

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

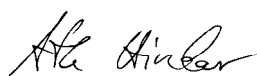
9296 Tromsø
Telefon (47) 77 75 03 00
Telefax (47) 77 75 03 01

Tittel Vannøkologisk status og resipientkapasitet i Øvre Otra med reguleringsmagasiner i forbindelse med avløp fra økt hyttebygging.	Løpenr. (for bestilling) 4646-2003	Dato 4. april 2003
	Prosjektnr. Undernr. O-21808	Sider Pris 48
Forfatter(e) Atle Hindar, Stein W. Johansen, Torleif Bækken og Pål Brettum	Fagområde Eutrofi-ferskvann	Distribusjon
	Geografisk område Aust-Agder	Trykket NIVA

Oppdragsgiver(e) Bykle kommune	Oppdragsreferanse Brev av 29.10.01 (Sørlandskonsult)
-----------------------------------	--

<p>Sammendrag</p> <p>Bykle kommune planlegger en større utbygging av hytte- og turistanlegg mellom Hartevatn og Løyningsåni med hyttebebyggelse på begge sider av Otra. Utbyggingen vil medføre 3000 pe til et renseanlegg med mekanisk/kjemisk primærfelling og eksisterende hytter vil bli koplet på. Øvre Otra like nedstrøms Hartevatn er regulert og det er sterkt redusert vannføring. Bykle kommune er derfor interessert i å finne fram til andre egnede resipienter, f.eks. reguleringsmagasinene vest for Otra. Økologisk status i Hartevatn, Vatndalsvatn, Botsvatn og øvre deler av Otra (oppstrøms Bykle) er bestemt eller indikert. Resipientkapasitet og endringer i næringsstofftilførsler som følge av utbyggingsplanene er beregnet. Vatndalsvatn er et godt alternativ som resipient.</p>
--

<p>Fire norske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Vannkjemi Økologisk status Resipientkapasitet Avløp 	<p>Fire engelske emneord</p> <ol style="list-style-type: none"> Water chemistry Ecological status Resipient capacity Discharge
---	--



Atle Hindar
Prosjektleder

Brit Lisa Skjelkvåle
Forskningsleder

Nils Roar Sælthun
Forskningsjef

**Økologisk status og resipientkapasitet i Øvre Otra
med reguleringsmagasiner i forbindelse med avløp
fra økt hyttebygging**

Forord

I brev fra Sørlandsconsult AS av 15. august 2001 bes det om et programforslag for resipientundersøkelse i forbindelse med utslippstillatelse for midtregionen i Bykle kommune, dvs. området mellom Hartevatn og Hoslemo. NIVA leverte prosjektforslag den 31. august 2001. Programmet ble noe revidert etter møte i Bykle Rådhus den 22. oktober 2001.

Sørlandskonsult har oversendt data om tilførsler til de ulike resipienter, mens NIVA har analysert effekten av eksisterende og mulige utslipp av fosfor, nitrogen, organisk stoff og bakterier. Sørlandskonsult har også skaffet data om regulering av magasinene og minstevannføringer.

Mye av feltarbeidet er gjennomført av Trygve Gjerden og Kjell Atle Thorbjørnsen i Bykle kommune. Rolf Høgberget fra NIVA var med på første prøvetakingsrunde i oktober og ga nødvendig instruksjon.

Alle vannkjemiske og biologiske prøver er analysert av NIVA, mens bakterieprøver er analysert ved AnalyCen i Arendal.

Arne Rønholt har vært kontaktperson i Sørlandskonsult.

Grimstad, 4. april 2003

Atle Hindar

Innhold

Sammendrag	7
1. Bakgrunn	8
2. Lokalteter og hydrologi	9
3. Vannøkologisk og hygienisk status	11
3.1 Vannkjemi og bakteriologi	11
3.1.1 Stasjonsvalg og analyser	11
3.1.2 Resultater vannkjemi og klorofyll	12
3.1.3 Resultater bakteriologi	15
3.2 Planteplankton i innsjøene	16
3.2.1 Botsvatn	16
3.2.2 Vatndalsvatn	16
3.2.3 Hartevatn	17
3.3 Vannvegetasjon og bunndyr i Øvre Otra	19
3.3.1 Materiale og metoder	19
3.3.2 Generelt om begroing	20
3.3.3 Generelt om bunndyr	21
3.3.4 Resultater begroing	22
3.3.5 Resultater bunndyr	26
4. Forurensningsbelastning	30
4.1 Tilførselsdata	30
4.2 Nåværende belastning	30
4.3 Framtidig belastning	30
5. Resipientkapasitet	32
5.1 Fosforbelastningsmodell	32
5.2 Kritiske fosfornivåer	33
5.3 Resipientkapasitet	33

6. Anbefalinger	34
7. Referanser	35
Vedlegg A. Vannkjemi	36
Vedlegg B. Planteplankton	39
Vedlegg C. Vannvegetasjon	43
Vedlegg D. Bakteriologi	47
Vedlegg E. SFTs klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann	48

Sammendrag

Bykle kommune planlegger en større utbygging av hytte- og turistanlegg mellom Hartevatn og Løyningåni med hyttebebyggelse på begge sider av Otra. Hyttene på de nye feltene vil få høy standard med fullt utbygd sanitæranlegg. Det planlegges et renseanlegg i tilknytning til utbyggingen. Mange hytter i allerede eksisterende hyttefelt i nærliggende områder vil også knytte seg til dette renseanlegget. Det antas at utbyggingen vil medføre 3000 pe til renseanlegget. Renseanlegget planlegges med mekanisk/kjemisk primærfelling. Øvre Otra like nedstrøms Hartevatn er sterkt regulert og det er sterkt redusert vannføring. Bykle kommune er derfor interessert i å finne fram til andre egnede resipienter, f.eks. reguleringsmagasinene vest for Otra.

NIVAs anbefalinger bygger kun på de beregninger og vurderinger som er gjort av økologisk status i Hartevatn, Vatndalsvatn, Botsvatn og øvre deler av Otra (oppstrøms Bykle). Resipientkapasitet og endringer i næringsstofftilførsler som følge av utbyggingsplanene er beregnet.

Vi har vurdert den økologiske statusen som svært god i Hartevatn. Vannkjemiske og biologiske forhold viser svært næringsfattige samfunn her og i de to andre reguleringsmagasinene. Status er trolig ikke vesentlig annerledes enn situasjonen ville vært uten menneskeskapt tilførsler. I Otra, både i tilløp Hartevatn og på strekningen Hartevatn-Stavenesbrua, er også status god.

Resipientkapasiteten er ikke overskredet i noen av lokalitetene, men minstevannføringsbestemmelsene i Otra på hele strekningen er satt svært lavt. Det medfører at en ved en så stor utbygging som det her er snakk om bør søke etter andre resipienter enn Otra. Bykle kommune har tatt konsekvensen av dette, og søker om å utnytte Vatndalsvatn og dermed også Botsvatn til formålet.

Beregningene viser at en teoretisk sett får en mindre totalbelastning av fosfor ved bruk av et planlagt kjemisk renseanlegg. Selv om beregningene kunne friste til direkte utslipp i Otra, vil vi ikke anbefale dette fordi uhell eller dårlig drift kan gi en større tilførsel i perioder. Dette taler for at anleggets avløp går til Vatndalsvatnet. Med den marginale endringen vi har beregnet i fosforkonsentrasjon her og i Botsvatn er dette helt klart et godt alternativ.

1. Bakgrunn

Bykle kommune planlegger en større utbygging av hytte- og turistanlegg mellom Hartevatn og Løyningåni med hyttebebyggelse på begge sider av Otra. Hyttene på de nye feltene vil få høy standard med fullt utbygd sanitæranlegg. Det planlegges et renseanlegg i tilknytning til utbyggingen. Mange hytter i allerede eksisterende hyttefelt i nærliggende områder vil også knytte seg til dette renseanlegget. Det antas at utbyggingen vil medføre 3000 pe til renseanlegget. Renseanlegget planlegges med mekanisk/kjemisk primærfelling. Øvre Otra like nedstrøms Hartevatn er sterkt regulert og det er sterkt redusert vannføring. Bykle kommune er derfor interessert i å finne fram til andre egnede resipienter, f.eks. reguleringsmagasinene vest for Otra.

Otra har vært undersøkt i ulike sammenhenger gjennom en årrekke. Temaer har vært forsuring, kraftregulering, industriutslipp (nedre del), resipientkapasitet og tilgroing, se oversikt i Kaste og Håvardstun (1998). Hindar m.fl. (1990) vurderte resipientkapasiteten i Hartevatn i forbindelse med utslipp fra Hovdenområdet. Kaste og Håvardstun (1998) rapporterte data fra Hartevatn og Midtregionen i forbindelse med rullerende overvåking på oppdrag fra kommunene Bykle, Valle, Bygland, Evje og Hornnes, samt Iveland. Bækken og Romstad (2001) vurderte resipientforholdene i Otra i forbindelse med planlagt utbygging av turistsenter ved Ørnefjell mellom Hartevatn og utløp Løyningåni.

Fra Hindar m.fl. (1990): "Data for vannkvalitet, planteplankton og bunndyr viser klart at Hartevatn fortsatt er svært næringsfattig. Det ble ikke funnet tegn som tyder på betenkelig belastning fra Hovdenområdet eller det sparsomme jordbruket som drives i nedbørfeltet til Hartevatn. Nåværende tilførsler av fosfor uten rensing ved Hovden renseanlegg ville gi akseptable forhold i Hartevatn. Det tas forbehold om helt lokale forurensningsulemper ved utslippsstedet. Bunndyrsamfunnet i Hartevatn er klart påvirket av reguleringsinngrepene." Undersøkelsene til Kaste og Håvardstun (1998) bekreftet dette generelle inntrykket av Hartevatn.

Fra Bækken og Romstad (2001): "Øvre Otra ved utløpet av Hartevatn har lav resipientkapasitet. Forurensningstilførslene fra renseanlegget kan i perioder med minstevannføring medføre øket uønsket algebegroing og høye konsentrasjoner av tarmbakterier (TKB). For å øke resipientkapasiteten anbefales det å øke minstevannføring i perioder med full belastning på renseanlegget. Alternativt kan avløpet ledes til en sterkere resipient. Under naturlige vannføringsforhold ville ikke forurensningen fra renseanlegget skapt vesentlige forurensningsproblemer."

Dette resultatet danner noe av bakgrunnen for denne undersøkelsen, blant annet ønsker en å finne fram til om Vatndalsmagasinet og Botsvatn er egnet som resipient for avløpet fra dette renseanlegget. I tillegg ønsker en å finne ut om Otra på strekningen Berdalsbru-Hoslemo kan ta imot avløpsvann etter enkel rensing fra spredt bebyggelse.

Målsettingen med undersøkelsen er også å finne ut i hvilken grad det har skjedd en vannkjemisk og biologisk endring i Hartevatn i løpet av de drøyt 10 år som er gått siden NIVA gjorde tilsvarende undersøkelser. Det gis anbefalinger knyttet til forholdet mellom nåværende resipientkapasitet og planlagt belastning. Den økologiske status i elveavsnitt og innsjøer danner grunnlag for å vurdere sårbarhet og kan være basis for en framtidig overvåkingsundersøkelse.

2. Lokalteter og hydrologi

I denne rapporten behandles innsjøer/reguleringsmagasiner og elveavsnitt i øvre deler av Otra, se oversikten i **Tabell 1**. Tilløpet til Hartevatn er stekt redusert ved at avrenningen fra nesten halvparten av det 459 km² store nedbørfeltet, tilsvarende 241 mill. m³/år er overført til Vatndalsvatn via Store Førsvatn. Mye av dette tas direkte fra oppstrøms beliggende Sæsvatn og Breidvatn, men også direkte fra Hartevatn. Dette gir grovt en dobling av vannets teoretiske oppholdstid i Hartevatn.

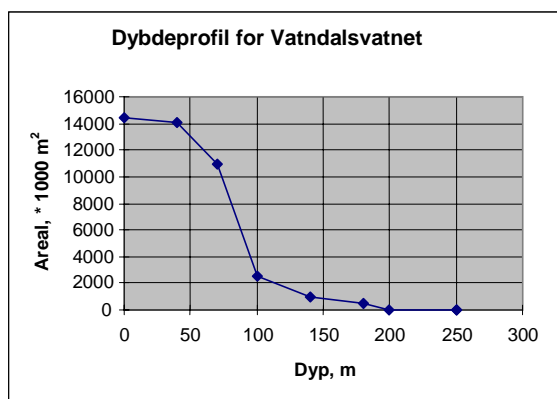
Tabell 1. Data for lokaliteter som behandles i denne undersøkelsen. Data er fra Agder Energi v/Ole Morten Egeland, Hindar m.fl. (1990) og NVEs nettsider (www.nve.no).

Lokalitet	Middeldyp m	Reg.høyde m	Volum mill. m ³	Årlig tilsig mill. m ³	Tilsig tatt vekk mill. m ³	Opph.tid nå år
Hartevatn	10,7	1,6	45,6	612,7	241	0,16
Vatndalsmagasinet*		140	1150			1
Botsvatn*		56	296			0,25

* gjelder reguleringsmagasinet

Lokalitet/periode	Minstevannføring m ³ /s
Otra utløp Hartevatn	
15.juni-15.sept.	2,0
15.sept.-15.juni	0,5
Otra ved Hoslemo	
15.juni-15.sept.	4,0
15.sept.-15.juni	2,0

Reguleringshøyden er 1,6 meter i Hartevatn, men langt større i de to hovedmagasinene Vatndalsvatn og Botsvatn. Det er opplyst at oppholdstiden for selve reguleringsmagasinet, dvs. den delen av magasinet som ligger mellom høyeste og laveste regulerte vannstand, er hhv. 1,0 og 0,25 år i de to hovedmagasinene. Reguleringsmagasinet i Vatndalsvatn utgjøres av de øverste 140 meter og er på 1150 mill. m³. De øverste 40 m utgjør 50% av magasinvolumet. Under forutsetning av at vannets største dyp er på 200 m, er det konstruert en kurve (**Figur 1**) som viser areal-dypprofilen til hele Vatndalsvatnet. En beregning som er utført med dette som grunnlag gir en teoretisk oppholdstid på 1,09 år, som er noe lengere enn for magasinet alene.

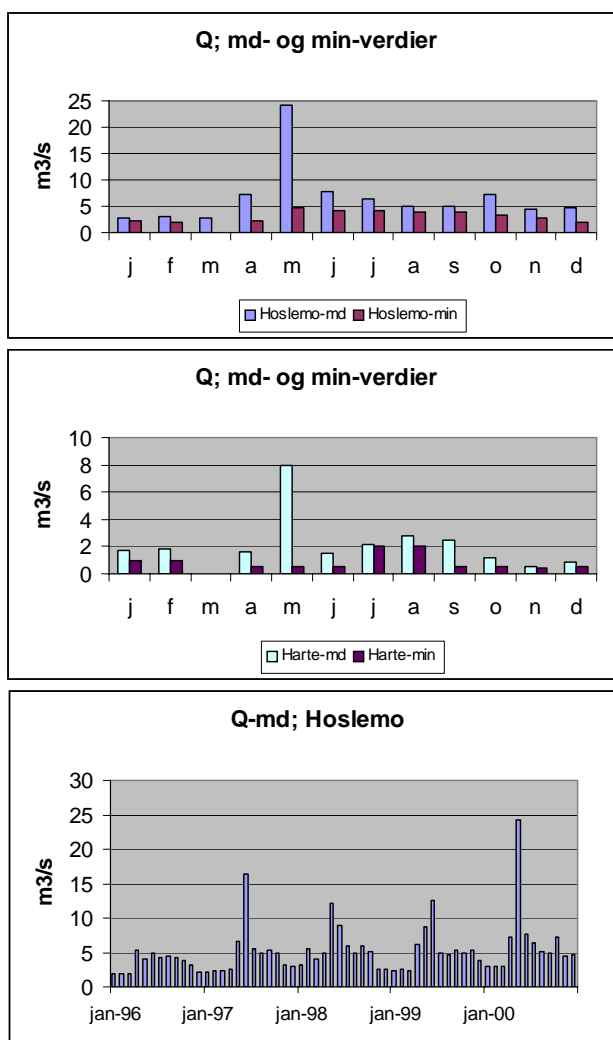


Figur 1. Konstruert areal-dypprofil (hypsografisk kurve) for Vatndalsvatnet. Overflatearealet er 14,4 km² (14400*1000 m²).

For naturlig vannføring før regulering og beregnet regulert vannføring er det hentet data fra "3074 skjønn øvre Otra, Redegjørelse nr. 4., Utbyggingsvirkninger på strekningen Hartevatn-Sarvsfossen, Datert 25. mars 1980" (Ræstad og Østvold 1980).

Ved reguleringen ble det fastlagt minstevannføring på $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$ ut i Otra fra Hartevatn i vinterperioden fra 15. september til 15. juni. Om sommeren skal minstevannføringen her være $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$. Ved Hoslemoen vannmerke, etter innløp av blant annet Geiskeliåni, Løyningåni og Tveråni, skal minstevannføringen være $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ fra snøsmeltingen begynner til 15. oktober. Fra 15. oktober til snøsmeltingen begynner skal minstevannføringen her være $2,0 \text{ m}^3/\text{s}$.

Bækken og Romstad (2001) har presentert data som viser endringer i vannføringsregime på denne strekningen av Otra etter reguleringen. Her er tatt med middel- og minimumsverdier for Otrastasjonene ved utløp Hartevatn og ved Hoslemo (**Figur 2**) for å vise at vannføringen over året ved begge stasjoner ligger nært opp til de konsesjonsbestemte minimumsgrensene. Minstevannføringsregimet må derfor betraktes som generelle nivåer for vannføringen.



