



RAPPORT LNR 5054-2005

Overvåkning av avløps-strømmer
fra Skjelbreia Vannverk og
undersøkelse av
begroingsorganismer og
makrobunndyr i Hunnselva ved
to lokaliteter nedstrøms utslippet.

Årsrapport 2004



Skjelbreia Vannverk i Vestre Toten kommune

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

Midt-Norge

Postboks 1264 Pirsenteret
7462 Trondheim
Telefon (47) 73 87 10 34 / 44
Telefax (47) 73 87 10 10

Tittel Overvåkning av avløpsstrømmer fra Skjelbreia Vannverk og undersøkelse av begroingsorganismer og makrobunndyr i Hunnselva ved to lokaliteter nedstrøms utslippet. Årsrapport 2004	Løpenr. (for bestilling) 5054-2005	Dato 29. august 2005.
	Prosjektnr. Undernr. O-24123	Sider Pris 33 + Vedlegg
Forfatter(e) Torleif Bækken Tor Gunnar Jantsch Gösta Kjellberg Eli-Anne Lindstrøm	Fagområde Miljøteknologi	Distribusjon Åpen
	Geografisk område Oppland	Trykket NIVA

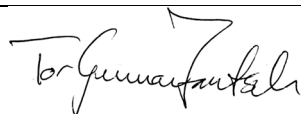
Oppdragsgiver(e) Vestre Toten kommune	Oppdragsreferanse Driftssjef Harry Jørgensen
--	--

Sammendrag

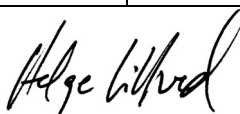
Skjelbreia Vannverk i Vestre Toten kommune er et av landets største membranfilteranlegg med en kapasitet på 600 m³/h. I tillegg til membranfiltreringen føres vannet gjennom marmorfiltre for alkalisering. Fylkesmannen i Oppland har gitt tillatelse for utslipp av avløpsvann fra vannverket til Hunnselva. Arbeidet som rapporteres her, er en del av de undersøkelsene som skal gjennomføres for å tilfredsstille kravene i utslippstillatelsen.

Det er blitt tatt prøver av konsentrat, vann fra den daglige rutinevasken, vann fra den årlige hovedvasken, og spylevannet fra marmorfiltrene. De ulike avløpsstrømmene er karakterisert kjemisk, og det er gjort vurderinger med tanke på behandling av utslippene. Prosessvannet (konsentrat og skyllevann) slippes ut i øvre del av Hunnselva. Her det foretatt biologiske undersøkelser for å se om utslippet fra vannverket har medført skadeeffekter på biota. Til i dag er det ikke funnet sikker dokumentasjon på biologiske skadeeffekter. De variasjoner som er observert kan muligens være en effekt av prosessvannutslippet, men betydningen har vært liten sett i forhold til naturlige år til år variasjoner og annen menneskelig påvirkning i vassdraget.

Fire norske emneord 1. Membranfiltrering 2. Avløp 3. Resipientundersøkelse 4. Biologiske effekter	Fire engelske emneord 1. Membrane filtration 2. Discharge 3. Monitoring 4. Biological effects
---	---



Tor Gunnar Jantsch
Prosjektleder



Helge Liltved
Forskningsleder



Øyvind Sørensen
Ansvarlig

Overvåkning av avløpsstrømmer fra Skjelbreia
Vannverk
og
undersøkelse av begroingsorganismer og makrobunndyr
i Hunnselva ved to lokaliteter nedstrøms utslippet

Årsrapport for 2004

Forord

I forbindelse med utslippstillatelse for prosessvann til Hunnselva fra Skjelbreia Vannverk, gitt av Fylkesmannen i Oppland, skal Vestre Toten kommune årlig sørge for overvåkning av effekter av utslippet på begroingsorganismer og makrobunndyr i øvre del av Hunnselva. Det skal også gjennomføres et overvåkningsprogram for de ulike utslippsstrømmene fra vannverket. NIVA har, av teknisk etat i Vestre Toten kommune, fått i oppdrag å utføre disse undersøkelser.

Gösta Kjellberg (NIVAs Østlandsavdeling) har vært ansvarlig for de biologiske undersøkelsene og Tor Gunnar Jantsch (NIVA Oslo) har vært ansvarlig for overvåkning av avløpsstrømmene. Kontaktperson for Vestre Toten kommune er Harry Jørgensen. G. Kjellberg har tatt bunndyrprøvene, mens Torleif Bækken (NIVA Oslo) har stått for bearbeidelse og vurdering av disse. Eli-Anne Lindstrøm (NIVA Oslo) har tatt begroingsprøvene og sammen med Randi Romstad (NIVA Oslo) stått for bearbeidelse og vurdering av begroingsmaterialet. T. G. Jantsch (NIVA Oslo) har bidratt med tekniske data og resultater fra vannanalyser av prosessvannet. Sammenstilling og vurdering av biologiske data samt rapportskriving er utført av T. Bækken, G. Kjellberg og E-A. Lindstrøm, mens T. G. Jantsch har utført karakterisering, vurdering og rapportering av avløpsstrømmene.

Harry Jørgensen og Lars Mjørslud ved Vestre Toten kommune har bidratt med opplysninger om driften av vannverket. Videre har Espen Hagen ved A/L Settefisk gitt informasjon fra driften ved fiskanlegget og om det har skjedd noe avvik som kan settes i forbindelse med utslippet fra vannverket.

Rapporten for 2004 er kvalitetssikret av Tone Jøran Oredalen og Helge Liltved.

Prosjektledere vil takke alle for godt samarbeide.

Oslo, august 2005

Tor Gunnar Jantsch

Innhold

Sammendrag	5
1. INNLEDNING	8
1.1 Bakgrunn	8
1.2 Problemstilling	11
1.3 Mål	11
1.4 Tidligere undersøkelser fra området	12
2. METODER OG MATERIALE	13
2.1 Karakterisering av avløpsstrømmer	13
2.2 Biologiske undersøkelser	14
3. RESULTATER OG DISKUSJON	18
3.1 Karakterisering av avløpsstrømmer	18
3.1.1 Karakterisering av konsentrat	18
3.1.2 Karakterisering av vann fra rutinevask	18
3.1.3 Karakterisering av vann fra hovedvask	20
3.1.4 Karakterisering av spylevann fra marmorfiltrene	20
3.2 Begroing	21
Innledning	21
Arts sammensetning	22
Arts mangfold	23
Mengdemessig forekomst	24
3.3 Makrobunndyr	25
3.3.1 Innledning	25
3.3.2 Arts sammensetning	25
3.3.3 Mengdemessig forekomst	29
3.4 Samlet vurdering	30
4. AKTUELLE TILTAK OG TILRÅDNINGER	31
5. LITTERATUR	32
6. VEDLEGG	34
Vedlegg A.	35
Vedlegg B.	45
Vedlegg C.	46

Sammendrag

INNLEDNING

Denne rapporten presenterer resultater av karakterisering av avløpsstrømmer fra Skjelbreia vannverk og de biologiske undersøkelser i øvre del av Hunnselva som ble foretatt i 2004/2005. Det er analysert prøver av konsentrat, vann fra den daglige rutinevasken, vann fra den årlige hovedvasken, og spylevannet fra marmorfiltrene fra vannverket. De biologiske prøvene ble tatt i strykpartiene ved Fiskevolldammen og ved Vestbakken kraftstasjon. Resultatene for 2004 er vurdert sammen med resultatene fra perioden 1997 - 2003. Resultatene fra høsten 1997 og sommeren 1998 utgjør referansedata dvs. beskriver biologisk status på de to lokalitetene før elva ble tilført prosessvann fra Skjelbreia vannverk.

I utslippstillatelse for utslipp av prosessvann fra Skjelbreia vannverk til øvre del av Hunnselva har Fylkesmannen i Oppland satt krav til at det skal foretas undersøkelse av begroingsorganismer og makrobunndyr i strykpartiene nedstrøms Fiskevolldammen og Vestbakken kraftstasjon. Disse lokaliteter ligger nedstrøms utslippspunktet.

Kontinuerlig drift av Skjelbreia vannverk startet den 10. oktober i 1998 og Hunnselva blir nå tilført ca. 4000 m³ prosessvann per døgn. Dette tilsvarer ca. 5 % av døgnavannføringen ved minstevassføring. Prosessvannet består av konsentrat av humus og kjemikalieholdig avløp (skyllevann) fra daglig rutinevask som fordrøyes og fortynnes før utslipp til resipienten. Prosessvannet inneholder humusforbindelser og rester av vegetasjon og dyr (i hovedsak planteplankton og dyreplankton fra innsjøen Skjelbreia) som spyles/vaskes av fra membranfilterne. Ca. 1,7 kg totalt organisk karbon (TOC) slippes ut per døgn. Det tilsvarer et årlig utslipp på ca. 600 kg. Det organiske materialet er tungt nedbrytbart. En test for nedbrytbarhet vist at ca. 15 % av det organiske stoffet ble brutt ned etter 28 døgn ved 20 grader C. Det medfører at omsetningen av det organiske materialet foregår langsomt og vil kun i liten grad påvirke oksygensituasjonen eller bidra til uønsket utvikling av heterotrofe mikroorganismer i resipienten.

RESULTATER OG KOMMENTARER

Undersøkelser av begroingsorganismer og makrobunndyr utført i 2004 sammen med de tidligere undersøkelsene i perioden 1997 - 2003 har vist:

- Skyllemiddel SMN-1, som tidligere ble brukt, kan være akutt giftig for vannlevende organismer ved konsentrasjoner over 2 ml/l. Ved normal drift av vannverket foreligger likevel ingen fare for skadeeffekter da konsentrasjonene i skyllevannet er mindre enn 2 ml/l og konsentrasjonen i prosessvannet som slippes ut i Hunnselva er mindre enn 0,05 ml/l. I Hunnselva, som har stor fortynningssevne, vil konsentrasjonen bli ytterligere redusert. Bruken av skyllemiddel SMN-1 skulle således ikke utgjøre noe problem for plante- og

dyrelivet i vassdraget ved normal drift av vannverket. Skyllemiddel SMN-1 brukes ikke lengre.

- Utslippet av prosessvann fra Skjelbreia vannverk har så langt ikke medført dokumenterbare økte forekomster av heterotrofe begroingsorganismer (ciliater, bakterier og sopp) i den berørte delen av Hunnselva. Årsaken til dette er at det organiske materialet i prosessvannet for en stor del består av humus som ikke er lett nedbrytbar.
- Utslippet av prosessvann fra Skjelbreia vannverk har så langt ikke medført akutte skadeeffekter på flora og fauna. Årsaken til dette er at vannet fra rutinevask (skyllevannet) blir fortynnet før det slippes ut og at resipienten har stor fortynningsevne. Videre er stoffene som slippes ut relativt sett ufarlige i de konsentrasjoner som foreligger.
- Det har skjedd endringer i samfunnene av begroingsorganismer og makrobunndyr som vi ikke kan forklare. Påviselig negative effekter er likevel ikke registrert. Årsaken til variasjonene kan være naturgitte år til år variasjoner og flere andre typer forurensninger. Dette må en ta hensyn til når resultatene skal vurderes. Utslippet av prosessvann fra Skjelbreia vannverk har så langt ikke ført til klart dokumenterbare akutte og/eller sentvirkende (subletale/kroniske) skadeeffekter på begroingsorganismer og makrobunndyr. Hvorvidt senskader vil oppstå kan ikke vurderes uten at det gjennomføres undersøkelser over en lengre periode.
- Utslippet av NOM (Naturlig Organisk Materiale) fra Skjelbreia vannverk (ca. 1 tonn/år) har så langt ikke skapt dokumenterbare problemer med nedslamming langs den påvirkede delen av elva. Årsaken til nedslamming og de problemene som til tider foreligger er sannsynligvis kraftig økt forekomst av makrovegetasjon som tjønnaks og ikke minst av vasspest i Einavann i området ved Eina tettsted og langs lange strekninger av Hunnselva (særlig Reinsvolldammen). Vasspesten ble etablert i vassdraget på begynnelsen av 1990-tallet. De tette vegetasjonsmattene "fanger opp" partikler og bidrar også til økt slamproduksjon når de brytes ned. Årlig tilførsel av partikler (i hovedsak humusaggregater) fra vannverket utgjør i dag mindre enn 1 % av den totale årlige transporten av organiske partikler i elva. Uorganisk materiale (leire, jord og sand), som det til tider er stor transport av i elva, slippes i liten grad ut fra vannverket. Det er derfor lite sannsynlig at utslippet av prosessvann fra Skjelbreia vannverk har medført noen direkte nedslamming av vassdraget.
- Utslippet av prosessvann fra Skjelbreia vannverk var sannsynligvis ikke hovedårsaken til de problemer med nedslamming som oppstod ved AL Settefisk i 1999 og til dels i 2000 og 2003. I 2001, 2002, 2003 og 2004 har det ikke blitt rapportert om noen større problemer i forbindelse med økt tilførsel av slam ved settefiskanlegget. Det ble likevel rapportert om økt slamforekomst i mars 2003 i forbindelse med den første våravsmeltingen. Slammet ble undersøkt av NIVA uten at vi fant noe unormalt. Det viste seg senere at årsaken var at det hadde blitt foretatt gravearbeider i elva oppstrøms fiskanlegget.

- Karakterisering av konsentratet fra vannverket kan tyde på at det har vært en økning i fargetall og organisk karbon fra 1999 til 2004/2005, hvilket kan gi en noe høyere belastning på elva.

AKTUELLE TILTAK OG TILRÅDNINGER

Vi vil gi følgende tilrådinger:

- Undersøkelsene av begroingsorganismer og makrobunndyr i strykpartiene ved Fiskevolldammen og Vestbakken kraftstasjon bør fortsette for å undersøke hvorvidt senskader på flora og fauna kan oppstå som følge av prosessvannet fra Skjelbreia Vannverk. Dette bør gjøres ved at det tas ut prøver av begroing ved ett tidspunkt (sommer) og prøver av makrobunndyr ved to tidspunkter (sommer og høst). Dvs. i samsvar med foreliggende overvåkingsprogram. Det er likevel viktig at programmet blir tilpasset det overvåkingsprogram som skal etableres i forbindelse med den kommunale vann og avløpsplanen samt innføring av EUs vanndirektiv.
- Det kan være aktuelt å videreføre et prøvetakingsprogram for å avdekke hvorvidt den mulig økende belastningen av NOM på elva fortsetter. Utslipp av vann fra daglig rutinevask til elva medfører kun ubetydelige vannkvalitetsmessige forringelser for resipienten. Vann fra hovedvask bør fortsatt føres til kommunalt renseanlegg for behandling før utslipp. Det kan også være aktuelt å utføre bunnundersøkelser ved utslippsområdet for spylevann fra marmorfiltrene for å avdekke eventuelle avsetninger og effekter.

