

AR → BW → LIP → ØL
✓ ✓ ✓

Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske (LFI)

Zoologisk Museum

Rapport nr. 188 – 1999

ISSN 0333-161x

**Grunnvannstilførsel til Steinkjervassdragene som mulig
årsak til overlevelse av laksunger ved
rotenonbehandling.**

Åge Brabrand og Andreas G. Koestler



Universitetet i Oslo

**Grunnvannstilførsel til Steinkjervassdragene som mulig
årsak til overlevelse av laksunger ved
rotenonbehandling.**

Åge Brabrand¹ og Andreas G. Koestler²

¹Laboratorium for ferskvannsekologi og innlandsfiske,
Zoologisk museum, Universitetet i Oslo,
Sarsgaten 1, 0562 Oslo

²Geo-Recon, Munkedamsveien 59,
0270 Oslo

Forord.

I enkelte laksevassdrag som er behandlet med rotenon er *Gyrodactylus salaris* igjen observert etter noen år. Selv ikke ved godt planlagte behandlinger har det vært mulig å unngå tilbakefall og det har vært vanskelig å komme fram til årsaken til at dette skjer. Det kan enten dreie seg om ny kolonisering eller at infiserte laksunger eller parasitter på annen mottagelig fisk har overlevd behandlingen og at ny spredning innen vassdraget skjer med utgangspunkt i disse individene.

Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk museum ved Universitetet i Oslo og Geo-Recon, Oslo, har utarbeidet et arbeidsnotat som fokuserer på mulighetene for at laksunger kan overleve rotenonbehandlinger, og hvorvidt disse forholdene er forutsigbare og mulig å kartlegge. Problemstillingen er om grunnvannstilstrømning og kommunikasjon mellom grunnvann og elvevann kan gi overlevelse nede i eller ved bunnen under selve behandlingen. Notatet ble oversendt Direktoratet for Naturforvaltning (DN) februar 1999, som oversendte notatet videre til Veterinærinstituttets oppdragsavdeling, Trondheim. Den foreliggende rapport er utarbeidet etter oppdrag fra Direktoratet for naturforvaltning (DN). Vi tror en gjennomgang av rotenonbehandlede vassdrag mht. grunnvannstilstrømning, både de med og uten tilbakefall, kan avdekke mulige årsaker til at nykolonisering inntreffer i enkelte vassdrag,

Den foreliggende rapport vurderer hvorvidt grunnvannstilstrømning er en relevant problemstilling knyttet til overlevelse av laksunger etter rotenonbehandling av Steinkjervassdragene. Vassdraget med Byaelva, Onga, Steinkjerelva og Figga, ble funnet infisert med *Gyrodactylus salaris* i 1980. Det ble gjennomført rotenonbehandling av vassdraget i 1993, men *G. salaris* ble påny påvist på laksunger i Byaelva 11. sept. 1997, uten at noen klar årsak til nyinfeksjon ble påvist.

Teknisk etat i Steinkjer kommune har gitt informasjon om tidligere grunnvannsundersøkelser i området, og Veterinærinstituttets oppdragsavdeling, Trondheim, har bidratt med informasjon om rotenonbehandlingen i 1993 og om laksen i vassdraget. Det rettes en takk til begge fagmiljøene.

Oslo 2.12.1999

Andreas G. Koestler / Åge Brabrand

Innhold

Innledning.....	5
Faglig bakgrunn.....	5
Steinkjervassdraget/Figga.....	6
Metodikk.....	8
Interaksjon mellom ellevann, markvann og grunnvann.....	8
Kartgrunnlag.....	8
Temperatur.....	8
Betegnelser.....	8
Værforhold.....	9
Kvartærgeologiske forhold.....	9
Resultater.....	11
Sigevann: Byaelva, Ognå, Figga.....	11
Kilder: Byaelva, Ognå.....	11
Øvre del Ognå.....	15
Ognå nedstrøms Bruemfossen.....	15
Figga.....	15
Konklusjon.....	16
Litteratur.....	17

Innledning

Rotenonbehandling av elver med laks infisert med *Gyrodactylus salaris* har som målsetting å utrydde verter i vassdraget, for på den måten å utrydde *G. salaris*. Der det har skjedd er reinfeksjon har det vært vanskelig å angi årsakene til dette, men den nærliggende årsak er at infiserte laksunger eller annen mottagelig laksefisk har overlevd rotenonbehandlingen. Denne rapporten fokuserer på grunnvann som mulig årsak til at mottagelig laksefisk kan overleve slik behandling.

Følgende problemstilling kan angis der rotenonbehandling ikke har gitt total dødelighet av mulige verter:

Utveksling mellom grunnvann/tilsigsvann og elvevann/overflatevann kan gi overlevelse av mottagelig yngel og ungfisk som oppholder seg nede i substratet under rotenonbehandling.

Faglig bakgrunn

Mønsteret for tilførsel av grunnvann/tilsigsvann er knyttet til forekomsten av løsmasser, og oppvelling eller frambrudd kan skje der underliggende tettere sjikt (leire, fast fjell) kommer fram i dagen. Mange vassdrag med anadrome bestander av laksefisk ligger i områder med mye nedbør og de har ofte betydelige mengder løsmasser i eller i nærheten av selve elvestrengen. Dette er forhold som er typisk for Vestlandet, Trøndelag, Nordland, Troms og Finnmark. Her ligger også flere vassdrag som tidligere er rotenonbehandlet, og der laks har fått etterfølgende reinfeksjon.

Avhengig av fjellkvaliteten og løsmassene vil grunnvann stå i direkte forbindelse med overflatevann i både elv og innsjø (Castro & Hornberger 1991, Bencala 1993, Stanford & Ward 1992, 1993). Til sammen vil dette utgjøre et hydrologisk kontinuum der det vil foregå ulik utveksling av vann med ulik temperatur og kjemisk sammensetning. I rennende vann vil det derfor være et mer eller mindre kontinuerlig tilsig av grunnvann som kommer inn i elvebunnen, i mengde avhengig av bergartenes og løsmassenes beskaffenhet, høydegradienten i omgivelsene og karakteristika i nedbørfeltet (Brunke & Gonser 1997).

Tilsiaget vil avhenge av fem forhold:

- Klimatiske faktorer
- Høydegradienten i nedbørfeltet
- Permeabiliteten i løsmasser
- Sprekkesoner i fast fjell
- Bunnforhold og sedimenttype i elveleiet

Grunnvann kan være forskjellig fra overflatevann mht. en rekke faktorer, hvorav de viktigste for de biologiske prosesser er temperatur, oksygen, karbondioksyd, og derved også pH. Grunnvann er kaldere om sommeren og varmere om vinteren, og med betydelig mindre amplitude enn overflatevannet (Evans, Greenwood & Petts 1995). Grunnvann kan også ha lavere innhold av oksygen enn overflatevann (Triska, Duff & Avanzino 1993), men høyere

konsentrasjon av karbondioksyd (Pusch & Schwoerbel 1994) som gir grunnvann en annen pH. I tillegg kommer kjemisk påvirkning relatert til bergartenes og løsmassenes sammensetning som stedvis kan gi relativt store avvik fra den kjemiske sammensetningen som finnes i overflatevannet (kalkholdige bergarter, bergarter rike på svovel-forbindelser).

Disse kvalitetene ved grunnvann gjør at grunnvannspåvirkning har biologiske konsekvenser for bunndyr og fisk. Det vil gjelde spesielt for den delen av faunaen og på de deler av livssyklus som har opphold nede i substratet.

Det er flere faktorer som påvirker selve tilsigsmengden eller tapet av grunnvann til eller fra elvestrengen, og som derved kan gi direkte effekt på bunndyr og fisk (Brunke & Gonser 1997).

- Vannføring av overflatevann i elva
- Tilsigs-mengde av grunnvann eller tap fra elva
- Geologi i elveleiet, strukturelle forhold i grunnfjell, løsmasse karakteristika
- Bunnsubstratets permeabilitet
- Småskala topografien av elvebunnen
- Hydrologiske forhold i nedbørfeltet og fordeling gjennom året, herunder forsinkelse av grunnvannstilsig i forhold til direkte tilsig fra overflateavrenning

På en gitt lokalitet vil det derfor i kontaktsonen være en vekselvirkning mellom grunnvann og elvevann (interfasen: grunnvann – overflatevann) som er bestemt av disse faktorene. En rekke situasjoner kan gi store endringer i forholdet mellom grunnvann og elvevann, og også på samme sted til forskjellig tid. Spesielt vil dette gjelde langt ned i vassdragene med løs-masser på elvesletta og stort ovenforliggende nedbørfelt. Vassdrag i områder med mye nedbør, løsmasser på fast fjell og kompliserte sprekkesoner vil her kunne få oppvellings-soner med en kjemi preget av grunnvann forskjellig fra selve vassdragets. Områder med lagdeling av grus (har stor permeabilitet) og leire (tett sjikt) vil kunne gi konsentrert grunnvannsutstrømning under trykk.

Dersom vannføringen i elva er liten, slik den tidligere har vært tilstredet under rotenonbehandling (perioder med lite nedbør eller akutt situasjon i regulerte vassdrag), vil det relative bidraget fra grunnvannet øke, og interfasen vil kunne være høyt i substratet eller i selve vannfasen i elvestrengen, spesielt der substratet består av grov stein med hulrom langt ned i substratet. Dette er preferert habitat hos laksunger og smolt, som i perioder gjennom døgnet kan oppholde seg nettopp i denne sonen (Heggenes et al. 1993). Overlevelsesområder kan derved oppstå.

