RAPPORT LNR 4484-2002

Resipientvurdering for utslipp av kommunalt avløpsvann til Blindleia, Lillesand kommune

Rapport 2

Norsk institutt for vannforskning

RAPPORT

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

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

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

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

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

Tittel	Løpenr. (for bestilling)	Dato
Resipientvurdering for utslipp av kommunalt avløpsvann til **Blindleia,** Lillesand kommune. Rapport 2	4484-20002	12. februar 2002
	Prosjektnr. Undernr. 20210	Sider Pris 64
Forfatter(e) Jarle Molvær Tone Kroglund Brage Rygg	Fagområde Marint miljø	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e)	Oppdragsreferanse
Lillesand kommune, 4971 Lillesand	

Sammendrag

Det er utført en undersøkelse av miljøforholdene i Blindleia og Vestre Vallesverdfjord med sikte på å beskrive tilstanden og vurdere behovet for tiltak for å bedre forholdene.
Sommeren 2001 var badevannskvaliteten meget god, men i de fleste dype fjordbassengene var oksygenforholdene periodevis dårlige. Undersøkelsene av gruntvannssamfunn viste en tilstand der det biologiske mangfoldet i flere områder står i fare for å bli utarmet og arter forsvinner. I de dype bassengene var store deler av bunnen livløs pga. for dårlige oksygenforhold. Det gis anbefalinger om tiltak som kan bedre forholdene og om overvåking som kan gi bedre oversikt over tilstand og utvikling.

Fire norske emneord	Fire engelske emneord
1. Blindleia	1. Blindleia
2. Kommunalt avløpsvann	2. Municipal sewage
3. Eutrofi	3. Eutrophication
4. Badevannskvalitet	4. Bathing water quality

Prosjektleder Forskningsleder Forskningsdirektør

ISBN 82-577-4132-9

Resipientvurdering for utslipp av kommunalt avløpsvann til **Blindleia,** Lillesand kommune.

Rapport 2

Forord

Den foreliggende vurderingen av miljøvirkninger ved utslipp av kommunalt avløpsvann til Blindleia er utført for Lillesand kommune og Asplan Viak Sør, Arendal.

Vi vil takke Roger Edvardsen, Lillesand kommune, og Niels Kaastrup Nielsen, Asplan Viak Sør, for godt samarbeid., og likedan mannskapet på Skjærgårdtjenestens båt ”Leia” for god innsats under prøvetaking.

Ved NIVA har undersøkelsene av flora og fauna på gruntvann blitt ledet og gjennomført av Tone Kroglund og Frithjof Moy ved NIVAs avdeling i Grimstad. Prøvetaking av bløtbunnsfauna ble utført av Jarle Håvardstun ved NIVAs avdeling i Grimstad, mens Brage Rygg og Eivind Oug hadde ansvar for planlegging og etterfølgende vurdering av resultatene. Artsbestemmelsene er gjort av Pirkko Rygg (børstemark) og B. Rygg (andre dyregrupper). Ved prøvetakingen ble kystoppsynets fartøy "Munin" benyttet.

Jarle Molvær har ledet undersøkelsen av vannutskiftning og vannkvalitet og har hatt hovedansvar for konsekvensvurderingen, samt ivaretatt prosjektledelsen. Merete Schøyen har tilrettelagt og punchet de vannkjemiske dataene i databasen.

Oslo, 12 februar 2002

Jarle Molvær

Innhold

Sammendrag **6**

1. Innledning **8**

2. Beskrivelse av området **10**

3. Metodikk og data **11**

3.1 Generell omtale av metodikken 11
3.2 Utslipp av næringssalter og organisk stoff 11
3.3 Undersøkelse av vannutskiftningen 12
3.4 Undersøkelse av vannkvaliteten 14
3.5 Undersøkelse av flora og fauna på grunt vann 15
3.6 Innsamling og analyse av bløtbunnsfauna 16

4. Kriterier for vurdering av tilstanden **19**

4.1.1 Vannkvalitet 19
4.1.2 Bløtbunnsfauna og organisk innhold i sediment 20

5. Resultater **21**

5.1 Tilførsler av næringssalter og organisk stoff 21
5.2 Vannutskiftningen 22
5.2.1 Vannutskiftningen bedømt etter strømmålinger 23
5.2.2 Vannutskiftning vurdert ut fra variasjoner i saltholdighet 25
5.2.3 Vannutskiftning ved Kjøpmannsvik beregnet med bruk av datamodellen Fjordmiljø 26
5.3 Vannkvalitet 28
5.3.1 Badevannskvalitet 28
5.3.2 Næringssalter og klorofyll 29
5.3.3 Oksygen i bunnvannet 31
5.4 Flora og fauna på grunt vann 32
5.4.1 Generell beskrivelse av undersøkelsesstasjonene 32
5.4.2 Artsutvalg 38
5.4.3 Artsantall, diversitet og fordeling mellom algegruppene 39
5.4.4 Vurderinger 40
5.5 Bunnsedimenter og bløtbunnfauna 41

6. 6. Sammenfattende vurdering av tilstand og av resipientkapasitet **45**

6.1 Tilstand 45
6.1.1 Belastning med næringssalter og organisk materiale 45
6.1.2 Vannutskiftning 45
6.1.3 Vannkvalitet 45
6.1.4 Biologiske forhold 47
6.2 Kapasitet for mottak av avløpsvann 47
6.3 Forslag til videre oppfølging 48

7. Litteratur **51**

Vedlegg A. Vannkjemiske data: Metodebeskrivelse og tabeller **53**

Metoder 53

Vedlegg B. Artsliste og strandsoneregistreringer **63**

Vedlegg C. Faunaparametre på bløtbunnsstasjoner i Lillesand **64**

Sammendrag

Det er gjennomført en undersøkelse av vannmassene og flora og fauna på hhv. grunt og dypt vann i Blindleia (Kjøpmannsvik – Øreslandsdybingen – Kvanneidfjord) og Vestre Vallesverdfjord for å beskrive tilstanden, spesielt mht. påvirkning fra næringssalter og organisk stoff, samt gi anbefalinger om tiltak for å bedre forholdene på kort og lenger sikt.

Den viktigste konklusjonen fra undersøkelsene er at Blindleia og Vestre Vallesverdfjord er svært sårbare for tilførsler av næringssalter og organisk stoff. Grunnen er at områdene er innelukkede med høy sommertemperatur i vannmassene og med liten vannfornyelse.

Tilførsler av næringssalter og organisk stoff:
Tilførslene av næringssalter og organisk stoff fra land er små sett i forhold til bidraget som kommer gjennom vannutskiftningen – selv om vannutskiftningen er relativt liten. På den annen side vil næringssalter som tilføres via avrenning ofte komme ut innerst i viker eller i fjordarmer der vannutskiftningen er på det minste – og direkte til overflata. Dette er de mest sårbare delene av fjordområdet.

Vannkvalitet:
Badevannskvaliteten er god, både målt etter siktedyp og etter bakterietall. Det var også lave konsentrasjoner av næringssalter og klorofyll i overflatelaget. I bunnvannet i Vestre Vallesverdfjord og i Kvanneidfjord ble det registrert til dels meget dårlige oksygenforhold, mot gode forhold i Kjøpmannsvik.

Biologiske forhold:
De biologiske undersøkelsene gir et annet bilde enn det som størrelsen av tilførslene og vannkvaliteten gir. Mest bekymringsfullt er kanskje tilstanden i strandsonen, der organismesamfunnet var såpass merket av stor næringstilgang at dersom mengden tilførsler holdes konstant eller øker, anses det som sannsynlig at det biologiske mangfoldet etter hvert blir ytterligere utarmet og flere arter forsvinner. Dette er en klar beskrivelse av en tilstand med overgjødsling av næringssalter kombinert med liten bølgebevegelse. Denne beskrivelsen blir ytterligere forverret gjennom observasjoner av livløs bunn i deler av bassengene ved Kjøpmannsvik, Vestre Vallesverdfjord og Kvanneidfjord. Disse bassengene er særlig sårbare fordi vannutskiftningen og dermed oksygentilførselen er liten og uregelmessig. Disse undersøkelsene – særlig i strandsonen – viser en tilstand der en økning av næringssalttilførslene fra land og til overflatelaget må unngås hvis en forverring med ytterligere utarming av det biologiske mangfoldet skal unngås.

Anbefalinger:
Hvis man beslutter at tilstanden i Blindleia og Vallesverdfjorden skal forbedres, må tilførslene av næringssalter og organisk stoff reduseres. Det er neppe mulig å oppnå noen stor reduksjon av den samlede belastningen gjennom lokale tiltak, men noen tiltak vil uten tvil bedre tilstanden i strandsone og overflate nær land:

1. Samle og rense kommunalt avløpsvann:
   Så langt mulig fjerne mindre og spredte utslipp til strandsone og overflate, som dermed blir avlastet. Rensing av avløpsvannet vil sikre at tiltak nr. 2 blir mest effektivt, bl.a. ved å redusere mengden næringsalter og organisk stoff og fjerne stoffer som fra et dyputslipp kan flyte til overflata.

2. Lede kommunalt avløpsvann til dyputslipp med innlagring, i god avstand fra strandsonen:
   Dette er en velprøvd metode der man oppnår tre fordeler:
   - Avløpsvannet fjernes fra strandsonen og gruntvannsområdene – og områder der folk bader eller leker i strandsonen.

- Avløpsvannnet innlagres under overflata, noe som sikrer en hygienisk god vannkvalitet og reduserer algeveksten i overflatelaget.
- Avløpsvannet gis umiddelbart en stor fortynning, og dermed lavere konsentrasjoner av næringssalter.

Sommerstid bør innlagringen skje i intervallet 10-15 m og vi anbefaler beregninger for å kontrollere at dette er tilfelle for utslippene i Vallesverdfjord og Kvanneidfjord, samt for et eventuelt utslipp til Kjøpmannsvik. Mindre og spredte utslipp på grunt vann og som ikke kan ledes inn på det kommunale nettet, bør ledes til dypere vann og dermed fjernes fra strandsonen og overflatelaget

3. Framskaffe sikrere tall for tilførsler av næringssalter i sommerhalvåret:
   I dette tidsrommet kan tilførslene av næringssalter fra kommunalt avløpsvann, som spredte avløp fra hytter og som utslipp fra fritidsbåter, være større enn de gjennomsnittstallene som nå brukes i tilførselsberegningene.

4. Flytting av utslipp til helt andre deler av skjærgården:
   Vestre Vallesverdfjord og Blindleia ved Kjøpmannsvik framstår som de to mest sårbare områdene. Fjerning av dagens utslipp til Vallesverdfjord samt videreføring av det planlagte utslipp til Kjøpmannsvik til området sør for Åkerøya vil gi maksimal avlastning mht. kommunalt avløpsvann for disse to områdene. Spørsmålet om overføring av utslippene til en bedre resipient kan bedre vurderes når man har framskaffet sikrere opplysninger om forurensningsbelastning i sommerhalvåret og kan se dette i sammenheng med hva som oppnås ved innlagring.

5. Overvåking av tilstand og utvikling
   Etter vår oppfatning bør undersøkelsene følges opp, men man kan tenke seg flere ulike formål som Lillesand kommune bør vurdere:

   A Overvåking av badevannskvalitet: Bakterier og siktedyp i sommerhalvåret. Dette kan være en nyttig og nødvendig dokumentasjon av god vannkvalitet i skjærgården. En evt. forverring av vannkvaliteten kan tjene som et varsel om lekkasjer på ledningnett, dyputslipp som ikke fungerer eller utløse et behov for en grundig gjennomgang for å finne årsaker og tiltak for å motvirke utviklingen.

   B Overvåking av utviklingen for gruntvannssamfunn og/eller bløtbunnsamfunn på et utvalg av stasjonene som ble brukt i 2000-2001. Gruntvannsundersøkelsene bør i så fall gjennomføres i 2002, og deretter kan undersøkelser av gruntvanns- og bløtbunnssamfunn gjentas etter 4-5 år. Resultatet av undersøkelsene kan evt. være et grunnlag for å vurdere om utviklingen tilsier at flytting av utslippene er nødvendig.

   C Beskrivelse av tilstanden i andre deler av skjærgården ved Lillesand: Hvilke områder som dette i så fall bør omfatte må i første rekke avgjøres av Lillesand kommune, men Steindalsfjorden nord og nordøst for Blindleia er aktuell. For en beskrivelse av tilstanden bør marinbiologiske undersøkelser og evt. også badevannskvalitet prioriteres. Hvis tiltak vurderes er vannutskiftning og evt. også tilførsler og vannkvalitet aktuelle elementer.

   D Undersøkelser med sikte på å gi beslutningsgrunnlag for konkrete tiltak (stoffbudsjett, beregning av innlagringsdyp, beregning av spredning og fortynning fra utslipp, virkning av tiltak som kan endre gjennomstrømning eller vannutskiftning, osv). Dette krever ofte kompetanse som spenner over flere fagfelt.

Overvåking av badevannskvaliteten anbefales sterkt, med metodikk som beskrevet av Statens helsetilsyn (1994). Overvåking som beskrevet under pkt. 5B bør også ha klar nytteverdi. Behovet for undersøkelser som dokumenterer tilstanden i andre deler av skjærgården (pkt. 5C) og for tiltaksrettede undersøkelser (pkt. 5D) må i første rekke vurderes av Lillesand kommune.

1. Innledning

I utgangspunktet dreide dette prosjektet seg om to undersøkelser, men i samme område. Den ene undersøkelsen var knyttet til at Ugland Hus og Hytter AS planlegger utbygging av hytter og helårsboliger ved Kjøpmannsvik, Lillesand kommune (**Figur 1**). I den anledning har Lillesand kommune bedt utbyggeren om

> *... dokumentasjon av resipientens tilstand med hensyn til kapasitet til mottak av avløpsvann, herunder vannutskiftningsforhold og oppholdstid i resipienten.*

Avløpsvannet skal renses i et kjemisk renseanlegg. Et hovedspørsmål er dermed om utslipp av avløpsvann til Blindleia har konsekvenser mht. vannkvalitet og biologiske forhold som ikke er forenlig med kommunens målsetting for området.

Den andre undersøkelsen var initiert av Lillesand kommune som ønsket resipientvurderinger for tre andre lokaliteter (**Figur 1**):

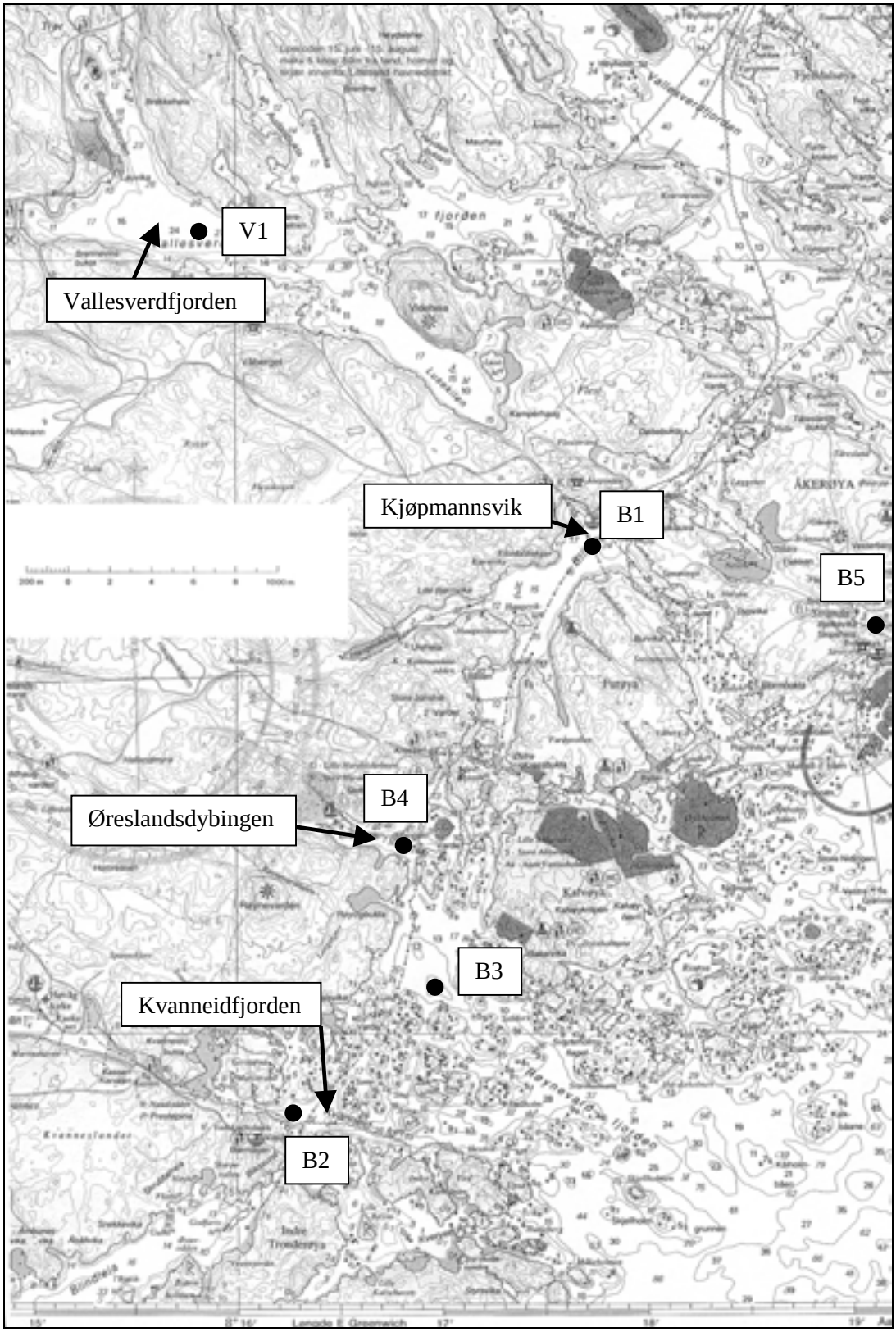
- *Øreslandsdybingen (tilstandsbeskrivelse og konsekvensvurdering)*
- *Kvanneidfjorden (tilstandsbeskrivelse og konsekvensvurdering)*
- *Vallesverdfjorden (tilstandsbeskrivelse)*

Disse undersøkelsene er samkjørt fordi det gir betydelige kostnadsbesparelser ved prøveinnsamling, databehandling og rapportering.

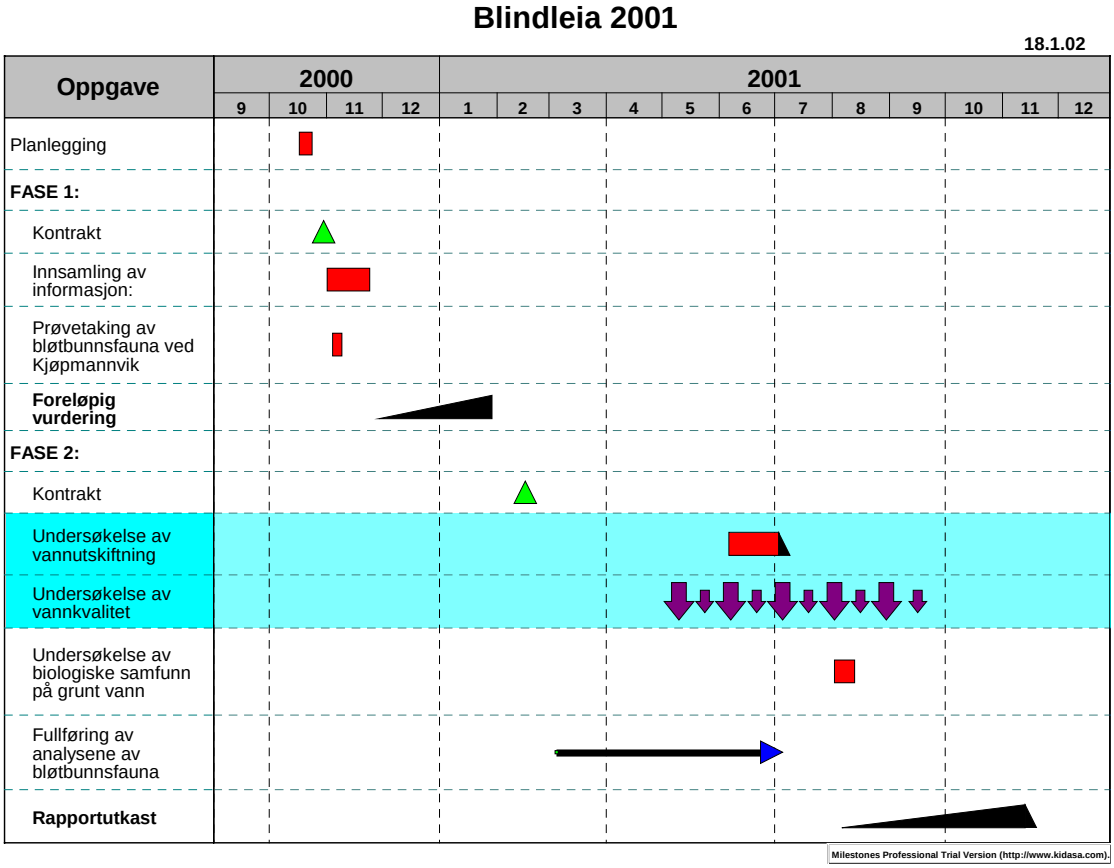
Overfor NIVA har Lillesand kommune presisert at man legger særlig stor vekt på å opprettholde god vannkvalitet i Blindleia sommerstid, da bruken av området til ulike ferie- og fritidsaktiviteter er på sitt høyeste. På den annen side trengte Asplan Viak en vurdering av tilstand og konsekvenser av utslippet til Kjøpmannsvik allerede vinteren 2000/2001. Prosjektet ble derfor inndelt i to faser:

- Fase 1 ble gjennomført i tidsrommet november 2000-januar 2001 og avsluttet med en foreløpig prosjektrapport som i hovedsak gjaldt utslippet ved Kjøpmannsvik (se Molvær og Rygg, 2001). Undersøkelsen omfattet oksygenmålinger og prøver av bløtbunnsfauna.
- Fase 2 ble gjennomført i tidsrommet mai-november 2001 og omfattet undersøkelser av vannkvalitet og vannutskiftning, registrering av organismesamfunn i fjæresonen og en mer omfattende beskrivelse av bløtbunnsfauna. Videre utarbeides en sluttrapport for undersøkelsen.

Samlet tidsplan for prosjektet er vist i **Figur 2**. Denne rapporten er en sluttrapport som omfatter begge prosjektfasene.



Figur 1. Kart over Blindleia med Kjøpmannsvik, Lillesand kommune. Hydrokjemistasjoner er inntegnet. Strømmåleren ble plassert ved stasjon B1, Kjøpmannsvik.