Figur 2. Månedsmiddel (md)- og -minimums (min)-verdier for døgnvannføring for Otra-stasjonene ved utløp Hartevatn og ved Hoslemo for år 2000 (øverst) og perioden 1996-2000 (nederst; bare Hoslemo). Vannføringen ligger nær konsesjonsgrensene for minimumsvannføring. Unntak er under snøsmeltingen i mai-juni da vannføringen som regel 2-5-dobles.

3. Vannøkologisk og hygienisk status

3.1 Vannkjemi og bakteriologi

3.1.1 Stasjonsvalg og analyser

Stasjonsvalg og undersøkelsesopplegg er gitt i **Tabell 2**, og kart over området er vist i **Figur 3**. Alle vannkjemiske analyser er utført etter standard analysemetoder på NIVA, mens de bakteriologiske prøvene er utført ved AnalyCen i Arendal.

Tabell 2. Oversikt over stasjoner og planlagt undersøkelsesopplegg* for vannkjemi og bakteriologi.

St. navn	St.nr.	UTM ØV-NS	Vannkjemi**		Bakteriologi
			Serie	Frekv ggr/år	
Otra, Hartev.ut	1	4085-65995	a	12	x
Otra, Steinsland	2	4098-65926	a	12	x
Otra, Stavenes bru	4	4072-65814	a	12	x
Otra, Hartev.inn	5	4074-66030	a	12	x
Hartevatn, hovedst.***	6	4071-66015	b	6	x
Hartevatn, badestrand	7	4075-66028		6	x
Vatndalsmag.	8	4068-65926	b	3	
Botsvatn	9	4012-65800	b	3	

*Det gjennomførte opplegget for vannkjemi og bakteriologi fulgte ikke planen på alle punkter, se resultatkapittelet.

**Vannkjemi serie a) tot P, tot N; b) pH, turbiditet, farge, tot P, tot N, nitrat, klorofyll-a

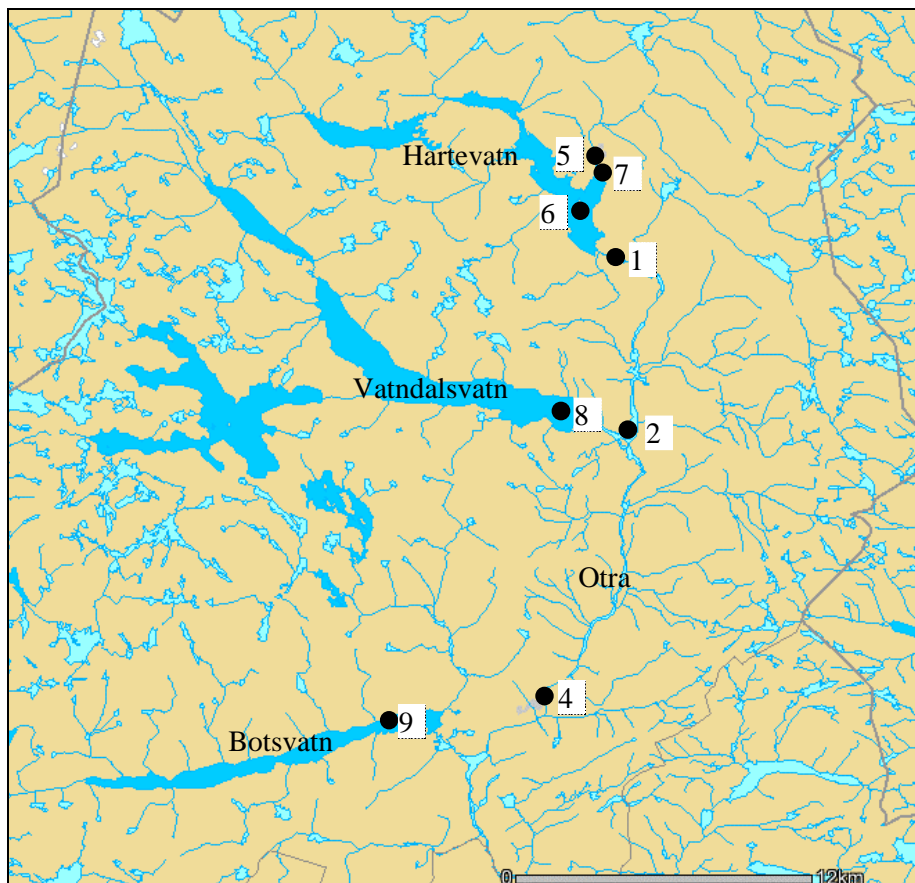
*** Ved slutten av sommerstagnasjonen (i september), tas det en vertikal prøveserie for vannkjemi bestående av 5 prøver jevnt fordelt med dypet. Dypeste prøve tas ca 10 m over bunnen. Disse prøvene analyseres på total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, nitrat, ammonium, samt oksygen.

Hartevatn

Det ble tatt vannkemiske prøver i Hartevatn fra sjiktet 0-10m hver måned fra mai 2002 til og med oktober 2002 med unntak av juli måned (totalt fem ganger). Prøvene er analysert på pH, turbiditet, farge, total fosfor, total nitrogen, nitrat, klorofyll-a, og kvantitativt planteplankton. I felt er det målt farge og siktedyp. Etter oppsatt plan skulle det vært tatt bakterieprøver fra overflatelaget og fra badestrand ved renseanlegget, men det ble kun tatt bakterieprøver to ganger (august og september) i Hartevatn og ingen fra badestranden i løpet av prøveperioden. Ved slutten av sommerstagnasjonen skulle det vært tatt en vertikal prøveserie bestående av 5 prøver jevnt fordelt med dypet. Det ble imidlertid bare tatt en blandprøve (0-10 m) den 30. september 2002. Prøvene ble analysert på total fosfor, ortofosfat, total nitrogen, nitrat, ammonium. Oksygenprøver fra alle dyp ble tatt 1. oktober.

Otra

Ved følgende fire stasjoner: innløpet til Hartevatn (Otra), utløpet av Hartevatn, Steinsland ca. 7 km nedstrøms Hartevatn og ved Stavenes (ovenfor Bykle sentrum) er det tatt prøver totalt åtte ganger (fra oktober 2001 til oktober 2002). Det ble ikke tatt prøver i vintermånedene og i juli. Prøvene ble analysert for total fosfor og total nitrogen. Det ble tatt prøver for analyse av bakterier totalt sju ganger fra disse fire stasjonene. På strekningen Hartevatn-Berdalsbru ble det foretatt en befaring i slutten av september 2002, hvor det ble tatt prøver av algebegroing, moser, makrovegetasjon og bunndyr ved 4 stasjoner.



Figur 3. Kart over prøvetakingsstasjonene for vannkjemi (kartgrunnlag fra NVE Atlas). Stasjon 5 og 7 er ved Hovden, mens stasjon 4 er nord for Bykle sentrum.

Vatndalsvatn og Botsvatn

Her ble det gjennomført en forenklet undersøkelse (reduisert hyppighet). I innsjøene ble det tatt blandprøver fra sjiktet 0-10m i oktober 2001, samt juni og september 2002. I felt ble det målt siktedyp i Botsvatn i 2002. Prøvene ble analysert mht. pH, turbiditet, farge, total fosfor, total nitrogen, nitrat, klorofyll-a, og kvantitativt planteplankton.

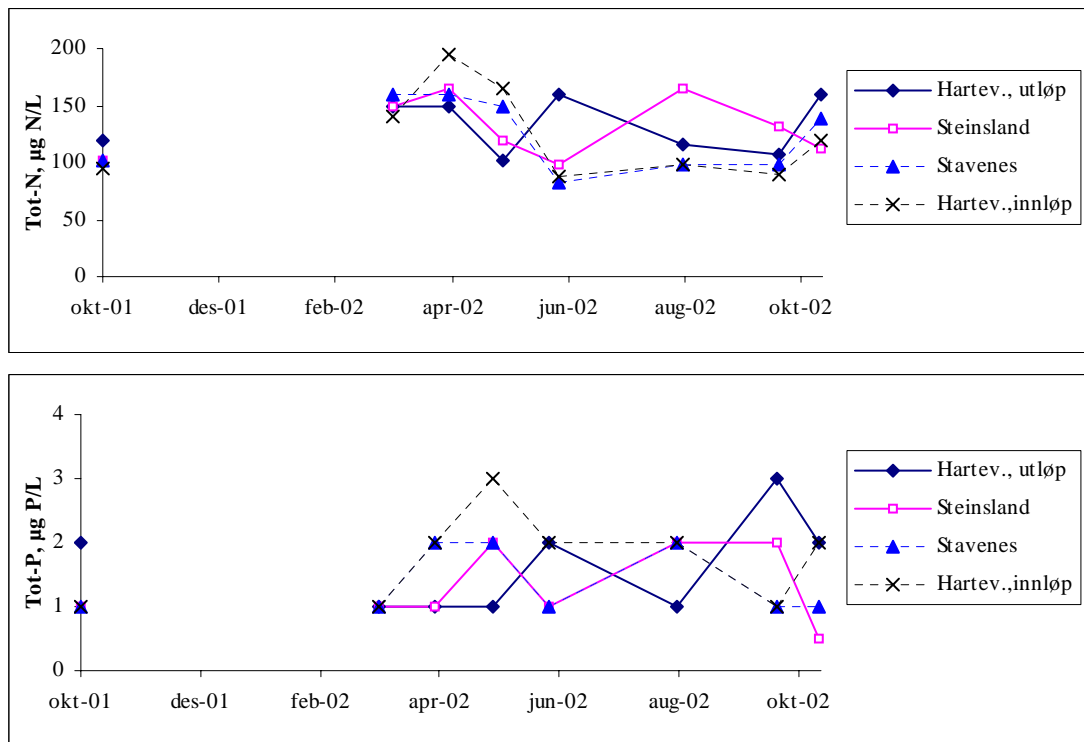
3.1.2 Resultater vannkjemi og klorofyll

Alle analysedata er gitt i vedlegg bak i rapporten. Vannkvalitetsvurderingen er gjort ved å sammenholde innsamlede data i denne undersøkelsen med SFTs vannkvalitetsnormer. I tillegg er det sammenliknet med tidligere undersøkelser. I og med at det ikke foreligger sammenhengende overvåking er det ikke mulig å beregne trender, men tidligere og nåværende status er beskrevet.

Fosfor er oftest det næringssaltet som begrenser planteveksten i ferskvann. I øvre Otra er fosforkonsentrasjonen naturlig meget lav, med middelverdi for total fosfor for alle de fire stasjonene på 1,5 µg P/l (**Figur 4**). 1-2 µg P/l er registrert i tidligere undersøkelser (Kaste og Håvardstun 1998). Konsentrasjonen av total nitrogen var i området 80-200 µg/L, som er svært lavt.

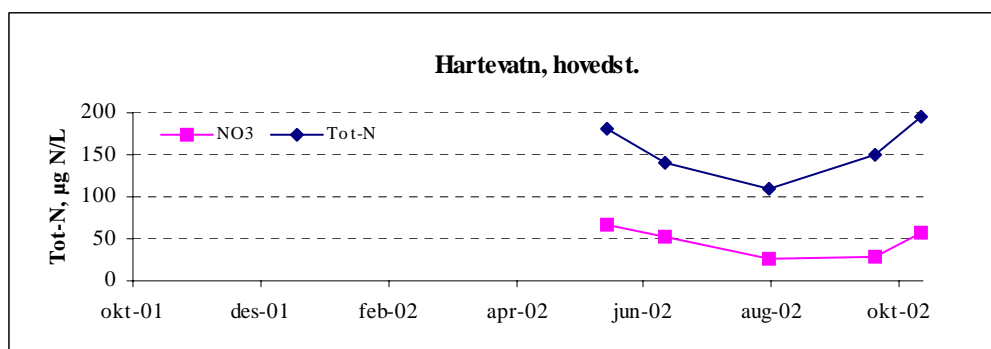
I Hartevatn var konsentrasjonen på slutten av 1980-tallet 2,3 µg P/L i middel for perioden juni-oktober og for to stasjoner (Hindar m.fl. 1990). I denne undersøkelsen var middelkonsentrasjonen 2,2 µg P/L for blandprøver fra 0-10 m på en stasjon i Hartevatn i perioden mai-oktober. Middelkonsentrasjonene i Vatndalsvatn og Botsvatn var hhv. 3,0 og 2,3 µg P/L.

Øvre grenseverdi for "meget god" vannkvalitet (tilstandsklasse I) med hensyn på totalt fosfor er satt til $< 7 \mu\text{g P/L}$ (Andersen m.fl. 1997). Øvre Otra er imidlertid en høyfjellsresipient der denne konsentrasjonen blir en betydelig konsentrasjonsøkning i forhold til naturlig bakgrunn. En bør derfor søke å ha lavere konsentrasjoner enn dette.



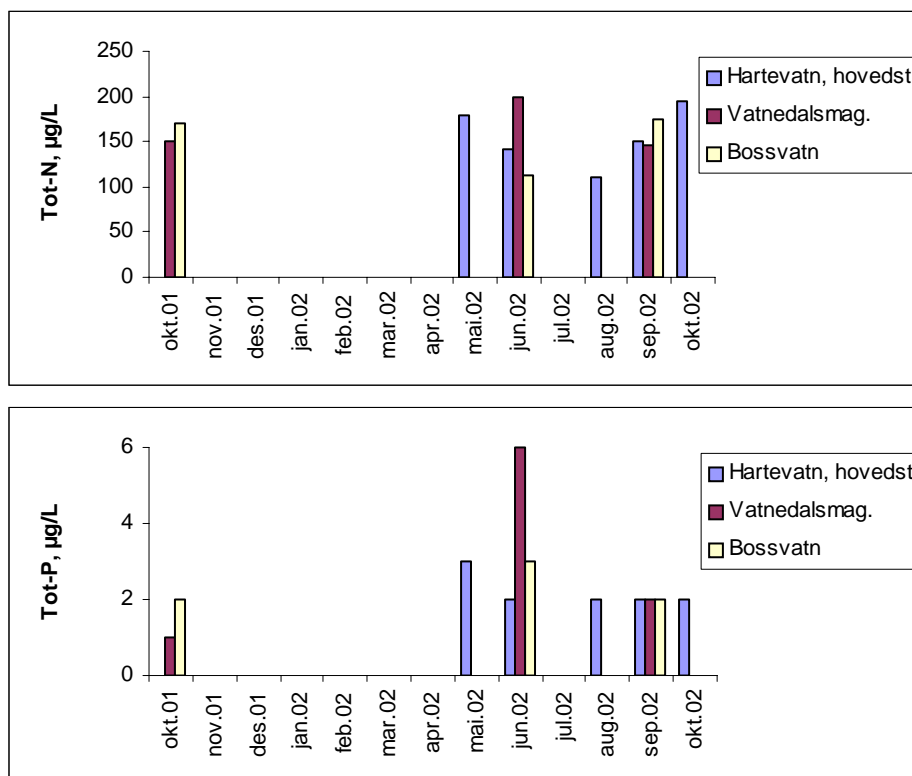
Figur 4. Total nitrogen og total fosfor for de fire stasjonene i Øvre Otra, oktober 2001 og i 2002.

Nitratkonsentrasjonen i Hartevatn var noe over $100 \mu\text{g N/L}$ i juni 1989, og avtok utover sommeren til $60\text{--}70 \mu\text{g/L}$ (Hindar m.fl. 1990). Konsentrasjonen av total nitrogen var omlag dobbelt så stor. Differansen kan i det vesentligste tilskrives organisk bundet nitrogen. I juni 2002 ble det registrert langt lavere nitratverdi ($52 \mu\text{g N/L}$) sammenlignet med verdien fra 1989, og denne sank ytterligere til $27\text{--}28 \mu\text{g N/L}$ på seinsommeren før den steg til omlag $50 \mu\text{g N/L}$ i oktober. Konsentrasjonen av total nitrogen lå i området $110\text{--}195 \mu\text{g N/L}$ (**Figur 5**), og dette gir omlag samme konsentrasjon av organisk nitrogen som for 13 år siden.

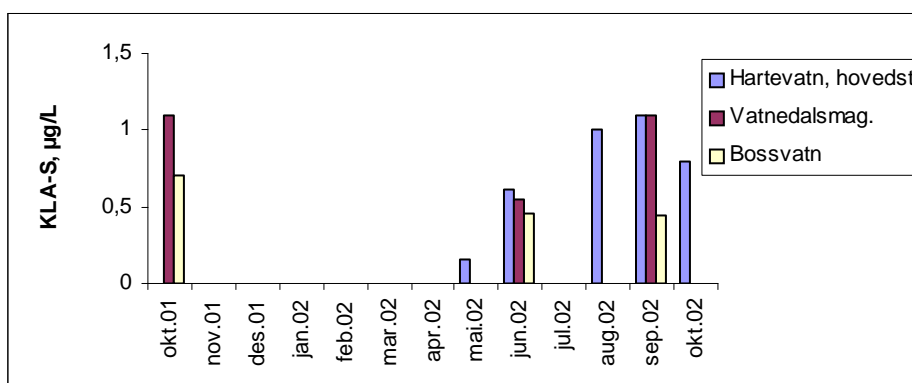


Figur 5. Total nitrogen og nitrat ($\mu\text{g N/L}$) i Hartevatn i 2002.

De målte fosfor- og nitrogenkonsentrasjonene i de tre innsjøene (**Figur 6**) viser at vannkvaliteten kan karakteriseres som svært næringsfattig. Dette skulle gi grunnlag for et sparsomt utviklet planteplankton og dermed lave klorofyllverdier, noe som også ble funnet med maksimalverdi for klorofyll på 1,1 µg/L i Hartevatn og Vatndalsmagasinet og 0,7 µg/L i Botsvatn (**Figur 7**). Det var heller ikke tegn til oksygensvikt ned til 10 meter den 1. oktober 2002.



Figur 6. Total nitrogen og total fosfor for Hartevatn, Vatndalsmagasinet og Botsvatn, oktober 2001-oktober 2002.