1. INNLEDNING

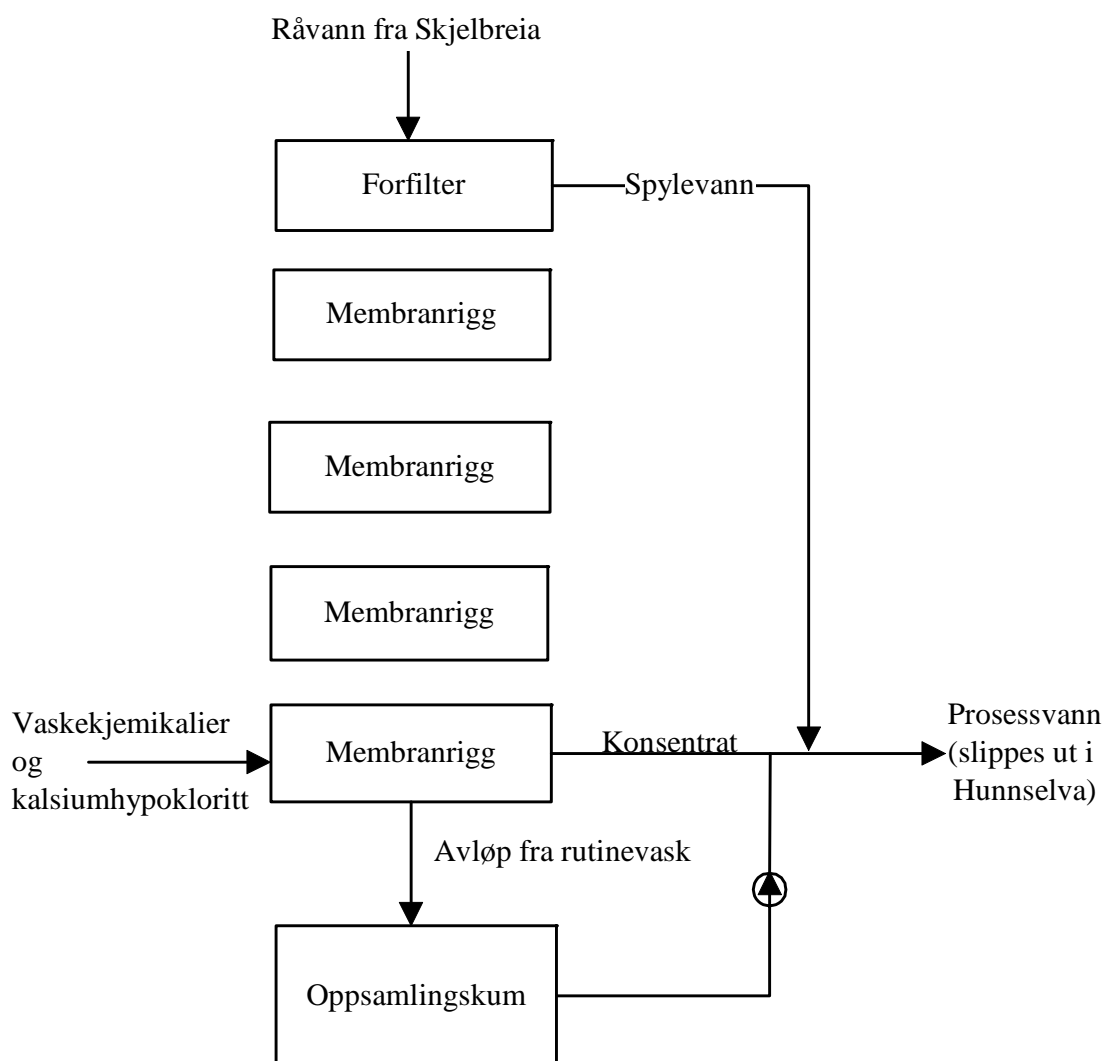
1.1 Bakgrunn

Vestre Toten kommune etablerte i 1998 nytt vannverk ved innsjøen Skjelbreia, **Skjelbreia Vannverk**. Vannverket bruker ca. 10-12000 m³ råvann per døgn. Råvannet tas fra ca. 15 meters dyp 3 meter fra bunnen ca. 800 meter ut i innsjøen. Vannverket benytter et membranfilteranlegg til vannbehandling. Skjelbreia vannverk er for tiden Norges største membranfilteranlegg for reduksjon av Naturlig Organisk Materiale (NOM) med en drikkevannsproduksjon på 600 m³/time. Ved membranfilterprosessen presses vannet under trykk gjennom en membran med så små porer at membranen fjerner bakterier og virus og størsteparten av organisk materiale særlig humus fra råvannet. Andre stoffer som til dels foreligger i partikulær og kolloidal form, f.eks. aluminium, jern, mangan og fosfor, fjernes også til en viss grad. Metodikken med membranfiltrering medfører utslipp av prosessvann. Prosessvannet, ca. 25 % av råvannet, består av vann fra rutinevask og konsentrat/slam (oppkonsentrert NOM). Prosessvannet fordrøyes og fortynnes før utslipp til resipienten. Utslippsvannet fra årlig rengjøring kjøres til kommunalt rensesanlegg. Prosessvannet inneholder aluminium og suspendert organisk stoff (NOM) i hovedsak bestående av rester fra dyre- og planteplankton samt særlig humusforbindelser. NOM er tungt nedbrytbart med en biologisk nedbrytbarhet på ca. 15 % ved 28 dagers oppholdstid og 20 grader C. Dette medfører at omsetningen av det organiske materialet foregår langsomt, og kun i liten grad vil påvirke oksygenforholdene og/eller bidra til uønsket stor forekomst av heterotrof vekst i resipienten. Prosessvannet har pH som varierer mellom 6,5 og 8,0. Vannet og konsentratet/slammet fra rutinevask/hovedvask inneholder noe arsen og metaller som kommer fra vannbehandlingskjemikalium/rengjøringskjemikalier og råvann. Aktuelle metaller er kadmium, krom, kvikksølv, nikkel, bly, kobber og sink. Videre vil prosessvannet også inneholde antimon og selen. Det blir også noe utslipp av klor (indikert ved trihalometaner) i forbindelse med klorering ved desinfeksjon av membranfilterne. Prosessen er generelt vist i figur 1 i teksten. For nærmere informasjon om de tekniske forhold, drift, kjemisk sammensetning av utslippet og utslippsmengder vises til rapporter utarbeidet av Weideborg og Kjellberg (1997), Håkonsen et al. (1999) og Liltved et al. (2003).

Skjelbreia vannverk benytter Hunnselva som resipient for utslipp av prosessvann. Utslipsstedet ligger like oppstrøms den gamle dammen ved Fiskevollen (se figur 2 i kap. 2). Utslippsvannet fra årlig rengjøring kjøres til Breiskallen kommunale rensesanlegg, som har sitt utslipp i Hunnselva ca. 4 km nedstrøms Raufoss. Utslipp av prosessvann er for tiden omlag 4000 m³/døgn. Dette medfører hvert døgn et utslipp på omlag 1,7 kg organisk karbon (TOC), 80 gram fosfor, 7 kg organiske salter, 100 gram tensider og noe klororganiske forbindelser. Det foreligger ikke noen konkret miljørisikovurdering for utslipp av prosessvann fra membranfilteranlegg. På det nåværende tidspunkt er det derfor ikke mulig å klarlegge om utslippet vil kunne medføre forringet vannkvalitet og/eller vil kunne gi sentvirkende (kroniske) skadeeffekter på flora og fauna. I utslippstillatelsen fra Fylkesmannen i Oppland stilles det derfor bl.a. krav til overvåking av begroingsorganismer og makrobunndyr i øvre del av Hunnselva.

I september 1998 forekom en del enkeltutslipp fra vannverket i forbindelse med innkjøring og rengjøring. Den 10. oktober 1998 startet den kontinuerlige driften. Driften har gått normalt, og det har til nå ikke skjedd noen utslipp av prosessvann eller skyllevann utover de utslippsmengder som skjer ved normal drift.

For områdesbeskrivelse, samt informasjon om øvrig vannbruk, samt foreliggende og potensielle forurensningskilder i Hunnselva henvises til Kjellberg (1983 og 1994) og Brandrud et al. (1996).



På Skjelbreia Vannverk føres konsentratet fra filtreringsprosessen og det kjemikalieholdige avløpet fra den daglige rutinevasken til resipienten Hunnselva. Avløpet benevnes som prosessvann og føres kontinuerlig til Hunnselva. Ved rutinevask vaskes en og en av membranriggene, mens de andre riggene driftes som vanlig. Avløp fra hovedvask og eventuell konservering transporteres med tankbil til Breiskallen Renseanlegg.

Figur 1. Skjelbreia Vannverk. Avløpsløsning for konsentrat og rutinevask.

1.2 Problemstilling

Til tross for at det her i landet finnes et stort antall membranfiltreringsanlegg som er i drift er det tidligere ikke utført undersøkelser av miljøpåvirkning i aktuelle resipienter i forbindelse med utslipp av prosessvann. Forvaltningen og planleggerne får dermed en vanskelig oppgave med å foreta miljøkonsekvensutredninger og gi utslippstillatelser. En risikerer derfor beslutninger tatt på ufullstendig grunnlag (Håkonsen et al. 1999). Fylkesmannen i Oppland har derfor i utslippstillatelsen for Skjelbreia vannverk krevd relativt omfattende prøvetaking og rapportering. Det kan bli aktuelt å skjerpe eller lempe kravene til rensing og prøvetaking/rapportering avhengig av den kunnskap en etter hvert får om utslippet av prosessvann og virkning i Hunnselva. Dette er også begrunnet i en generell målsetting om å bevare det biologiske mangfoldet i Hunnselva samt at AL Settefisk på Reinsvoll tar sitt driftsvann fra elva.

I forbindelse med planarbeidet for Skjelbreia Vannverk har Aquateam AS med bidrag fra NIVA (Weideborg og Kjellberg 1997) foretatt en miljøkonsekvensutredning. Aquateam AS har utført en teoretisk beregning og vurdering av eventuelle endringer i kjemisk vannkvalitet. Videre har Aquateam AS og NIVA vurdert biologiske effekter over tid som følge av antatte utslippsmengder og generell vurdering av de biologiske forhold. I utredningen er det lagt spesiell vekt på at vannkvaliteten på driftsvannet til AL Settefisk på Reinsvoll ikke skal forringes samt at naturgitt biologisk mangfold og økologisk status i Hunnselva skal vernes. En forutsetning var videre at de kjemikalier som blir brukt i vaske- og desinfiseringsprosessene ikke inneholder skadelige stoffer. Utredningen konkluderte med at øvre del av Hunnselva var en egnet utslippslokalitet (resipient) for prosessvannet fra Skjelbreia Vannverk. Dvs. at døgnlig og årlig beregnet utslippsmengde ikke i vesentlig grad ville forandre den kjemiske vannkvaliteten i elva og/eller påføre Hunnselva akutte eller sentvirkende (subletale/kroniske) økologiske skadeeffekter. Utslippet ville likevel kunne gi økt farge på vannet og bidra til økt oksygenforbruk i området like nedstrøms utslippspunktet.

Vannverket ble satt i kontinuerlig drift den 10. oktober i 1998. Det har til nå ikke vært driftsforstyrrelser ved vannverket som har forandret mengde og/eller sammensetting av prosessvann til Hunnselva (pers. med. Lars Arne Mjørland og Harry Jørgensen). Det har heller ikke vært andre utslipp fra vannverket.

På våren og utover sommeren i 1999, og til dels i 2000 oppstod det tidvis betydelige driftsproblemer ved AL Settefisk på Reinsvoll grunnet mye slam i inntaksvannet. Noe slam kom også inn i selve anlegget. Videre har grunneiere som bor like ved Hunnselva og personer tilknyttet Vestre Toten Jeger og Fiskeforening (VTJFF) sommeren 1999 og 2000 observert forandringer og særlig nedslamming av elvebunnen som de mente var forårsaket av prosessvannet fra Skjelbreia vannverk. For videre informasjon se Kjellberg et al. (2001). Lignende forhold ble også observert i Reinsvolldammen og langs elvestrekningen oppstrøms dammen i mars 2003. Ved dette tilfelle var det gravearbeider i elva som var årsaken til nedslammingen.

1.3 Mål

De biologiske undersøkelsene i øvre del av Hunnselva har som hensikt å avdekke om og i hvilken grad utslippet fra Skjelbreia Vannverk har virkninger for Hunnselva generelt som vassdrag og fiskeelv og spesielt som vannkilde for AL Settefisk's oppdrettsanlegg på Reinsvoll.

Dersom det påvises biologiske skadeeffekter skal virkninger for Hunnselva generelt som vassdrag og fiskeelv vurderes. Spesielt skal eventuelle ulemper for AL Settefisk på Reinsvoll vurderes.

I 2000 ble det foretatt en tilleggsundersøkelse som hadde som mål å klarlegge om utslippet fra Skjelbreia Vannverk var årsaken til driftsproblemene ved AL Settefisk, og for de forandringer som var observert i øvre del av Hunnselva på våren og utover sommeren i 1999, og til dels også i 2000 (se Kjellberg et al. 2001).

I mars 2003 ble det også foretatt en ekstra befarings og tatt ut vannprøver for å vurdere omfanget og eventuelle negative effekter av den nedslamming som da forelå særlig i Reinsvoll dammen. AL Settefisk hadde også ved dette tilfelle økt innhold av slam i sitt driftsvann, men dette bidro ikke til noen større driftsproblem.

Målet med rapporten omfatter også undersøkelse av den kjemiske sammensetningen til de ulike avløpsstrømmene fra vannverket og sammenligning av disse med tidligere innsamlede data og tidligere vurderinger (Liltved et al. 2003).

1.4 Tidligere undersøkelser fra området

Biologisk status i Hunnselva er undersøkt ved flere tilfeller (Bergman-Paulsen 1961, Kjellberg og Rognerud 1985, Lien og Lindstrøm 1987, Kjellberg 1994, Kjellberg et al. 2001, Aagard et al. 2002, Kjellberg et al. 2002). Det foreligger videre semikvantitative prøver av begroingsorganismer og makrobunndyr fra Hunnselva ved Fiskevoll dammen som ble tatt i 1961. Ved Vollenga er det ikke tidligere samlet prøver av begroingsorganismer eller makrobunndyr. Begge lokalitetene har likevel blitt vurdert ved biologiske feltobservasjoner i 1982 i forbindelse med SFT's oppstart av prosjekt "Årlig overvåking av Hunnselva" (Kjellberg 1983), samt ved biologiske feltobservasjoner som har blitt utført i forbindelse med Mjøsundersøkelsen i 1993, 1997 og 2002 (Kjellberg 1994, 1998, 2004).

Resultatene fra nevnte undersøkelser viste at Hunnselvas øvre løp var påvirket av fekal forurensning (tarmbakterier), men ellers var det ingen forurensningsbelastning av betydning. Dvs. at elvestrekningen hadde en sammensetning av flora og fauna i nært samsvar med forventet naturtilstand tilsvarende god økologisk status. Økt tilførsel av næringsstoffer (spes. fosfor) høynet likevel produksjonspotensialet. Øvre del av Hunnselva blir derfor for tiden vurdert som lite til moderat overgjødslet. For mer informasjon se Kjellberg (2004).

2. METODER OG MATERIALE

2.1 Karakterisering av avløpsstrømmer

Driftspersonalet har stått for prøvetakingen av avløpsstrømmene ved Skjelbreia Vannverk og gitt nødvendige opplysninger om driftsmessige forhold.

Representative stikkprøver er tatt ut på egnet emballasje og transportert til NIVAs laboratorier i Oslo for analyse. I **Tabell 1** er det gitt en oversikt over når prøver fra de ulike avløpsstrømmer ble tatt. **Tabell 2** viser hvilke parametere som ble analysert for de ulike prøvene.

Tabell 1. Prøveuttaksdato for de forskjellige avløpsstrømmene.

