer betydelig langsommere enn hver 1,5 måned.

Også de tidligere undersøkelsene har vist betydelig stagnerende forhold i dypet av Groosefjorden (Dannevig 1970, Boman og Andreassen 1980, Næs 1986). Fra utvalgte data i disse undersøkelsene har Næs (1986) gjort beregninger av oksygenforbruket og fått verdier fra 0,03 - 0,23 mg/l pr. døgn i perioden 1982-1985. Det tilsvarer 0,63 - 4,83 ml/l pr. måned når omregning fra mg/l til ml/l gjøres ved å multiplisere med 0,7 (Anon. 1980). Høyt oksygenforbruk forårsaket hydrogensulfidholdig bunnvann i oktober og november 1985. Hvert år var oksygenforholdene dårligst om sensommeren og høsten, og ble forbedret gjennom vinteren og våren (Næs 1986). De laveste verdiene for oksygenforbruk i perioden 1982 - 1985 er sammenlignbare med foreliggende beregninger, men variasjonen er stor og gir ikke noe ensartet bilde av en eventuell utvikling.

Det kan konkluderes med at Groosefjorden har perioder med betydelig reduserte oksygenmengder fra ca 40m og nedover. Men fornyelsesprosesser for oksygen i dypet ser ut til å være såpass effektive at dannelse av hydrogensulfidholdig dypvann er sjelden. Oksygenforholdene i de dypere lag av Grimstad havnebasseng er litt dårligere enn i tilsvarende dyp for selve Groosefjorden. Der kan det periodevis være betydelig reduserte oksygenmengder også i 30m dyp.

**Tabell 3.** Oksygenforbruk i stagnasjonsperioder og andre relevante data for Ærøydypet, Groosefjorden, Skallefjorden og Tingsakerfjorden, august-oktober 1995.

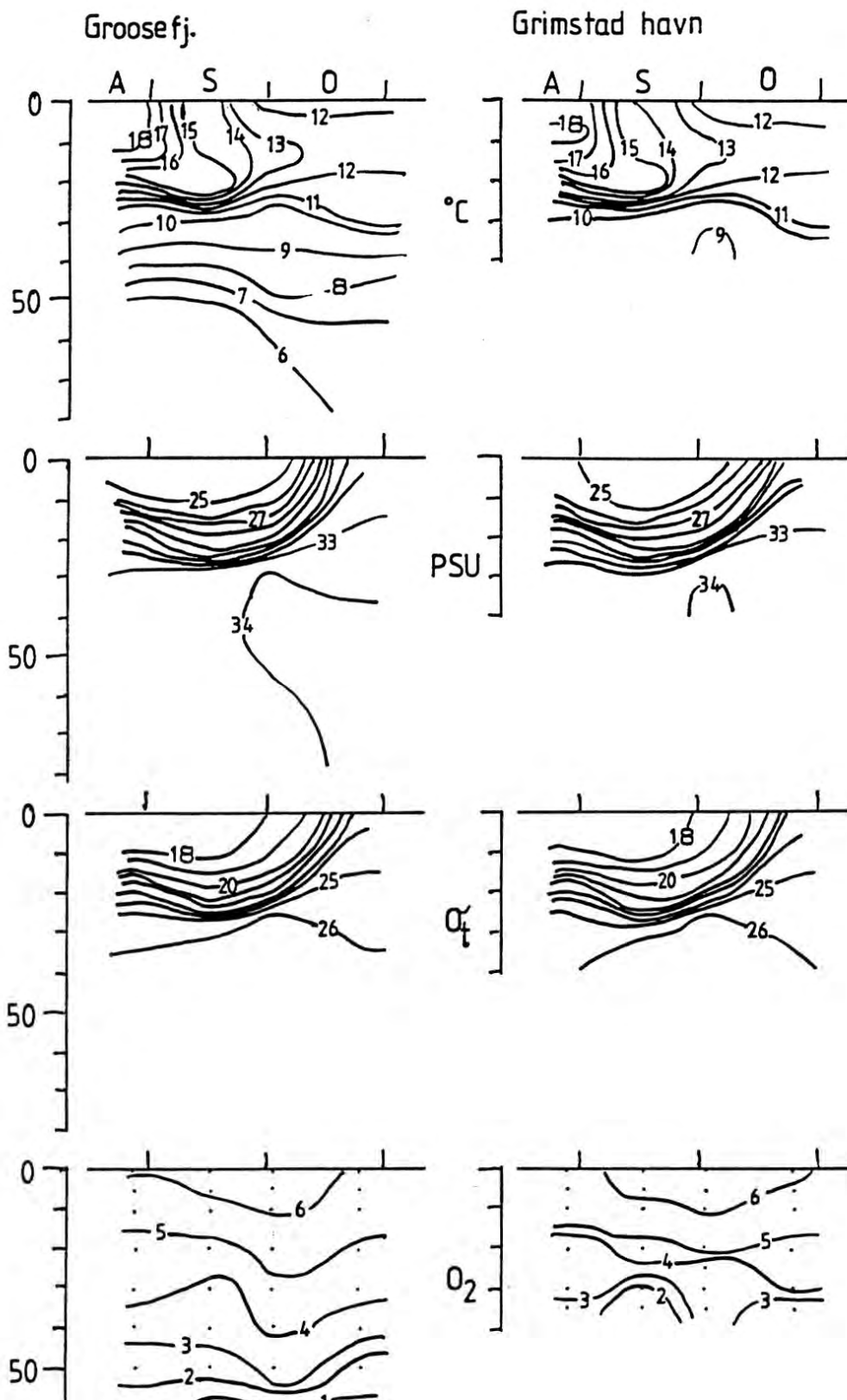
Stasjon	Terskeldyp (m)	Midlere bassengdyp (m)	Målt oksygen- forbruk (ml/l/måned)	Beregnet oksygenforbruk (ml/l/måned)	Utskiftnings- hyppighet (måned)	Oksygen- kapasitet (måned)
Ærøydypet	62	28	0,44	0,30	4	14,8
<b>Groosefjorden</b>	<b>30</b>	<b>25</b>	<b>0,51 / 1,08</b>	<b>0,53</b>	<b>1,5</b>	<b>12,7</b>
Skallefjorden	20	18,5	1,32	0,84	4,6	4,9
Tingsakerfjorden	50	16,5	1,38	0,54	0,8	4,7

-Målt oksygenforbruk - differansen mellom gjennomsnittlige oksygenkonsentrasjoner ved starten og slutten av en stagnasjonsperiode.

-Beregnet oksygenforbruk - beregnet ved bruk av en forenklet fjordmodell (Aure og Danielssen 1993).

-Utskiftningshyppighet - tiden mellom to utskiftninger (beregnet med forenklet fjordmodell)

-Oksygen-kapasitet - tiden det vil ta å redusere oksygeninnholdet i bassengvannet etter en utskiftning til null oksygeninnhold, uten ny utskiftning (beregnet med forenklet fjordmodell).



**Figur 3.** Isopleter for temperatur ( $^{\circ}\text{C}$ ), saltholdighet (psu), tetthet (sigma t) og oksygenkonsentrasjon (ml/l) på stasjonene Groosefjorden og Grimstad havn.



### 2.3.2 Næringssalter

Målingene av næringssalter er vist i figur 4 - figur 6, og alle data finnes i Vedlegg A.

#### *Vinter*

Fosfatmålingene fra 25. januar og 8. februar viste at konsentrasjonene i Goosefjorden i store trekk lå på det som er normalt for vårt kystvann på den tiden, bortsett fra noen forhøyede enkeltmålinger. De forhøyede verdiene ble registrert i dypet av Goosefjorden og i 5 og 10 meters dyp ved Gooseholmen. Perioder med forhøyede fosfatverdier i dypet av stagnerende basseng er ganske vanlig, da bundet fosfor frigjøres som fosfat nokså effektivt ved biologisk nedbrytning. De forhøyede verdiene like rundt kloakkutslippet viser i hvilket dyp kloakken lagret seg inn ved våre to tokt på vinteren, altså i 5-10m og nær overflaten. Målingene av ammonium bekreftet at næringssalt utslipp via kloakken kunne spores i spesielle dyp like ved utslippet. Vintermålingene av silikat og nitrat+nitritt var i hovedsak på normalt nivå for kystvann. De noe forhøyede verdier av silikat, mest markert nær bunnen i Goosefjorden er, som for fosfat, et typisk fenomen i dypet av stagnerende basseng. Ellers fremtrer det tydelig av figurene at vinterkonsentrasjonene av både silikat og nitrat+nitritt tiltar med avtagende saltholdighet. Det bekrefter at disse næringssaltene i betydelig grad tilføres kystvannet via ferskvann.

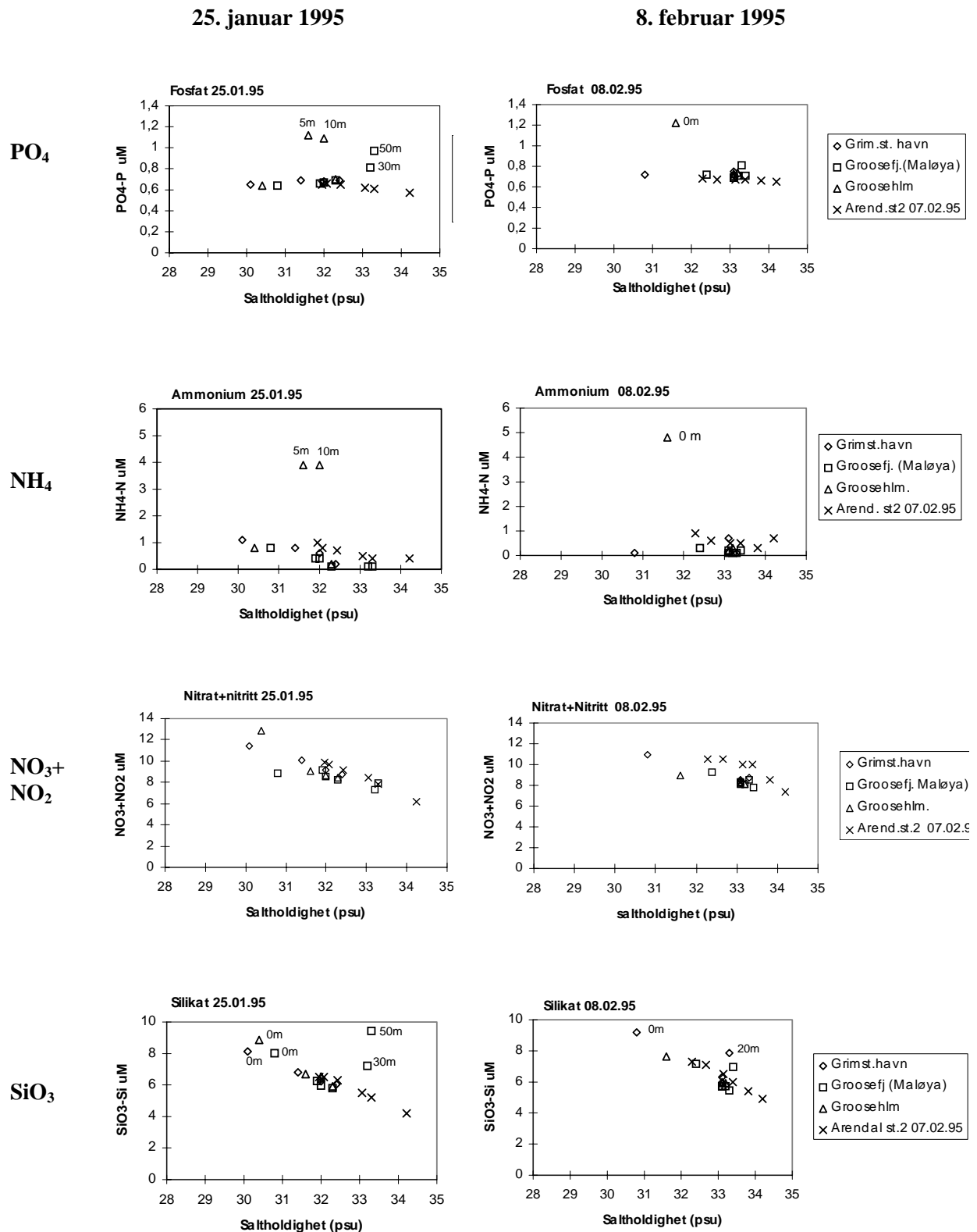
#### *Sommer*

Fosfatmålingene i august og oktober viste svært lave verdier i de øvre lag, men forhøyede verdier i de stagnerende lag av Goosefjorden (Figur 5). Målingen ved kloakkutslippet 28. august viste ikke forhøyede fosfatverdier i noen dyp, og er et klassisk eksempel på at næringssalter fra kloakkutslipp knapt kan spores om sommeren fordi forbruket er så raskt. Verdiene av silikat og nitrat+nitritt var i likhet med fosfat markert forhøyet i de stagnerende lag av Goosefjorden. Ettersom silikat og nitrat+nitritt stort sett brukes opp i de øvre lag på denne årstiden, forsvinner den klare sammenhengen mellom næringssalt og saltinnholdet som fremtrer om vinteren.

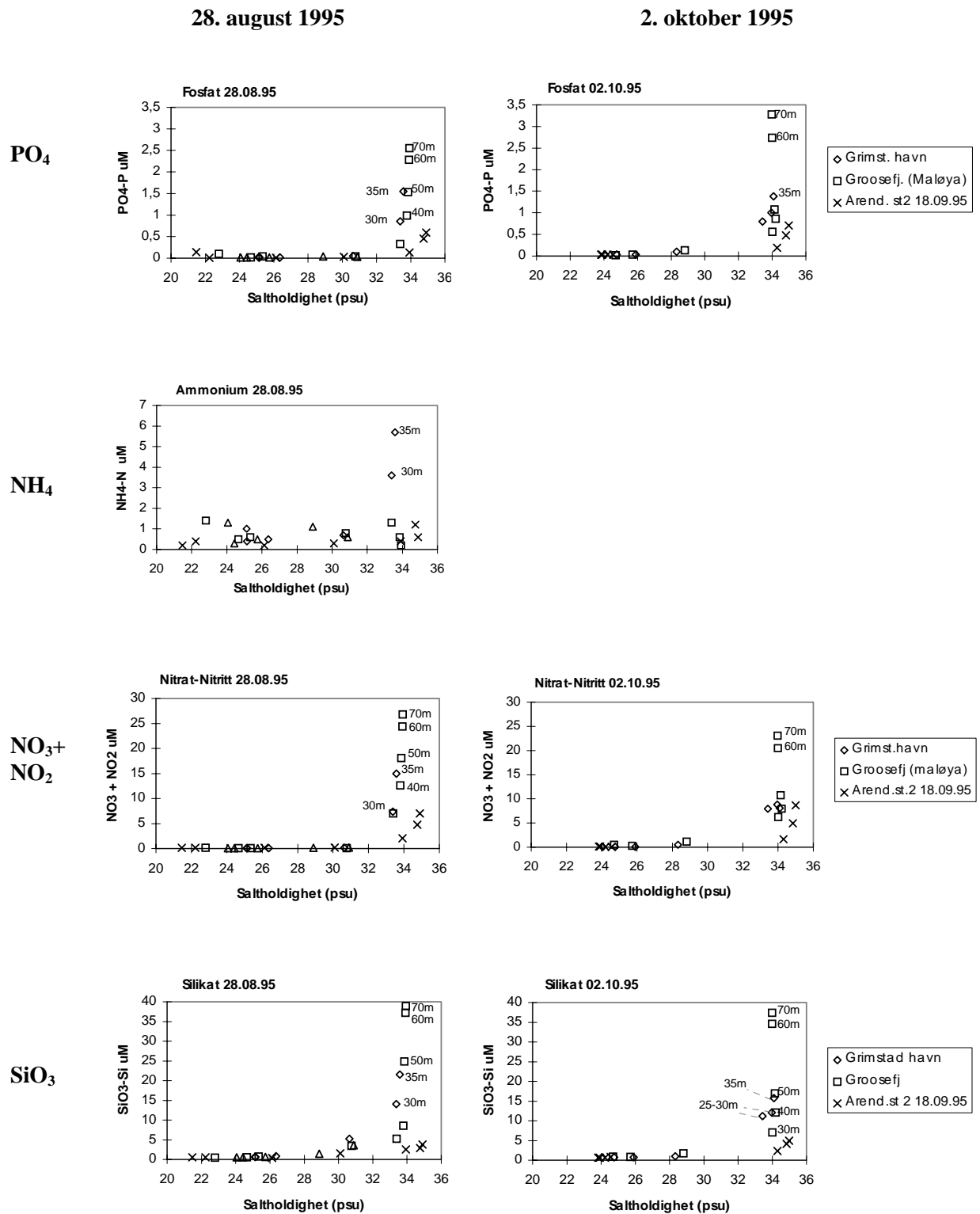
Tidligere undersøkelser i Grimstad har ikke innbefattet mye næringssaltmålinger, men en del målinger av totalt nitrogen og totalt fosfor foreligger (Næs 1986). I hovedsak viser disse målingene verdier som er normale for kystvannet og ingen klare tegn på lokal påvirkning.

På stasjonen ved Gooseholmen ble det observert synlige rester av utslippet (kloakkdetritus og grønnsaksavfall. Mange måker var samlet rundt utslippspunktet.

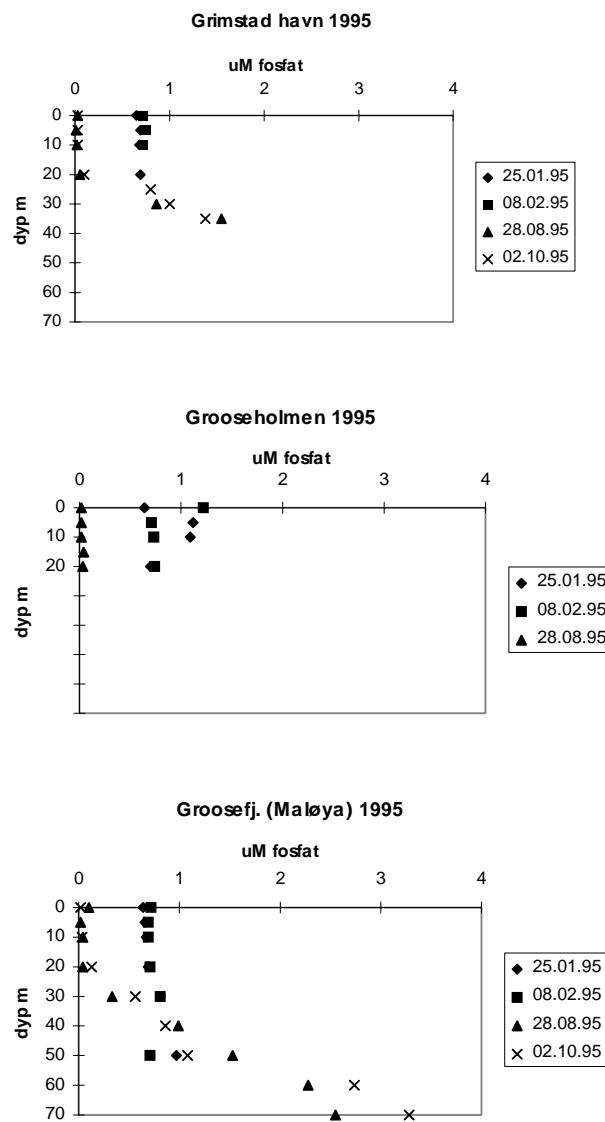
Det kan konkluderes med at det periodevis er noe forhøyede konsentrasjoner av næringssalter i dypet av Goosefjorden. Dette er vanlig i stagnerende basseng langs kysten. I de øvre lag av Goosefjorden, litt vekk fra selve kloakkutslippet, lå næringssaltverdiene rundt det som er vanlig langs kysten av Skagerrak.



**Figur 4. Vintersituasjon.** Konsentrasjon ( $\mu\text{mol/l}$ ) av nærings saltene fosfat, ammonium, nitrat+nitritt og silikat plottet mot saltholdighet (psu) for stasjonene Grimstad havn, Groosefjorden og Grooseholmen 25. januar og 8. februar 1995. Arendal st. 2 fra SFTs Kystovervåkingsprogram (en nautisk mil utenfor Torungen) er tatt med for sammenligning.



**Figur 5. Sommersituasjon.** Konsentrasjonen ( $\mu\text{mol/l}$ ) av nærings saltene fosfat, ammonium, nitrat+nitritt og silikat plottet mot saltholdighet (psu) for stasjonene Grimstad havn, Groosefjorden og Grooseholmen 25. januar og 8. februar 1995. Arendal st. 2 fra SFTs Kystovervåkingsprogram (en nautisk mil utenfor Torungen) er tatt med for sammenligning. OBS! Forskjellig akse fra figur 4.



**Figur 6.** Konsentrasjonen ( $\mu\text{mol/l}$ ) av næringsaltet fosfat plottet mot dyp på de tre stasjonene i Groosefjorden 1995.



## 3. HARDBUNN

### 3.1 Bakgrunn

Undersøkelsen av alger og dyr på grunt vann hadde som mål å beskrive dagens miljøtilstand i grunne områder i Grimstad kommune. I Goosefjorden var det dessuten et mål å danne sammenligningsgrunnlag for en fremtidig dokumentasjon av anleggets effekt. Vanligvis anbefales undersøkelser minst to år på rad ved slike undersøkelser for å kunne ta hensyn til årsvariasjoner. Anleggets start høsten 1995 gav kun rom for ett års undersøkelse, og ved framtidige vurderinger av utslippsreduksjonenes effekter på grunt vann, må det tas hensyn til dette.

Utslipp av avløpsvann til en resipient medfører tilførsel av næringssalter. Næringssalter brukes av bl.a. fastsittende alger til vekst og produksjon, og en økning i næringssaltkonsentrasjonen vil derfor endre vekstbetingelsene. Svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på de fastsittende algene ved at artsrikheten øker. Ved høye overkonsentrasjoner av næringssalter vil imidlertid artsantallet reduseres, artsutvalget endres og man får en ujevn fordeling mellom artene. Ofte vil man finne en overvekt av små hurtigvoksende grønnalger og enkelte trådformete brunalger ('sly'). De flerårige tangartene blir lett overgrodd av epifytter (påvekstlger) som hindrer lystilgang, og dette kan resultere i at tangen etterhvert forsvinner (Bokn 1978, Knutzen 1987, Mathieson & Penniman 1991, Bokn et al. 1992).

Det ble lagt hovedvekt på undersøkelser i strandsonen (0-1m dyp) , med det ble også gjennomført en dykkerundersøkelse ved utslippspunktet på Groos. I begge undersøkelsene registreres alger og dyr som er nært tilknyttet bunnen (fjell og stein).