Steinkjervassdraget/Figga

Laks i Steinkjervassdragene med Byaelva, Oгна, Steinkjerelva og Figga ble funnet infisert med *Gyrodactylus salaris* i 1980. Det ble gjennomført rotenonbehandling av vassdraget i 1993. De lakseførende strekninger ble rotenonbehandlet 2.- 4. juli 1993, og behandlingen ble gjennomført etter god planlegging. *G. salaris* ble påny påvist på laksunger i Byaelva 11. sept. 1997, uten at det ble funnet noen klare årsaker til nykoloniseringen. Flere årsaker er vurdert.

Før rotenonbehandling i 1993 kunne laks i Oгна vandre opp til Støafossen og i Byaelva opp til Byafossen ved utløpet av Reinsvatnet. I Figga som munner ut i sjøen ca 1 km syd for munningen til Steinkjerelva ble det i 1988 plassert en fiskesperre ved nedre Lø, slik at Figgavassdraget bare hadde laks i de nedre 1,5 km mot sjøen.

Det er gjennomført flere overvåkingsundersøkelser på laks før, under og etter rotenonbehandling i 1993, og vassdraget planlegges mtp. ny behandling (Forslag til handlingsplan mot lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*). Det ble i september 1999 gjennomført en befaring av Steinkjervassdraget og Figga, der hensikten var å påvise utveksling mellom grunnvann og elvevann.

Det er tidligere gjennomført grunnvannsundersøkelser av Noteby (1988), lokalisert til områdene Midjo og Fossum mtp. grunnvannsforsyning til Steinkjer kommune. Av disse to områdene omfatter Midjo feltet mellom Oгна og Byaelva på den lakseførende strekning. Området karakteriseres her av Noteby (1988) som et åpent grunnvannsmagasin i godt sorterte masser med liten mektighet. Grunnvannet i de lavtliggende elveterrassene ved Oгна er antatt å stå i forbindelse med elvevannet, og det konkluderes med at mulighetene for grunnvannsressurser er gode.

Videre er det foretatt 9 dreiesonderinger med opptak av prøver i et hull for idretthall på Guldbergaunet, og her var det sorterte masser med grus, grov sand med overgang til leire i større dybde.

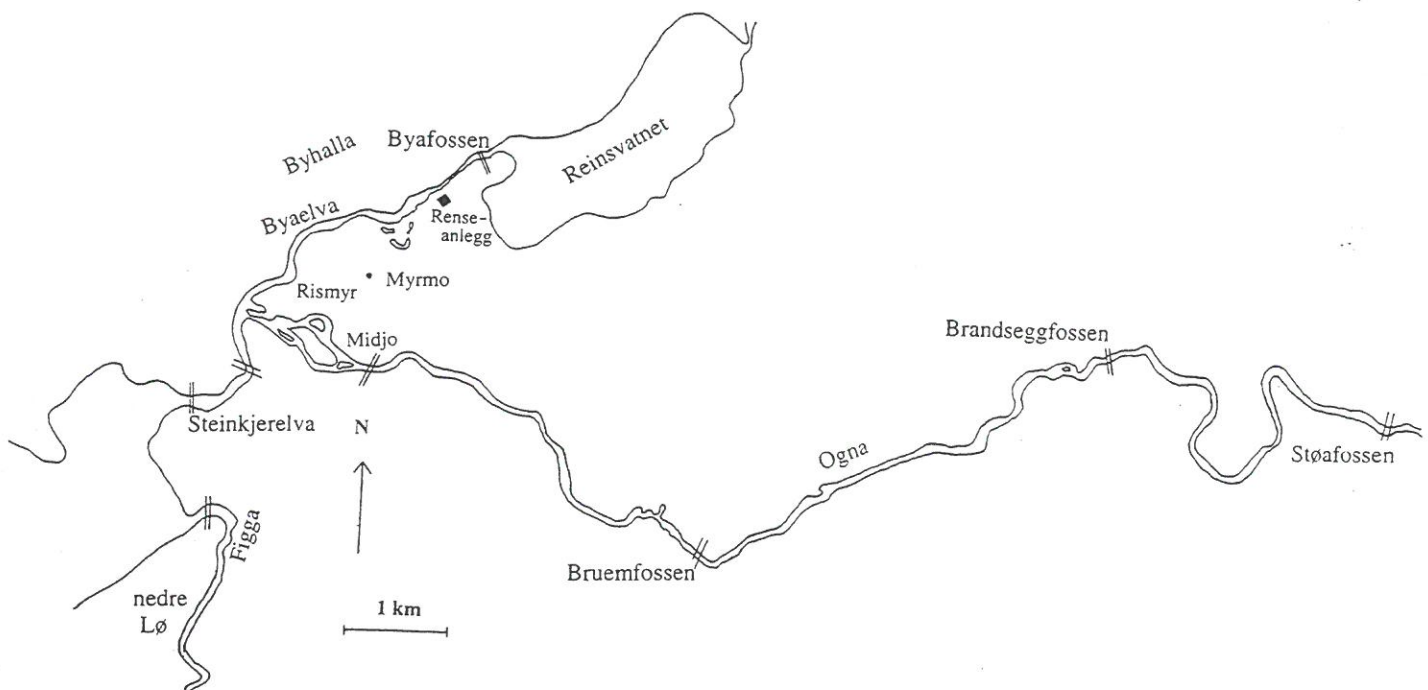


Fig. 1. Steinkjervassdraget med Byaelva, Oгна og Steinkjerelva, og Figga. Lakseførende strekning før rotenonbehandling i 1993 er opp til Byafossen i Byaelva, til Støafossen i Oгна og til fiskesperre ved nedre Lø i Figga.

Metodikk

Interaksjon mellom elvevann, markvann og grunnvann

Det er forsøkt å identifisere to former for tilførsel av vann til elvestrengen, *sigevann* gjennom bredden og direkte *grunnvannskilder* i elvebunnen.

Sigevann kan komme som grunnvann som har fremspring i elvekanten ovenfor elvestrengen og som siger ned gjennom massene i elvebredden. Denne tilførselen vil primært utgjøre en horisontal vannstrøm fra bredden og inn i elvestrengen, men den kan også ha en vertikal komponent opp igjennom bunnssubstratet nedenfor elvekanten eller inn gjennom bredden. *Sigevannstilførsel* vil gi en temperaturgradient fra bredden og inn i elvestrengen som lettest kan følges noe ned i substratet. Dersom kilden er anaerob vil redusert jern karakterisere kilden.

Grunnvannskilder vil gi mer eller mindre direkte punkttilførsel med mulighet for større tilførsler. De er vanskeligere å lokalisere enn *sigevann* og i denne befaringen inngår for det meste indirekte metoder som vurdering av lagdeling av løsmasser og kartlegging av gamle elveleier, da forholdene her kan gjenspeile dagens elveleie. Måling av vannflux opp gjennom substrat ble gjennomført enkelte steder med See-page meter.

Kartgrunnlag

Det ble anvendt kvartærgeologiske kart (Steinkjer 1723 III, Steinkjerfjorden CST 139140, Stiklestad 1722 IV), samt topografiske kart.

Byaelva ble spesielt undersøkt fra Byafossen til samløp med Steinkjerelva, spesielt der elva renner igjennom morene rett nedenfor Reinsvatnet. Brattkanter mot elva og mot gamle elveløp og meandersvinger med vannbærende horisontale grussjikt over leire, ble spesielt oppsøkt. Videre ble området nedenfor Brandseggfossen i Ognå også undersøkt nærmere.

Temperatur

For identifisering av vanntype ble det benyttet digitalt termometer med sonde som kunne stikkes ca 15 cm ned i substratet.

Betegnelser

- *Elvevann*: Flytende vann i elveløpet
- *Markvann*: Overflatenært grunnvann som drenerer myr og skog med middelskalde temperaturer (under befaring: 10 - 12 °C)
- *Grunnvann*: Vann som finnes i vannførende lag og renner ut i kilder med lav temperatur, ofte observert som *sigevann* (under befaring: 6 - 7 °C og opp mot 10 °C)
- *Grunnfjell*: All "hardrock" som fjellunderlag betegnes her som grunnfjell, selv om det kan være metamorfe sedimenter, granitter eller gneiss
- *Leire*: Avsatt i stillestående vann. Svært lav permeabilitet for vann, regnes som tettesjikt.
- *Grus*: Elve- eller breavsetninger, regnes som vannbærende sjikt

Værforhold

Lite nedbør (ca 3 uker uten regn) forut for befaringen ga meget gode forhold, og førte til lite overflatevann i bekker, lav elvevannstand, forholdsvis tørre myrområder. Varmt vær i perioden forut førte til stabil vanntemperatur (13.6 -13.8 °C) i elvene på de to observasjonsdagene 15. og 16. september 1999. Temperaturforholdene ga stor kontrast i temperatur mellom elvevann, sivevann og marknært grunnvann.

