

**Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI)**

**Zoologisk Museum**

**Rapport nr. 196 – 2000**

**ISSN 0333-161x**

**Nye Embretsfoss kraftverk - Virkning på  
ørretbestand og forslag til tiltak**

**Åge Brabrand, Jan Heggenes, Jostein Sageie  
og Arne Robert Svendsen**



**Universitetet i Oslo**

**Nye Embretsfoss kraftverk - Virkning på  
ørretbestand og forslag til tiltak**

**Åge Brabrand<sup>1</sup>, Jan Heggenes<sup>2</sup>,  
Jostein Sageie<sup>2</sup> og Arne Robert Svendsen<sup>2</sup>**

<sup>1</sup> **Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske,  
Zoologisk museum, Universitetet i Oslo,  
Sarsgaten 1, 0562 Oslo**

<sup>2</sup> **Høgskolen i Telemark, Bø**

## Forord

**Buskerud Energi Produksjon AS** har planer om modernisering av kraftverk i Embretsfoss i Drammenselva. Moderniseringen har hatt flere alternativer, der både opprusting av nåværende kraftverk på vestsiden (E II og E III) og etablering av et nytt kraftverk (Embret IV) på østsiden har inngått. Det vedtatte alternativ er nå å etablere et nytt Embretsfoss kraftverk på østsiden av Embretsfoss. Etter planen skal E III gå som flomkraftverk, mens E II trolig nedlegges.

Med utgangspunkt i den forestående moderniseringen bestilte Buskerud Energi Produksjon AS vinteren 1999 en sammenstilling av tidligere gjennomførte biologiske undersøkelser fra Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI). Denne sammenstillingen skulle fokusere på problemstillinger og antatt effekt på fisk i relasjon til planer om modernisering. Sammenstillingen ble basert på skjønn og det ble ikke gjennomført undersøkelser i felt. Utarbeidet notat ble oversendt Buskerud Energi Produksjon AS 15.4.1999.

Notatet fremhevet inngrep som kunne berøre rekruttering og oppvekst av lokal ørret i området som forholdsvis omfattende. Buskerud Energi Produksjon AS og Norske Skog AS ønsket derfor å få gjennomført en miljøkonsekvensutredning for fisk og engasjerte Laboratorium for ferskvannøkologi og innlandsfiske (LFI) for å gjennomføre dette feltsesongen 1999.

Parallelt med de fiskeribiologiske undersøkelsene har SINTEF, Bygg og miljøteknikk, gjennomført en hydraulisk modellering av hvordan de ulike alternativene vil endre strømforholdene og derved virke inn på fisk. Forslag til tiltak er skrevet i nært samarbeid med SINTEF ved Hans-Petter Fjeldstad.

Energiingeniør Svein Flattum, Buskerud kraftrådgivning, fagsjef Knut Olsen, Buskerud kraftproduksjon og personale ved Embretsfoss kraftverk takkes for god dialog og praktiske opplysninger under prosjektet. Roy Thue har deltatt under dykking etter gytegroper, og han takkes for godt utført arbeid.

Oslo 1. Febr. 2000

Åge Brabrand

## Innhold

Sammendrag.....	5
Innledning.....	7
Områdebeskrivelse.....	9
Foreliggende planer.....	10
Fiskeribiologisk problemstilling .....	11
Mandat.....	11
Materiale og metoder .....	11
Tetthetsberegninger.....	11
Gytegroper.....	13
Habitatklassifisering.....	13
Resultater.....	15
Tetthetsberegninger.....	15
Lengdefordeling .....	17
Gytegroper.....	18
Habitatklassifisering.....	19
Diskusjon.....	25
Tettheter .....	25
Habitatklassifisering.....	26
Virkning av inngrep .....	26
Tiltak .....	27
Gyting.....	28
Oppvekstområder for årsunger.....	28
Oppvekstområder for eldre ørretunger .....	29
Litteratur.....	29

## Sammendrag

Buskerud Energi Produksjon AS planlegger en modernisering av kraftverk i Embretsfoss i Drammenselva. Det vedtatte alternativ er å etablere et nytt Embretsfoss kraftverk (Embret IV) på østsiden av Embretsfoss. Etter planen skal det ene nåværende kraftverk på vestsiden (E III) gå som flomkraftverk, mens det andre (E II) trolig nedlegges.