Figur 2. Skisse av arbeidsplan for prosjektet, både Fase 1 og Fase 2. Under vannkvalitet er prøvetaking som omfatter badevannskvalitet, oksygen, næringssalter, klorofyll merket med stor pil. Prøvetaking som bare gjelder badevannskvalitet er vist med mindre pil.

2. Beskrivelse av området

Området som undersøkelsen omfatter er vist i **Figur 1**. Det omfatter selve Blindleia fra Åkerøya i nordøst til Kvanneidfjorden og Røynevardfjorden i sørvest, samt Vallesverdfjorden i nord. Topografisk sett er disse to områdene svært ulike. Blindleia er smal, grunn og oppdelt i flere små bassenger. Utenfor Kjøpmannsvik er største dyp 24 m mens dypeste punkt på denne strekningen er 34 m sørvest for Kalvøya. De trange og grunne partiene vil begrense vannutskiftningen i området. Mot nordøst er åpningen ca. 15 m dyp.

Vallesverdfjorden er langt mer åpen, men den delen som vi vurderer (vest for Høresteinen) ligger lenger unna kystvannet enn Blindleia. Trange og grunne partier (på det minste 14-15 m) gjør at vannutskiftningen også her forventes å være liten. Nord for Lusekilen er største dyp ca. 36 m, mens fjordbassenget utenfor Vestre Vallesverd har 27-28 m som største dyp.

Det er tidligere bare foretatt noen få og spredte undersøkelser av vannkvalitet i området. Dahl og Danielssen (1987) gjengir resultater fra to målinger av oksygenforhold ved Kjøpmannsvik (5.11.85 og 26.4.86). Laveste konsentrasjon var 4.14 mlO_2/l (56.5% metning) som tilsvarer klasse II (Gode forhold) i det norske systemet for klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann (se **Tabell 2**).

3. Metodikk og data

3.1 Generell omtale av metodikken

Hovedelementene i metodikken er skissert i **Figur 3** som viser at konklusjonene må bygge på elementene ”Utslipp”, ”Konsentrasjon” og ”Organismer”, dvs. virkninger på vannkvalitet og økosystem.

Figur 3. Prinsippskisse av elementene i en konsekvensvurdering.

3.2 Utslipp av næringssalter og organisk stoff

Tilførslene av næringssaltene fosfor og nitrogen til Kjøpmannsvik, Kvanneidfjord og Vestre Vallesverdfjord beregnes på grunnlag av opplysninger fra Lillesand kommune. For hvert område har kommunen oppgitt

- arealer av skog, myr, landbruk og bebygd område
- antall boliger og hytter, med og uten innlagt vann og wc, samt eventuelle rensetiltak (slamavskillere, infiltrasjon i grunn)
- tilknytning til kommunalt renseanlegg, og type anlegg.

Med utgangspunkt i disse dataene har vi brukt koeffisienter i SFTs veiledning 95:02 (Miljømål for vannforekomstene. Tilførselsberegning (Bratli et al., 1995)) til beregning av årstilførslene av næringssalter fra land til disse tre områdene (kap. 5.1).

3.3 Undersøkelse av vannutskiftningen

Det er ikke tidligere gjort undersøkelser av vannutskiftningen i denne delen av Blindleia. Vi har valgt å undersøke vannutskiftningen gjennom strømmålinger, på grunnlag av målinger av temperatur, saltholdighet og oksygen samt å bedømme den ved bruk av en datamodell.

Ved stasjon B1 i Kjøpmannsvik ble det utplassert en Nortek ADP 500 kHz strømmåler som bruker Doppler-prinsippet til å måle strømhastighet og strømretning i flere vannsjikt. Måleren registrerte strømmen i 55 dybdeceller à 0.4 meter tykkelse, med et midlingsintervall på 10 minutter. Nortek-instrumentet stod oppankret i en ramme på bunnen (se **Figur 4**). I tillegg til forankringssystemet og instrumentets egen høyde er det en "blindsone" over sensoren, slik at nederste målecelle var på omlag 17 meters dyp. De øverste 1-2 m vil alltid være preget av mye forstyrrelse fra overflaten (det genereres mye refleksjon/støy av lydbølger her), og målingene herfra er usikre og bør neglisjeres.

Noen av spesifikasjonene for Nortek ADP 500 kHz strømmåler er oppgitt til:

Fart, målebredde:	± 10 m/s
Fart, oppløsning:	0,1 cm/s
Fart, nøyaktighet:	± 1% av målt fart, ± 0, 5 cm/s
Retning, nøyaktighet:	± 0,5°

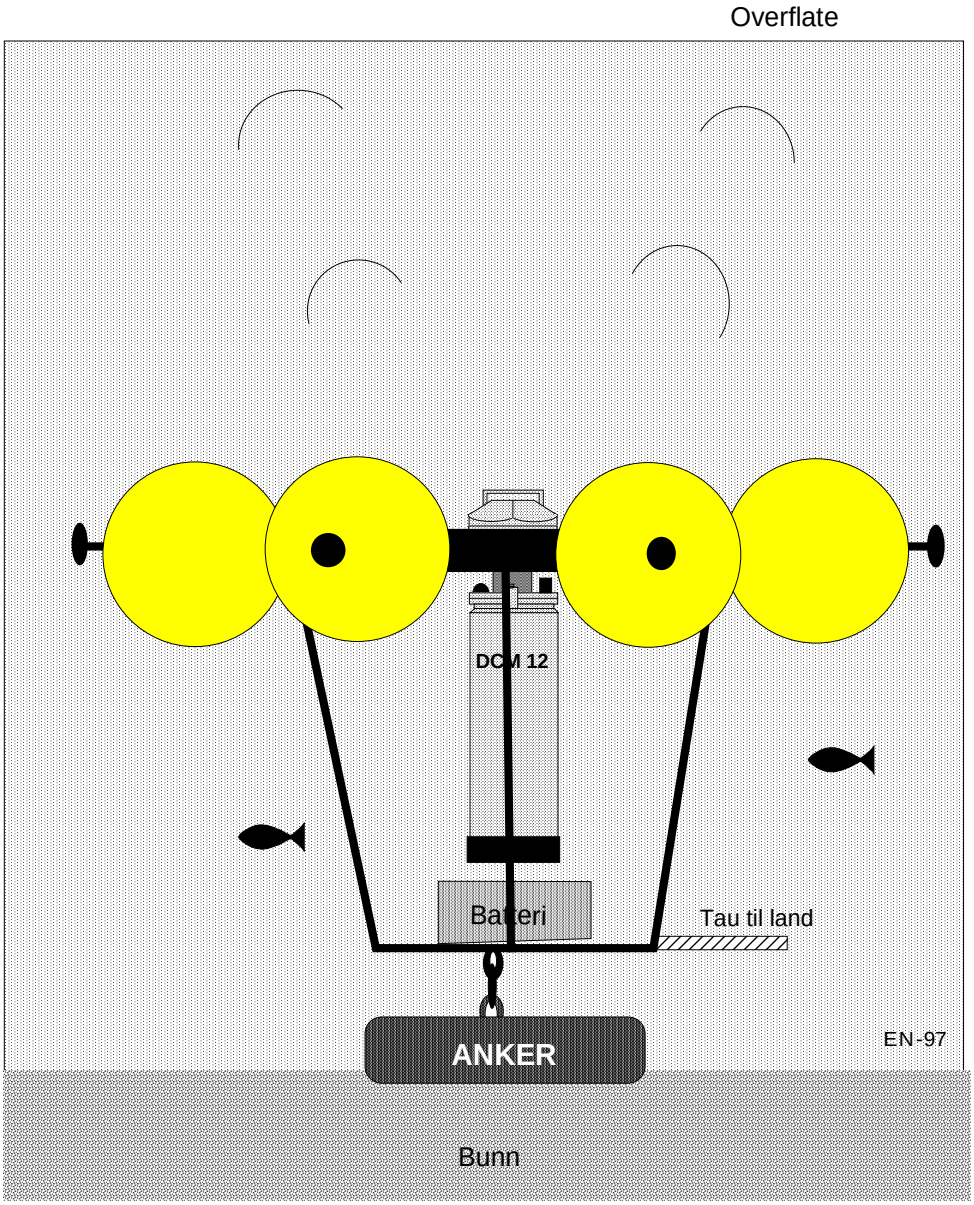
Doppler-målingene er basert på at lydsignaler som sendes ut fra instrumentet reflekteres av partikler i vannet, og ekkoet registreres i instrumentet. Styrken på retursignalet er en indikasjon på hvor mye partikler det er i vannet uttrykt ved forholdet mellom signal og (naturlig) bakgrunnsstøy (SNR – Signal to Noise Ratio). Signalet som sendes fra instrumentet, vil alltid svekkes med økende avstand fra måleren slik at i utgangspunktet vil målecellene som ligger nærmest instrumentet, gi det sterkeste ekkoet. Dersom det er mer reflekterende materiale i de øvre cellene, vil dette altså kunne detekteres fra SNR-tallet. Det er også mulig å følge utviklingen i et gitt dyp over tid – dersom partikkelmengden øker vil dette gjenspeiles i SNR-tallet. Strømmåleren sto utplassert i tidsrommet 19.6-9.8.01.

Variasjoner i vannmassenes temperatur, saltholdighet og oksygenforhold kan ofte tydes som utskiftninger av vannmassene. I denne undersøkelsen er målingene gjort med 2-4 ukers mellomrom og kan brukes for å bedømme fornyelsen av bunnvannet i de forskjellige bassengene.

Vurderinger av vannutskiftning og oppholdstid for vannmassene kan også gjøres på generelt grunnlag. En vurdering vil omfatte en rekke faktorer og flere scenarier og kan ofte mest effektivt gjøres ved bruk av en EDB-modell som er utarbeidet for å simulere sirkulasjon og vannkvalitet i fjorder. For dette formålet ble det i Rapport 1 brukt modellen "Fjordmiljø".

Fjordmiljø er en modell som omkring 1990 ble utviklet som et redskap for å vurdere konsekvenser av endrede tilførsler av næringssalter og organisk stoff på oksygenforhold og siktedyp i terskelfjorder (Stigebrandt 1992). Foruten en del som beskriver vannkjemiske forhold inneholder modellen også en del som beskriver hvordan endringer i ferskvannstilførsel og vind kan påvirke de hydrofysiske forholdene i fjorden. Modellen er ofte brukt i vurderinger av miljøforhold langs norskekysten og det faglige grunnlaget er også funnet å passe for forholdene langs Skagerrakkysten.

Til slutt vil vi understreke at dette er en forholdsvis enkel modell. Den skjelner blant annet ikke mellom ulike deler av et fjordområde, men beskriver gjennomsnittlige forhold over hele området. Dertil kommer at den beskriver gjennomsnittstilstanden sett over tid.



Figur 4. Skisse som viser en ADP ultralyd strømmåler montert i et rammeverk med oppdriftsbøyer og forankring til bunnen.

3.4 Undersøkelse av vannkvaliteten

Utgangspunktet for prosjektet er miljøvirkninger fra utslipp av kommunalt avløpsvann. De viktigste parameterne for å beskrive vannkvaliteten er dermed:

- Oksygen, organisk stoff og næringssalter
- Termotolerante koliforme bakterier og siktedyp (badevannskvalitet)

Vi har funnet få opplysninger om vannkvaliteten (vannhygieniske forhold, siktedyp, konsentrasjoner av næringssalter, oksygen) i Blindleia. Den 5. november 1985 og 26. april 1986 gjorde Havforskningsinstituttets Forskningsstasjon Flødevigen målinger av vannkvaliteten (temperatur, saltholdighet, oksygen) ved Kjøpmannsvik (Dahl og Danielsen, 1987). Videre har Lillesand kommune målt oksygenkonsentrasjonen 2.11.99 og 10.12.99, og NIVA gjorde målinger av oksygen ved Kjøpmannsvik samtidig med innsamling av bløtbunnsfauna den 8. november 2000. Det finnes dermed ingen målinger fra sommerhalvåret eller tidlig høst da man kunne vente at oksygenkonsentrasjonen vil være på sitt laveste. For å dokumentere tilstanden må det derfor innsamles et datamateriale.

Vannkvaliteten i forhold til bading og rekreasjon dokumenteres gjennom målinger av termotolerante koliforme bakterier og siktedyp. Resultatene bedømmes i forhold til normer for friluftsbad fastsatt av Statens helsetilsyn (1994). Prøvene ble tatt fra 1 m dyp på fem stasjoner (**Figur 1**). Hvis der er påvirkning fra kommunalt avløpsvann kan man vente å finne svært stor spredning i resultatene. For en sikker bedømmelse behøves resultater fra ca. 10 vannprøver, dvs. prøver med 1-2 ukers mellomrom i perioden mai-august. Samtidig ble det gjort målinger av temperatur og saltholdighet fra overflata til bunn ved bruk av en SensorData STD.

Ved de fire lokalitetene (Kjøpmannsvik, Øreslandsdybingen, Kvanneidfjord og Vallesverdfjord) blir avløpsvannet bli sluppet ut i bassenger der vannfornyelsen ved bunnen er redusert på grunn av terskler. Forverrede oksygenforhold kan være resultatet av en slik økt belastning. Analysene av bløtbunnsfaunaen gir gode holdepunkter for å bedømme dagens tilstand, men som en kvantifisering av oksygenkonsentrasjonene ble det med ca. 1 måneds mellomrom tatt oksygenprøver i 2 dyp på hver stasjon – unntatt for Øreslandsdybingen (**Figur 1**). Prøvetakingen ble koordinert med innsamling av prøver for badevannskvalitet (markert ved forstørrede vertikale piler i **Figur 2**).

Utslippene av kommunalt avløpsvann vil tilføre vannmassen i Blindleia næringssalter, også etter kjemisk rensing av avløpsvannet. Dette vil – i større eller mindre grad – påvirke algeveksten i vannmassene og på hardbunn, samt bløtbunnsfauna og oksygenforhold ved bunnen. For å få beskrevet nåværende tilstand samt forbedre grunnlaget for stoffbudsjetter, ble det innsamlet av vannprøver for bestemmelse av konsentrasjonen av fosfat, nitrat, ammonium, total fosfor, total nitrogen og klorofyll a. Prøvene ble tatt fra 1 m dyp ved Kjøpmannsvik, Vallesverdfjorden og Kvanneidfjorden samtidig med innsamling av oksygenprøver, dvs. i alt 7-9 ganger. Det ble dermed IKKE lagt opp til en formell klassifisering av tilstanden mht. disse parametrene i følge SFTs miljøkvalitetskriterier, noe som ville kreve ca. 10 prøver i juni-august. **Tabell 1** viser tidspunktene for prøvetaking, og en beskrivelse av analysemetoder og av samtlige data finnes i Vedlegg A.

Tabell 1. Datoer (10 stk.) for vannkjemisk prøvetaking Praktiske problemer gjorde at antall prøver for den enkelte stasjon ble 7-9.

DATO	DATO
09.05.2001	18.07.2001
21.05.2001	31.07.2001
08.06.2001	15.08.2001
19.06.2001	29.08.2001
06.07.2001	12.09.2001

3.5 Undersøkelse av flora og fauna på grunt vann

Bakgrunn
Undersøkelser av fastsittende alger og dyr på hardbunn gir grunnlag for å karakterisere miljøtilstanden i de øvre vannlag i sjøen. Plante- og dyresamfunnet endrer seg med miljøforholdene og gjenspeiler hvordan tilstanden har vært over et lengre tidsperspektiv enn f.eks vannanalyser. Næringssalter brukes av fastsittende alger til vekst og produksjon og en økning i næringssaltkonsentrasjonen endrer vekstbetingelsene for de enkelte artene. Svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på algesamfunnet ved at artsrikheten øker. Ved ytterligre økning vil imidlertid artsantallet reduseres, artsutvalget endres og man får dominans av forurensingstolerante arter. Ofte vil det være små hurtigvoksende grønnalger og enkelte trådformete brunalger ('sly') som begunstiges ved høye næringssaltnivåer. De flerårige tangartene blir lett overgrodd av hurtigvoksende alger som hindrer lystilgang, og dette kan resultere i at tangen etterhvert forsvinner (Bokn 1978, Mathieson og Penniman 1991, Kautsky 1991, Bokn m. fl. 1992). Undersøkelser av alger og dyr i strandsonen er ofte brukt i fjord- og kystundersøkelser som grunnlag for videre overvåking i tillegg til at de gir en tilstandsbeskrivelse av fjæra.

Stasjonsvalg
Semi-kvantitative undersøkelser i strandsonen (0-1 meters dyp) ble gjennomført på tilsammen 12 stasjoner i Kjøpmannsvik, Kvanneidfjorden og Vallesverdfjorden samt tre referansestasjoner som ble lagt utenfor disse områdene. Stasjonene i Kjøpmannsvik, Kvanneidfjorden og Vallesverdfjorden ble plassert nær de aktuelle utslippsstedene for å karakterisere dagens tilstand og danne grunnlag for eventuelle senere undersøkelser. I Kvanneidfjorden har det de senere årene vært rapportert om store mengder grønnalger nær utslippspunktet, og det ble gjort en rask sondering av området i tillegg til undersøkelsene på de utvalgte stasjonene.

I tillegg ble det foretatt en befaring til Øreslandsdybingen med registrering og opplisting av de vanligste artene.

Stasjonsplasseringen er vist i Figur 5.

Metodikk
Organismesamfunnet i strandsonen (0-1 m dyp) ble undersøkt ved å registrere alle makroskopiske alger (synlige i felt) og de vanligste fjæredyrene i et ca. 8 meter langt belte langs stranden. Metoden innebærer registrering ved fridykking. Registreringen er kvalitativ og dels kvantitativ ved at artenes forekomst ble angitt etter en 4-delt subjektiv skala basert på % dekningsgrad: e = enkeltfunn, s = spredt, v = vanlig, d = dominerende. I tillegg til biologisk registrering ble det tatt stillbilder på stasjonene.

Arter som var vanskelig å identifisere i felt ble samlet inn og senere mikroskopert i laboratoriet.

Befaringen til Øreslandsdybingen ble foretatt med lettbåt, med registrering og opplisting av de vanligste artene i strandsonen.

Undersøkelsen ble foretatt den. 16. og 17. juli 2001 under gode registreringsforhold.

Tallbehandling
De semi-kvantitative undersøkelsene danner basis for å beregne parametre som karakteriserer organismesamfunnet, som diversitet, dominans og fordeling mellom ulike algegrupper. Før

tallbehandling er enkelte nærtstående arter slått sammen. Det gjelder bl.a. for slektene *Cladophora* (unntak: *C. rupestris*), *Enteromorpha*, gruppen *Ectocarpales* og enkelte *Ceramium*-arter.

Diversitet (H') (= artsmangfold) ble beregnet ved å bruke en modifisert Shannon-Wiener indeks (H'). 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:

$$H = -\sum_{i=1}^{s} \frac{n_i}{N} \log_2 \left(\frac{n_i}{N} \right)$$

hvor n_i = mengdeverdien (forekomstangivelsen) av art i, N = summen av mengdeverdiene for alle artene, og s = antall arter.

Dominansindeks (I) gir et enkelt tall som reflekterer dominansforholdet i et samfunn. Definisjonen på dominans er "I er 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, brunalger og grønnalger i uforurensede fjorder og kyststrøk. "Normalintervallene" ble satt til R : B : G = (45 % ± 10 %) : (35 % ± 10 %) : (15 % ± 5 %). Forholdet mellom de tre algeklassene endres med miljøforholdene (Bokn 1978).

3.6 Innsamling og analyse av bløtbunnsfauna

Prøvene ble innsamlet 8. november 2000. Under prøvetakingen var det frisk bris fra sørøst, skyet oppholdsvær og lite sjø.

Prøvetakingen ble gjennomført i henhold til programforslaget "Vurdering av utslipp til Blindleia fra kloakkrenseanlegg Kjøpmannsvik" sendt Asplan Viak Sør A/S 20.10.2000 (Molvær, Rygg og Oug 2000) med utvidelse til Vallesverdfjorden som senere ble avtalt med Lillesand kommune. Det var i utgangspunktet satt opp 9 stasjoner. Av tidsmessige grunner ble det tatt prøver fra 8 stasjoner (**Figur 6**), mens en planlagt stasjon i ytre Kvanneidfjorden ikke ble prøvetatt.

Alle prøvene ble tatt med en 0,1m^2 van Veen grabb. Det ble tatt to parallelle grabbhugg på hver stasjon. Det ble tatt ut en liten delprøve til analyse av kornfordeling og organisk innhold fra den første grabben på hver stasjon

Prøvene ble siktet gjennom to sikter på henholdsvis 5 og 1 mm. Prøvene ble deretter fiksert i 4-6% formaldehydløsning i sjøvann. Alle prøvene ble i felt karakterisert med hensyn på sedimentfarge, sjiktning og lukt, og synlig forekomst av dyr notert.

Ved laboratorieopparbeidingen av prøvene ble dyrene sortert fra siktematerialet, identifisert og antallet notert.

Det ble registrert artsantall og individantall og beregnet artsmangfold ved indeksen H (Shannon & Weaver 1963) og Hurlberts indeks ES_{100} (Hurlbert 1971). Andelen av forurensningsømfintlige arter i faunasamfunnet ble beregnet ved indeksen AI (Rygg 1995).

Figur 5. Stasjoner for undersøkelse av flora og fauna i strandsonen

Figur 6. Stasjoner for prøvetaking av bløtbunnsfauna 8. november 2000. Stasjonene som belyser tilstanden omkring Kjøpmannsvik er vist som åpen sirkel.

4. Kriterier for vurdering av tilstanden

For vurdering av tilstanden i fjordområdet bruker vi det norske systemet for klassifisering av miljøkvaliteten i fjorder og kystfarvann (Molvær et al., 1997). I det etterfølgende beskriver vi kort de delene som gjelder vannkvalitet og bløtbunnsfauna.

4.1.1 Vannkvalitet

Vi vil vurdere vannkvaliteten med utgangspunkt i **Tabell 2** og **Tabell 3**, og gjør oppmerksom på at mht. friluftsbad er vannkvaliteten vurdert i forhold egnet for bading og ikke i forhold til selve tilstanden.

Tabell 2.. Klassifisering av tilstand for næringssalter, klorofyl*l a* og siktedyp i overflatelaget, samt oksygen i dypvannet. Oksygenmetningen er beregnet for saltholdighet 33 og temperatur 6°C.