Undersøkelsene ble foretatt like etter igangsetting av det biologiske renseanlegget, men er likevel representativ for tilstanden før igangsettingen. Biologiske organismsamfunn bruker lang tid (år) på endringer som følge av moderate endringer i næringssaltkonsentrasjoner.

### 3.2 Metoder

#### 3.2.1 Stasjonsvalg

Stasjonene er valgt slik at de er mest mulig like med hensyn på fysiske karakteristika (skråning, eksponering, substrat etc.). Alle stasjonene ble lagt til fast fjell og med liten eksponering mot bølger. Oversikt over stasjonene er vist i tabell 4. Stasjonsplasseringen er vist i figur 7.

To strandsonestasjoner ble plassert i nærområdet til kommunens hovedutslipp på Groos, og dekker mulige effekter herfra. Det ble også lagt to stasjoner til hhv. Maløyene og Hesnes som er viktige friluftsområder og er mye brukt av båtturister om sommeren. Tilsammen 4 stasjoner i Vikkilen og Grimstad havn dekker de bynære områdene hvor det tidligere var mange direkteutslipp, mens tre stasjoner i Homborsund dekker det kommunale utslippet og områdene rundt.

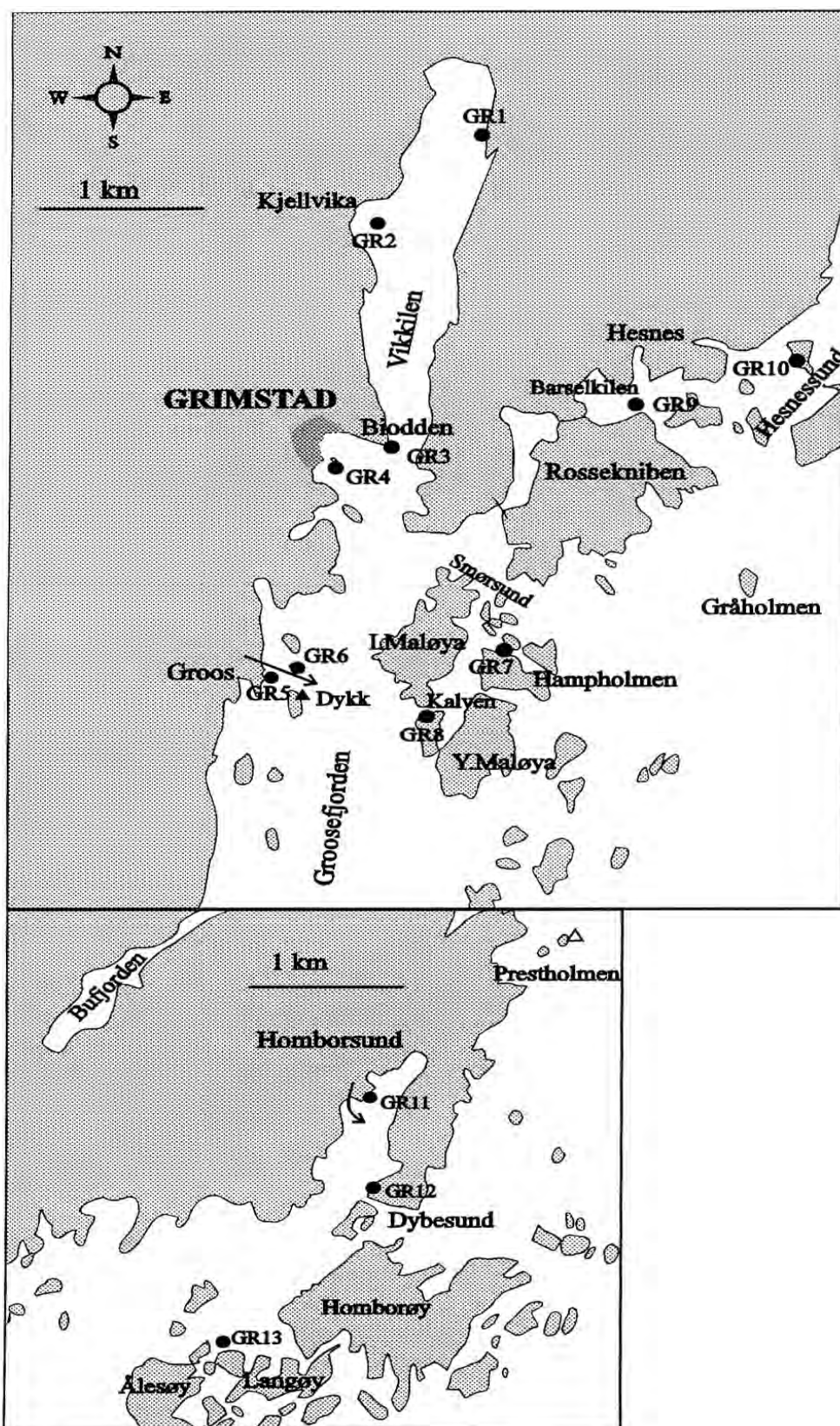
Dykkestasjonen ble lagt til Gooseholmen med transektretning mot utslippspunktet (østlig), se figur 7. Østsiden av Gooseholmen er svært bratt, slik at det av praktiske grunner ble valgt å starte fra privat brygge på holmens nordøstlige side. Transektretningen ble bestemt til linjen mellom brygga og stake sydvest av indre Maløya.

Strandsoneundersøkelsen ble gjennomført 26. og 27. september 1995, og dykkerundersøkelsen den 30. oktober 1995.

I SFTs årlige Kystovervåkingsprogram, inngår dykkestasjoner på Prestholmen ved Homborside, Humløy i Lillesand og på Tromøy i Arendal (Pedersen et al. 1995). Stasjonene undersøkes med de samme metodene som i denne undersøkelsen (dykk og strandsone), og er brukt som referansestasjoner i denne undersøkelsen.

**Tabell 4.** *Oversikt over hardbunnsstasjoner*

Stasjonsnavn	Nordlig koord.	Østlig koord.		
GR1 Indre Vikkilen	58°21'40	8°37'50	Østsiden av Vikkilen. Liten brygge nedenfor hytte	
GR2 Kjellvika, Vikkilen av holmen		58°21'00	8°36'70 Liten holme i Kjellvika. Østlig og sørlig side	
GR3 Biodden	58°20'30	8°36'40	Ytterst på Biodden, nedenfor Malde	
GR4 Torskeholmen	58°20'23	8°36'15	Steintrapp mellom Arbeidsformidlingen og Dr.Berg	
GR5 Lillegroos	58°19'50	8°35'40	Liten odde syd for stranda på Lillegroos	
GR6 Groos skjær	58°19'50	8°35'55	Lite skjær mellom Groosholmen og Nypholmen	
GR7 Hampholmen	58°19'43	8°36'80	I sundet på nordsiden av Hampholmen	
GR8 Kalven	58°19'25	8°36'35	Nordlig odde på Y. Maløya	
GR9 Barselkilen, Hesnes	58°20'25	8°38'20	Liten holme/skjær mellom Sjursholmen og Vaholmen	
GR10 Hesnessund	58°20'35	8°39'00	Vestsiden av Sundholmen	
GR11 Homborsund	58°15'93	8°31'20	Østsiden av odde nord for kaia (Rykne)	
GR12 Dybesund	58°15'50	8°31'10	Sørvest på Kalvehageneset, nær Dybesund	
GR13 Langøy	58°15'05	8°30'15	Liten holme på nordsiden av Langøya	
Dykk	Grooseholmen	58°19'45	8°35'50	Nord-østsiden av Grooseholmen. Transekt i retning av utslippsledningen.



Figur 7. Stasjonsplassering ved undersøkelse av strandsone og dykk i Grimstad-skjærgården 1995.



### 3.2.2 Feltmetodikk

#### *Strandsoner*

Undersøkelser i strandsonen innebærer registrering av makroalger og dyr (større enn 1 mm) i 0-1 meters dyp og i et ca 50 meter langt belte i fjæra. Undersøkelsen foregår ved fridykking og er tidsbegrenset til maks. 20 min pr. stasjon. Registreringen er kvalitativ og delvis kvantitativ (semi-kvantitativ) ved at artenes forekomst blir angitt etter en subjektiv skala:

1 = enkeltfunn(e)

2 = spredt(s)

3 = vanlig(v)

4 = dominerende(d)

Denne registreringsmetoden er mye brukt i fjord- og kystundersøkelser, og danner grunnlag for videre overvåking i tillegg til at den gir en tilstandsbeskrivelse av fjæra.

Enkelte arter på hardbunn, spesielt algene, har varierende forekomst gjennom året. Det er derfor viktig at eventuelle fremtidige undersøkelser finner sted til samme tider av året som foreliggende undersøkelser. Det anbefales normalt at undersøkelsene gjøres minimum to år på rad for å korrigere for årsvariasjoner hos ettårige arter, men på grunn av igangsetting av nytt renseanlegg allerede høsten 1995, var det ikke rom for mer enn en registrering i denne undersøkelsen.

#### *Dykk*

I dykkerundersøkelsen ble makroskopiske, fastsittende alger og fastsittende eller lite mobile dyr registrert langs et snitt fra ca. 25 m dyp og opp til overflaten. Dykkeren hadde telefonisk kontakt med en assistent på land. I tillegg til kvalitativ artsregistrering, ble også artenes forekomst (mengden) anslått etter en semikvantitativ gradering som for strandsonundersøkelsen. Dykkeundersøkelsen ble utført av en marin botaniker og en marin zoolog.

Organismer som ikke lot seg identifisere i felt ble samlet inn og senere bestemt under lupe eller mikroskop. Abiotiske faktorer som substrattypen og -helning, grad av nedslamming og horisontalsikt, ble notert ved registreringene. Data fra undersøkelsen ble lagt inn på regneark og etter kvalitetssikring overført til en database. Denne metoden har tidligere vært benyttet ved en rekke undersøkelser (f.eks. Pedersen *et al.* 1995, Fredriksen & Rueness 1990, Connor 1991) og den gir et godt bilde av de biologiske forholdene.

### 3.2.3 Fotodokumentasjon

I tillegg til biologisk registrering ble det tatt stillbilder på stasjonene samt videoopptak langs dykkertransektet. Bilder er presentert i rapporten og kopier av videofilmen er gjort tilgjengelig (S-VHS eller VHS).

### 3.2.4 Tallbehandling

De semi-kvantitative undersøkelsene danner basis for måling av ulike samfunnsparametre, som diversitet, dominans, fordeling mellom ulike algegrupper etc.

#### *Diversitet (H')*

For å beregne diversiteten (= artsmangfold) ble en modifisert Shannon-Wiener indeks (H') brukt. Indeksen øker med økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Lave verdier markerer dårlige forhold mens høye verdier markerer normale til gode forhold. Shannon-Wiener indeks er basert på antall (n), men er her brukt på mengde. Indeksen er gitt ved formelen:

$$H = - \sum_{i=1}^s \frac{n_i}{N} \log_2 \left( \frac{n_i}{N} \right) \quad \text{hvor } n_i \text{ er mengdeverdien (forekomstangivelsen) av art } i, N \text{ er summen av mengdeverdiene for alle artene og } s \text{ er antall arter.}$$

### **Dominansindeks (I).**

Denne indeksen gir et enkelt tall som reflekterer dominansforholdet i et samfunn. "I" defineres som dominansen av den vanligste arten i prosent av hele prøven." Høye indeksverdier indikerer et samfunn dominert av en art.

### **Forholdet mellom antall rød-, brun og grønnalger**

På bakgrunn av flere undersøkelser fra norske fjorder og den svenske vestkyst, er det utarbeidet en fordelingsnøkkel for forholdet mellom antall rødalger (R), brunalger (B) og grønnalger (G) i uforurensete fjorder og kyststrøk. "Normalintervallene" er satt til

R:B:G = 45%±10% : 35%±10% : 15%±5%. Forholdet mellom de tre algeklassene endres med miljøforholdene (Bokn 1978).

## **3.3 Resultater**

### **3.3.1 Strandsonundersøkelse**

#### **Stasjonsbeskrivelse**

Tilsammen ble det registrert 64 arter i strandsonen (0-1 meters dyp), fordelt på 47 alger og 17 fjæredyr. Av algene var 25 rødalger, 17 brunalger og 5 grønnalger. Alle stasjonene var dominert av større tangarter i øvre del av fjæra. Forekomst av utvalgte arter er vist i tabell 5.

#### **Vikkilen**

Stasjonene i Vikkilen hadde dårlig sikt og var preget av mye sedimentasjon. Innerst i Vikkilen (GR1) var sikten så dårlig at kun et begrenset antall arter ble registrert. Misfargingen av vannet skyldtes trolig lokal opphopning av planktonalger (fureflagellater). Rundt holmen i Kjellvika (GR2) var det grunt, og bunnen bestod av løst mudder. Det ble registrert spredt forekomst av grisetang (*Ascophyllum nodosum*), mens det var tett vegetasjon av blæretang (*Fucus vesiculosus*) og sagtang (*Fucus serratus*). Tangen hadde mange påvekstalger.

#### **Grimstad havn**

Vegetasjonen på Boddan (GR3) var frodigere enn indre del av Vikkilen, og mindre preget av sedimentasjon. På fjell under tangdekket dominerte skorpeformede rødalger. Rekeklo (*Ceramium nodulosum*) var en vanlig forekommende art på stasjonen, mens havsalat (*Ulva lactuca*), brunslil (*Ectocarpales*) og tarmgrønske (*Enteromorpha*) vokste spredt.

Stasjonen på Torskeholmen (GR4) hadde lite vegetasjon, som delvis skyldes at grus og sand dominerte på litt dypere vann. Det var et tydelig ferskvannslag i overflaten. Opportunister som brunslil (*Ectocarpales*), tarmgrønske (*Enteromorpha*) og havsalat (*Ulva lactuca*) var vanlige på stasjonen. Det tyder på påvirkede forhold.

#### **Groos**

På Lillegroos (GR5) var det også noe sparsomt med vegetasjon. Mye av området rundt selve odden består av sandbunn, som er uegnet substrat for makroalger. Blæretang (*Fucus vesiculosus*) dominerte på fjell og stein mens grisetang (*Ascophyllum nodosum*) vokste spredt. Det ble ikke registrert sagtang på stasjonen. På stasjonen ved Nypholmen (GR6) var det frodig vegetasjon med mye tang, men også mye påvekstorganismer. Det var dårlige lysforhold under registreringen av denne stasjonen (styrtregn).

*Maløyene*

Stasjonen i Hampholmsund (GR7) gav inntrykk av lokalt dårlige forhold, med mye sedimentasjon, stor begroing og stedvis forråtnelsesbakterier. De to hurtigvoksende algene tarmgrønske (*Enteromorpha*) og perlesli (*Pilayella*) var begge vanlige på stasjonen, og stedvis dominerte tarmgrønsken. Kalven (GR8) var også preget av mye påvekst på tangen og stedvis mye sedimentasjon. Under tangbeltet var det enkelte steder tette bestander av den lille filtaktige rødalgen rødlo (*Trailiella*).

*Hesnes*

På lokaliteten i Barselkilen, Hesnes (GR9) var det svakt skrånende fjell ned til ca. 1,5 - 2 meters dyp. Fjellet ble der møtt av sand/mudderbunn. Området er svært beskyttet for vind og bølger. På fjell og stein var det tette bestander av grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og sagtang (*Fucus vesiculosus*) men også mange påvekstorganismer som mosdyr, hydroider og rødalgen rekeklo (*Ceramium nodulosum*). Vegetasjonen var svært tett. På sandbunnen vokste sukkertare (*Laminaria saccharina*), japansk drivtang (*Sargassum muticum*) og ålegras (*Zostera marina*). Stasjonen på Sundholmen (GR10) gav et positivt inntrykk av forholdene med mange arter. Av framtreddende rødalger på stasjonen kan det nevnes sjøris (*Ahnfeltia plicata*), skorpeformete kalkalger (*Corallinaceae*), rekeklo (*Ceramium nodulosum*), krasing (*Corallina officinalis*) og svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*). Det var få av epifytter på denne stasjonen.

*Homborsund*

Stasjon GR11 nord for båthavna og utslippet, hadde svært bratt helning. Bortsett fra en smal stripe med grisetang (*Ascophyllum nodosum*) øverst i strandsonen og spredte forekomster av sagtang (*Fucus serratus*), var det lite tangvegetasjon på stasjonen. Fjellveggen var dekket med småvokste arter som krusflik (*Chondrus crispus*), rekeklo (*Ceramium nodulosum*), rødlo (*Trailiella*), krasing (*Corallina officinalis*) og rugl (*Corallinaceae*). Stedvis var det store flekker med svamp (*Halichondria panicea*). Stasjon GR 12, Dybesund, hadde frisk tangvegetasjon med moderat mengde påvekst. Av småvokste arter var rekeklo (*Ceramium nodulosum*), dokker (*Polysiphonia* spp) og vanlig grønndusk (*Cladophora rupestris*) de vanligste. Alle hadde friske farger. Stasjon GR13, sør for Homborøy, hadde tett tangvegetasjon og svært mye påvekst. Opportunistiske arter som tarmgrønske (*Enteromorpha*) og trådformete brunalger (*Ectocarpaceae*) var vanlige. Området var grunt, og preget av sedimentasjon.

**Tabell 5.** Forekomst av utvalgte arter i strandsonen registrert i Grimstad 26. september 1995. Tegnforklaringer: *d* = dominerende, *v* = vanlig, *s* = spredt, *e* = enkeltfunn, \* = kun identifisert i prøve. Fet skrift markerer arter som var dominerende på en eller flere stasjoner.

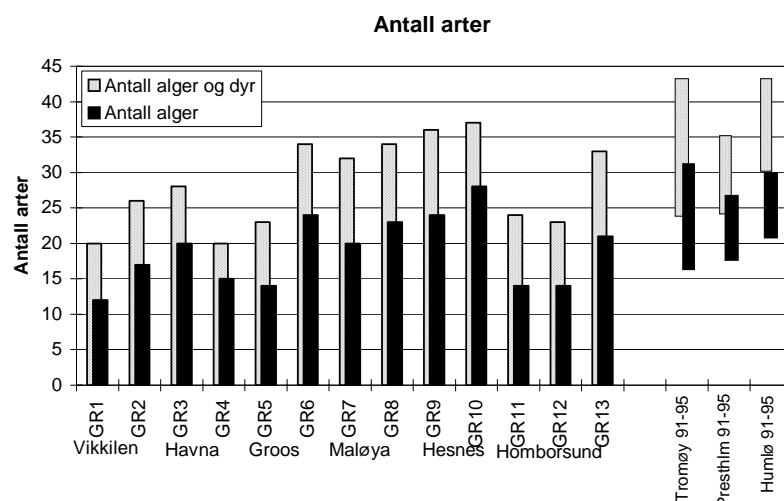
Stasjonsnavn	I. Vikkilen Kjellvika				Lillegroos Groos skjær				Barselkilen Hesnes-		Homborsund		
Dybesund													
Stasjonsnr.	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	GR8	GR9	GR10	GR11	GR12	GR13
<b>TANG</b>													
<b>Grisetang</b>	<b>s</b>	<b>s</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>s</b>	<b>s</b>	<b>s</b>	<b>v</b>	<b>d</b>	<b>s-v</b>	<b>v</b>		<b>d</b>
<b>Blæretang</b>	<b>s-v</b>	<b>s-v</b>	<b>v</b>	<b>s</b>	<b>d</b>	<b>s</b>	<b>s</b>	<b>s-v</b>	<b>s</b>	<b>s</b>		<b>v</b>	<b>s</b>
<b>Sagtang</b>	<b>v</b>	<b>d</b>	<b>d</b>	<b>v</b>		<b>d</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>d</b>	<b>s</b>	<b>v</b>	<b>s</b>
Japansk drivtang			e	e		s	s	s	s	s	s	s	v
Ålegras (plante)								s-v	s				
<b>SMÅ ALGEARTER</b>													
<b>Rekeklo</b>	<b>s</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>v</b>	<b>d</b>
-dokker	*	s			v	s	s	e	s	s		v	*
Vanlig grønndusk		e	s		s	s		s		e		v	
Rødlo				*		v		v	s		s	s	s
Pepperalge					s	e	s		s	s			
Tarmgrønnske	e		e-s	v		e-s	v	s	v	e	s	e	s-v
Havsalat		e	s	v		s	s	s	e	e	s	v	s
Brunsliperlesli		s	s	v			v		s	s	e		s-v
<b>FAUNA</b>													
Sjøstjerne	e-s	s	s	s	v	s	s	s	s		s	s	s
<b>Rur</b>	<b>v</b>	<b>v</b>			<b>d</b>	<b>s-v</b>	<b>v</b>	<b>s</b>	<b>s</b>				<b>s</b>
Stor strandsnegl	s	v	s		v	s	v	s		v	s	s	s
Blåskjell					s				s		e		
Sekkedyr							s		s		s	s	s
Hvite forråtnelsesbakterier							*	*	*				*

### Artsantall, diversitet og fordeling mellom ulike algegrupper

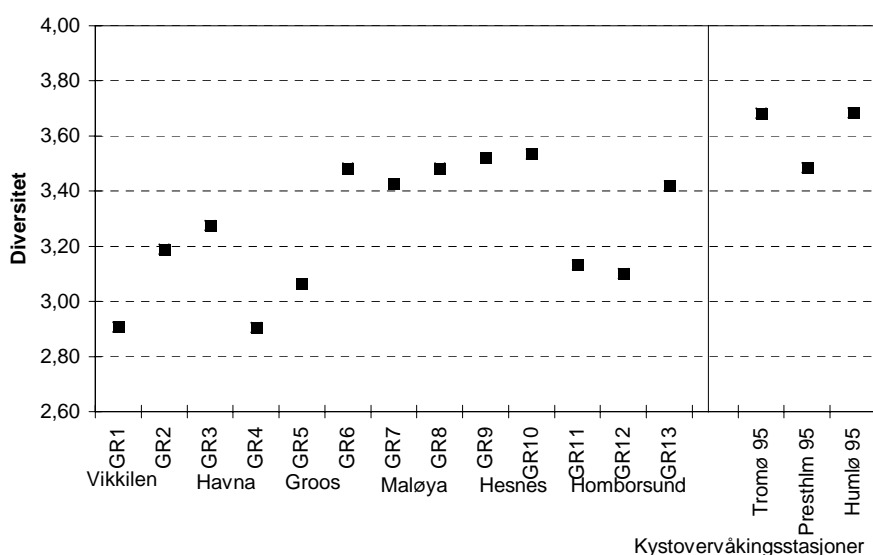
Stasjonen innerst i Vikkilen (GR1), Torskeholmen (GR4), Lillegroos (GR5) og indre deler av Homborsund (GR11, GR12) hadde færrest arter med 20 -25 arter pr. stasjon (figur 8). For stasjonen innerst i Vikkilen samt Torskeholmen og Lillegroos kan det lave artsantallet delvis forklares med dårlig sikt (GR1) og begrenset med egnet substrat (GR4, GR5). Stasjonene hadde også lav diversitet (figur 9).