Figur 7. Klorofyll-a for Hartevatn, Vatndalsmagasinet og Botsvatn, oktober 2001-oktober 2002.

På bakgrunn av resultater for næringssalter, surhet (pH) og klorofyll er tilstanden i disse vannforekomstene god til meget god ifølge SFTs veileder. Siden tilstanden kan betraktes som nær naturtilstand, er den vannkjemiske statusen svært god (beste kasse) i forhold til EUs vanddirektiv.

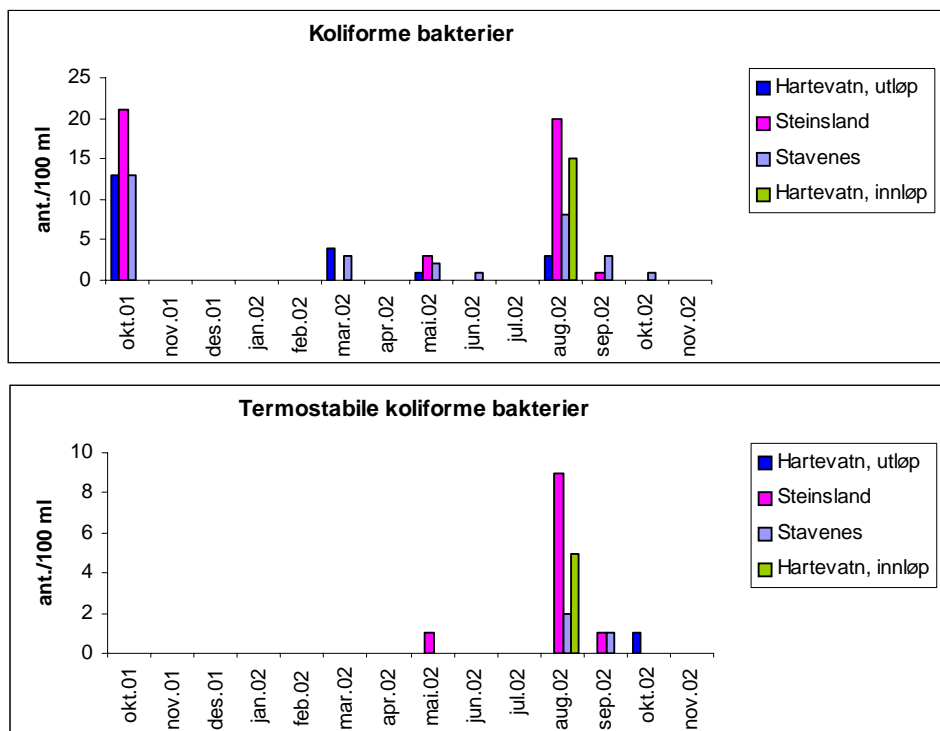
3.1.3 Resultater bakteriologi

Primærtabell for de bakteriologiske analysene samt SFTs klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann (Andersen m.fl. 1997) er gitt i vedlegg bak i rapporten. Resultater for stasjonene i øvre Otra er presentert i **Figur 8** og **Figur 9**. Stasjonene Hartevatn, inn- og utløp samt Stavenes hadde enten ikke påvist termostabile koliforme bakterier eller et lavt innhold i de syv prøvene som ble tatt fra oktober 2001 til oktober 2002. Disse stasjonene kommer i Tilstandsklasse I ”Meget god” i hht. SFTs klassifisering av vannkvalitet. Steinsland hadde også lave bakteriologiske verdier med unntak av prøven fra 12.august 2002, hvor verdien var 9 TKB/100 ml. Siden middelverdien er under 5 TKB/100 ml er også denne stasjonen i Tilstandsklasse I.

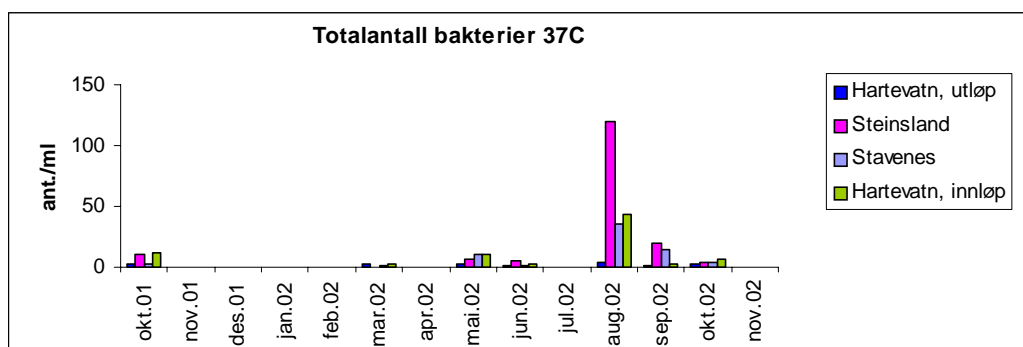
I følge oppsatt analyseprogram skulle det tas bakteriologiske prøver fra stasjonene; Hartevatn, utløp, Steinsland, Stavenes, Hartevatn, innløp, Hartevatn, hovedstasjon og Hartevatn, badestrand. Det ble imidlertid ikke tatt bakteriologiske prøver fra Hartevatn, badestrand (st.7) i løpet av prosjektperioden.

Totalantall bakterier ved både 22°C og 37°C var generelt lavt ved de fire stasjonene i øvre Otra. Det var kun enkeltregistreringer med noe høyere verdier for totalantall bakterier ved 22°C, som Steinsland med maksimalverdi på 700/ml (12.8.2002). Stavenes hadde maksimalverdi på 800/ml og Hartevatn, innløp 840/ml, begge i prøver fra 13.5.2002, mens stasjonen ved Hartevatn, utløp kun hadde en maksimalverdi på 320/ml. Totalantall bakterier ved 37°C var en god del lavere enn ved 22°C, og maksimalverdien for disse fire stasjonene ble registrert ved Steinsland 12.8.2002 med 120/ml.

Stasjonen Hartevatn, hovedstasjon ble prøvetatt 12.8 og 30.9 i 2002, og det ble ved disse prøvetakingene ikke påvist verken koliforme eller termostabile koliforme bakterier. Totalantall bakterier ved både 22°C og 37°C var også lavt i disse prøvene, med maksimalt antall på 200/ml. Det er imidlertid et svært lite grunnlag med kun to prøver på ettersommeren/tidlig høst for å kunne si noe om den bakterielle tilstanden ved stasjonen.



Figur 8. Koliforme og termostabile koliforme bakterier pr. 100ml ved elvestasjoner i prosjektperioden. NB! Forskjellig skala i figurene.



Figur 9. Totalantall bakterier pr. ml ved 37°C ved elvestasjoner i prosjektperioden.

3.2 Planteplankton i innsjøene

Det ble samlet inn kvantitative planteplanktonprøver fra Hartevatn, Vatndalsvatnet og Botsvatn. Fra Vatndalsvatn og Botsvatn ble det samlet inn prøver fra datoene 22. oktober 2001, samt 25. juni og 30. september 2002. Fra Hartevatn, hovedstasjon ble prøver samlet inn med jevne mellomrom gjennom vekstsesongen 2002, i alt fem prøver. Analyseresultatene er gitt i **Figur 10** og i vedlegg bak i rapporten.

3.2.1 Botsvatn

Analyseresultatene for prøvene fra denne innsjøen viser et meget fattig planteplanktonsamfunn med få arter/taksa og svært lave totalvolum, omlag 80 mm³/m³. Til sammen ble det i de tre analyserte prøvene fra Botsvatn registrert 38 arter/taksa. Gullalger (Chrysophyceae) var den viktigste gruppen (**Figur 10**). Denne gruppen utgjorde ca 60% av totalvolum planteplankton på det meste og 15 av de registrerte arter/taksa hørte til denne gruppen, med ulike chrysonader og *Dinobryon sociale* v. *americanum* som de viktigste elementene.

Gruppen Dinophyceae (fureflagellater) utgjorde inntil 17% av totalvolumet, med arter som *Gymnodinium lacustre* og *G. uberrimum* som de viktigste. Gruppen Cyanophyceae (cyanobakterier) hadde opptil 15% av totalvolumet ved arten *Merismopedia tenuissima*. Dette er en av de få planktoniske blågrønnalgearter som er typisk for næringsfattige og forholdsvis sure vannmasser.

De andre gruppene planteplankton var av underordnet betydning, selv om gruppen "µ-alger" utgjorde omkring 15% av totalvolumet. Denne gruppen omfatter små, ikke nærmere identifiserbare former med diameter 2-4 µm, og utgjør vanligvis en større prosentvis andel av totalvolumet i svært næringsfattige innsjøer enn i de mer næringsrike.

Den registrerte arts- og gruppesammensetningen, sammen med svært små totalvolum planteplankton, er typisk for svært næringsfattige, ultraoligotrofe vannmasser.

3.2.2 Vatndalsvatn

Analyseresultatene fra Vatndalsvatn viser også et relativt fattig planteplanktonsamfunn med få arter/taksa, selv om flere arter/taksa ble registrert her enn i Botsvatn. Det høyeste registrerte totalvolum var 154 mm³/m³ i september, nær det dobbelte av hva som ble registrert i Botsvatn, men fremdeles lavt.

I juni 2002 ble det registrert et totalvolum på $86 \text{ mm}^3/\text{m}^3$. Både mengde og sammensetning var på det tidspunktet svært likt i de to innsjøene Botsvatn og Vatndalsvatn. 45 arter/taksa ble registrert i prøvene fra Vatndalsvatn. Som det fremgår av **Figur 10** var gruppene gullalger (Chrysophyceae) og fureflatellater (Dinophyceae) de viktigste også i denne innsjøen. Det ble imidlertid, i motsetning til i Botsvatn, registrert en relativt sett større andel av kiselalger (Bacillariophyceae), ved arten *Cyclotella kützingiana*, i prøven fra september 2002 i Vatndalsvatn.

Som i Botsvatn ble det registrert flest arter/taksa blant gullalgene, i alt 19, med ulike chrysomonader og arten *Stichogloea doederleinii* som de kvantitativt viktigste. Blant dinoflagellatene var det *Gymnodinium lacustre* og *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) som var de viktigste artene. Andre grupper var av underordnet betydning, men gruppen "µ-alger" var av en viss betydning i september.

De registrerte arts- og gruppesammensetninger, sammen med de forholdsvis lave verdiene for totalvolum alger, viser næringsfattige og til dels svært næringsfattige, oligotrofe til ultraoligotrofe vannmasser i Vatndalsvatn.

3.2.3 Hartevatn

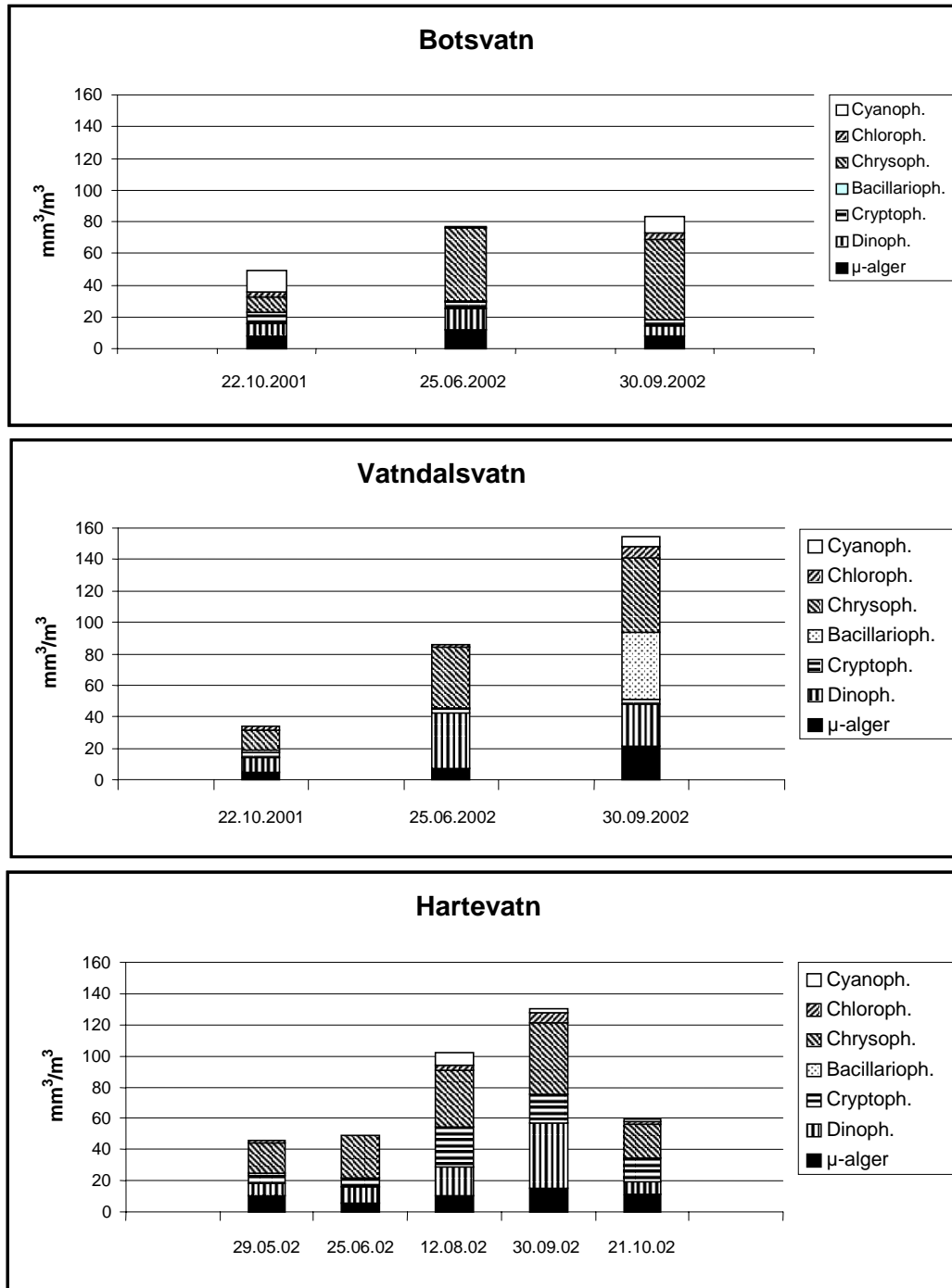
Fra denne innsjøen ble det samlet inn fem prøver gjennom vekstsesongen 2002. Dette kan være årsaken til at det ble registrert flere arter/taksa fra denne lokaliteten enn i de to andre, selv om resultatene også viser et mer sammensatt planteplanktonsamfunn. I alt 57 arter/taksa ble registrert i prøvene fra Hartevatn, og det høyeste totalvolum var også fra denne innsjøen i slutten av september 2002 med $133 \text{ mm}^3/\text{m}^3$.

Også i Hartevatn var gruppen gullalger (Chrysophyceae) og fureflagellater (Dinophyceae) de viktigste, men her ble det registrert et større innslag av arter innen gruppen svelgflagellater (Cryptophyceae) gjennom sesongen (**Figur 10**). Gruppen "µ-alger" utgjorde også i Hartevatn en markert andel av det samlede planteplankton. Andre grupper var av underordnet betydning.

I alt 24 arter/taksa av gullalger ble registrert, med ulike chrysomonader som de kvantitativt viktigste. Blant fureflagellatene var *Gymnodinium lacustre* og *Peridinium umbonatum* (*P. inconspicuum*) de viktigste. Blant svelgflagellatene var det arter innen slekten *Cryptomonas* og en ubestemt form som sannsynligvis er en art innen slekten *Chroomonas*, som var viktigst.

Den registrerte arts- og gruppesammensetningen i Hartevatn, sammen med de forholdsvis små verdiene for totalvolum som ble registrert, viser næringsfattige, og til dels svært næringsfattige, oligotrofe til ultraoligotrofe vannmasser i Hartevatn.

Siden tilstanden for planteplankton er nær naturtilstand må den økologiske statusen på basis av planteplankton karakteriseres som svært god (beste klasse) etter EUs vanddirektiv.



Figur 10. Variasjoner i totalvolum og sammensetning av planteplankton i Botsvatn, Vatndalsvatn og Hartevatn i 2001-2002. Verdiene er gitt i $\text{mm}^3/\text{m}^3 = \text{mg}/\text{m}^3$ våtvekt.

3.3 Vannvegetasjon og bunndyr i Øvre Otra

3.3.1 Materiale og metoder

Det ble tatt prøver av begroing og bunndyr på fire stasjoner på strekningen Hovden – Bykle i Øvre Otra 26. september 2002. **Tabell 3** og **Figur 11** viser en oversikt over stasjonene og deres plassering. Fordeling av omkringliggende vegetasjon og arealbruk er vist i **Tabell 4**. Stasjonene innløp og utløp Hartevatn ligger ved vannkjemistasjonene (**Figur 3**), mens Steinsland- og Stavenesstasjonene ligger i nærheten av de respektive vannkjemistasjonene (st. 2 og 4).

Tabell 3. Stasjoner for prøvetaking av begroing og bunndyr 26. september 2002.

St.navn	UTM-referanse
Innløp Hartevatn	32 407300 6603000
Utløp Hartevatn	32 409150 6599250
Steinsland	32 409600 6592900
Stavenes bru	32 408400 6580300



Figur 11. Bilder fra bunndyr- og begroingsstasjonene i Øvre Otra (Foto: Torleif Bækken).

Tabell 4. Omkringliggende vegetasjon og arealbruk ved de fire stasjonene.

	Kantvegetasjon 1-5	Kantveg.- dominant	Skog	Type skog	Beite	Vei	Bebyggelse
Inn Harteve.	3	bjørk	50	bjørk og furu	0	0	50
Ut Harteve.	3	furu	100	furu	0	0	0
Steinsland	3	furu	100	furu	0	0	0
Stavenes bru	4	furu	80	furu	10	10	0

Kornfordelingen i bunnssubstratet på alle de fire stasjonene viste dominans av stor og mellomstor stein (**Tabell 5**). Det ble observert noe slam i innløpselva til Hartevatn, som trolig er breslam.