Prøvetakingsdato	18.10.04	12.11.04	23.11.04	12.1.05	14.2.05	15.4.05	2.5.05
Vann fra rutinevask	x*	x	x	x*	x*	x	
Konsentrat	x	x	x	x		x	x
Spylevann fra marmorfiltre	x	x		x	x	x	x
Vann fra årlig hovedvask			x				

* Inkl. prøve for klororganiske forbindelser.

Tabell 2. Analyseparametre og antall analyser for de ulike avløpsstrømmene.

Analyseparameter	Vann fra rutinevask	Konsentrat	Vann fra hovedvask	Spylevann fra marmorfiltre
Generell vannkjemi				
pH	6	6	1	6
Alkalitet	6	6	1	6
Konduktivitet	6	6	1	
Fargetall	6	6	1	
TOC	6	6	1	
Suspendert stoff	6	6	1	
Tot-P	6	6	1	
Totalt tørrstoff				6
Gløderest				6
Klororganiske forbindelser				
Trihalometaner, µg/l	3			

Analysene for generelle vannkjemiske parametere er foretatt ved NIVAs laboratorium i Oslo etter akkrediterte standardmetoder.

Ved bruk av klorholdige desinfeksjonsmidler kan det dannes klorerte organiske forbindelser. Noen av disse kan være toksiske overfor akvatiske organismer, og ha karsinogene og mutagene egenskaper. Blant de klororganiske forbindelsene finnes også stoffer som er tungt nedbrytbare og som kan akkumuleres i næringskjeder.

Stoffgruppen som betegnes trihalometaner (THM), er en gruppe av klororganiske forbindelser som kan dannes ved klorering av humusforbindelser i vann. Da enkelte av forbindelsene kan være

karsinogene, er man spesielt oppmerksom på stoffgruppen i forbindelse med klorering av drikkevann. Det er satt en grenseverdi på 50 µg/l for summen av trihalometaner i Drikkevannsforskriften (Helsedepartementet 2001). Trihalometaner er analysert ved NIVA

2.2 Biologiske undersøkelser

To ganger per år, sommer (juli/august) og høst (oktober/november), ble det i perioden 1997-2004 foretatt biologiske feltobservasjoner i strykpatriet nedstrøms dammen ved Fiskevollen og ved Vollenga i strykpatriet nedstrøms Vestbakken kraftstasjon. Videre ble det samlet in prøver av begroingsorganismer og makrobunndyr fra hver av lokalitetene. F.o.m. 2001 ble det på høsten bare samlet in prøver av makrobunndyr. Dvs. at det nå bare blir tatt ut begroingsprøver på sommeren. Stasjonen ved Fiskevollen betegnes som HUNN8 og stasjonen nedstrøms Vestbakken kraftstasjon (Vollenga) som HUNN7. Stasjonsplassering er vist i figur 2 og stasjonsbeskrivelse er gitt i vedlegg B.

Det biologiske materialet blir samlet inn, bearbeidet og vurdert ved NIVA, etter standardiserte metoder. Se Kjellberg et al. (1991) og Kjellberg et al. (1985) når det gjelder vurdering av tilstandsklasse, klassifisering av forurensningsgrad og biologisk status.

Kort skissert omfatter begroingsundersøkelsen:

1. Feltobservasjoner og innsamling av prøver. Ved prøvetakingen blir begroingselementene innsamlet hver for seg og mengdemessig forekomst av hvert element blir angitt i form av dekningsgrad. Dekningsgraden vurderes subjektivt ut fra hvor stor prosentdel av tilgjengelig elveleie som dekkes av hvert element. I Hunnselva undersøker vi hele elvebredden ved de aktuelle lokalitetene.
2. Laboratorieanalyse. Begroingsprøvene undersøkes først i lupe, deretter i mikroskop. Organismene identifiseres så langt som mulig, fortrinnsvis til art. Hver arts mengdemessige betydning innen begroingselementet bedømmes.
3. Tolking av resultatene. På grunnlag av begroingssamfunnets sammensetning (biodiversitet) er stasjonene plassert i tilstandsklasse som angir grad av eutrofiering/saprobiering. Det legges her særlig vekt på gode indikatorarter og avvik fra forventet naturgitt biodiversitet.

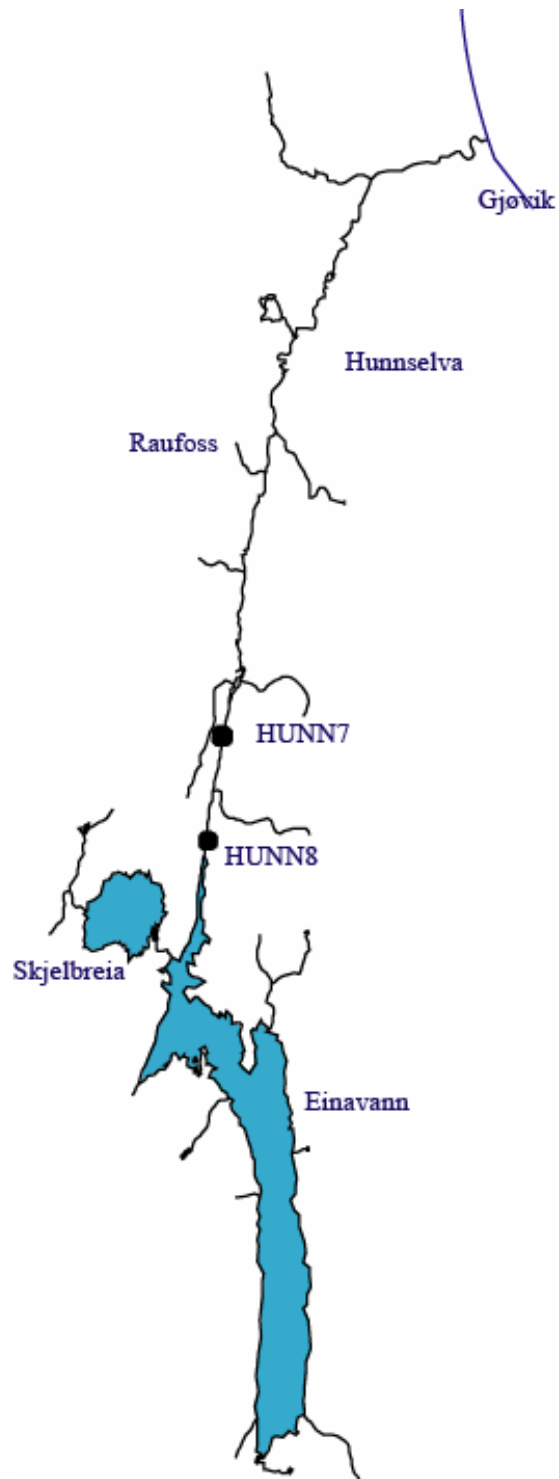
Kort skissert omfatter undersøkelsen av forekomst av makrobunndyr:

1. Innsamling av makrobunndyr som foregår med håv ("sparke-metoden"). Prøvetakingen utføres i samsvar med Norsk Standard NS 4719. Det anvendes håv med maskevidde 250 µm. Metoden registrerer de fleste artene som er tilstede i elva, og gir god informasjon om den relative tettheten.
2. Analyse av innsamlet materiale i laboratoriet med utarbeidelse av artslister for døgnfluer (*Ephemeroptera*), steinfluer (*Plecoptera*), og vårfluer (*Trichoptera*). Disse benevnes som EPT-arter. Øvrige grupper blir ført til større grupper.
3. Vurdering av forurensningsgrad og produksjonsevne på grunnlag av mengdeforhold og artssammensetning. Det blir særlig lagt vekt på forekomst av gode indikatororganismer og eventuelt avvik fra forventet naturgitt biodiversitet.

De biologiske prøver fra perioden 1997 – 2004 har blitt samlet inn ved følgende tidspunkter:

- 17. oktober i 1997.
- 20. august og 21. oktober i 1998.
- 2. august og 22. oktober i 1999.
- 3. august og 10. oktober i 2000.
- 22. august og 1. november 2001 (1. nov. bare bunndyr).
- 6. august (bunndyr), 23. august (begroing) og 29. oktober (bunndyr) i 2002.
- 2. august (bunndyr), 17. august (begroing) og 17. november (bunndyr) i 2003.
- 3. august (bunndyr), 12. september (begroing) og 12. oktober (bunndyr) i 2004.

Resultatene fra oktober i 1997 og august i 1998 utgjør i denne forbindelse referansedata, dvs. at disse prøver er tatt før Hunnselva ble tilført prosessvann fra Skjelbreia Vannverk.



Figur 2. Prøvetakingsstasjoner for begroingsorganismer og makrobunndyr. Pilen viser utslippssted for prosessvannet.

Undersøkelsene av begroingsorganismer og makrobunndyr skal danne grunnlag for å vurdere forurensningssituasjon, biologisk status og selvrensingsevnen/resipientkapasiteten, samt se om utslippet fra vannverket har akutte eller på sikt vil kunne medføre langsiktige (subletale/kroniske) skadeeffekter på det biologiske mangfoldet dvs. negativt påvirke den økologiske status i øvre del av Hunnselva. Videre om biologisk status er i samsvar med de miljøkvalitetsmål som er og vil kunne bli fastsatt i kommunal, interkommunal og statlig regi (se DN og SFT 1997, Furuseth og medarb. 1991 samt EU 2000). Miljøkvalitetsmål for kommunens vassdrag vil bli utarbeidet i forbindelse med pågående vann og avløpsplan for Vestre Toten kommune, som skal fremlegges og godkjennes høsten 2004.

Det er som regel de biologiske effektene av forandret vannkvalitet, som f.eks. økt forekomst av vannplanter, stor forekomst av fastsittende alger ”grønskevekst”, stor og sjenerende forekomst av sopp og bakterier (s.k. ”lammehaler” og lignende), gifteffekter med bl.a. fiskedød, vond lukt osv., som hos folk flest oppfattes som forurensning og har størst praktisk betydning.

Forandring av biologisk mangfold/status står sentralt og det legges vekt på forekomst evt. fravær av gode indikatororganismer dvs. organismer som er spesielt følsomme for påvirkning av forurensninger eller andre menneskelige inngrep. Avvik fra forventet naturtilstand ved de to prøvetakingslokalitetene står derfor sentralt når vi skal angi forurensningsgrad og økologisk status. Videre skal det innsamlede materialet kunne benyttes som referanse for fremtidige undersøkelser og overvåking. Vi kan her nevne at EUs vanndirektiv 2000 da det blir operativt i Norge forutsetter at alle vassdrag skal ha god økologisk status i 2015 (EU 2000). Det arbeides nå på nasjonalt og internasjonalt nivå med å konkretisere hva som menes med god økologisk status (WATECO 2002).

3. RESULTATER OG DISKUSJON

3.1 Karakterisering av avløpsstrømmer

3.1.1 Karakterisering av konsentrat

Konsentratet består av ca. 25 % av råvannstrømmen og inneholder oppkonsentrert, ikke-membranfiltrerbart materiale fra råvannet. Konsentratet ledes kontinuerlig til Hunnselva og tilføres til tider vann fra rutinevask.

I **Tabell 3** framkommer kvaliteten på konsentratet m.h.p. generelle vannkjemiske parametere. Som forventet er verdiene for fargetall og organisk stoff høyere i konsentratet enn i råvannet. Verdiene for fargetall og organisk karbon for 2004/2005 er høyere enn tilsvarende verdier for avløpet (konsentrat og vaskevann fra rutinevask) i 1999. Dette kan tyde på at det har vært en utvikling i avløpets sammensetning som har medført en høyere TOC-belastning på vassdraget. Denne utviklingen er dog ikke dramatisk med henvisning til de beregninger gjort av Liltved et al. (2003) angående utslippenes betydning i Hunnselva og resultatene av de biologiske undersøkelsene. Liltved et al. 2003 beregnet fargeøkning og turbiditetsøkning til henholdsvis 1 % og 2 % ved minste vannføring i elva (verste tilfelle-scenario). Et tilsynelatende økende innhold av enkelte parametere tilsier dog at avløpets sammensetning bør overvåkes videre for å avdekke utviklingen i avløpets kvalitet.

Tabell 3. Kvaliteten på råvann og konsentrat. Data fra 1999 er fra Håkonsen et al. (1999).

Analyse-parameter	Råvann 1999	Avløp 1999	18.10.04	12.11.04	23.11.04	12.1.05	15.4.05	2.5.05
Alkalitet, mmol/l			0,267	0,2888	0,315	0,306	0,288	0,246
Fargetall, mgPt/l	40	108	147	180	190	143	161	147
Konduktivitet, mS/m		5,6	5,60	6,30	6,95	5,80	6,08	5,36
pH	6,8	6,8	6,77	6,92	7,05	7,04	6,75	6,91
Organisk karbon, mgC/l	6,8	17,4	22,1	27,7	26,7	20,4	22,4	21,9
Tot-P µg/l			13	14	35	16	17	13
Totalt tørrstoff g/kg							0,13	
Total gløderest g/kg TS							0,05	
Suspendert stoff, mg/l			<5	<5	<5	<5	<5	<5
Suspendert gløderest, mg/l								<5

3.1.2 Karakterisering av vann fra rutinevask

De 4 membranfiltermodulene vaskes en gang pr. døgn på nattetid. Vaskeprosessen foregår fortløpende, og er overstått i løpet av ca. 8 timer. Totalt produseres ca. 152 m³ vaskevann pr. døgn som ledes til resipient sammen med konsentratet fra resten av membranene som er i normal drift. Utledningen gjøres i løpet av 8 timer, dvs. at resipienten tilføres ca. 19 m³ vaskevann pr. time i den tiden vaskingen pågår. Pr. døgn benyttes 16 liter 25 % natriumhypokloritt, og 44 liter skyllemiddel til rengjøringen.

I **Tabell 4** framkommer kvaliteten på vann fra rutinevask m.h.p. generelle vannkjemiske parametere. Som forventet er verdiene for de fleste parametere høyere i vannet fra rutinevask enn i råvannet. Dette gjelder spesielt fargetall og organisk stoff, som reflekterer organiske forbindelser som blir løst fra membranen i vaskeprosessen. Det er svært lavt innhold av totalt fosfor, noe som tyder på at det ikke blir benyttet fosfatholdige vaskemidler. Som forventet er det variasjon i analyseresultatene mellom de forskjellige prøvedatoene, men relativt like verdier for 2004/2005 som for 2003. Den relativt stabile sammensetningen i 2004/2005 jamfør 2003 tilsier at skyllevannet fremdeles kunne slippes til Hunnselva uten fare for negative effekter i vassdraget som konkludert av Liltved et al. (2003).

Av analysen for de klororganiske forbindelsene framgår at det dannes noe kloroform (**Tabell 4**). Konsentrasjonen av kloroform er lav og summen av trihalometaner er lavere enn grenseverdien i Drikkevannsforskriften (Helsedepartementet 2001), noe som tyder på at stoffgruppen er uproblematisk i forhold til eventuelle effekter overfor organismer og planter i resipienten. Det skal også bemerkes at verdiene for kloroform er betydelig lavere i 2004/2005 enn i 2003.