Groos (GR6), Maløyene (GR7, GR8), Hesnes (GR9, GR10) og Langøy i Homborsund (GR13) hadde et høyt antall arter, mellom 30 og 37 arter pr. stasjon, og høy diversitet. Artsantallet og diversiteten er på nivå med stasjonene i Kystovervåkingsprogrammet. Flere av stasjonene var imidlertid preget av mye påvekststalger og gav inntrykk av påvirkning fra næringssalter.

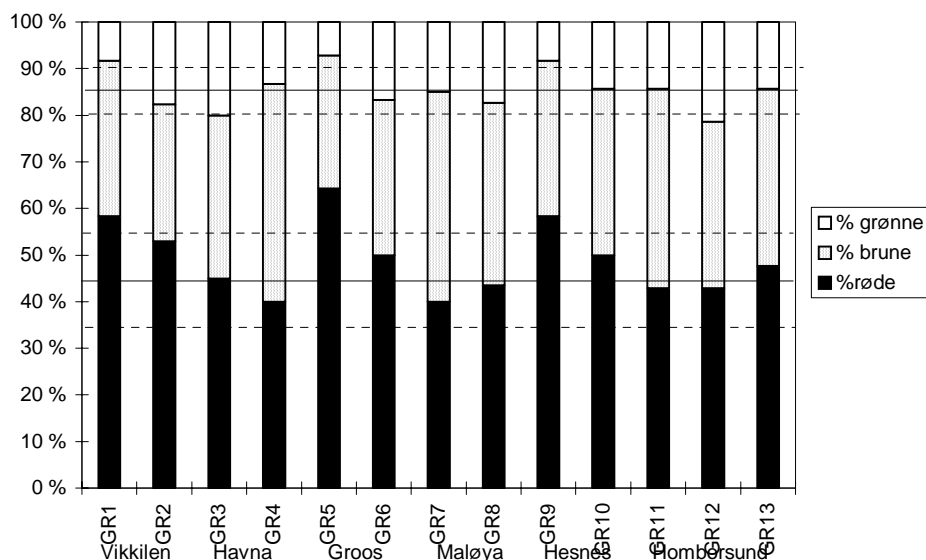
Fordelingen mellom antall rød- (R), brun- (B) og grønn-(G) alger var stort sett innenfor det som er regnet for 'normalintervallet' i fjorder og kystfarvann uten særskilte forurensninger (figur 10). Indre Vikkilen (GR1), Lillegroos (GR5) og Hesnes (GR9) hadde imidlertid noe høyere rødalgeandel og lavere grønnalgeandel enn det som regnes for vanlig. Torskeholmen (GR4) og Hampholmsund (GR7) hadde høyere andel brunalger enn "normalt".



**Figur 8.** Antall arter registrert på ulike stasjoner i Grimstad-skjærgården. Søylene for Kystovervåkingsstasjonene Tromøy, Prestholmen og Humlø indikerer i hvilket intervall artsantallet har vært innenfor i perioden 1991 til 1995.



**Figur 9.** Diversitetsmål for stasjonene i Grimstad, samt de tre Kystovervåkingsstasjonene i Aust-Agder.



**Figur 10.** Fordeling mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger på de enkelte stasjonene. Horisontale linjer viser normalintervallene for rødalger og grønnalger (rødalger:  $45 \pm 10\%$ , grønnalger:  $15 \pm 5\%$ ).

### Vurderinger av resultatene

Begge stasjonene i Vikkilen hadde lavt artsantall og diversitet, og mye sedimentasjon av finpartikulært materiale. Stasjonen i Kjøllvika (GR2) hadde mange påvekstalger og viste tydelige tegn på påvirkning fra næringssalter. Det kunne ikke påvises like store effekter ved den innerste stasjonen (GR1), men dette skyldes trolig de dårlige registreringsforholdene ved GR1 (svært liten sikt i vannet gjør at mange arter blir oversett). Det er ikke grunnlag for å si at den ene stasjonen har bedre tilstand enn den andre.

De to stasjonene i Grimstad havn, Biødden (GR3) og Torskeholmen (GR4), var svært ulike. Mens Biødden hadde mye vegetasjon og tilstanden kan karakteriseres som god, hadde Torskeholmen et fattig tangsamfunn (lavt artsantall og diversitet) med stor andel av opportunistiske arter (havsalat, tarmgrønnske, trådformete brunalger) som som tyder på redusert tilstand. Stasjonen på Torskeholmen ligger i et aktivt havneområde og er preget av dette i tillegg til ustabile bunnforhold (sand/grus). Forholdene ved Biødden må karakteriseres som gode med tanke på at stasjonen er i indre havneområde.

De to stasjonene på Groos (GR6, GR7) var også noe ulike, som trolig skyldes grunnforholdene på Lillegroos. Det er derfor valgt å kun vurdere GR7 (Nyholmen) og den øverste meteren av dykke transektet ved karakterisering av området. Stasjonen hadde høyt antall arter og diversitet, men også mye epifytter (påvekstorganismer). Resultatene tyder på at området er noe påvirket av næringssalter, men stasjonen skiller seg ikke nevneverdig fra andre stasjoner i området. Hydrografidataene viser at utslippet på Groos har tidvis gjennomslag til overflaten, men dette har ikke hatt store negative konsekvenser for gruntvannssamfunnet rundt Groos. Det kan enten skyldes strømningsforholdene i området eller at gjennomslag til overflaten er relativt sjeldent.

Stasjonene på Maløya (GR7, GR8) og stasjonen i Barselkilen på Hesnes (GR9) viste tydelige tegn til næringssaltbelastning, mens stasjonen i Hesnessund (GR 10) synes upåvirket. Stasjonen i Barselkilen er svært beskyttet for vær og vind og er trolig et naturlig sedimenteringsområde for organisk materiale.

Dette, i tillegg til eventuelle enkeltutslipp fra hus/hytter og båter gjør denne stasjonen næringsrik. De næringsrike forholdene har bl.a. medført mange påvekstorganismer på tang, som er et typisk trekk ved overbelastning a næringsalter. For stasjonen i Hampholmsund (GR7) er det nærliggende å tro at de noe negative forholdene med mye påvekst av brunslid og tarmgrønske skyldes belastning fra båtturister. Det er ingen større utslipp i nærheten og området har god forbindelse med ytre kyst, men er mye brukt av båtturister om sommeren. Stasjonen i Kalven (GR8) viste likeledes klare tegn til næringsalt-belastning, men på grunn av stasjonens plassering kan man ikke utelukke påvirkning fra utslippet på Groos.

Det er gjort enkelte sammenligninger mot resultatene i Kystovervåkingsprogrammet, men det er viktig å være klar over at de to undersøkelsene har noe ulike utgangspunkt. Mens stasjonene i den foreliggende undersøkelsen er lagt til indre områder beskyttet mot bølgeslag, er Kystovervåkingsstasjonene plassert i ytre kyst med stor bølgepåvirkning. Dette har mye å si for artssammensetningen. I tillegg er Kystovervåkningen gjennomført i mai/juni, før typiske sommerarter har etablert seg for fullt. Det er tatt hensyn til disse faktorene ved vurdering av stasjonene.

### 3.3.2 Dykkerundersøkelse

#### *Resultater og vurderinger*

Data fra dykkeundersøkelsen er vist i vedleggstabeller. Registreringen ble, med hensyn til algevegetasjon, foretatt meget sent i algenes vekstsesong. Kortlivede sommerarter kan allerede ha visnet ned, og forekomsten av enkelte langlevede og flerårige arter kan være redusert sammenliknet med midtsommers. Befaringen gav likevel et klart inntrykk av miljøforholdene på stedet.

Det ble i alt registrert 35 alger og 33 dyr langs transektet fra 19 m dyp og opp til fjæra.

På 18-19 m dyp sluttet bergveggen og bunnen gikk over til slakt hellende bløtbunn. Overflaten på bløtbunnen var dekket av store mengder *Beggiatoa* (hvitt bakteriebelegg) som tydelig tegn på forråtnelse av organisk materiale. Sedimentet var sort og det luktet H<sub>2</sub>S. (Ved senere dykking advares det av helsemessige grunner mot å komme nær bunnen og i kontakt med giftig H<sub>2</sub>S.) Da kabelen til dykkeren begrenset videre svømming (maks. lengde fra land = 100m), ble ikke selve utslippsledningen eller utslippspunktet funnet. Det er rimelig å anta at de bunnforhold som ble observert ved ca. 20 m dyp, vil være representative for forholdene videre ut mot utslippet. Ut fra disse observasjoner synes det som om området tilføres store mengder organisk materiale som fører til råtten bunn i resipienten. Belastningen på resipienten har vart gjennom **mange** år, slik at det ikke vil være effekter av det nye renseanlegget som her dokumenteres. Det var mye partikler i vannet, spesielt ved ca. 20 meters dyp.

Fra 18 m var det en hardbunnsvegg med helning på ca. 45-60° opp til ca. 8 m dyp (Figur 11). Veggen var preget av sterk sedimentering. Kontinuerlig sedimentering og til tider tykke sedimentlag er en stor belastning og en hindring for hardbunnsorganismer. Dette er en direkte årsak til at mange forventede organismer ikke ble funnet. Sedimentet var svært løst og brunfarget. Organismene var sterkt nedslammet.

Først og fremst var tarevegetasjonen fattig. Stortare ble ikke observert, men det er usikkert om vanngjennomstrømningen kanskje er for lav til at stortare kan forventes. Forekomsten av sukkertare, som ofte er dominerende på mer beskyttede lokaliteter, var sparsomt ned til 14 m dyp. Nedre dybdegrens for denne og for flere av de andre artene var grunnere enn forventet. Arter en kunne ha forventet å finne var tannskåring (*Odonthalia dentata*), rosenrør (*Lomentaria* sp.), asparagusalge

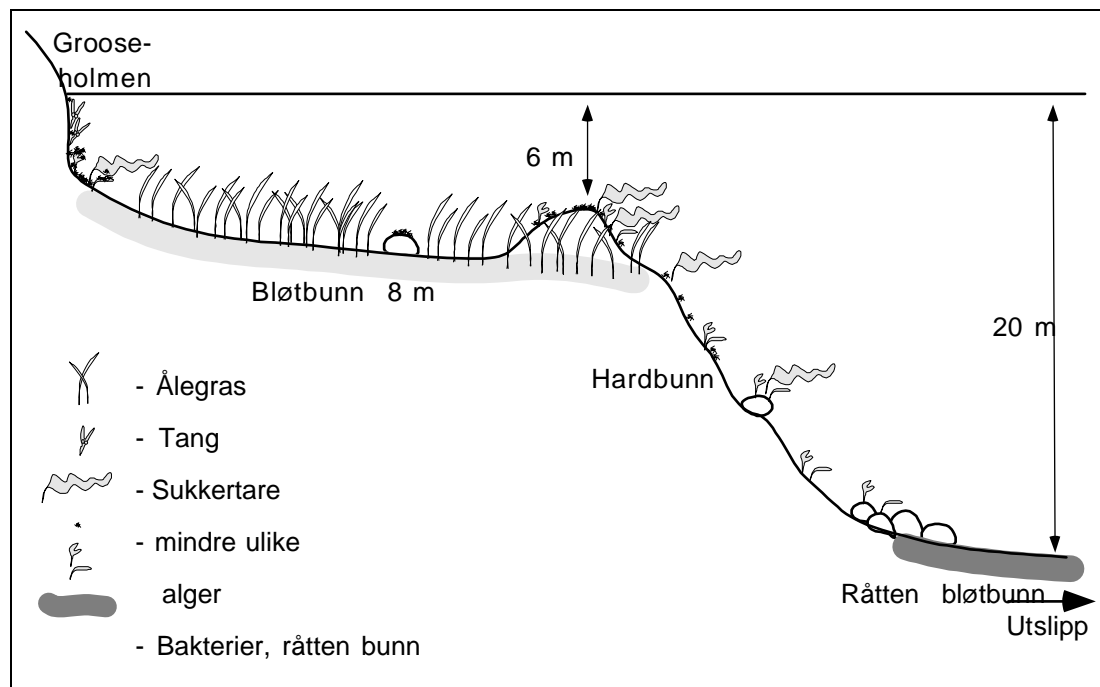
(*Bonnemaisonia asparagoides*), fagerdokke (*Brogniartella byssoides*), kjøttblad (*Dilsea carnosa*) (ett enkeltfunn ble observert på 14m), grønnfjær (*Bryopsis plumosa*) og fjærtufs (*Sphacelaria plumosa*).

Etter en kolle med grunneste dyp på 6 m, var det videre inn mot Gooseholmen en lang mudderflate som gikk over til sandbunn lenger inne. Dybden skrånet svakt fra 8 til 4 m dyp. Bløtbunnen var dominert av ålegras (*Zostera marina*). Av alger vokste havdun (*Pterothamnion plumula*) og pollris (*Gracilaria* sp.) vanlig til spredt.

Helt inne ved Gooseholmen var det igjen hardbunn fra 4 m dyp og opp. Vegetasjonen var her preget av sparsom tang og tarevegetasjon, tett vegetasjon av ulike vanlige rød- og grønnalger og mye epifytter (alger vokser på alger). Blågrønnalgen *Spirulina subsalsa* var vanlig i 2m dyp. Disse observasjonene kan tyde på overgjødning. Til en hvis grad kan den store mengden av epifytter tilskrives årstiden (øker ofte utover sensommeren), men algesamfunnet hadde en sammensetning typisk for belastede områder.

Det ble observert et fastvoksende eksemplar av japansk drivtang (*Sargassum muticum*).

Av dyr manglet mange vanlige, store organismer som dødningehånd (*Alcyonium digitatum*), blåskjell (*Mytilus edulis*), større hydroidearter og opprette bryozooer. De dyr som ble registrert, ble funnet spredt eller som enkeltfunn. Samfunnet var fattig med få arter og liten biomasse. Det ble observert en del fisk under dykket. Enkelte store torsk ble sett, en del sei og mange leppefisk (flest bergnebb). En del store flyndrer (skrubbe og rødspette) lå med økende tetthet på bergveggen fra 18 m og oppover og en del mindre flyndrer lå mellom ålegresset på mudderflaten fra 4 til 8 m dyp.



**Figur 11.** Illustrasjon som skisserer transektprofilen, bunnforhold og domierende vegetasjon.





## 4. BLØTBUNN

### 4.1 Bakgrunn

Undersøkelsene av bløtbunnsfauna har som mål å beskrive miljøtilstanden i de dype områdene av resipientene. Bløtbunn representerer avsetningsområder for finpartikulært materiale og finnes der det er svake vannbevegelser. Grovt sett er det en sammenheng mellom partikkelsammensetning i bunnsedimentene og strømforhold, slik at jo finere partikler det er i et område, jo mindre strøm er det der. I kystområdene er det bløtbunn på alle større dyp i fjorder og bassenger. I beskyttede områder er det bløtbunn også på grunt vann og helt opp i fjæra i form av mudderstrender.

Kommunalt avløpsvann inneholder næringssalter og ulike former for partikulært materiale. I resipienten vil mye av partiklene avsettes like ved utslippet, men de letteste partiklene kan transporteres omkring med lokale strømmer og til slutt avsettes i de mest strømsvake områdene. Bassenger og forsenkninger kan derfor virke som feller på finmateriale fra avløpsvann. Typiske forhold i en resipient hvor det tilføres urensset eller grovrenset avløpsvann, er derfor en sterkt påvirket nærsone rundt utslippet og lokalt påvirkede bløtbunnsområder i fjorder og bassenger i området omkring.

Utslippene påvirker bunnområdene først og fremst gjennom oksygenforbruk som følger ved nedbrytningen av organisk materiale. I de mest strømsvake områdene skal det ikke så mye til før oksygenforbruket overstiger tilførslene av oksygen (kapittel 2). Også næringssalter fra utslippene kan bidra til problemene, fordi en øket algeproduksjon i de øvre vannlag fører til en større utsynkning av organisk materiale til dypere vannlag. Ved høy organisk belastning utvikles det hydrogensulfid i bunnsedimentene. Mange bassenger og terskelfjorder langs kysten har naturlig dårlige oksygenforhold, hvor tilførsler av avløpsvann vil forsterke problemene.

Bunnfaunaen vil reagere på tilførslene på ulike måter. Svake tilførsler fører i første omgang til en 'stimulering' av faunaen i den forstand at flere arter finner livsbetingelser og individtettheten øker, men ved økende tilførsler faller artsrikheten, og ved overbelastning er det bare de mest tolerante artene som klarer seg. Noen få arter, som kan dra nytte av forholdene, kan imidlertid finnes i høye tettheter. Sterkt overbelastet bunn vil være uten dyreliv.

### 4.2 Stasjonsvalg og metodikk

#### 4.2.1 Valg av prøvetakingslokaliteter

Undersøkelsene omfattet Groosefjorden og Homborsund (figur 12).

I Groosefjorden ble det tatt bløtbunnsprøver fra 55-60 m dyp (St. GS 6) og fra 30 meters dyp (St. GS 6). Stasjon GS 6 er tidligere undersøkt i 1983-85 (Wikander 1986 b). Stasjonen ble også prøvetatt flere ganger i 1990, men dette materialet er ikke opparbeidet. Stasjon GS 6 ligger like sør for Grooseholmen og 100-200 m fra det kommunale hovedutslippet. Denne stasjonen representerer nærsonen rundt utslippet, og er ikke tidligere undersøkt.

I Homborsund ble det prøvetatt en stasjon sørvest for båthavnen og ca. 200 m fra det kommunale utslippet (St. GS 8). Utfør Homborsund er det tidligere prøvetatt en stasjon ved Homborøy (st. E 10) (Wikander 1986 a). Denne stasjonen gir en god representasjon av forholdene generelt i området. På denne lokaliteten ble det tatt en enkeltprøve for kontroll og sammenligning med tidligere tilstand.

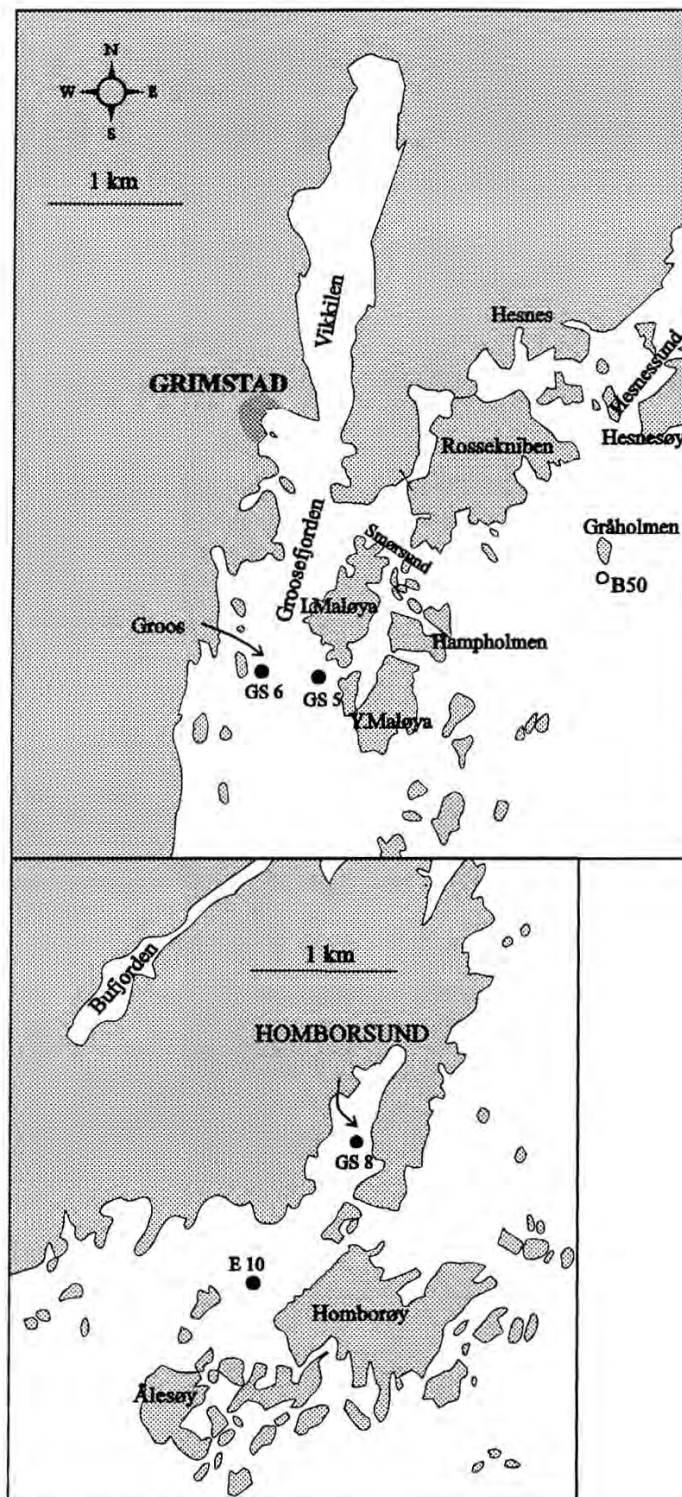
#### 4.2.2 Prøvetaking

Prøvene ble tatt med en 0.1 m<sup>2</sup> 'Petersen' type bunngrabb. Bruk av 'van Veen' grabb som opprinnelig tiltenkt, måtte oppgis på grunn av funksjonsfeil. På hovedstasjonene (GS 5, GS 6, GS 8) ble det tatt fire parallelle grabbhugg, mens det på st. E 10 ble tatt ett grabbhugg.

Det innsamlede sedimentet ble visuelt beskrevet i felt og kontrollert for innhold av hydrogensulfid (H<sub>2</sub>S). Fra ett grabbhugg på hver stasjon ble det tatt en liten delprøve av overflatesedimentet til analyse av kornfordeling (sedimentfraksjon < 63 µm) og organisk innhold (TOC, TN). Prøvene ble tatt med skje (ca. 0-1 cm) etter at grabben var åpnet. Det ble søkt å finne en mest mulig uforstyrret sedimentoverflate der prøven ble tatt.

Før bunnprøvetakingen ble det tatt vannprøver med Ruttner vannhenter fra dypvannet sentralt i Groosefjorden og i Homborsund. I Homborsund ble prøven tatt et par meter over bunnen.

Prøvene ble innsamlet 16. juni 1995 med leid fartøy M/S 'Fredrikstad'.



**Figur 12.** Stasjoner for prøvetaking av bløtbunnsfauna i Grimstad kommune i 1995. ● : stasjoner rapportert i denne rapporten, ○ : stasjoner prøvetatt under SFTs kystovervåkingsprogram.