	Parametre	Tilstandsklasser				
		I Meget god	II God	III Mindre god	IV Dårlig	V Meget dårlig
Overflatelag	Total fosfor (µg P/l)*	<12	12-16	16-29	29-60	>60
Sommer	Fosfat-fosfor (µg P/l)*	<4	4-7	7-16	16-50	>50
(Juni-august)	Total nitrogen (µg N/l)*	<250	250-330	330-500	500-800	>800
	Nitrat-nitrogen (µg N/l)*	<12	12-23	23-65	65-250	>250
	Ammonium-nitrogen (µg N/l)*	<19	19-50	50-200	200-325	>325
	Klorofyll *a* (µg/l)	<2	2-3.5	3.5-7	7-20	>20
	Siktedyp (m)	>7.5	7.5-6	6-4.5	4.5-2.5	<2.5
Overflatelag	Total fosfor (µg P/l)*	<21	21-25	25-42	42-60	>60
Vinter	Fosfat-fosfor µg P/l)*	<16	16-21	21-34	34-50	>50
(desember-	Total nitrogen (µg N/l)*	<295	295-380	380-560	560-800	>800
februar)	Nitrat-nitrogen µg N/l)*	<90	90-125	125-225	225-350	>350
	Ammonium-nitrogen (µg N/l)*	<33	33-75	75-155	155-325	>325
Dypvann	Oksygen (ml O_2/l)**	>4.5	4.5-3.5	3.5-2.5	2.5-1.5	<1.5
	Oksygen metning (%)	>65	65-50	50-35	35-20	<20

* Omregningsfaktoren fra µg/l til µg-at/l er 1/31 for fosfor og 1/14 for nitrogen.
** Omregningsfaktoren fra mlO_2/l til mgO_2/l er 1.42

Tabell 3. Vurderingsgrunnlag for vannkvaliteten ved friluftsbad.

BADING OG REKREASJON		EGNETHETSKLASSER			
Virkninger av:	**Parametre**	**1 Godt egnet**	2 Egnet (god)	**3** Mindre egnet (mindre god)	**4** Ikke egnet (ikke akseptabel)
Tarmbakterier	Termotolerante koliforme bakterier (TKB/100ml)	-	<100	100-1000	>1000
Fysisk-kjemiske parametre	Siktedyp (m)	-	>2	1-2	<1

For nærmere beskrivelse av kvalitetsnormene for friluftsbad, henvises til rundskriv fra Statens helsetilsyn, IK-21/94 med vedlegg (Statens helsetilsyn, 1994).

4.1.2 Bløtbunnsfauna og organisk innhold i sediment

Organisk karbon og artsmangfold for bløtbunnsfauna er hovedsaklig persentiler, men med noe skjønnsmessig tilpasning og forskyvning.
Organisk karbon viser verdier som er korrigerte for sedimentets innhold av finstoff.

Tabell 4. Klassifisering av tilstand for organisk innhold i sediment og bløtbunnsfauna.

		Tilstandsklasser				
	Parametre	**I Meget god**	**II God**	**III Mindre god**	**IV Dårlig**	**V Meget dårlig**
Sediment	Organisk karbon (mg/g)	<20	20-27	27-34	34-41	>41
Artsmangfold for Bløtbunnsfauna	Hurlberts indeks ($ES_{n=100}$)	>26	26-18	18-11	11-6	<6
	Shannon-Wiener indeks (H)	>4	4-3	3-2	2-1	<1

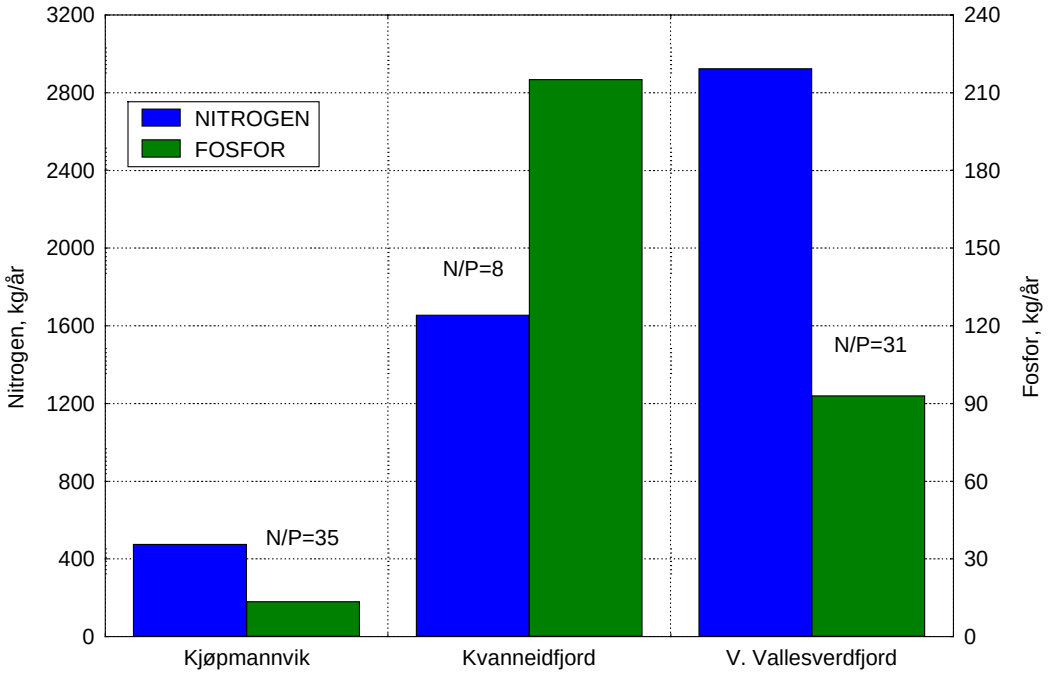
5. Resultater

5.1 Tilførsler av næringssalter og organisk stoff

- Tilførslene av næringssaltene fosfor og nitrogen til Kjøpmannsvik, Kvanneidfjord og Vestre Vallesverdfjord er beregnet på grunnlag av opplysninger fra Lillesand kommune.

Vi nevner kort: Ved Kjøpmannsvik ligger utslippet av kommunalt avløpsvann innerst i vika og tilsvarer i dag 20-25 pe, hvorav ca. 10 pe har minirenseanlegg og de andre slamavskiller før avløpsvannet går til kommunal utslippsledning.
Fra Høvåg RA (mekanisk-kjemisk) føres avløpsvannet til utslipp på ca. 19 m dyp i Kvanneidfjorden, ca. 800 m ut fra bro over Kassenkanalen. Anlegget er dimensjonert for 1000 pe (ca. 23.3 m^3/time), mens dagens belastning er ca. 400 pe.
Fra Vallesverd RA (mekanisk-kjemisk) ved Vestre Vallesverd ledes avløpsvannet til utslipp på ca. 15 m dyp. Anlegget er dimensjonert for 230 pe (ca. 5.6 m^3/time), mens dagens belastning er ca. 50 pe.

Beregnede tilførslene av næringssalter fra land til disse tre områdene er vist i **Figur 7**. For avrenning og utslipp fra befolkning er brukt koeffisienter som representerer årsmidler. Utslipp fra hytter og fritidsboliger er inkludert, og samlet sett representerer tilførselstallene kanskje mer sommerhalvåret enn et årsgjennomsnitt. På den annen side er ikke bidraget fra fritidsbåter mm. i sommerhalvåret inkludert.



Figur 7. Beregnede tilførsler av nitrogen (N) og fosfor (P) per år fra land til Kjøpmannsvik, Kvanneidfjord og Vestre Vallesverdfjord. For hvert område er forholdstallet mellom nitrogen og fosfor satt inn i figuren.

Tilførslene til de tre områdene er svært forskjellige, noe som delvis skyldes ulik størrelse på arealene for skog-myr-landbruk. For Kjøpmannsvik og Indre Vallesverdfjord kommer ca. 90% av nitrogenet og 48% av fosfor fra land som avrenning fra landarealer. Nedbørsfeltet til Kvanneidfjord er langt mindre enn for de to andre områdene og har en større andel boliger. Dette fører til at tilførselen av fosfor er større enn for de andre to områdene og at avrenning fra landarealer utgjør mindre enn 5% av tilførselen fra land.

I denne sammenheng kan man være oppmerksom på tre forhold. Det ene er at næringssalter som tilføres med avrenningen fra land innblandes i sjøvannet helt ved land og i overflata – ofte innerst i viker eller bukter der vannfornyelsen er liten. Altså hvor de kan ha "maksimal virkning" mht. algevekst. Videre er det en alminnelig oppfatning at planktonalger som gjennomsnitt opptar nitrogen og fosfor i forholdet ca. 7:1. Blir forholdstallet mye høyere enn dette er det mulighet for at liten tilgang på fosfor kan begrense algeveksten. Lave forholdstall indikerer at nitrogen kan være begrensende. Dette gjelder for næringssaltkonsentrasjonen i vann, men vi merker oss at for Kjøpmannsvik og Vallesverdfjord har (som årsgjennomsnitt) tilførselen av næringssaltene fra land et forholdstall på mer enn 30 mot ca. 8:1 for Kvanneidfjord (**Figur 7**). Hvorvidt utslippene er så store at de har noen reell innvirkning på N/P-forholdet i fjordområdene vil bli vurdert i kapittel **Error! Reference source not found.**.

For det tredje er det usikkert hvor godt disse beregnede årstransportene illustrerer tilførselen av næringssalter i sommerhalvåret. To spesielle forhold kan være at avrenningen fra land da er relativt liten (lite nedbør) og stort innslag av turister som ikke vises på befolknings- og tilførselsstatistikken.

5.2 Vannutskiftningen

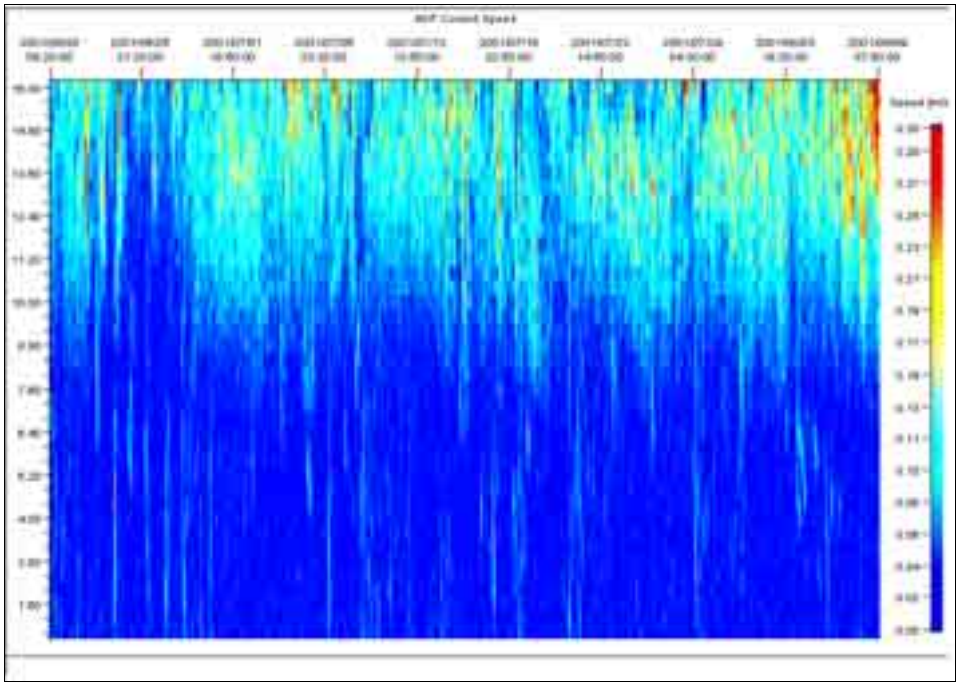
Vannutskiftningen i Blindleia og i Vallesverdfjorden vil i alt vesentlig være bestemt av

- Topografien: I bassengene bak grunne terskler vil vannmassen fornyes langt langsommere enn mellom overflaten og terskeldypet
- Tidevann: På Skagerrakkysten er det halvdaglig tidevann, dvs. høyvann og lavvann to ganger i døgnet. Selv om vannstandsvariasjonen er liten (typisk ca. 20 cm mellom høyvann og lavvann), så kan denne jevne vannstandsvariasjonen gi et vesentlig bidrag til vannfornyelsen.
- Lufttrykk og vind: Høyt og lavt lufttrykk fører til at vannoverflata trykkes ned eller hever seg, og bidrar dermed til vannfornyelsen. Kombinert med virkningen av vind kan vannfornyelsen bli stor.
- Varierende egenvekt (tetthet) i kystvannet: Egenvekten varierer med andelen av ferskvann (saltholdigheten) og temperaturen i de forskjellige dyp. I de tilfeller kystvannets egenvekt (egentlig trykket) er større enn det innenforliggende fjordvannet i samme dyp, vil dette tunge kystvannet sige inn i fjordområdet og erstatte det gamle fjordvannet (jevnfør luftmassenes bevegelse fra høytrykk til lavtrykk). Og i tilfeller da kystvannets egenvekt over et gitt dyp er mindre enn egenvekten for fjordvannet, vil den omvendte sirkulasjonen foregå. Denne vannutskiftningsmekanismen er vesentlig for fornyelse og vannkvalitet i fjordene, og ligger også til grunn for modellen Fjordmiljø (se kap. 3.3)

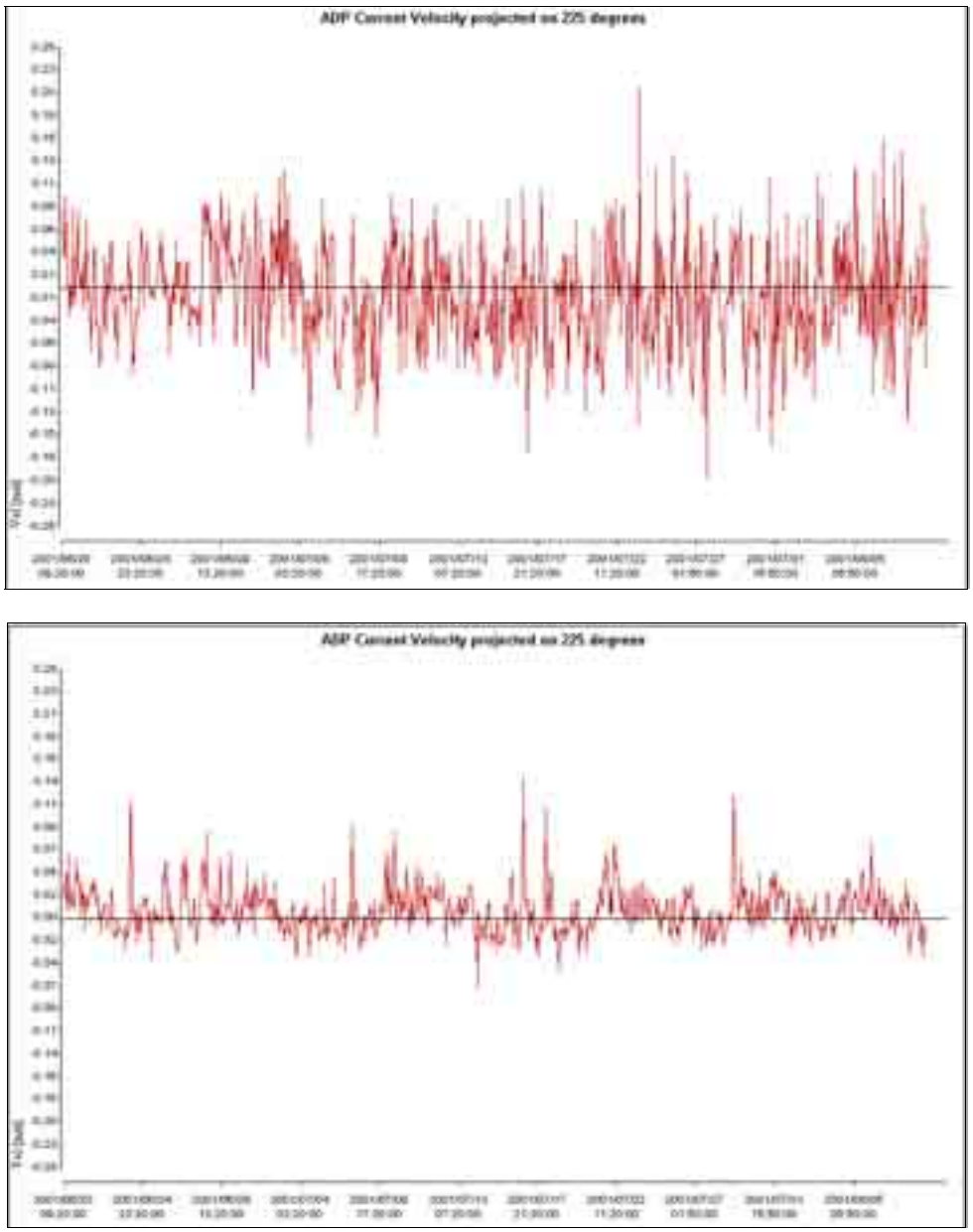
Vi vurderer vannutskiftningen på grunnlag av strømmålinger, målinger av temperatur og saltholdighet og bruk av Fjordmiljø.

5.2.1 Vannutskiftningen bedømt etter strømmålinger

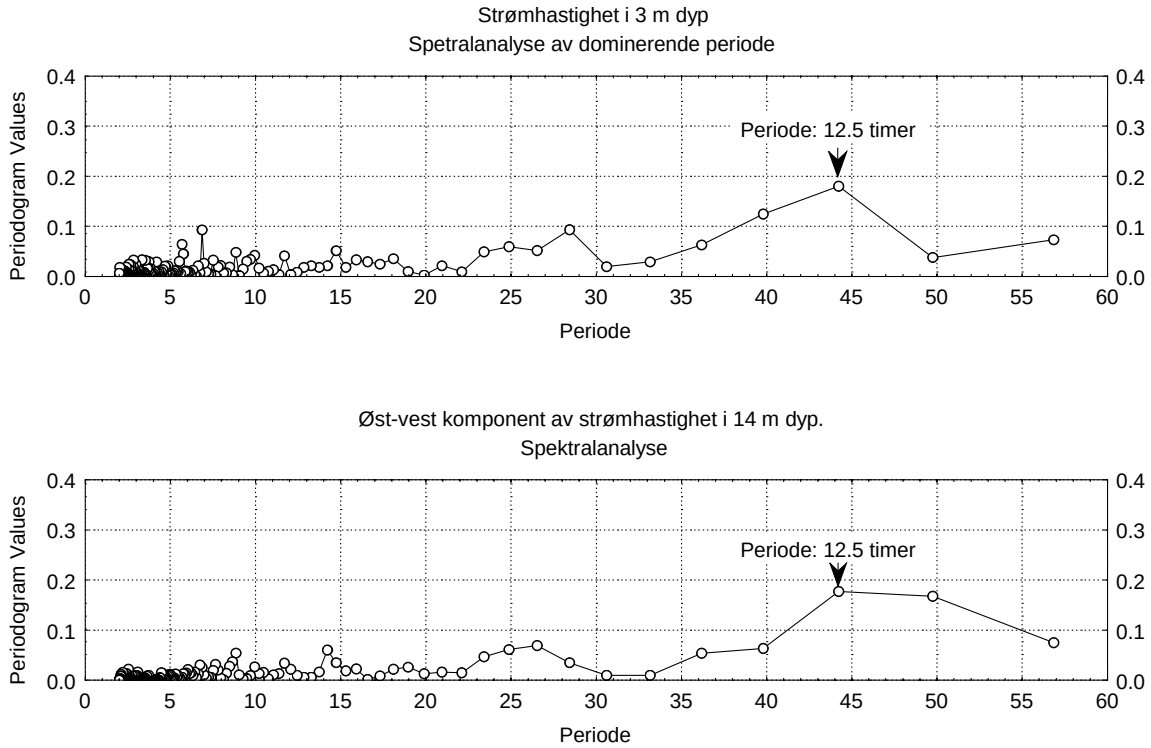
Bassenget utenfor Kjøpmannsvik har i sør-vest forbindelse mot Øreslandsdybingen gjennom et sund med dyp på ca. 4 m. Mot sør-øst går forbindelsen mot kystvannet mellom Åkerøya og Furøya der dypet er ca. 5 m. Dette betyr at ved Kjøpmannsvik har vannmassen mellom ca. 5 m dyp og 15 m dyp bare forbindelse med kystvannet gjennom åpningen i nord-øst. Stømmålingene vil gi detaljerte opplysninger om vannbevegelsene ved Kjøpmannsvik. Metodikken er beskrevet i kap. 3.3. Hovedbildet er at strømhastigheten under 5-6 m dyp er betydelig lavere enn høyere opp i vannmassen (**Figur 8**), noe som stemmer bra med terskeldypene mot sør-øst og sør-vest. For 3 m dyp og 14 m dyp er dette vist i **Figur 9** som også illustrerer variasjonene i hastighet og retning. En såkalt spektralanalyse er brukt for å avklare om der ligger tydelige perioder i disse variasjonene og denne viser et markert bidrag fra det halvdaglige tidevannet (**Figur 10**). Tidevannsvariasjonen på Skagerrakkysten er ikke stor, men har utvilsomt en betydelig virkning på vannfornyelsen i disse halvveis innelukkede bassengene.



Figur 8. Strømmåling ved bruk av ADCP utenfor Kjøpmannsvik. Strømhastigheten er vist ved en fargeskala og venstre akse viser avstand regnet oppover fra måleren. På denne skalaen betyr for eksempel ”3” et dyp på ca. 14 m og ”14” et dyp på ca. 3 m.



Figur 9. Strømhastighet (m/s) langs aksen 225(+)-45(-) grader i henholdsvis 3 m dyp (øverst) og 14 m dyp (nederst).



Figur 10. Spektralanalyse[1] av øst-vest komponenten av strømhastighet i hhv. 3 m dyp og 14 m dyp. I begge dyp er det et tydelig bidrag fra det halvdaglige tidevannet.

5.2.2 Vannutskiftning vurdert ut fra variasjoner i saltholdighet

Saltholdighet regnes vanligvis som en konservativ parameter, dvs. at variasjoner i en vannmasses saltholdighet betyr at vannmassen er helt eller delvis skiftet ut med nytt vann. Dette gjelder både ved økende og ved avtakende saltholdighet. Målingene av saltholdighet i Kjøpmannsvik, Kvanneidfjord og Vallesverdfjord ble oftest gjort med ca. 2 ukers mellomrom og kan brukes for å bedømme vannutskiftningen i de dypere delene av bassengene. I selve overflatelaget vil oppholdstiden være kortere enn 2 uker og målingene sier derfor ikke noe om hvor stor vannfornyelsen i denne vannmassen har vært i 2-ukers perioden. Resultatene er vist i **Figur 11**, og vi kommenterer kort hovedtrekkene.

I Kjøpmannsvik domineres bildet av relativt hyppig vannfornyelse over ca. 15-18 m dyp. Spesielt tydelig vises en markert innstrømming av vann med høy saltholdighet (kystvann) i tidsrommet 19.6-29.7, men raskt synkende saltholdighet både i begynnelsen av juni og i første halvdel av august viser også en aktiv vannfornyelse i disse tidsrommene. Under 18-20 m dyp var vannfornyelsen langt mindre. Vi merker oss at innløpet til denne delen av Blindleia er ca. 15-16 m dyp og figuren viser således rimelig god vannutskiftning over terskeldyp og vesentlig dårligere dypere nede.