Tabell 4. Kvaliteten på vann fra rutinevask fra ulike prøveuttak (inklusive data fra undersøkelser av Liltved et al. (2003))

Analyse-parameter	27.5.03	14.8.03	18.10.04	12.11.04	23.11.04	12.1.05	14.2.05	15.4.05
pH	7,3	6,8	7,30	6,97	7,03	7,32	7,00	6,55
Alkalitet, mmol/l	0,67	-	0,516	0,2900	0,306	0,368	0,290	0,163
Konduktivitet, mS/m	8,23	5,15	7,73	5,88	6,37	6,47	6,01	3,03
Fargetall, mgPt/l	142	130	118	152	202	140	165	46,1
Organisk karbon, mgC/l	30,6	19,9	20,5	24,2	31,8	23,0	23,6	7,9
Susp.stoff, mg/l	7,6	1,2	<5	<5	<5	<5	2,4	<5
Tot-P, µg/l	6	14	88	28	17	14	14	5
Klororganiske forbindelser								
Tetraklormetan, CCL4-V µg/l			<0,5			<0,5	<0,5	
Bromoform, CHBR3-V µg/l	<0,02		<0,5			<0,5	<0,5	
Kloroform, CHCL3-V µg/l	22		14			4,6	<0,5	
Dibromoklormetan, DBRCM-V µg/l	<0,02		<0,5			<0,5	<0,5	
Diklorbrommetan, DCBRM-V µg/l	0,10		<0,5			<0,5	<0,5	
1,2-diklor + 1,1,1-tikloreten, TCE-V µg/l			<0,5			<0,5	<0,5	
Tetrakloreten, TECE-V µg/l			<0,5			<0,5	<0,5	
Triklloreten, TRCE-V µg/l			<0,5			<0,5	<0,5	

3.1.3 Karakterisering av vann fra hovedvask

Etter opplysninger fra anlegget, foregår hovedvasken ved at det blandes vaskemidler som pumpes inn på den modulen som skal vaskes. Vaskemidlene får virke 7-8 timer før vaskevannet pumpes ut. Dette vaskevannet utgjør ca. 4 m³ pr. modul. Deretter skylles membranene. Vaskingen tar 1 dag pr. modul og hele vaskeprosedyren av anlegget er gjennomført i løpet av 4 dager.

Konsentrasjonene i vannet fra hovedvasken er langt høyere enn i vann fra rutinevask, men mengdene er langt mer beskjedne (4 m³ pr. modul pr. år). **Tabell 5** viser at hovedvasken har et høyt innhold av fosfor og karbon. De høye fosfor gjenspeiler bruken av fosfatholdige vaskemidler, mens det organiske stoffet stammer fra organisk materiale som blir vasket av membranene og organiske forbindelser i vaskemidlene. Verdiene målt i 2004 er for enkelte parametere betydelig høyere enn tilsvarende verdier i 2001, og det anbefales at praksisen med transport til, og behandling i, kommunalt renseanlegg fortsetter bl.a. på grunn av de høye fosforverdiene i vannet fra hovedvasken. De overflateaktive stoffene i vannet fra hovedvask kan også medføre negative effekter i elva.

Tabell 5. Kvaliteten på vann fra hovedvask (inklusive data fra undersøkelser av Liltved et al. (2003))

Analyseparameter	5.4.2001	23.11.2004
Fargetall, mgPt/l	302	970
Konduktivitet, mS/m		45,6
pH		7,19
Susp.stoff, mg/l		21
Alkalitet, mmol/l		3,656
Organisk karbon, mgC/l	156	173
Tot-P, mg P/l	48,85	405

3.1.4 Karakterisering av spylevann fra marmorfiltrene

Vannverket har 4 marmorfiltre. Hvert marmorfilter blir tilbakespylt 1 gang pr. uke (ett filter pr. dag). Spylevannsmengden med mye partikulært kalsiumkarbonat er ca. 3 m³ pr. filter. Vannet passerer utjevningstank på 10 m³, før det ledes til innsjøen Skjelbreia.

Kvaliteten på spylevann fra marmorfiltrene framgår av **Tabell 6**. Spylevannet inneholder mye partikler (høye verdier for suspendert stoff), har relativt høy pH og alkalitet. Resultatene for de ulike parametrene vil variere utfra hvilket tidspunktet i spyleprosessen prøvene tas ut. Som beskrevet av Liltved et al. (2003), kan utslippet av spylevann medføre negative effekter for bunnforholdene ved utslippspunktet. Det kan legges opp til enkle undersøkelser for å avdekke dette.

Tabell 6. Kvaliteten på spylevann fra marmorfiltrene

Analyseparameter	27.05.03	14.08.03	18.10.04	12.11.04	12.1.05	14.2.05	15.4.05	02.05.05
pH	8,4	8,3	8,55	9,29	9,03	8,82	8,55	8,62
Alkalitet, mmol/l	1,63	2,30	0,728	0,4416	2,50	0,857	0,41	0,754
Susp.stoff, mg/l	414	1002						225
Suspendert gløderest mg/l								220
Totalt tørrstoff, g/kg			1,32		2,94		0,08	
Total gløderest g/kg tørrstoff			1,32		2,90		0,08	
Totalt tørrstoff g/l				0,83		0,44		
Total gløderest g/l				0,81		0,38		

3.2 Begroing

To strykpartier i øvre del av Hunnselva, et ved Fiskevollen (stasjon HUNN8) og et rett nedstrøms Vestbakken kraftstasjon ved Vollenga (stasjon HUNN7) er undersøkt årlig siden 1997. Begge lokaliteter har i hele perioden hatt et frodig og variert begroingssamfunn, bestående av organismer som trives i nærings- og kalkrikt vann. Uvanlig store innslag av organismer som klarer seg i næringsbelastet eller på annen måte markert påvirket/forurenset vann er ikke observert. Stasjonen nedstrøms kraftverket har imidlertid hatt påfallende stort innslag av organismer som lever av partikulært organisk materiale, bl.a. ciliater, flagellater og ferskvannssvamp.

Artsmangfoldet har variert noe fra år til år, men er gjennomgående som i andre lite til moderat påvirkede elvestrekninger i Mjøsregionen. Mengdemessige forhold ser ut til å variere en del fra år til år. Variasjonen gjelder både stasjoner (HUNN8) og (HUNN7) og kan sees i sammenheng med minst to forhold som skifter fra år til år; hydrologiske forhold og lysforhold tidlig i vekstperioden.

Det er ikke registrert negative akutteffekter av prosessvannet fra Skjelbreia vannverk på begroingen. Noen langtidseffekter har vi heller ikke kunnet dokumentere, men her trenger vi en lengre tidsserie før man med sikkerhet kan si at det heller ikke er subletale eller kroniske skadeeffekter.

Rådata for undersøkelser i 2004, samt foregående undersøkelser i perioden 1997-2003, er vist i Vedlegg A, tabell nr. 1. Her vises begroingens mengde og artssammensetning på stasjonene Fiskvollen (HUNN8) og Vollenga (HUNN7).

Innledning

Begroing er en fellesbetegnelse for organismesamfunn festet til elve- og innsjøbunnen eller annet underlag, eller med naturlige tilholdssted nær bunnen, f.eks. blant andre begroingsorganismer.

Funksjonelt er det tre ulike typer begroing:

- Primærprodusenter: Alger og moser (vannplanter (makrovegetasjon) regnes ikke med).
- Nedbrytere: Bakterier og sopp.
- Konsumenter: Enkle fastsittende dyr, f.eks. ciliater, fargeløse flagellater og ferskvannssvamp.

I bekker og elver som er lite til moderat forurensningsbelastet (SFT's tilstandsklasse I til III) utgjør vanligvis primærprodusentene det meste av begroingssamfunnet. Bare unntaksvis, i betydelig forurensede vassdrag (SFT's tilstandsklasse IV til V), dominerer nedbrytere og konsumenter. Begroingssamfunnet vil, ved å være bundet til et voksested avspeile miljøfaktorene på voksestedet og integrerer denne påvirkningen over tid. Generasjonstiden for de fleste begroingsorganismer er ikke lenger enn at det gis rom for endringer fra et år til neste, og i løpet av en vekstperiode. Derved oppfanges også kortvarige påvirkninger, f.eks. fra sesongavhengige utslipp. SFT's tilstandsklasser er gitt i Andersen et al. (1997).

Arts sammensetning

Det er markerte variasjoner i artssammensetningen fra år til år. Dette ser først og fremst ut til å ha sammenheng variasjoner i lysforholdene og med andre naturgitte variasjoner. Dvs. at vi her i hovedsak har naturgitte år til år variasjoner.

I august 2004 var begroingssamfunnet som tidligere preget av organismer som trives i noe nærings- og elektrolyttrikt vann. Dette vistest bl.a. ved stor forekomst av kiselalger og ved forekomst av brede former innen grønnalgeslektene *Oedogonium* og *Spirogyra*. En observasjon av den kalkkrevende grønnalgen *Cladophora glomerata* (observert ved Fiskvollen (HUNN8) i 2003), ble ikke gjenfunnet i 2004. Ved Vollenga (HUNN/) ble det gjort 2 nye funn av grønnalger i 2004, en art av slekten *Bulbochaete* og *Zygnema* "b". Begge regnes som gode indikatorer på en god vannkvalitet. Grønnalgesamfunnet var ellers som tidligere ganske sparsomt. Dette har som nevnt i tidligere rapporter (Kjelberg et al. 2003) sammenheng med de dårlige lysforholdene på de to lokalitetene.

Cyanobakteriene (tidligere benevnt som blågrønnalger) og rødalgene som er mindre avhengige av god lystilgang enn grønnalgene, var begge godt representert. Blant cyanobakteriene er *Homoeothrix juliana* av særlig interesse. I følge tidligere observasjoner (Aagaard et al. 2003) er denne algen ikke vanlig i Norge. Øvre deler av Hunnselva er en av de få lokalitetene der den ser ut til å ha en stabil forekomst. Det er også andre interessante forekomster av cyanobakterier i øvre deler av elva. Det er funnet flere former som vi til nå ikke har klart å identifisere/sette navn på. Rødalgesamfunnet var velutviklet og hadde som tidligere år markert forekomst på begge lokaliteter. I perioden 1997-2000 ble rødalgeslekten *Lemanea* ikke observert ved Vollenga (HUNN7). Deretter ble den observert tre år på rad (2001-2003). I 2004 fant vi den imidlertid ikke. Dette viser at det opptrer ganske store naturlige variasjoner fra år til år. Sannsynligvis vil den opptre igjen om få år.

For tredje år på rad ble den meget karakteristiske og storvokste kiselalgen *Didymosphenia geminata* ikke observert ved Fiskvollen (HUNN8), mens den tidligere har hatt til dels stor forekomst her. *Didymosphenia* kan vise stor variasjon i forekomst fra år til år og fravær tre år på rad er muligens innenfor den naturlige variasjonsrammen. Det er imidlertid grunn til å følge forekomsten av *Didymosphenia* i kommende år. Vi kan her nevne at forekomst av *Didymosphenia* lett kan forveksles med forekomst av sopp og bakterier særlig da algen blitt "gammel". Den bilder da hvite belegg på bunnssubstratet som ligner "lammehaler".

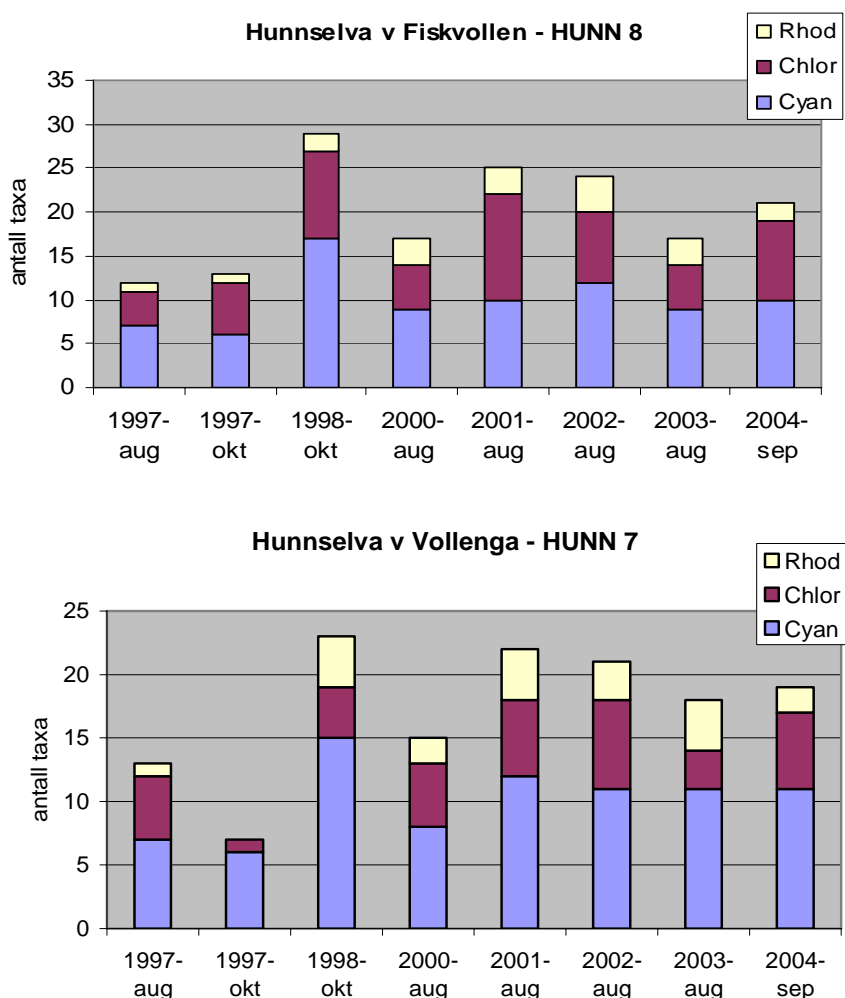
Mosesamfunnet er stabilt fra år til år med en mindre forekomst av den forurensingstolerante bladmosen *Fontinalis antipyretica* på begge lokaliteter og stor forekomst av en annen tolerant bladmose, *Hygrohypnum ochraceum*, ved Vollenga (HUNN7).

Stasjonen nedstrøms kraftverket Vollenga (HUNN7) hadde i likhet med tidligere år, noe høyere innhold i prøvene av nedbrytere enn stasjonen oppstrøms. Det gjelder først og fremst

partikkelspisere som ciliater, fargeløse flagellater og ferskvannssvamp. Sannsynligvis er dette en effekt av kraftstasjonen ("turbin effekt"). Vekstfragmenter og enkelte bunndyr/fisk kan sette seg på inntaksrist og/eller bli fragmentert i turbinen. Herved øker tilgangen på organisk stoff og biologisk tilgjengelige næringssalter like nedstrøms kraftstasjonen.

Artsmangfold

Figur 3 viser antall taksa (arter og grupper av arter) av de samme grupper som ble undersøkt i en studie av mangfoldet i 9 større elver i Mjøsregionen (Aagaard et al. 2002). Bortsett fra prøven tatt ved Vollenga (HUNN7) i oktober 1997 er arts mangfoldet så høyt at det tilsier at de to stasjonene i Hunnselva bare i liten grad er utsatt for uheldig påvirkning. Relativt sett få grønnalger skyldes liten lystilgang på begge lokaliteter.



Figur 3. Mangfold av tre grupper begroingsalger, rødalger, grønnalger og cyanobakterier, gitt som antall taksa (arter og grupper av arter). Hunnselva 1997-2004.

Mengdemessig forekomst

Det var ingen store endringer i mengdeforholdene på de to lokalitetene i forhold til foregående år. Begroingsamfunnet var fremdeles preget av moser, to-tre rødalger, samt et diffust belegg av cyanobakterier og kislelager. Mosene har i hele perioden hatt særlig stor forekomst nedstrøms kraftverket (HUNN7), her har de dekket fra 15 til 50 % av elveleiet. Det var også i 2004 en tendens til stor forekomst av rødalger på stasjonen nedstrøms kraftverket, det gjaldt især slektene *Audouinella* og *Lemanea*.