### 4.2.3 Analysemetoder

Faunaprøvene ble siktet på 5 og 1 mm sikter og restmaterialet konserverert i 4 % nøytralisert formaldehydløsning. De parallelle grabbprøvene ble slått sammen til en samleprøve fra hver stasjon. Ved opparbeidingen i laboratoriet ble dyrene sortert fra siktematerialet, identifisert og antallet notert.

Sedimentfraksjonen < 63 µm ble bestemt ved våtsikting. Organisk innhold, som totalt organisk karbon (TOC) og totalt nitrogen (TN), ble analysert ved en elementanalysator etter at uorganiske karbonater var fjernet med saltsyre.

Vannprøvene ble analysert for oksygeninnhold. Prøvene ble analysert etter Winklers metode.

### 4.2.4 Tallbehandling

Bunnfaunaen på hver av stasjonene er karakterisert ved totalt antall arter, individtall for artene, artsmangfold (= diversitet) og artssammensetning. Artsmangfoldet er gitt ved Shannon-Wieners indeks ( $H'$ ) og Hurlberts indeks  $E(S_{100})$  som beregnes på grunnlag av antall arter og de enkelte artenes individtall i prøvene. Det ble også beregnet en indeks (AI) som uttrykker bunnfaunaens ømfintlighet overfor forurensninger. Indeksene er veiledende for karakterisering av miljøtilstanden sammen med kunnskap om de enkelte artenes biologi.

*Shannon-Wiener indeksen ( $H'$ )* har et verdiområde som varierer fra null til ca. 5. Tallverdien øker ved økende antall arter og når individene er jevnt fordelt mellom artene. Lave verdier markerer dårlige forhold, mens verdiområdet 3-5 indikerer normale til gode forhold. Etter SFTs kriterier for miljøkvalitet er 'god tilstand' representert ved verdier > 3.1 (Rygg & Thelin 1993a).

*Hurlberts indeks  $E(S_{100})$*  er en indeks som gir forventet antall arter i prøver med et individtall standardisert til 100 individer. Indeksen beregnes fra en funksjon som relaterer artstall og individtall i prøvene. I SFTs kriterier for miljøkvalitet er 'god tilstand' representert ved indeksverdi (antall arter) > 18.5 (Rygg & Thelin 1993a). På grunnlag av funksjonen er det utarbeidet et generelt diagram for sammenhengen mellom arter, individtall og artsmangfold basert på undersøkelser i norske kystområder.

*Artsindeksen (AI)*, som uttrykker bunnfaunaens ømfintlighet overfor forurensninger, beregnes ut fra forekomsten av forurensningstolerante og ømfintlige arter i prøvene. Hver av artene er karakterisert på grunnlag av hvordan de opptrer i norske kyst- og fjordområder (Rygg 1995). Indeksverdier høyere enn ca. 6 representerer gode forhold.

## 4.3 Resultater

### 4.3.1 Prøvetaking

Tabell 6 gir en sammenfatning av prøvetakingen. Beliggenheten av stasjonene er vist på kart i figur 12, mens posisjoner for stasjonene er gitt i Vedleggstabell C1.

På stasjonen i Groosefjorden (GS 5) var det mørk grått finkornet sediment. Det var lukt av hydrogen sulfid i en prøve, men ellers var sedimentet uten lukt. I prøvene var det store mengder (> 3 liter) stive pergamentaktige rør av børstemarken *Spiochaetopterus typicus*. Utenfor Groos nær

utslippet var det klebrig sandig silt som var vanskelig å spyle. Det var ingen spesiell lukt av sedimentet.

I Homborsund var det normalt gråbrunt fjordsediment.

Vannprøvene viste at det var oksygen tilstede i alle måledyp. I Groosefjorden var det 3-4 ml/l oksygen (40-55 % metning) på det dyp bunnprøvene ble tatt (kap. 2.3, Tabell 3). I Homborsund var det rikelig med oksygen (80 % metning) i måledypet et par meter over bunnen.

**Tabell 6..** Prøvetaking av bunnfauna og oksygen i vannmassene i Groosefjorden og Homborsund 16. juni 1995. Bunnprøvene ble tatt med 0.1 m<sup>2</sup> 'Petersen' type bunngrabb. Samf. = samfengt opparbeidelse, dvs. at parallelle faunaprøver er slått sammen til en samleprøve. Oksygenprøvene ble tatt med Ruttnerhenter.

St.	Lokalitet	Dyp (m)	Antall	Fyll.-grad	Sedimentbeskrivelse	Oksygen (ml/l)
GS 5	Groosefjord	55-57	4 samf	1/1	Mørk grå fin silt med lys brunt topplag. Noe mørkere striper under overflaten. Lukt av H <sub>2</sub> S i en prøve, ellers ingen lukt. Mye rør av <i>Spiochaetopterus</i> og skall av <i>Thyasira</i> . Rester av rød murstein.	5.9 (30 m) 4.5 (50 m) 2.7 (60 m)*
GS 6	Groos	30	4 samf	1/4-3/4	Nokså fast olivengrå sandig silt med noe innslag av leirpartikler (klebrig sediment).	
GS 8	Homborsund	30	4 samf	1/1	Grå til gråbrun silt. Noe lysere topplag i enkelte prøver.	5.6 (28 m)
E 10	Homborøy	51	1	1/1	Gråbrun silt. Enkelte mørke striper under overflaten	

\* prøven tatt ved størstedypet i Groosefjorden

### 4.3.2 Bunnsedimenter

Alle stasjonene hadde et finkornet sediment med mer enn 90 % silt og leir (tabell 7). Både i Groosefjorden og Homborsund var det høyt innhold av organisk materiale. Høyest var verdien på stasjon GS 5 (55 m) hvor det var mer enn 7 % organisk karbon. Også nitrogenverdiene var høye. Etter SFTs kriterier for miljøkvalitet faller karbon- og nitrogenverdiene i tilstandklasse III-V (nokså dårlig - meget dårlig). Stasjonen ved Homborøy hadde lavere innhold av organisk materiale, men også her var det forhøyde verdier.

Forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forholdet) var omtrent som normalt på alle stasjonene. C/N-forholdet indikerer noe om sediment-materialets art. I sedimenter hvor det organiske materialet i hovedsak har marin opprinnelse (f. eks. dødt plankton) vil forholdstallet være 6-9, mens det i

sedimenter som tilføres vesentlige mengder materiale fra land, vil overstige 10. C/N-verdier omkring 10 er vanlige i fjordsedimenter som mottar organiske tilførsler fra land.

**Tabell 7.** Data for bunnsedimentene i Groosefjorden og Homborsund 1995. Resultater for finpartikulært materiale ( % < 0.063 mm), totalt organisk karbon (TOC), totalt nitrogen (TN) og forholdstallet mellom karbon og nitrogen (C/N-forhold) er vist. Tilstandsklasser i henhold til SFTs kriterier for vurdering av miljøkvalitet er også vist: I 'god', II 'mindre god', III 'nokså dårlig', IV 'dårlig', V 'meget dårlig' (Rygg og Théliin 1993 a).

Stasjon	Finfraksjon % < 0.063 mm	TOC mg/g	TN mg/g	C/N- forhold	Klasse TOC / TN
GS 5    Groosefjorden	98.5	73.6	8.0	9.2	IV/V
GS 6    Groos	91.6	64.6	6.5	9.9	III/IV
GS 8    Homborsund	95.7	63.9	6.2	10.3	III/IV
E 10    Homborøy	98.5	42.9	5.1	8.4	II/III

### 4.3.3 Bunnfauna

Tabell 8 gir en oversikt over artstall, individtettheter og beregnede verdier for artsmangfold for stasjonene. De viktigste artene er gitt i tabell 9. Fullstendige artslistene er gitt i Vedleggstabell 2.

#### *Groosefjorden*

På St. GS 5 (55 m) i Groosefjordens dypbasseng ble det funnet et moderat antall arter. Artsmangfoldet var nedsatt og faller i klasse II til III 'mindre god/nokså dårlig' etter SFTs kriterier for miljøkvalitet. Stasjonen var sterkt preget av børstemarken *Spiochaetopterus typicus* som lager stive pergamentaktige rør i sedimentet. Dette er en art som godt kan klare seg i oksygensvake områder og ofte finnes i sorte bunnsedimenter på grensen mot døde dypområder med hydrogensulfid. De andre dominerende artene prøvene, børstemarkene *Chaetozone setosa* og *Capitella capitata*, muslingen *Thyasira* og krepsdyret *Diastylis rathkei* er alle former som har stor toleranse for organisk anrikning. Det var ingen forurensningsømfintlige arter i prøvene.

Stasjon GS 6 utenfor Groos var tydelig preget av organiske utslipp. Antall arter var normalt, men individtettheten var uvanlig høy og artsmangfoldet var lavt. Prøvene var sterkt dominert av børstemarken *Capitella capitata*, som over hele verdien opptrer i områder med meget tung organisk belastning. Sammen med *Capitella* forekom arten *Malacoceros fuliginosus*, som har en lignende oppreden ved tung organisk belastning. Også en rekke av de andre artene er karakteristiske for områder med organisk belastning. I prøvene var det dessuten store mengder små rundmark. Alle forhold ved prøven viser at lokaliteten er betydelig påvirket av utslippene.

#### *Homborsund*

På stasjon GS 8 i Homborsund var det en artsrik fauna med normale til høye individtetheter. Artsmangfoldet var normalt og faller i tilstandsklasse I 'god' etter SFTs miljøkvalitetskriterier. Også artsindeksen hadde normal verdi. De høye individtethetene er imidlertid tegn på organisk anrikning på lokaliteten. Dette bærer også artssammensetningen preg av med høye individtall for flere av artene som dominerte på stasjonene i Groosefjorden. Det var også mange individer av den røde slangestjernen *Amphiura filiformis* i prøvene. Dette er en art som er vanlig i finkornede fjordsedimenter og som øker i antall der det er noe organiske tilførsler, men som blir borte ved tung organisk belastning. Faunaen gir derfor grunnlag for å karakterisere stasjonen som stimulert av organiske tilførsler.

Den ene prøven som ble tatt på St. E 10 ved Homborøy hadde normale arts- og individtall og høyt arts mangfold. De viktigste artene er typiske for finkornede fjordsedimenter, men flere av dem forekommer også ved organisk anrikning. Børstemarken *Heteromastus filiformis*, som hadde høyest individtall, er den vanligste arten i dypområdene langs Sørlandskysten. Prøven viser at det var normalt gode forhold på lokaliteten, men en svak organisk påvirkning kan ikke utelukkes.

**Tabell 8.** Antall arter, individtall, individtetheter og arts mangfold på stasjonene i Groosefjorden og Homborsund 1995. Artsmangfoldet er gitt ved Shannon-Wiener indeksen ( $H'$ ), og indeksen  $ES_{(100)}$  som gir forventet antall arter ved en prøve på 100 individer. Artsindeksen (AI) er et samlet mål for artenes ømfindtlighet for forurensninger. Tilstandsklasse i henhold til SFTs kriterier for miljøkvalitet er også vist: I 'god', II 'mindre god', III 'nokså dårlig', IV 'dårlig' (Rygg og Thelin 1993a).

St.	Lokalitet	Areal	Artstall	Ind	Ind/m <sup>2</sup>	H'	ES <sub>(100)</sub>	AI	Klasse
GS 5	Groosefjord	0.4	22	913	2283	2.42	10.24	5.58	II/III
GS 6	Groos	0.4	41	5316	13290	1.27	10.64	5.81	IV/III
GS 8	Homborsund	0.4	57	1709	4273	3.92	22.12	6.72	I
E 10	Homborøy	0.1	43	261	2610	4.32	29.48	6.99	I



**Tabell 9.** Individtettheter (ind/m<sup>2</sup>) for de vanligste artene på stasjonene i Groosefjorden og Homborsund 1995. Alle arter representert med > 10 ind. på en eller flere stasjoner er tatt med.

	GS 5	GS 6	GS 8	E10
NEMERTINEA (båndmark)	10	153	250	140
POLYCHAETA (mangebørstemark)				
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	50	-	3	110
<i>Pholoe</i> sp	-	120	138	10
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	33	30	38	-
<i>Typosyllis cornuta</i>	-	65	40	20
<i>Glycera alba</i>	13	68	20	-
<i>Malacoceros fuliginosus</i>	-	245	-	-
<i>Prionospio fallax</i>	-	255	203	190
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	280	3	-	-
<i>Chaetozone setosa</i>	1033	228	818	370
<i>Cossura longocirrata</i>	-	-	55	220
<i>Brada villosa</i>	-	3	15	110
<i>Diplocirrus glaucus</i>	-	8	240	60
<i>Polyphysia crassa</i>	-	10	48	60
<i>Scalibregma inflatum</i>	3	10	28	40
<i>Capitella capitata</i>	505	11213	93	20
<i>Heteromastus filiformis</i>	43	98	118	540
<i>Mediomastus fragilis</i>	-	-	875	-
<i>Myriochele oculata</i>	-	45	260	30
OLIGOCHAETA (fåbørstemark)				
<i>Tubificoides benedii</i>	-	25	-	-
BIVALVIA (muslinger)				
<i>Thyasira flexuosa /sarsi</i>	103	243	533	10
<i>Mysella bidentata</i>	-	90	30	10
<i>Abra nitida</i>	3	113	13	20
CRUSTACEA (krepser)				
<i>Leucon nasica</i>	-	-	25	-
<i>Diastylis rathkei</i>	170	123	5	-
ECHINODERMATA (pigghuder)				
<i>Amphiura chiajei</i>	-	-	30	-
<i>Amphiura filiformis</i>	-	5	123	10
<i>Echinocardium cordatum</i>	-	23	28	-
<i>Labidoplax buski</i>	-	-	33	-

#### 4.3.4 Sammenligning med tidligere prøvetaking

Stasjon GS 5 i dypområdet av Groosefjorden ble prøvetatt hvert år i perioden 1983-85. Stasjonen ble karakterisert som betydelig påvirket av organisk stoff med periodevis oksygenmangel (Wikander 1986b). Resultatene varierte mellom årene. I 1983 og 1985 var det en utarmet og artsfattig fauna på stasjonen, mens det i 1984 var tilnærmet normale forhold. Disse forskjellene ble forklart ved at det i enkelte år har inntruffet perioder med oksygensvikt hvor faunaen har blitt helt eller delvis utryddet. I 1984 var oksygenforholdene tilfredsstillende fram til prøvetakingen (Wikander 1986b).

Tabell 10 viser hovedresultatene fra foreliggende undersøkelse sammenlignet med de tidligere undersøkelsene. Artsmangfoldet er fremstilt grafisk i Figur 13. Med hensyn på artsrikhet og artsmangfold faller 1995 nærmest til 1983 og 1985, men artsrikheten var ikke fullt så lav som i disse årene. Individtettheten var høyest i 1995, men det skyldes i hovedsak høye tettheter av børstemarkene *Chaetozone setosa* og *Capitella capitata* som ikke dominerte ved noen av de tidligere undersøkelsene. Den karakteristiske arten *Spiochaetopterus typicus* har vært tallrik alle årene. Vurdert på basis av artsindeksen var forholdene dårligst i 1995. Dette gjenspeiler nok dominansen av *Chaetozone* og *Capitella* som begge har stor toleranse for organisk påvirkning.

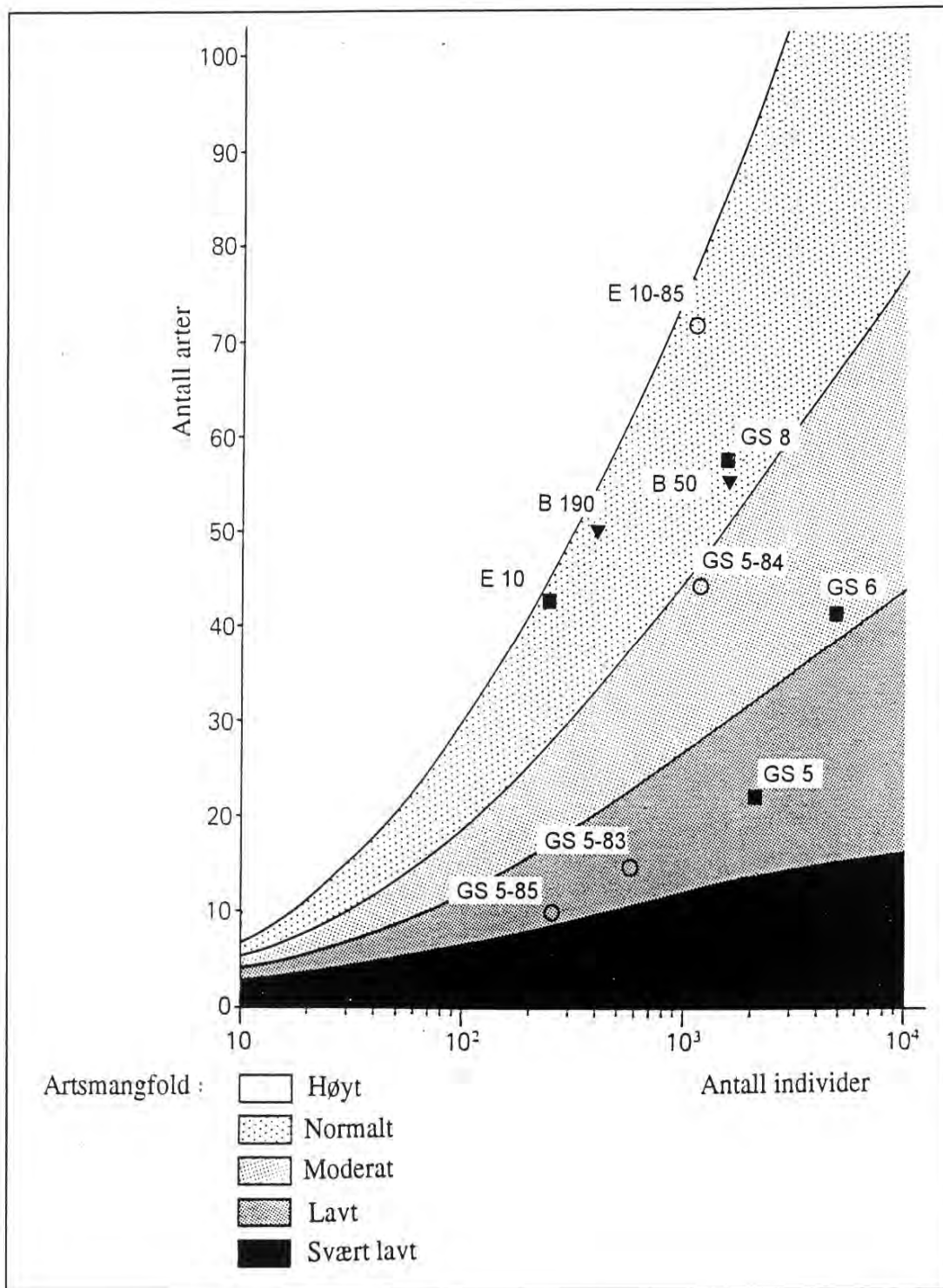
Stasjonen ble også prøvetatt i 1990, men disse prøvene er ikke opparbeidet. På dette tidspunktet var sedimentet sort og luktet sterkt av hydrogensulfid. I prøvene var det mange rør av *Spiochaetopterus typicus*. Dette tyder på at forholdene i 1990 var som i 1985 eller dårligere. De senere prøvetakingene bekrefter derfor at forholdene varierer på stasjonen.

Stasjon E10 ved Homborøy ble prøvetatt i 1985. Lokaliteten ble da vurdert med hensyn på egnethet for fiskeoppdrett og ble karakterisert som middels godt egnet (Wikander 1986a). Bunnsedimentet hadde noe høyt organisk innhold (39.0 mg/g TOC, 4.9 mg/g TN). Bunnfaunaen var artsrik og hadde normalt artsmangfold (Figur 13), men var klart dominert av børstemarken *Heteromastus filiformis*. Dette ble tolket som ugunstig, og som at lokaliteten kunne være følsom for organiske tilførsler. Resultatene fra foreliggende prøve viste omtrent samme artsmangfold og artssammensetning som i 1985. Dette indikerer at forholdene har vært stabile og at utslippene i Homborsund ikke har noen vesentlig virkning utover nærområdet.

I Figur 13 er også artsmangfoldet på kystovervåkingsstasjonene ved Gråholmen utenfor Hesnes og Ryvingen nordøst for Fevik i 1995 lagt inn (Rygg 1996). Resultatene viser at stasjonene i Homborsund og ved Homborøy hadde omtrent samme artsmangfold som kystovervåkingsstasjonene.

**Tabell 10.** Artsmangfold og dominerende arter på stasjon GS 5 i Groosefjorden i 1995 og i 1983-1985. De viktigste artene ( $> 30 \text{ ind/m}^2$ ) for hvert av årene er vist.

	1995	1983	1984	1985
Antall arter	22	15	44	10
Individtetthet ( $\text{ind/m}^2$ )	2283	654	1294	282
Artsmangfold (H')	2.42	2.21	3.60	0.80
Artsmangfold ( $\text{ES}_{(100)}$ )	10.24	9.70	20.70	8.10
Artsindeks (AI)	5.58	5.87	6.79	6.38
Viktigste arter:				
<i>Chaetozone setosa</i>	1033	2	86	-
<i>Capitella capitata</i>	505	44	-	-
<i>Spiochaetopterus typicus</i>	280	360	412	252
<i>Diastylis rathkei</i>	170	44	-	-
<i>Thyasira sarsi/flexuosa</i>	103	16	46	2
<i>Paramphinome jeffreysii</i>	50	-	-	-
<i>Heteromastus filiformis</i>	43	2	200	8
<i>Ophiodromus flexuosus</i>	33	-	-	-
<i>Maldane sarsi</i>	3	80	118	-
<i>Ophelina acuminata</i>	3	80	104	-
<i>Amphiura chiajei</i>	-	-	72	2
<i>Amphiura filiformis</i>	-	2	32	-
<i>Pholoe sp.</i>	-	-	30	-



**Figur 13.** Artsmangfold for bunnsfauna i Grimstad 1995. Figuren viser forholdet mellom antall arter og antall individer for stasjonene plottet i et generelt klassifiseringssystem basert på Hurlberts funksjon. Stasjonene B50 (Gråholmen, 52 m) og B190 (Ryvingen, 182 m) er innsamlet under SFTs kystovervåkingsprogram. Tidligere prøvetatte stasjoner (åpne symboler) er vist for sammenligning.