Tabell 5. Kornfordeling (% dekning) i bunnssubstratet etter internasjonal standard på ulike stasjoner (etter Wentworth 1922 i Minshall 1984). Gruppenes teoretiske grenseverdier er oppgitt i mm. Phi-verdien beregnes som $-\log_2$ kornstørrelsen basert på % fordeling av kornstørrelsesgruppene, og det blir derved mindre vekt på de ekstreme verdiene.

	Blokk: >512	Stor stein: 256-512	Mellom storstein: 64-256	Små stein: 16-64	Grus: 2-16	Sand: 0,063-2	Silt og leire: <0,063	Middel- verdi korn	phi- verdi korn	Tilslam- ming: 1-5
Inn Harteve.	8	40	40	10	0	0	2	242.6	-7.07	3
Ut Harteve.	0	50	40	10	0	0	0	240.0	-7.30	1
Steinsland	20	20	30	20	10	0	0	221.1	-6.65	1
Stavenes bru	2	23	40	15	10	5	0	149.5	-5.52	1

3.3.2 Generelt om begroing

Begroing er en fellesbetegnelse på organismesamfunn som er festet til elvebunnen eller annet underlag i elven. Funksjonelt er det tre ulike typer begroing:

Primærprodusenter: Alger, moser (høyere planter regnes ikke med)
 Nedbrytere: Bakterier, sopp
 Konsumenter: Enkle fastsittende organismer eks. ciliater, fargeløse flagellater og svamper.

I lite til moderat forurensningsbelastet vann dominerer primærprodusentene. Mineralske salter er viktigste næringskilde for primærprodusentene som øker i mengde ved økt tilførsel av næringssalter. Ved økt tilførsel av løst, lett nedbrytbart organisk stoff øker mengden av nedbrytere. Partikulært organisk stoff medfører ofte økt forekomst av konsumenter.

På grunn av raske vekslinger i miljøforholdene kan det være vanskelig å få et godt bilde av tilstanden i rennende vann. Fysisk/kjemiske målinger gir bare et øyeblikksbilde, og det kreves hyppige målinger for å få et representativt bilde av vannkvaliteten. Begroingssamfunnet vil derimot, ved å være bundet til et voksested, avspeile miljøforholdene på voksestedet og integrere denne påvirkningen over tid.

Metodikk for kvalitative begroingsobservasjoner er standardisert. Det tas prøver av begroingssamfunnet i en elvestrekning på minst 10 m, vanligvis noe lenger. Prøven tas fra elvebredden og så langt ut i elva det er mulig å nå. Begroingsobservasjonene legges til strykparter, helst med vannhastighet 0,2 m/s eller mer.

Begroingen vokser ofte i visuelt ulike enheter, *begroingsselementer*, som kan ha form av et geléaktig brunt belegg (ofte kiselalger), grønne tråder (oftest grønnalger) eller eksempelvis mørkegrønne dusker som kan bestå av rød- eller blågrønnalger. Ved feltobservasjonene samles de ulike begroingsselementene inn hver for seg, og mengdemessig forekomst angis som *dekningsgrad*. Dekningsgraden vurderes subjektivt ut fra hvor stor prosent av elveleiet i stasjonsområdet som dekkes av hvert element.

Det tas også en prøve av *mikrosamfunnet*. Her menes mikroskopiske organismer som vokser direkte på stein. Kiselalger utgjør vanligvis en viktig del av mikrosamfunnet. Fra 10 tilfeldig (randomisert) utvalgte steiner børstes et areal på ca. 8x8 cm ned i en plastbakke med 1 liter vann. Materialet omrøres og en delprøve tas ut.

Begroingsprøvene fikseres med formalin og bringes til laboratoriet for analyse. Her undersøkes prøvene i mikroskop og organismene identifiseres så langt som mulig, fortrinnsvis til art. Hver arts mengdemessige betydning vurderes semikvantitativt. For makroskopisk synlige begroingsenheter anvendes den dekningsprosent som er gitt i felt. Forekomsten av de mikroskopiske og mindre vanlige formene vurderes subjektivt etter følgende skala:

x = sparsom forekomst
xx = middels forekomst
xxx = rikelig forekomst

På grunnlag av analyseresultatene, artsinnhold, artsmangfold og mengdemessige forhold, gis en vurdering av begroingssamfunnet, da særlig de kvalitative forhold.

3.3.3 Generelt om bunndyr

Bunndyr er en samlebetegnelse for forskjellige typer smådyr som lever hele eller deler av livet på bunnen av elver og innsjøer. Bunndyrene er først og fremst insektlarver/nymfer, men det er også marker, igler, snegler, muslinger, små krepsdyr og vannmidd. Bunndyr er derfor en svært mangartet gruppe organismer med ulike krav til miljøet. Det finnes ekstreme rentvannsarter, og det er arter som er svært tolerante overfor forskjellige typer forurensninger. Dette er en forutsetning for å kunne bruke dem i effektvurdering av forurensninger, og en viktig grunn til at de er mye brukt (Hellawell 1986, Aanes og Bækken 1989). Bunndyrene er næringsgrunnlag for fisk.

En organisme må forholde seg til sitt miljø. Sammensetningen av dyre- og plantesamfunnene i elver og innsjøer er bestemt av et mangfold av miljøparametre. De mange populasjonene i et samfunn har ulike tålegrenser og preferanseområder. Når én eller flere av miljøparametrene endres, vil også organismesamfunnene endres. Samfunnene gjenspeiler miljøet.

For innsamling av bunndyr er det anvendt "sparkemetoden". Metoden er beskrevet i Norsk Standard 4719. Den inngår i NIVAs kvalitetssikringssystem, og anvendes i alle NIVAs bunndyrundersøkelser i bekker og elver. Metoden er meget god til å samle inn artene i habitatene, og god til å måle den relative tettheten mellom arter og lokaliteter.

"Sparkemetoden" innebærer bruk av standard håv etter standard prosedyre. Mens en beveger seg motstrøms i en elv/bekk eller sakte beveger seg langs stranden i en innsjø, brukes den ene foten til å sparke opp bunnssubstratet. Et håndnett brukes til å fange oppvirvlede bunndyr. Prosedyren foregår i ett minutt og gjentas 3 ganger (3*1 minutters sparkeprøve). Etter hvert minutt tømmes håvposen for å hindre tetting av maskene i posen. Det anvendes en standard håv med åpning 30cm x 30 cm, og med maskevidde i nettduken på 250 µm. Prøvene konserveres i 70% etanol. Bunndyrene blir tallet og artsbestemt etter standard prosedyrer ved hjelp av binokulær lupe og mikroskop.

Bunndyrmaterialet ble identifisert til hovedgrupper av organismer. Individuer i de tre hovedgruppene døgnfluer (Ephemeroptera), steinfluer (Plecoptera) og vårfluer (Trichoptera) ble, så vidt mulig, identifisert til art/slekt. Det biologiske mangfoldet på stasjonene ble angitt ved antall arter/slekter innenfor disse tre gruppene (EPT). Tettheten er angitt ved antall individer i hver prøve. Det ble tatt bunndyr i Øvre Otra i 1975-77 og i 2000 (Rørslett m.fl. 1981, Bækken og Romstad 2001). I den første undersøkelsen er ikke presisjonen i metoder og gruppe/art - bestemmelser gode nok til å anvendes som sammenligningsgrunnlag. Undersøkelsen i 2000 er anvendt der det er sammenfallende stasjoner.

3.3.4 Resultater begroing

Primærtabeller med resultater av begroingsundersøkelsen på de enkelte stasjoner er gitt i vedlegg bak i rapporten. I **Tabell 6** er det satt opp en oversikt over dominerende mosevegetasjon og i **Tabell 7** er en samlet oversikt over begroingsalgene.

Mosevegetasjon

Det ble totalt registrert 7 ulike mosearter hvorav de 3 levermosene *Marsupella emarginata*, *Nardia compressa* og *Scapania undulata* var de dominerende. En mosaikk av disse tre artene var til stede på alle stasjoner med unntak av utløp Hartevatn hvor *Nardia compressa* ikke ble registrert. Dette mosesamfunnet er svært vanlig i denne type elveavsnitt med en nøytral til svakt sur ionefattig vannkvalitet. Innslag av mosen *Blindia acuta* tyder på rent oligotroft vann, mens *Hygrohypnum ochraceum* gjerne vokser ved noe mer elektrolyttrikt vann. Disse artene utgjør imidlertid svært lite av den totale mosedekning på hver lokalitet. En variabel mosedekning fra 30 - 70 % dekning på de ulike lokaliteter kan knyttes til substratforhold og vannstandsforhold, hvor lokalitetene Innløp Hartevatn og Stavenes bru har mindre stabilt substrat og den største variasjon i vannføring/vannstand. Stor dekning av levermoser syntes å gi stor dekning av algebegroing på alle de undersøkte lokalitetene. Levermoser er tydelig et godt substrat for spesielt grønnalger i denne delen av Otra.

Tabell 6. Vannmoser og krypsiv registrert på 4 stasjoner/lokaliteter i Øvre Otra 26.09.2002.

Hypptigheten av de enkelte arter av moser og av krypsiv er angitt etter en 5-delt skala hvor: 1= sjelden (< 5 forekomster), 2= spredt, 3= vanlig, 4= lokalt dominerende, 5= dominerende på store deler av lokaliteten. Total mosedekning i prosent av elvearealet er også oppgitt.

Art:	Innløp Hartevatn	Utløp Hartevatn	Steinsland	Stavenes bru
<i>Blindia acuta</i>	1	1		2
<i>Hygrohypnum ochraceum</i>	2	1		
<i>Marsupella emarginata</i>	2	4	3	3
<i>Nardia compressa</i>	3		4	2
<i>Polytrichum commune</i>			1	
<i>Rhacomitrium aciculare</i>	1	1		1
<i>Scapania undulata</i>	2	3	2	3
Total mosedekning	30 %	70 %	70 %	50 %
Krypsiv		1	2	

Tabell 7. Begroingsfunnet registrert på fire stasjoner/lokaliteter i Øvre Otra 26.09.2002. Forekomst angitt som % dekning av elveleiet (tall) og ellers som x = tilstede, xx = vanlig og xxx = stor forekomst i prøvene som ble tatt. Klart forsuringfølsomme arter er markert med *.

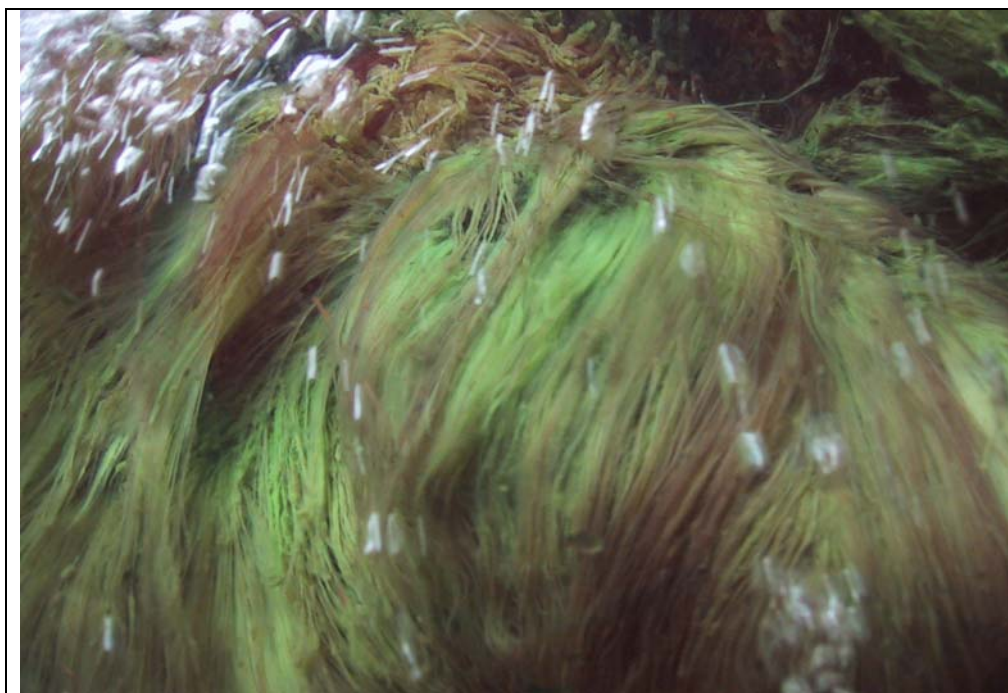
Organisme	Innløp Hartevatn	Utløp Hartevatn	Steinsland	Stavenes bru
Blågrønnalger (Cyanophyceae)				
<i>Calothrix</i> sp.	x	x	x	x
<i>Chamaesiphon amethystinus</i>		xx		
<i>Chamaesiphon rostafinskii</i> *	x			
<i>Coleodesmium sagarmathae</i> *	15			5
<i>Cyanophanon mirabile</i>	xx	xx	x	x
<i>Calothrix gypsophila</i> *	xx			
<i>Gloeocapsopsis</i> sp.		xx		
<i>Homoeothrix</i> sp. (grenet)			xxx	x
<i>Merismopedia punctata</i>			x	x
<i>Phormidium hetropolare</i> *	xx			
<i>Rivularia</i> sp.*				x
<i>Schizothrix</i> sp.			x	
<i>Scytonema mirabile</i>			5	xx
<i>Scytonematopsis starmachii</i>			x	
<i>Stigonema hormoides</i>		xx		
<i>Stigonema mamillosum</i>	15	5	10	15
<i>Stigonema minutum</i>	x	xxx	xxx	
Grønnalger (Chlorophyceae)				
<i>Binuclearia tectorum</i>	x		x	x
<i>Bulbochaete</i> sp.	1	10	2	5
<i>Closterium</i> spp.*	x			
<i>Mougeotia</i> sp. (4,5µ)	xx	x		
<i>Mougeotia</i> sp. (9µm)			x	xx
<i>Mougeotia</i> sp. (11µ)	3	x		
<i>Mougeotia</i> sp. (15µm)				3
<i>Microspora palustris</i>				x
<i>Microspora palustris</i> var. <i>minor</i>				x
<i>Oedogonium</i> sp. (6µm)			x	x
<i>Oedogonium</i> sp. (10µm)	x			
<i>Penium</i> spp.	x		xx	xx
<i>Zygogonium</i> sp3. (18-24µm)	40	50	75	40
<i>Zygnema</i> sp. (18µm)	xx			
<i>Zygnema</i> sp. (24-26µm)*	1	20		
Kiselalger (Bacillariophyceae)				
<i>Achnanthes</i> cf. <i>Minutissima</i> *	xxx			
<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx	10	<1	xx
Ubestemte kiselalger	x			
Nedbrytere				
Jernbakterier	x	xxx	x	x
<i>Ophrydium versatile</i>			<1	
<i>Vorticella</i> sp.			xxx	x

Algebegroing

Det ble totalt registrert 35 algetaxa hvorav blågrønnalger og grønnalger var de klart største gruppene med henholdsvis 17 og 15 taxa. Størst arts mangfold ble registrert på lokaliteten innløp Hartevatn, med 21 ulike taxa, mens utløp Hartevatn hadde det minste mangfoldet, med bare 13 taxa. På alle stasjoner var samfunnet preget av arter som er typiske for rene, upåvirkede lokaliteter med lavt innhold av næringssalter. Innløp Hartevatn skilte seg noe ut fra de andre lokalitetene ved å ha hele 7 av de totalt 8 klart forsuringfølsomme arter som ble funnet til stede. Dette kan indikere at vannkvaliteten på denne lokaliteten er noe mindre sur enn de andre og at innholdet av næringsstoffer kan være noe høyere pga. tettstedet Hovden. Det er likevel ikke snakk om noen stor ekstra belastning på denne lokaliteten siden innslag av rentvannsindikatorer samtidig er markert.

Når det gjelder mengdemessig forekomst av de ulike arter, var det klar dominans av grønnalgen *Zygonium* sp. (**Figur 12**) på samtlige lokaliteter. Dekningsgraden varierte fra 40 til 75 %. Hvilken *Zygonium* art dette egentlig er vet vi ikke. Den må være fertil få å kunne identifiseres og det skjer tydeligvis meget sjelden i norske vassdrag. Derfor anvender vi en arbeidstittel, *Zygonium* sp3. Ofte blir den bare referert til som *Zygonium* sp. I eldre undersøkelser er den også angitt som *Zygnema* (ofte med betegnelsen "a"). Det er trolig den samme algen som opptrer med masseforekomst i mange Sørlandsvassdrag der den vokser på levermosesubstrat i sure ione- og næringsfattige vannkvaliteter.

Ved prøvetaking hadde denne algen et variabelt utseende, fra nesten helt svarte tråder til grønne og grågrønne tepper. Av andre alger med relativt stor mengdemessig forekomst på samtlige stasjoner var blågrønnalgen *Stigonema mammosum* med 5 – 15 % dekning og grønnalgen *Bulbochaete* sp. med 1 – 10 % dekning. Av alger med relativt stor dekning, dvs. at de danner et markert synlig innslag på enkelte lokaliteter var *Coleodesmium sagarmathae* (15 og 5 % dekning ved innløp Hartevatn og Stavenes bru), *Scytonema mirabile* (5 % dekning på Steinsland), *Zygnema* sp. (24-26µm) (20 % dekning på utløp Hartevatn) og *Tabellaria flocculosa* med 10 % dekning på lokaliteten Utløp Hartevatn. Totalt sett var det stor forekomst og dekning av alger på alle lokalitetene. Det ble ikke tatt spesifikke biomasseprøver av algesamfunnet.



Figur 12. Grønnalgen *Zygonium* sp3, som dominerte på alle de fire stasjonene (Foto: Torleif Bækken).