3.3 Makrobunndyr

To strykparti i øvre del av Hunnselva, ett ved Fiskevollen stasjon (HUNN8) og ett rett nedstrøms Vestbakken kraftstasjon ved Vollenga stasjon (HUNN 7) er undersøkt årlig siden 1997. Begge lokaliteter har i denne tidsperioden hatt relativt individrike og varierte samfunn av makrobunndyr som har vært dominert av arter som er vanlig forekommende i ikke eller lite forurensede vassdrag i mjøsområdet. Indikasjon på økt næringstilgang (overgjødning/saprobiering) forelå likevel ved at det var stor tetthet av bl.a. arter tilhørende vårflueslekten *Hydropsyche*. Stor tetthet av forsuringfølsomme arter tilhørende bl.a. døgnflueslektene *Baetis*, *Heptagenia* og *Ephemerella* samt vårfluen *Micrasema setiferum* indikerte godt buffret vann dvs. at det ikke ble påvist noen skadeeffekter grunnet tilførsel av surt vann. Vi har heller ikke registrert negative akutteffekter eller noen langtidseffekter av prosessvannet fra Skjelbreia vannverk eller andre forurensningsutslipp.

Ut fra makrobunndyrenes funksjonelle og strukturelle oppbygging har vi vurdert den biologiske status ved de to lokalitetene som god. Dvs. at vi her stort sett har registrert rentvannsforhold med en forekomst av makrobunndyr i nært samsvar med forventet naturtilstand.

Rådata for 2004 er gitt i tabell 2 - 9 i vedlegg A. Her finnes også rådata fra undersøkelsene i perioden 1997 - 2003. Tabellene viser makrobunndyrenes mengde og artssammensetning på stasjonene Fiskevollen (HUNN8) og Vollenga (HUNN7) i denne tidsperioden. Resultatene er også vist i figur 4 og 5 i teksten.

3.3.1 Innledning

Når vi skal bedømme et vassdrags biologiske status og produksjonsevne er kunnskapen om makrobunndyrenes mengde (tetthet) og artssammensetning (biodiversitet) av stor verdi. Bunnfaunaen er sammensatt av mange arter med spesifikke krav til miljø og samtidig konsentrert til kontaktsjiktet mellom bunn/sediment og vann der mange viktige prosesser i omsetning av næringsstoffer og oksygen lett påvirkes av forurensning. Videre utgjør bunnsediment et viktig substrat for akkumulering av de fleste miljøgifter. De fleste bunndyr har en relativt lang livssyklus – ofte 1 år – og gjenspeiler derfor miljøpåvirkningen under en lengre tidsperiode. Selv tilfeldig slam-, leire- og jordtilførsel, giftutslipp m.m. som ikke alltid kan dokumenteres gjennom vanlig vannprøvetaking og kjemisk analyse, kan bli påvist ved undersøkelser av makrobunndyr. Makrobunndyr har derfor i lang tid blitt benyttet til å klassifisere biologisk status og forurensningsgrad i vassdrag (Kolkwitz og Marsson 1908, Liebman 1951). Videre vil makrobunndyr bli en viktig parameter for overvåking, vurdering av økologisk status og fastsettelse av miljøkvalitetsmål i forbindelse med EUs vanddirektiv (EU 2000).

3.3.2 Artssammensetning

Hunnselva ved Fiskevollen. Stasjon HUNN8.

Strykpartiet like nedstrøms Fiskevolldammen har i undersøkelsesperioden hatt en middels individrik og relativt artsrik makrobunnsfauna dominert av insektlarver og småmuslinger. Følgende grupper blant insektene har som regel hatt størst tetthet: døgnfluer, vårfluer (spesielt filtrerende arter), fjærmygg og knott. Vanlig forekommende var også grupper som fåbørstemark, snegl, steinfluer og "Helmis"-biller, mens vannmidd, krepsdyr (asell) og stankelbein/klegg bare ble registrert i mindre antall eller ved enkelte tilfeller. Stort sett har det vært små forandringer ved denne lokalitet i undersøkelsesperioden, dvs. at biodiversiteten har vært nokså stabil, men enkelte naturgitte år til år variasjoner foreligger dog.

ETP-arter:

I undersøkelsesperioden har vi registrert følgende døgnfluearter: *Baetis digitatus*, *Baetis muticus*, *Baetis niger*, *Baetis rhodani*, *Heptagenia dalecarlica*, *Heptagenia sulphurea*, *Ephemerella ignita*, *Leptophlebia vespertina*, *Leptophlebia marginata* og *Caenis horaria*. *Baetis rhodani* er den art som

hatt størst tetthet. Til tider har det også vært rik forekomst av *Baetis muticus* og *Baetis niger*. I 2004 ble det ikke påvist forekomst av *Heptagenia dalecarlica* og *Leptophlebia spp.*. Blant steinfluene har vi registrert arter som *Isoperla difformis*, *Isoperla sp.*, *Amphinemura sp.*, *Protonemura meyeri*, *Leuctra fusca* og *Leuctra hippopus*. Størst forekomst har det som regel vært av den relativt storvokste arten *Isoperla difformis*. I 2004 ble det bare påvist forekomst av *Protonemura meyeri* og *Amphinemura sp.*. Vårfluesamfunnet har vært dominert av filtrere dvs. nettspinnende arter som *Polycentropus flavomaculatus*, *Hydropsyche siltalai* og *Hydropsyche pellucidula*. Spesielt stor tetthet har det i alle år vært av *H. siltalai*. Høsten 2000 var det også stor tetthet av arter tilhørende slekten *Micrasema*. Videre har vi også til tider registret følgende vårfluearter på lokaliteten: *Rhyacophila nubila*, *Hydroptila sp.*, *Ithyricichia lammellaris*, *Neureclipsis bimaculata*, *Plectrocnemia conspersa*, *Micrasema setiferum*, *Athripsodes sp.*, *Ceraclea dissimilis*, *Ceraclea nigronervosa*, *Ceraclea annulicornis*, *Lepidostoma hirtum* og *Sericostoma personatum*. Arter tilhørende slektene *Leptoceridae* og *Limnephilidae* var også vanlig forekommende.

Det har ikke vært noen større avvik i 2004 mht. mangfoldet jevnført med tidligere forhold. Artsmangfoldet har variert noe fra år til år (se tabell 4 og 5 i vedlegg A), men dette er høyst sannsynlig et resultat av naturgitte år til år variasjoner. Variasjonene gjelder både sommer og høst og kan muligens sees i sammenheng med skiftende hydrologiske forhold i den undersøkte perioden. Dette påvirker bl.a. resultatet av prøvetakingen da det er lettere å få gode prøver ved lav vannføring. I 2004 var det høy vannføring da prøvene ble tatt.

Biologisk status:

Makrobunndyrsamfunnet i strykpartiet ved Fiskevollen har i perioden 1997 - 2004 vært dominert av rentvannsarter i nær samsvar med forventet naturgitt biodiversitet. Typiske forurensningsindikatorer eller artsforskyvninger, som kan indikere direkte forurensningspåvirkning, har ikke blitt påvist eller hatt unormalt stor forekomst. Stor tetthet av bl.a. arter tilhørende vårflueslekten *Hydropsyche* er likevel høyst sannsynlig en indikasjon på økt næringstilgang (overgjødning/saprobiering).

Stor tetthet av forsuringfølsomme arter tilhørende bl.a. døgnflueslektene *Baetis* og *Ephemerella* indikerte godt buffret vann dvs. at det ikke ble påvist skadeeffekter grunnet tilførsel av surt vann.

Vi har ikke kunnet registre negative akutteffekter så langt av prosessvannet fra Skjelbreia vannverk. Noen langtidseffekter har vi heller ikke kunnet dokumentere, men her trenger vi, som blitt nevnt tidligere, en lengre tidsserie for å kunne vurdere eventuelle subletale eller kroniske skadeeffekter.

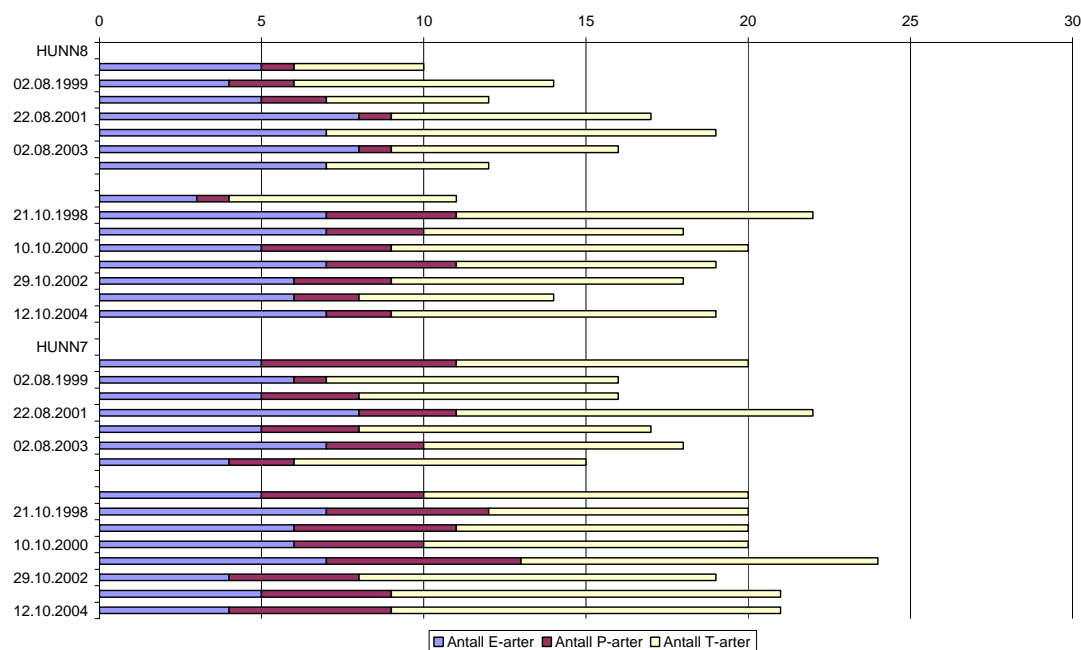
Ut fra bunndyrsamfunnets funksjonelle og strukturelle oppbygging har vi vurdert den biologiske status i strykpartiet ved Fiskevollen (HUNN8) som god. Dvs. at vi her i hele undersøkelsesperioden stort sett har registrert rentvannsforhold med en forekomst av makrobunndyr som har vært i nært samsvar med forventet naturtilstand. Noe overgjødning har likevel høyst sannsynlig ført til økt produksjonskapasitet.

Hunnselva ved Vollenga. Stasjon HUNN7.

Strykpartiet like nedstrøms Vestbakken kraftstasjon (Vollenga) har i undersøkelsesperioden hatt en relativt individrik og artsrik makrobunndyrfauna dominert av insektlarver, snegl og småmuslinger. Størst forekomst blant insektene har det vært grupper som døgnfluer, vårfluer, "Helmis"-biller og fjærmygg, og størst individtetthet hadde som regel vårfluene. Vanlig forekommende var også grupper som fåbørstemark, vannmidd, steinfluer, knott og stankelbein, mens igler og krepsdyr (asell) bare ble påvist ved enkelte tilfeller. Stort sett har det i likhet med forholdene ved Fiskevollen vært små forandringer ved Vollenga i undersøkelsesperioden, dvs. at biodiversiteten har vært nokså stabil. Naturgitte år til år variasjoner foreligger dog både hva gjelder tetthet og biodiversitet.

ETP-arter:

I undersøkelsesperioden har vi registrert følgende døgnfluearter: *Baetis digitatus*, *Baetis muticus*, *Baetis niger*, *Baetis rhodani*, *Heptagenia sulphurea*, *Heptagenia dalecarlica*, *Ephemerella ignita* og *Ephemerella danica*. Størst forekomst har det som regel vært av *Baetis rhodani*. I 2004 ble det ikke registrert forekomst av *Baetis digitatus*, *Heptagenia dalecarlica*, *Ephemerella ignita* og *Ephemerella danica*. Steinfluene har i undersøkelsesperioden vært representert av følgende arter: *Isoperla difformis*, *Siphonoperla burmeisteri*, *Taeniopteryx nebulosa*, *Amphinemura* sp., *Protonemura meyeri*, *Leuctra fusca*, *Leuctra hippopus* og *Leuctra digitata*. I 2004 fant vi ikke *Isoperla difformis*, *Taeniopteryx nebulosa* og *Leuctra digitata*. Vårfluesamfunnet har hatt stort innslag av filtrerere og vi har i undersøkelsesperioden registrert følgende arter: *Rhyacophila nubila*, *Wormaldia* sp., *Ithytrichia lammularis*, *Neureclipsis bimaculata*, *Plectrocnemia conspersa*, *Polycentropus flavomaculatus*, *Hydropsyche siltalai*, *Hydropsyche pellucidula*, *Micrasema setiferum*, *Athripsodes* sp., *Ceraclea dissimilis*, *Silo pallipes*, *Lepidostoma hirtum*, *Sericostoma personatum* samt arter tilhørende familiene *Leptoceridae* og *Limnephilidae* som ikke blitt bestemt til art. Følgende arter ble ikke registrert i 2004: *Hydroptila* sp., *Neureclipsis bimaculata*, *Plectrocnemia conspersa*, *Ceraclea* spp. og *Silo papillipes*. Størst forekomst har det som regel vært av *Hydropsyche siltalai* og *Micrasema setiferum*. Det var spesielt stor forekomst av *Micrasema* i august i 1998, altså før utslipp av prosessvann fra Skjelbreia vannverk. Senere har det vært mindre forekomst, men i 2004 var arten igjen vanlig forekommende. *Micrasema setiferum* er følsom overfor miljøforandringer. Arten kan imidlertid også ha store naturlige år til år variasjoner. En annen art som også kan ha store år til år variasjoner er døgnfluen *Baetis niger*. Det er derfor vanskelig å vurdere om registrerte forandringer er naturlige eller om det skyldes forurensninger eller annen påvirkning. Vi vurderer likevel de forandringer i biodiversitet som blitt registrert i undersøkelsesperioden som naturgitte år til år svingninger.



Figur 4. Forekomst av antall arter av døgnfluer (*Ephemeroptera*), steinfluer (*Plecoptera*) og vårfluer (*Trichoptera*) på to lokaliteter i Hunnselva i perioden 1997 - 2004.

Biologisk status:

Strykpartiet nedstrøms Vestbakken kraftverk har i undersøkelsesperioden hatt et bunndyrsamfunn dominert av rentvannsarter i nær samsvar med forventet naturtilstand. Dvs. at vi ikke har påvist økt forekomst eller nærvare av typiske forurensningsindikatorer eller artsforskyvninger som kan indikere forurensningspåvirkning. Klar indikasjon på økt næringstilgang (overgjødsling og noe saprobiering) ved markert økt individtetthet foreligger dog. Sannsynligvis er dette til dels en effekt av kraftstasjonen ("turbineffekt"). Vekstfragmenter og enkelte bunndyr/fisk kan sette seg på inntaksrist og/eller bli fragmentert i turbinen. Herved øker tilgangen på lettnedbrytbart organisk stoff og biologisk tilgjengelige næringssalter like nedstrøms kraftstasjonen. Dette bidrar til økt produksjonskapasitet.