## 4.4 Vurderinger

Undersøkelsene viser at Goosefjorden var betydelig påvirket av organiske tilførsler. I dypbassenget var det høyt organisk innhold i bunnsedimentene og en fauna som klart var preget av organiske tilførsler. Forholdene på lokaliteten varierer fra år til år som følge av variasjoner i vannutskiftningen og oksygentilstanden i dypbassenget. I 1995 var det tilstrekkelig med oksygen ned til ca. 60 m, både på tidspunktet da prøvene ble tatt og senere på høsten (Kap. 2). Dette ga levevilkår for en fauna bestående av tolerante arter. Generelt klarer mange bunndyr seg ved oksygenkonsentrasjoner ned til i underkant av 1 ml/l (10-15 % metning). Tilstanden i bunnsedimentene tyder også på at det har vært oksygen tilstede i en lengre periode før prøvetakingen. Etter perioder med oksygensvikt og dannelse av hydrogensulfid i bunnvannet, kan det ta lang tid før sedimentene igjen er luktfrie selv under gode oksygenforhold. En slik utvikling forutsetter at sedimentbearbeidende bunndyr får etablere seg. Det er derfor grunn til å tro at det også har vært tilstrekkelig med oksygen tilstede i 1994. Prøvetakingen i 1990 viste imidlertid at det da var utilstrekkelige oksygenforhold i dypområdene av Goosefjorden.

Forholdene nær utslippet på Groos var dårlige. Bunnsedimentene hadde et høyt organisk innhold og faunaen var sterkt dominert av arter som opptrer ved tung organisk belastning. Prøvene ble tatt like utenfor utslippet og representerer derfor en sone hvor mye av partiklene fra avløpsvannet avsettes. Utfra oksygenmålingene utført sentralt i Goosefjorden i 1995, som viser mer enn 50% metning ned til 40 meters dyp, kan man anta at oksygenforholdene neppe er betydelig dårligere ved utslippet på Groos. De dårlige forholdene i bunnsedimentene var klart betinget av utslippene, og det må forventes betydelige og forholdsvis raske forbedringer når utslippene reduseres.

I Homborsund var det en viss påvirkning av organiske tilførsler, men uten at dette hadde særlige negative konsekvenser. Bunnsedimentet hadde et høyt organisk innhold, men var allikevel friskt. Faunaen var artsrik og hadde normalt artsmangfold, men var preget av arter som stimuleres ved organisk anrikning. Forholdene var typiske for et område med organiske tilførsler, men hvor det også er tilfredsstillende vannutskiftning. Det skal imidlertid lite merbelastning til før tilstanden kan forverres.

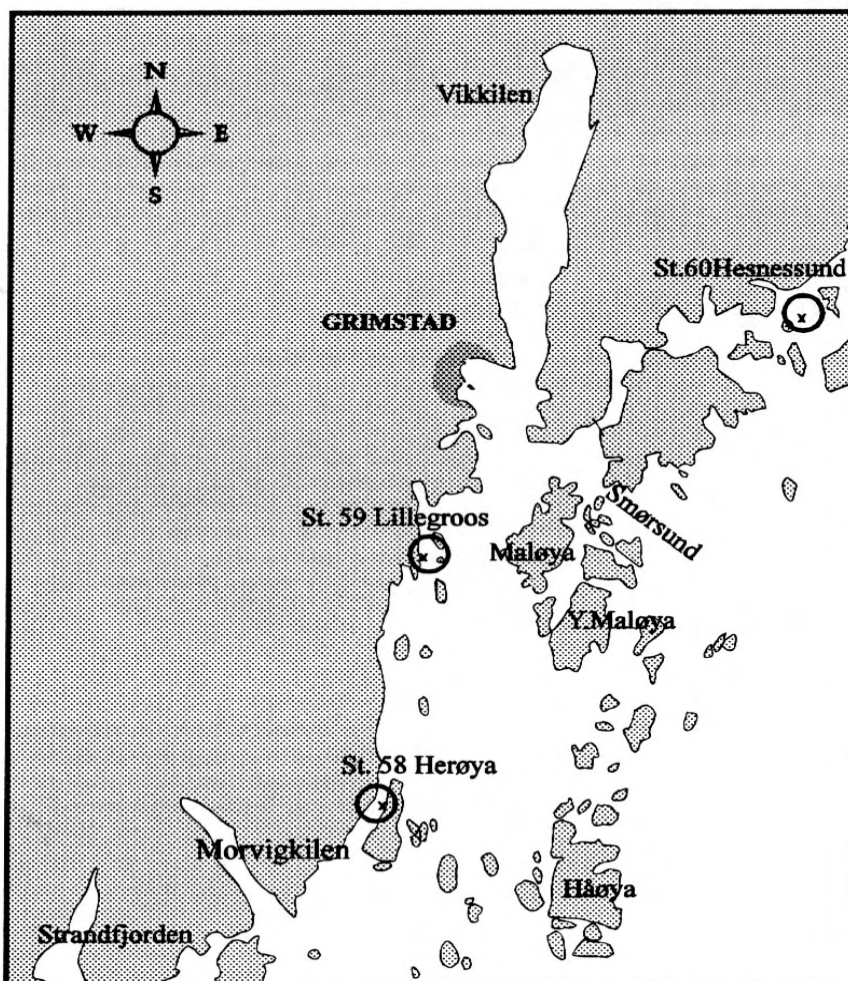
Ved Homborøy var det nokså normale forhold, med lokaliteten synes noe påvirket av organiske tilførsler. Det kan ikke påvises om dette har sammenheng med utslippene i Homborsund. Forholdene synes ikke å ha endret seg siden undersøkelsene i 1985.

Lokalitetene i Homborsund og ved Homborøy karakteriseres som 'gode' med hensyn på fauna, men som 'nokså dårlige' med hensyn på sedimenter når SFTs miljøkvalitetskriterier legges til grunn. Til nå er det ikke vunnet nok erfaring med dette systemet til å avgjøre hva som er mest pålitelig. Det er mulig at klasseverdiene for sedimenter ikke er egnet for forholdene på Sørlandet, spesielt indre fjordområder, og at sedimentene derfor blir karakterisert som dårligere enn de egentlig er. På den annen side er det flere forhold som tyder på at artsmangfold ikke er en tilstrekkelig følsom parameter ved svak organisk påvirkning. I flere tilfeller synes artssammensetning og innslag av karakteristiske arter å være bedre. Tilsvarende avvikende karakteristikk har også vært observert for lokaliteter ved Narestø og Strengereid øst for Arendal (Jacobsen et al. 1996). Inntil mer erfaring er vunnet, bør derfor en samlet vurdering av alle forhold legges til grunn når tilstanden på lokalitetene skal angis.

## 5. FISKEFOREKOMSTER

### 5.1 Bakgrunn

Havforskningsinstituttet Forskningsstasjonen Flødevigen (HFF) har lang erfaring med undersøkelser av fiskeforekomster i strandsona på Skagerrakkysten. Blant annet er det foretatt undersøkelser med strandnot på ca. 120 faste stasjoner hvert år siden 1919 (Johannessen og Sollie 1994). Undersøkelsene på Skagerrakkysten blir utført i områder med vidt forskjellig topografisk karakter, fra innelukkede fjordområder til åpen skjærgård. Også de menneskeskapte miljøpåvirkningene i de undersøkte områdene er meget variable, fra forurensede områder som Grenlandsfjordene til områder med langt mindre belastning på miljøet. På bakgrunn av denne erfaringen er det mulig å gi en beskrivelse av miljøforholdene på nye lokaliteter basert på relativt få nottrekk. Undersøkelsen i Grimstadområdet omfatter 3 strandnottrekk (Figur 14). Undersøkelsene ble utført den 2. oktober 1995 i tilknytning til de årlige undersøkelsene med strandnot. Fangstene i Grimstadområdet ble sammenlignet med fangstene på 27 utvalgte stasjoner i området mellom Torvefjorden ved Søgne og Kragerø (omtales i det følgende som Sørlandskysten). Kriteriene for utvelgelsen av stasjonene på Sørlandskysten var at stasjonene skulle ha tilnærmet samme type og dekningsgrad av bunnvegetasjon som stasjonene i Grimstad.



Figur 14. Stasjoner for undersøkelse av fiskeforekomster 2. oktober 1995.

## 5.2 Materiale og metoder

Nota som ble benyttet er 40 m lang og 3,7 m dyp med en maskevidde på 15 mm. I hver ende av nota er det festet 30 m lange geiner (tau). Ved utsetting av nota ble det benyttet 20 m geiner. Fangstene av fisk ble telt og lengdemålt.

Enkelte fiskeslag er så små at de går ut gjennom maskene i nota. De følger imidlertid med nota inn til land og svømmer først ut i det nota trekkes helt sammen. Forekomstene av slike småfisk ble anslått semikvantitativt med koder: 1 - ett individ, 2 - få individer, 3 - noen individer, 4 - mange individer, 5 - svært mange individer

Det ble også gjort observasjoner av dekningsgrad av bunnvegetasjon (definert som tang, tare og ålegras) vha. av vannkikkert. Dekningsgraden ble registrert i henhold til følgende gradering:

- 1 - bar bunn
- 2 - få planter (ca. 1-10 % av bunnen dekket )
- 3 - noen planter (ca 10-40% dekning)
- 4 - mange planter (ca. 40-90% dekning)
- 5 - full dekning (90-100%).

For torskefisk (torsk, lyr, hvitting og sei) ble det skilt mellom yngel (< 1 år) og eldre fisk (> 1 år).

## 5.3 Resultater

Observasjoner av bunnvegetasjon og fangst på de enkelte stasjonene er gjengitt i tabell 11. Ålegras dominerte på alle tre stasjoner, men på stasjon 58 Herøya og 59 Lillegroos var det også innslag av tang og tare. Dekningsgraden varierte fra noen planter til full dekning. Stasjoner med mye ålegras er erfaringsmessig både artsrike og gir store fangster. Det er skilt mellom strandsonefisk og fisk som opptrer i stimer. Strandnot er lite egnet til å måle forekomstene av stimfisk når det tas få trekk.

Størst antall strandsonefisk ble fanget på de innerste stasjonene (stasjon 58 og 59), med 127 og 118 individer, mens det ble fanget færrest på den ytterste stasjonen i Hesnessund (stasjon 60), med 76 individer (Tabell 11). Dette til tross for at stasjonen i Hesnessund hadde mest bunnvegetasjon. Spesielt var det forskjell i antall hvittingyngel og svartkutling. Også andre steder langs Sørlandskysten har det vært høyere fangster av hvittingyngel og svartkutling i indre deler av skjærgården i forhold til ytre og mer åpne stasjoner (T. Johannessen, pers. obs). Torskeyngel var mest tallrik på den ytterste stasjonen (stasjon 60).

Gjennomsnittsfangsten i Grimstad var lavere enn for de utvalgte stasjonene langs Sørlandskysten som her er brukt som sammenligningsgrunnlag. Det var forholdsvis små forskjeller for torskefisk, men særlig de små strandsonefiskene bergnebb, svartkutling og svartkutling hadde lave fangster i Grimstad. En mulig årsak til denne forskjellen kan være at stasjonene i Grimstad ligger lenger ut i skjærgården enn de øvrige stasjonene.

Gjennomsnittlig antall arter i Grimstad og utvalgte stasjoner på Sørlandskysten var derimot tilnærmet likt, med henholdsvis 12,7 og 11,9 arter pr. trekk.

## 5.4 Vurderinger

Strandnotfangstene i Grimstadorrådet var lavere enn gjennomsnittsfangsten på utvalgte stasjoner i den årlige yngelundersøkelsen på Sørlandskysten. Fangsten var imidlertid høyere enn i de utpreget forurensede områdene, og tyder ikke på stor forurensningsbelastning i Grimstad. I betydelig

forurensede områder som i Grenlandsfjordene, er det påvist reduksjoner på 80-95% i forekomstene av yngel av torskefisk (Johannessen og Sollie 1994). Disse områdene har også betydelig lavere forekomster av de fleste andre fiskelag som lever i strandsonen.

Årsaken til de forholdsvis lave fiskefangstene i Grimstad kan være at stasjonene ligger mer åpent i forhold til kyststrømmen.



**Tabell 11.** Bunnvegetasjon og fangst av fisk (antall) i Grimstadorrådet. Resultatene er sammenlignet med gjennomsnittsfangster på 27 utvalgte stasjoner langs Sørlandskysten.

	Stasjon			Gjennomsnittsfangst	
	58	59	60	Grimstad	Sørlandskysten
<b>Strandsonefisk</b>					
Torskyngel	14	22	48	28,00	20,29
Eldre torsk					1,68
Hvittingyngel	81	18	2	33,67	46,93
Lryngel					0,50
Eldre lyr		1	2	1,00	1,64
Sjøaure					0,68
Ål		1		0,33	0,07
Taggmakrell					1,79
Hyse					0,04
Skrubbe		1		0,33	1,39
Sandflyndre					0,29
Rødspette		3		1,00	0,07
Piggvar					0,04
Slettvar					0,04
Tunge					0,04
Bergnebb	3	1	7	3,67	19,21
Berggylt		2		0,67	0,93
Grøngylt	8	8	4	6,67	6,29
Grasgylt			2	0,67	0,11
Rødnebb					0,04
Fløyfisk					0,07
Svartkutling	8	38	2	16,00	95,32
Sandkutling		30		10,00	6,11
Små kutlinger 2), 3)	Mange	Mange	Noen	3,67	1,86
Glass-/krystallkutling 3)					0,32
Tangstikling	1		1	0,67	1,36
Tangsnelles					2,04
Stor kantnål	1			0,33	0,18
Stor havnål					0,04
Vanlig ulke		1	2	1,00	0,18
Dvergulke	2	1	4	2,33	0,46
Panserulke					0,04
Ålekvabbe					0,21
Tangsprell			2	0,67	0,11
Knurr					0,11
<b>Stimfisk</b>					
Sei-yngel	50	10	8	22,67	13,61
Sild					12,54
Brisling					75,14
Stingsild					11,68
Sum strandsonefisk	118	127	76	110,7	210,4
Sum stimfisk	50	10	8	22,7	113,0
<b>Total sum</b>	<b>168</b>	<b>137</b>	<b>84</b>	<b>132,7</b>	<b>323,4</b>
<b>Antall arter</b>	<b>10</b>	<b>15</b>	<b>13</b>	<b>12,7</b>	<b>11,9</b>
Bunnvegetasjon (dekningsgrad)	3	4	5		

1) Dekningsgrad av bunnvegetasjoner (tang, tare og ålegras) er registrert med koder (se materiale og metoder).

2) Små kutlinger, tang-, berg-, og yngel av sand- og svartkutling, som går ut gjennom maskene i nota.

3) Gjennomsnittsfangst er snitt av antallskoder ( se materiale og metoder).

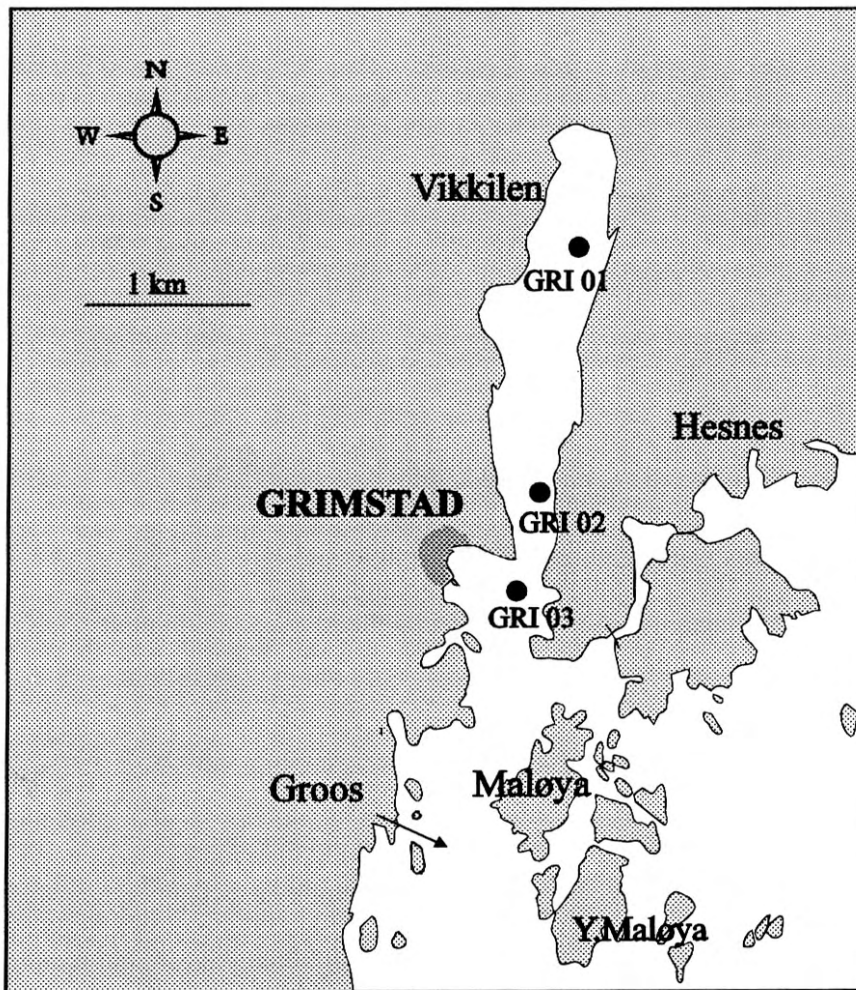
## 6. MILJØGIFTER OG TARMBAKTERIER

### 6.1 Miljøgifter

I 1993 ble det gjennomført sonderende miljøgiftundersøkelser i totalt 23 havner og kystområder på strekningen Narvik til Kragerø (Konieczny og Juliussen 1995). Grimstad var blant de undersøkte havnene, med tilsammen tre stasjoner i Vikkilen og Grimstad havn. Resultatene er tidligere rapportert av Konieczny og Juliussen (1995), men blir her omtalt for å komplettere resipientundersøkelsene.

De undersøkte stasjonene i Grimstad lå i indre Vikkilen (21 meters dyp), ytre Vikkilen (40 m) og ytre havnebasseng (40 m). Stasjonsplasseringen er vist i figur 15. I Vikkilen har det vært skips-aktiviteter siden seilskutetiden, og det er fremdeles et skipsverft og mekanisk verksted i drift i indre Vikkilen. Stasjonene i Vikkilen ble analysert for tungmetaller og organiske miljøgifter, mens stasjonen i Grimstad havn ble analysert for tributyltinn (TBT).

Resultatene er vist i tabellene og figuren nedenfor.



Figur 15. Stasjoner for prøvetaking av miljøgifter i september 1993.

Resultatene viste kun svakt forhøyde konsentrasjoner av tungmetaller (Tabell 12). I henhold til SFTs kriterier for miljøkvalitet (Rygg og Thelin 1993b), var sedimentene *lite-moderat forurenset* av de fleste metallene (figur 16). De høyeste overkonsentrasjonene ble funnet for kvikksølv (Hg) i indre Vikkilen og bly (Pb) i ytre Vikkilen. Med unntak av bly var metall-konsentrasjonene i indre Vikkilen ca. 40-70% lavere enn i ytre Vikkilen. Årsaken til dette er ikke kjent.

Av de organiske miljøgiftene hadde PCB overkonsentrasjoner på 2-5 ganger bakgrunnskonsentrasjonen. Overkonsentrasjonene tilsvarte *moderat forurensning* i indre Vikkilen og *markert forurensning* i ytre Vikkilen. De høyeste overkonsentrasjonene av organiske miljøgifter ble imidlertid funnet av polysykliske aromatiske hydrokarboner (PAH), som hadde hhv. 7 og 75 ganger overkonsentrasjon i indre og ytre Vikkilen. Det tilsvarer *markert forurensning* i indre Vikkilen og *sterkt forurensning* i ytre Vikkilen. PAH-profilene i Figur 17 viser fordelingen mellom PAH-forbindelsene i indre og ytre Vikkilen. Fordelingen viser tilnærmet samme mønster ved de to stasjonene selv om konsentrasjonen var ca. 10 ganger høyere i ytre Vikkilen. Andelen tyngre forbindelser dominerte. Resultatene kan tyde på forbrenningsprodukter eller gamle forvitrede tilførsler.

Sedimentene i Grimstad havn var *moderat/markert* forurenset av TBT.

**Tabell 12.** Konsentrasjoner av tungmetaller og arsen i overflatesedimenter (0-2 cm) i Vikkilen høsten 1993. Konsentrasjonene er oppgitt i µg/g tørrvekt. Hg= kvikksølv, Cd= kadmium, Pb =bly, Cu = kobber, Ni = nikkel, Cr = krom, Zn = sink, As = arsen.

Tungmetaller		Hg µg/g	Cd µg/g	Pb µg/g	Cu µg/g	Ni µg/g	Cr µg/g	Zn µg/g	As µg/g
Vikkilen, indre	GRI 01	0,53	0,17	47,0	57,0	19,0	48,7	116	<31
Vikkilen, ytre	GRI 02	0,47	0,31	108	89,5	26,3	76,2	212	<30
<i>Bakgrunnsverdi</i>		<0,15	<0,25	<30	<35	<30	<70	<150	<20

**Tabell 13.** Konsentrasjoner av organiske miljøgifter og tributyltinn i overflatesedimenter (0-2 cm) i Vikkilen og Grimstad havn høsten 1993. Konsentrasjonene er oppgitt i µg/kg tørrvekt.