Kvartærgeologiske forhold

De nedre deler av Steinkjervassdraget er preget av marine avsetninger, vesentlig avsetninger i forbindelse med siste istid. For Byaelva gjelder dette særlig opp til Reinsvatnet, og i Oгна delvis opp til Støafossen, selvom innslaget av bart fjell her blir mer utpreget. Kvartærgeologisk kart over området er vist i Fig. 2, med to områder vist mer i detalj. Byaelvas utløp fra Reinsvatnet renner først over bart fjell, deretter gjennom en betydelig endemorene med mye rullestein. Her er elva forholdsvis smal og rasktrennende, før den videre noen hundre meter nedenfor Reinsvatnet renner ut i leire/grus formasjoner som preger hele området mellom Byaelva og Oгна (Myrmo, Rismyr). Rullesteiner er vasket ut av morenen og transportert med elvevannet noe nedover elveløpet. Rullestein og grovt substrat preger derfor elvebredden og bunnen i Byaelva også nedenfor morenen, og dette gir på denne strekningen et meget gunstig substrat for laksunger og smolt. Ned mot samløpet med Oгна er bunnen og elvebredden i Byaelva preget av noe finere substrat (grov grus - sand), og stedvis består både elvekanten og elvebunnen av leire.

På nordvest siden av Byaelva (ved jernbanen) er området også dominert av leire som går helt inn mot fjellformasjonen med bart fjell (Byhalla) på nordsiden av riksvei 763. Avrenningen fra Byhalla kommer ikke ut i Byelva som overflateavrenning, og følger trolig vannførende lag under leirelaget. I brattkant mot Byaelva nedenfor Byhalla finnes igjen den samme lagdelingen, med leire over sorterte gruslag, stedvis tydelig avsatt i marint miljø.

Oppover i Oгна kan de samme hovedstrukturer observeres, med morener og leire, stedvis i et ravinlandskap. Det ses tydelig ved Haugli nedenfor Bruemfossen. Ved Brandseggfossen skjærer elva gjennom en betydelig morene, og i brattkant mot elva kommer igjen lagdelingen mellom leire og grus tydelig fram. Flere steder mellom Bruemfossen og Støafossen renner elva over bart fjell med tydelige vannførende sprekkesoner.

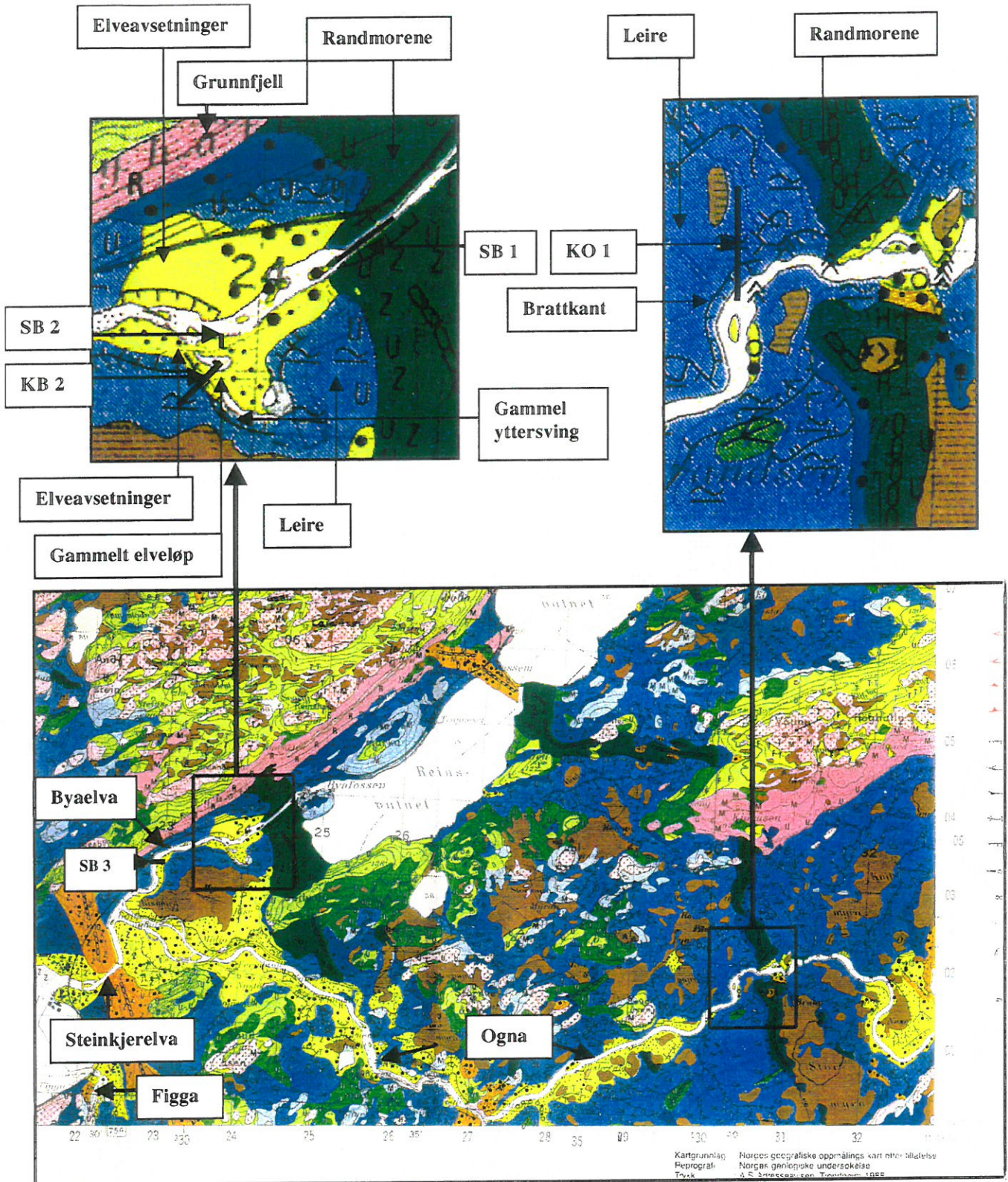


Fig. 2. Kvartærgeologisk kart over Byaelva, Steinkjerelva og Ogna, med avmerket profiler for sigevann (SB og SO) og kilder (KB og KO). To områder i og nedenfor morener er undersøkt mer detaljert med hensyn til grunnvannssig, grunnvannskilder og substrat for laksunger.

Resultater

Sigevann: Byaelva, Ogna, Figga

Det ble observert mange punkter både i Byaelva (SB1, SB3), Ogna (KO1, og i sidebekk i ravinelandskap nedstrøms Støafossen og i Figga. Her rant vann ut gjennom elvebredden i nærheten av elvevannsnivået, men 0.5 til 1 m *ovenfor* selve elvenivået. Dette bekreftes av sigevann fra småkilder som har tydelig temperaturforskjell sammenliknet med elva. Eksempel på dette er vist i Fig. 3. Her er målinger gjort langs profil SB 3 i Byaelva (se Fig. 2). Flere steder var det tydelig jernutfellinger som viser framspring av anaerobt vann.

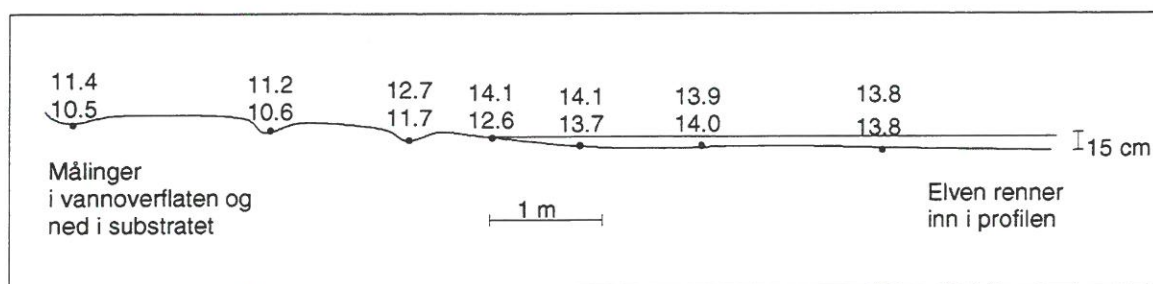


Fig. 3. Temperaturprofil (tverrsnitt) fra elvekanten inn i Byaelva i profil SB 3 (vest for Rismyr). Det er målt i vannoverflaten og ca 10 cm ned i bunnen, og indikerer horisontal vannstrøm inn i elva.

Interaksjon mellom elvevann og grunnvann, men med en horisontal strømningskomponent inn mot elva og i *samme* høydenivå som elva, ble funnet langs profil SB 2. Dette bekreftes også her av en temperaturgradient fra bredden og inn i elva (Fig. 6 og Fig. 7). Denne gradienten ble funnet uavhengig av tid på døgnet og kan ikke forklares med avkjøling av markvann om natta. Flere steder var det også her jernutfellinger og karakteristisk vannvegetasjon.

Tilførsel av denne type sigevann i Byaelva og Ogna er trolig opprinnelig grunnvann fra brattkanter innenfor elvekanten, og som siger gjennom grovere elvekantmasser og inn i elvestrengen.

Kilder: Byaelva, Ogna

Vann i skråninger ovenfor elvenivå som ikke direkte kan observeres går inn i elven, men som kan utgjøre større mengder, ble observert flere steder i Ogna og i Byaelva.