Stor tetthet av forsuringfølsomme arter tilhørende bl.a. døgnflueslektene *Baetis* og *Ephemerella* samt vårfluen *Micrasema setiferum* indikerte videre godt buffret vann dvs. at det ikke ble påvist noen skadeeffekter grunnet surt vann.

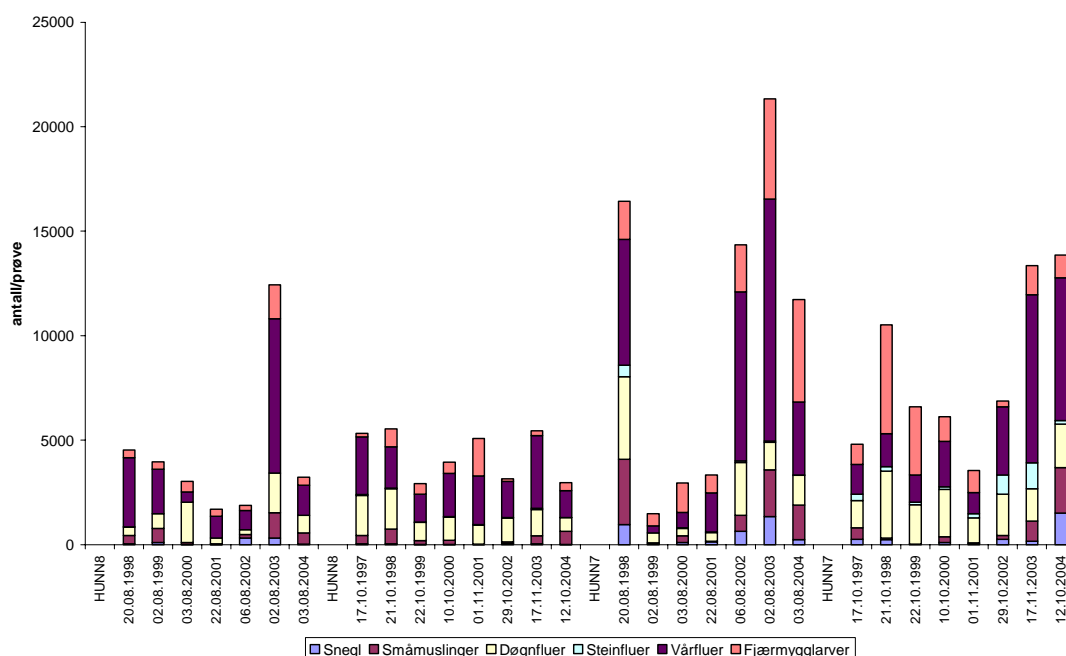
Vi har i foreliggende periode ikke registrert negative akutte effekter som kan settes i samband med utslippet av prosessvann fra Skjelbreia vannverk. Noen direkte eller sikkert registrerbar langtidseffekt har vi heller ikke kunnet dokumentere, men her trenger vi, som blitt nevnt tidligere, en lengre tidsserie for å kunne registrere og dokumentere eventuelle subletale skadeeffekter (senskader).

Vi har ut fra makrobunndyrenes funksjonelle og strukturelle oppbygging vurdert den biologiske status i strykpartiet nedstrøms Vestbakken kraftstasjon som god. Dvs. at vi her i hele undersøkelsesperioden stort sett har registrert arter og tettheter av makrobunndyr som indikert rentvannsforhold i nær samsvar med forventet naturtilstand.

3.3.3 Mengdemessig forekomst

Hunnselva ved Fiskevollen (HUNN8) har i undersøkelsesperioden hatt middels rik tetthet av makrobunndyr som på høsten har variert i området fra ca. 3.000 til 5.500 individer per 3 min. sparkeprøve. I 2004 var det ca. 3.000 ind. per 3 min. sparkeprøve. Hunnselva ved Vollenga (HUNN7) har i samme tidsperiode til tider hatt middels rik til rik tetthet av makrobunndyr med individtall som på høsten har variert i området 4.000-14.000 individer per 3 min. sparkeprøve. Her var det stor tetthet av bunndyr i 2004, og det ble registrert ca. 14.000 individ per 3 min. Sparkeprøve.

De variasjoner som blitt registrert av tetthet ligger innenfor det vi kan forvente av naturgitte år til år svingninger og gir ikke indikasjon eller signal om noen direkte unormale forhold. Sannsynligvis var det spesielt gode prøvetakingsforhold med lav vannføring og herved minket leveområde for bunndyrene som bidro til den høye individtetthet som ble registrert i august i 2003. Vi kan her nevne at vi ved Fiskevollen også fikk 3 mindre kreps i håven ved prøvetakingen i august.



Figur 5. Antall bunndyr per 3 min. sparkeprøve fordelt på hovedgrupper ved stasjon HUNN 8 og HUNN 7 i perioden 1997 - 2004.

3.4 Samlet vurdering

Undersøkelsene av begroingsorganismer og makrobunndyr i strykpartiene ved Fiskevollen og Vollenga i Hunnselvas øvre del har vist at:

- Utslippet av prosessvann fra Skjelbreia Vannverk til øvre del av Hunnselva har ikke til dags dato medført dokumenterbare akutte skadeeffekter på flora og fauna i strykpartiene (elva) og ikke heller på fisken i AL Settefisk's oppdrettsanlegg på Reinsvoll. Årsaken til dette er stor fortynning av vannet fra rutinevask (skyllevannet) før det slippes ut, samt at det er stor fortynningsevne (mye vann) i resipienten. Dvs. at Hunnselva har stor fortynningskapasitet og selvrenseevne, samt at stoffene (i hovedsak humusforbindelser) som slippes ut vurderes som relativt sett ufarlige.
- Utslipp av prosessvann fra Skjelbreia vannverk til øvre del av Hunnselva har til nå ikke medført dokumenterbare langsiktige (subletale eller kroniske) skadeeffekter på begroingsorganismer og/eller makrobunndyr i den berørte delen av elva. Det er heller ikke påvist eller foreligger indikasjon på langsiktige skadeeffekter på stamfisken i anlegget til AL Settefisk. At stamfisken i den seinere tid har fått betydelige soppangrepp settes ikke i samband med utslippet av prosessvann fra Skjelbreia Vannverk. For å kunne verifisere om det foreligger eller vil kunne oppstå mer langsiktige skadeeffekter må likevel undersøkelsene foretas over en lengre periode enn det som her er tilfelle.
- Øvre del av Hunnselva var noe påvirket av økt tilførsel av næringsalter og noe lettnedbrytbart organisk materiale. Dette har ført til økt produksjonskapasitet med bl.a. økt tetthet av individer for enkelte begroings- og bunndyrsarter som resultat. Den naturgitte biodiversiteten er likevel stort sett intakt og øvre del av Hunnselva har i hele undersøkelsesperioden hatt en vannkvalitet og biologisk status i nært samsvar med forventet naturtilstand. Unntak er forekomsten av vasspest som er en ny art i Mjøsas nedbørfelt og som i den senere tid har fått stor forekomst i Einavann og i deler av Hunnselva. Vasspesten er problemskapende. Vi kan nevne at vasspest også har etablert en bestand i nedre del av Gudbrandsdalslågen like ved Fåberg samt ved et flertall lokaliteter i særlig nordre del av Mjøsa. De økologiske effekter av vasspestetableringen i Hunnselva er ikke undersøkt og/eller vurdert i dette prosjektet.

4. AKTUELLE TILTAK OG TILRÅDNINGER

Vi vil gi følgende tilrådninger:

- Karakterisering av avløpene kan tyde på at det har vært en økning i konsentrasjon av fargetall og organisk karbon i konsentratet fra 1999 til 2004/2005, hvilket kan gi en noe høyere belastning på elva. Det kan være aktuelt å videreføre et prøvetakingsprogram for å avdekke hvorvidt den økende belastningen på elva fortsetter. Utslipp av vann fra daglig rutinevask til elva medfører kun ubetydelige vannkvalitetsmessige forringelser for resipienten. Vann fra hovedvask bør fortsatt føres til kommunalt renseanlegg for behandling før utslipp. Det kan også være aktuelt å utføre bunnundersøkelser ved utslippsområdet for spylevann fra marmorfiltrene.
- For å kunne vurdere evt. senskader av prosessvannet fra Skjelbreia Vannverk bør undersøkelsene av begroingsorganismer og makrobunndyr i strykpartiene ved Fiskevolldammen og Vollenga videreføres etter foreliggende undersøkelsesprogram inntil den økologiske status og nåværende til dels naturgitte årsvariasjoner blir bedre dokumentert. Dvs. at det tas ut begroingsprøver i sommerperioden (juni/august) samt prøver av makrobunndyr på sommeren (juni/august) og høsten (oktober/november).
- Effekter av foreliggende forurensningskilder på begroingsorganismer og makrobunndyr i Hunnselvas øvre del bør vurderes mer inngående. Dette er viktig da vi skal vurdere eventuelle effekter av utslippet fra vannverket. Dette bør utføres ved fastsetting av kommunale miljøkvalitetsmål og kommunal overvåking av vassdrag (se DN og SFT 1997) i forbindelse med Vestre Toten kommunes plan for vann og avløp.

5. LITTERATUR

- Andersen, J.R. et al. 1997. Klassifisering av miljøkvalitet i ferskvann. SFT-veiledning. Nr. 97:04. TA-1468/1997. 31 s.
- Bergman-Paulsen, B. 1961. Undersøkelse av forurensningen i Hunnselva. NIVA. O-155.
- Brandrud, T.E., M. Mjelde, G. Kjellberg og A. Vøllestad. 1996. Limnologisk og fiskeribiologisk undersøkelse av Einafjorden sommeren 1995. NIVA-rapport. Løpenr. 3454-96. 38 s.
- Direktoratet for Naturforvaltning og Statens Forurensningstilsyn. 1997. Miljømål for vannforekomstene. Forslag til retningslinjer for kommunal fastsetting av miljømål og miljøkvalitetsnormer. 16 s.
- EUs Vanddirektiv 2000: Directive of the European Parliament and of the Council establishing a framework for community action in the field of water policy., European Union, The Council, PE-CONS 3639/00, ENV 221 CODEC 513, Brussel, 18 July 2000.
- Hynes, H.B.N. 1972. The Ecology of running Waters. Liverpool University Press. 555 s.
- Håkonsen, T. et al. 1999. Membrananlegg for humusfjerning. Avløpets sammensetning og betydning for resipient, Del I. NIVA-rapport. Løpenr. 4043-99. 33 s.
- Kjellberg, G. 1983. Rutineundersøkelser i nedre delen av Hunnselva 1982. NIVA Overvåkingsrapp. 104/83. 37 s.
- Kjellberg, G., S. Rognerud og O. Gillund. 1985. Basisundersøkelse av Trysilelva 1981 – 1984. NIVA-rapport. Løpenr. 1816. 103 s.
- Kjellberg, G. og S. Rognerud. 1985. Tiltaksorientert overvåking i Hunnselva 1984. Statelig program for forurensningsovervåking (SFT), rapp. Nr. 203/85. NIVA O-8000224.
- Kjellberg, G., D. Hessen og R. Romstad. 1991. Tiltaksorientert overvåking i Glåma på strekningen Høyegga – Gjølstadfossen i perioden 1987-89. Sluttrapport. Basert på fysisk/kjemiske, bakteriologiske og biologiske undersøkelser. NIVA-rapport. Løpenr. 2640. 145 s.
- Kjellberg, G. 1994. Biologiske befaringsundersøkelser av Hunnselva i 1993. NIVA-rapp. Løpenr. 3050. 30 s.
- Kjellberg, G. 1998. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Årsrapport for 1997. NIVA-rapp. Løpenr. 3847-98. 70 s.
- Kjellberg, G., T. Bækken og E-A. Lindstrøm. 2001. Utslipp av prosessvann fra Skjelbreia vannverk til Hunnselva. Virkninger på vannkvalitet og biota. Undersøkelser i 1997-2000. NIVA rapp. Løpenr. 4309-2000. 45 s.
- Kjellberg, G., T. Bækken og E-A. Lindstrøm. 2002. Undersøkelser av begroingsorganismer og makrobunndyr i Hunnselva ved to lokaliteter nedstrøms utslippet av prosessvann fra Skjelbreia Vannverk. Årsrapport for 2001. NIVA rapp. Løpenr. 4524-2001. 34 s.

- Kjellberg, G., T. Bækken og E-A. Lindstrøm. 2003. Utslipp av prosessvann fra Skjelbreia Vannverk til Hunnselva. Virkninger på begroingsorganismer og makrobunndyr. Undersøkelser i 2002. NIVA rapp. Løpenr. 4696-2003. 33 s.
- Kjellberg, G. 2004. Tiltaksorientert overvåking av Mjøsa med tilløpselver. Samlerapport for 2001 og 2002. NIVA-rapp. Løpenr. 4816-2004. 165 s.
- Kolkwitz, R. and M. Marsson. 1908. Ökologie der pflanzlichen Saprobien, Berichte Deutsch. Bot. Gess., 26 a, 505-519.
- Liebman, H. 1951. Handbuch der Frischwasser und Abwasserbiologie. 1 (2. Aufl. 1962). Vorlag von R. Oldenburg, München. 539 s.
- Lien, L. og E-A. Lindstrøm. 1987. Tiltaksorientert overvåking av Hunnselva 1985-87. NIVA-rapp. Løpenr. 2076.
- Liltved, H., T.G. Jantsch og H. Efraimsen. 2003. Kjemisk og biologisk karakterisering av avløpsstrømmen fra Skjelbreia Vannverk. NIVA-rapp. Løpenr. 4755-2003. 47 s.
- WATECO 2002. Economics and the environment. The implementation challenge of the water framework directive. A Guidance Document, WATECO Working Group.
- Weideborg, M. og G. Kjellberg. 1997. Miljøkonsekvensvurdering av vannbehandlingsanlegg Skjelbreia. Aquateam-rapp. Nr. 97-001. 20 s.
- Aagard, K. Bækken, T. og Jonsson, B. (red.) 2002. Felles instituttprogram. Virkninger av forurensning på biologisk mangfold: Vann og vassdrag i by- og tettstedsnære områder. Sluttrapport 1997-2001. NINA Temahefte 19, NIVA Løpenr. 4539-2002. 80 s.

6. VEDLEGG

Vedlegg A. Rådata for begroingsorganismer og makrobunndyr.

Vedlegg B. Stasjonsbeskrivelse.

Vedlegg C. Kjemiske analyser.

Vedlegg A.

Tabell 1. Begroingsorganismer observert på to lokaliteter i Hunnselva 1997-2004.