Øvrige miljøgifter		Tot	Sum	HCB	Sum	KPAH	THC	TBT
		PCB	PCB <sub>7</sub>		PAH			
		µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	µg/kg	mg/kg	µg/kg
Vikkilen, indre	GRI 01	12,6	6,3	< 0,5	2 048	767	52,2	
Vikkilen, ytre	GRI 02	37,2	18,6	0,6	22 798	8 617	128	
Grimstad havn	GRI 03							12
<i>Bakgrunnsverdi</i>		<5		<0,5	<300	~120	<10	<3

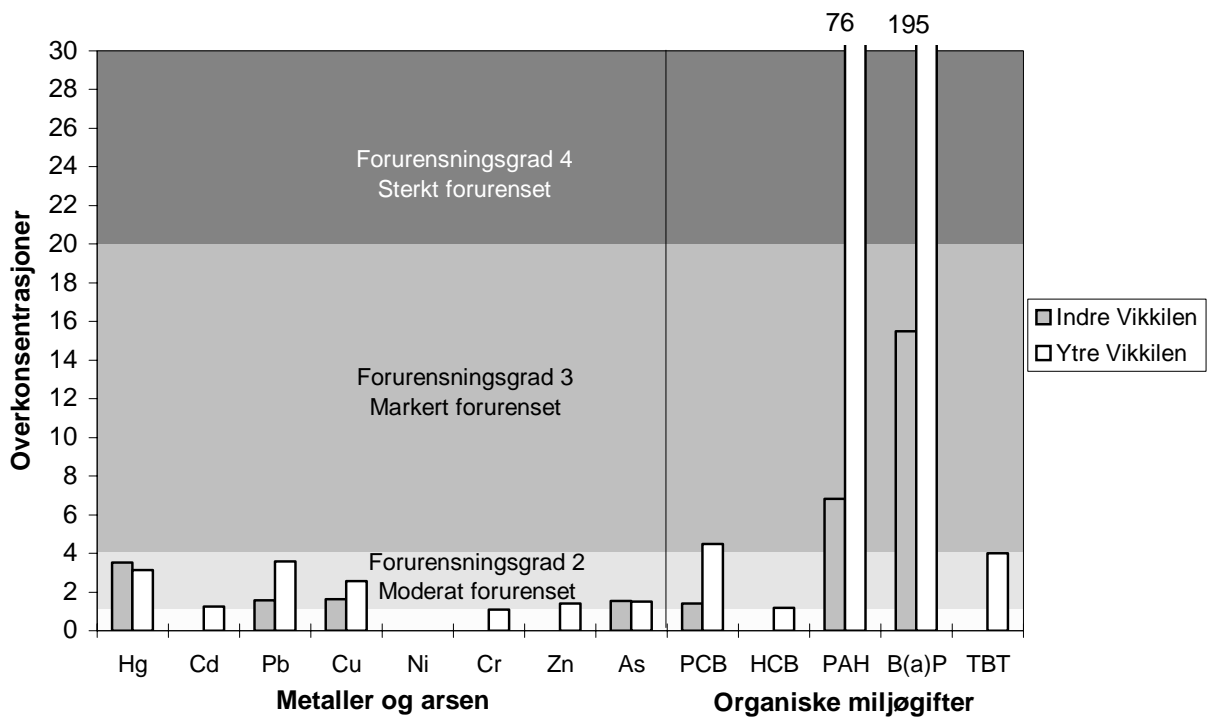
PCB = Polyklorerte bifenyl. Totalsummen av ialt 209 kongener (tot-PCB) beregnes ut fra analyser av 7 utvalgte kongener (PCB<sub>7</sub>, The Seven Dutch). PCB<sub>7</sub> antas å utgjøre 40-50 % av det totale innholdet.

HCB = heksaklorbenzen.

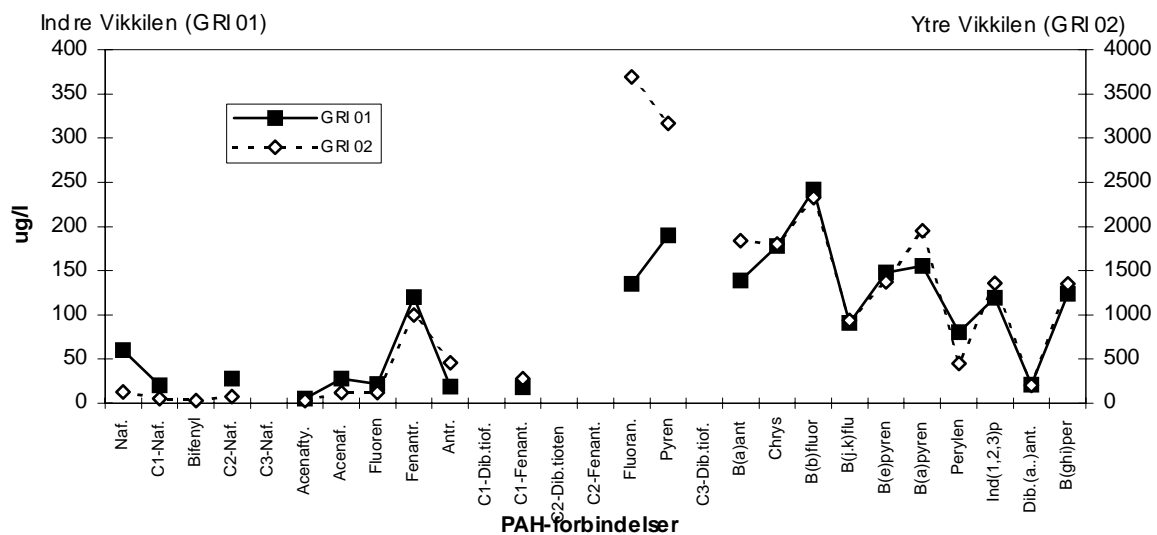
PAH = Polysykliske aromatiske hydrokarboner. KPAH= forbindelser med potensielt kreftfremkallende egenskaper

THC = totalt hydrokarboninnhold

TBT = tributyltinn



**Figur 16.** Beregning av forurensningsgrad på to lokaliteter i Vikkilen, Grimstad. Overkonsentrasjoner = forholdet mellom målt tilstand og forventet naturtilstand. Forventet naturtilstand er her satt til høyeste grense for bakgrunnsverdi. Gradering av forurensning følger SFTs veiledningshefte (Rygg og Thelin 1993 b).



**Figur 17.** Mengde av de enkelte PAH-forbindelsene som er registrert i indre og ytre Vikkilen, Grimstad. Skalaen på høyre Y-akse er 10 x høyere enn venstre akse.

## 6.2 Tarmbakterier

Den mest brukte metoden for påvisning av kloakkforurensning i vann er å måle innholdet av termotolerante koliforme bakterier (TKB). Flere bakterietyper kan være termotolerante, men normalt vil hoveddelen av TKB være *Escherichia coli*, den vanligste tarmbakterien i varmblodige dyrs tarmflora (inkl. menneskers). *E. coli* kan ikke formere seg utenfor tarmen, og dør raskt. Påvisning av TKB i vann gir derfor indikasjon på fersk fekal forurensning (kloakk).

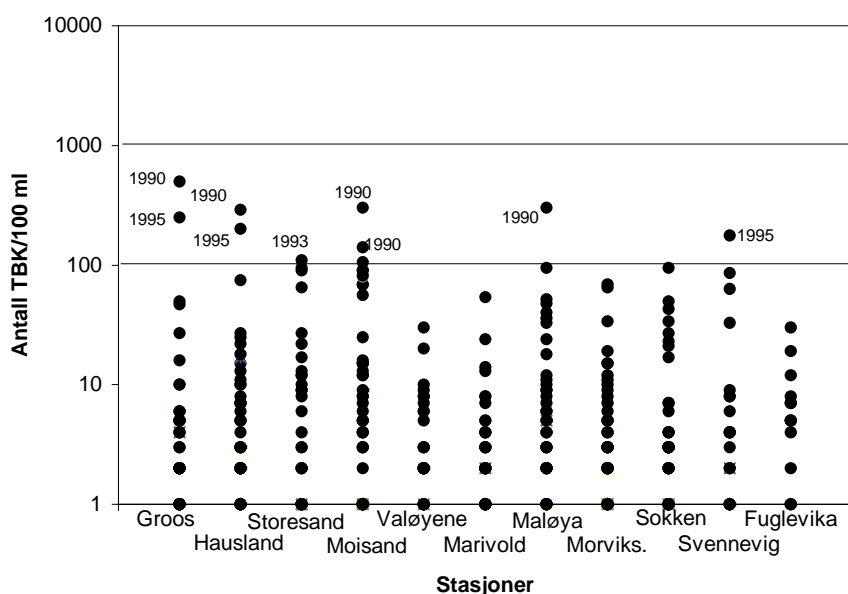
Fylkesmannens badevannsundersøkelse omfatter 10 stasjoner i Grimstads skjærgård. Vannprøver tas én gang i uka over en periode på 10 uker om sommeren. Bakterietallene er her klassifisert etter retningslinjer fra Statens Helsetilsyn fra 1994 (Tabell 14). Også bakteriemålinger fra før 1994 er klassifisert etter disse kriteriene, selv om den tidligere grensen for godt badevann lå noe lavere (50 TBK/100 ml).

Figur 18 viser at enkelte målinger har hatt mer enn 100 bakterier pr. 100 ml. Men ettersom over 90 % av prøvene på de aktuelle stasjonene har hatt under 100 TBK/100 ml, kan stasjonene likevel klassifiseres som godt egnet for bading (Figur 18, Tabell 15).

**Det kan konkluderes med at badevannskvaliteten gjennomgående er god på alle undersøkte stasjoner i Grimstad.**

**Tabell 14.** *Klassifisering av vannkvalitet og egnethet for bading ved termotolerante bakterier (TBK). Fra Statens Helsetilsyn (1994).*

KLASSE	VANNKVALITET TBK/100 ml	EGNETHET FOR BADING (beregnes fra min 10 prøver)
<b>God</b>	< 100	Minst 90% av prøvene har under 100 TBK/100ml, og ingen prøver har over 1000 TBK/100 ml.
<b>Mindre god</b>	100 - 1000	Minst 90 % av prøvene har under 1000 TBK/100ml
<b>Ikke Akseptabel</b>	> 1000	Mer enn 10% av prøvene har mer enn 1000 TBK/100 ml - ikke egnet for bading

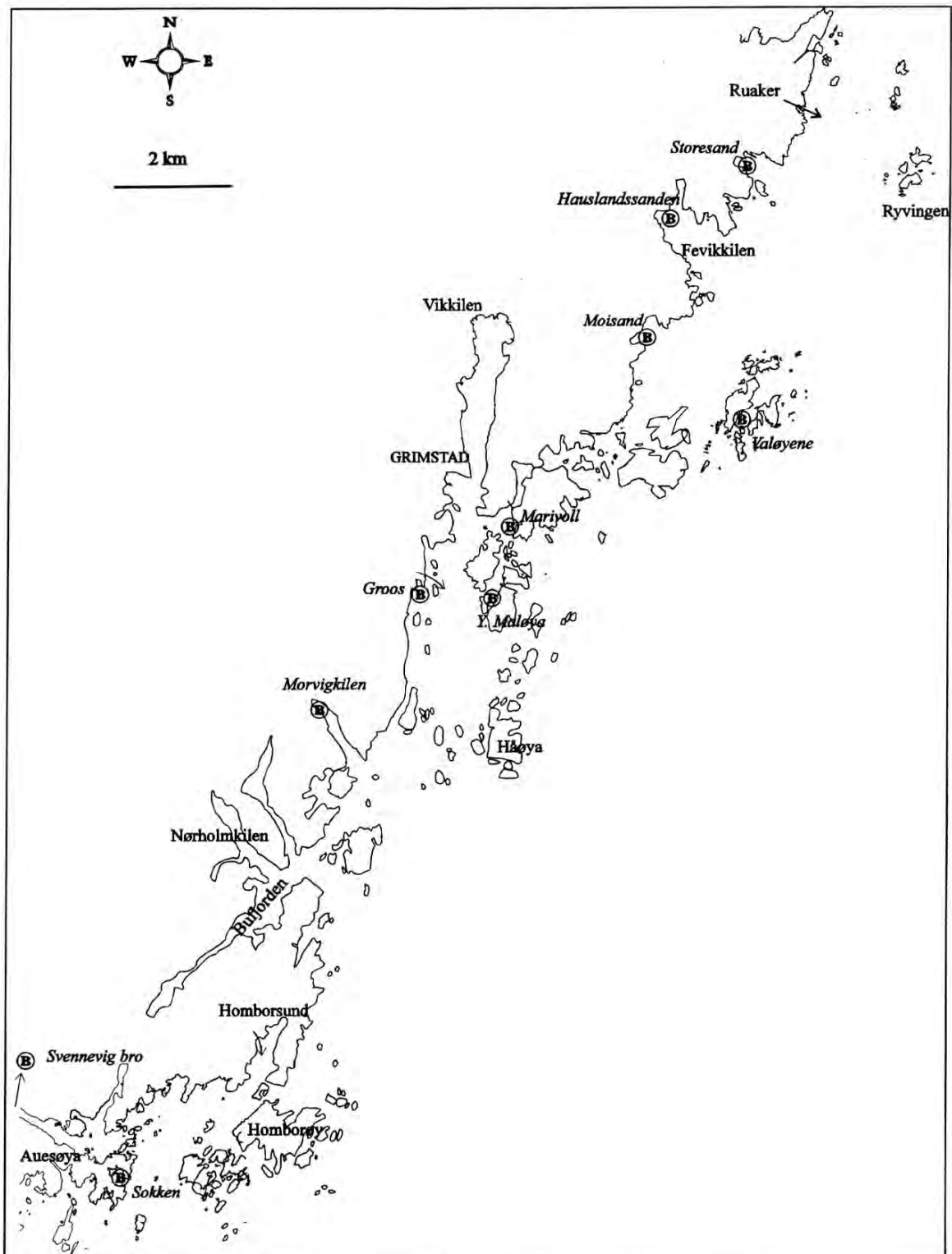


**Figur 18.** Enkeltmålinger av termostabile koliforme bakterier (TKB) på 10 lokaliteter i Grimstad-skjærgården i perioden 1990-1996. Hvert punkt representerer én enkeltmåling. Alle målinger som har hatt over 100 TBK/100 ml er markert med årstall.

**Tabell 15.** Badevannskvalitet fra 10 lokaliteter i Grimstad kommune fra 1990 til 1996.

☺ = GOD ☹ = MINDRE GOD ☹☹ = IKKE AKSEPTABEL

	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996
Groos	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Hauslandssanden	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Storesand	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Moisand	☹☹	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Valøyene	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Marivoll	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Ytre Maløya	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Morviksanden Camping	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Sokken	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺
Svennevig bro	☺	☺	☺	☺	☺	☺	☺



Figur 19. Stasjoner for testing av badevann i Grimstad.

## 7. REFERANSER

- Andersson, L. and Rydberg, L. 1988. Trends in nutrients and oxygen conditions within the Kattegat: Effects of local nutrient supply. *Estuarine, Coastal and Shelf Science* 26: 559-579.
- Anon. 1980. Utvalg av Norsk Standard. Vannundersøkelser. P 193, Norsk Standardiseringsforbund, Oslo. 272 s. ISBN 82-7202-193-5.
- Aure, J. og Danielssen, D.S. 1993. Terskelbasseng på sørlandskysten. Organisk belastning og vannutskiftning. *Fisken og Havet* 1993, nr.1: 1-16.
- Baden, S.P, Loo, L-O, Phil, L. and Rosenberg, R. 1990. Effects of eutrophication on benthic communities including fish: Swedish west coast. *Ambio* 19: 113-122.
- Berge, J. A., Green, N. & Rygg, B. 1988. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis* langs kysten av Sør-Norge i mai - juni 1988. Akutte virkninger på organismsamfunn langs kysten. Samlede bidragsrapporter. (SFT overvåkingsrapport nr. 328/88). NIVA-rapport. nr.2194.
- Bokn, T. 1978. Klasser av fastsittende alger brukt som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. *NIVA Årbok* 1978: 53-59.
- Bokn, T.L., S.N.Murray, F.E.Moy, J.B.Magnusson 1992. Changes in fucoid distributions and abundances in the inner Oslofjord, Norway: 1974-80 versus 1988-90. *Acta Phytogeogr. Suec.* 78:117-124.
- Boman, E. og E. Andreassen 1980. Hydrografiske undersøkelser i Groosefjorden 1978-79. Grimstad kommune. Fylkesrådmannen i Aust-Agder. Utbyggingsavdelingen. Mars 1980.
- Bøhle, B. 1986. Østerspoller på Skagerrak-kysten. Egnethetsundersøkelser sommeren 1985. Flødevigen meldinger nr. 4-1986. 65s.
- Connor D.W. 1991. Norwegian fjords and Scottish sealochs: a comparative study. Joint Nature Conservation Committee Report, no.12 (Marine Nature Conservation Review Report, no. MNCR/SR/18).
- Dahl, E. og E.S. Danielsen 1987. Egnethetsundersøkelser for fiskeoppdrett på Skagerrak-kysten. Flødevigen meldinger nr. 6 - 1987. 205s.
- Dannevig, G. 1970. Resipientundersøkelser på Skagerrak-kysten. Delrapport for strekningen Arendal-Grimstad. Rapport Statens Biologiske Stasjon Flødevigen, 24 s. 1980. Grimstad kommune. Fylkesrådmannen.
- Erga, S.R., E. Oug, J. Knutzen, J. Magnusson 1990. Eutrofitilstand for norske fjorder og kystfarvann med tilgrensende havområder. (Overvåkingsrapport 391/90). NIVA rapport nr. 2370. 131 s.
- Fredriksen, S. & Rueness, J. 1990. Eutrofisituasjonen i Ytre Oslofjord 1989. Delprosjekt 4.1: Benthosalger i Ytre Oslofjord. SFT/NIVA overvåkingsrapport nr. 397/90..L.nr. 2388.
- Jacobsen,T., E. Oug og E. Dahl 1994. Miljøstatus i vannforekomster i Aust-Agder. Del II. Marine resipienter. NIVA-rapport 3154, 115s + vedl.



- Jacobsen, T., E. Oug & J. Magnusson 1996. Vannkvalitet i kystområdene i Arendal kommune 1992-1994. NIVA rapport nr. 3378. 100 s.
- Johannessen, T. and Dahl, E. 1996. Declines in oxygen concentrations along the Norwegian Skagerrak coast, 1927-1993: A signal of ecosystem changes due to eutrophication? *Limnol. Oceanogr.* 41: 766-778.
- Johannessen, T. og Aa. Sollie 1994. Overvåking av gruntvannsfauna på Skagerrakkysten - historiske forandringer i fiskefauna 1919-1993 og ettervirkninger av den giftige algeoppblomstringen i mai 1988. *Fisken og Havet*, nr. 10-1994: 1-91
- Kaste, Ø. 1994. Miljøstatus for vannforekomster i Aust-Agder. Del I. Elver og innsjøer. NIVA-rapport 3149. 91 s.
- Katla, M., I. Rasmussen, O. Lunden, H.N. Stad, M. Dypvik, B.O. Matheussen, H. Skogsaa, V. Carlsson 1992. Feltarbeid Groosefjorden. Studentoppgave AID høsten 1992.
- Knutzen, J. 1987. Effekter av overgjødning på marine benthosalg. Eutrofiering av havs- og kystområdene. *Nordforsk. Miljøvårdserien* 1987 (1):37-47.
- Konieczny og Juliussen 1995. Sonderende undersøkelser i Norske havner og utvalgte kystområder. Fase 1: Miljøgifter i sedimenter på strekningen Narvik - Kragerø. Overvåkingsrapport nr. 587/94, TA nr. 1159/1994. NIVA-rapport nr. 3275. 185 pp.
- Mathieson A.C, and C.A. Penniman 1991. Floristic patterns and numerical classification of New England estuarine and open coast seaweed populations. *Nova Hedwigia* 52 (3-4), 453-485.
- Moy, F. & Wikander, P. B. 1990. Overvåking av sjøområdet utenfor Utnes, Hisøy, Aust-Agder. Bløtbunns- og hardbunnsundersøkelser i 1989. Fellesrapport. NIVA rapport O - 89120 O - 88127.L. nr 2490.
- Næs, K. 1986. Overvåking av Groosefjorden/Vikkilen. Grimstad kommune. Hydrografiske /hydrokjemiske undersøkelser 1982 - 1985. NIVA-rapport l.nr. 1919, 62 s.
- Oug, E. 1992. Bunnfauna i terskelfjorder i Aust-Agder. Undersøkelser etter vannutskiftningene vinteren 1989. NIVA rapport nr. 2686. 26 s.
- Pedersen, A., Aure, J., Dahl, E., Green, N.W., Johnsen, T., Magnusson, J., Moy, F., Rygg, B. og Walday, M. 1995. Langtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Fem års undersøkelser: 1990-1994. Hovedrapport. NIVA-rapport l.nr. 3332, 115 s. ISBN:82-577-2863-2.
- Pedersen, A., Wikander, P. B., Oug, E., & Green, N. 1989 a. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Virkninger på organismer langs kysten. NIVAs undersøkelser i november 1988. SFT/NIVA overvåkingsrapport nr. 355/89. NIVA-rapport nr.2233.
- Pedersen, A., Oug, E., & Green, N. 1989 b. Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepis*. Gjenvækt av organismer langs kysten. NIVAs undersøkelser i juni 1989. Hovedrapport. SFT /NIVA overvåkingsrapport nr. 403a/90. NIVA-rapport nr.2395.
- Rygg, B. 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taxa. NIVA rapport nr. 3347. 68 s.

- Rygg, B. 1996. Landtidsovervåking av miljøkvaliteten i kystområdene av Norge. Bløtbunn. Datarapport 1995. Statlig prog. kystovervåkning rapport 638/96. SFT/NIVA. 47 s.
- Rygg, B. & I. Thélín 1993a. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Virkninger av organiske stoffer. SFT-Veiledning nr. 93:05. SFT Oslo, 16 s.
- Rygg, B. & I. Thélín 1993b. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Kortversjon. SFT-Veiledning nr. 93:03. SFT Oslo, 20 s.
- Rosenberg, R. 1990. Negative oxygen trends on Swedish coastal bottom waters. Marine Poll. Bull. 21: 335-339.
- Stigebrandt, A. 1992. Beregning av miljøeffekter av menneskelige aktiviteter. Lærebok for brukere av vannkvalitetsmodellen Fjordmiljø. Ancylus/SFT rapport nr. 9201, 58 s.
- Statens Helsetilsyn 1994. Vannkvalitetsnormer for friluftsbad. Friluftsbad - badevann. Vedlegg til Rundskriv IK-21/94. 8 s.
- Strickland, J.D.H. and Parson, T.R. 1968. A practical handbook of seawater analysis. Bull. Fish. Res. Bd Can. 167: 1-311.
- Wikander, P.B. 1986a. Egnethetsundersøkelser for havbruk i Aust-Agder fylke. NIVA-rapport 1898. 159s.
- Wikander, P.B. 1986b. Overvåking av Groosefjorden/Vikkilen, Grimstad kommune. Bunnfaunaundersøkelsene 1983-1985. NIVA-rapport1920, 62 s.
- Wikander, p, N. Green 1988. Skadevirkninger av *Chrysochromulina*-oppblomstringen på utvalgte stasjoner i Aust-Agder. NIVA-rapport 2173. 52s.
- Winkler, L. 1888. The determination of dissolved oxygen in water. Berichte d. Deutch. chem. Gesellsch. 21: 28-43.



## Vedlegg A. Hydrografidata

### Vedleggstabell A1

Temperatur (°C), saltholdighet (psu), tetthet (sigma t), oksygenkonsentrasjon (ml/l) og oksygenmetning (%) i Goosefjorden i 1995.