De mest utpregete grunnvannsområdene ble funnet i Byaelva fra renseanlegg ved Byafossen og noen hundre meter nedover elva (SB 1 og KB 1) og i Ogna ved Brandseggfossen (KO 1). I begge områdene var det tydelig lagdeling av sedimentsekvensen leire og sand/grus med et eller flere grunnvannsfrespring.

I brattkanten ved morenen ved **Brandseggfossen** i Ogna (KO 1) var det grus på toppen ca. 2 - 6 m, deretter flere sekvenser med leire og grus ned til elvenivå og tildels under (Fig. 4). I elvebredden noe lengre nedover elva lå grunnfjell i dagen, og grunnvann fra morenen må drenere mot elvestrengen. I nedkant av hvert gruslag (overgang mot leirelaget) i sekvensen var det grunnvannsfrespring med lav temperatur (7-10 °C). Det er sannsynlig at grunnvann også følger den delen av grunnfjellsformasjonen som går inn under elvebunnen, og at det er

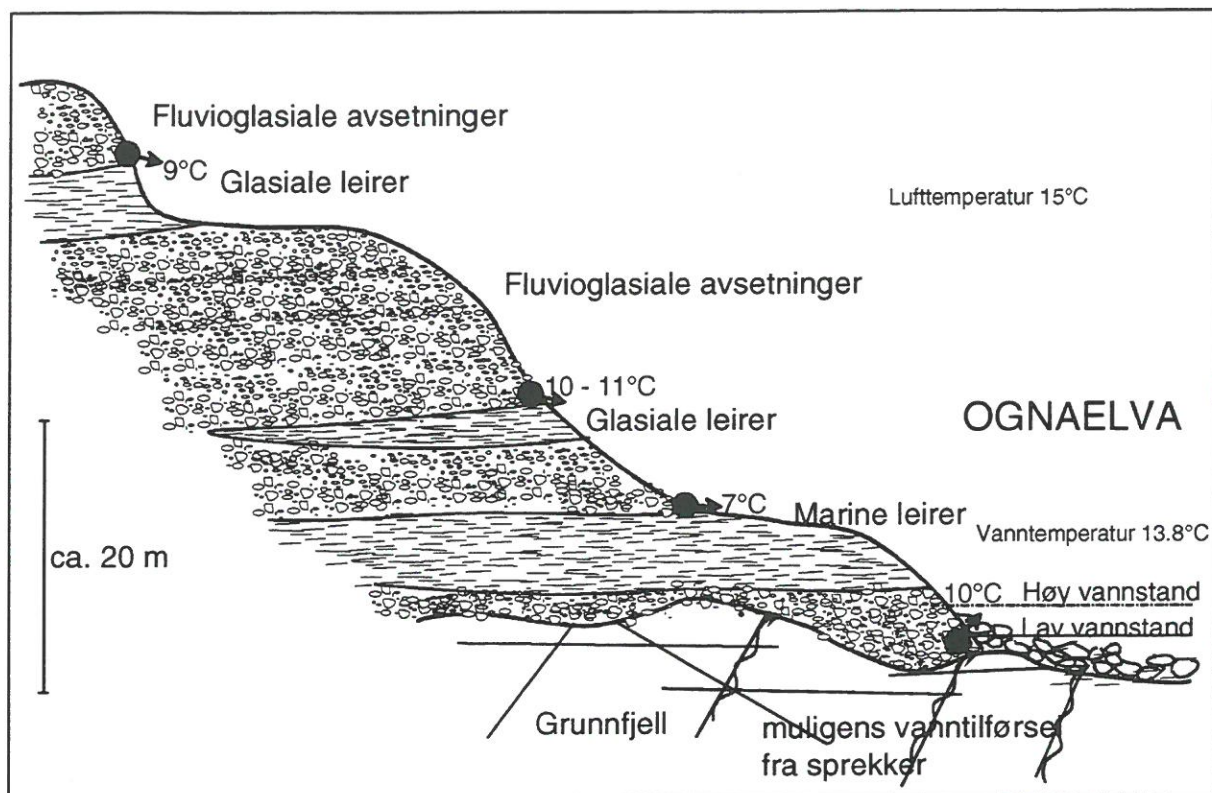


Fig. 4. Tverrprofil i brattkant (skjematisk skisse) fra morene ved Brandseggfossen og ned mot Ogna (KO 1). I brattkanten ble det observert en rekke framspring av kildevann med lav temperatur (7-11 °C) i nedkant av de vannbærende horisontale grussjikt, der disse ligger over tett leirelag, tildels ligger vannbærende grussjikt ned mot og i elvekanten. Grunnfjellsforma-sjonen som går grunt inn i elvebunnen antas å gi økt drenasje av grunnvann direkte til elva gjennom sprekkesoner.

trolig betydelig grunnvannstilførsel direkte til elvestrengen gjennom sprekkesoner i bunnen utover det som kan observeres som sigevann eller som renner gjennom elvekanten. Fra lokalt hold rapporteres det om omfattende utrasninger og stor ustabilitet både i brattkantene og i selve elvebredden ned mot Ogna i dette området pga. grunnvann.

På sydsiden av **Byaelva** ble en dam i gammelt elveløp undersøkt nærmere. Dammen er en av flere dammer som tidligere har vært elveløpet til Byaelva. Her finnes brattkant mot tidligere yttersving der lagdelingen kommer frem i dagen (Fig. 5, profil KB 2). Sletta med Rismyr og Myrmo utgjør et myrområde med et humuslag på ca 1 m. Dette ligger på et leirelag på ca 6 - 7 m. Under dette finnes et lag med skjellsand / grus (inkluderer marine invertebrater) på ca 1 m. I nedkant av dette gruslaget finnes mye vannutspring i den gamle elvekanten, med kalde kilder med temperatur 6,8 til 7 °C. Dette gruslaget ligger igjen på leire som utgjør bunnen i neden-forliggende dam. Hele yttersvingen i det gamle elveleiet er her mettet med grunnvann i en lengde på ca 50 m. Det antas at disse grunnvannskildene har utspring fra samme gruslag som kildene høyere opp i Byaelva (SB 1).

I nedenforliggende dam ble det påvist vertikal strøm med See-page meter: Måling nr. 1 ga ca 655 ml/m²*time, måling nr. 2 tilnærmet null (6 ml/m²*time). På den andre siden av dammen ga måling nr. 3: 37 ml/m²*time. Stor variasjon på de tre målingene kan tyde på punktvis oppkommer.

Vertikalstrøm er også indikert gjennom høy turbiditet av leirpartikler i stillestående vann. Dammen er trolig sterkt grunnvannpåvirket, og bunnen i dammen har samme dybdenivå som elva utenfor, med samme leirelag.

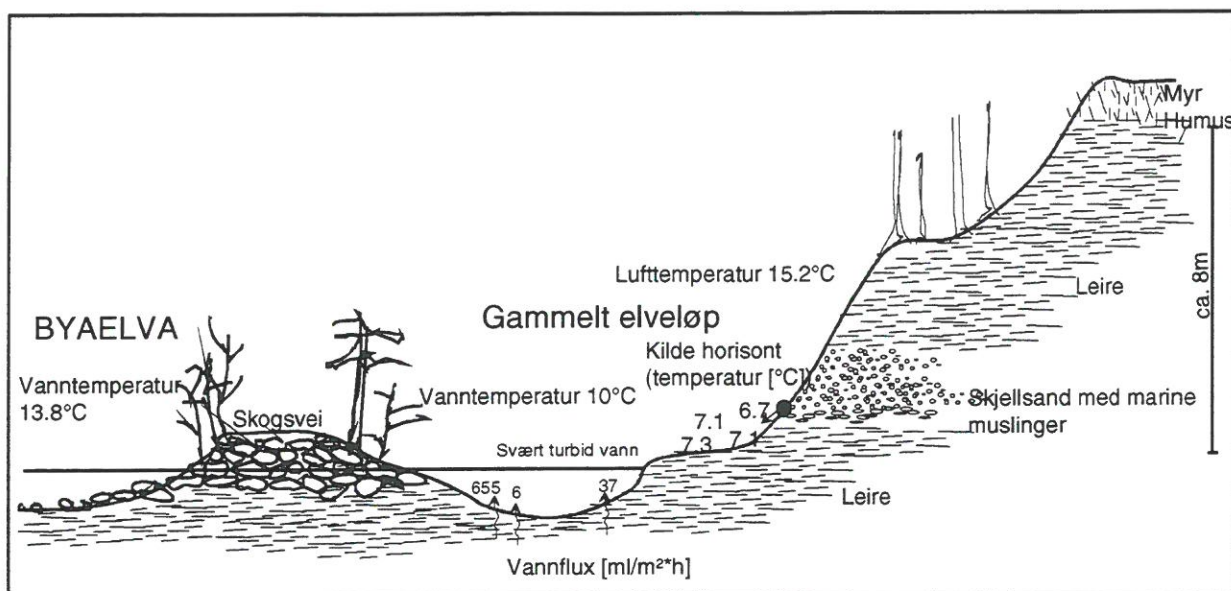


Fig. 5. Profil (tverrsnitt) med kilder sydvest for Byaelva i gammelt elveleie (yttersving KB 2). Brattkant viser tydelig vannutspring i nedkant av horisontalt grussjikt. Bunnen i dammen har samme høydenivå som bunnen i hovedelva.