I Kvanneidfjord framstår samme bildet av vannutskiftning som i Kjøpmannsvik. Her ser det imidlertid ut til at vannfornyelsen i større grad rakk helt til bunns.

Også Vallesverdfjord framstår det samme bildet av vannutskiftningen, men vi merker igjen oss at den i alt vesentlig synes å foregå over ca. 15-16 m dyp. I mai synes det å være liten fornyelse av bunnvannet, men relativt større og jevn fornyelse senere utover sommeren.

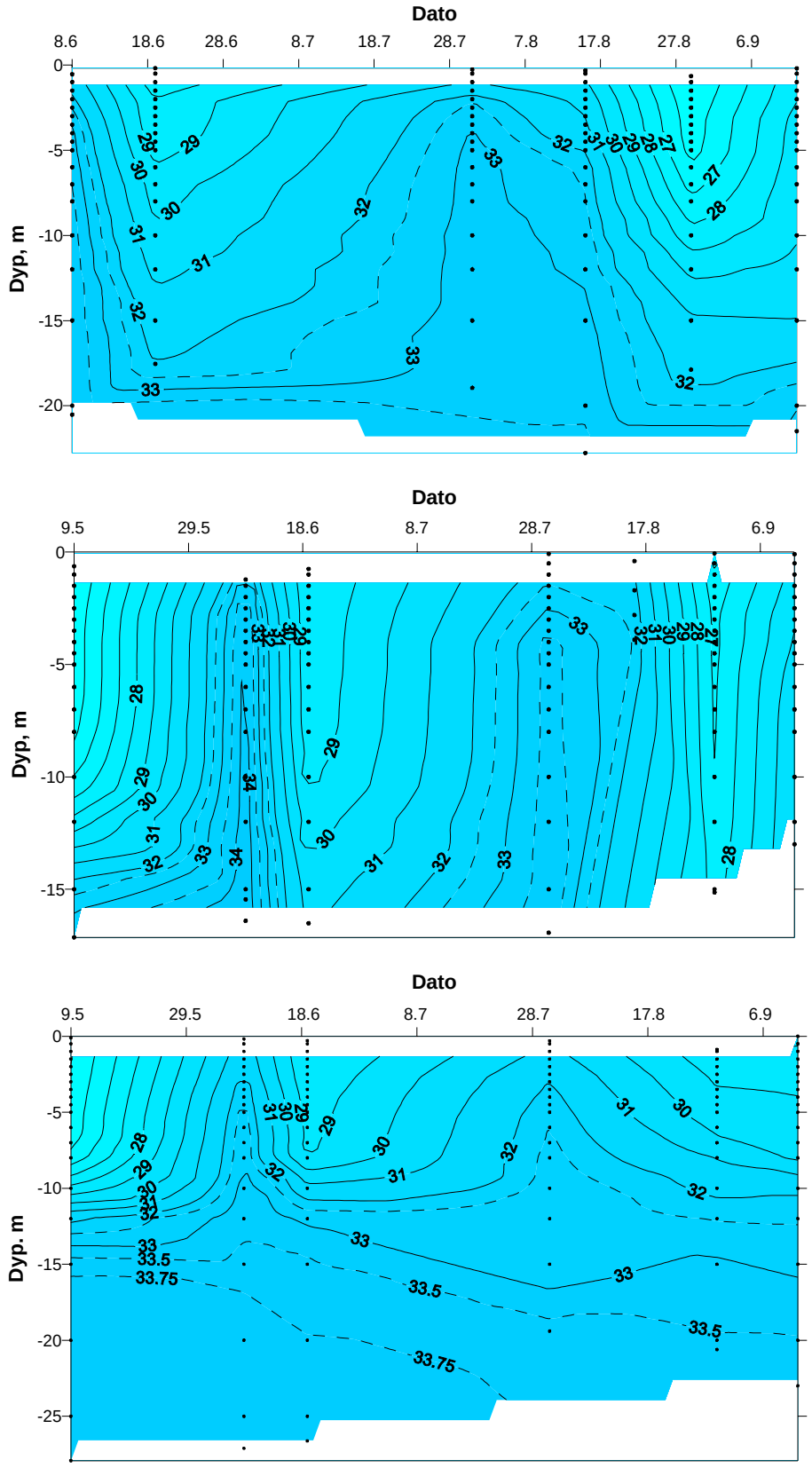
[1] En tidsserie vil vanligvis inneholde variasjoner over mange perioder. Spektralanalyse er en matematisk metode for å finne periodene i en tidsserie og beskrive hvilken betydning den enkelte periode har.

5.2.3 Vannutskiftning ved Kjøpmannsvik beregnet med bruk av datamodellen Fjordmiljø

Modellen er opprinnelig laget for bruk på fjorder med en munning, mens ved Kjøpmannsvik har Blindleia 3 åpninger (se **Figur 1**). For vårt formål har vi betraktet Blindleia som "en fjord" med åpning i nordøst, og økt tverrsnittsarealet for denne åpningen tilsvarende tverrsnittsarealene for Furøysund (sørøst) og ved Krossholmen (sørvest). Dette bør gi et nokså korrekt beregningsgrunnlag (sannsynligvis litt for lav utskiftning for de øverste 5 m).

Bruk av Fjordmiljø gir at typisk oppholdstid på 2-3 døgn for vannmassen over terskeldypet (dvs. mellom overflata og 15-16 m dyp). Omkring et slikt middeltall vil det være store variasjoner. For de øverste 1-2 m kan oppholdstiden være vesentlig kortere: 0.5-1 døgn.

I denne delen av Blindleia er det to dype bassenger: 24 m dyp utenfor Kjøpmannsvik og 27 m dyp lenger mot nordøst. For dypvannet (mellom terskeldyp og bunnen) angir Fjordmiljø en typisk oppholdstid på 3.5 måneder.



Figur 11. Måling av saltholdighet i Kjøpmannsvik (øverst), Kvanneidfjord (midten) og Vallesverdfjord (nederst). Svarte punkt viser målinger og kurvene illustrerer varierende saltholdighet.

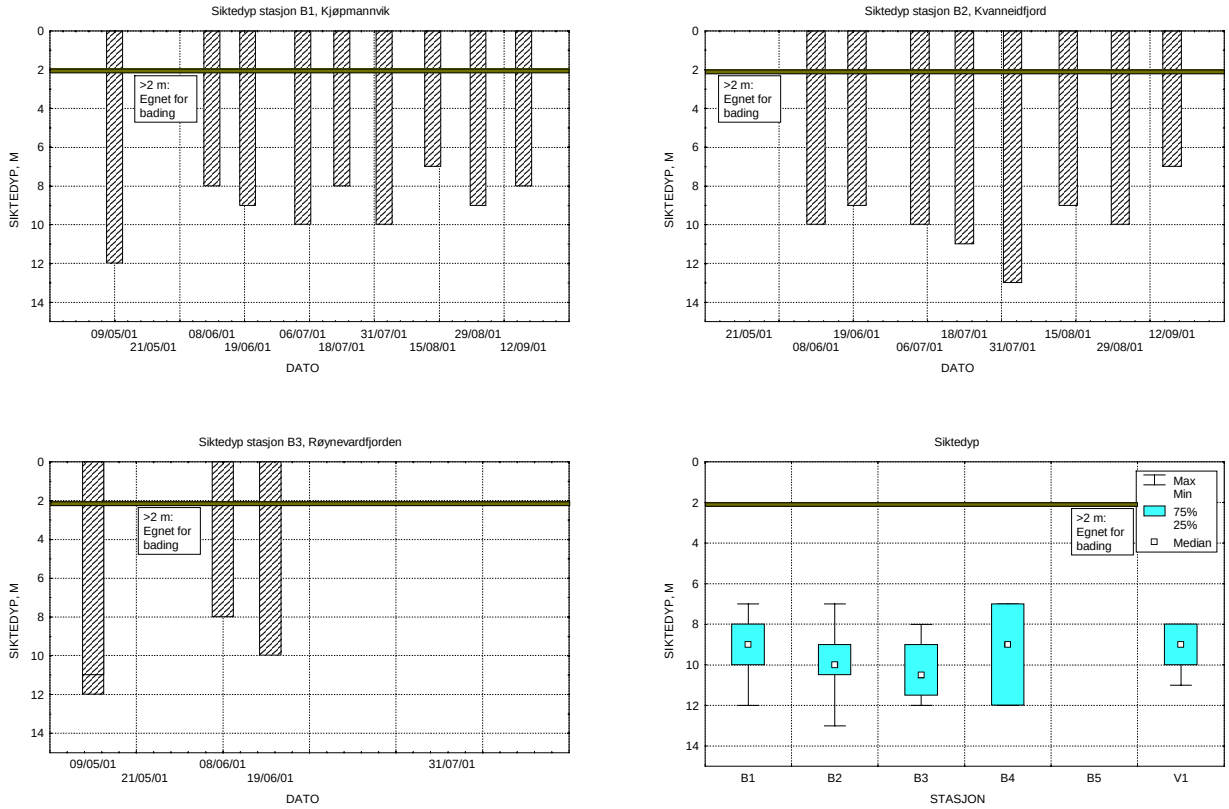
5.3 Vannkvalitet

5.3.1 Badevannskvalitet

Badevannskvaliteten sommeren 2001 vil bli vurdert i forhold til siktedypet (klarheten i vannet) og vannhygieniske forhold (termotolerante bakterier) som vist i **Tabell 3**.

Siktedyp

For siktedyp er resultatene vist i **Figur 12**. Ved alle tidspunkt var siktedypet langt større enn 2 m og konklusjonen er at siktedypet med stor margin oppfylte kravet til egnet badevann.



Figur 12. Målinger av siktedyp. Figuren viser både enkeltmålinger (Kjøpmannvik, Kvanneidfjord og Røynevardfjord) og en sammenfattende statistikk (nederst til høyre). Helsemyndighetenes grense for egnet badevann (siktedyp>2 m) er lagt inn i figurene som heltrukket linje, og en ser at alle stasjoner innfrir kravet til godt badevann med god margin.

Bakterier
Når det gjelder vannhygiene skal 90% av målingene av termotolerante koliforme bakterier være mindre enn 100 TKB/100 ml og de øvrige 10% av verdiene kan ikke overstige 1000 TKB/100 ml for at vannet kan klassifiseres som egnet badevann (**Tabell 3**). Bare ved to anledninger – en gang i Kjøpmannsvik og en annen gang i Kvanneidfjord – ble det sommeren 2001 påvist TKB i overflatevannet på de tre stasjonene (**Tabell 5**). Konklusjonen er dermed at den hygieniske vannkvaliteten med stor margin oppfylte kravet til egnet badevann.

Tabell 5. Antall termotolerante koliforme bakterier pr. 100 ml sjøvann.

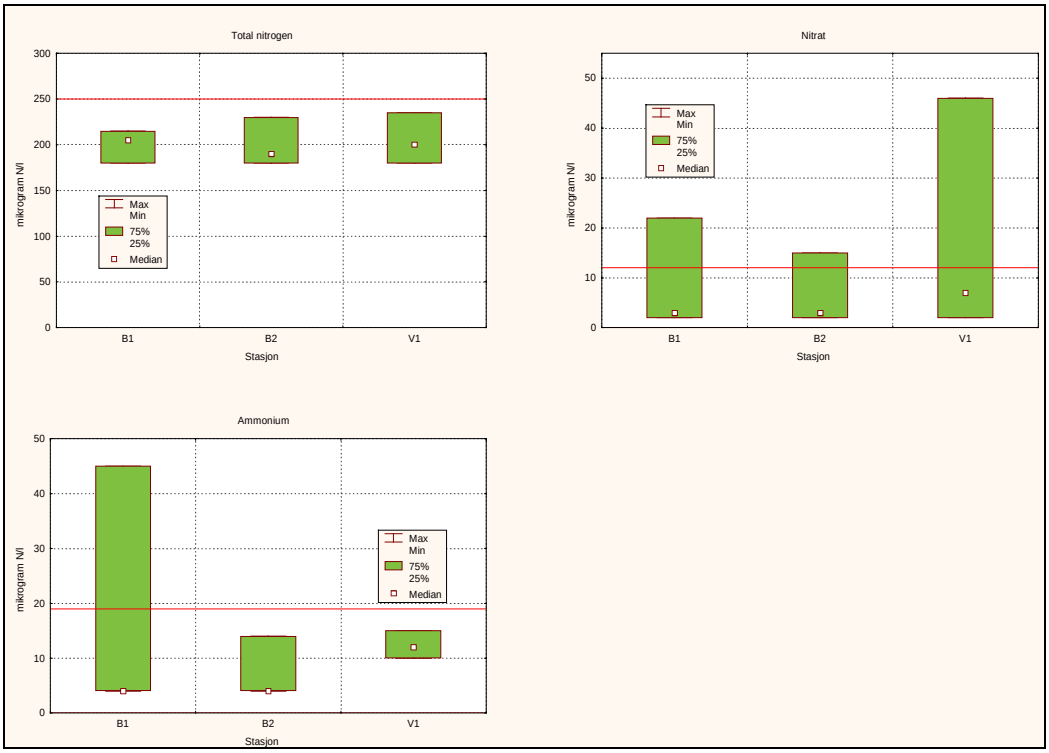
Dato	Dyp	Kjøpmannsvik	Kvanneidfjord	Vallesverdfjord
21.05.01	1	0	0	0
19.06.01	1	0	0	0
06.07.01	1	0	0	0
18.07.01	1	0	**1**	0
15.08.01	1	**1**	0	0
29.08.01	1	0	0	0
12.09.01	1	0	0	0

5.3.2 Næringssalter og klorofyll

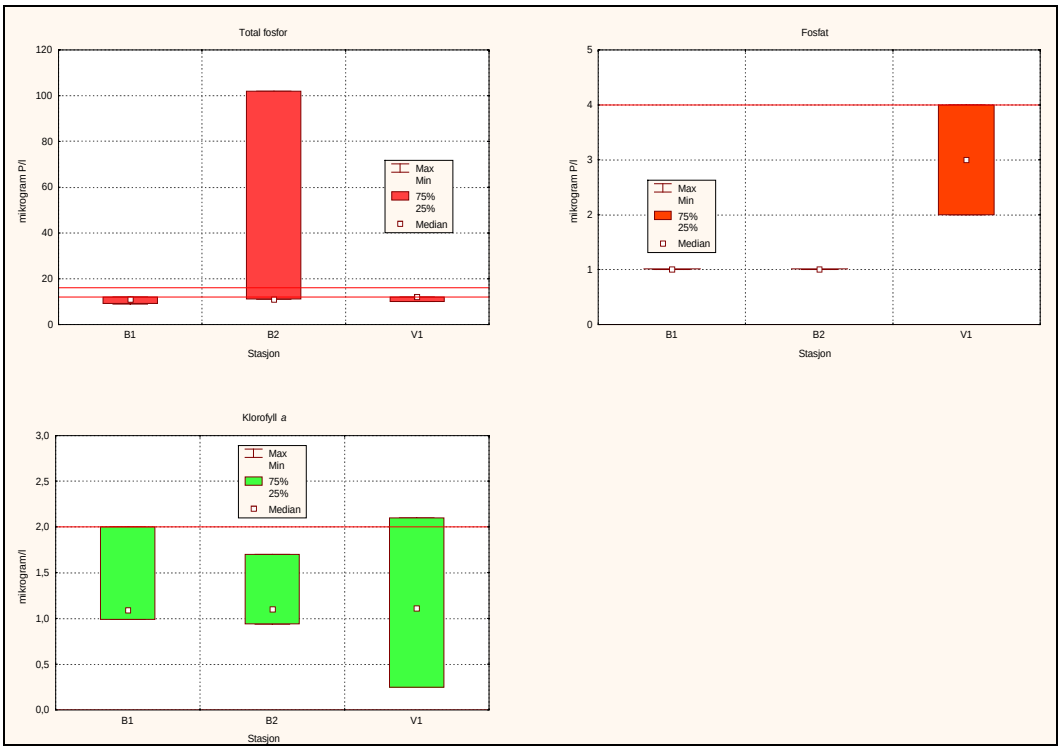
I det norske systemet for klassifisering av miljøkvalitet anbefales at vannkvaliteten sommerstid klassifiseres på grunnlag av ca. 10 målinger i tidsrommet juni-august. Denne undersøkelsen tok ikke sikte på innsamling av et så stort datamateriale at en formelt riktig klassifisering er mulig, men med 6-7 målinger kan en likevel få en god pekepinn. **Figur 13** og **Figur 14** viser en oppsummerende statistikk for Kjøpmannsvik, Kvanneidfjord og Vestre Vallesverdfjord. Det er medianen som tilstanden bedømmes etter.

For total nitrogen, nitrat og ammonium ligger medianen på alle tre stasjoner godt under øvre grense for klasse I (Meget god vannkvalitet). Også fosfor (total fosfor og fosfat) og klorofyll *a* kommer i klasse I, men det må påpekes at på stasjon V1 (Vestre Vallesverdfjord) lå medianen for total fosfor akkurat på grensen og for B1 (Kjøpmannsvik) og B2 (Kvanneidfjord) lå den like under.

Selv om prøveantallet er mindre enn nødvendig for en formelt riktig klassifisering, er det mest sannsynlig at vannkvaliteten sommeren 2001 lå i klasse I, og i alle fall ikke dårligere enn klasse II (God).



Figur 13. Oppsummerende statistikk for målinger av nitrogen (total nitrogen, nitrat og ammonium) i 1 m dyp i Kjøpmannsvik (st. B1), Kvanneidfjord (st. B2)og Vestre Vallesverdfjord (st. V1). Tilstanden bedømmes i forhold til medianen og rød linje markerer øvre grense for vannkvalitetsklasse I (Meget God) i det norske systemet for miljøklassifisering.



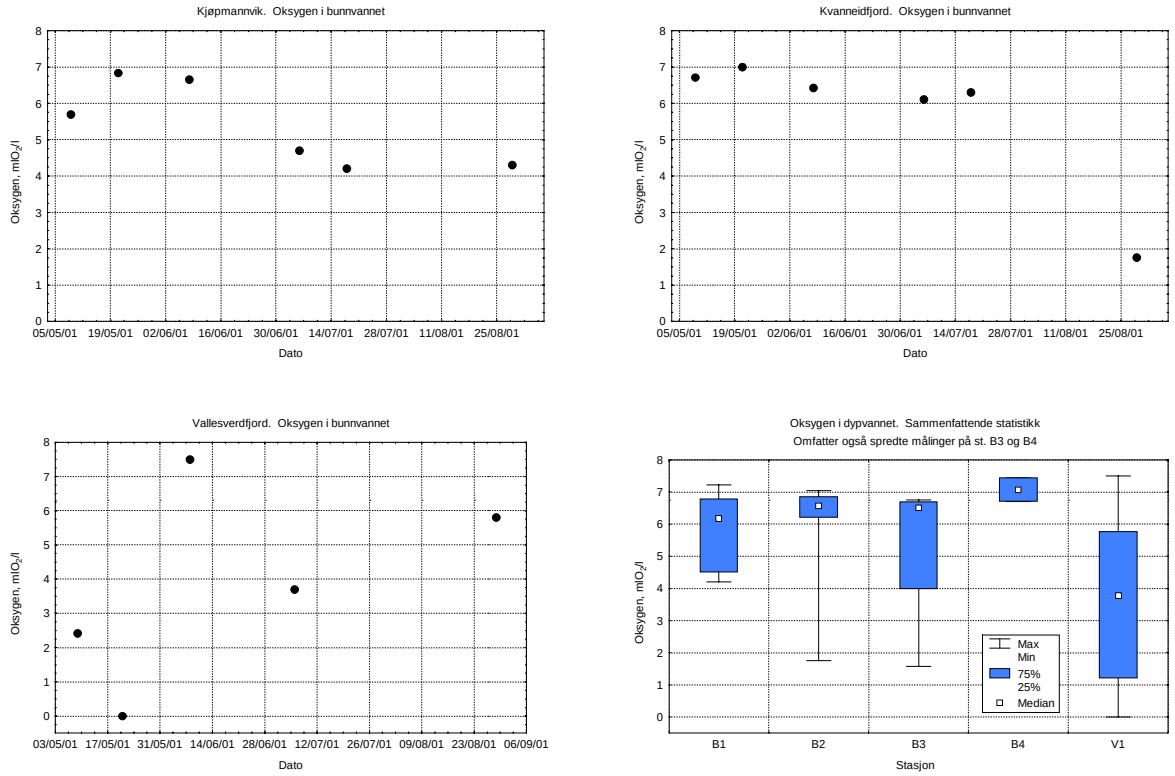
Figur 14. Oppsummerende statistikk for målinger av fosfor (total fosfor og fosfat) og klorofyll a i 1 m dyp i Kjøpmannsvik (st. B1), Kvanneidfjord (st. B2)og Vestre Vallesverdfjord (st. V1). Tilstanden bedømmes i forhold til medianen og rød linje markerer øvre grense for vannkvalitetsklasse I (Meget God) i det norske systemet for miljøklassifisering.

5.3.3 Oksygen i bunnvannet

Tilstrekkelig tilgang på oksygen er en forutsetning for marint liv. Oksygenforholdene i et kyst- eller fjordbasseng vil i hovedsak være resultatet av et varierende forbruk av oksygen pga. nedbrytning av organisk materiale og en varierende tilførsel av oksygen gjennom vannutskiftningen. Fordi forbruk og tilførsel ikke varierer i takt vil målinger oftest vise betydelige variasjoner i oksygenkonsentrasjon: I perioder med stort oksygenforbruk og liten oksygentilførsel synker konsentrasjonen raskt, mens en stor vannutskiftning omgående kan bringe konsentrasjonen opp til "normalt" nivå. Oksygenforholdene sommeren 2001 vurderes i forhold til de norske kriteriene i **Tabell 2**.

I Kjøpmannsvik var oksygenforholdene Gode-Meget gode ved alle tidspunkt til tross for synkende konsentrasjon på ettersommeren (**Figur 15**). I Kvanneidfjord var tilstanden meget god fram til slutten av juli, og deretter sank konsentrasjonen raskt til 1.9 mlO_2/l, som tilsvarer Dårlige forhold. Man kan ikke se bort fra at konsentrasjonen ble enda lavere utover høsten. I Vallesverdfjorden var en periode med Mindre gode-Meget dårlige forhold i mai (ikke påvist oksygen ved bunnen den 21.5). Deretter ble bunnvannet skiftet ut med nytt vann og oksygenforholdene var deretter Gode-Meget Gode. I Røynevardsfjord og Øreslandsdybingen ble tatt færre målinger, men i begynnelsen av mai var konsentrasjonen i Røynevardsfjorden bare 1.6 mlO_2/l som er nær grensen til Meget Dårlig tilstand (1.5 mlO_2/l).