Stasjon	Dato	Dyp	Temp	Salt	Tetthet	Oksygen kons.	Oksygen metning	
Goosefjorden	28.08.95	0	18,40	22,802	15,865	6,25	109	
		5	18,08	24,655	17,350	5,83	102	
		10	18,21	25,339	17,843	5,94	105	
		20	14,41	30,773	22,840	4,28	72	
		30	10,15	33,387	25,668	4,52	71	
		40	8,39	33,786	26,262	3,53	53	
		50	6,00	33,854	26,647	2,57	37	
		60	5,75	33,914	26,726	1,13	16	
		70	5,74	33,925	26,736	0,88	13	
		16.09.95	0	14,36	22,086	16,167	6,31	101
			5	14,35	22,162	16,225	6,26	100
			10	14,55	23,244	17,019	5,79	94
			20	15,20	28,003	20,545	4,81	81
			30	10,03	33,492	25,769	3,86	61
			40	8,48	33,459	25,992	3,57	54
			50	6,04	33,544	26,398	2,16	31
			60	5,76	33,596	26,473	0,71	10
		70	5,75	33,583	26,464	0,40	6	
		02.10.95	0	11,79	24,697	18,639	6,55	101
			5	12,05	24,954	18,792		-
			10	12,94	25,717	19,226	6,06	96
			20	12,77	28,808	21,645	5,53	89
			30	9,33	34,020	26,299	4,66	72
			40	8,83	34,197	26,516	4,17	64
			50	7,88	34,153	26,627	3,67	55
			60	6,21	33,993	26,730	1,09	16
		70	5,96	33,981	26,752	0,63	9	
		24.10.95	0	11,58	31,228	23,737	5,95	95
	5		12,36	32,334	24,451	5,72	94	
	10		12,13	32,612	24,711	5,56	91	
	20		11,98	33,139	25,148	4,94	81	
	30		11,62	33,440	25,450	4,69	76	
	40		8,98	34,210	26,503	3,47	53	
	50		7,37	34,110	26,667	1,76	26	
	60		6,49	34,041	26,732	0,70	10	
	70	6,31	34,028	26,744	0,47	7		

*Vedleggstabell A1 forts.*

Stasjon	Dato	Dyp	Temp	Salt	Tetthet	Oksygen kons.	Oksygen metning	
<b>Grimstad havn</b>	28.08.95	0	17,94	25,134	17,747	5,82	102	
		5	17,95	25,143	17,753	5,87	103	
		10	17,94	26,360	18,682	5,94	105	
		20	14,41	30,635	22,733	3,54	60	
		30	9,86	33,384	25,714	3,47	54	
		35	9,35	33,582	25,952	2,80	43	
		16.09.95	0	13,89	21,595	15,877	6,31	100
	5		14,19	22,515	16,529	6,12	98	
	10		14,47	23,594	17,303	5,91	96	
	20		15,35	27,869	20,411	4,86	82	
	30		9,64	33,529	25,863	2,00	31	
	35		9,18	33,714	26,083	1,34	21	
	02.10.95		0	11,60	24,063	18,179	6,54	100
		5	12,32	24,774	18,607	6,49	101	
		10	13,03	25,906	19,355	6,06	97	
		20	12,64	28,311	21,285	4,71	92	
		25	10,09	33,417	25,702	3,88	61	
		30	9,23	33,956	26,264	3,96	61	
		35	8,98	34,091	26,410	3,81	59	
	24.10.95	0	11,26	30,969	23,594	6,08	96	
		5	11,24	30,964	23,594		-	
		10	12,05	32,736	24,821	5,23	85	
		20	11,98	33,102	25,119	4,57	75	
		30	11,48	33,320	25,382	4,02	65	
		35	9,56	33,905	26,170	2,33	36	
		<b>Grooseholmen</b>	28.08.95	0	18,19	24,062	16,872	5,89
	5			18,08	24,429	17,179	5,78	101
	10			18,13	25,742	18,168	5,78	102
15	16,98			28,891	20,837	5,79	102	
20	14,04			30,890	23,006	4,02	68	

**Vedleggstabell A2.** *Næringssaltkonentrasjoner ( $\mu\text{M}$ ) på stasjoner i Groosefjorden i 1995. Fosfat ( $\text{PO}_4$ ), ammonium ( $\text{NH}_4$ ), nitrat ( $\text{NO}_3$ ), nitritt ( $\text{NO}_2$ ) og silikat ( $\text{SiO}_4$ ).*

Stasjon	Dato	Dyp	$\text{PO}_4$	$\text{NH}_4$	$\text{NO}_3$	$\text{NO}_2$	$\text{NO}_2+\text{NO}_3$	$\text{SiO}_4$
Groosefjorden	25.01.95	0	0,64	0,8	8,19	0,66	8,85	8,02
		5	0,66	0,4	8,48	0,71	9,18	6,25
		10	0,67	0,4	7,83	0,70	8,53	5,95
		20	0,69	0,1	7,50	0,71	8,21	5,79
		30	0,81	0,1	7,26	0,10	7,36	7,22
		50	0,97	0,1	7,78	0,10	7,88	9,44
	08.02.95	0	0,72	0,3	9,14	0,18	9,32	7,17
		5	0,69	0,1	8,18	0,18	8,36	5,71
		10	0,69	0,2	8,07	0,19	8,26	5,71
		20	0,71	0,1	7,96	0,17	8,13	5,73
		30	0,81	0,1	8,45	0,10	8,55	5,44
		50	0,71	0,2	7,66	0,15	7,81	6,97
	28.08.95	0	0,10	1,4	0,10	0,02	0,12	0,45
		5	0,02	0,5	0,06	0,02	0,08	0,56
		10	0,04	0,6	0,06	0,02	0,08	0,76
		20	0,04	0,8	0,06	0,02	0,08	3,45
		30	0,33	1,3	6,60	0,39	6,99	5,26
		40	0,99		12,61	0,04	12,65	8,56
		50	1,53	0,6	18,06	0,04	18,10	24,83
		60	2,28		24,36	0,04	24,40	37,24
		70	2,55	0,2	26,76	0,04	26,80	38,88
	02.10.95	0	0,02		0,47	0,02	0,49	0,91
		5						
		10	0,03		0,27	0,02	0,29	0,81
		20	0,13		1,04	0,07	1,11	1,69
		30	0,56		6,16	0,10	6,26	7,07
		40	0,86		7,70	0,25	7,94	12,11
		50	1,08		10,69	0,05	10,74	16,91
60		2,74		20,43	0,04	20,47	34,63	
70	3,28		23,04	0,04	23,08	37,39		

*Vedleggstabell A2 forts.*

Stasjon	Dato	Dyp	PO4	NH4	NO3	NO2	NO2+NO3	SiO4	
<b>Grimstad havn</b>	25.01.95	0	0,65	1,1	10,76	0,65	11,41	8,13	
		5	0,69	0,8	9,54	0,59	10,13	6,81	
		10	0,68	0,6	8,56	0,61	9,17	6,24	
		20	0,69	0,2	8,16	0,54	8,71	6,04	
	08.02.95	0	0,72	0,1	10,77	0,17	10,94	9,19	
		5	0,75	0,7	7,94	0,23	8,17	6,30	
		10	0,72	0,1	8,38	0,16	8,54	5,96	
		20		0,1	8,66	0,10	8,76	7,85	
	28.08.95	0	0,03	1	0,06	0,02	0,08	0,65	
		5	0,01	0,4	0,06	0,02	0,08	0,65	
		10	0,02	0,5	0,06	0,02	0,08	0,84	
		20	0,05	0,7	0,10	0,02	0,12	5,24	
		30	0,86	3,6	6,75	0,66	7,41	14,06	
		35	1,55	5,7	9,40	0,75	15,00	21,49	
	02.10.95	0	0,03		0,06	0,02	0,08	0,74	
		5	0,03		0,06	0,02	0,08	0,74	
		10	0,03		0,06	0,02	0,08	0,75	
		20	0,10		0,50	0,03	0,53	1,00	
		25	0,80		7,48	0,45	7,93	11,16	
		30	1,00		8,45	0,37	8,82	12,03	
		35	1,38		7,76	0,33	8,09	15,75	
	<b>Grooseholmen</b>	25.01.95	0	0,64	0,8	12,15	0,67	12,82	8,85
			5	1,12	3,9	8,43	0,66	9,09	6,69
			10	1,09	3,9	8,03	0,65	8,68	6,52
			20	0,70	0,2	7,89	0,52	8,41	5,91
		08.02.95	0	1,22	4,8	8,74	0,21	8,95	7,64
			5	0,71	0,2	8,31	0,17	8,48	5,92
			10	0,73	0,2	7,91	0,18	8,08	5,99
20			0,74	0,3	7,96	0,17	8,13	5,93	
28.08.95		0	0,02	1,3	0,06	0,02	0,08	0,51	
		5	0,02	0,3	0,06	0,02	0,08	0,53	
		10	0,02	0,5	0,06	0,02	0,08	0,65	
		15	0,04	1,1	0,13	0,02	0,15	1,48	
		20	0,03	0,6	0,16	0,02	0,18	3,57	

## Vedlegg B. Hardbunn

### STASJONSBILDER



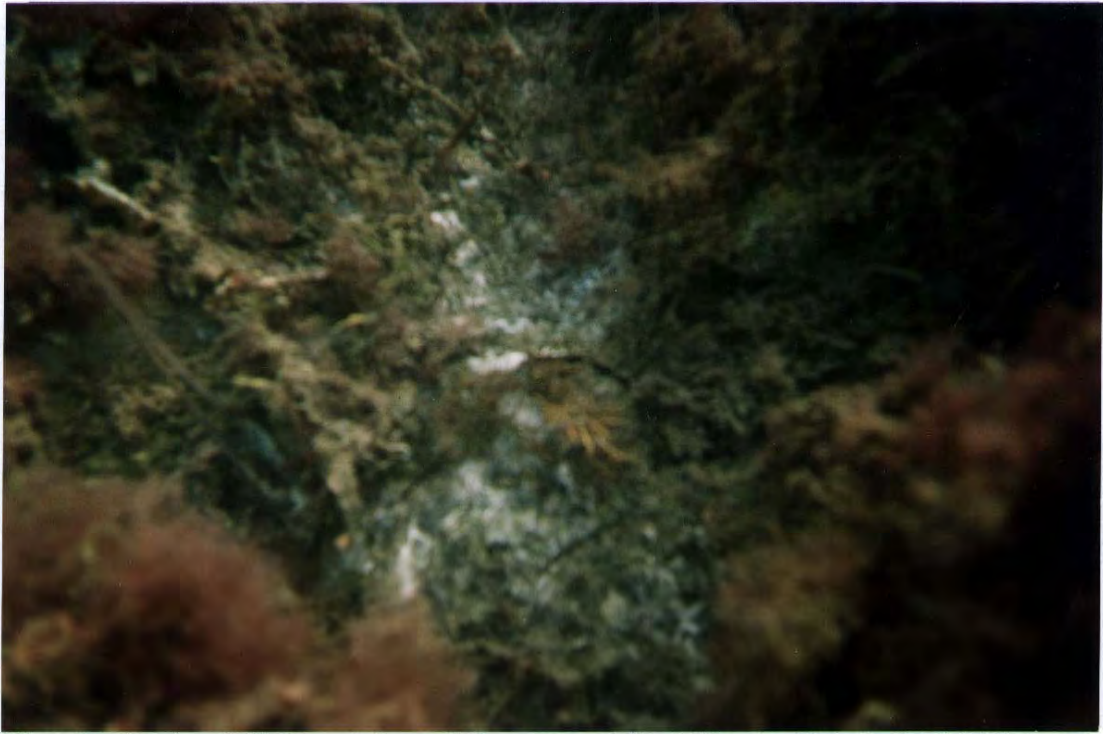
Figur B1. Stasjon GR1. Indre Vikkilen. Vestlig vendt stasjon. 26. september 1995.



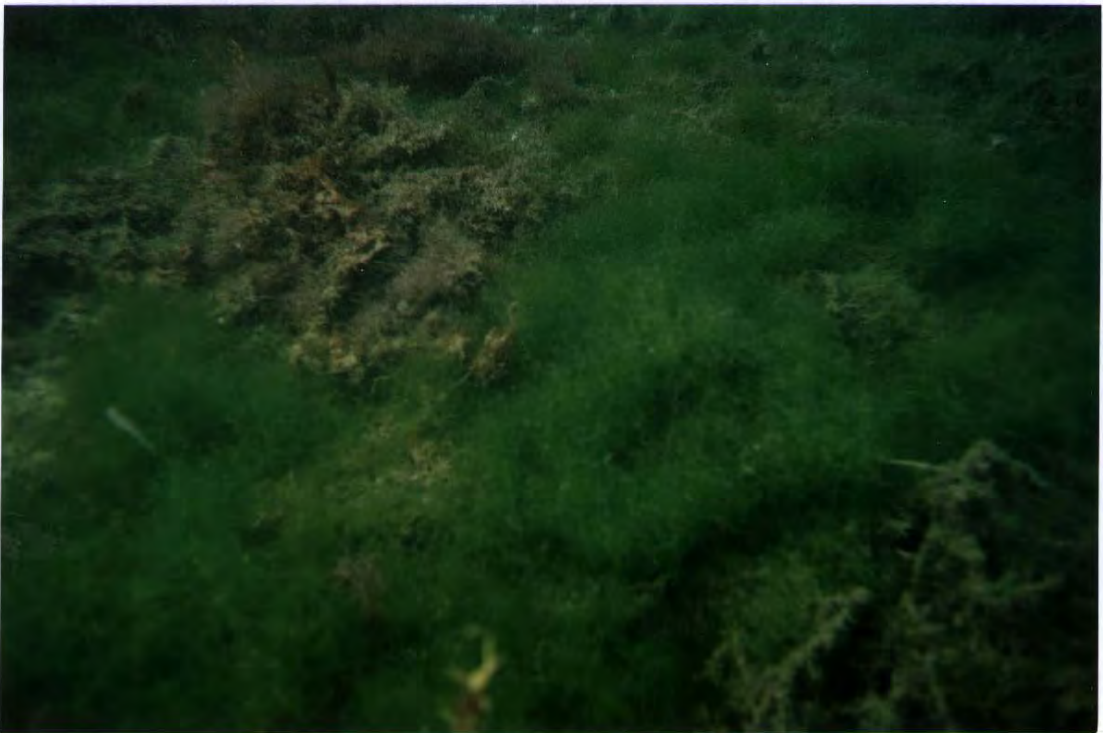
Figur B2. Stasjon GR2. Kjellvika, Vikkilen. Stasjonen ble plassert på østsiden av lite skjær. I overflaten sees grisetang (*Ascophyllum nodosum*). 26. september 1995.





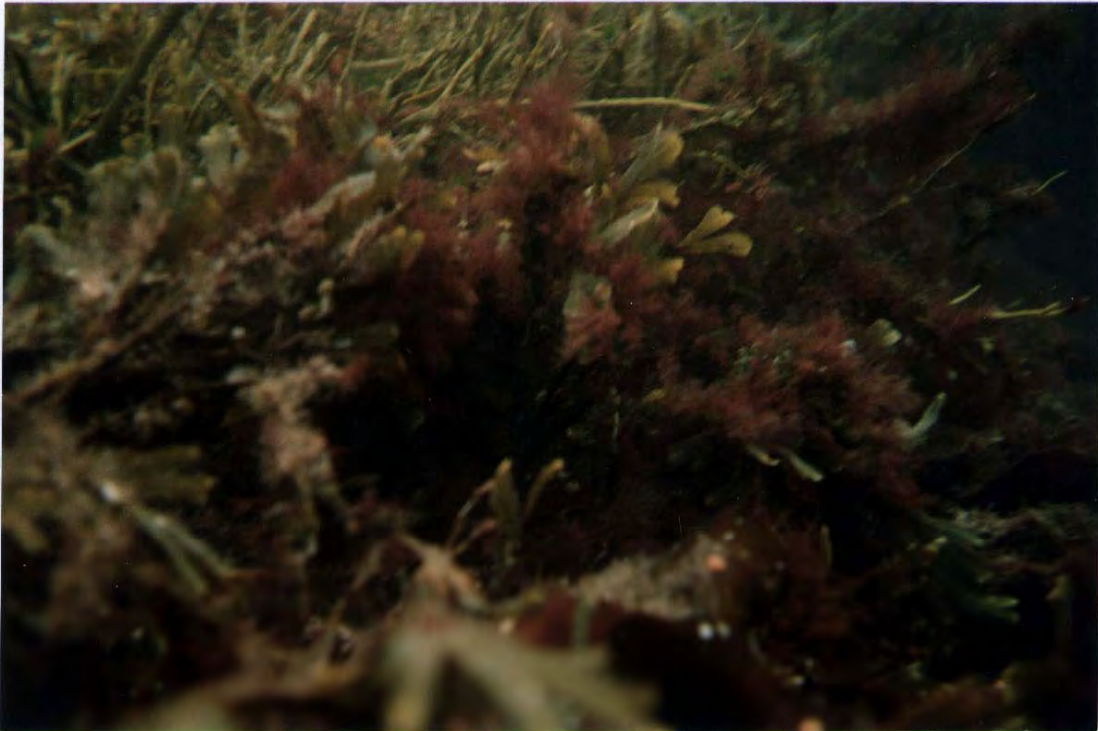


Figur B3. Stasjon GR7. Hampholmsund. Det noe utydelige bildet viser hvite bakterieflekker som følger av organisk nedbrytning. 26. september 1995



Figur B4. Stasjon GR7 Hampholmsund. Stasjonen hadde flekkvis mye tarmgrønnske (*Enteromorpha* spp) og mye sedimentert materiale på algefloraen. 26. september 1995





Figur B5. Stasjon GR8 Kalven. Rekeklo (*Ceramium rubrum*) som epifytt på tang (*Fucus vesiculosus*). 26. september 1995.



Figur B6. Stasjon GR8. Kalven. Bildet viser tette forekomster av rødlo (*Trilliella*) på ca. 1 meters dyp samt enkelte svært overgrodde tareplanter. 26. september 1995.



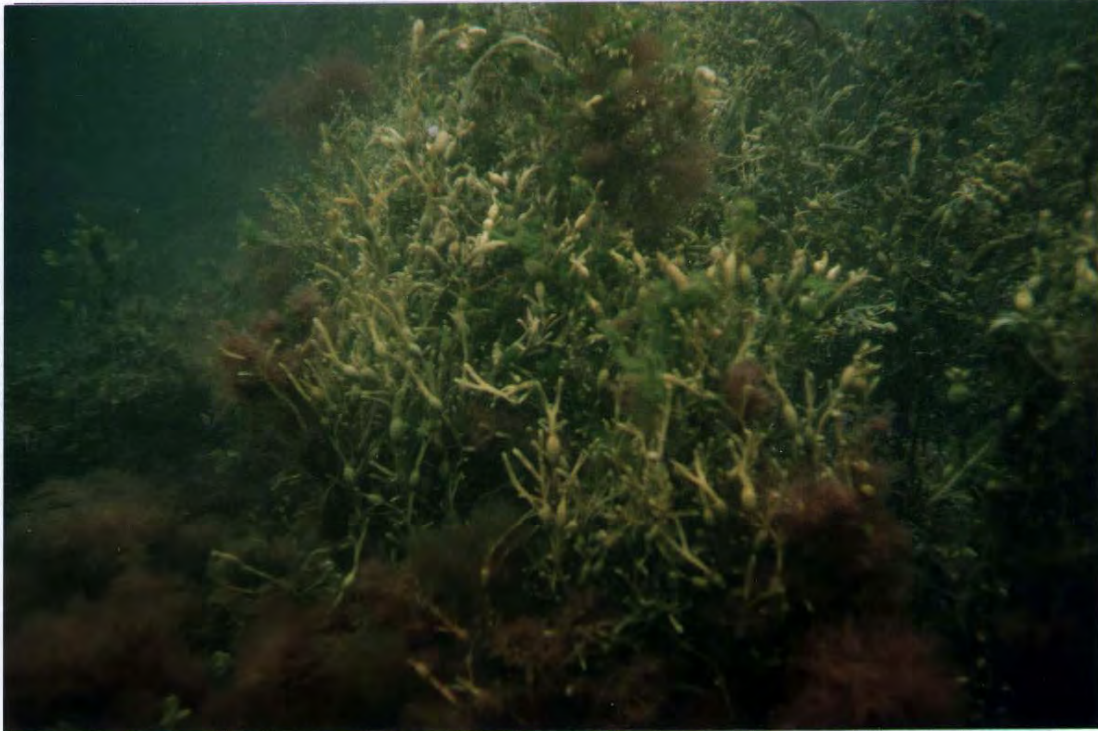


Figur B7. Stasjon GR9 Barselkilen. Lite skjær omgitt av grunn sandbunn. 26. september 1995.



Figur B8. Stasjon GR10 Sundholmen i Hesnessund. De hvite prikkene på sagtang (*Fucus serratus*) er posthornmark (*Spirorbis* sp.). Midt i bildet er svartkluft (*Furcellaria lumbricalis*) og skorpeformete kalkalger (*Corallinaceae*). 26. september 1995.





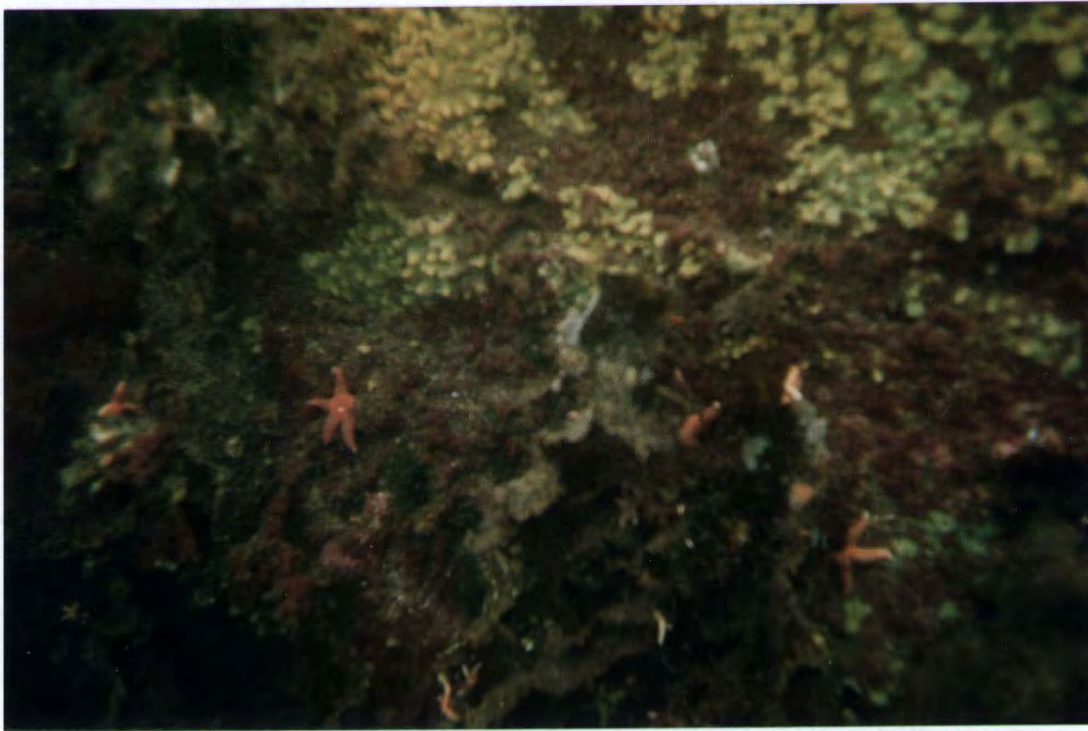
Figur B9. Stasjon GR13. Liten holme på innsiden av Homborøy. Grisetang (*Ascophyllum nodosum*) og rekeklo (*Ceramium rubrum*). 27. september 1995.