I denne grunne elveavsnøringen finnes det i midtpartiet en øy av flytetorv som i seg selv kan indikere utstrømming nedenfra med påfølgende ustabil og oppvirvlet substrat. I flytetorva ble det observert vannhull med preg av periodevis sterk utstrømming, men som var tørre under befaringen. Hvorvidt det her har foregått igjennfylling av deler av området er vanskelig å avgjøre.

Elveavsnøringen er nå adskilt fra hovedelva med enelveforbygning (løsmasser /blokk) med vei. Temperaturgradient i elvebunnen utenfor indikerer at kaldt grunnvann fra innenforliggende kilder siger horisontalt gjennom elveforbygningen og inn i bunnssubstratet i elva (Fig. 6). Det ble ikke påvist forskjeller i temperaturgradienten gjennom døgnet. Det ble også i selve elva påvist lav vertikal strøm i elvekanten med feller med verdier på 225 ml/m²*time ml, 210 ml/m²*time og 115 ml/m²*time, men var det vanskelig substrat for å måle vannflux. Dette vil derfor være minimumsverdier (se Fig. 6).

Noen hundre meter ovenfor omtalt grunnvannsdam skjærer **Byaelva** gjennom en større morene. Vannhastigheten er her forholdsvis høy, og de finere løsmassene i morenen er vasket ut. Tilbake langs bredden og i selve elveløpet fra morenen og noe nedover elva ligger det grov rullestein igjen som dominerende substrat, med større vannrom imellom som gjør at fisk kan

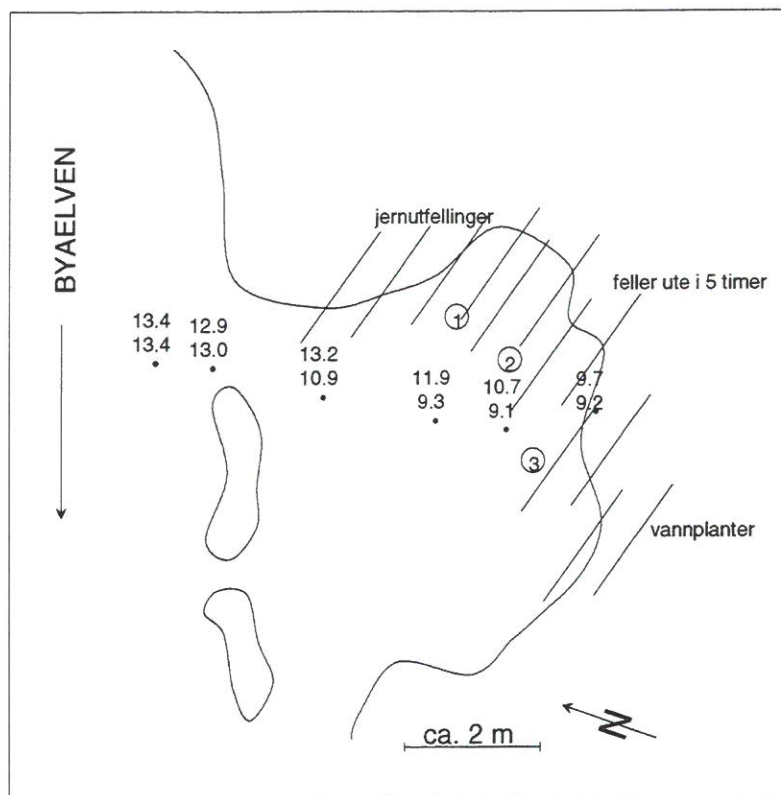


Fig. 6. Temperaturprofil SB 2 i Byaelva sett ovenfra. Temperaturprofiler i elvevann (øvre rekke) og ca 10 cm ned i bunnen (nedre rekke) nær bredden utenfor gammelt elveløp med kildeutspring KB 2 vist i Fig. 4. Gradienten indikerer horisontal vannstrøm fra innenfor-liggende grunnvannsdam og inn i hovedelva. Punktene 1-3: Målt vertikalflux ($\text{ml}/\text{m}^2 \cdot \text{time}$) opp gjennom elvebunnen.

komme seg langt ned i substratet, anslagsvis 0,5-1 m. Det er i andre forsøk vist at laksunger kan bevege seg 20 - 30 cm ned i tilsynelatende massiv elvebunn der det er innslag av stor stein (Saltveit pers. medd.). I nedkant av morenen møtes lagdeling med leire og grus i gamle elvekanten, og to vannbærende lag (6,9 - 8,4 °C og 10,0 °C). Vei på elvekanten og planering ved renseanlegg gjør observasjon her noe vanskelig, men lagdelingen er trolig av samme karakter som det observert i brattkant ved nedenforliggende dam.

Vannutspring i elvebunn med rullestein bør vurderes nærmere på grunnlag av eventuelle boringer som er gjort i området i andre sammenhenger. Det var imidlertid et markert sig av vann fra ovenforliggende kilder gjennom veifylling og inn i elvevannet med rullestein (SB1), og temperaturen i elvevann nær bredden mellom rullestein var signifikant lavere (10,0 - 12,8 °C) enn i elvevannet ca 1 m lengre ute (13,2 - 13,6 °C) (Fig. 7).

På nordsiden av **Byaelva** (jernbanensiden) finnes massiv leire på toppen uten drenerende bekker. Under leirelaget ligger trolig et eller flere gruslag (angitt av anleggsarbeidere), som er vannbærende og som drenerer avrenningen fra grunnfjellsformasjonen Byhalla. I elvekanten mot Byaelva rett nedenfor, tildels under elvenivået, finnes drenerende skjellsand og sand også under elvevann. Det er sannsynlig at gruslaget her bidrar med grunnvann, og at dette kan være en liknende tilførsel i nåværende elveleie som det observert i grunnvannsdam i gammelt elveleie (KB 2) angitt i Fig. 5.

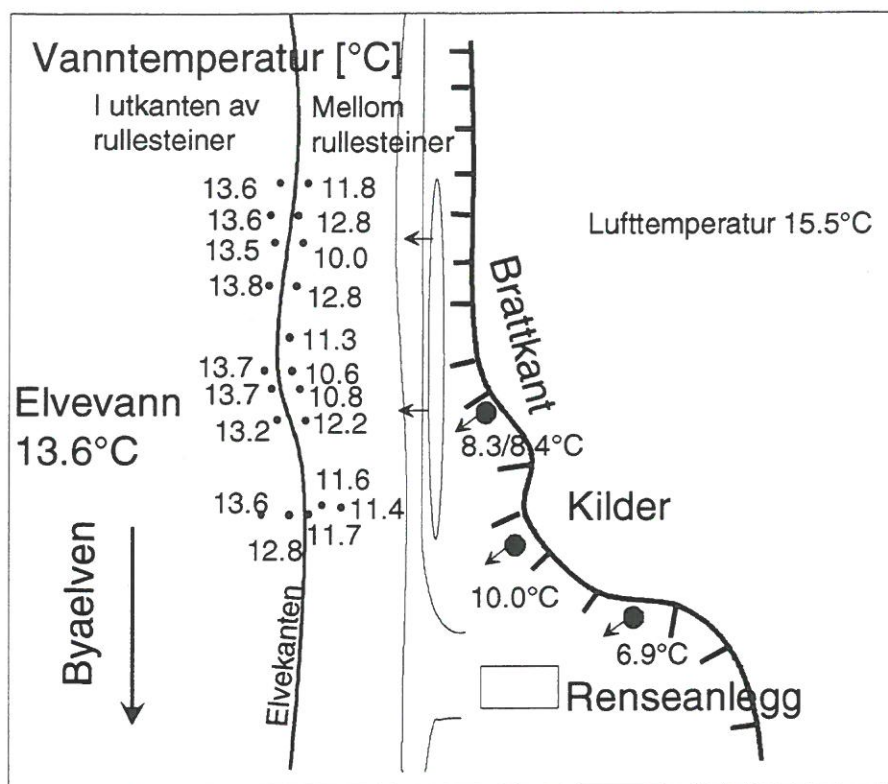


Fig. 7. Område nedenfor morene i Byaelva, SB 1. Temperaturmålinger i vannoverflaten langs elvebredden i rennende elv (ytre tallrekke 12,8 - 13,8 °C) og i elvevann mellom rullestein 1 m nærmere bredden (indre tallrekke 10,0 - 12,8 °C), der Byaelva skjærer igjennom morene med rullestein (kloakkrensning). I morenens nedkant i terrenget innenfor er det frambrudd av vann med grunnvannstemperaturer (6,9 °C, 8,3 °C og 10,0 °C) som siger ned igjennom elvekanten med frambrudd i elvebredden (antydning med piler), trolig også opp igjennom bunnen. Dette gir en horisontal temperaturgradient i elva.

Øvre del Ognå

Observert sprekkesoner med vannføring i grunnfjell ved Ognå. Grunnfjell med overliggende leire kan føre til sprekker med grunnvann under trykk.

Ognå nedstrøms Bruemfossen

Sidebekker i raviner kutter gjennom leire og morener og det ble observert punktvis tilsig i bekkkanten og i selve bekkleiet pga. lav vannføring på observasjonsdagen. Dette ble spesielt observert i bekk ved Haugli (Ognå syd, nedstrøms Bruemfossen).