Den foreliggende undersøkelsen har som mandat å dokumentere status for fisk og foreslå tiltak som kan sikre rimelig gode forhold for laksefisk, med vekt på opprettholde selvrekrutterende bestand av ørret.

Området har idag to nøkkelområder for gyting og oppvekst av ørret, et på østsiden av hovedløpet mellom øy og fastland, og et ved noen mindre øyer på vestsiden noe lengre nede. Stedvis er det her dokumentert høye tettheter av årsunger av ørret. Områdene er forholdsvis begrenset arealmessig, og er lokalisert til **i**) områder som dels er i eller i nærheten av sidekanalen mellom øy og fastland på østsiden av Drammenselva (noen hundre 100 m<sup>2</sup>), **ii**) på nordsiden av øya, til dels ut mot hovedstrømmen, **iii**) mellom småøyene og fastland på vestsiden av Drammenselva (50-100 m<sup>2</sup> og **iiii**) i noe mindre grad vestside av hovedløpet oppunder utløp fra nåværende kraftstasjon.

Den romlige fordelingen av gytegroper er lokalisert til bare to områder, sidekanalens nedre del og mellom småøyene på vestsiden. Det konkluderes med at de arealene som har høye tettheter av årsunger av ørret har sitt utgangspunkt i disse to gyteområdene. Spredning til områdene med høye tettheter av årsunger antas å skje fra disse to gyteområdene, og slik spredning krever "vandringsskorridorer" med sammenhengende gunstig substrat. Det konkluderes med at arealmengden med gunstige områder for ørretgyting er kritisk små, og det er få eller ingen erstatningsområder som kan benyttes dersom de to nåværende skulle falle helt ut.

Laksunger ble funnet på de samme områdene, men hovedsakelig på de stasjonene som hadde høy vannhastighet. Siden trappa i Døviksfoss fungerer dårlig for oppvandrende laks og ørret, er de observerte laksungene trolig satt ut, vandret ned ovenfra eller rømt fra fiskeanlegget ved Embretsfoss.

Habitatklassifisering viser at arealer med gunstig substrat og vannhastighet for ørretunger er knyttet til forholdsvis avgrensede områder. Arealer med gunstig gytesubstrat og gunstige oppvekstarealer antas å være den begrensende faktor for bestanden av årsunger av ørret i Embretsfoss eller den delen av ørretbestanden i vassdraget (nedover) som har sin opprinnelse i Embretsfoss. Habitatklassifiseringen dokumenterte også at store arealer i hovedelva nedenfor Embretsfoss og utløpet av nåværende kraftstasjon er ugunstige områder for gyting hos ørret og må også betegnes som ugunstige for årsunger av ørret og laks. Når det gjelder videre overlevelse etter årsungestadiet og fram til fangbar fisk, antas arealer med grovere substrat å være begrensende.

Nytt Embretsfoss kraftverk vil medføre store **fysiske** endringer knyttet til utløpskanalen fra det nye kraftverket, og selve **strømbildet** ved Embretsfoss bli vesentlig endret, både i de gjenværende deler av sidekanalen, på utsiden av øya, i utløpskanalens lengderetning og på vestsiden av utløpet av nåværende kraftstasjon. Det henvises her til Skoglund (2000) og Fjeldstad (2000) som har modellert de hydrauliske forholdene før og etter nytt kraftverk.

Utløpskanalen fra nytt kraftverk vil fragmentere nåværende sidekanal mellom øy og fastland på østsiden i to deler, og gjennomstrømning slik den er i dag vil endres. Den **øvre del** vil få motsatt strømreretning i forhold til dagens forhold, mens den **nedre del** vil opprettholde strømreretningen fordi vann vil strømme ut til sidene der vannet kommer ut fra kraftverket. Øvre del vil trolig få tilfredsstillende vannhastigheter Fjeldstad (2000), og vil trolig kunne bli et gunstig oppvekstområde, forutsatt restaurert substratforhold etter byggefasen. Imidlertid vil den øvre del av sidekanalen og til dels området på utsiden av øya ikke stå i direkte kontakt med områder som har gyting. Hvis ikke gyting skjer i dette området, kan ørretunger ha problemer med å spre seg til, og derved utnytte den øvre delen av sidekanalen. **Midtpartiet** vil bortfalle fordi utløpskanalen her vil skjære igjennom dagens sideløp. Mengden areal med kombinasjon av gunstig strømhastighet og substrat for årsunger av ørret vil bli redusert, men ikke bortfalle. Hvorvidt gyting i kanalens nedre del vil bli opprettholdt er usikkert, men ikke usannsynlig, forutsatt gunstig substrat og strømhastighet etter byggefasen. Her vil i så fall ørretunger ha gunstig substrat første sommer.