De raskt synkende konsentrasjonene som ble observert både i Kvanneidfjord og i Vallesverdfjord viser at oksygenforbruket var stort, og at jevn og stor vannfornyelse er nødvendig for å unngå at lave konsentrasjoner skal skade dyrelivet. Erfaringsmessig vil perioder med liten vannfornyelse inntreffe, og perioder med kritisk lave konsentrasjoner er sannsynligvis ikke uvanlig i noen av de tre bassengene.



Figur 15. Oksygen målt i bunnvannet ved Kjøpmannsvik (B1), Kvanneidfjord (B2), Røynevardfj. (B3), Øreslandsdyb. (B4) og Vestre Vallesverdfjord (V1). Resultatene bedømmes etter norske kriteriene for oksygen. Fra st.. B3 og B4 er det færre målinger enn for de andre stasjonene.

5.4 Flora og fauna på grunt vann

5.4.1 Generell beskrivelse av undersøkelsesstasjonene

Vallesverdfjorden
Helt innerst i fjordenden ved Vestre Vallesverd var organismesamfunnet preget av liten vannbevegelse i overflatelaget og trolig lav saltholdighet på grunn av ferskvannstilførsel fra en liten elv. Det var flytende tepper av hurtigvoksende grønnalger (*Cladophora*, trådformet *Enteromorpha*) og relativt store forekomster av *Spermatochnus* på bunnen (**Figur 16**). Det vokste også noe *Ruppia* og blåskjell på bunnen som bestod av mudder og sand. På fjell og stein langs land ble det registrert spredt med tang, men det var generelt få arter tilstede.

Stasjonene BS1- BS4 ble plassert med økende avstand til indre del av Vestre Vallesverd. Alle stasjonene ble plassert på fast fjell, og var beskyttet mot bølgeslag. De vanligste artene på stasjonene var fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*), grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*), grønndusk (*Cladophora* spp), blåskjell (*Mytilus edulis*) og strandsnegl (*Littorina littorea)*. Alle stasjonene hadde rike forekomster av grisetang og blæretang, men stasjonene BS1 og BS2 hadde svært mye påvekst på tangen og det var tildels vanskelig å få registrert alle arter på stasjonen. På stasjon BS2 var enkelte tangplanter fullstendig dekket av slike trådformede opportunistiske arter (**Figur 16**). Slike tilstander tyder på overgjødsling med næringssalter. Påveksten ser ikke ut til å ha hindret veksten av grisetang, men fortsetter denne tilstanden er det sannsynlig at tangen etterhvert reduseres i mengde eller forsvinner. Stasjon BS4 hadde tydlig mindre påvekst enn stasjonene BS1- BS3.

Som en referanse til stasjonene i Vestre Vallesverd ble en stasjon plassert ved sørspissen av Kvarsnes (stasjon BS5). Stasjonen representerer indre deler av Blindleia, men ligger noe mer åpent til enn stasjonene i Vestre Vallesverd. Stasjonen hadde noe flere arter og gav inntrykk av friskere forhold enn stasjonene i Vestre Vallesverd, men var i likhet med disse preget av mye påvekst av trådformete grønnalger.

Kjøpmannsvik
Stasjonene i Kjøpmannsvik ble plassert på fire ulike odder rundt det kommende utslippstedet (**Figur 5** og **Figur 17**). Alle stasjonene var i likhet med stasjonene i Vallesverdfjorden preget av mye påvekst av trådformete grønnalger, og hadde i tillegg mye påvekst av rødalgen rekeklo. De vanligste artene var fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*), krusflik (*Chondrus crispus*), krasing (*Corallina officinalis*), rekeklo (*Ceramium rubrum*), rødlo (*Bonnemaisonia hamifera*-sporof.), teinebusk (*Rhodomela confervoides*), grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*), sagtang (*F. serratus*), martaum (*Chorda filum*), grønndusk (*Cladophora* spp), strandsnegl (*Littorina littorea)* og hydroider (*Dynamena pumila*). Sagtang dominerte i nedre del av strandsonen. En av stasjonene ble plassert ved brygga i Kjøpmannsvik (BS6). På denne stasjonen var det færre rødalger enn de øvrige stasjonene i området og mer trådformete, opportunistiske brunalger.

Som en referanse til stasjonene i Kjøpmannsvik, ble en stasjon plassert på innsiden av Øykholmen mellom Furøya og Kalvøya (stasjon BS10). Området er imidlertid mye besøkt av båtturister, og kan derfor være noe påvirket av utslipp fra båter (dette ble oppdaget i etterkant av undersøkelsen). Stasjonen ligger beskyttet mot bølgeslag, og har sandbunn fra ca. 1.5 meters dyp. Det ble registrert mange arter på stasjonen, og stasjonen hadde noe mindre påvekst av trådformete grønnalger enn de øvrige stasjonene.

Innerst i Vallesverdfjorden

Stasjon BS1 Vestre Vallesverd

Stasjon BS2 Lauvika

Stasjon BS2 Lauvika

Stasjon BS3 Bjørnevika

Stasjon BS4 Hellevik

Figur 16. *Stasjonsbilder fra Vestre Vallesverd i Vallesverdfjorden*

Stasjon BS6 Kjøpmannvik

Stasjon BS6 Kjøpmannvik

Stasjon BS7 Kjøpmannvik V

Stasjon BS7 Kjøpmannvik V

Stasjon BS8 Ramsdalen

Stasjon BS8 Ramsdalen

Stasjon BS9 Klauva

Stasjon BS10 (referanse)

Figur 17. *Stasjonsbilder fra Kjøpmannsvik*

Kvanneidfjorden
Stasjonene ble plassert rundt det eksisterende utslippspunktet i Kvanneidfjorden, øst for Bliksund i Høvåg. En stasjon ble plassert på sørvestsiden av Grosøy (BS11), hvor det er gjennomført tilsvarende registreringer to ganger tidligere (Jacobsen 1995, Kroglund m.fl. 1999). Stasjonene i Kvanneidfjorden hadde stort sett større forekomst av grønnalgen *Ulva lactuca* (havsalat) enn de andre stasjonen i undersøkelsen, men det var ikke større forskjeller i forekomsten av andre opportunistiske alger som *Cladophora*-arter og trådformet brunalger (*Ectocarpales*). Stasjonene BS12 og BS14, sørvest og sørøst for utslippet, hadde et tydlig belte med grønnalger på fjell under tangen. På stasjonene i Kjøpmannsvik og Vallesverd vokste grønnalgene stort sett som epifytter på tangen, men i Kvanneidfjorden var det en stor andel som også vokste på fjell. Bilder fra stasjonene er vist i **Figur 18**).

De vanligste arter (med størst forekomst) på stasjonene i Kvanneidfjorden var fjæreblod (*Hildenbrandia rubra*), krusflik (*Chondrus crispus*), krasing (*Corallina officinalis*), rekeklo (*Ceramium rubrum*), røddokke (*Polysiphonia stricta*), rødlo (*Bonnemaisonia hamifera*-sporof.), teinebusk (*Rhodomela confervoides*), rugl (*Corallinaceae*), brunsli *(Ectocarpales*), tanglo (*Elachista fucicola*), grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*), sagtang (*F. serratus*), japansk drivtang (*Sargassum muticum*), martaum (*Chorda filum*), tare (*Laminaria* spp.), grønndusk (*Cladophora* spp), havsalat (*Ulva lactuca*), sjøstjerner (*Asterias rubens*), brødsvamp (*Halichondria paniceae)* og hydroider (*Dynamena pumila*).

Referansestasjon BS15 ble plassert syd for Kalvøya, i det ytre skjærgårdsområdet med mange små holmer og skjær. Området er lokalt beskyttet, men har trolig svært god vannutskiftning. Stasjonen gav preg av å være frisk med svært klart vann og liten grad av opportunistiske påvekstalger på tangen.

Sammenlignet med undersøkelsene i 1995 og 1998 (Jacobsen 1995, Kroglund m.fl. 1999) hadde stasjon BS11 ved Kvanneid mindre mengder sukkertare (*Laminaria saccharina*) og svartdokke (*Polysiphonia fucoides*), mens mendgen opportunistiske arter som *Ectrocarpales, Elachista og Cladophora* hadde økt fra fraværende/spredte forekomster til vanlig/dominerende. Ellers var artsammensetningen og forekomsten av andre arter som i 1995 og 1998.

Det ble også foretatt en rask befaring til blant annet Kjeholmens østside og området mellom Kjeholmen og Indre Tronderøy. Her vokste et tydelig grønnalgebelte i øvre del av fjæra, bestående av havsalat og tarmgrønske. Det ble ikke observert større forekomster av andre hurtigvoksende, opportunistiske alger (**Figur 19**).

Stasjon BS11 Grosøya

Stasjon BS12 Blikssund

Stasjon BS12 Blikssund

Stasjon BS13 Maristrand

Stasjon BS14 Saueskjærene

Stasjon BS15 Gullingsholmen (referanse)

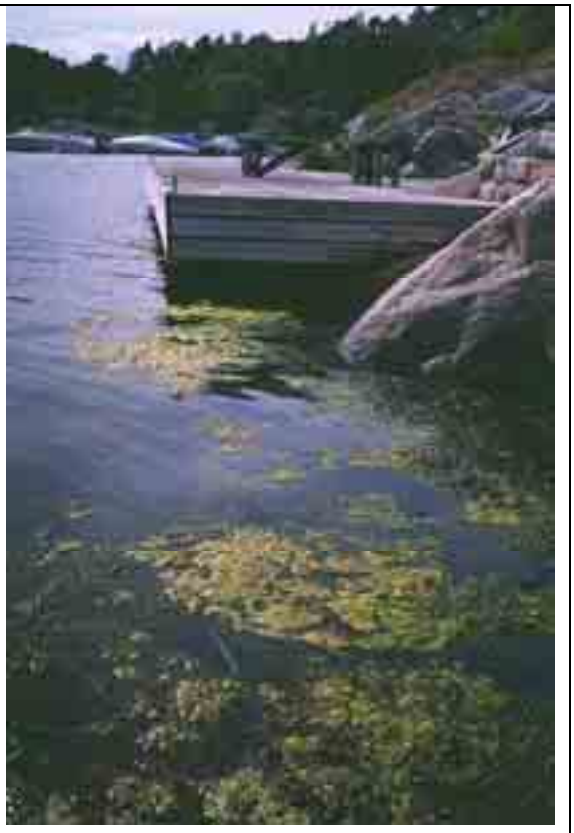
Figur 18. *Stasjonsbilder fra Kvanneidfjorden i Høvåg.*

Figur 19. *Bilde fra Kjeholmen.*

Befaring til Øreslandsdybingen
En befaring til Øreslandsdybingen viste at indre del av kilen, spesielt området rundt båthavna og det eksistrende utslippet, var preget av flytende tepper av grønnalger (**Figur 20**). Algeteppene var en blanding av blant annet tarmgrønske (*Enteromorpha* spp.) og grønndusk (*Cladophora* spp.). På bunnen i denne delen av kilen var det tuster med brunalgene *Striaria/Spermatochnus*. På de to holmene i kilen ble det observert grønnalger på østsiden av holmene, men ikke vestsiden. I ytre del av kilen ble det ikke registrert flytende algetepper.

På fjell og stein langs land på i ytre deler av kilen var følgende arter vanlige: Grisetang (*Ascophyllum nodosum*), blæretang (*Fucus vesiculosus*), sagtang (*F. serratus*), japansk drivtang (*Sargassum muticum*), martaum (*Chorda filum*), rugl (*Corallinaceae*), brunsli (*Ectocarpales*), grønndusk (*Cladophora* spp) og tarmgrønske (*Enteromorpha* spp.).

Øreslandsdybingen, ved båthavn og utslippspunkt for privat utslippledning



Ytre del av Øreslandsdybingen

Store Haraldsholmen, lokalt beskyttet

Figur 20. *Bilder fra befaring til Øreslandsdybingen*

5.4.2 Artsutvalg

Forekomsten av de vanligste artene er vist i **Tabell 6**. Av tabellen fremgår det at det er et skifte i gruntvannssamfunnet fra innerst i Vallesverdfjorden til de mer åpne delene i Kvanneidfjorden. De fleste artene som ble registrert i Vallesverdfjorden, ble også registrert i Kjøpmannsvik og Kvanneidfjorden. Men mange arter som ble registrert i Kvanneidfjorden, ble ikke registrert i Vallesverdfjorden eller var tilstede i svært beskjeden grad. Eksempler på sistnevnte er arter som røddokke (*Polysiphonia stricta*), rødlo (*Bonnemaisonia hamifera*), teinebusk (*Rhodomela confervoides*), skorpeformede rødalger (*Corallinaceae*), tare (*Laminaria* spp.), japansk drivtang (*Sargassum muticum*), havsalat (*Ulva lactuca*), brødsvamp (*Halichondria panicea*), hydroiden

Tabell 6. *De vanligste artene registrert i Blindleia i juli 2001 (arter som er registrert på minst 3 stasjoner og er registrert som vanlig på minst 2 stasjoner). d=dominerende, v= vanlig, s= spredt, e= enkeltfunn, * = kun identifisert i mikroskop.*

	Vallesverdfjorden				**ref.**	**Kjøpmannsvik**				**ref.**	**Kvanneidfjorden**				**ref.**
Stasjonsnr.	BS1	BS2	BS3	BS4	**BS5**	BS6	BS7	BS8	BS9	**BS10**	BS11	BS12	BS13	BS14	**BS15**
Rødalger															
Hildenbrandia rubra	d	d	d	d	d	s	d	d	d	d	d	d	v	d	d
Chondrus crispus	s	s	s	s	v	v	v	d	v	d	v	v	v	v	v
Corallina officinalis		s	s	s	s	v	v	d	d	d	s	s	v	v	v
Ceramium spp.	e		s	s	s	v	v	v	v	v	v	e	s	v	s
Polysiphonia stricta	*		*		*		*	*			s	v	s	v	v
Furcellaria/Polyides				e	s			v	s	v	s			s	s
Bonnemaisonia hamifera (sporof. Trailliella)					*		s	v	v		s	v	s	v-d	s
Rhodomela confervoides					s		v	v	v	s	s	v	s	v	s
Corallinaceae, skorpeformet										v	d	d	d	s	d
Brunalger															
Spermatochnus/Stilophora	s-v	s	v	s		v							s		s
Ascophyllum nodosum	d	d	d	v	d	v	v	d	d	d	d	v	s	e	v
Chorda filum	s	v	s	s	d	s	v	v	v	s	s	v	e-s	s	s
Ectocarpales indet	s	s	s	s		v		s			d		v	s	
Elachista fucicola	s	s	s	s	s		s		s	s	v	s		v	
Fucus vesiculosus	v	v	v	d	v	v	v	v	v	s	s	v	s	v	v
Fucus serratus		e	v	s	d	d	d	d	v	d	d	v	s	v	v-d
Sphacelaria sp.		*	v	s	s-v	s	v	s	s	s	s	s			
Sargassum muticum					s	e	s	s	v	s	v	s	v	s	
Laminaria juvenile										s	s	v	s	v	v
Laminaria sp.										e		s	s	v	v
Laminaria saccharina												s	v	v	
Grønnalger															
Enteromorpha sp.	s	s	s	*	s	v	v	s		s	s			v	s
Cladophora sp.	v-d	d	d	v	d	d	d	d	d	v	d	v-d	v	v	s-v
Cladophora rupestris	v		s			s	s	v	s		s	s	s	s	s
Ulva lactuca					e		s			s	s	v	s	v	v
Annet															
Marebek	v	s	s	v	e-s		d	d	d	v-d	s	v	s	v	
Fauna															
Mytilus edulis	v	s	s	v	v	s	v	s	s	s	s	s		e	
Littorina littorea	v	s	s	v	s	v	v	v	v	v-d	s-v	s	s	s	v
Membranipora membran.	s	s	s	s		s	s	s	v	v	v	s-v	s	v	s
Electra pilosa	s		s		s	s	s	s	v	v	v	s	s	s	s
Asterias rubens	s				s			s	s	e	s	v	s	v	v
Laomedea sp.			e	s	s		s	s	s	v		s	s	s	v
Halichondria panicea					e	s	s	s	v	s	v	s	s-v	v	e
Dynamena pumila					s	v		v	v	v	v	v	s-v	s	v
Carcinus maenas						v				v	s				

Dynamena pumila og strandkrabber (*Carcinus maenas*). Et slikt skifte i organismesamfunn er en del av den naturlige endringen fra ytre til indre fjordområder, men blir forsterket av blant annet forskjeller i næringstilgang. Mange arter som f.eks de fleste tareartene krever god vannbevegelse, og vokser naturlig nok ikke inn i indre deler av fjordsystemer.

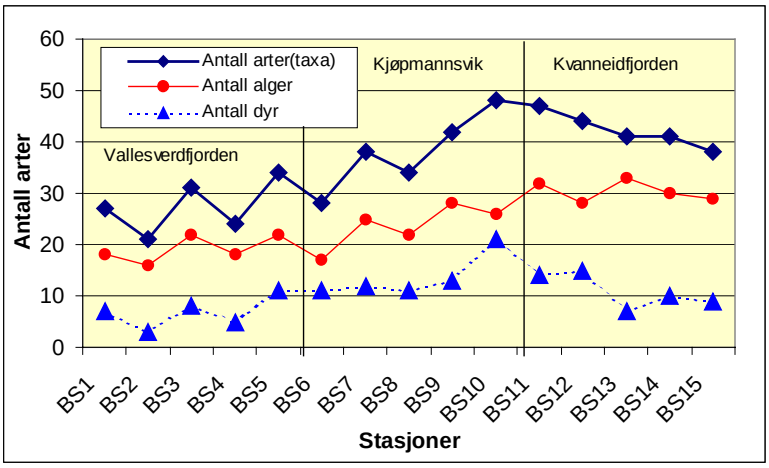
Kjøpmannsvik synes å representere en mellomting mellom de to områdene. Alle områdene hadde store forekomster av grønndusk (*Cladophora* spp), en indikatorart for eutrofiering.

5.4.3 Artsantall, diversitet og fordeling mellom algegruppene

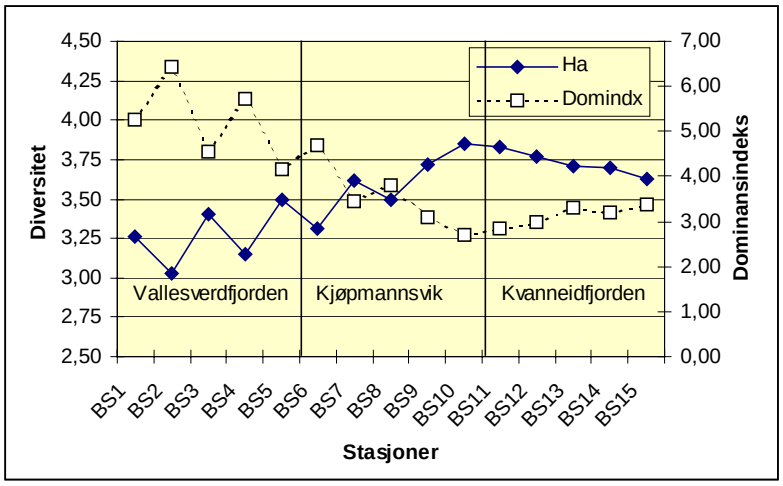
Artsantall
Til sammen ble det registrert 110 arter i hele området, fordelt på 80 alger/planter og 30 ulike fjæredyr. Dette må sies å være et høyt antall. Til sammenligning er det tidligere registrert 80 arter på 6 stasjoner i Skallefjorden og Tingsakerfjorden (1996-1997), 85 arter på 6 stasjoner i kystområdene ved Risør og 88 arter på tilsammen 9 stasjoner i Tvedestrand gjennom tilsvarende undersøkelser der (Kroglund m.fl. 1998a, 1998b, 1999). Fullstendig fortegnelse over registrerte arter er gitt i Vedlegg B.

Det ble registrert færrest arter og lavest diversitet i Vallesverdfjorden og innerst i Kjøpmannsvik. Disse stasjonene gav også det visuelt dårligste inntrykket av tilstanden. Flest arter og høyest diversitet ble registrert på referansestasjonen BS10 mellom Furøya og Kalvøya og stasjon BS11 i Kvanneidfjorden. Alle stasjonene i Kvanneidfjorden hadde et klart høyere artsantall og diversitet enn stasjonene i Vallesverdfjorden. Det høye artsantallet i Kvanneidfjorden (også i forhold til referansestasjonen BS15) kan være en effekt av svak overgjødsling som virker stimulerende på organismesamfunnet.

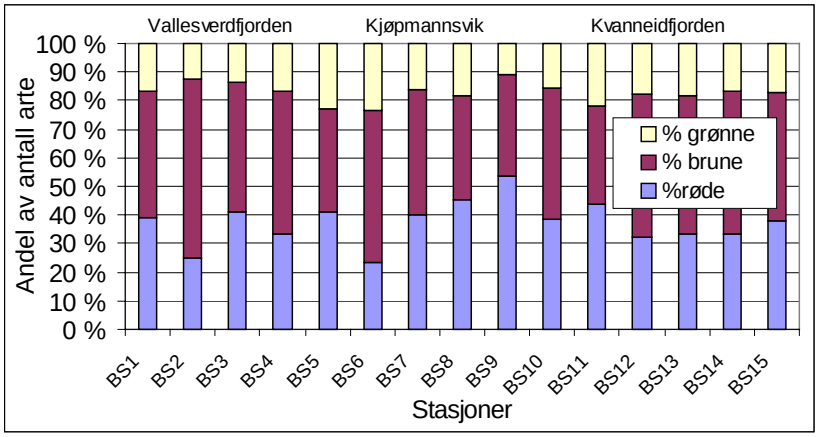
Den relative fordelingen mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger var stort sett innenfor "normalgrensene", men enkelte stasjoner hadde et noe avvikende forhold. Stasjonene BS5 (Vallesverdfjorden), BS6 (Kjøpmannsvik) og BS11 (Kvanneidfjorden) hadde en høyere andel grønnalger enn det som regnes som normalt. Stasjoner med lavere andel rødalger enn det som er vanlig i uforurensede områder var stasjon BS2 og BS4 i Vallesverdfjorden, stasjon BS6 i Kjøpmannsvik og stasjon BS12 i Kvanneidfjorden.



Figur 21. *Antall arter registrert på stasjonene i Blindleia sommeren 2001.*



Figur 22. *Diversitet (Ha) og dominansindeks på stasjonene i Blindleia. I uforurensede områder forventer man høy diversitet og lav dominans.*



Figur 23. *Den relative fordelingen mellom antall rødalger, brunalger og grønnalger på stasjonene i Blindleia.*

5.4.4 Vurderinger

Vallesverdfjorden er et innelukket fjordområde med mange terskler og trange sund som gjør området ekstra sårbart for tilførsler av forurensende stoffer (f.eks næringssalter). Organismesamfunnet på grunt vann hadde relativt få arter og et artsutvalg som må sies å være typisk for indre, beskyttende områder. Men den store mengden opportunistiske, hurtigvoksende påvekstalger tyder også på at fjordområdet har forhøyde næringssaltkonsentrasjoner. Organismesamfunnet var såpass merket av god næringstilgang at dersom mengden tilførsler holdes konstant eller øker, anses det som sannsynlig at det biologiske mangfoldet etterhvert blir ytterligere utarmet og flere arter forsvinner. Samtidig vil mengden og utstrekningen av flytende algetepper ('sly') øke. Med så store mengder påvekstalger som ble observert sommeren 2001, er levevilkårene for flerårige tangplanter dårlige, og det vil være et tidsspørsmål før tangen reduseres i mengde eller forsvinner.