Figga

Fra nedre Lø (fiskesperre) og ned til sjøen ble det ikke funnet synlige lagdelinger i elveskråningen, og elvebredden hadde homogen struktur bestående av forholdsvis grovt substrat. Dette gir sannsynligvis et jevnt sidetrykk fra bredden uten spesielle lag som konsentrerer sigevannet. Ved Figgamunningen (utenfor myrområdet 70 m ovenfor bro E-6) ble små slamvulkaner (diameter 2 til 10 cm) observert. Vann med lavere temperatur (10,6 °C)

enn elva (13,4 °C) stiger opp under trykk fra et gruslag som ligger under et tynt lag (20 cm) med leire. Tilsiget må regnes som lite.

Konklusjon

De geologiske formasjonene med lagdeling av leire og grus i området gir store muligheter for konsentrerte utstrømningsområder for grunnvann og at grunnvannet har overtrykk (artesisisk grunnvann) i vannbærende horisontale grus- og sandlag. Både Byaelva og Ogna renner gjennom og tildels eroderer aktivt inn i denne lagdelingen. Der elva gir bratte erosjonskanter med gruslag inn mot elvestrengen vil grunnvann kunne stå i direkte kontakt med elvevannet. Dette er påvist i gamle erosjonskanter og i gamle elveavsnøringer.

Der slike brattkanter ligger rett nedenfor morenerygger med rullestein, vil elva ha fraktet grovere masser nedover. Her vil elvebunnen og elvebredden stedvis ha grovt og steinet substrat som er gunstig substrat for laksunger og smolt. I disse områdene vil det både være store muligheter for grunnvannsframbrudd. Muligheten for at laksunger kan oppholde seg langt nede i substratet i vann preget av grunnvann er derfor tilstede, noe som vil kunne gi overlevelse etter rotenonbehandling.

Det er angitt to slike områder, det ene i **Byaelva** nedenfor Byafossen, det andre i **Ogna** nedenfor og tildels inne i morenen ved Brandseggfossen. Begge steder har en ovenforliggende morene med rullestein som elva har fraktet noe nedover og inn i området der elva renner gjennom grus- og leireformasjoner med påvist grunnvann i overgangen mellom grus og leire.

I området ved Byaelva ble grunnvannskilder påvist i yttersving i gammelt elveleie og grunnvannsflux ble målt opp gjennom bunnen i grunnvannsdam med samme lag i samme høydenivå som utenforliggende hovedelv. Grunnvannskilder ble også påvist noen hundre meter ovenfor, trolig med utspring fra samme horisontale gruslag. Hele området mellom morenen ved Byafossen og grunnvannsdam (østsiden av Byaelva) antas preget av grunnvann med et horisontalt sig inn i hovedelva, som også på denne strekningen har stedvis grovt substrat i bunnen og langs bredden. *G. salaris* ble påvist i dette området etter rotenonbehandlingen i 1993.

I området ved Brandseggfossen ble grunnvannsoppkomme påvist en rekke steder (6 - 8 punkter) i selve morenen i brattkanten mot elveløpet. Kjentfolk kunne rapportere om tidligere utrasninger og betydelig problemer med stabiliteten av løsmassene i brattkanten ned mot elva pga. grunnvannsmetning. Grunnfjellsparti nedstrøms vil virke som tettesjikt og vil trolig gi drenering av grunnvann fra morenen og inn mot elvestrengen.

Andre områder i Ogna og Byaelva enn de to her nevnte kan ikke utelukkes.

I **Figga** nedenfor nedre Lø (nåværende lakseførende strekning) ble det primært funnet sigevann gjennom elvebredden med små muligheter for konsentrert sigevann. Tilsiget må betegnes som lite, og bredden består for en stor del av grus og finere masser som gir mindre gunstig substrat for laksunger og smolt.

Litteratur

- Bencala, K.E. 1993. A Perspective on stream-catchment connections. *Journal of the North American Benthological Society*, 12: 44-47
- Brabrand, Å. og Koestler, A. 1999. Mulig årsak til mislykket rotenonbehandling av lakseelver. *Lab. Ferskv.Økol. Innlandsfiske*, Universitetet i Oslo, internt notat, 4 s.
- Brunke, M. and T. Gonser. 1997. The ecological significance of exchange processes between rivers and ground water. *Freshwater biology* 37: 1-33
- Castro, N.M. and G.M. Hornberger. 1991. Surface-subsurface water interactions in an alluvial mountain stream channel. *Water Resources Research* 27: 1613-1621
- Evans, E.C., M.T. Greenwood and G.E. Petts. 1995. Short communication thermal profiles within river beds. *Hydrological Processes* 9: 19-25
- Heggenes, J., O.M.W. Krog, O.R. Lindås, J.G. Dokk and T. Bremnes. 1993. Homeostatic behavioural responses in a changing environment: brown trout (*Salmo Trutta*) become nocturnal during winter. *Journal of Animal Ecology* 62: 295-308
- Holton, G.D. and Johnson, H.E. 1996. A field guide to Montana fishes. Montana Fish, Wildlife and Parks.
- Fylkesmannen i Nord-Trøndelag, miljøvern avdelingen, 1996. Steinkjervassdragene 1980-1996. *Rapport nr. 6-1996*, 13 s.
- Noteby, 1988. Grunnvannsforsyning Steinkjer. Undersøkelse i områdene Midjo og Fossum. *Oppdragsnr. 37309, rapp. nr. 1*, 8 s.
- Stanford, J. and J. Ward, 1992. Emergent properties of ground water ecology: conference conclusions and recommendations for research and management. *Proceedings : Groundwater ecology*, 409-415.
- Stanford, J. and J. Ward, 1993. An ecosystem perspective of alluvial rivers: connectivity and the hyporheic corridor. *Journal of the North American Benthological Society*, 12: 48-60
- Triska, F.J., J.H. Duff and R.J. Avanzino, 1993. Patterns of hydrological exchange and nutrient transformation in the hyporheic zone of a gravel-bottom stream: examining terrestrial-aquatic linkages. *Freshwater Biology* 29: 259-274
- Pusch, M., and J. Schwoerbel, 1994. Community respiration in hyporheic sediments of a mountain stream (Steina, Black Forest). *Archiv für Hydrobiologie*, 130: 35-52

Oversikt over utgitte rapporter fra Laboratorium for ferskvannsøkologi og innlandsfiske (LFI), Zoologisk museum, Universitetet i Oslo.

1970

1. Mårvatn. Rapport om fiskeribiologiske undersøkelser i august 1969.
2. Stolsvannsmagasinet. Årsrapport om fiskeribiologiske undersøkelser sommeren 1969.
3. Savalen. Årsrapport om fiskeribiologiske undersøkelser sommeren 1969.

1971

4. Årsrapport om fiskeribiologiske undersøkelser i Hallingdal sommeren 1970.
5. Fiskeribiologiske undersøkelser i Savalen 1969 og 1970.
6. Fiskeribiologiske undersøkelser i Steinbusjøen og Øyangen i Vang i Valdres sommeren 1970.
7. Innledende undersøkelser av ørret- og abborbestanden i Flyvann i Vestre Slidre. Forslag til tiltak for å øke avkastningen.

1972

8. Fiskeribiologiske undersøkelser på Blefjell.
9. Korttidseffekten av en øket senkning av Mårvann på ørretbestanden.
10. Fisket i Strandavatn i Hol kommune.
11. Fisket i Ustevann, Sløtfjord, Nygårdsvann, Bergsmulvann og Finsevann. Forslag til beskatningsmåter.
12. Fiskeribiologiske undersøkelser i Feragen, Rien og Hyllingen i Sør-Trøndelag.

1973

13. The effect of increased water level fluctuation upon the brown trout population of Mårvann, a Norwegian reservoir.
14. Kontinuasjonsskjønn for strekningen Nornelandsmo - Byglandsfjorden. Reguleringens virkninger på fisket.
15. Regulering av Tronstadvann. Virkninger på fisket.

16. Skjønn - Ytterligere regulering av Nesvatn. Fiske.

1974

17. Inventeringer av verneverdige områder i Østfold. Boksjøområdet, Berbydalen/Indre Iddefjord og Mingevatn/Vestvatn.
18. Dybdefordeling og ernæring hos sik, røye og ørret i Ustevann. Forslag til beskatningsmåter.
19. Østerdalsskjønnet - Savalen. En vurdering av reguleringens virkninger på fisket ved reguleringshøyder på 3.0 og 4.7 m.
20. Lomen kraftverk. Virkninger på faunaen i Øystre Slidre-vassdraget. Del I. Fisk.
21. Oppsamlingskjønn for Norsjø m.v. Ovenforliggende regulerings virkning på fiskebestander og utøvelsen av fisket.

1975

22. Skjoldkreps, *Lepidurus arcticus* Pallas, i regulerte vann. I Forekomst av egg i reguleringssonen og klekking av egg. II. Ørekyt og ørrets beiting på skjoldkrepslarver.
23. Fisket i regulerte vann i Hallingdal og Hemse-dal. I. Flævatn/Gyrinosvatn, Vavatn, Stolsmagasinet og Bergsjø.
24. Fisket i Glåma på strekningen Hommelvold-Telneset. Virkninger ved utbygging av Tolgafallene.