1 EAF HU7 = Hunnselva v_ Vollenga

2 EAF HU8 = Hunnselva v_ Fiskevollen

	EAF HU7 1997 17.10	EAF HU7 1998 20.08	EAF HU7 1998 2.10	EAF HU7 2000 24.08	EAF HU7 2001 22.08	EAF HU7 2002 23.08	EAF HU7 2003 17.08	EAF HU7 2004 12.09	EAF HU8 1997 20.08	EAF HU8 1997 17.10	EAF HU8 1998 2.10	EAF HU8 2000 24.08	EAF HU8 2001 22.08	EAF HU8 2002 23.08	EAF HU8 2003 17.08	EAF HU8 2004 12.09
Cyanobakterier (Cyanophyceae)																
Aphanocapsa spp.	x		x						xx	x	x					
Calothrix spp.									x					x		
Chamaesiphon confervicola					xx	xx	xxx	xx	x		xx		x		xx	xx
Chamaesiphon confervicola var elongata												xxx				
Chamaesiphon incrustans			xx									xx				
Chamaesiphon minutus	x	x	x								xx					
Chamaesiphon rostafinskii (c.v.elongata)														x		
Chamaesiphon spp.					xx			x								
Chroococcus minutus														x		
Clastidium setigerum											xx					
Cyanophanon mirabile												xx		xxx		
Homoeothrix batrachospermorum	xx	xx	xxx		x											
Homoeothrix janthina				1	xx											
Homoeothrix juliana				1		xx	2	5				5		2	1	1
Homoeothrix juliana (C. orsinianatype)																xx
Homoeothrix rivularis					xx		xx	1					x	xxx	xx	1
Homoeothrix spp.				xx	x					xx	xx		x			xx
Leptolyngbya spp.	x	xx	x			xx										
Lyngbya kuetzingii								xx		x	x					xx
Lyngbya spp.				x	x								x			
Merismopedia spp.						x										
Oscillatoria irrigua								xx								
Oscillatoria spp.						x	x									x
Phormidium autumnale	xx	x	xx			1	1	3				3	5	<1	1	3
Phormidium hetropolare									x		x	x				
Phormidium sp3 (5-6u,lilla,kalyptera)					<1											
Phormidium spp.				3	x		x					25	xx	x	xx	xx
Pseudanabaena spp.						x	x		x	xx	xx			x	x	

NIVA 5054-2005

Rivularia 002 (uident)			xxx								2						
Schizothrix spp.						xx	x					xx	x	x			
Tolypothrix distorta	3	2	xx	1	1	1	2	1	10	10	15			1	1	2	
Uidentifiserte coccale blågrønnalger			xx	xx	xx	x	x	xx				xx	x	1		x	
Uidentifiserte trichale blågrønnalger	xx	x	x	xxx	xx		x	xx	xx	xxx	xx		x		xx	x	
Xenococcus sp								xxx									
Antall taksa - Cyanobakterier	7	6	10	8	12	10	11	11	7	6	12	9	9	12	9	10	
Grønnalger (Chlorophyceae)																	
Bulbochaete spp.																xx	
Cladophora glomerata															xx		
Closterium spp.				xxx	x	x			x	x	x		xx				
Cosmarium spp.						xx		x					xx	x	x	x	
Gongrosira spp.				2								1					
Microspora amoena				10	1	1		xx					x	xxx			
Mougeotia a (6 -12u)	x				x							1	xx				
Mougeotia e (30-40u)	x				x						xx	1	xxx				
Oedogonium a (5-11u)										x		x	x				
Oedogonium a/b (19-21µ)													xxx				
Oedogonium b (13-18u)															x	x	
Oedogonium c (23-28u)	3	3	3	xxx	1				5		5		5	x		xx	
Oedogonium d (29-32u)						xxx	1	1						1	1	1	
Oedogonium e (35-43u)				5		1	1	1									
Scenedemus spp.						x		x					3	x			
Spirogyra b1 (16-20u,1K,L,1/b:2-3)	x		x								xx		xxx				
Spirogyra c1 (34-49u,3?K,L,1/b>3,svart)	xx							xx		1	1		x	1	1	1	
Spirogyra sp1 (11-20u,1K,R)										xx			<1			x	
Uidentifiserte coccale grønnalger									x	x	x			x			
Ulothrix spp.														x			
Ulothrix zonata						x			xx	1	2	xx	xx			x	
Zygnema b (22-25u)					x											x	
Antall taksa - Grønnalger	5	1	2	5	6	7	2	6	4	6	7	5	13	8	5	9	
Kiselalger (Bacillariophyceae)																	
Achnanthes minutissima	xx	xx	xx	x					xx	xxx	xx	xx	xx	xxx	xx	xx	xx
Ceratoneis arcus			xx														
Cocconeis placentula	xx	xx	xx	xx	xx				xx	xx	xx	xx	xx	xx		xx	xx
Cyclotella spp.									x		x	x					
Cymbella affinis									x	x	x		xx				
Cymbella prostata	xx	x		xx													
Cymbella spp.	x				x				xx	xx	xx	x					
Cymbella ventricosa	xxx	x	x	xx			xx		x	x	xx	xx	x	xx	xx	xxx	
Diatoma anceps	xx																
Diatoma elongatum											xx	x					
Diatoma spp.					xx									x			
Diatoma vulgare			x														
Didymosphenia geminata								xx	2	2	1		20				

NIVA 5054-2005

Jern/mangan bakterier, aggregater	xxx	xx	xxx	1	xxx	xxx		xx					xx	xx	xxx	
Jern/mangan bakterier, trådformede				xxx	xx			xx								
Sopp, hyfer uidentifiserte								xx				2				
Sopp, sporer uidentifiserte				xx												
Sphaerotilus natans											xx					
Svamp	30	10	20	10	10	3	3	xx				10	10	2	2	x
Vorticella spp					x								x			
Antall taksa - Nedbrytere	4	4	4	7	6	4	5	7	0	2	3	3	4	4	6	4
Diverse (Diverse)																
Rotatorier	xx	x														
Antall taksa - Diverse	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabell 2. Fordeling av makrobunndyrgrupper ved lokalitet HUNN 8 (Fiskevollen) i august. Antall fra 3 min. ”sparkeprøve”.Metodikk: Håndhåv med 200 μ 's duk og 0,5 mm såld.

Dato.	20/8-1998	2/8-1999	3/8-2000	22/8-2001	06/08-2002	02/08-2003	03/08-2004
Gruppe:							
Fåbørstemark	16	56	16	8	6	64	4
Snegl	40	112	10	12	320	320	24
Småmusslinger	405	664	96	40	165	1216	544
Vannmidd	16	-	-	-	-	-	-
Asell	16	4	4	-	10	192	-
Døgnfluer	405	712	1924	264	230	1888	832
Steinfluer	7	3	4	2	-	8	-
Biller	40	26	16	48	8	24	48
Vårfluer	3315	2119	498	1044	928	7379	1444
Knott	144	192	48	40	160	928	32
Fjærmygg	368	392	536	336	264	1632	432
Sum	4772	4280	3152	1794	2091	13651	3360

Tabell 3. Fordeling av bunndyrgrupper ved lokalitet Hunn 8 (Fiskevollen) i oktober/november. Antall fra 3 min. ”sparkeprøve”.Metodikk: Håndhåv med 200 μ 's duk og 0,5 mm såld.

Dato.	17/10-1997	21/10-1998	22/10-1999	10/10-2000	1/11-2001	29/10-2002	17/11-2003	12/10-2004
Gruppe:								
Fåbørstemark	11	12	10	16	6	-	8	4
Snegl	48	53	16	20	12	64	48	12
Småmusslinger	400	704	184	184	10	72	384	640
Vannmidd	32	-	4	-	-	-	-	-
Asell	-	2	-	-	48	4	-	4
Døgnfluer	1909	1923	874	1108	934	1144	1256	644
Steinfluer	37	29	14	32	10	26	56	8
Biller	5	6	10	40	-	6	16	28
Vårfluer	2762	1979	1324	2068	2336	1722	3480	1284
Knott	27	88	4	-	10	-	-	-
Fjærmygg	176	864	512	536	1776	122	224	384
Andre tovinger	16	-	2	24	-	-	-	-
Sum	5423	5660	2954	4028	5142	3160	5472	3008

Tabell 4. Artsliste over døgnfluer, steinfluer og vårfluer ved lokalitet HUNN 8 (Fiskevollen) i august. Antall fra 3 min. ”sparkeprøve”. Metodikk: Håndhåv med 200 µ’s duk og 0,5 mm såld.

Arter.	Dato.	20/8-98	2/8-99	3/8-00	22/8-01	06/08-02	2/8-03	3/8-04
Døgnfluer:								
Baetis digitatus		-	-	2	6	-	40	4
Baetis muticus		40	5	4	2	16	64	16
Baetis niger		32	-	-	2	2	-	-
Baetis rhodani		296	696	1880	128	180	672	704
Baetis sp.		-	-	-	104	20	864	64
Heptagenia sulphurea		16	4	16	6	4	16	12
Heptagenia sp.		-	-	-	-	-	24	4
Ephemerella ignita		21	7	22	14	4	200	28
Leptophlebiidae		-	-	-	-	2	8	-
Steinfluer:								
Isoperla sp.		-	1	-	-	-	-	-
Amphinemura sp.		-	-	-	2	-	-	-
Protonemura meyeri		7	-	2	-	-	-	-
Leuctra fusca		-	2	2	-	-	-	-
Leuctra hippopus		-	-	-	-	-	8	-
Vårfluer:								
Rhyacophila nubila		16	64	38	2	10	104	20
Ithytrichia lammularis		-	3	-	4	2	-	-
Neureclipsis bimaculata		-	-	-	-	2	-	-
Plectrocnemia conspersa		-	-	-	-	2	-	-
Polycentropus flavomaculatus		-	96	6	14	64	80	-
Polycentropidae		3056	176	128	200	64	627	832
Hydropsyche siltalai		232	24	-	40	224	704	4
Hydropsyche pellucidula		-	1752	224	776	504	5824	576
Hydropsyche sp.		-	-	-	-	2	-	12
Micrasema sp.		-	-	-	-	2	-	-
Athripsodes sp.		-	2	-	-	-	-	-
Ceraclea dissimilis		-	2	-	-	-	-	-
Ceraclea nigronervosa		-	-	2	6	4	-	-
Ceraclea sp.		-	-	-	-	-	16	-
Leptoceridae		11	-	-	2	-	24	-
Indet.								
Antall arter EPT.		10	14	12	17	19	16	12

Tabell 5. Artsliste over døgnfluer, steinfluer og vårfluer ved lokalitet HUNN 8 (Fiskevollen) i oktober/november. Antall fra 3 min. ”sparkeprøve”.
Metodikk: Håndhåv med 200 µ’s duk og 0,5 mm såld.

Arter. Dato.	17/10- 97	21/10- 98	22/10- 99	10/10- 00	1/11-01	29/10- 02	17/11- 03	12/10- 04
Døgnfluer:								
Baetis digitatus	-	44	8	352	4	6	16	80
Baetis muticus	101	220	20	528	112	30	8	32
Baetis niger	-	3	-	-	-	-	-	4
Baetis rhodani	1744	1608	672	1360	608	704	576	288
Baetis sp.	-	-	152	-	176	288	512	160
Heptagenia dalecarlica	-	1	-	-	-	-	-	-
Heptagenia sulphurea	64	44	12	24	24	112	128	72
Heptagenia sp.	-	-	6	11	4	-	16	-
Leptophlebia spp.	-	3	4	-	6	2	-	-
Caenis luctuosa	-	-	-	-	-	2	-	-
Steinfluer:								
Isoperla difformis	-	-	-	-	2	-	-	-
Isoperla sp.	37	22	6	11	-	14	48	-
Amphinemura sp.	-	5	2	32	2	-	8	4
Protonemura meyeri	-	1	-	48	2	4	-	4
Leuctra hippopus	-	1	6	24	4	8	-	-
Vårfluer:								
Rhyacophila nubila	80	8	16	120	52	14	8	96
Hydroptila sp.	-	1	-	-	-	4	-	-
Ithytrichia lammellaris	5	1	2	224	12	-	-	4
Neureclipsis bimaculata	-	-	-	11	-	-	-	-
Polycentropus	11	18	6	192	20	4	8	128
flavomaculatus	-	-	-	-	10	-	-	64
Polycentropidae	2560	1872	536	384	1440	656	1024	576
Hydropsyche siltalai	96	44	8	4	96	208	256	128
Hydropsyche pellucidula	-	-	752	368	704	816	2176	256
Hydropsyche sp.	5	1	-	848	-	-	8	-
Micrasema sp.	5	4	-	-	-	-	-	-
Ceraclea dissimilis	-	1	-	-	-	-	-	-
Ceraclea nigronervosa	-	-	-	-	-	2	-	-
Ceraclea annulicornis	-	-	-	-	2	2	-	24
Ceraclea sp.	-	3	2	13	-	16	-	4
Lepidostoma hirtum	-	-	-	11	-	-	-	-
Sericostoma personatum	-	24	2	-	-	-	-	-
Indet.								
Antall arter EPT.	11	21	17	20	19	19	14	18

Tabell 6. Fordeling av makrobunndyrgrupper ved lokalitet HUNN 7 (Vollenga) i august. Antall fra 3 min. ”sparkeprøve”.Metodikk: Håndhåv med 200 μ 's duk og 0,5 mm såld.

Dato.	20/8-98	2/8-99	3/8-00	22/8-01	6/8-02	2/8-03	3/8-04
Gruppe:							
Fåbørstemark	64	24	48	6	8	64	32
Igler	-	-	-	-	-	32	-
Snegl	960	24	108	138	648	1344	240
Småmusslinger	3136	64	320	32	752	2240	1664
Vannmidd	352	8	8	32	64	256	8
Døgnfluer	3948	480	356	417	2532	1312	1424
Steinfluer	544	4	38	16	72	64	16
Biller	1216	64	68	248	768	832	300
Vårfluer	6028	328	732	1874	8096	11582	3488
Knott	128	12	4	6	48	32	48
Fjærmygg	1908	608	1472	864	2336	4800	4960
Andre tovinger	64	-	4	16	64	-	96
Sum	18348	1616	3148	3665	15388	22558	12276

Tabell 7. Fordeling av makrobunndyrgrupper ved lokalitet HUNN 7 (Vollenga) i oktober/november. Antall fra 3 min. ”sparkeprøve”.Metodikk: Håndhåv med 200 μ 's duk og 0,5 mm såld.

Dato.	17/10-97	21/10-98	22/10-99	10/10-00	1/11-01	29/10-02	17/11-03	12/10-04
Gruppe:								
Fåbørstemark	16	12	8	48	10	8	16	48
Igle	-	-	-	-	4	-	-	8
Snegl	272	240	24	113	60	256	176	1520
Småmusslinger	544	80	12	272	24	192	960	2176
Vannmidd	43	352	80	32	12	16	128	-
Asell	32	4	-	4	-	-	16	-
Døgnfluer	1306	3204	1889	2275	1200	1970	1536	2080
Steinfluer	289	216	112	115	196	920	1248	160
Biller	368	124	4	60	120	328	176	288
Vårfluer	1445	1572	1296	2175	1012	3256	8032	6832
Knott	21	4	-	-	24	8	64	16
Fjærmygg	960	5216	3264	1168	1064	288	1408	1088
Andre tovinger	-	-	12	-	8	-	-	-
Sum	5296	11024	6701	6262	3734	7242	13760	14216

Tabell 8. Artsliste over døgnfluer, steinfluer og vårfluer ved lokalitet HUNN 7 (Vollenga) i august. Antall fra 3 min. ”sparkeprøve”. Metodikk: Håndhåv med 200 µ’s duk og 0,5 mm såld.