Kjøpmannsvik var i likhet med Vallesverdfjorden preget av mange påvekstalger. Resultatene fra undersøkelsen tyder på at det er en generell belastning i området som gir gode vekstvilkår for opportunistiske, hurtigvoksende alger (indikatorer på eutrofiering). Spesielt indre deler av Kjøpmannsvik, ved brygga, var preget av dette.

Kvanneidfjorden var noe mindre preget av trådformete grønnalger på tangen enn de to andre områdene, men det var likevel mer påvekst enn det man ville forvente i et uforurenset område. I tillegg var det mye havsalat og tarmgrønske som vokste på fjell innimellom tangen.
Stasjon SB10 (referansestasjonen mellom Furøya og Kalvøya), stasjonene BS11 og BS12 i Kvanneidfjorden hadde høy diversitet, høyt artsantall, lav dominans som tyder på friske forhold. Men de relativt store mengdene med opportunistiske grønnalger tyder likevel på at området er svakt overgjødslet. Svake overkonsentrasjoner av næringssalter kan virke gunstig på algesamfunnet og medføre at artsrikheten øker (gjødslingseffekt). Dette underbygges av at stasjonene hadde høyere artsantall og diversitet enn referansestasjonen BS15 som ligger i ytre del av skjærgården.

Tilstanden i Øreslandsdybingen er mindre god, og enhver økning i næringstilgangen vil øke mengden flytende algetepper ('sly') og redusere områdets verdi med hensyn på bading og rekreasjon. Det er ikke grunnlag for å si noe om hvor viktig bidraget fra den private utslippsledningen er.

5.5 Bunnsedimenter og bløtbunnfauna

Resultatene fra sedimentanalysene er vist i **Tabell 7**.

Tabell 7. Sedimentanalyser

Stasjon	Tørrstoff %	Fosfor mg/g	Totalt nitrogen mg/g	Totalt organisk karbon mg/g	<63µm %
Bli01	10.2	0.4	11.6	103.0	90.5
Bli02	14.7	0.9	11.7	104.0	79.6
Bli8A	17.5	0.9	9.4	77.3	60.0
Bli10A	11.5	1.0	12.9	107.0	96.6
Bli11A	12.0	1.1	14.2	115.0	97.8
Bli05	13.8	1.2	12.0	103.0	96.9
Bli13	18.7	1.0	10.1	72.8	94.2
Bli14	14.1	1.1	10.5	93.4	98.1

Sedimentene besto for det meste av silt og leire (partikler mindre enn 63 µm), og hadde uvanlig lave tørrstoffverdier. I alle prøvene var det svært høye verdier av totalt organisk karbon (TOC) og samtlige resultater ligger i tilstandsklasse 5 (se **Tabell 4**). Konsentrasjonen av totalt nitrogen (TN) og fosfor (P) er også høye. Disse høye verdiene skyldes at det var mye grove organiske partikler til stede, som treflis, annet terrestrisk plantemateriale og fragmenter av tang og tare. Også oksygenmangel bidrar til akkumulering av organisk materiale i sedimentet, fordi nedbrytningen hemmes.

Tabell 8 beskriver bunnprøvene som ble innsamlet 8.11.2000. Det ble registrert tilsynelatende død bunn på flere av stasjonene.

Tabell 8. Feltbeskrivelse av bunnprøver fra Blindleia den 8.11.2000

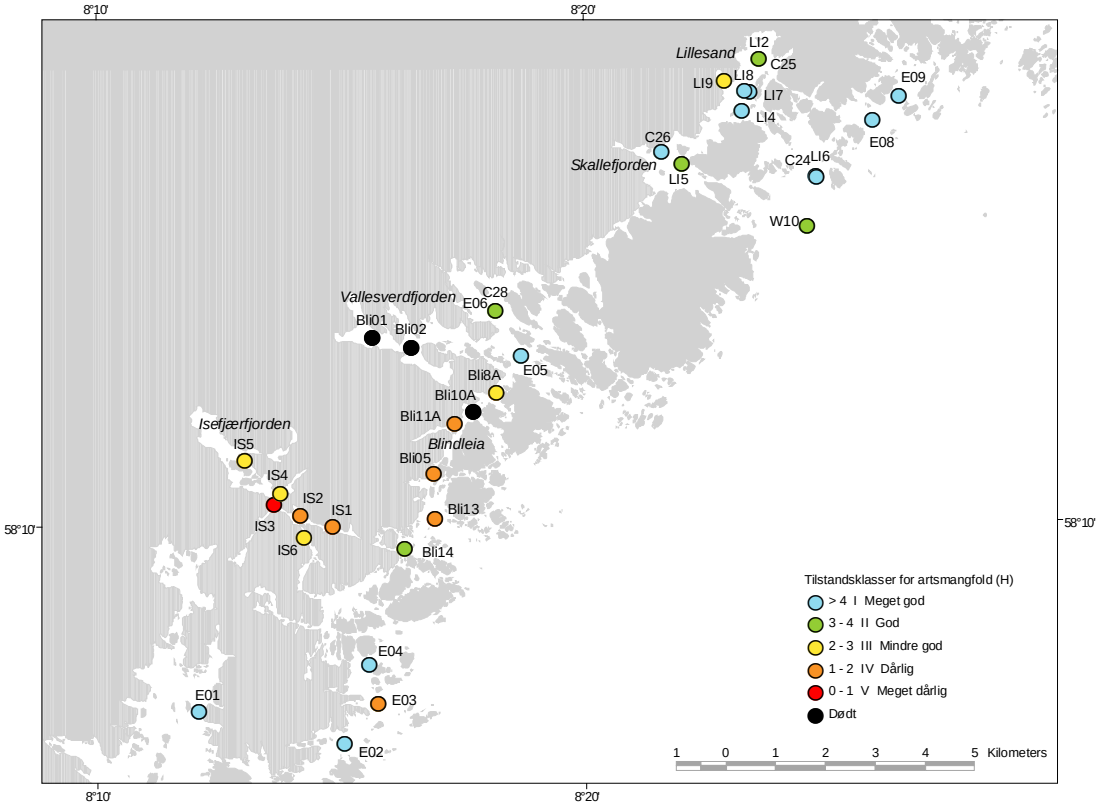
Stasjon	Dyp (m)	Grabb nr.	Prøver	Lukt	Synlige dyr	Sediment
Bli01	30	G1	Fauna	H_2S	Ingen	Svart, svært løst og finkornet sediment
Bli01	29	G2	Fauna TOC/TN	H_2S	Ingen	Som grabb 1
Bli02	36	G1	Fauna TOC/TN	H_2S	Ingen	Ca 2cm svart topplag, brunt sandig sediment under. Noen stein 1-5 cm store
Bli02	36	G2	Fauna	H_2S	Ingen	Som grabb 1
Bli8A	26	G1	Fauna TOC/TN	H_2S	Døde skjell	Gråbrunt, noe klebrig sediment, silt og fin sand.
Bli8A	26	G2	Fauna	H_2S	Døde skjell	Som grabb 1
Bli10A	24	G1	Fauna TOC/TN	H_2S	Ingen	Svarte striper i tynt, gråsvart topplag, mørkt brunt sediment under
Bli10A	24	G2	Fauna	H_2S	Ingen	Som grabb 1
Bli11A	15	G1	Fauna TOC/TN	H_2S	Mark, døde skjell	Ca 2 cm brunt topplag, resten grått, finkornet.
Bli11A	15	G2	Fauna	H_2S	Ingen	Som grabb 1
Bli05	14	G1	Fauna TOC/TN	H_2S	Mark,døde skjell	Mørkt, grålig sediment, finkornet, siltaktig
Bli05	14	G2	Fauna	H_2S	Døde skjell	Som grabb 1
Bli13	31	G1	Fauna TOC/TN	H_2S	Mark,døde skjell	Svarte striper i ca 5 cm mørkt brunt topplag. Mørkebrunt siltig sediment under.
Bli13	31	G2	Fauna	H_2S	Mark,døde skjell	Som grabb 1
Bli14	19	G1	Fauna TOC/TN	H_2S	Mark,sjøstjerner	Ca 2cm brunt topplag, mørkere grått under finkornet silt
Bli14	18	G2	Fauna	H_2S	Mark, Sekkedyr	Som grabb1

Resultatene (**Tabell 9**) viser at stasjonene i Vallesverdfjorden (Bli01 og Bli02) og stasjonen nærmest Kjøpmannsvik (Bli10A) var livløse, mens det på stasjon Bli8A og Bli11A var et fåtall individer i én av de to grabbprøvene fra hver stasjon. Dyrelivet på stasjon Bli05 var også ekstremt fattig. Stasjonene Bli01 og Bli02 ligger i dype partier i Vallesverdfjorden (hhv. 30 og 36 m dyp). Stasjonene Bli8A og Bli10A ligger i de dypeste partiene i Blindleia (hhv. 26 og 24 m dyp). Stasjonene Bli11A og Bli05 ligger på grunnere dyp i Blindleia (hhv. 15 og 14 m). Den fattige eller fraværende faunaen i Vallesverdfjorden og Blindleia skyldes oksygenmangel. Ved feltarbeidet ble det registrert lukt av hydrogensulfid på alle stasjonene, og det var en akkumulering av organisk materiale (treflis, bark, løv og tang- og tarerester) som tyder på at det ikke er nok oksygen til stede til normal nedbrytning. Det var

ingen tegn til annen type forurensning i form av olje, slagg eller søppel. De lave arts- og individtall hos faunaen er typiske trekk for lokaliteter med oksygenmangel. Av de artene som tross alt fantes, er de fleste kjent for å tåle dårlige forhold. Den fattige faunaen i 14-15 m dyp i Blindleia tyder på at oksygenmangelen ikke bare gjør seg gjeldende i de aller dypeste partiene, men også opp til terskeldypnivå eller grunnere.

I Vedlegg C er vist en sammenstilling av resultatene fra Blindleia med resultater fra andre bløtbunnsstasjoner som tidligere er prøvetatt i Lillesand kommune. Med grunnlag i artsmangfold (H) er det laget tilstandskart for bløtbunnsfaunaen (**Figur 24**). Resultatene viser en usedvanlig dårlig faunatilstand (sogar død bunn) i området Vallesverdfjorden-Blindleia-Isefjærfjorden.

For mer omfattende beskrivelser og vurderinger av tilstanden på bløtbunn i Isefjærfjorden, Skallefjorden og nærområdet ved Lillesand, se Kroglund & al. (1999).[2]



Figur 24. Tilstandsklasser for artsmangfold (H) på bløtbunnsstasjoner i Lillesand kommune.

[2] Isefjærstasjonene (IF1, IF2, osv.) er av Kroglund & al. (1999) opprinnelig benevnt som B1, B2, osv.

Tabell 9. Arter og individtall pr. grabb

GRUPPE	FAMILIE	ART/TAKSON	Stasjon: Grabb:	Bli01 G1	Bli01 G2	Bli02 G1	Bli02 G2	Bli8A G1	Bli8A G2	Bli10A G1	Bli10A G2	Bli11A G1	Bli11A G2	Bli05 G1	Bli05 G2	Bli13 G1	Bli13 G2	Bli14 G1	Bli14 G2
Nemertiner		Nemertinea indet							1									10	11
Mangebørstemark	Hesionidae	Ophiodromus flexuosus										19		2	2	3	2	5	1
-"-	Nephtyidae	Nephtys hombergii													1			1	
-"-	Glyceridae	Glycera alba																2	2
-"-	Spionidae	Prionospio cf.steenstrupi																8	6
-"-	Magelonidae	Magelona cf.minuta																1	
-"-	Scalibregmidae	Scalibregma inflatum																5	6
-"-	Capitellidae	Capitella capitata													1		1		1
-"-	Capitellidae	Mediomastus sp																	1
-"-	Polynoidae	Harmothoe sp																	7
-"-	Sigalionidae	Pholoe minuta																4	5
-"-	Phyllodocidae	Phyllodoce cf.groenlandica							1										
Fåbørstemark		Oligochaeta indet										1						1	1
Snegler	Philinidae	Philine scabra							1										1
Muslinger	Thyasiridae	Thyasira flexuosa																1	
-"-	Lasaeidae	Montacuta ferruginosa																	2
-"-	Lasaeidae	Mysella bidentata																3	2
-"-	Scrobiculariidae	Abra nitida										13							
-"-	Corbulidae	Corbula gibba							1								9		
Cumaceer	Diastylidae	Diastylis cornuta																1	
-"-	Diastylidae	Diastylis rathkei																2	
Tifotkreps	Portunidae	Macropipus pusillus																1	
-"-	Processidae	Processa canaliculata							1									2	2
Echiurider		Echiurus echiurus																	7
Sjøstjerner		Asteroidea indet																1	
Kråkeboller	Loveniidae	Echinocardium cordatum																4	30

6. 6. Sammenfattende vurdering av tilstand og av resipientkapasitet

6.1 Tilstand

6.1.1 Belastning med nærings salter og organisk materiale

Basert på tilførsler fra land (kap. 5.1) og vannutskiftningen kan det beregnes stoffbudsjetter for nitrogen og fosfor i resipientenen. Beregningene er utført for sommerhalvåret. Størrelsen av tilførslene vil variere både med nedbør og befolkningens størrelse (betydelig innslag av turister i sommerhalvåret), men bør kunne betraktes som rimelig representative. Fjordområdet tilføres også næringssalter gjennom en varierende vannfornyelse, og på grunnlag av oppholdstid og konsentrasjon av næringssalter er dette bidraget forsøkt beregnet for overflatelaget (her valgt som 0-4 m dyp). Resultatene viser at tilførselen av nitrogen og fosfor fra vannutskiftningen (N-sjø og P-sjø) er vesentlig større enn utslippene fra land (**Figur 25**). Forskjellen er så stor at usikkerheten i tallene er av mindre betydning, men vi vil påpeke at sommerstid med maksimal tilstrømming av ferierende på båter, hytter, campingplasser osv. kan tilførselen fra land (inkludert fra båter) være vesentlig større enn det som figurene viser.

Dypere ned mot terskeldypet vil vannutskiftningen være mindre og tilførselen av næringssalter via vannutskiftningen mindre. Algeveksten her har stor betydning for bl.a. oksygenforholdene i bunnvannet for den enkelte fjordområdene. Men for f.eks. vekst av alger i strandsonen er næringstilgangen i overflatelaget viktigst.

6.1.2 Vannutskiftning

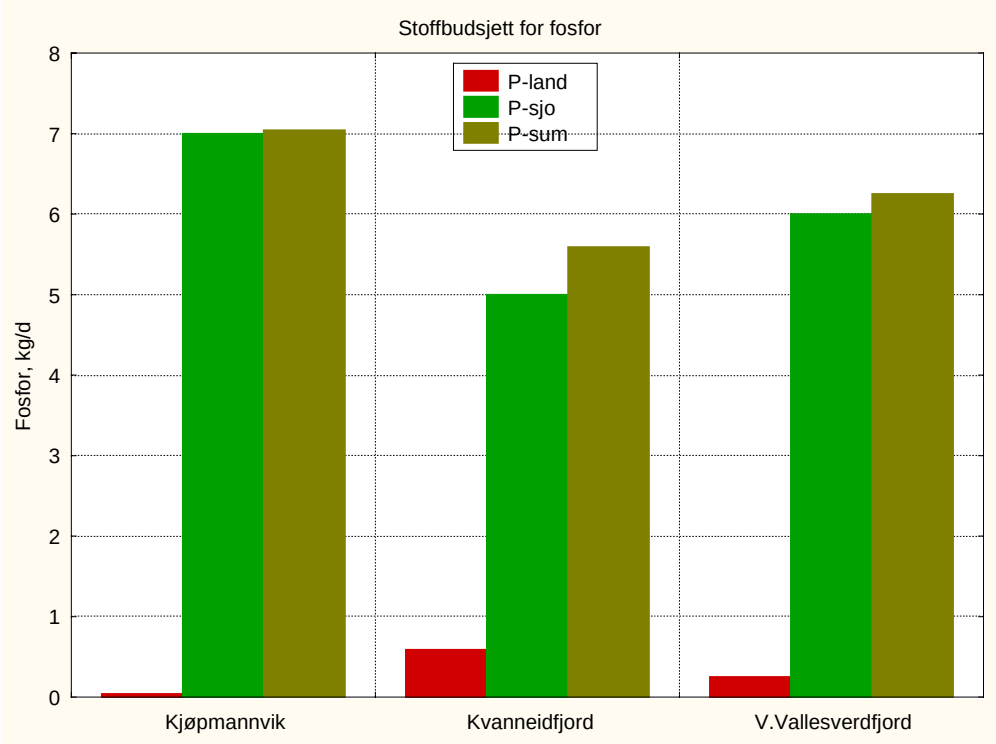
Området er preget av relativt små bassenger, med grunne innløp og relativt dype bassenger innenfor. Innløpene er typisk omkring 15 m dype og ned til 10-15 m dyp tyder målingene på relativt god vannfornyelse. Dypere nede er vannfornyelsen langt mindre og vannmassen sårbar for belastning med oksygenforbrukende materiale. Denne sårbarheten blir også understreket av at vannvolumene er små, som igjen betyr at den ikke inneholder mye oksygen selv når konsentrasjonen er høy. En kort periode med liten vannfornyelse og stort oksygenforbruk kan dermed forårsake vesentlig forverring av tilstanden.

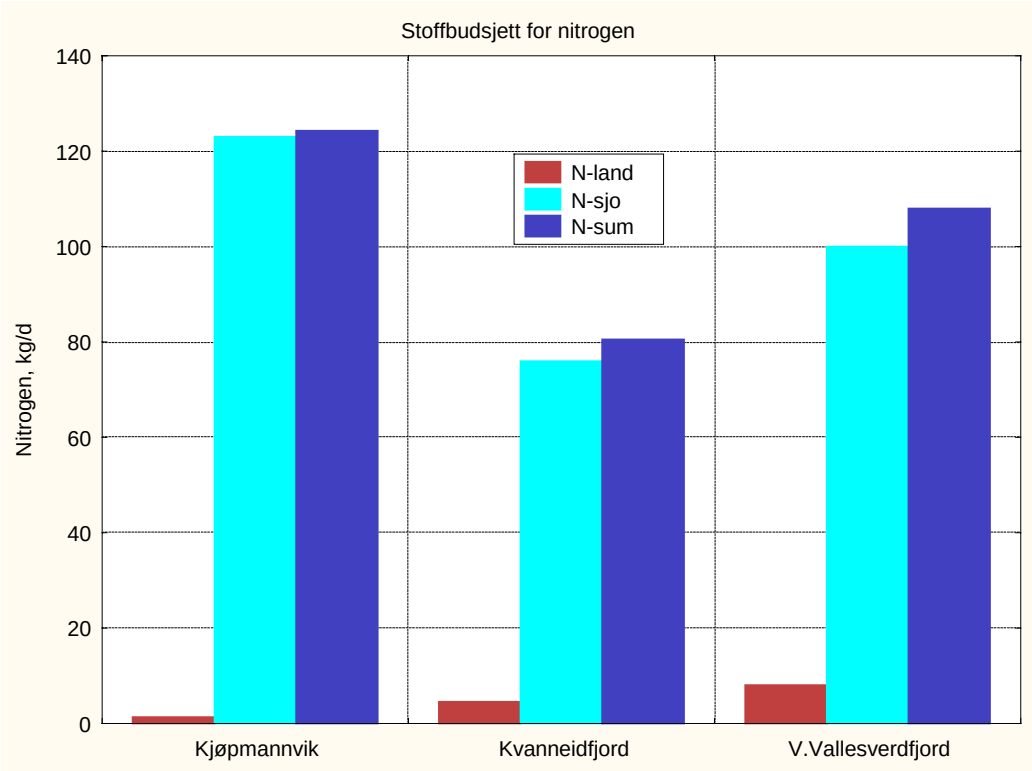
6.1.3 Vannkvalitet

Badevannskvaliteten er bedømt i forhold til helsemyndighetene krav til lavt bakterieinnhold og til godt siktedyp. I forhold til begge kriterier innfridde resultatene kravet til godt badevann med god margin.

Også målingene av næringssalter og av klorofyll *a* viste gjennomgående lave konsentrasjoner, noe som er i samsvar med at tilførslene av næringssalter fra land er relativt små.

Målingene av oksygen i Kjøpmannsvik, Kvanneidfjord, Røynevardsfjorden og i Vestre Vallesverdfjord viste til dels svært varierende forhold. Med unntak for Kjøpmannsvik ble det registrert perioder med Dårlige og Meget dårlige oksygenforhold. I disse bassengene – og sannsynligvis også i Kjøpmannsvik – kan oksygenforbruket være så stort at organismesamfunnene skades eller ødelegges selv etter relativt korte tidsrom med liten vannfornyelse.





Figur 25. Tilførsel av fosfor (øverst) og nitrogen (nederst) til henholdsvis Kjøpmannsvik, Kvanneidfjord og Vestre Vallesverdfjord. Figuren viser både tall for tilførsler fra land (N-land, P-land) (jfr. kap. 5.1) og gjennom vannutskiftningen (N-sjo og P-sjo). Beregningene gjelder sommerhalvåret og for de øverste 4 m av vannsøylen.

6.1.4 Biologiske forhold

Organismesamfunn i strandsonen:
I Vallesverdfjorden var organismesamfunnet så merket av god næringstilgang at dersom mengden tilførsler holdes konstant eller øker, anses det som sannsynlig at det biologiske mangfoldet etter hvert blir ytterligere utarmet og flere arter forsvinner. Med så store mengder påvekstalger som ble observert sommeren 2001, er levevilkårene for flerårige tangplanter dårlige, og det vil være et tidsspørsmål før tangen reduseres i mengde eller forsvinner.

For Kjøpmannsvik tyder resltatene på en generell belastning i området som gir gode vekstvilkår for opportunistiske, hurtigvoksende alger (indikatorer på eutrofiering). Spesielt indre deler av Kjøpmannsvik, ved brygga, var preget av dette.

Kvanneidfjorden var noe mindre preget av trådformete grønnalger på tangen enn de to andre områdene, men det var likevel mer påvekst enn det man ville forvente i et uforurenset område. Men de relativt store mengdene med opportunistiske grønnalger tyder likevel på at området er svakt overgjødslet.