I **utløpskanalens lengderetning** vil strømbilde bli opprettholdt eller øke. Forflytning av løsmasser er sannsynlig. Endret strømbilde kan her gi nye områder for ørret ved at nye områder med grovt substrat avdekkes eller at strømbildet utnyttes ved tiltak som kan gi nye gyteområder for ørret.

Det knyttes stor usikkerhet til et nytt kraftverks virkning på fisk. Dette skyldes både at nytt kraftverk vil medføre store fysiske endringer i de deler av området som i dag er viktige gyte- og oppvekstområder for ørret, og at det er usikkerhet knyttet til modellering av de nye forholdene og hvordan ørret vil respondere på disse. Imidlertid er det i dette området betydelige tettheter av ørret i dag, til tross for tidligere reguleringer og store inngrep. Forutsatt gyting og gunstige oppvekstområder har området betydelig potensiale for produksjon av ørret, noe som må sees i lys av at vassdragets bestand av laks er infisert med *Gyrodactylus salaris*.

Fra fiskerifaglig hold antas at gyting fortsatt vil skje etter etablering av nytt kraftverk, forutsatt restaurering etter byggefasen, mens omfang, spredning fra gyteområdene og mengden oppvekstområder som vil bli tatt i bruk er usikker.

To ambisjonsnivåer for tiltak kan angis; **opprettholde** eller **øke** bestanden av selvrekuttert ørret i forhold til dagens nivå. Den praktiske konsekvens av dette vil være å opprettholde eller øke arealer for gyting og oppvekst av årsunger og eldre ørretunger. Følgende strategi er angitt:

- Skjerming av de to nåværende gyteområder i anleggsperioden, og restaurering av disse etter byggefasen
- Dokumentasjon på gyting og bruk av oppvekstområder for ørret under og etter byggefasen
- Eventuell reparasjon/ av gyte- og oppvekstarealer etter dokumentert behov

Denne framdriften krever dokumentasjon under anleggsfasen og etterundersøkelser, men vil kunne gi bedre definerte tiltak basert på begrensende faktorer.

Når det gjelder laks i Drammensvassdraget er forvaltningspraksis direkte styrt av ønske om å holde infeksjonen av *Gyrodactylus salaris* nedenfor Embretsfoss. Forvaltningsmålet for laks i Embretsfoss bør være å opprettholde oppvekstområdet for (eventuelt fremtidig) utsatt laks som er eldre enn årsunger, eventuelt utvandningsklar smolt. De habitater som er gunstige for ørretunger vil imidlertid langt på vei også ivareta forhold for laksunger.

## Innledning

Drammenselva renner ut av Tyrifjorden ved Vikersund, og munner ut i sjøen i Drammen by innerst i Drammensfjorden. Elvestrekningen har mange fiskarter, og følgende er registrert: laks, ørret, røye, sik, gjedde, ål, ørekyt, abbor, hork, brasme, mort, vederbuk, sørv, stam, laue, krøkle, skrubbe, tre-pigget stingsild og niøye. Strekningen nedstrøms Hellefoss er den mest artsrike delen av vassdraget. Basert på Schmidt-Nielsen (1915), Huitfeldt-Kaas (1918), Berge (1983) og Sæter m. medarb. (1988) er det satt opp en øvre grense for de artene som finnes i Drammenselva fra Drammensfjorden og opp til Tyrifjorden (Fig. 1).

En viktig grense for fiskeartenes utbredelse i Drammensvassdraget er Hellefoss. Mange arter som forbindes med næringsrike forhold har ikke forsert denne fossen og er bare registrert nedenfor. Laks og sjøørret har tidligere kunnet vandre forbi Hellefoss, spesielt etter forbedring av fisketrapp i 1982, og laks og sjøørret kan vandre forbi Døviksfoss og opp til Embretsfoss. Fisketrappa i Embretsfoss har aldri hatt vannføring, og laks og sjøørret har derfor aldri gått lengre enn til undervann Embretsfoss. Fisketrappa i Døviksfoss har imidlertid fungert dårlig, og det er trolig bare få laks og sjøørret som har vandret så langt som til Embretsfoss.