Arter.	Dato.	20/8-98	2/8-99	3/8-00	22/8-01	6/8-02	2/8-03	3/8-05
Døgnfluer:								
Baetis digitatus		-	14	8	-	-	128	40
Baetis muticus		512	10	4	20	496	112	72
Baetis niger		300	2	-	28	254	48	672
Baetis rhodani		2708	424	296	240	960	624	640
Baetis sp.		-	-	-	112	816	112	-
Heptagenia sulphurea		236	2	4	11	4	64	-
Ephemerella ignita		192	30	44	3	-	224	-
Ephemerella danica		-	-	-	3	-	-	-
Steinfluer:								
Isoperla difformis		-	-	8	-	-	-	-
Isoperla sp.		20	-	-	3	-	16	-
Siphonoperla burmeisteri		40	-	-	-	-	-	-
Amphinemura sp.		192	-	-	-	-	32	-
Protonemura meyeri		212	-	8	10	64	-	8
Leuctra digitata		-	-	-	-	8	-	-
Leuctra fusca		20	4	-	-	-	-	8
Leuctra hippopus		60	-	12	3	-	16	-
Leuctra sp.		-	-	-	-	8	-	-
Vårfluer:								
Rhyacophila nubila		428	26	56	32	240	240	96
Wormaldia sp.		40	-	-	-	-	-	8
Ithytrichia lammellaris		384	34	52	8	40	32	56
Plectrocnemia conspersa		-	6	-	-	-	-	-
Polycentropus flavomaculatus		60	10	36	10	72	128	-
Hydropsyche siltalai		2580	24	368	304	1328	128	1056
Hydropsyche pellucidula		172	2	-	10	240	144	8
Hydropsyche sp.		-	208	20	1248	5872	8574	1792
Hydropsyche sp.		2284	16	192	224	256	2304	448
Micrasema sp.		-	--	-	-	8	-	-
Athripsodes sp.		-	-	-	3	-	-	-
Lepoceridae		-	-	-	-	40	-	-
Silo pallipes		60	-	4	8	-	-	8
Lepidostoma hirtum		-	-	-	3	-	32	16
Sericostoma personatum		20	2	4	-	-	-	-
Limnephilidae indet.		-	-	-	24	-	-	-
Indet.		-	-	-	-	-	-	-
Antall arter EPT.		20	15	16	21	17	18	15

Tabell 9. Artsliste over døgnfluer, steinfluer og vårfluer ved lokalitet HUNN 7 (Vollenga) i oktober/november.

Antall fra 3 min. ”sparkeprøve”.

Metodikk: Håndhåv med 200 µ’s duk og 0,5 mm såld.

Arter. Dato.	17/10- 97	21/10- 98	22/10- 99	10/10- 00	1/11- 01	29/10- 02	17/11- 03	12/10- 04
Døgnfluer:								
Baetis digitatus	-	-	60	24	14	-	-	-
Baetis muticus	208	1568	1008	20	592	56	192	768
Baetis niger	336	32	-	-	8	-	-	-
Baetis rhodani	688	1536	560	1044	296	1536	896	896
Baetis sp.	-	8	224	-	232	352	160	320
Heptagenia dalecarlica	-	4	-	-	-	-	-	-
Heptagenia sulphurea	53	44	24	8	48	256	224	96
Heptagenia sp.	-	-	-	-	10	-	64	-
Ephemerella mucronata	-	-	-	4	-	-	-	-
Ephemera danica	21	-	-	-	-	-	-	-
Leptophlebia spp.	-	12	4	8	-	-	-	-
Steinfluer:								
Isoperla difformis	-	4	4	-	16	-	-	-
Isoperla sp.	107	20	16	16	16	192	80	24
Siphonoperla burmeisteri	-	-	-	-	-	24	-	8
Taeniopteryx nebulosa	11	-	-	-	-	-	-	-
Taeniopteryx nebulosa	107	96	24	4	48	-	768	48
Amphinemura sp.	32	88	60	8	44	640	320	48
Protonemura meyeri	32	8	8	4	68	64	80	32
Leuctra hippopus								
Vårfluer:								
Rhyacophila nubila	53	272	112	208	96	80	576	136
Ithytrichia lammularis	416	8	32	4	68	80	192	160
Neureclipsis bimaculata	-	-	-	16	-	-	-	-
Plectrocnemia conspersa	11	-	4	-	2	-	-	-
Polycentropus flavomaculatus	43	8	4	28	8	16	64	64
Polycentropus flavomaculatus	-	-	-	-	12	8	16	16
Polycentropidae	528	1216	656	760	320	1280	512	1344
Hydropsyche siltalai	5	28	16	20	20	64	384	256
Hydropsyche pellucidula	-	-	256	1016	504	1376	4672	4224
Hydropsyche sp.	320	16	208	4	68	320	1472	576
Micrasema setiferum	-	-	-	-	-	8	-	24
Athripsodes sp.	5	-	-	-	-	-	-	-
Ceraclea dissimilis	-	-	-	8	-	-	-	-
Ceraclea sp.	32	8	8	4	-	16	32	8
Lepidostoma hirtum	-	-	-	-	-	8	80	16
Sericostoma personatum	20	12	-	-	2	-	16	-
Limnephilidae indet.	-	-	-	-	12	-	16	-
Indet.								
Antall arter EPT.	20	20	19	20	24	19	21	20

Vedlegg B.

Tabell 10. Stasjonsbeskrivelse.

St_kode	Elvedyp l cm	Kantveget asjon1-5	Kant-dom	Kant- subdom	Sumpveget asjon, stran d1-5	Ekte vannveget asjon1-5	Vann mose 1-5
HUNN7	45	3	Or	Gran	0	2	3
HUNN8	30	3	Or	Gran	0	2	3

St_kode	Blokk: l cm >512	Stor stein: l cm 256-512	Mellomstor stein: l cm 64-256	Små stein: l cm 16-64	Grus: l cm 2-16	Psand: l cm 0,063-2	Psilt og leire: l cm <0,063
---------	------------------------	--------------------------------	--	-----------------------------	-----------------------	---------------------------	--------------------------------------

HUNN7	0%	10%	60%	20%	10%	0%	0%
HUNN8	20%	30%	40%	10%	0%	0%	0%

St_kode	Skog	Type skog	Åker
HUNN7	75%	Gran	35%
HUNN8	75%	Gran	35%

Vegetasjon, 1:ingen, 2:lite, 3:moderat, 4:mye, 5:svært mye.

Vedlegg C.

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
 0411 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn **SKJELBREIA**
 Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2005-342

01.09.2005

O.nr. O 24123

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Skylevann	2005.02.15	2005.02.18	2005.02.18-2005.04.15
2	Spylevann marmor	2005.02.15	2005.02.18	2005.02.18-2005.03.02

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2
			Surhetsgrad	
Ledningsevne	mS/m	A 2	6,01	
Alkalitet	mmol/l	C 1	0,290	0,857
Total tørrstoff	g/l	B 3		0,44
Suspendert tørrstoff	mg/l	B 1	2,4	
Total gløderest	g/l	B 3		0,38
Farge	mg Pt/l	A 5	165	
Fosfor	µg/l	P D 2-1	14	
Karbon, organisk	mg/l	C G 4-2	23,6	
Karbondetraklorid	µg/l	Intern*	<0,5	
Bromoform	µg/l	Intern*	<0,5	
Kloroform	µg/l	Intern*	<0,5	
Dibromoklormetan	µg/l	Intern*	<0,5	
Diklorbromometan	µg/l	Intern*	<0,5	
1,1,1-trikloretan	µg/l	Intern*	<0,5	
Tetrakloretylen	µg/l	Intern*	<0,5	
Triklloretylen	µg/l	Intern*	<0,5	

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Tor Gunnar Jantsch
 Forsker

ANALYSE RAPPORT

Norsk Institutt for Vannforskning
 Postboks 173 Kjelsås
 0411 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

Navn **SKJELBREIA**
 Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2005-62 O.nr. O 24123	01.09.2005

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Skyllervann		2005.01.13	2005.01.14-2005.04.15
2	Spylevann marmor		2005.01.13	2005.01.13-2005.01.14
3	Konsentrat		2005.01.13	2005.01.14-2005.01.27

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3
			Surhetsgrad	A 1	7,32
Ledningsevne	mS/m	A 2	6,47		5,80
Alkalitet	mmol/l	C 1	0,368	2,50	0,306
Tørrestoff	g/kg	B 3		2,94	
Suspendert tørrestoff	mg/l	B 1	<5		<5
Total gløderest	g/kg	TS B 3		2,90	
Farge	mg Pt/l	A 5	140		143
Fosfor	µg/l	P D 2-1	14		16
Karbon, organisk	mg/l	C G 4-2	23,0		20,4
Karbondetraklorid	µg/l	Intern*	<0,5		
Bromoform	µg/l	Intern*	<0,5		
Kloroform	µg/l	Intern*	4,6		
Dibromoklormetan	µg/l	Intern*	<0,5		
Diklorbromometan	µg/l	Intern*	<0,5		
1,1,1-trikloreten	µg/l	Intern*	<0,5		
Tetrakloretylen	µg/l	Intern*	<0,5		
Triklloretylen	µg/l	Intern*	<0,5		

* : Metoden er ikke akkreditert.

Norsk institutt for vannforskning

Tor Gunnar Jantsch
 Forsker

Norsk
Institutt
 for
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
 0411 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn SKJELBREIA
Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2004-2514 O.nr. O 24123	01.09.2005

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Skelbreia Skyllevann	2004.11.23	2004.11.26	2004.11.26-2004.12.08
2	Skelbreia Konsentrat	2004.11.23	2004.11.26	2004.11.26-2004.12.08
3	Skelbreia hovedvask	Vaskevann 2004.11.23	2004.11.26	2004.11.26-2004.12.09

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3
			Surhetsgrad	A 1	7,03
Ledningsevne	mS/m	A 2	6,37	6,95	45,6
Alkalitet	mmol/l	C 1	0,306	0,315	3,656
Suspendert tørrstoff	mg/l	B 1	<5	<5	21
Farge	mg Pt/l	A 5	202	190	970
Fosfor	µg/l	P D 2-1	17	35	405
Karbon, organisk	mg/l	C G 4-2	31,8	26,7	173

Kommentarer

3 FARG: Måtte fort. 1:5 BAT

Norsk institutt for vannforskning

Tor Gunnar Jantsch
 Forsker

Norsk
Institutt
 for
Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
 0411 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn SKJELBREIA
Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2004-2374 O.nr. O 24123	01.09.2005

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Skyllervann Skjelbreia	2004.11.01	2004.11.12	2004.11.11-2004.11.29
2	Konsentrat Skjelbreia	2004.11.01	2004.11.12	2004.11.11-2004.11.29
3	Spylevann marmorfil Skjelbreia	2004.11.01	2004.11.12	2004.11.11-2004.11.26

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3
			Surhetsgrad	A 1	6,97
Ledningsevne	mS/m	A 2	5,88	6,30	
Alkalitet	mmol/l	C 1	0,2900	0,2888	0,4416
Tørrstoff	%	B 3			0,83
Total tørrstoff	g/l	B 3			0,83
Suspendert tørrstoff	mg/l	B 1	<5	<5	
Total gløderest	g/l	B 3			0,81
Farge	mg Pt/l	A 5	152	180	
Fosfor	µg/l P	D 2-1	28	14	
Karbon, organisk	mg/l C	G 4-2	24,2	27,7	

Norsk institutt for vannforskning

Tor Gunnar Jantsch
 Forsker

ANALYSE RAPPORT

Norsk Institutt for Vannforskning
 Postboks 173 Kjelsås
 0411 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

Navn **SKJELBREIA**
 Adresse

Deres referanse:	Vår referanse:	Dato
	Rekv.nr. 2004-2136 O.nr. O 24123	01.09.2005

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings-dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Skjelbreia skyllevann	2004.10.18	2004.10.19	2004.10.21-2004.11.19
2	Spylevann marmor	2004.10.18	2004.10.19	2004.10.22-2004.10.28
3	Konsentrat	2004.10.18	2004.10.19	2004.10.21-2004.11.02

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3
Surhetsgrad		A 1	7,30	8,55	6,77
Ledningsevne	mS/m	A 2	7,73		5,60
Alkalitet	mmol/l	C 1	0,516	0,728	0,267
Tørrestoff	g/kg	B 3		1,32	
Suspendert tørrestoff	mg/l	B 1	<5		<5
Total gløderest	g/kg TS	B 3		1,32	
Farge	mg Pt/l	A 5	118		147
Fosfor	µg/l P	D 2-1	88		13
Karbon, organisk	mg/l C	G 4-2	20,5		22,1
Karbondetraklorid	µg/l	Intern*	<0,5		
Bromoform	µg/l	Intern*	<0,5		
Kloroform	µg/l	Intern*	≤14		
Dibromoklormetan	µg/l	Intern*	<0,5		
Diklorbromometan	µg/l	Intern*	<0,5		
1,1,1-trikloretan	µg/l	Intern*	<0,5		
Tetrakloretylen	µg/l	Intern*	<0,5		
Triklloretylen	µg/l	Intern*	<0,5		

s : Det er knyttet større usikkerhet enn normalt til kvantifiseringen.

* : Metoden er ikke akkreditert.

Kommentarer

1 s: Overstiger kalibreringskurven. Større usikkerhet knyttet analyseparameteren

Norsk institutt for vannforskning

Tor Gunnar Jantsch
 Forsker

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
 0411 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn **SKJELBREIA**
 Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2005-798

01.09.2005

O.nr. O 24123

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Konsentrat	2005.05.02	2005.05.04	2005.05.07-2005.06.03
2	Spylevann	2005.05.02	2005.05.04	2005.05.07-2005.06.03

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2
			Surhetsgrad	A 1
Ledningsevne	mS/m	A 2	5,36	
Alkalitet	mmol/l	C 1	0,246	0,754
Suspendert tørrstoff	mg/l	B 1	<5	225
Suspendert gløderest	mg/l	B 1	<5	220
Farge	mg Pt/l	A 5	147	
Fosfor	µg/l	P D 2-1	13	
Karbon, organisk	mg/l	C G 4-2	21,9	

Norsk institutt for vannforskning

Tor Gunnar Jantsch
 Forsker

Norsk
 Institutt
 for
 Vannforskning

Postboks 173 Kjelsås
 0411 Oslo
 Tel: 22 18 51 00
 Fax: 22 18 52 00

ANALYSE RAPPORT



Navn **SKJELBREIA**
 Adresse

Deres referanse:

Vår referanse:

Dato

Rekv.nr. 2005-655

01.09.2005

O.nr. O 24123

Prøvene ble levert ved NIVAs laboratorium av oppdragsgiver, og merket slik som gjengitt i tabellen nedenfor. Prøvene ble analysert med følgende resultater (analyseusikkerhet er gitt i eget dokument):

Prøvenr	Prøve merket	Prøvetakings- dato	Mottatt NIVA	Analyseperiode
1	Skyllevann Skjellbreia	2005.04.12	2005.04.18	2005.04.20-2005.04.28
2	Konsentrat Skjellbreia	2005.04.12	2005.04.18	2005.04.20-2005.04.28
3	Spylevann fra marmorfilter	2005.04.12	2005.04.18	2005.04.20-2005.05.11

Analysevariabel	Enhet	Prøvenr Metode	1	2	3
			Surhetsgrad	A 1	6,55
Ledningsevne	mS/m	A 2	3,03	6,08	
Alkalitet	mmol/l	C 1	0,163	0,288	0,410
Tørrstoff	g/kg	B 3		0,13	0,08
Suspendert tørrstoff	mg/l	B 1	<5	<5	
Total gløderest	g/kg TS	B 3		0,05	0,08
Farge	mg Pt/l	A 5	46,1	161	
Fosfor	µg/l P	D 2-1	5	17	
Karbon, organisk	mg/l C	G 4-2	7,9	22,4	

Norsk institutt for vannforskning

Tor Gunnar Jantsch
 Forsker