Av nedbrytere og konsumenter ble det registrert jernbakterier på samtlige stasjoner. På lokaliteten Steinsland ble det i tillegg funnet innslag av ciliatene *Ophrydium versatile* og *Vorticella* sp. Dette kan tyde på en viss tilførsel av noe partikulært, organisk materiale.

Siden tilstanden for vannvegetasjon og begroing må karakteriseres som nær naturtilstand, er den vannøkologiske statusen svært god (beste klasse) i forhold til EUs vanddirektiv.

Annen vegetasjon

Vannvegetasjon utover moser og alger ble ikke registrert med unntak av noen få forekomster av krypsiv (*Juncus supinus*). Krypsiv ble registrert som sjelden i utløpet av Hartevatn og som spredt ved Steinsland. Ved Steinsland hadde krypsivplanter etablert seg i tepper av levermose som i tillegg var fylt av sand. Fra andre elver har en sett at sandfylte levermose tepper kan være et godt substrat for krypsiv. Dette området av Otra ligger imidlertid så høyt at krypsiv ikke får utvikle masseforekomster pga en regelmessig streng vinterperiode. Strekingen ble ikke befart spesielt med tanke på å lete opp krypsivforekomster.

Tidligere undersøkelser og tidsutvikling

I årene 1976-77 ble det gjort en omfattende undersøkelse av øvre deler av Otra hvor bl.a. begroingsforhold ble registrert på 5 stasjoner mellom Hovden sentrum og Bykil (Rørslett m.fl. 1981). Beskrivelsene fra den gang viser at det var frodig mosevegetasjon med *Scapania undulata*, *Marsupella aquatica* og *Nardia compressa* som dominerende arter. *Blindia acuta* og *Rhacomitrium aquaticum* blir også nevnt. Likeså blir det beskrevet å være en kraftig begroing av den trådformede grønnalgen *Zygnema* sp.(17-23µm) (trolig *Zygogonium* sp3) oppå mosen flere steder, samtidig som arter som *Homeothrix nordstedtii*, *Scytonema mirabile*, *Stigonema mamillosum* og *Microspora tumidula* (trolig *M. palustris*) blir angitt å kunne stedvis ha stor forekomst. Krypsiv fantes som små rosettplanter enkelte steder på den aktuelle strekingen. Det ble i samme undersøkelsen påpekt at lokaliteten nedstrøms Hovden sentrum bar preg av å ha en sparsom mosevegetasjon med et artsrikt algesamfunn som indikerte økning i næringstilførsel i forhold til ovenforliggende stasjoner. Det ble også beskrevet et belegg med gråaktig farge på steiner på denne stasjonen. Dette belegget var også til stede i 2002.

Ser en bort fra enkelte avvik i nomenklaturen for navnsetting av enkelte arter, synes dagens situasjon å være i god overensstemmelse med forholdene for vel 25 år siden. Forholdene synes å ha endret seg lite. Hovedelementet med frodig mosevegetasjon overgrodd med trådformede grønnalger og stort innslag av rentvannsindikatorer har preget denne strekingen av øvre Otra over lengere tid.

I forbindelse med en resipientvurdering av øvre Otra i Bykle kommune i 2000, ble det tatt begroingsprøver på 3 stasjoner på strekingen Ørnefjell bru til Berdals bru (Bækken og Romstad 2001). Stasjonen ved Steinsland var felles i begge undersøkelsene (2000 og 2002). Situasjonen beskrevet i 2000 er svært lik den i 2002 med dominans av levermosen *Nardia compressa* overgrodd med grønnalgen *Zygnema* sp3. Rentvannsalgene *Scytonematopsis starmachii* og *Stigonema mamillosum* nevnes også å ha stor forekomst. Resultatene fra de to andre stasjonene synes også å være i samsvar med det generelle bildet av begroingssituasjonen på strekingen.

Vurdering i forhold til resipientkapasitet

Begroingsundersøkelsen i 2002 viser at strekingen innløp Hartevatn til Bykle sentrum har et stedvis frodig mosesamfunn dominert av levermoser og en frodig vekst av spesielt trådformede grønnalger oppå mosen. I tillegg har hele strekingen en stort innslag av rentvannsarter. Både moser og alger som viser stor forekomst i dag har altså utviklet seg under næringsfattige forhold og viser at de fysiske betingelser mhp. vannføring og vanntemperatur i området kan gi mulighet for betydelig begroing med dagens belastningsnivå. Stabile vannføringer omkring minstevannføringskravene kan gi en større dekningsgrad enn hvis variasjonen i vannføringen var større. På den annen side vil innfrysingen kunne være større og gi større slitasje på disse samfunnene når vannføringen er lav.

Dersom en øker næringstilførselen kan dette gi grunnlag for ytterligere algevekst i den aktive vekstsesongen. Dagens dominerende arter er lite næringskrevende og en kan i tillegg til økt forekomst av disse risikere en dreining i artsinventaret mot mer næringskrevende arter. Dette betyr ikke nødvendigvis større mengder av algebegroing målt som økt biomasseproduksjon, men at andre arter kan overta og opprettholde dagens biomassenivåer. Mosesamfunnet vil neppe endre seg vesentlig som følge av en noe større belastning med næringsstoffer.

Strekningen synes altså å ha en viss reserve mhp. resipientkapasitet i forhold til næringsbelastning. Det er likevel vanskelig å forutse konsekvensen av ulike nivåer av tilleggsbelastning, og det vil være viktig med kontrollundersøkelser ved økt belastning.

3.3.5 Resultater bunndyr

Bunndyrsamfunnet på alle stasjonene var antallsmessig dominert av fjærmygglarver (**Figur 13, Tabell 8** og **Tabell 9**). Særlig nedstrøms Hartevatn var det meget høy tetthet av små individer i denne gruppen. Her ble det også registrert meget stor forekomst av småmuslinger. Det var ellers middels stor forekomst av flere andre bunndyrgrupper på alle stasjonene. Vanlig forekommende var fåbørstemark og vannmidd, foruten de tre artsbestemte gruppene døgnfluer, steinfluer og vårfluer (**EPT: Ephemeroptera Plecoptera Trichoptera**). Det biologiske mangfoldet uttrykt ved EPT var størst ved innløpet til Hartevatn. Her ble det registrert 16 EPT-arter. På de andre stasjonene varierte antall EPT arter mellom 12 og 15 (**Figur 14**). Dette innebærer et middels stort biologisk mangfold på alle stasjonene.

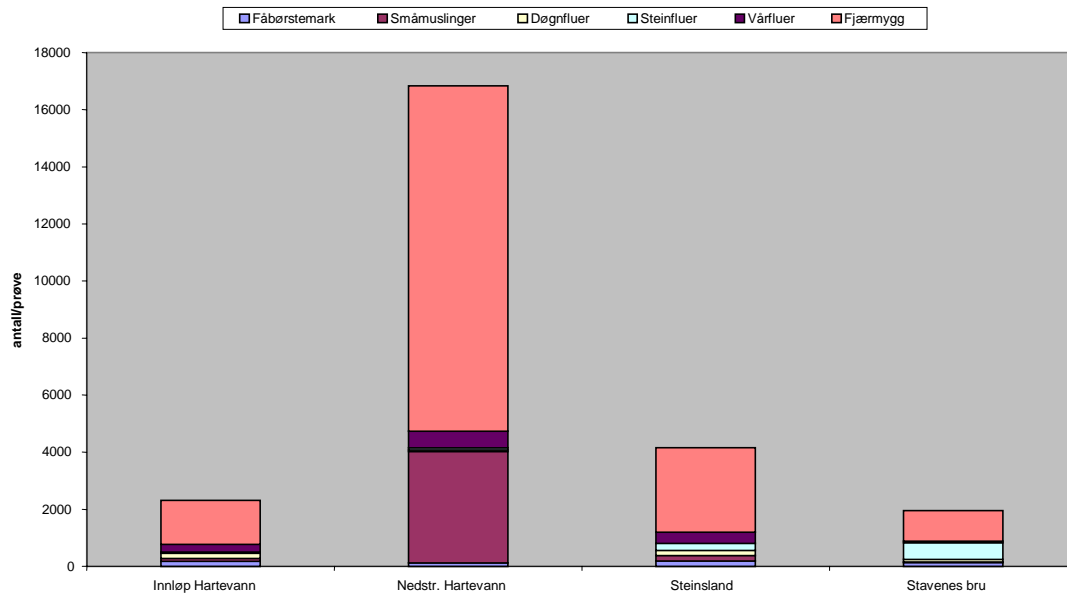
Innløp Hartevatn

Ved innløpet til Hartevatn ble det registrert 16 EPT arter. Det var det høyeste i denne undersøkelsen (**Figur 14**). Av disse var det 5 døgnfluearter, 3 steinfluearter og 8 vårfluearter. *Baetis rhodani* var den vanligste døgnfluen. *Baetis* sp besto av for små individer til sikkert å kunne artsbestemmes. Trolig var disse også *Baetis rhodani*. *Baetis rhodani* er Norges vanligste døgnflue i rennende vann. Fordi den er så vanlig er den en viktig indikatorart ved forsuringsvurderinger. Tilstedeværelse av denne arten i humusfattige vassdrag indikerer liten eller ingen forsuring. Baetidene er forholdsvis tolerante overfor eutrofiering og organiske forurensninger, men følsomme for forsuring. Andre døgnfluearter var *Heptagenia sulphurea* og *Ameletus inopinatus*. Begge er forholdsvis vanlige i den sørlige fjellregionen og noe forsuringfølsomme. Den siste døgnfluearten var *Ephemerella aurivillii*. Den er også forholdsvis vanlig i den sørlige fjellregionen. Arten er forsuringfølsom.

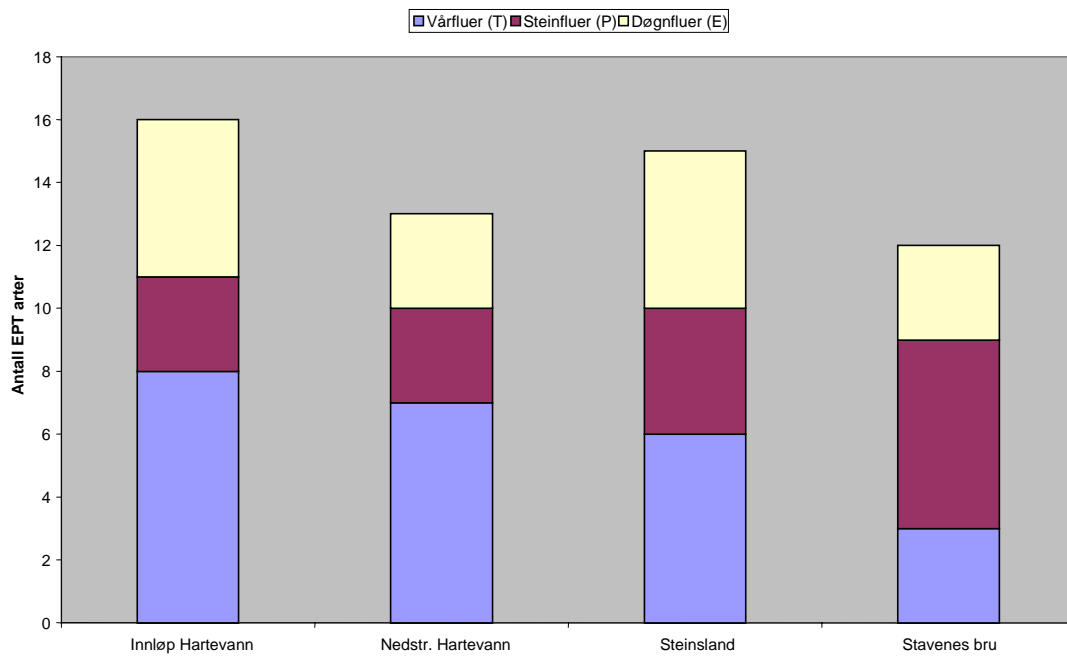
Steinfluefaunaen på denne stasjonen var dominert av *Leuctra hippopus*. Den er blant de mest vanlige artene i Norge. Den er forsuringstolerant. De to andre steinflueartene *Taeniopteryx nebulosa* og arter fra slekten *Isoperla* er også vanlige i Norge. Førstnevnte er forsuringstolerant, mens sistnevnte slekt trolig er noe mer følsom. Vårfluefaunaen var dominert av *Hydropsyche pellucidula*. Andre individer fra *Hydropsyche* slekten var for små til sikkert å kunne artsbestemmes, men disse var trolig også *Hydropsyche pellucidula*. Arten er forholdsvis vanlig, noe forsuringfølsom og finnes over det meste av Norge. Den ble også funnet i disse områdene i 1999.

Utløp av Hartevatn

Ved utløpet fra Hartevatn ble det registrert 13 EPT arter. Det var noe lavere enn ved innløpet (**Figur 14**). Av disse var det 3 døgnfluearter, 3 steinfluearter og 7 vårfluearter. *Baetis rhodani* var den vanligste døgnfluen. *Baetis* sp besto av for små individer til sikkert å kunne artsbestemmes. Trolig var disse også *Baetis rhodani*. Andre døgnfluearter var *Heptagenia sulphurea*. Steinfluefaunaen på denne stasjonen var dominert av *Taeniopteryx nebulosa*. De to andre steinflueartene var arter fra slektene *Isoperla* og *Amphinemura*. Slekten *Amphinemura* er meget vanlig og forsuringstolerant. Vårfluefaunaen var dominert av arter fra familien Polycentropodidae. Av disse var *Neureclipsis bimaculata* den vanligste.



Figur 13. Sammensetningen av hovedgrupper i bunndyrsamfunnet på fire stasjoner i Øvre Otra 26.09.2002.



Figur 14. Antall arter av døgn-, stein- og vårfluer på fire stasjoner i Øvre Otra 26.09.2002.

Tabell 8. Forekomst av hovedgrupper i bunndyrsammfunnet ved fire stasjoner i Øvre Otra 26.09.2002. Prøve fra Steinsland 02.10.2000 er lagt til i siste kolonne (Bækken og Romstad 2001). Antall individer per 3*1 minutt sparkeprøve (NS 4719).

		Innløp Hartevatn	Utløp Hartevatn	Steinsland	Stavenes bru	Steinsland 2000
Fåbørstemark	Oligochaeta	176	128	192	144	136
Igler	Hirudinea		16			
Snegeler	Gastropoda	16				
Småmuslinger	Lamellibranchiata	112	3904	192	16	
Vannmidd	Hydracarina	32	192	64	160	168
Døgnfluer	Ephemeroptera	176	64	176	88	95
Steinfluer	Plecoptera	40	56	258	584	106
Vårfluer	Trichoptera	276	584	387	64	208
Knott	Simuliidae					32
Fjærmygg	Chironomidae	1536	12096	2944	1056	1552
Andre tovinger	Andre diptera			32	32	32
	SUM	2364	17040	4245	2144	2329

Ofte vil bunndyrsamfunn i utløpet av en innsjø skille seg fra andre typer elvelokaliteter ved at den domineres av arter som kan nyttiggjøre seg det organiske materialet som driver ut fra innsjøen (utløpseffekt). Slik sett var det forventet at stasjonen ved utløpet av Hartevatn kunne være forskjellig fra de andre. Ofte vil vårfluefaunaen i utløp domineres av nettspinnende arter. Blant disse er arter fra familiene Polycentropodidae og Hydropsychidae. Selv om Polycentropodidae dominerte her var Hydropsyche fraværende på denne stasjonen. Andre EPT arter vil ofte finnes i redusert antall. Det var likevel uventet at *Leuctra hippopus*, som var vanlig på alle de andre stasjonene, var helt fraværende nedstrøms Hartevatn. Bunnssubstratets beskaffenhet er imidlertid viktig for de fleste bunndyrartene. På denne stasjonen var dette nesten totalt dekket av trådformede alger. Dette er trolig en viktig årsak til fravær både av *Hydropsyche* sp og *Leuctra hippopus*.

Steinsland

I Otra ved Steinsland ble det registrert 15 EPT arter (**Figur 14**). Av disse var 5 døgnfluearter, 4 steinfluearter og 6 vårfluearter. *Baetis rhodani* var den vanligste døgnfluen. *Baetis* sp besto av for små individer til sikkert å kunne artsbestemmes. Trolig var disse også *Baetis rhodani*. Det ble også registrert døgnfluearter som vanligvis foretrekker saktestrømmende eller stillestående vann. Disse var *Leptophlebia* sp. og *Centroptilum luteolum*. Deler av elva hadde lav vannhastighet grunnet liten vannføring og har derfor levesteder som passer disse artene. Begge artene er vanlige. *Leptophlebia* sp er forsuringstolerant, mens *Centroptilum luteolum* er noe følsom. Andre døgnfluearter her var *Heptagenia sulphurea*.

Steinfluefaunaen på denne stasjonen var dominert av små individer fra slekten *Amphinemura*, men også *Leuctra hippopus* var vanlig. De to andre steinflueartene var *Taeniopteryx nebulosa* og arter fra slekten *Isoperla*. Vårfluefaunaen var dominert av slekten *Oxyethira*. Denne slekten er noe forsuringfølsom. *Hydropsyche pellucidula* var også meget vanlig. For øvrig ble det registrert arter av familien Polycentropodidae.

Ved undersøkelsen i 2000 ble det tatt bunndyrprøver ved Steinsland (Bækken og Romstad 2001). Det ble den gang funnet 16 EPT arter. Stort sett var det de samme artene som ble funnet den gang som nå, og antallet var tilnærmet i samme størrelsesorden (**Tabell 8**).

Tabell 9. Arter av døgnfluer, steinfluer og vårfluer (EPT) ved fire stasjoner i Øvre Otra 26.09.2002. Prøve fra Steinsland 02.10.2000 er lagt til i siste kolonne (Bækken og Romstad 2001). Antall individer per 3*1 minutt sparkeprøve (NS 4719).