I selve Tyrifjorden er 12 fiskearter registrert, og alle disse kan derfor mer eller mindre regelmessig påtreffes i Drammenselva. Av disse er ørret, sik, abbor, gjedde, brasme og ørekyt de vanligste, og de har også rekrutterende bestander i Drammenselva.

Det er tidligere gjennomført forholdsvis mange biologiske undersøkelser i Drammenselva og flere av disse har inkludert fisk. Felles for disse er at de har omfattet laksefisk, i de seinere år relatert til lakseparasitten *Gyrodactylus salaris*, som ble påvist i vassdraget i 1987. Undersøkelser med interesse for forhold i Embretsfoss er kort omtalt i det følgende:

I regi av Statlig program for forurensningsovervåking (SFT) og Fylkesmannen i Buskerud, Miljøvernavdelingen, ble det i 1982 gjennomført tetthetsberegning av ungfisk etter metoden gjentatt uttak (se Metodikk) på flere stasjoner i Drammenselva. I området nedenfor Embretsfoss ble det i juli funnet årsunger av ørret med en tetthet på 18 ørret/ 100 m<sup>2</sup> og av eldre ørretunger 2 fisk/100 m<sup>2</sup>, mens tettheten var henholdsvis 4 og 1 fisk/100 m<sup>2</sup> i november (Brittain m. medarb. 1983). I denne undersøkelsen ble det ikke funnet laksunger ovenfor Hellefoss.

I forbindelse med "Modumprosjektet" ble det i 1987 gjennomført en større undersøkelse på fisk. Denne omfattet hele Drammenselva og de nedre deler av Snarumselva og Simoa (Sæter m. fl. 1987). Denne omfattet også elektrofiske i området nedstrøms Embretsfoss, i denne undersøkelsen på vestsiden av Drammenselva, nedstrøms utløpet av kanal fra nåværende kraftstasjon som ligger på vestsiden. Substratet her består av grov stein og blokk, og det ble her påvist relativt store tettheter av årsunger av ørret og eldre ørret samt laksunger, spesielt i august og september 1987. Området ved Embretsfoss og utløpsområdet ved Vikersund var de to stedene i hele hovedelva som utmerket seg med tanke på tetthet av årsunger av ørret. I tillegg ble det påvist betydelig bestand av ørekyt.

Regelmessig forekomst av årsunger av ørret og påvisning av gytegroper i 1999 dokumenterer at det foregår egenrekruttering av ørret lokalt, dvs. nedenfor Embretsfoss. Det utelukker selvsagt ikke at det også vandrer ørret fra Tyrifjorden, men merka ørret i Tyrifjorden er ikke rapportert gjenfanget ved Embretsfoss (pers. medd. Fiskeforvalteren i Buskerud).