Tilstanden i Øreslandsdybingen er mindre god, og enhver økning i næringstilgangen vil øke mengden flytende algetepper ('sly') og redusere områdets verdi med hensyn på bading og rekreasjon. Det er ikke grunnlag for å si noe om hvor viktig bidraget fra den private utslippsledningen er.

Organismesamfunn i de dype bassengene:
I de dype partiene av VestreVallesverdfjord og i Kjøpmannsvik var bunnen uten liv, og i grunnere partier var faunaen fattig. Det var ingen tegn til forurensning i form av olje, slagg eller søppel og de lave arts- og individtall hos faunaen er typiske trekk for lokaliteter med oksygenmangel.

6.2 Kapasitet for mottak av avløpsvann

Kapasiteten for mottak av avløpsvann (resipientkapasiteten) må vurderes i forhold til

- den tilstand fjordområdene nå har, og
- den målsetting man har for tilstanden i Kjøpmannsvik, Kvanneidfjord og i Vestre Vallesverdfjord.

Med andre ord: En kombinasjon av naturfaglig og forvaltningsmessige vurderinger. Foran i rapporten er tilstanden beskrevet og vi skal her utdype dette noe mer, samt vurdere hvordan endrede utslippsforhold kan påvirke den.

Den viktigste konklusjonen fra undersøkelsene er at Blindleia og Vestre Vallesverdfjord er svært sårbare for tilførsler av næringssalter og organisk stoff. Grunnen til dette er at områdene er svært innelukkede og med liten vannfornyelse.

Vannkvaliteten (badevannskvaliteten) i overflatelaget var god. I strandsonen var imidlertid organismesamfunnet såpass merket av god næringstilgang at dersom mengden tilførsler holdes konstant eller øker, anses det som sannsynlig at det biologiske mangfoldet etter hvert blir ytterligere utarmet og flere arter forsvinner. Dette er en klar beskrivelse av en tilstand med overgjødsling av næringssalter. Denne beskrivelsen blir ytterligere forverret gjennom observasjoner av livløs bunn i deler av bassengene ved Kjøpmannsvik, Vestre Vallesverdfjord og Kvanneidfjord. Disse bassengene er særlig sårbare fordi vannutskiftningen og dermed oksygentilførselen periodevis er svært liten. Nedbrytningen av det organiske materialet (alger) som produseres av næringsaltene eller tilføres fjordområdene gjennom avrenning/direkte utslipp, kan dermed medføre et så stort oksygenforbruk at oksygenforholdene i bassengene periodevis blir kritiske. Fisk og andre mobile organismer kan da trekke unna, mens den faste bunnfaunaen helt eller delvis utryddes – noe som igjen delvis ødelegger næringsgrunnlaget for fisk.

Det er et kanskje et tankekors at tilførslene av næringssalter fra land er betydelig mindre enn det bidraget som kommer med tilførsel av vann fra kystvannet og fra nordøst og sørvest for Blindleia og

Vallesverdfjorden. På den annen side kan de lokale tilførslene (avrenning fra landarealer til bukter og viker innerst i områdene, små og store utslipp til overflata av avløpsvann fra kommunalt ledningsnett og hytter, fra båttrafikk i sommerhalvåret) ha en betydelig større effekt enn størrelsen tyder på. De biologiske undersøkelsene – særlig i strandsonen – viser en tilstand der en økning av næringssalttilførslene (med den følge at også belastningen med organisk materiale og oksygenforbruket øker) må unngås hvis en forverring med ytterligere utarming av det biologiske mangfoldet skal unngås.

6.3 Forslag til videre oppfølging

Denne undersøkelsen er i første rekke en beskrivelse av tilstanden og i mindre grad en inngående konsekvensvurdering med sikte på kvantifisering av nytten av konkrete tiltak. Den gir imidlertid grunnlag for anbefalinger både om tiltak og om videre undersøkelser.

Tiltak for å beskytte vannkvalitet og biologiske samfunn:
Hvis man beslutter at tilstanden i Blindleia og Vallesverdfjorden skal forbedres, må tilførslene av næringssalter og organisk stoff reduseres. Det er neppe mulig å oppnå noen stor reduksjon av den samlede belastningen gjennom lokale tiltak (jfr. **Figur 25**), men noen tiltak vil uten tvil ha nytte:

1. **Framskaffe sikrere tall for belastning med næringssalter i sommerhalvåret**
   I dette tidsrommet kan tilførslene av næringssalter fra kommunalt avløpsvann, som spredte avløp fra hytter og som utslipp fra fritidsbåter være (langt?) større enn de gjennomsnittstallene som nå brukes i tilførselsberegningen.

2. **Samle og rense kommunalt avløpsvann**
   Hermed fjernes også mindre og spredte utslipp til strandsone og overflate, som dermed blir avlastet. Særlig gjelder dette direkte utslipp til bukter/viker med liten vannfornyelse og utslipp til bekker ol. som renner ut til slike områder. Rensing av avløpsvannet vil sikre at tiltak nr. 2 blir mest effektivt, bl.a. ved å redusere mengden næringsalter og organisk stoff og fjerne stoffer som fra et dyputslipp kan flyte til overflata. Hvis ikke avløpsvann kan samles og renses bør avløpsvannet ledes ut på dypt vann slik av det både fjernes fra strandsonen og fra overflatelaget (se også neste punkt).

3. **Lede kommunalt avløpsvann til dyputslipp med innlagring, i god avstand fra strandsonen**
   Dette er en velprøve metode der man oppnår tre fordeler (se **Figur 26**):
   - Avløpsvannet fjernes fra strandsonen og gruntvannsområdene – og områder der folk bader eller leker i strandsonen.
   - Avløpsvannnet innlagres under overflata, noe som sikrer en hygienisk god vannkvalitet og reduserer algeveksten i overflatelaget.
   - Avløpsvannet gis umiddelbart en stor fortynning, og dermed lavere konsentrasjoner av næringssalter.

   Utslippene til Vestre Vallesverdfjord og Kvanneidfjord er lagt ut som dyputslipp, men hittil har det ikke vært mulig å etterprøve om de gir en fordelaktig innlagring av avløpsvannet i sommerhalvåret. Grunnen er at man har manglet opplysninger om den vertikale sjiktningen av sjøvannet. Undersøkelsen har gitt disse opplysningene og vi anbefaler at det nå gjennomføres beregninger av innlagringsdypet, som sommerstid bør være i intervallet 10-15 m. Dette er enkle beregninger til en lav kostnad.

   For det planlagte utslippet ved Kjøpmannsvik er situasjonen litt annerledes enn for Kvanneidfjord fordi passasjen mot sør og sørvest bare er 4-5 m dyp. For å beskytte overflatelaget bør avløpsvannet innlagres på 10-15 m dyp, som betyr at det innlagrede og fortynnede avløpsvannet bare kan ”unnslippe” i en retning - mot nordøst. Utslippet er ikke stort og vi anbefaler at spørsmålet om flytting av utslippet vurderes i sammenheng med hva som oppnås ved innlagring og på grunnlag av resultatene fra en eventuell overvåking.

4. Flytting av utslipp til helt andre deler av skjærgården

Vestre Vallesverdfjord og Blindleia ved Kjøpmannsvik framstår som de to mest sårbare områdene. Fjerning av dagens utslipp til Vallesverdfjord samt videreføring av det planlagte utslipp til Kjøpmannsvik til området sør for Åkerøya vil gi maksimal avlastning mht. kommunalt avløpsvann for disse to områdene. Vi anbefaler imidlertid at spørsmålet om overføring av utslippene til en bedre resipient vurderes etter at man har framskaffet sikrere opplysninger om forurensningsbelastning i sommerhalvåret (foregående punkt) og at dette sees i sammenheng med hva som oppnås ved innlagring.

5. Overvåking av tilstanden

Etter vår oppfatning bør undersøkelsene følges opp, og man kan tenke seg flere ulike formål:

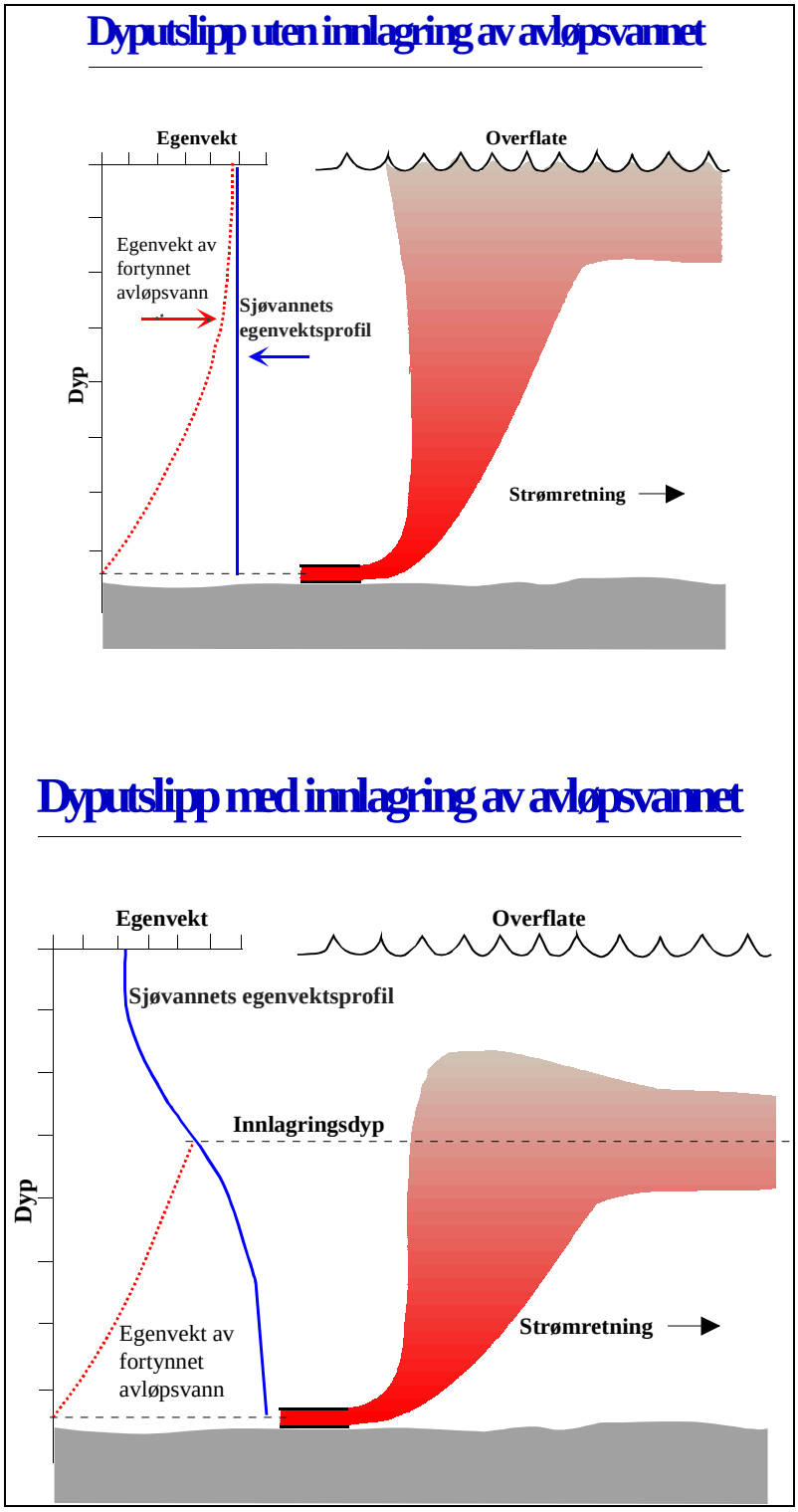
A Overvåking av badevannskvalitet: Bakterier og siktedyp i sommerhalvåret. Dette kan gjøres av Lillesand kommune og kan være en nyttig og nødvendig dokumentasjon av god vannkvalitet i skjærgården. En evt. forverring av vannkvaliteten kan tjene som et varsel om lekkasjer på ledningnett, dyputslipp som ikke fungerer eller utløse et behov for en grundig gjennomgang for å finne årsaker og tiltak for å motvirke utviklingen.

B Overvåking av utviklingen for gruntvannssamfunn og/eller bløtbunnsamfunn på et utvalg av stasjonene som ble brukt i 2000-2001. Gruntvannsundersøkelsene bør i så fall gjennomføres i 2002, og deretter kan fornyet undersøkelse av gruntvanns- og bløtbunnssamfunn gjentas etter 4-5 år. Resultatet av undersøkelsene kan evt. være et grunnlag for å vurdere om utviklingen tilsier at flytting av utslippene er nødvendig. Dette krever god marinbiologisk kompetanse, både mht. metodikk og vurdering av data.

C Beskrivelse av tilstanden i andre deler av skjærgården ved Lillesand: Hvilke områder som dette i så fall bør omfatte må i første rekke avgjøres av Lillesand kommune, men området nord og nordøst for Blindleia er aktuelt. For en beskrivelse av tilstanden bør trolig marinbiologiske undersøkelser og evt. også badevannskvalitet prioriteres. Hvis tiltak vurderes er vannutskiftning og evt. også tilførsler og vannkvalitet aktuelle elementer, jfr. Figur 3.

D Undersøkelser med sikte på å gi beslutningsgrunnlag for konkrete tiltak (stoffbudsjett, beregning av innlagringsdyp, beregning av spredning og fortynning fra utslipp, virkning av tiltak som kan endre gjennomstrømning eller vannutskiftning, osv). Dette krever ofte kompetanse som spenner over flere fagfelt, jfr. Figur 3.

Overvåking av badevannskvaliteten anbefales sterkt. Overvåking som beskrevet under pkt. 5B bør også ha klar nytteverdi. Behovet for undersøkelser som dokumenterer tilstanden i andre deler av skjærgården (pkt. 5C) og for tiltaksrettede undersøkelser (pkt. 5D) må i første rekke vurderes av Lillesand kommune.



Figur 26. Illustrasjon av dyputslipp til sjøvann. Øverste Figur viser en situasjon uten vertikal sjiktning i vannmassen (konstant egenvekt) da avløpsvannet ikke innlagres men når helt til overflate. Nederste Figur viser en situasjon der egenvekten øker med dypet og avløpsvannet blir innlagret.

7. Litteratur

Berge, J.A., Green, N., Rygg, B., 1988. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepsis* langs Sør- Norge i mai-juni 1988. Akutte virkninger på organismesamfunn langs kysten. Datarapport fra NIVA's undersøkelser. Norsk institutt for vannforskning. Rapport L.nr 2182, 165 s.

Bokn, T. 1978. Klasser av fastsittende alger brukt som indikatorer på eutrofiering i estuarine og marine vannmasser. Norsk institutt for vannforskning. Årbok 1978, s. 53-59.

Bokn, T., S. N. Murray, F. E. Moy og J.B. Magnusson 1992. Changes in fucoid distribution and abundances in the inner Oslofjord, Norway: 1974-80 versus 1988-90. Acta Phytogeogr. Suec. 78., 117-124.

Bratli, J.L., Holtan, H. og Åstebøl, S.O., 1995. Miljømål for vannforekomstene. Tilførselsberegninger. Veiledning 95:02. Statens forurensningstilsyn, Oslo. 70 sider.

Dahl, E. og Danielsen, D., 1987. Egnethetsundersøkelser for fiskeoppdrett på Skagerrakkysten. Flødevigen Meldinger. Nr. 6 – 1987. Fiskeridirektoratets Havforskningsinstitutt, Statens Biologiske Stasjon Flødevigen. Arendal. 205 sider + Appendiks.

Fylkesmannen i Aust-Agder, 1993. Forprosjekt: Kanal fra Kirkekilen til Kvanneidfjorden i Høvåg, Lillesand kommune. Undersøkelse av de miljø- og samfunnsmessige konsekvensene ved graving av kanal gjennom "Kassen". Fylkesmannen i Aust-Agder, Miljøvernavdelingen. Arendal. 78 s.

Hurlbert, S.N., 1971. The non-concept of species diversity. Ecology 53, 577-586.

Jacobsen, T. 1995. Undersøkelse av organismesamfunnet i strandsonen i Isefjærfjorden i mai og september 1995. NIVA Rapport L.nr. 3345-95. 28 s.

Kautsky, H. 1991. Influence of eutrophication on the distribution of phytobenthic plant and animal communities. Int. Revue ges. Hydrobiol. 76, 423-432.

Kroglund, T. , E. Dahl og E. Oug 1998a. Miljøtilstanden i Risørs kystområder før igangsetting av nytt renseanlegg. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna. NIVA Rapport L.nr. 3908. 58 s.

Kroglund, T., E. Dahl og E. Oug 1998b. Miljøtilstanden i Tvedestrands kystområder før gangsetting av nytt biologisk renseanlegg. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna. NIVA Rapport L.nr. 3907. 57 s.

Kroglund, T., Oug, E., Dahl, E., 1999. Miljøtilstanden i Lillesands kystområder. Oksygenforhold, hardbunnsorganismer og bløtbunnsfauna. NIVA Rapport L.nr. 4052. 75 s.

Mathieson, A.C. og C.A. Penniman 1991. Floristic patterns and numerical classification of New England estuarine and open coast seaweed populations. Nova Hedwiga 52 (3-4), 453-485.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 sider.

Molvær, J., Kroglund, T. og Rygg, B., 2000. Resipientvurdering for utslipp av kommunalt avløpsvann til Kvanneidfjorden, Øreslandsdybingen, Kjøpmannsvik og Vallesverdfjorden, Lillesand kommune. Prosjektforslag. NIVA. Oslo/Grimstad. 11 sider.

Molvær, J. og Rygg, B., 2001. Resipientvurdering for utslipp av kommunalt avløpsvann til Blindleia, Lillesand kommune. Rapport 1. NIVA-rapport nr. 4337-2001. Oslo. 20 sider.

Molvær, J., Knutzen, J., Magnusson, J., Rygg, B., Skei, J. og Sørensen, J., 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i fjorder og kystfarvann. Statens forurensningstilsyn. Veiledning 97:03. 36 sider.

Pedersen, A., Oug, E., Green, N., 1989a. Oppblomstring av planktonalgen *Chrysochromulina polylepsis*. Gjenvekst av organismesamfunn langs kysten. NIVAs undersøkelser i juni 1989. Hovedrapport. Norsk institutt for vannforskning. Rapport L.nr 2395, 228 s.

Pedersen, A., Wikander, Per Bie, Oug, E., Green, N., 1989b. Invasjon av planktonalgen *Chrysochromulina polylepsis*. Virkninger på organismesamfunn langskysten. NIVAs undersøkelser i november 1988. Norsk institutt for vannforskning. Rapport L.nr 2233, 182 s.

Rygg, B., 1991. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Bløtbunnfaunaundersøkelser 1990. Årsrapport. Norsk institutt for vannforskning. Rapport L.nr 2596, 42 s.

Rygg, B., 1995. Indikatorarter for miljøtilstand på marin bløtbunn. Klassifisering av 73 arter/taxa. En ny indeks for miljøtilstand, basert på innslag av tolerante og ømfintlige arter på lokaliteten. NIVA Rapport L.nr. 3347. 68 s.

Rygg, B., Aure, J., Dahl, E., Green, N., Moy, F., Magnusson, J., Pedersen, A., Walday, M., 1993. Langtidsovervåking av trofiutviklingen i kystvannet langs Sør-Norge. Årsrapport 1991 og Samlerapport 1990-91. Norsk institutt for vannforskning. Rapport l.nr 2827, 100 s.

Shannon, C.E., Weaver, W., 1963. The Mathematical Theory of Communication. University of Illinois Press, Urbana.

Statens helsetilsyn 1994. Vannkvalitetsnormer for friluftsbad. Friluftsbad - badevann. Rundskriv IK-21/94 med vedlegg.

Stigebrandt, A., 1992. Beregning av miljøeffekter i fjorder fra menneskelige aktiviteter. Lærebok for brukere av vannkvalitetsmodellen Fjordmiljø. Statens forurensningstilsyn Oslo/Ancylus Gøteborg. Ancylus rapport nr 9201. 58 sider.

Wikander, P.B., 1986. Egnethetsundersøkelser for havbruk i Aust-Agder fylke. NIVA Rapport L.nr. 1898. 159s.

Wikander, P.B., 1987. Overvåkning av bløtbunnsfaunaen i fjordene ved Lillesand 1983-86. NIVA Rapport L.nr. 2023. 63s.

Vedlegg A.
Vannkjemiske data: Metodebeskrivelse og tabeller

Metoder

Siktedyp:
Siktedypet er målt som det dyp hvor en hvit skive med ca. 25 cm diameter forsvinner av syne fra overflaten. Vannkikkert er ikke brukt.

Temperatur og saltholdighet:
Målt med SensorData STD 202 innstilt på registrering hvert 5 sekund. Måleren registrerer temperatur med en nøyaktighet på ±0.01 °C og saltholdighet med en nøyaktighet på ±0.02.

Oksygen:
Modifisert Winkler-metode.

Fosfor og nitrogen:
Total nitrogen: Intern metode basert på Norsk Standard 4743. Nedre bestemmelsesgrense er 10 µgN/l.
Nitrat: Intern metode basert på Norsk Standard 4545. Nedre bestemmelsesgrense er 1 µgN/l.
Ammonium: Intern metode basert på Norsk Standard 4546. Nedre bestemmelsesgrense er 5 µgN/l.
Total fosfor: Intern metode basert på Norsk Standard 4725. Nedre bestemmelsesgrense er 1 µgP/l.
Fosfat: Intern metode basert på Norsk Standard 4724. Nedre bestemmelsesgrense er 1 µgP/l.
Klorofyll a: Norsk Standard 4767. Nedre bestemmelsesgrense er 1 µg/l.

Termostabile koliforme bakterier:
Norsk Standard 4792.