	Innløp Hartevatn	Utløp Hartevatn	Steinsland	Stavenes bru	Steinsland 2000
DØGNFLUER					
<i>Ameletus inopinatus</i>	8			8	16
<i>Baetis</i> sp	32	16	24		44
<i>Baetis rhodani</i>	104	40	72	40	26
<i>Centroptilum luteolum</i>			48		5
<i>Heptagenia sulphurea</i>	24	8	16	40	2
<i>Heptagenia</i> sp					
<i>Leptophlebia</i> sp			16		2
<i>Ephemerella aurivillii</i>	8				
Antall E arter	5	3	5	3	6
STEINFLUER					
<i>Diura nanseni</i>				8	
<i>Isoperla</i> sp	8	8	8	8	
<i>Taeniopteryx nebulosa</i>	8	24	40		16
<i>Amphinemura</i> sp		16	146	448	72
<i>Protonemura meyeri</i>				8	
<i>Capnia atra</i>				104	2
<i>Leuctra hippopus</i>	24		64	8	16
Antall P arter	3	3	4	6	4
VÅRFLUER					
<i>Rhyacophila nubila</i>	8	8		8	3
<i>Oxyethira</i> sp	24	8	176	16	132
<i>Polycetropodidae</i>		224	8		32
<i>Plectrocnemia conspersa</i>	8	32			
<i>Polycentropus flavomaculatus</i>	8	64	16		14
<i>Neureclipsis bimaculata</i>		240	8		
<i>Hydropsyche pellucidula</i>	104		128		3
<i>Hydropsyche</i> sp	88		48	40	24
<i>Lepidostoma hirtum</i>	40	8			
Trichoptera indet	16				
Antall T arter	8	7	6	3	6
Antall EPT arter	16	13	15	12	16

Otra ved Stavenes bru

I Otra ved Stavenes bru ble det registrert 12 EPT arter (**Figur 14**). Av disse var 3 døgnfluearter, 6 steinfluearter og 3 vårfluearter. *Baetis rhodani* og *Heptagenia sulphurea* var de vanligste døgnfluene. Andre døgnfluearter var *Ameletus inopinatus*.

Steinfluefaunaen på denne stasjonen var rikere enn på stasjonene lengere oppstrøms. Den var dominert av små individer fra slekten *Amphinemura*. Det ble registrert tre arter som ikke ble funnet lengre oppstrøms. Disse var *Capnia atra*, *Diura nanseni* og *Protonemura meyeri*. Alle er vanlige i Norge. De to første er noe forsuringfølsomme, mens den sistnevnte er forsuringstolerant. De to andre steinflueartene var *Leuctra hippopus* og arter fra slekten *Isoperla*. Det var få arter og en tynn bestand av vårfluer. Faunaen var dominert av slekten *Hydropsyche*. For øvrig ble det registrert *Rhyacophila nubila* arter av slekten *Oxyethira*.

4. Forurensningsbelastning

4.1 Tilførselsdata

Forurensningstilførsler fra bl.a. det planlagte renseanlegget er basert på opplysninger gitt av Sørlandskonsult i brev av 4. oktober 2002. Tilførsler av fosfor og nitrogen fra andre kilder er hentet fra tidligere beregninger utført av NIVA for tilførsler fra nedbør, fjell- og heiområder (Berge 1983; Hindar m.fl. 1990). Berge (1983) angir at årlig fosfortilførsel via nedbør kan være 20 kg/km^2 . Selv om dette tallet kan være noe høyt for høyfjellsforhold er det brukt her. For 2001 er det beregnet et årlig nitrogennedfall på nedbørstasjonen Vatnedalen på 140 mg N/m^2 . (SFT 2002). Begge disse belastningstallene er brukt for å beregne tilførsel direkte til Hartevatnets overflate.

Mengden av termotolerante kolibakterier (TKB) i ubehandlet kommunalt avløp kan variere mye. Oftest ligger konsentrasjonen i råkloakk i området $10^5 - 10^8 \text{ TKB/100ml}$ (Midttun 1993). Typiske verdier kan ligge omkring 10^6 TKB/100ml . Renseeffekten ved mekanisk/kjemisk renseanlegg på TKB angis typisk å være 99%, men med stor variasjonsbredde (ca 80% - 99,9%).

I beregning av belastning og resipientkapasitet i denne rapporten har vi først og fremst tatt utgangspunkt i fosfortilførslene.

4.2 Nåværende belastning

Den nåværende belastningen på resipientene i denne undersøkelsen er vist i **Tabell 10**. Som det går fram av oversikten er det summen av tilførsler direkte via nedbør og avrenning fra upåvirket terreng som utgjør de dominerende deler av tilførslene til Hartevatn gitt de rensiltak som er gjennomført i Hovdenområdet. 95 % av fosforet og 84 % av nitrogenet kommer fra disse kildene til Hartevatn.

4.3 Framtidig belastning

I det som omtales som Midtregionen er det i dag omkring 450 hytter. For disse er det idag ikke tillatt med innlagt vann med kloakkutslipp. Avløpet går dermed via infiltrasjon i grunnen eller andre systemer. Det regnes med ytterligere utbygging med 950 hytter, og avløp fra disse, sammen med de 450 eksisterende, forutsettes å gå til kjemisk rensing. Avløpet fra renseanlegget er planlagt å gå til østre deler av Vatndalsvatn. I tillegg er det aktuelt med 250 hytter med mekanisk rensing og ytterligere 250 med kjemisk rensing.

Den endring i forurensningsbelastning dette representerer framgår av **Tabell 11**. Det går fram at tilknytning av dagens hytter til renseanlegg gir en mindre belastning på Otra fra Hartevatn til Stavenes, mens belastningen på Vatndalsvatn og dermed også Botsvatn økes.

Ved beregning av forurensningsbelastning er det antatt at belegget på de framtidige hytteområdene regnes med å bli tilsvarende eller større enn det som er vanlig i de eksisterende hytteområdene. Hyttene antas å bli mest brukt i påskeferien. Men området regnes også å bli mye brukt i andre perioder om vinteren. Sommerferien (juli) vil også få høyt belegg, men gjennomsnittlig trolig noe lavere enn i de nevnte vinterperiodene. Den resterende bruken blir fordelt på helger og høstferie. Det må derfor regnes med en ujevn belastning på renseanlegget og derved på resipienten.

Alle beregningene forutsetter at renseanlegget drives godt, og at det ikke skjer uhell. Erfaringsmessig viser det seg at anlegg med store variasjoner i belastningen ofte har driftsproblemer med påfølgende

reduisert rensegrad eller direkte utslipp av råkloakk. Resipienten bør derfor ha en viss "overkapasitet" for bedre å kunne motta slike støt.

Tabell 10. Nåværende belastning på Hartevatn og Otra. Organisk belastning er bare oppgitt for Hovden RA. For Hartevatn er det gitt en totaloversikt over tilførsler, mens dette ikke er tilfellet for elveavsnittene.

Oversikt over utslipp:

Til Hartevatn	kg P/år	kg N/år	kg O/år
Fra nedbør direkte på innsjø	118	826	
Fra nedbørfeltet	1350	25000	
Fra Hovden renseanlegg:	40	4000	5200
Separate anlegg:	7		
70-80 storfe			
120 vinterfora sau			
340 sau på sommerbeite			
460 da kulturbeite	28	782	
SUM	1543	30608	5200
Otra fra Hartevatn til Stavenesbrua:			
Separate utslipp:	35		
290 vinterfora sau			
800 sau på sommerbeite			
570 da kulturbeite	34	969	
450 hytter (uten kloakkutslipp)			
SUM	69	969	
Til Otra nedstrøms Stavenesbrua:			
Separate utslipp:	35		
300 vinterfora sau			
840 sau på sommerbeite			
SUM	35	0	

Tabell 11. Effekt av framtidig hyttebygging på forurensningsbelastning totalt og for resipientene Otra (Hartevatn til Stavenesbrua) og Vatndalsvatn.

Totaleffekt:	
	kg P/år
1400 hytter kjemisk rensing	70
250 hytter kjemisk rensing	13
250 hytter mekanisk rensing	126
450 hytter (gevinst; - ingen rensing)	-225
Endring:	-16

Otra fra Hartevatn til Stavenesbrua:	
	kg P/år
950 hytter kjemisk rensing	0
250 hytter kjemisk rensing	0
250 hytter mekanisk rensing	126
450 hytter (ingen utslipp lenger)	-225
Endring:	-99

Vatnedalsmag.	
	kg P/år
1400 hytter kjemisk rensing	70
250 hytter kjemisk rensing	13
Endring:	83

5. Resipientkapasitet

Resipientkapasitet er beregnet ved hjelp av tilførselsmodeller (Berge 1987). De gjør det mulig å beregne akseptabel tilførsel av næringsstoffet fosfor for innsjøer basert på innsjøkarakteristika. Ved å sammenholde med dagens eller planlagt tilførsel er det mulig å kvantifisere eventuelle overskridelser av tålegrensen eller om det er "noe å gå på". Modellene er inkludert i SFTs veileder for fastsettelse av resipientkapasitet (SFT 1995).

5.1 Fosforbelastningsmodell

Resipientkapasitet vil si den mengde av det begrensende næringsstoff (fosfor i dette tilfellet) som en resipient kan motta uten at det oppstår uakseptable tilstander i form av stor algevekst. For å komme fram til resipientkapasiteten for innsjømagasinene har vi brukt to enkle fosforbelastningsmodeller for norske innsjøer som er gitt i Berge (1987). Berges modell er for grunne innsjøer, mens den såkalte RBJ-modellen er for dype innsjøer. Modellene er utviklet på bakgrunn av målte tilførsler og konsentrasjoner i en rekke lokaliteter og kalles derfor empiriske.

For å beregne konsentrasjonen av fosfor i innsjøer på bakgrunn av konsentrasjonen i innløpet og vannets teoretiske oppholdstid kan følgende formler brukes:

$$[P]_{\text{innsjø}} = 0,436 \cdot [P]_{\text{innløp}} \cdot T^{-0,16} \text{ (Berge-modellen)}$$

$$[P]_{\text{innsjø}} = 0,63 \cdot [P]_{\text{innløp}} \cdot e^{-0,067 \cdot T} \text{ (RBJ-modellen),}$$

det T er vannets teoretiske oppholdstid. $[P]_{\text{innløp}}$ beregnes som en middelkonsentrasjon ved å dele alle tilførsler på hele tilsiget for ett år. Den beregnede konsentrasjonen for $[P]_{\text{innsjø}}$ kan så vurderes med basis i det som er akseptabel tilstand. På basis av det materialet som Berge (1987) har lagt til grunn kan vi f.eks. beregne den klorofyllkonsentrasjonen som den utregnede fosforkonsentrasjonen kan gi:

$$[k]_{\text{innsjø}} = 0,6 \cdot [P]_{\text{innsjø}}^{0,96} \text{ (Berge-modellen).}$$

5.2 Kritiske fosfornivåer

En fosforkonsentrasjon i Hartevatn på 3 µg P/L vil etter dette gi en klorofyllkonsentrasjon på 1,7 µg kla/L, mens en mer kritisk konsentrasjon for Hartevatn på 10 µg P/L kan gi 5,5 µg kla/L. Den kritiske konsentrasjonen er avhengig av middeldypet i innsjøen:

$$[P\text{-kritisk}]_{\text{innsjø}} = -8,68 \cdot \ln z + 30,13 \text{ (Berge-modellen),}$$

og er altså 10 µg P/L for Hartevatn, eller i området 8-12 µg/L som Hindar m.fl. (1990) oppgir, siden middeldypet er 10,7 meter. Likningen viser også at et større middeldyp, som kan framkomme ved regulering, reduserer vannets selvrensningsevne. For dype innsjøer regner en med at 7 µg P/L er kritisk, og dette kan gjelde for Vatndalsvatnet og Botsvatn.

5.3 Resipientkapasitet

Vi har tatt utgangspunkt i innsjøenes utforming, vannmengder og reguleringseffekter på vannføring i elv og oppholdstider i magasinene. Beregninger er gjort av fosfortilførsler, dels på bakgrunn av data innhentet av Sørlandskonsult, dels på bakgrunn av egne beregninger.

For Hartevatn er de totale tilførsler av fosfor omlag 1540 kg, men tilsiget er sterkt redusert pga reguleringer. Middelkonsentrasjonen i tilløpet blir 6,2 µg P/L, noe som gir en konsentrasjon i innsjøen på 3,9 µg P/L og 2,2 µg kla/L. Den beregnede fosforkonsentrasjonen er høyere enn det som er målt, og tyder på at den reelle tilførselen av fosfor er mindre enn det beregnede. Forskjellen er relativt sett stor og skyldes derfor trolig at arealavrenningen fra upåvirkede områder er mindre siden dette er den desidert største enkeltkilden for fosfor.

Selv om marginene bør være forholdsvis store i høyfjellsområder og siden det knytter seg store brukerinteresser til Hartevatn, er nåværende resipientkapasitet større enn det som brukes. Middelkonsentrasjonen i tilsiget kan være opp mot 13-14 µg P/L før vannkvaliteten blir kritisk ifølge modellen. Det tilsvarer omlag 3200 kg P/år i tilførsler, dvs. over en dobling av de totale tilførsler. Siden bakgrunnsavrenningen trolig er konstant, vil denne forskjellen teoretisk sett være ”noe å gå på” for kommunen.

For Vatndalsvatn økes de totale tilførsler av fosfor med omlag 80 kg. Siden vi ikke er sikre på vannets totale volum og oppholdstid, kan vi i første omgang betrakte reguleringsmagasinet. Endringen i middelkonsentrasjon i tilløpet blir bare 0,1 µg P/L, noe som gir en helt ubetydelig konsentrasjonsendring i innsjøen (0,05 µg P/L). Selv om et framtidig renseanlegg skulle ha driftsproblemer, vil marginene være så store at dette ikke vil skape problemer for vannkvaliteten.

For Botsvatn vil vurderingen være enda ”enklere”; vannet fra Vatndalsvatnet renses ytterligere når det pumpes videre til Botsvatn ved den selvrensingen som finner sted der, og den ekstra fosfortilførselen vil ha enda mindre betydning her enn i Vatndalsvatnet.

For Otra på strekningen Hartevatn-Stavenesbrua vil etablering av et så stort antall hytter medføre rensing av utslipp i et kjemisk (for 1400-1650 hytter) eller mekanisk (for 250 hytter) renseanlegg. Ingen hytter skal i framtida bidra med urensset avløp til Otra. Dette innebærer faktisk at det totalt sett vil slippes ut mindre fosfor til ferskvannsføremønstre i framtida enn idag. Mens det blir et økt utslipp til Vatndalsvatnet via det kjemiske renseanlegget, vil en klar gevinst oppnås i Otra. Våre beregninger viser at det i framtida vil slippes ut 100 kg P/år mindre på denne strekningen enn i idag. Den økologiske statusen er god i dagens situasjon, og dette vil dermed kunne videreføres til tross for den planlagte hyttebyggingen.

Vi har ikke vurdert andre forurensningseffekter enn det som hører til endringen i næringsstofftilførsler og hygieniske forhold. Otra kan tenkes å få andre typer belastninger enn det som disse rensiltakene tar sikte på å fange opp. Her bør en også passe på å minimere påvirkningen av Otra, og det kan være lurt å finne fram til hvilken framtidig bruk en ser for seg av Otravann på strekning fra Hartevatn og videre nedover. *Otra som drikkevannskilde kan f.eks. være i faresonen ved etablering av så mye aktivitet som en slik hyttebygging vil medføre.*

6. Anbefalinger

NIVAs anbefalinger bygger kun på de beregninger og vurderinger som er gjort av vannets økologiske status, endring i næringsstofftilførsler og resipientkapasitet. Vi har vurdert den økologiske statusen som god (beste klasse) i Hartevatn i forhold til EUs vanndirektiv. Vannkjemiske og biologiske forhold viser svært næringsfattige samfunn i reguleringsmagasiner og elveavsnittene i Otra, trolig ikke vesentlig annerledes enn situasjonen ville vært uten menneskeskapte tilførsler. Både i magasinene og på Otra-stasjonene (innløp Hartevatn og på strekningen Hartevatn-Stavenesbrua) er også den økologiske statusen god.

Resipientkapasiteten er ikke overskredet i noen av lokalitetene, men minstevannføringsbestemmelsene i Otra på hele strekningen er satt svært lavt. Det medfører at en ved en så stor utbygging som det her er snakk om bør søke etter andre resipienter enn Otra. Bykle kommune har tatt konsekvensen av dette, og søker om å utnytte Vatndalsvatn og dermed også Botsvatn til formålet.

Beregningene viser at en teoretisk sett får en mindre totalbelastning av fosfor ved bruk av et planlagt kjemisk renseanlegg. Selv om beregningene kunne friste til direkte utslipp i Otra, vil vi ikke anbefale dette fordi uhell eller dårlig drift kan gi en større tilførsel i perioder. Kjemiske renseanlegg som har svært variabel belastning kan være mer utsatt for svingninger også i renseeffektivitet, og dette taler for at anleggets avløp går til Vatndalsvatnet. Med den marginale endringen vi har beregnet i fosforkonsentrasjon her og i Botsvatn er det helt klart et godt alternativ å slippe rensset avløpsvann til denne resipienten.