Figur B10. Stasjon GR13. Liten holme på innsiden av Homborøy. Epifytter (*Ceramium* og *Enteromorpha*) dekker fullstendig tang/tareblader. 27. september 1995.



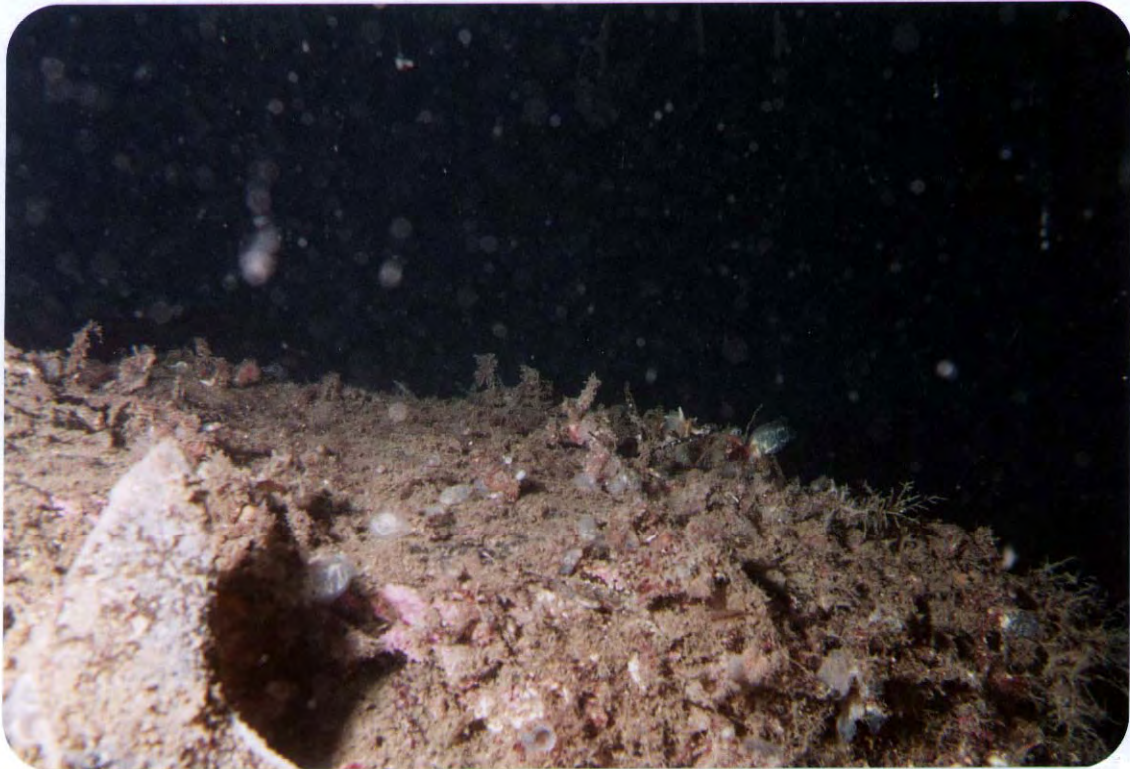




Figur B11. Stasjon GR11  
Homborsund. Vertikal fjellvegg nord  
for utslippet. På bildet sees svamp,  
rødlo, sjøstjerner og sukkertare 27.  
september 1995.



Figur B12. Stasjon GR12. Dybesund,  
Homborsund. Blæretang (*Fucus  
vesiculosus*) (øverst) med påvekst av  
rekeklo (*Ceramium rubrum*).  
Nedenfor vokser sagtang med  
påvekst av hydroider. 27. september  
1995.



Figur B13. Dykketransekt ved Groosholmen. 8-14 meters dyp. 30. oktober 1995.



Figur B14. Dykketransekt ved Grooseholmen. 20 meters dyp. 30. oktober 1995. Bunnen er hvit av forråtnelses-bakterier.



**Vedleggstabell B1.** Fullstendig artsliste over registrerte alger og dyr på grunt vann. *d*= dominerende, *v*= vanlig, *s*= spredt, *e*= enkeltfunn, *\**= identifisert i prøver

	I.ndre Vik- kilen	Kjell- vika	Bi- odden	Torske- holm	Lille- groos	Groos skjær	Hamp- holm	Kal- ven	Hes- nes	Hes- nes- sund	Homb- orsund	Dybe- sund	Lang- øya
	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	GR8	GR9	GR10	GR11	GR12	GR13
<b>Rødalger</b>													
<i>Ahnfeltia plicata</i>	e	s	e						s	v-d			
<i>Callithamnion</i> sp.				s			s	e	s				
<i>Ceramium rubrum</i>	s	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	v	d
<i>Ceramium</i> sp.					*	*			*	*			
<i>Chondrus crispus</i>	*	s	v	s		s	s	s	s	s	s	s	s
<i>Corallina officinalis</i>			s			s		s	s	s	s		s
<i>Phymatolithon</i>	v-d	d	d		s	s	s	v	s	v	v-d	v	v
<i>Lithothamnion glaciale</i>					s					s			
<i>Cystoclonium purpureum</i>		s		*	s								
<i>Furcellaria lumbricalis</i>		s	s					e	s	v-d			s
<i>Hildenbrandia rubra</i>	v	s	v		v	v		v		d	v	s	v
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>						s							
<i>Polysiphonia</i> sp.		v				s						v	
<i>Porpyra umbilicalis</i>													
<i>Bonnemaisonia hamifera</i> : sporp.				*		v		v	s		s	s	s
<i>Polyides rotundus</i>				e									
<i>Polysiphonia nigrescens</i>	*					s	s	e		*			
<i>Polysiphonia violacea</i>					s		s		*	s			
<i>Polysiphonia elongata</i>									s				
<i>Gracilaria verrucosa</i>									e				
<i>Polysiphonia urceolata</i>									s				
<i>Audouiniella</i> sp.	*	*	*	*			*		*				*
<i>Spermothamnion repens</i>			*										
<i>Laurencia pinnatifida</i>					s	e	s		s	s			e
<i>Rhodomela confervoides</i>													*
<i>Cruoria</i> sp.										s			
<b>Brunalger</b>													
<i>Ascophyllum nodosum</i>	s	v	v		s	s	s	v	d	s-v	v		d
<i>Chorda filum</i>		e				e	s	e		s		s	
<i>Chordaria falgelliformis</i>					s		s			e			
<i>Ectocarpus</i> sp.			s	s									
<i>Elachista fucicola</i>		s											
<i>Fucus serratus</i>	v	d	d	v		d	v	v	v	d	s	v	s
<i>Fucus vesiculosus</i>	s-v	s-v	v	s	d	s	s	s-v	s	s		v	s
<i>Laminaria digitata</i>			s			v		s		s		s-v	
<i>Laminaria saccharina</i>						s		s	s		s		s
<i>Pilayella littoralis</i>		s					v						
<i>Ralfsia verrucosa</i>						s		s					
<i>Sphacelaria cirrosa</i>	s		s	*			v	v	*	s-v			*
<i>Sphacelaria plumosa</i>									*				
<i>Giffordia</i> sp.				*			*		s		s		s-v
<i>Ectocarpales</i> indet.										s			
<i>Stilophora rhizoides</i>										*			
<i>Scytosiphon lomentaria</i>					*								
<i>Sargassum muticum</i>			e	e		s	s	s	s	s	s	s	v

	I.ndre Vik- kilen	Kjell- vika	Bi- odden	Torske hlm	Lille- groos	Groos skjær	Hamp- holm	Kal- ven	Hes- nes	Hes- nes- sund	Homb- orsund	Dybe- sund	Lang- øya
	GR1	GR2	GR3	GR4	GR5	GR6	GR7	GR8	GR9	GR10	GR11	GR12	GR13
<b>Gjønnauger</b>													
<i>Cladophora rupestris</i>		*	s		s	s		s		*		v	
<i>Cladophora</i> sp.		s				s		s					
<i>Enteromorpha</i> sp.	e					e-s	v	s		e		e	s
<i>Enteromorpha</i> cf. <i>prolifera</i>			e-s				*		v		s		s-v
<i>Spongomorpha</i> sp.			s							s			
<i>Ulva lactuca</i>		e	s	v		s	s	s	e	e	s	v	s
<b>Fjæredyr</b>													
<i>Asterias rubens</i>	e-s	s	s	s	v	s	s	s	s		s	s	s
<i>Balanus</i> sp.	v	v			d	s-v	v	s	s				s
<i>Carcinus maenas</i>										s			
<i>Halichondria panicea</i>		s	s			v	s	s	v	s	s	s	v
Hydroider på tang - <i>Clava</i>							s	v		e-s	s	e-s	s
Hydroider på tang - <i>Dynamena</i>	v		v	s	e	v		v	v		d	v-d	v
Hydroider på tang - <i>Laomedea</i>	v	s			e	e-s	s-v	s	s			s	
<i>Littorina littorea</i>	s	v	s		v	s	v	s		v	s		s
<i>Littorina saxatilis</i>													s
Mosdyr på tang (membranipora)	v	s	v	v	v	v	s	v	v	s	v	v	v
<i>Mytilus edulis</i>					s				s		e		
<i>Spirorbis</i> sp.	s	v	s		s	s	v	s	v-d	v	v		v
<i>Botryllus schlosseri</i>		s-v	s	s		s	s	v	v	s			e
<i>Ciona intestinalis</i>							s		s				
<i>Nucella lapillus</i>					s		s						
<i>Actinaria</i>	e	e	s	s		s	v	s	s	s	s	s	s
<b>Annet</b>													
Blågr. alge (Ocellatoriaceae)				*			v	s					
<i>Zostera marina</i>									s-v	s			
Hvitt bakteriebelegg							***	*	*				*

**Vedleggstabell B2.** Dykketransekt. Vertikalutbredelse av planter registrert på stasjon Grooseholmen undersøkt den 30/10-1995. Arters forekomst er gitt ved gradering: e=enkeltfunn, s=spredt, v=vanlig og d=dominerende.

TAXA	Dyp, m:	<1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	
<i>Phyllophora truncata</i>																		s	s	s	s	s		
Brunt på fjell - mørkt					v								v	v	d	d	d	d	d	d	d	d	d	
<i>Delesseria sanguinea</i>					s								s					s	s	s	s			
<i>Phyllophora pseudoceranoides</i>					s													s		e				
<i>Phycodryus rubens</i>																s	v	v	s			s		
<i>Hildenbrandia rubra</i>			d															e	e	s				
<i>Trailliella intricata</i>				d	v			d	d	v	v		v	s	s	s	s	s	s	s				
<i>Coralliniacea indet.</i>			s	d	v								v	s				s	v	s				
Trådformet brunalge uident.																s				s	s			
<i>Laminaria saccharina</i> juv.																		e						
<i>Laminaria saccharina</i>					v			s	s	s	v		v	s	e	e	e							
<i>Chondrus crispus</i>			s	d	d			v	v	v	v		v	v	v	v	s	s						
<i>Cruoria pellita</i>					s							s	s	s				s	s					
<i>Dilsea carnosia</i>																					e			
<i>Polysiphonia elongata</i>					v							v	v	s	s	s	e							
Brun skorpe uident.																	v	v						
<i>Polysiphonia urceolata</i>			s	s				v	v	s	s		s	s	s	s								
<i>Polysiphonia</i> sp.													v											
<i>Ectocarpus</i> sp.					s								v											
<i>Cystoclonium purpureum</i>												v												
<i>Callithamnion</i> sp.												e												
<i>Pterothamnion plumula</i>											v													
<i>Polysiphonia violacea</i>								s																
<i>Gracilaria</i> sp.								s																
<i>Spirulina subsalsa</i>					v																			
<i>Ceramium rubrum</i>			s	d	v																			
<i>Ceramium strictum</i>				s	s																			
<i>Corallina officinalis</i>				d	s																			
<i>Ulva lactuca</i>				v	s																			
<i>Fucus</i> sp. juv.					s																			
<i>Laminaria digitata</i>				s																				
<i>Sargassum muticum</i>				e																				
<i>Furcellaria lumbricalis</i>				v																				
<i>Cladophora rupestris</i>			v	s																				
<i>Fucus serratus</i>			d	s																				
<i>Elachista fucicola</i>			s																					
<i>Ascophyllum nodosum</i>			v																					
<i>Zostris marina</i>							d	d	d	d	v													
<i>Beggiatoa</i>						s															d	d	d	

**Vedleggstabell B3.** Dykketransekt. Vertikalutbredelse av dyr registrert på stasjon Grooseholmen undersøkt den 30/10-1995. Arters forekomst er gitt ved gradering: e=enkeltpunn, s=spredt, v=vanlig og d=dominerende. I tillegg er bunnforhold og grad av nedslamming gitt.

TAXA	Dyp, m:	<1	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
<i>Marthasterias glacialis</i>															e	s	s	s	s	s	s	s	s
<i>Actiniaria</i> indet.																	s	s	s	s	s	s	s
<i>Pomatoceros triqueter</i>							s										s	s	s	s	s	s	s
<i>Spirorbidae</i> indet.					v	s											s	s	s	s	s	s	s
<i>Spirorbis tridentata</i>															v	s	e	e	e	e	e	e	e
<i>Asterias rubens</i>				s	s	s									s	e	e	e	e	e	e	e	e
østers stort skall																	e	e	e	e	e	e	e
<i>Balanus balanus</i> død																	v	v	v	v	v	v	v
<i>Clavelina lepadiformis</i>																	e	e	e	e	e	e	e
<i>Laomedea</i> sp.					v	v											e	e	e	e	e	e	e
<i>Balanus balanus</i>							s										e	e	e	e	e	e	e
<i>Asciacea</i> indet.			s														s	s	s	s	s	s	s
<i>Polyplacophora</i> indet.																	e	e	e	e	e	e	e
<i>Ciona intestinalis</i>																	e	e	e	e	e	s	
<i>Asciella scabra</i>																s							
<i>Corella parallelogramma</i>					e										v	s	s						
<i>Porifera</i> indet.			s	v	s	s											e						
<i>Crisiidae</i> indet.																		e					
<i>Aplysia punctata</i>													e										
<i>Asterias rubens</i> juv.						s																	
<i>Scrupocellaria</i> sp.						v																	
<i>Membranipora membranacea</i>			v	v	s	s																	
<i>Asciella</i> cf. <i>scabra</i>						s																	
<i>Metridium senile</i> juv.						e																	
cf. <i>Balanus balanus</i> juv.						e																	
<i>Botryllus schlosseri</i>						e																	
<i>Bryozoa</i> indet. orange			s	s	s	s																	
<i>Actinia equina</i>						e																	
<i>Sagartiidae</i> indet.						e																	
<i>Urticina felina</i>						s																	
<i>Metridium senile</i>						s																	
<i>Dynamena pumila</i>			v	v																			
<i>Laomedea</i> cf. <i>geniculata</i>						s																	
<i>Balanus balanoides</i>						s																	
<i>Carcinus maenas</i>						s	e																
<i>Littorina littorea</i>						s																	
<i>Electra pilosa</i>				v	v	s	s																
Sediment, nedslammet									v	v	v	v	v	v	v	d	d	d	d	d	d	d	d
H=hardbunn, B=bløtbunn		H	H	H	H	H	B	B	B	B	B	B	H	H	H	H	H	H	H	H	H	B	B



## Vedlegg C. Bløtbunn

**Vedleggstabell C1.** *Oversikt over bunnfaunaprøver tatt i Groosefjord og Homborsund, Grimstad kommune 16. juni 1995. Alle prøvene ble tatt med 0.1 m<sup>2</sup> Petersen bungrabb.*

St.		Dyp (m)	koordinater	Prøvetaking	Fyll.- grad	Sikting/prøver
GS 5	Groosefjord	55-57	58° 19.25' N 8° 36.05' Ø	4 samf. fauna 1 TOC/korn	1/1	1 grovfraksj. 1 finfraksj.
GS 6	Groos	30	58° 19.35' N 8° 35.70' Ø	4 samf. fauna 1 TOC/korn	1/4- 3/4	"
GS 8	Homborsund	30	58° 15.75' N 8° 31.20' Ø	4 samf. fauna 1 TOC/korn	1/1	"
E 10	Homborøy	51	58° 15.30' N 8° 30.20' Ø	1 fauna 1 TOC/korn	1/1	"

Vedleggstabell C2. Fullstendige resultater for bunnfaunapøver i Grimstad 16.6.95

	Stasjon Areal, m2	E10 0.1	GS 5 0.4	GS 6 0.4	GS 8 0.4
ANTHOZOA	Actiniaria indet	1			2
NEMERTINEA	Nemertinea indet	14	4	61	100
POLYCHAETA	Paramphinome jeffreysii (McIntosh 1868)	11	20		1
	Harmothoe sp		1		
	Pholoe sp	1		48	55
	Eteone longa (Fabricius 1780)	1	2		6
	Ophiodromus flexuosus (Delle Chiaje 1822)		13	12	15
	Typosyllis cornuta (Rathke 1843)	2		26	16
	Nephtys incisa Malmgren 1865				2
	Sphaerodorum gracilis (Rathke 1843)				1
	Glycera alba (O.F.Mueller 1776)		5	27	8
	Glycera rouxii Audouin & Milne Edwards 1833	1			4
	Goniada maculata Oersted 1843	4		3	7
	Schistomeringos subaequalis Oug 1978	1			
	Paradoneis lyra (Southern 1914)	2			2
	Paraonis gracilis (Tauber 1879)	1			1
	Malacoceros fuliginosus (Claparede 1868)			98	
	Polydora sp			1	
	Prionospio cirrifera Wiren 1883	4			
	Prionospio fallax Soederstroem 1920	19		102	81
	Scoelelepis cf. foliosa (Audouin & Milne-Edwards)	4			
	Scoelelepis foliosa (Audouin & Milne-Edwards)				3
	Spiophanes kroeyeri Grube 1860		2	5	1
	Magelona sp	1			1
	Spiochaetopterus typicus M.Sars 1856			112	1
	Caulleriella sp	1		3	6
	Chaetozone setosa Malmgren 1867	37	413	91	327
	Cossura longocirrata Webster & Benedict 1887	22			22
	Brada villosa (Rathke 1843)	11		1	6
	Diplocirrus glaucus (Malmgren 1867)	6		3	96
	Polyphysia crassa (Oersted 1843)	6		4	19
	Scalibregma inflatum Rathke 1843	4	1	4	11
	Ophelina acuminata Oersted 1843		1		
	Capitella capitata (Fabricius 1780)	2	202	4485	37
	Heteromastus filiformis (Claparede 1864)	54	17	39	47
	Mediomastus fragilis Rasmussen 1973				350
	Mediomastus sp	7			
	Notomastus latericeus Sars 1851				1
	Maldane sarsi Malmgren 1865		1		2
	Rhodine gracilior Tauber 1879				2
	Rhodine loveni Malmgren 1865	4			
	Myriochele oculata Zaks 1922	3		18	104
Owenia fusiformis Delle Chiaje 1841			1		
Pectinaria koreni Malmgren 1865		2			

## Vedleggstabell C2 fortsatt.

	Stasjon	E10	GS 5	GS 6	GS 8
	Areal, m2	0.1	0.4	0.4	0.4
POLYCHAETA forts.	<i>Anobothrus gracilis</i> (Malmgren 1865)	1	1	1	4
	<i>Melinna cristata</i> (M.Sars 1851)	3		1	
	<i>Amacana trilobata</i> (M.Sars 1863)	6			
	<i>Lanassa venusta</i> (Malm 1874)	2			
	<i>Polycirrus plumosus</i> (Wollebaek 1912)	3			
	<i>Polycirrus</i> sp			3	
	<i>Terebellides stroemi</i> M.Sars 1835	1			1
	<i>Chone</i> sp				1
	<i>Euchone papillosa</i> (M.Sars 1851)		3		
OLIGOCHAETA	<i>Tubificoides benedii</i>			10	
PROSOBRANCHIA	<i>Lunatia alderi</i> (Forbes)				1
	<i>Nassarius reticulatus</i> (L.)	2			
OPISTHOBANCHIA	<i>Philine scabra</i> (O.F.Mueller 1776)				2
CAUDOFOVEATA	<i>Caudofoveata</i> indet				2
BIVALVIA	<i>Bivalvia</i> indet			1	
	<i>Nucula</i> sp			3	
	<i>Nuculoma tenuis</i> (Montagu)			2	7
	<i>Lucinoma borealis</i> (Linne 1767)				1
	<i>Myrtea spinifera</i> (Montagu)				8
	<i>Thyasira flexuosa</i> (Montagu 1803)/sarsi (Philippi 1845)	1	41	97	213
	<i>Thyasira</i> sp	4			
	<i>Montacuta ferruginosa</i> (Montagu 1803)			1	1
	<i>Mysella bidentata</i> (Montagu 1803)	1		36	12
	<i>Abra longicallus</i> (Scacchi 1836)			1	
	<i>Abra nitida</i> (Mueller 1789)	2	1	45	5
	<i>Mya</i> sp			1	
	<i>Corbula gibba</i> (Olivi 1792)		1	4	1
OSTRACODA	<i>Philomedes lilljeborgi</i> G.O.Sars			4	
CUMACEA	<i>Leucon nasica</i> (Kroeyer)				10
	<i>Diastylis lucifera</i> (Kroeyer)				7
	<i>Diastylis rathkei</i> Kroeyer		68	49	2
AMPHIPODA	<i>Corophium</i> sp			8	
DECAPODA	<i>Pagurus bernhardus</i> (L.)				1
SIPUNCULIDA	<i>Golfingia</i> cf. <i>minuta</i> (Keferstein)	1			
PRIAPULIDA	<i>Priapulus caudatus</i> Lamarck 1816	2	2	5	5
PHORONIDA	<i>Phoronis muelleri</i>				3
OPHIUROIDEA	<i>Ophiuroidea</i> indet	5			
	<i>Amphiura chiajei</i> Forbes				12
	<i>Amphiura filiformis</i> (O.F.Mueller)	1		2	49
ECHINOIDEA	<i>Brissopsis lyrifera</i> (Forbes)				1
	<i>Echinocardium cordatum</i> (Pennant)			9	11
	<i>Echinocardium flavescens</i> (O.F.Mueller)	2			
HOLOTHUROIDEA	<i>Labidoplax buski</i> (McIntosh)				13