Observasjoner fra overflata:

STASJON	Sted	DATO	SIKTEDYP	VINDSTYRK	VINDRETN
B1	Kjøpmannsvik	09.05.200	12	3	21
B1	Kjøpmannsvik	21.05.200		3	21
B1	Kjøpmannsvik	08.06.200	8	5	21
B1	Kjøpmannsvik	19.06.200	9	1	21
B1	Kjøpmannsvik	06.07.200	10		
B1	Kjøpmannsvik	18.07.200	8	4	45
B1	Kjøpmannsvik	31.07.200	10	3	30
B1	Kjøpmannsvik	15.08.200	7	1	21
B1	Kjøpmannsvik	29.08.200	9	0	
B1	Kjøpmannsvik	12.09.200	8	4	
B2	Kvanneidfjord	21.05.200		3	20
B2	Kvanneidfjord	08.06.200	10	5	21
B2	Kvanneidfjord	19.06.200	9	1	21
B2	Kvanneidfjord	06.07.200	10	1	
B2	Kvanneidfjord	18.07.200	11	6	45
B2	Kvanneidfjord	31.07.200	13	3	33
B2	Kvanneidfjord	15.08.200	9	1	21
B2	Kvanneidfjord	29.08.200	10	0	
B2	Kvanneidfjord	12.09.200	7	5	
B3	Kvanneidfjord	09.05.200	11	3	21
B3	Røynevardfjord	09.05.200	12	0	
B3	Røynevardfjord	21.05.200		3	20
B3	Røynevardfjord	08.06.200	8	5	21
B3	Røynevardfjord	19.06.200	10	1	21
B3	Røynevardfjord	31.07.200			
B4	Øreslandsdybing	09.05.200	12	0	
B4	Øreslandsdybing	08.06.200	7	4	21
B4	Øreslandsdybing	19.06.200	9	1	21
B5	Akerøy havn	09.05.200			
B5	Åkerøya havn	08.06.200		2	21
B5	Åkerøya havn	19.06.200			
V1	Vallesverdfjord	09.05.200	11	0	
V1	Vallesverdfjord	21.05.200		3	20
V1	Vallesverdfjord	08.06.200	8	6	27
V1	Vallesverdfjord	19.06.200	9	1	21
V1	Vallesverdfjord	19.06.200			
V1	Vallesverdfjord	06.07.200	10	1	
V1	Vallesverdfjord	18.07.200	8	4	45
V1	Vallesverdfjord	31.07.200	10	3	30
V1	Vallesverdfjord	15.08.200	9	1	21
V1	Vallesverdfjord	29.08.200	8	0	
V1	Vallesverdfjord	12.09.200	8	5	

Vannkjemiske målinger:

Stasjon	Dato	Dyp	Temperatur	Salt	Oksygen	Total nitrogen	Nitrat	Ammonium	Total fosfor	Fosfat	Klorofyll	TKB
B1	09.05.2001	1				215	3	4	11	1	1.09	
B1	09.05.2001	16			7.22							
B1	09.05.2001	22			5.69							
B1	21.05.2001	1				205	22	45	12	1	0.99	0
B1	21.05.2001	20			6.83							
B1	08.06.2001	1	10.11	31.54		134	8	4	6	1	1.1	
B1	08.06.2001	16			6.74							
B1	08.06.2001	22			6.65							
B1	19.06.2001	0										
B1	19.06.2001	1	14.83	27.17		180	3	4	9	1	0.52	0
B1	19.06.2001	2	14.58	28.12								
B1	19.06.2001	3	14.42	28.15								
B1	19.06.2001	4	14.08	28.28								
B1	19.06.2001	5	13.64	28.65								
B1	19.06.2001	6	13.35	29.05								
B1	19.06.2001	7	12.98	29.51								
B1	19.06.2001	8	12.81	29.70								
B1	19.06.2001	10	12.43	30.19								
B1	19.06.2001	12	11.93	30.74								
B1	19.06.2001	15	11.03	31.57								
B1	19.06.2001	16										
B1	19.06.2001	18										
B1	19.06.2001	22										
B1	06.07.2001	1				213	5	110	12	4		0
B1	06.07.2001	20			4.7							
B1	18.07.2001	1				170	4	4	6	1		0
B1	18.07.2001	20			4.2							
B1	31.07.2001	0										
B1	31.07.2001	1	16.36	30.91		160	1	4	6	1		

B1	31.07.2001	2	15.23	32.45								
B1	31.07.2001	3	14.64	32.84								
B1	31.07.2001	4	14.40	33.06								
B1	31.07.2001	5	14.45	33.15								
B1	31.07.2001	6	14.41	33.20								
B1	31.07.2001	7	14.40	33.20								
B1	31.07.2001	8	14.28	33.20								
B1	31.07.2001	10	14.14	33.27								
B1	31.07.2001	12	13.92	33.25								
B1	31.07.2001	15	13.75	33.25								
B1	31.07.2001	19										
B1	31.07.2001	20										
B1	15.08.2001	0										
B1	15.08.2001	1	17.81	30.11		176	4	9	17	4	1.6	1
B1	15.08.2001	2	17.16	30.69								
B1	15.08.2001	3	16.75	31.00								
B1	15.08.2001	4	16.40	31.31								
B1	15.08.2001	5	16.25	31.99								
B1	15.08.2001	6	16.08	32.39								
B1	15.08.2001	7	15.98	32.47								
B1	15.08.2001	8	15.88	32.55								
B1	15.08.2001	10	15.55	32.78								
B1	15.08.2001	12	15.23	32.91								
B1	15.08.2001	15	14.84	33.15								
B1	15.08.2001	20	14.32	33.38								
B1	15.08.2001	23										
B1	29.08.2001	1	17.74	24.91							1.4	0
B1	29.08.2001	20			4.3							
B1	12.09.2001	0										
B1	12.09.2001	1	15.01	28.71		180	2	4	9		2	0
B1	12.09.2001	2	14.91	28.95								
B1	12.09.2001	3	15.45	29.27								

B1	12.09.2001	4	15.85	29.46								
B1	12.09.2001	5	15.91	29.49								
B1	12.09.2001	6	15.93	29.57								
B1	12.09.2001	7	15.94	29.64								
B1	12.09.2001	8	15.95	29.70								
B1	12.09.2001	10	16.01	29.90								
B1	12.09.2001	12	16.07	30.28								
B1	12.09.2001	15	16.25	31.03								
B1	12.09.2001	20	15.92	33.00								
B1	12.09.2001	22										
B2	09.05.2001	1	9.88	24.01		230	3	4	11	1	0.94	
B2	09.05.2001	12	7.40	28.35	7.04							
B2	09.05.2001	17			6.71							
B2	21.05.2001	1				180	15	14	11	1	1.1	0
B2	21.05.2001	18			7							
B2	08.06.2001	1				170	25	13	12	3	2.3	
B2	08.06.2001	12	6.75	34.33	6.72							
B2	08.06.2001	17			6.42							
B2	19.06.2001	1	14.60	28.07		200	3	4	10	1	0.54	0
B2	19.06.2001	2	14.47	28.15								
B2	19.06.2001	3	14.50	28.19								
B2	19.06.2001	4	14.47	28.19								
B2	19.06.2001	5	14.39	28.20								
B2	19.06.2001	6	14.30	28.27								
B2	19.06.2001	7	14.30	28.32								
B2	19.06.2001	8	14.32	28.37								
B2	19.06.2001	10	13.66	28.73								
B2	19.06.2001	12	12.82	29.47								
B2	19.06.2001	15	11.93	30.50								
B2	19.06.2001	17										
B2	06.07.2001	1				212	4	52	22	4		0
B2	06.07.2001	17			6.1							

B2	18.07.2001	1				225	1	4	8	1		1
B2	18.07.2001	17			6.3							
B2	31.07.2001	0										
B2	31.07.2001	1	15.70	31.88		235	12	25	47	10		
B2	31.07.2001	2	14.49	32.84								
B2	31.07.2001	3	14.19	33.24								
B2	31.07.2001	4	14.08	33.66								
B2	31.07.2001	5	14.01	33.68								
B2	31.07.2001	6	13.99	33.70								
B2	31.07.2001	7	13.91	33.70								
B2	31.07.2001	8	13.80	33.68								
B2	31.07.2001	10	13.65	33.72								
B2	31.07.2001	12	13.53	33.77								
B2	31.07.2001	15	13.39	33.80								
B2	31.07.2001	17										
B2	15.08.2001	0										
B2	15.08.2001	1				181	14	15	231	4	2.3	0
B2	15.08.2001	2										
B2	15.08.2001	3										
B2	15.08.2001	4										
B2	29.08.2001	1	17.71	26.19							1.2	0
B2	29.08.2001	17			1.76							
B2	12.09.2001	0										
B2	12.09.2001	1	15.31	29.43		190	2	4	10		1.7	0
B2	12.09.2001	2	15.23	29.60								
B2	12.09.2001	3	15.74	29.91								
B2	12.09.2001	4	16.05	30.09								
B2	12.09.2001	5	16.13	30.38								
B2	12.09.2001	6	16.12	30.64								
B2	12.09.2001	7	16.12	30.72								
B2	12.09.2001	8	16.09	30.81								
B2	12.09.2001	10	16.04	30.88								

B2	12.09.2001	12	16.06	30.94								
B2	12.09.2001	13	16.07	30.94								
B3	09.05.2001	32			1.58							
B3	21.05.2001	24			6.76							
B3	08.06.2001	25	6.47	34.29	6.61							
B3	08.06.2001	32			6.39							
B3	19.06.2001	0										
B3	19.06.2001	1	14.68	27.81								
B3	19.06.2001	2	14.32	28.11								
B3	19.06.2001	3	14.13	28.21								
B3	19.06.2001	4	14.04	28.22								
B3	19.06.2001	5	13.96	28.25								
B3	19.06.2001	6	13.86	28.35								
B3	19.06.2001	7	13.73	28.51								
B3	19.06.2001	8	13.47	28.84								
B3	19.06.2001	10	12.67	29.77								
B3	19.06.2001	12	11.85	30.69								
B3	19.06.2001	15	11.17	31.42								
B3	19.06.2001	20	7.73	33.65								
B3	19.06.2001	25	6.71	34.40								
B3	19.06.2001	30	6.66	34.40								
B3	19.06.2001	31										
B3	19.06.2001	32										
B4	09.05.2001	12			7.44							
B4	08.06.2001	10			6.7							
B4	19.06.2001	1										
B4	19.06.2001	1	14.52	28.24								
B4	19.06.2001	2	14.45	28.26								
B4	19.06.2001	3	14.35	28.29								
B4	19.06.2001	4	14.28	28.32								
B4	19.06.2001	5	14.20	28.36								
B4	19.06.2001	6	13.88	28.61								

B4	19.06.2001	7	13.47	28.96								
B4	19.06.2001	8	12.81	29.61								
B4	19.06.2001	10	11.93	30.55								
B4	19.06.2001	12										
B5	09.05.2001											
B5	08.06.2001	1	8.48	33.46		150	19	13	10	3		
B5	19.06.2001	1	14.75	27.88		165	3	4	13	1		
B5	19.06.2001	2	14.26	28.16								
B5	19.06.2001	3	14.02	28.30								
B5	19.06.2001	4	13.84	28.39								
B5	19.06.2001	5										
V1	09.05.2001	1	9.34	23.92		235	7	12	12	2	1.11	
V1	09.05.2001	20	6.13	33.81	3.85							
V1	09.05.2001	28			2.42							
V1	21.05.2001	1				180	46	15	12	4	0.25	0
V1	21.05.2001	20			0							
V1	08.06.2001	1	10.07	31.63		160	1	4	7	1	0.66	
V1	08.06.2001	20	5.94	33.87	5.72							
V1	08.06.2001	28			7.5							
V1	19.06.2001	0										
V1	19.06.2001	1	16.04	27.85		175	3	4	9	1	0.42	0
V1	19.06.2001	2	15.37	28.16								
V1	19.06.2001	3	15.14	28.29								
V1	19.06.2001	4	14.82	28.51								
V1	19.06.2001	5	14.78	28.60								
V1	19.06.2001	6	14.70	28.70								
V1	19.06.2001	7	14.54	28.81								
V1	19.06.2001	8	14.16	28.97								
V1	19.06.2001	10	11.99	31.43								
V1	19.06.2001	12	8.56	32.89								
V1	19.06.2001	15	7.11	33.60								
V1	19.06.2001	20	6.40	33.76								

V1	19.06.2001	25	5.97	33.82								
V1	19.06.2001	27										
V1	19.06.2001	28										
V1	06.07.2001	1				189	4	22	18	4		0
V1	06.07.2001	28			3.7							
V1	18.07.2001	1				165	1	4	7	1		0
V1	18.07.2001	20										
V1	31.07.2001	0										
V1	31.07.2001	1	16.64	31.27		225	8	4	8	1		
V1	31.07.2001	2	15.86	31.53								
V1	31.07.2001	3	15.09	32.11								
V1	31.07.2001	4	14.89	32.22								
V1	31.07.2001	5	14.71	32.43								
V1	31.07.2001	6	14.59	32.51								
V1	31.07.2001	7	14.41	32.59								
V1	31.07.2001	8	14.24	32.68								
V1	31.07.2001	10	13.93	32.76								
V1	31.07.2001	12	13.60	32.73								
V1	31.07.2001	15	11.56	32.58								
V1	31.07.2001	19										
V1	31.07.2001	20										
V1	15.08.2001	1				186	4	9	15	4	1.8	0
V1	29.08.2001	1	17.48	28.27							2.1	0
V1	29.08.2001	28			5.8							
V1	12.09.2001	0	15.78	27.24								
V1	12.09.2001	1	14.61	28.76		200	2	10	10		2.1	0
V1	12.09.2001	2	14.59	28.80								
V1	12.09.2001	3	14.59	28.85								
V1	12.09.2001	4	14.75	29.01								
V1	12.09.2001	5	15.21	29.19								
V1	12.09.2001	6	15.39	29.33								
V1	12.09.2001	7	15.45	29.43								

V1	12.09.2001	8	15.47	29.81								
V1	12.09.2001	10	16.39	31.94								
V1	12.09.2001	12	15.90	32.45								
V1	12.09.2001	15	12.80	32.89								
V1	12.09.2001	20	8.12	33.54								
V1	12.09.2001	23	7.07	33.63								

Vedlegg B. Artsliste og strandsoneregistreringer

Rødalger	**Brunalger**	**Fauna**
Aglaothamnion byssoides	Ascophyllum nodosum	Acmaea sp.
Ahnfeltia plicata	Asperococcus fistulosus	Actiniaria indet.
Audouniella sp.	Asperococcus sp.	Alcyonidium hirsutum
Bonnemaisonia hamifera: sporp.	Chorda filum	Asterias rubens
Callithamnion corymbosum	Chordaria flagelliformis	Balanus sp.
Ceramium rubrum (nodulosum)	Cladostephus spongiosus	Carcinus maenas
Ceramium sp.	Desmarestia aculeata	Ciona intestinalis
Ceramium strictum-gr	Dictyosiphon foeniculaceus	Clava squamata
Chondrus crispus	Ectocarpales indet	Clavelina lepidiformis
Chylocladia verticillata	Ectocarpus fasciculatus	Dynamena pumila
Corallina officinalis	Ectocarpus siliculosus	Echinoidea indet.
Cruoria pellita	Ectocarpus sp.	Electra pilosa
Cystoclonium purpureum	Elachista fucicola	Halichondria panicea
Delesseria sanguinea	Eudesme virescens	Laomedea sp.
Erytrothrichia carnea	Fucus serratus	Leucosolenia complicata
Furcellaria lumbricalis	Fucus vesiculosus	Littorina littorea
Hildenbrandia rubra	Halidrys siliquosa	Littorina obtusata
Osmundia pinnatifida	Laminaria digitata	Littorina saxatilis
Lithothamnion sp.	Laminaria hyperborea	Marthasterias glacialis
Litothamnion glaciale	Laminaria juvenile	Membranipora membranacea
Phyllophora pseudoceranoides	Laminaria saccharina	Metridium senile
Phymatolithon lenormandii	Leathesia difformis	Mytilus edulis
Polyides rotundus	Mesogloia vermiculata	Pomatoceros triqueter
Polysiphonia elongata	Pilayella littoralis	Psammechinus miliaris
Polysiphonia fucoides (nigrescens)	Ralfsia verrucosa	Spirorbis sp.
Polysiphonia sp.	Sargassum muticum	Urticina felina
Polysiphonia stricta (urceolata)	Spermatochnus paradoxus	Tealina felina
Porphyra umbilicalis	Sphacelaria cirrosa	Nassarius nitida - nettsnegl
Rhodomela confervoides	Sphacelaria plumosa	Lithodes maja - trollkrabbe
	Sphacelaria sp.	Chlamys islandica
Grønnalger	Stilophora rhizoides	
Bryopsis plumosa		
Chaetomorpha sp.	**Annet**	
Cladophora rupestris	Marebek	
Cladophora sericea	Zostera marina	
Cladophora sp.		
Codium fragile		
Enteromorpha intestinalis		
Enteromorpha spp.		
Percursaria percursa		
Rhizoclonium sp.		
Spongomorpha aeruginosa		
Spongomorpha centralis		
Spongomorpha sp.		
Ulva lactuca		

Vedlegg C. Faunaparametre på bløtbunnsstasjoner i Lillesand

Stasjon	Lokalitet/Prosjekt	År	Dato	Dyp	Areal	H	ES_{100}	Individ	Ind/m^2	Arter	AI
W10	KYSTOVERV	1990	09-mai-90	107	0.4	3.36	24.41	401	1003	53	7.36
W10	KYSTOVERV	1991	19-mai-91	107	0.4	4.04	30.46	156	390	37	7.42
C24	CHRYSO	1988	17-jun-88	74	0.4	5.04	37.08	385	963	67	7.42
C24	CHRYSO	1988	07-nov-88	74	0.4	5.01	35.6	275	688	49	7.48
C24	CHRYSO	1989	13-apr-89	74	0.4	5.36	41.05	339	848	68	7.41
C24	CHRYSO	1989	16-jun-89	74	0.4	4.81	34.21	305	763	56	7.45
C25	CHRYSO	1988	17-jun-88	50	0.4	3.7	23.14	643	1608	52	7.27
C25	CHRYSO	1988	07-nov-88	42	0.4	2.85	15.8	262	655	24	6.81
C25	CHRYSO	1989	13-apr-89	50	0.4	4.34	29.05	190	475	36	6.56
C25	CHRYSO	1989	16-jun-89	50	0.4	2.04	14.56	703	1758	34	6.89
C26	CHRYSO	1988	17-jun-88	30	0.4	4.7	35.64	138	345	41	6.59
C28	CHRYSO	1988	17-jun-88	40	0.4	3.92	23.95	323	808	37	6.82
E01	EGNETHET	1985	05-jul-85	50	0.3	5.11	37	459	1530	75	7.29
E02	EGNETHET	1985	05-jul-85	50	0.3	4.67	37.4	121	403	41	6.92
E03	EGNETHET	1985	05-jul-85	55	0.3	1.15	9.4	6090	20300	81	6.59
E04	EGNETHET	1985	05-jul-85	40	0.2	4.68	33.7	463	2315	63	7.29
E05	EGNETHET	1985	05-jul-85	45	0.3	4.13	26.9	368	1227	45	6.27
E06	EGNETHET	1985	05-jul-85	40	0.3	3.7	21.3	165	550	26	5.49
E08	EGNETHET	1985	05-jul-85	38	0.3	4.69	32.3	666	2220	76	7.10
E09	EGNETHET	1985	05-jul-85	42	0.3	4.69	29.7	415	1383	50	7.06
LI2	LILLESAND	1983	30-jun-83	35	0.5	3.51	20.43	860	1720	45	5.96
LI2	LILLESAND	1985	04-jul-85	36	0.5	4.25	25.82	1766	3532	78	6.94
LI2	LILLESAND	1986	01-jul-86	41	0.5	4.61	28.95	1303	2606	82	6.87
LI4	LILLESAND	1983	30-jun-83	87	0.5	4.05	24.01	810	1620	52	6.63
LI4	LILLESAND	1985	04-jul-85	87	0.5	3.95	26.66	2964	5928	98	7.21
LI4	LILLESAND	1986	01-jul-86	86	0.5	4.7	30.58	1272	2544	80	6.62
LI5	LILLESAND	1983	30-jun-83	74	0.5	2.46	16.38	196	392	23	4.66
LI5	LILLESAND	1985	04-jul-85	60	0.5	3.3	19.23	268	536	30	5.78
LI5	LILLESAND	1986	01-jul-86	57	0.5	4.43	32.62	530	1060	67	7.17
LI5	LILLESAND	1996	29-nov-96	73	0.4	2.59	-	56	140	9	6.76
LI6	LILLESAND	1983	30-jun-83	76	0.5	4.63	29.41	592	1184	53	6.91
LI6	LILLESAND	1985	04-jul-85	73	0.5	5.17	37.18	907	1814	97	7.66
LI6	LILLESAND	1986	01-jul-86	72	0.5	4.54	33.277	538	1076	70	7.13
LI7	LILLESAND	1983	30-jun-83	20	0.5	4.37	26.51	553	1106	46	5.92
LI8	LILLESAND	1996	29-nov-96	56	0.4	4.51	27.63	1462	3655	78	6.93
LI9	LILLESAND	1996	29-nov-96	11	0.2	2.99	18.66	1408	7040	55	6.70
IS1	ISEFJÆR	1993	12-jan-93	4	0.09	1.66	10.73	354	3933	20	3.66
IS1	ISEFJÆR	1998	02-jun-98	4	0.09	1.92	14.53	353	3922	23	3.82
IS2	ISEFJÆR	1993	12-jan-93	8	0.09	1.77	6.17	328	3644	12	4.18
IS2	ISEFJÆR	1998	02-jun-98	8	0.09	1.74	7.59	426	4733	13	3.88
IS3	ISEFJÆR	1993	12-jan-93	10	0.045	0	-	0	0	0	0.00
IS3	ISEFJÆR	1998	02-jun-98	10	0.045	0.97	6.77	490	10889	15	5.36
IS4	ISEFJÆR	1993	12-jan-93	5	0.045	2.77	-	89	1978	15	5.27
IS4	ISEFJÆR	1998	02-jun-98	5	0.045	3.13	16.31	238	5289	22	5.00
IS5	ISEFJÆR	1993	12-jan-93	8	0.045	1.65	6.11	174	3867	7	3.80
IS5	ISEFJÆR	1998	02-jun-98	8	0.045	2.49	10.51	205	4556	12	4.70
IS6	ISEFJÆR	1993	12-jan-93	7	0.045	2.51	-	90	2000	15	5.02
IS6	ISEFJÆR	1998	02-jun-98	7	0.045	1.53	10.65	500	11111	20	4.92
Bli01	BLINDLEIA	2000	08-nov-00	30	0.2	0	-	0	0	0	0.00
Bli02	BLINDLEIA	2000	08-nov-00	36	0.2	0	-	0	0	0	0.00
Bli8A	BLINDLEIA	2000	08-nov-00	26	0.2	2.3	-	5	25	5	3.92
Bli10A	BLINDLEIA	2000	08-nov-00	24	0.2	0	-	0	0	0	0.00
Bli11A	BLINDLEIA	2000	08-nov-00	15	0.2	1.14	-	33	165	3	4.23
Bli05	BLINDLEIA	2000	08-nov-00	14	0.2	1.25	-	6	30	3	4.02
Bli13	BLINDLEIA	2000	08-nov-00	31	0.2	1.23	-	15	75	3	3.34
Bli14	BLINDLEIA	2000	08-nov-00	19	0.2	3.64	20.34	137	685	23	4.63

Kilder: KYSTOVERV (Rygg 1991; Rygg & al. 1993); CHRYSO (Berge & al. 1988; Pedersen & al. 1989a,b); EGNETHET (Wikander 1986); LILLESAND (Wikander 1987; Kroglund & al. 1999); ISEFJÆR (Fylkesmannen i Aust-Agder 1993; Kroglund & al. 1999).