7. Referanser

- Andersen, J.R., Bratli, J.L., Fjeld, E., Faafeng, B., Grande, M., Hem, L., Holtan, H., Krogh, T., Lund, V., Rosland, D., Rosseland, B.O., og Aanes, K.J. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning 97:04, TA-1468/1997.
- Berge, D. 1983 (Red). Tyrifjorden. Sammenfattende sluttrapport fra undersøkelsene i 1978-81. Tyrifjordutvalget, Fylkeshuset, Drammen. ISBN 82-90356-31-5.
- Berge, D. 1987. Fosforbelastning og respons i grunne og middels grunne innsjøer. NIVA-rapport, løpenr. 2001. 44 s.
- Bækken, T. og Romstad, R. 2001. Resipientvurdering av øvre Otra i Bykle kommune. Norsk institutt for vannforskning, rapport 4330. 18 s.
- Hellawell, J.M. 1986. Biological Indicators of Freshwater Pollution and Environmental Management. Elsevier. London, 546 p.
- Hindar, A. Kroglund, F. og Brettum, P. 1990. Nåværende og akseptabel belastning av Hartevatn ved Hovden i Setesdal. NIVA-rapport 2498. 37 s.
- Kaste, Ø. og Håvardstun, J. 1998. Vannkvalitetsundersøkelse i Otra med tilløp 1997. NIVA-rapport 3866. 36 s.
- Midttun, I. 1993. Patogener i kommunalt avløpsvann. Det Norske Veritas Industri Norge AS. SFT-rapport nr. 93:25.
- Minshall, G.W. 1984. Aquatic insect-substratum relationships. In: Resh, V.H. and Rosenberg D.M. 1984 (Eds.). The ecology of aquatic insects. Praeger Publishers, NY
- Ræstad, E. og Østvold, E. 1980. 3074 SKJØNN ØVRE OTRA, Redegjørelse nr. 4. Utbyggingsvirkninger på strekningen Hartevatn-Sarvsfossen. Datert 25. mars 1980.
- Rørslett, B., Tjomsland, T., Løvik, J.E., Lydersen, E., Mjelde, M. og Grande, M. 1981. Undersøkelse av Øvre Otra. NIVA-rapport 1263-1981. 180 sider.
- SFT-Veiledning 95:01. Bratli, J.L., H. Holtan, J. Molvær, E. Lømsland, K. Baalsrud, og A. Juliussen 1997. Miljøsmål for vannforekomstene. Sammenheng mellom utslipp og virkning. TA-1138/1995. 55 sider.
- SFT-Veiledning 95:02. Bratli, J.L., H. Holtan, og S. O. Åstebøl 1995. Miljøsmål for vannforekomstene. Tilførselsberegninger. TA-1139/1995. 70 sider.
- SFT-Veiledning 95:05. Bratli, J.L., E. Hauand, Dag S. Rosland, A.S. Sandnes, og L. Størset 1998. Miljøsmål for vannforekomstene. Hovedveiledning. TA-1142/1995. 55 sider.
- SFT 2002. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport-Effekter 2001. SFT-rapport 854/2002. 194 s.
- Aanes, K.J. og Bækken, T. 1989. Bruk av vassdragets bunnfauna i vannkvalitetsklassifisering. Nr. 1 generell del. NIVA Rapport 2278.

Vedlegg A. Vannkjemi

Primærtabell vannkjemi for perioden oktober-01 til oktober-02.

St.nr.	St.navn	Dato	Dyp m	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NO3-N µg N/L	KLA-S µg/L	Oks mg/L	Sikt m	Temp. C	Fargeobservasjon
1	Hartevatn, utløp	22/10/01					2	119						
1	Hartevatn, utløp	18/03/02					1	150						
1	Hartevatn, utløp	15/04/02					1	149						
1	Hartevatn, utløp	13/05/02					1	102						
1	Hartevatn, utløp	10/06/02					2	160						
1	Hartevatn, utløp	12/08/02					1	116						
1	Hartevatn, utløp	30/09/02					3	107						
1	Hartevatn, utløp	21/10/02					2	160						
2	Steinsland	22/10/01					1	101						
2	Steinsland	18/03/02					1	150						
2	Steinsland	15/04/02					1	165						
2	Steinsland	13/05/02					2	120						
2	Steinsland	10/06/02					1	99						
2	Steinsland	12/08/02					2	165						
2	Steinsland	30/09/02					2	132						
2	Steinsland	21/10/02					<1	113						
4	Stavenes	22/10/01					1	101						
4	Stavenes	18/03/02					1	160						
4	Stavenes	15/04/02					2	160						
4	Stavenes	13/05/02					2	149						
4	Stavenes	10/06/02					1	83						
4	Stavenes	12/08/02					2	98						
4	Stavenes	30/09/02					1	98						
4	Stavenes	21/10/02					1	138						
5	Hartevatn, innløp	22/10/01					1	95						
5	Hartevatn, innløp	18/03/02					1	140						
5	Hartevatn, innløp	15/04/02					2	195						
5	Hartevatn, innløp	13/05/02					3	165						
5	Hartevatn, innløp	10/06/02					2	87						

NIVA 4646-2003

St.nr.	St.navn	Dato	Dyp m	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NO3-N µg N/L	KLA-S µg/L	Oks mg/L	Sikt m	Temp. C	Fargeobservasjon
5	Hartevatn, innløp	12/08/02					2	98						
5	Hartevatn, innløp	30/09/02					1	89						
5	Hartevatn, innløp	21/10/02					2	119						
6	Hartevatn, hovedst.	29/05/02	0									7,5		gul
6	Hartevatn, hovedst.	29/05/02	0-10	6,27	0,70	8,9	3	180	67	<0.33				
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	0									7,5		
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	0-10	6,31	0,56	7,4	2	141	52	0,61				
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	0,2										12,0	
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	2,5										12,0	
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	5,0										12,0	
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	7,5										11,5	
6	Hartevatn, hovedst.	25/06/02	10										11,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	0									9,0		grønn gul
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	0-10	6,43	0,42	6,6	2	110	27	1,0				
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	0,2										18,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	2,5										17,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	5,0										16,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	7,5										15,0	
6	Hartevatn, hovedst.	12/08/02	10										13,0	
6	Hartevatn, hovedst.	30/09/02	0-10	6,53	0,34	8,1	2	150	28	1,1				
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	0,2								9,85			
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	2,5								9,21			
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	5,0								9,18			
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	7,5								9,37			
6	Hartevatn, hovedst.	01/10/02	10								9,36			
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	0									8,0		gulgrønn
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	0-10	6,53	0,27	4,6	2	195	56	0,80				
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	0,2										12,0	
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	2,5										11,0	
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	5,0										10,0	
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	7,5										10,0	
6	Hartevatn, hovedst.	21/10/02	10										9,5	
8	Vatndalsvatn	22/10/01	0-10	6,51	0,31	2,7	1	150	80	1,1				
8	Vatndalsvatn	25/06/02	0-10	6,31	1,20	3,5	6	200	92	0,55				
8	Vatndalsvatn	30/09/02	0-10	6,47	0,42	1,9	2	146	77	1,1				

NIVA 4646-2003

St.nr.	St.navn	Dato	Dyp m	pH	Turb. FNU	Farge mg Pt/L	Tot-P µg P/L	Tot-N µg N/L	NO3-N µg N/L	KLA-S µg/L	Oks mg/L	Sikt m	Temp. C	Fargeobservasjon
9	Botsvatn	22/10/01	0-10	6,21	0,42	8,9	2	170	67	0,71				
9	Botsvatn	25/06/02	0									7,5		
9	Botsvatn	25/06/02	0-10	6,14	0,36	8,5	3	113	46	0,46				
9	Botsvatn	25/06/02	0,2										12,0	
9	Botsvatn	25/06/02	2,5										12,0	
9	Botsvatn	25/06/02	5,0										11,5	
9	Botsvatn	25/06/02	7,5										11,0	
9	Botsvatn	25/06/02	10										10,0	
9	Botsvatn	30/09/02	0									8,0		grønn gul
9	Botsvatn	30/09/02	0-10	6,35	0,39	4,6	2	175	82	0,45				
9	Botsvatn	30/09/02	0,2										10,0	
9	Botsvatn	30/09/02	2,5										9,0	
9	Botsvatn	30/09/02	5,0										9,0	
9	Botsvatn	30/09/02	7,5										8,5	
9	Botsvatn	30/09/02	10										8,5	

Vedlegg B. Planteplankton

Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Botsvatn.

Verdiene er gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2001	2002	2002
	Måned	10	6	9
	Dag	22	25	30
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				
Merismopedia tenuissima		13,6	.	10,1
Sum - Blågrønnalger		13,6	0,0	10,1
Chlorophyceae (Grønnalger)				
Chlamydomonas sp. (l=8)		.	.	0,4
Cosmarium sp.		.	0,4	.
Crucigenia quadrata		0,2	.	.
Gyromitus cordiformis		0,1	.	0,3
Monoraphidium dybowskii		0,1	.	.
Oocystis marssonii		0,2	.	.
Oocystis rhomboidea		.	.	0,1
Oocystis submarina v. variabilis		0,7	.	1,3
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		2,2	0,1	2,1
Sum - Grønnalger		3,4	0,4	4,2
Chrysophyceae (Gullalger)				
Bitrichia chodatii		0,2	.	0,2
Chrysolykos skujai		.	1,9	.
Craspedomonader		0,1	0,3	0,1
Dinobryon borgei		.	.	0,2
Dinobryon crenulatum		.	2,2	0,2
Dinobryon cylindricum var. alpinum		.	0,3	.
Dinobryon sociale v. americanum		0,1	10,4	0,6
Kephyrion sp.		.	0,5	.
Ochromonas sp.		0,3	0,3	0,5
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		0,8	2,4	0,9
Pseudokephyrion alaskanum		.	0,3	.
Små chrysonader (<7)		3,7	24,9	.
Store chrysonader (>7)		2,2	2,6	47,8
Ubest.chrysonade (Ochromonas sp.?)		1,8	0,3	0,2
Ubest.chrysophyceae		0,1	0,2	0,3
Sum - Gullalger		9,2	46,5	50,8
Bacillariophyceae (Kiselalger)				
Tabellaria flocculosa		.	0,6	.
Sum - Kiselalger		0,0	0,6	0,0
Cryptophyceae (Svelgflagellater)				
Cryptomonas marssonii		0,6	.	0,3
Cryptomonas sp. (l=20-22)		3,8	1,7	1,9
Cryptomonas spp. (l=24-30)		0,5	.	.
Katablepharis ovalis		0,8	0,6	0,4
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		1,4	1,7	0,9
Sum - Svelgflagellater		7,3	3,9	3,5
Dinophyceae (Fureflagellater)				
Gymnodinium cf. lacustre		1,0	4,2	0,7
Gymnodinium cf. uberrimum		5,8	5,8	2,9
Gymnodinium sp. (l=14-16)		.	1,2	0,7
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)		1,4	1,5	1,4
Ubest.dinoflagellat		.	0,5	0,9
Sum - Fureflagellater		8,2	13,2	6,6
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)				
Isthmochloron trispinatum		.	1,3	0,1
Sum - Gulgrønnalger		0,0	1,3	0,1
My-alger				
My-alger		7,6	12,1	7,8
Sum - My-alge		7,6	12,1	7,8
Sum totalt :		49,3	78,1	83,1

Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Vatndalsvatn.

Verdiene er gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2001	2002	2002
	Måned	10	6	9
	Dag	22	25	30
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)				
Chroococcus limneticus		0,1	.	.
Merismopedia tenuissima		0,3	.	6,1
Sum - Blågrønnalger		0,4	0,0	6,1
Chlorophyceae (Grønnalger)				
Chlamydomonas sp. (l=12)		.	.	0,2
Chlamydomonas sp. (l=8)		0,3	0,7	0,5
Gyromitus cordiformis		0,3	.	.
Monoraphidium dybowskii		0,3	.	1,2
Oocystis submarina v. variabilis		0,9	0,2	4,5
Paramastix confera		.	0,5	0,2
Sphaerocystis schroeteri		.	0,2	.
Tetraedron minimum v. tetralobulatum		0,1	.	0,3
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		0,6	0,1	.
Sum - Grønnalger		2,4	1,7	7,0
Chrysophyceae (Gullalger)				
Bitrichia chodatii		.	0,2	0,7
Chrysolykos skjulai		0,2	0,2	.
Craspedomonader		.	0,1	0,8
Dinobryon borgei		.	0,2	.
Dinobryon crenulatum		0,6	2,0	0,4
Dinobryon cylindricum var. alpinum		.	0,1	.
Dinobryon sociale v. americanum		0,2	0,2	.
Kephyrion litorale		0,1	0,2	0,1
Kephyrion sp.		0,2	0,5	0,4
Løse celler Dinobryon spp.		0,2	.	.
Mallomonas spp.		.	2,3	.
Ochromonas sp.		0,3	0,5	0,9
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		1,3	1,0	1,4
Pseudokephyrion alaskanum		.	0,2	.
Små chrysonader (<7)		7,1	25,6	16,0
Stichogloea doederleinii		.	.	18,3
Store chrysonader (>7)		2,2	4,7	7,8
Ubest.chrysonade (Ochromonas sp.?)		0,2	0,2	0,3
Ubest.chrysophyceae		.	.	0,1
Sum - Gullalger		12,5	38,0	47,2
Bacillariophyceae (Kiselalger)				
Cyclotella kützingiana		1,7	0,7	40,1
Cyclotella radiosa		.	.	1,9
Tabellaria flocculosa		.	.	0,4
Sum - Kiselalger		1,7	0,7	42,4
Cryptophyceae (Svelgflagellater)				
Cryptaulax vulgaris		0,2	.	.
Cryptomonas sp. (l=20-22)		1,3	0,7	2,6
Katablepharis ovalis		0,2	0,6	0,5
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)		0,3	.	.
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		1,2	1,4	0,2
Sum - Svelgflagellater		3,2	2,7	3,3
Dinophyceae (Fureflagellater)				
Gymnodinium cf. lacustre		0,8	16,2	1,6
Gymnodinium cf. uberrimum		2,9	8,1	.
Gymnodinium sp. (l=14-16)		0,7	1,4	1,7
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)		4,2	8,5	23,5
Ubest.dinoflagellat		0,2	1,2	.
Sum - Fureflagellater		8,8	35,3	26,8
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)				
Isthmochloron trispinatum		.	0,3	.
Sum - Gulgrønnalger		0,0	0,3	0,0
My-alger				
My-alger		5,1	7,3	21,4
Sum - My-alger		5,1	7,3	21,4
Sum totalt :		34,1	86,0	154,3

Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Hartevatn.

Verdiene er gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2002	2002	2002	2002	2002
	Måned	5	6	8	9	10
	Dag	29	25	12	30	21
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m
Cyanophyceae (Blågrønnalger)						
Merismopedia tenuissima		.	.	6,5	2,9	1,3
Tychonema boretii		.	.	1,5	.	.
Sum - Blågrønnalger		0,0	0,0	8,0	2,9	1,3
Chlorophyceae (Grønnalger)						
Ankistrodesmus falcatus		.	0,2	.	.	.
Carteria sp. (l=6-7)		0,2	.	.	0,8	0,5
Chlamydomonas sp. (l=12)		0,5	.	.	4,0	.
Chlamydomonas sp. (l=8)		0,1	.	0,3	.	0,1
Euastrum elegans		0,3
Monoraphidium dybowskii		.	.	0,2	0,8	0,4
Oocystis submarina v. variabilis		0,4	.	2,1	0,4	0,1
Paramastix confifera		0,1	.	.	.	0,1
Ubest.cocc.gr.alge (Chlorella sp.?)		.	0,1	0,3	0,5	.
Sum - Grønnalger		1,3	0,3	3,0	6,4	1,5
Chrysophyceae (Gullalger)						
Bicosoeca sp.		0,2
Bitrichia chodatii		.	0,2	0,3	0,9	.
Chromulina sp. (Chr.pseudonebulosa ?)		.	.	0,4	0,3	0,3
Chrysococcus spp.		0,3
Chrysolykos skujai		0,6	0,2	0,1	1,1	0,8
Craspedomonader		1,1	.	0,3	0,5	0,1
Dinobryon borgei		.	0,1	0,2	0,2	.
Dinobryon crenulatum		.	1,2	0,4	0,8	.
Dinobryon cylindricum var. alpinum		1,0	.	.	.	.
Dinobryon sociale v. americanum		0,2	0,4	0,7	0,4	0,4
Dinobryon suecicum v. longispinum		.	.	0,1	.	.
Kephyrion boreale		.	.	.	0,1	.
Kephyrion litorale		.	.	0,1	0,1	.
Kephyrion sp.		.	0,1	.	0,4	0,2
Løse celler Dinobryon spp.		.	.	2,2	0,4	.
Mallomonas spp.		0,3	.	1,6	0,2	.
Ochromonas sp.		0,3	.	2,1	1,8	1,7
Ochromonas sp. (d=3.5-4)		1,7	1,0	2,4	2,1	1,5
Pseudokephyrion alaskanum		.	0,1	0,2	0,1	.
Små chrysomonader (<7)		11,8	18,7	19,8	26,1	10,8
Stichogloea doederleinii		.	.	.	0,3	0,3
Store chrysomonader (>7)		2,2	4,7	4,3	8,2	3,0
Ubest.chrysomonade (Ochromonas sp.?)		0,3	.	1,0	1,3	2,3
Ubest.chrysophyceae		0,1	.	0,2	0,1	0,1
Sum - Gullalger		19,6	26,7	36,5	45,5	22,0
Bacillariophyceae (Kiselalger)						
Achnanthes sp. (l=15-25)		0,6	.	.	.	.
Eunotia lunaris		0,2	.	.	.	.
Fragilaria sp. (l=30-40)		0,0	0,0	.	0,1	.
Fragilaria sp. (l=40-70)		0,2
Frustulia rhomboides v. saxonica		0,3	.	.	0,3	.
Tabellaria flocculosa		0,4	0,4	.	.	.
Sum - Kiselalger		1,5	0,4	0,0	0,4	0,2

Kvantitative planteplanktonanalyser av prøver fra Hartevatn, forts.