1976

25. Østerdalsskjønnet. Glåma mellom Auma og Høyegga. Virkninger på fisket.
26. Utbyggingsplaner for Faslefoss kraftverk. Virkninger på fisket.
27. Skjønn Nisser og Fyresvatn. Ovenforliggende regulerings virkning på fisket i Nisser, Borstadvatn og Fyresvatn/Drang.

- 28, 1. Øvre- og Nedre Smådalsvatn. En hovedvekt på hydrografi, sommeren 1975. 2. Botnvegetasjonen i Øvre- og Nedre Smådalsvatn sommeren 1975. 3. Bunndyr og fiskebestander i Øvre- og Nedre Smådalsvatn. 4. Fuglefaunaen i Smådalen 1975.
- 29, Fisket i Aursunden. Forslag til drift.
- 30, Ørretbestanden i Tinnelva. Virkninger på fisket ved utbygging av fallet mellom Tinnsjøen og Årlifoss.
- 31, Fiskeundersøkelser i Straumsfjorden, Gjeddevatn, Kilevatn, Topsæ og Grøssæ.
- 32, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del I. Bunndyr i Akerselva. Fisk i Akerselva, Sognsvannsbekken - Frognerelva, Holmenbekken-Hoffselva og Mærradalsbekken.
- 1977
- 33, Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del II. Gauslåfjorden, Herefossfjorden, Ogge og Flakksvatn.
- 1978
- 34, Reguleringsundersøkelser i Nedre Heimdalsvatn. I. Dyreplankton, bunndyr og ernæring hos ørret. II. Fisk og fiske. III. Innvirkninger på fugl og pattedyr.
- 35, Skjønn Øvre Otra. Utbyggingens virkninger på fisket i magasinene.
- 36, Fiskeribiologiske undersøkelser i Øyangen, Volbufjorden og Strandefjorden, Øystre Slidre.
- 37, Fiskeribiologiske undersøkelser i Nidelva og Gjøv i Åmli, Aust-Agder.
- 38, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del II. Bunndyr og fisk i Akerselva, Sognsvannsbekken - Frognerelva, Holmen-bekken - Hoffselva og Mærradalsbekken 1976 og 1977.
- 39, Fiskeribiologiske undersøkelser i Numedalslågen ved Skollenborg.
- 1979
- 40, Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med eutrofiering av Vansjø, Østfold.
- 41, Skjønn Laudal kraftverk. Fiskeribiologiske forhold i Mandalselva og Mannflåvatn.
- 1980
- 54, Reguleringsundersøkelser i Flenavassdraget, Hedmark fylke. I. Fisk og bunndyr. II. Hydrografi og dyreplankton.
- 55, Fiskeribiologiske undersøkelser i Lærdalselva, Sogn og Fjordane. Studier på laks- og ørret-unger i 1980 og 1981.
- 56, Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med planer om bygging av Hekni kraftverk, Aust-Agder, Del. 1. Fisk.
- 57, Fiskeribiologiske undersøkelser i Landefoss, Numedalslågen.
- 58, Rutineovervåking i Farris-Siljan-vassdraget 1982. Fagrapport om bunndyr.
- 59, Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med planer om en overføring av Heistadvassdraget til Hovatn, Aust-Agder. I. Fisk og bunndyr. II. Hydrografi og dyreplankton.
- 60, Fiskeribiologiske undersøkelser i innsjøene Leirungsvatn, Råkåvatn, Utletjønnene og i Finna elv, Oppland.
- 61, Biologisk undersøkelse av Maridalsvannet, Oslo kommune.
- 62, Fiskeribiologiske undersøkelser i Skasen-vassdraget, Hedmark.
- 1984
- 63, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del III. Bunndyr og fisk i Ljanselva.
- 64, Fiskeundersøkelser i Tovdal. Del IV. En vurdering av den lakseførende del av Tovdalselva.
- 65, Registrering av fiskebestanden i Vattern med hydroakustisk utstyr.
- 66, Reguleringsundersøkelser i Skafsåvassdraget, Telemark fylke. I. Fisk og bunndyr. II. Hydrografi og dyreplankton.
- 67, Fiskeribiologiske undersøkelser i Kosånavassdraget i Aust- og Vest-Agder.
- 68, Fiskeribiologiske undersøkelser i Eidsfossen, Begna elv, Oppland.

- 69, Fiskeribiologiske undersøkelser i Svartangen og Dalelva i Lardal, Vestfold.
- 70, Fauna i elver og bekker innen Oslo kommune. Del IV. Bunndyr og fisk i Loelva.
- 1985
- 71, Reguleringsundersøkelser i Søkkundavassdraget, Hedmark fylke.
- 72, Kanalisering nedstrøms Bingsfoss kraftverk i Glomma (Akershus): En fiskeribiologisk vurdering av virkningene på fisk og utøvelsen av fisket.
- 73, Undersøkelser i Drammenselva 1982-1984.
- 74, Sundheimselva kraftverk, Vestre Slidre, Oppland. En vurdering av de fiskeribiologiske forhold og virkninger på fisk og næringsdyr i berørte innsjøer og elvestrekninger.
- 75, Haukrei kraftverk. Fiskeribiologiske undersøkelser i Finndøla-vassdraget, Telemark fylke.
- 76, Fiskeribiologiske undersøkelser i Sandgrovatna, Møre og Romsdal.
- 77, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del V. Bunndyr og fisk i Akerselva.
- 78, Minstevannføringer i Øystre Slidre-vassdraget: Virkninger på bunndyr, driv og fisk i forbindelse med overføring av vann fra Øyangen til Lomen kraftverk.
- 79, Randsfjorden: Undersøkelse og vurdering av fiskeribiologiske forhold.
- 80, Hydroakustisk registrering av fisk i Vanern og Hjalmaren.
- 81, Skjønn Trollheimen kraftverk. Undersøkelser av laks og ørret i Surna i 1984.
- 1986
- 82, Utbyggingsplaner for Kilåvassdraget, Telemark. En vurdering av de fiskeribiologiske forhold og virkninger på bunndyr og fisk.
- 83, Bygging av Skarg kraftverk og ytterlige overføringer til Brokke kraftverk, Aust-Agder. Hydrografi og bunndyr i sidevassdragene til Otra.
- 84, Temperaturøkning nedstrøms kraftverk: Virkning på utviklingstid av sik og rogn.
- 85, Skjønn Ulla-Førre. Fiskeribiologiske undersøkelser i Suldalslågen. I. Lengdefordeling, vekst og tetthet av laks- og ørretunger i Suldalslågen, Rogaland i perioden 1976 til 1985.
- 86, Brukerundersøkelse av sportsfiske i Numedalslågen ved Skollenborg, Buskerud Fylke.
- 87, Hydroakustisk registrering av fisk i Storsjon, Jamtland. I. Fisk og bunndyr. II. Hydrografi og dyreplankton.
- 88, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del VI. Bunndyr og fisk i Lysakerelva.
- 89, Fish distribution and density investigated by quantitative echo-sounding - Some ecological aspects of the fish fauna in three Portuguese reservoirs.
- 90, Tilslamming og redusert siktedyp i Ringedalsmagasinet: Virkninger på habitatbruk, næringsopptak og kondisjon hos pelagisk aure.
- 91, Skjønn Borgund kraftverk. II. Lengdefordeling, vekst og tetthet hos laks og ørretunger i Lærdalselva, Sogn og Fjordane i perioden 1980 til 1986.
- 92, Fiskedød i Akerselva. Bruk av bunndyr og fisk for lokalisering av kilde for giftutslipp.
- 93, Flomsikring i Sandvikselva. En vurdering av konsekvenser for fisk og utøvelsen av fisket.
- 1987
- 94, Lokalisering av kilde for fiskedød i Akerselva, desember 1986.
- 95, Biologiske undersøkelser i forbindelse med reguleringsplanene for Moksavassdraget i Øyer, Oppland fylke. I. Bunndyr og fisk.
- 96, Tiltaksanalyse for Mjøsa - Endring av fiskebestand.
- 97, Bunndyrundersøkelser i Kjelavassdraget, Telemark: En vurdering av minstevannføring og forurensningsbelastning.
- 98, Skjønn Borgund kraftverk. Del III. En vurdering av fiskeutsetting i Lærdalselva, Sogn og Fjordane ovenfor Sjurhaugsfoss.
- 99, Undersøkelser av bunndyr og fisk i Flya mellom Veslevatn og Tisleifjorden, Oppland/Buskerud.

1988

- 100, Gjengedalsvassdraget, Sogn og Fjordane. En konsekvensvurdering av reguleringsvirkninger på laks og ørret.
- 101, Fiskeribiologiske undersøkelser i Slidrefjorden, Oppland fylke. Vurdering av tilslag på settefisk.
- 102, Feeding behaviour and habitat shift in allopatric and sympatric populations of brown trout (*Salmo trutta* L.): Effects of water level fluctuations versus inter-specific competition.
- 103, Modum-prosjektet: Undersøkelse av fisk, bunndyr og driv i Snarumselva og Drammenselva, Buskerud fylke, i forbindelse med endret regulering.
- 104, Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med overføring til Napetjern kraftverk, Telemark fylke.
- 105, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. VII. Bunndyr og fisk i Sognsvannsbekken og Frognerelva.
- 106, Faunanen i elver og bekker innen Oslo kommune. VIII. Bunndyr og fisk i Holmenbekken og Hoffselva.
- 107, Langtidsutvikling av radiocesium i høyfjellsøkosystemet Øvre Heimdalsvatn.
- 108, Bruk av bunndyr i vassdragsovervåking med vekt på organisk forurensning i rennende vann.
- 109, The biology and population dynamics of *Gammarus lacustris* in relation to the introduction of minnows, *Phoxinus phoxinus*, into Øvre Heimdalsvatn, a Norwegian subalpine lake.