Verdiene er gitt i mm³/m³ (=mg/m³ våtvekt)

	År	2002	2002	2002	2002	2002
	Måned	5	6	8	9	10
	Dag	29	25	12	30	21
	Dyp	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m	0-10m
Cryptophyceae (Svelgflagellater)						
Cryptaulax vulgaris		0,3	.	.	.	.
Cryptomonas erosa v.reflexa (Cr.refl.?)		.	.	.	1,1	1,8
Cryptomonas marssonii		.	0,7	2,8	2,6	1,3
Cryptomonas sp. (I=20-22)		1,4	1,4	8,9	5,0	3,4
Cryptomonas spp. (I=24-30)		0,5	.	1,5	2,0	2,0
Katablepharis ovalis		0,1	1,0	4,3	1,1	0,4
Rhodomonas lacustris (+v.nannoplantica)		1,1	.	1,2	1,2	2,3
Ubest.cryptomonade (Chroomonas sp.?)		0,8	2,3	6,6	5,4	3,8
Ubest.cryptomonade (I=6-8) Chro.acuta ?		0,6	0,1	0,5	.	.
Sum - Svelgflagellater		4,8	5,6	25,8	18,3	15,0
Dinophyceae (Fureflagellater)						
Gymnodinium cf.lacustre		4,0	5,9	4,6	6,3	3,2
Gymnodinium cf.uberrimum		.	.	2,5	2,5	.
Gymnodinium sp. (I=14-16)		1,4	1,4	1,0	3,6	1,4
Peridinium umbonatum (P.inconspicuum)		2,8	2,5	7,0	28,0	2,8
Ubest.dinoflagellat		.	0,9	3,2	1,6	0,2
Sum - Fureflagellater		8,2	10,7	18,3	42,0	7,7
Xanthophyceae (Gulgrønnalger)						
Isthmochloron trispinatum		.	0,3	.	2,3	0,2
Sum - Gulgrønnalger		0,0	0,3	0,0	2,3	0,2
My-alger						
My-alger		10,1	5,3	10,5	15,1	11,6
Sum - My-alge		10,1	5,3	10,5	15,1	11,6
Sum totalt :		45,5	49,3	102,1	132,9	59,5

Vedlegg C. Vannvegetasjon

Begroingsobservasjoner Innløp Hartevatn

Fylke: Aust-Agder

Kommune: Bykle

Dato: 26.09.2002

Elv: Otra Øvre

Prøvetaker: Stein W. Johansen

Stasjon: Innløp Hartevatn

Bearbeidet av: Randi Romstad

UTM: 32 407300 660300

Elvens bredde (m) : 50	Strømhastighet (Fossende-Stryk-Moderat-Langsom-Stille):	M
Vannføring (Høy-Middels-Lav): M	Lysforhold (Gode-Middels-Dårlige):	G

Substrat (dekskjikt i elv; prosent av ulike kategorier der begroingsprøve tas):

Leire:	Grus (0,2-2cm):	Stor stein (15-40cm):
Sand:	Små stein (2-15cm):	Blokker/Svaberg:

Dekningsgrad (mengdeangivelse av begroing, % dekning av elveleiet):

Organismer som ikke er angitt med dekningsgrad, men likevel finnes i prøvene er angitt med:

x = liten forekomst xx = vanlig xxx = stor forekomst

Viktige begroingsorganismer (Dekningsgrad/mengde angitt til høyre):

Moser:	Ubestemt bladmose	2
Alger:	<i>Zygonium</i> sp.3 (21µm)	40
	<i>Coleodesmium sagarmathae</i>	15
	<i>Stigonema mamillosum</i>	15
	<i>Mougeotia</i> sp. (11µ)	3
	<i>Zygnema</i> sp. (24µm)	1
	<i>Bulbochaete</i> sp.	1
	<i>Achnanthes</i> cf. <i>minutissima</i>	xxx
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx
	<i>Mougeotia</i> sp. (4,5µ)	xx
	<i>Zygnema</i> sp. (18µm)	xx
	<i>Phormidium hetropolare</i>	xx
	<i>Calothrix gypsophila</i>	xx
	<i>Cyanophanon mirabile</i>	xx
	<i>Calothrix</i> sp.	x
	<i>Stigonema minutum</i>	x
	<i>Chamaesiphon rostafinskiix</i>	x
	<i>Binuclearia tectorum</i>	x
	<i>Oedogonium</i> sp. (10µm)	x
	<i>Penium</i> spp.	x
	<i>Closterium</i> spp.	x
	Ubestemte kiselalger	xx
Nedbrytere:	jernbakterier	x

Tilstandsklasse (Skala: I-II-III-IV-V) : **I**

Kommentar: Stasjonen har et artsrikt algesamfunn, preget av arter som trives i næringsfattige vassdrag. Typiske rentvannsarter som grønnalgen *Zygonium* sp3 (21µm) og blågrønnalgene *Stigonema mamillosum* og *Coleodesmium sagarmathae* er rikelig tilstede i algesamfunnet. *Coleodesmium sagarmathae* og *Stigonema mamillosum* er begge karakteristiske arter i elver med svakt surt eller nøytralt vann med lavt innhold av næringssalter.

Begroingsobservasjoner Utløp Hartevatn**Fylke:** Aust-Agder**Kommune:** Bykle**Dato:** 26.09.2002**Elv:** Øvre Otra**Prøvetaker:** Stein W. Johansen**Stasjon:** Utløp Hartevatn**Bearbeidet av:** Randi Romstad**UTM:** 32 409150 6599250

Elvens bredde (m) :	10	Strømhastighet (Fossende-Stryk-Rask-Moderat-Langsom-Stille):	M
Vannføring (Høy-Middels-Lav):	M	Lysforhold (Gode-Middels-Dårlige):	G

Substrat (dekk sjikt i elv; prosent av ulike kategorier der begroingsprøve tas):

Leire:		Grus (0.2-2cm):		Stor stein (15-40cm):	
Sand:		Små stein (2-15cm):		Blokker/Svaberg:	

Dekningsgrad (mengdeangivelse av begroing, % dekning av elveleiet):

Organismer som ikke er angitt med dekningsgrad, men likevel finnes i prøvene er angitt med:

x = liten forekomst xx = vanlig xxx = stor forekomst

Viktige begroingsorganismer (Dekningsgrad/mengde angitt til høyre):

Alger:	<i>Zygonium</i> sp3 (19-24µm)	50
	<i>Zygnema</i> sp. (24-26µm)	20
	<i>Bulbochaete</i> sp.	10
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	10
	<i>Stigonema mamillosum</i>	5
	<i>Stigonema minutum</i>	xxx
	<i>Stigonema hormoides</i>	xx
	<i>Gloeocapsopsis</i> sp.	xx
	<i>Chamaesiphon amethystinus</i>	xx
	<i>Cyanophanon mirabile</i>	xx
	<i>Calothrix</i> sp.	x
	<i>Mougeotia</i> sp. (4,5-11µm)	x
Nedbrytere:	Jern-/manganbakterier	xxx

Tilstandsklasse (Skala: I-II-III-IV-V) : **I**

Kommentar: Grønnalgen *Zygonium* sp3 (19-24µm), *Zygnema* sp. (24-26µm) og *Bulbochaete* sp. er alle vanskelige å bestemme til art. Alle tre er karakteristiske alger i næringsfattige vassdrag. Blågrønnalgeslekten *Stigonema* her med artene *S. mamillosum*, *S. minutum* og *S. hormoides*, trives ikke i vassdrag med høy ledningsevne, men finnes i svakt sure vassdrag med lavt innhold av næringssalter. Forekomsten av grønnalgen *Bulbochaete* sp., kiselalgen *Tabellaria flocculosa* og jern-/manganbakterier indikerer at vannet er noe humusrikt.

Begroingsobservasjoner Steinsland**Fylke:** Aust-Agder**Kommune:** Bykle**Dato:** 26.09.2002**Elv:** Øvre Otra**Prøvetaker:** Stein W. Johansen**Stasjon:** Steinsland**Bearbeidet av:** Randi Romstad**UTM:** 32 409600 6592900

Elvens bredde (m) : 20	Strømhastighet (Fossende-Stryk-Rask-Moderat-Langsom-Stille):	M-L
Vannføring (Høy-Middels-Lav): M	Lysforhold (Gode-Middels-Dårlige):	G

Substrat (dekkstjikt i elv; prosent av ulike kategorier der begroingsprøve tas):

Leire:	Grus (0.2-2cm):	Stor stein (15-40cm):
Sand:	Små stein (2-15cm):	Blokker/Svaberg:

Dekningsgrad (mengdeangivelse av begroing, % dekning av elveleiet):

Organismer som ikke er angitt med dekningsgrad, men likevel finnes i prøvene er angitt med:

x = liten forekomst xx = vanlig xxx = stor forekomst

Viktige begroingsorganismer (Dekningsgrad/mengde angitt til høyre):

Alger:	<i>Zygonium</i> sp3	75
	<i>Stigonema mamillosum</i>	10
	<i>Scytonema mirabile</i>	5
	<i>Bulbochaete</i> sp.	2
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	<1
	<i>Stigonema minutum</i>	xxx
	<i>Homoeothrix</i> sp. (grenet)	xxx
	<i>Penium</i> spp.	xx
	<i>Binuclearia tectorum</i>	x
	<i>Mougeotia</i> sp. (9µm)	x
	<i>Oedogonium</i> sp. (6µm)	x
	<i>Merismopedia punctata</i>	x
	<i>Schizothrix</i> sp.	x
	<i>Calothrix</i> sp.	x
	<i>Scytonematopsis starmachii</i>	x
	<i>Cyanophanon mirabile</i>	x
Ciliater:	<i>Ophrydium versatile</i>	<1
	<i>Vorticella</i> sp.	xxx
Nedbrytere:	jernbakterier	x

Tilstandsklasse (Skala: I-II-III-IV-V) : **I - II**

Kommentar: Begroingssamfunnet er artsrikt og preget av alger som trives i næringsfattig vann. Grønnalgen *Zygonium* sp3 som dominerer begroingen, er en god rentvannsindikator. Blågrønnalgene *Stigonema mamillosum*, *S. minutum* og *Scytonema mirabile* er alle typiske for vassdrag med lavt innhold av næringsalter. Forekomsten av ciliaten *Vorticella* sp., indikerer tilførsel av noe partikulært organisk materiale.

Begroingsobservasjoner Stavenes bru**Fylke:** Aust-Agder**Kommune:** Bykle**Dato:** 26.09.2002**Elv:** Øvre Otra**Prøvetaker:** Stein W. Johansen**Stasjon:** Stavenes bru**Bearbeidet av:** Randi Romstad**UTM:** 32 408400 6580300

Elvens bredde (m) : 20	Strømhastighet (Fossende-Stryk-Rask-Moderat-Langsom-Stille):	M
Vannføring (Høy-Middels-Lav): M	Lysforhold (Gode-Middels-Dårlige):	G

Substrat (dekk sjikt i elv; prosent av ulike kategorier der begroingsprøve tas):

Leire:	Grus (0.2-2cm):	Stor stein (15-40cm):
Sand:	Små stein (2-15cm):	Blokker/Svaberg:

Dekningsgrad (mengdeangivelse av begroing, % dekning av elveleiet):

Organismer som ikke er angitt med dekningsgrad, men likevel finnes i prøvene er angitt med:

x = liten forekomst xx = vanlig xxx = stor forekomst

Viktige begroingsorganismer (Dekningsgrad/mengde angitt til høyre):

Alger:	<i>Zygonium</i> sp3 (18-22µm)	40
	<i>Stigonema mamillosum</i>	15
	<i>Coleodesmium sagarmathae</i>	5
	<i>Bulbochaete</i> sp.	5
	<i>Mougeotia</i> sp. (15µm)	3
	<i>Mougeotia</i> sp. (9µm)	xx
	<i>Penium</i> spp.	xx
	<i>Tabellaria flocculosa</i>	xx
	<i>Scytonema mirabile</i>	xx
	<i>Calothrix</i> sp.	x
	<i>Homoeothrix</i> sp. (grenet)	x
	<i>Merismopedia punctata</i>	x
	<i>Cyanophanon mirabile</i>	x
	<i>Rivularia</i> sp.	x
	<i>Binuclearia tectorum</i>	x
	<i>Microspora palustris</i>	x
	<i>Microspora palustris</i> var. <i>minor</i>	x
	<i>Oedogonium</i> sp. (6µm)	x
Ciliater:	<i>Vorticella</i> sp.	x
Nedbrytere:	jernbakterier	x

Tilstandsklasse (Skala: I-II-III-IV-V) : **I**

Kommentar: Begroingen er artsrik og består av arter som trives i vann med lite innhold av næringssalter. Typiske rentvannsarter som grønnalgene *Zygonium* sp3 (18-22µm) og *Bulbochaete* sp. samt blågrønnalgene *Stigonema mamillosum* og *Coleodesmium sagarmathae* er rikelig tilstede i algesamfunnet. Det ble ikke funnet arter som trives i næringsrikt vann, eller nedbrytere av betydning.

Vedlegg D. Bakteriologi

Primærtabell for bakterieanalyser med middel-, min- og max-verdier fra fem stasjoner
(Tot.ant.=ant/ml, Kolif/TKB = ant/100ml) (prøvene er analysert ved AnalyCen, Arendal).

St.nr.	St.navn	Dato	Tot. ant. 22C	Tot. ant. 37C	Kolif.	Termostab. kolif.
1	Hartevatn, utløp	22.10.2001	200	2	13	0
1	Hartevatn, utløp	18.03.2002	210	2	4	0
1	Hartevatn, utløp	13.05.2002	240	3	1	0
1	Hartevatn, utløp	10.06.2002	85	1	0	0
1	Hartevatn, utløp	12.08.2002	320	4	3	0
1	Hartevatn, utløp	30.09.2002	20	1	0	0
1	Hartevatn, utløp	21.10.2002	40	2	0	1
1	Hartevatn, utløp	Mid	159	2	3	0
		Min	20	1	0	0
		Max	320	4	13	1
		N	7	7	7	7
2	Steinsland	22.10.2001	220	10	21	0
2	Steinsland	18.03.2002	140	0	0	0
2	Steinsland	13.05.2002	440	6	3	1
2	Steinsland	10.06.2002	140	5	0	0
2	Steinsland	12.08.2002	700	120	20	9
2	Steinsland	30.09.2002	140	20	1	1
2	Steinsland	21.10.2002	30	4	0	0
2	Steinsland	Mid	259	24	6	2
		Min	30	0	0	0
		Max	700	120	21	9
		N	7	7	7	7
4	Stavenes	22.10.2001	270	3	13	0
4	Stavenes	18.03.2002	130	1	3	0
4	Stavenes	13.05.2002	800	10	2	0
4	Stavenes	10.06.2002	140	1	1	0
4	Stavenes	12.08.2002	345	35	8	2
4	Stavenes	30.09.2002	280	15	3	1
4	Stavenes	21.10.2002	110	4	1	0
4	Stavenes	Mid	296	10	4	0
		Min	110	1	1	0
		Max	800	35	13	2
		N	7	7	7	7
5	Hartevatn, innløp	22.10.2001	160	12	0	0
5	Hartevatn, innløp	18.03.2002	125	2	0	0
5	Hartevatn, innløp	13.05.2002	840	10	0	0
5	Hartevatn, innløp	10.06.2002	85	2	0	0
5	Hartevatn, innløp	12.08.2002	360	44	15	5
5	Hartevatn, innløp	30.09.2002	25	2	0	0
5	Hartevatn, innløp	21.10.2002	115	7	0	0
5	Hartevatn, innløp	Mid	244	11	2	1
		Min	25	2	0	0
		Max	840	44	15	5
		N	7	7	7	7
6	Hartevatn, hovedst.	12.08.2002	200	7	0	0
6	Hartevatn, hovedst.	30.09.2002	10	2	0	0
6	Hartevatn, hovedst.	Mid	105	5	0	0
		Min	10	2	0	0
		Max	200	7	0	0
		N	2	2	2	2

Vedlegg E. SFTs klassifisering av vannkvalitetstilstand i ferskvann

Et utvalg av de viktigste parametrene. Utdrag fra SFTs veileder 97:04 (Andersen m.fl. 1997).

Virksomheter av:	Parametre	Tilstandsklasser				
		I "Meget god"	II "God"	III "Mindre god"	IV "Dårlig"	V "Meget dårlig"
Næringsalter	<i>Total fosfor, µg P/l</i>	<7	7-11	11-20	20-50	>50
	<i>Klorofyll a, µg/l</i>	<2	2-4	4-8	8-20	>20
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	<i>Prim. prod., g C/m² år</i>	<25	25-50	50-90	90-150	>150
	<i>Total nitrogen, µg N/l</i>	<300	300-400	400-600	600-1200	> 1200
Organiske stoffer	<i>TOC, mg C/l</i>	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	<i>Fargetall, mg Pt/l</i>	<15	15-25	25-40	40-80	>80
	<i>Oksygen, mg O₂/l</i>	>9	6,5-9	4-6,5	2-4	<2
	<i>Oksygenmetning, %</i>	>80	50-80	30-50	15-30	<15
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
	<i>KOF_{Mn}, mg O/l</i>	<2,5	2,5-3,5	3,5-6,5	6,5-15	>15
	<i>Jern, µg Fe/l</i>	<50	50-100	100-300	300-600	>600
<i>Mangan, µg Mn/l</i>	<20	20-50	50-100	100-150	>150	
Forsurende stoffer	<i>Alkalitet, mmol/l</i>	>0,2	0,05-0,2	0,01-0,05	<0,01	0,00
	<i>pH</i>	>6,5	6,0-6,5	5,5-6,0	5,0-5,5	<5,0
Partikler	<i>Turbiditet, FTU</i>	<0,5	0,5-1	1-2	2-5	>5
	<i>Suspendert stoff, mg/l</i>	<1,5	1,5-3	3-5	5-10	>10
	<i>Siktedyp, m</i>	>6	4-6	2-4	1-2	<1
Tarmbakterier	<i>Termotol koli. bakt., ant./100 ml</i>	<5	5-50	50-200	200-1000	>1000