1989

- 110, Overføring av Flisa til Osensjøen, Hedmark; Undersøkelser av konsekvenser for bunndyr og fisk.
- 111, Konesjonsbetingede undersøkelser i Dokkavassdraget: Bunndyr, tetthet av ørretunger og livssyklusstudier av strømsik, Oppland Fylke.
- 112, Faunanen i elver og bekker innen Oslo kommune. IV. Bunndyr og fisk i Mærradalsbekken.

113, Fiskeribiologiske undersøkelser i Suldalslågen, Rogaland.

114, Fiskeribiologiske undersøkelser i Nedre Otrafjord, Gåseflåfjorden og Venneslafjorden.

115, Bestandsstruktur hos ørret (*Salmo trutta*) i Eidisvatn, Færøyene.

116, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del XI. Bunndyr og fisk i Ljanselva 1987 og 1988.

117, Forsknings- og referansevassdrag. Metodikk for fysisk elvebeskrivelse og innsamling av biologiske habitatdata.

118, En vurdering av naturlig rekruttering ovenfor Sjurhaugfoss i Lærdalselva, Sogn og Fjordane.

1990

119, En vurdering av storørretstammene i Hurdalsjøen og Vorma/Glomma i Akershus.

120, Vannbruksplanlegging: Fisk og bunndyr i Lier-vassdraget.

121, Fornytt konsesjon for Kongsfjord kraftverk. Vurdering av reguleringsvirkninger på laks, røye og ørretunger i Kongsfjordelva, Finnmark, og forslag til ny manøvrering.

122, Effekter på bunndyr og fisk ved en eventuell senking av Totak i Telemark.

123, Småmuslinger i norske vann og vassdrag - lokaliteter og miljøforhold.

124, Bunndyrundersøkelser i forbindelse med kalving av innsjøer og tjern på Romerikssåsene.

1991

125, En konsekvensvurdering av reguleringsvirkninger på laks og ørret i Gjengedalsvassdraget, Sogn og Fjordane. II. Lengdefordeling, vekst, tetthet og habitatvalg hos laks og ørretunger.

126, Ørekyt i Lærdalselva, Sogn og Fjordane. Utbredelse og forslag til tiltak.

127, Bunndyr og plankton i de gruvepåvirkete Visnesvatna på Karmøy.

- 129, Hovedflyplass på Gardermoen: En fiskeribiologisk konsekvensvurdering.
- 130, Ørekyt: En litteraturoversikt om økologi og utbredelse i Norge.
- 131, Vassdragssimulator. Økologiske data på fisk og bunndyr.
- 1992**
- 132, Vassdragssimulator. Økologiske data på fisk og bunndyr. Del II. Temperatur- og habitatmodeller for bunndyr og fisk i rennende vann.
- 133, Status og framtid for fisk i Nedre Leira, Skedsmo kommune.
- 134, Planlagt kalkning i Nisser: En fiskeribiologisk vurdering av tiltaket.
- 135, Reetablering av fiskebestanden i Mandalselva.
- 1993**
- 136, En konsekvensvurdering av reguleringsvirkninger på laks og ørret i Gjengedalsvassdraget, Sogn og Fjordane. III. Lengdefordeling, vekst, tetthet hos laks og ørretunger i perioden 1987 til 1991.
- 137, Evaluering av kalkingstiltak i Akershus.
- 138, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XII. Bunndyr og fisk i Akerselva 1989 og 1990.
- 139, Vandring av ålelarver i Mossefossen, Østfold.
- 140, Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med overføringer til Mår kraftverk i Telemark.
- 141, Tetthet, dybdefordeling og biomasse av fisk i Bjørkelangen og Hemnessjøen, Haldenvassdraget.
- 142, Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med planlagt vannkraftutbygging i Øvre Otta, Oppland.
- 143, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. Del XIII. Bunndyr og fisk i Lysakerelva 1990 og 1991.
- 144, Database for bioindikatorer i ferskvann - et forprosjekt.
- 145, Tetthet, dybdefordeling og biomasse av fisk i Øyerens dypbasseng.
- 146, Etterundersøkelser i magasiner og regulerte elver i Øvre Otra, Aust-Agder, 1991.
- 147, Etterundersøkelser i magasiner og regulerte elver i Øvre Otra, Aust-Agder, 1992.
- 1994**
- 148, Tetthet, biomasse og størrelsesfordeling av pelagisk fiskebestand i Tinnsjøen, Telemark, beregnet med hydroakustikk.
- 149, Flytting av Tinnosdammen. Effekt på fisk og utførelsen av fisket i Tinnelva, Telemark.
- 150, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XIV. Bunndyr og fisk i Sognsvannsbekken og Frognerelva 1991 og 1992.
- 151, Fiskeribiologisk konsekvensvurdering i Lågen ved effektkjøring av nedre Vinstra kraftverk.
- 152, Etterundersøkelser i magasiner og regulerte elver i Øvre Otra, Aust-Agder, 1993.
- 153, Fiskeribiologiske undersøkelser i forbindelse med Nye Skjerka kraftverk i Vest-Agder.
- 154, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XV. Bunndyr og fisk i Holmenbekken og Hoffselva 1992 og 1993.
- 1995**
- 155, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XVI. Bunndyr og fisk i Mærradalsbekken 1993 og 1994.
- 156, Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storørret og laks i Telemark høsten 1994.
- 157, Fiskeribiologiske undersøkelser i Lauvnesvatn og Horgsetervatna med Grytelva og Skjelåa i Sigdal kommune, Buskerud.
- 158, En vurdering av flomeffekter på fiske-samfunnet i nordre Øyeren våren 1995.
- 1996**
- 159, Landsoversikt over funn av ferskvannsvamper (Porifera: Spongillidae) i Norge - en database.
- 160, Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XVII. Bunndyr og fisk i Ljanselva 1994 og 1995.
- 161, Nytt råvannsinntak i Glomma i Sørumselva. En vurdering av virkning på fisk og utøvelsen av fiske.

162. Skjønn Ulla Førre. Fiskeribiologisk uttalelse. Begroing og ungfisk.
163. Dokkareguleringen. Del 1: Fiskeribiologiske undersøkelser i Dokka etter reguleringen i 1989. Del 2: Genetisk analyse av storørret og elveørret i Dokka.
164. Biologiske virkninger av senkning under LRV i Bløytjern, Åbjøravassdraget våren 1995 og 1996.
165. Abbor i Ogge, Aust-Agder: Bestandsforhold og sannsynlige effekter av økt beskatning.
- 1997
166. Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storørret og laks i Telemark 1995-1996.
167. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XVII. Bunndyr og fisk i Loelva 1995 og 1996.
168. Biologiske verdier i et gruntvannsområde i indre deler av Drammensfjorden. Konsekvenser ved utfylling.
169. Habitatbruk hos røye i Limingen.
- 1998
170. Fiskesamfunn i nordre Øyeren, status for rovfiskbestander, langtidsendringer og betydning av vannstand og manøvrering.
171. Faunaen i elver og bekker innen Oslo kommune. XIV. Bunndyr og fisk i Akerselva 1996.
172. Vannstandsreduksjon i Nordre Puttjern, Østmarka: Effekt på vannlevende organismer.
173. Kartlegging av gytebestand og naturlig rekruttering i Enningdalselva, Østfold
174. Sluttrapport: Biologiske virkninger av senkning under LRV i Bløytjern, Åbjøravassdraget, våren 1995 og 1996
175. Registrering av arter av bunndyr og fisk i Losbyelva i Losbydalen Spesialområde, Lørenskog kommune.
176. Dybdefordeling og biomasse av fisk i Rømsjøen og Aspern
177. Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til ørret i Tørnes- og Storelva, Drangedal i Telemark. 1997
178. Effekt av hurtige vannstandsvariasjoner på fisk i nordre Øyern: Pendlingsforsøk høsten 1998.
179. Fiskesamfunnet i Østensjøvannet, Oslo kommune: Artssammensetning, dominans og vurdering av begrensede faktorer.
180. Tiltak etter flom i Nord-Norske vassdrag. Fiskeundersøkelser i Lakselva, Eibyelva og Reisaelva i Finnmark og Troms.
181. Undersøkelser av gyteplasser og gytebestander til storørret og laks i Telemark 1997
182. Utbredelse og bestandsstatus for elveperlemusling i Øvre Tinnelva, Notodden i Telemark, 1998
- 1999
183. Summer habitat selection by sympatric Atlantic salmon (*Salmo salar*) parr and brown trout (*S. trutta*) in streams in South West England 1996-1997
184. Fiskebestanden i Brusdalsvatnet i Ålesund og Skodje kommuner: Produksjonsforhold, rekruttering og forvaltning
185. Tetthet og vekst hos laks- og ørretunger i Surma og sidebekker i 1998
186. Oppvekst- og produksjonsmuligheter for laks i Glomma nedstrøms Vamma og Ågårdselva, Østfold