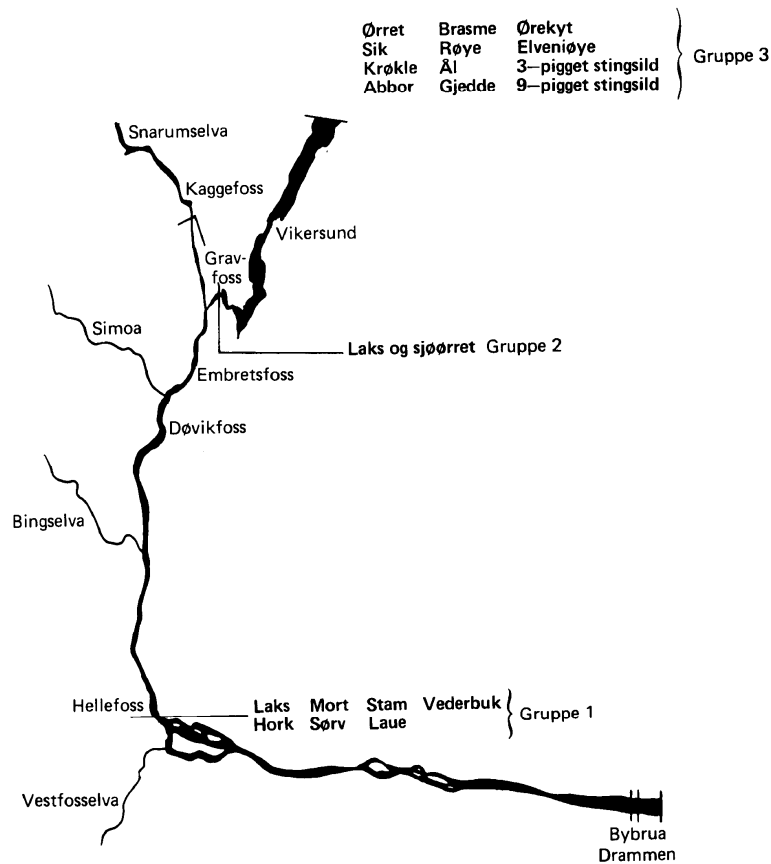


Fig. 1. Øvre påviste grense for fiskearter i Drammensvassdraget, basert på foreliggende litteratur. Arter tilhørende gruppe 1 har Hellefoss som øvre utbredelsesgrense. Laks og sjøørret (gruppe 2) kan vandre opp til Embretsfoss. Laksetrapp også etablert i Emretsfoss, slik at vandring teoretisk kan forvaltes opp til Gravfoss. Arter tilhørende gruppe 3 finnes alle i Tyriffjorden, og er derfor også tilstede i Drammenselva.

Etter påvist infeksjon av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* i 1987 er forvaltningen av laks preget av dette. Det gjelder på bruk av trappene som vandringshindere og prinsipper for utsettinger. Selv om fisketrappa i Embretsfoss aldri har hatt vann for vandring, er det av miljøvernmyndighetene bestemt at laks og sjøørret ikke skal kunne vandre lengre enn til Embretsfoss. Siden trappa i Døviksfoss generelt sett fungerer dårlig har strekningen mellom Døviksfoss og Embretsfoss i praksis alltid hatt lave tettheter av laks og sjøørret, og det er uvisst om det i det hele tatt er gytere tilstede på denne strekningen. Men det er laksunger tilstede, påvist både av Fylkesmannen i Buskerud (1998) og i den foreliggende undersøkelsen, og de ble av Fylkesmannen i Buskerud (1998) funnet infisert med *Gyrodactylus salaris*. Dette kan være laksunger som kan ha vandret fra strekningene ovenfor der det settes ut lakseyngel, det kan være satt ut laksunger/presmolt på strekningen eller det kan være lakseyngel som har rømt fra fiskeanlegget i Embretsfoss.

Prinsippene for utsetting av laks i Drammenselva etter infeksjon med *Gyrodactylus salaris* er at strekningene i Drammenselva er forvaltningsmessig seksjonert. Ovenfor Embretsfoss kan



det settes ut laksyngel og denne strekningen skal ikke være infisert. På strekninger med infisert laks settes det ut kun smolt eller utvandringssklar laks. Ovenfor Embretsfoss og opp til Gravfoss er produksjon av laksunger derfor i sin helhet basert på utsettinger, og områdene ovenfor Embretsfoss skal holdes fri for *Gyrodactylus salaris*. Det settes ut kun lakseyngel (0+). Ovenfor Gravfoss settes det ikke ut laks, og elva er her forbeholdt andre arter.

Etter at laks ble infisert med *G. salaris* inngår Drammensvassdraget i overvåking gjennomført av Fylkesmannens miljøvernnavdeling (Buskerud). Det foretas jevnlig overvåking av småfisk i vassdraget av miljøavdelingen i Buskerud ved elektrofiske på lokaliteter med antatt bestand av laksunger. Siste undersøkelse ble foretatt i 1998 (Fylkesmannen i Buskerud 1998), og den angir langtidsutvikling for oppfisket kvantum laks og tetthetsutvikling av laksunger på en overvåkingslokalitet ved Hellefossen.

I overvåkingen av laksunger er det fisket med elektrisk fiskeapparat i området nedstrøms Embretsfoss i 1994 og 1995 av Fylkesmannens miljøvernnavdeling, og antall ørret i tillegg til laks er notert. Det er her avfisket et område på østsiden av Drammenselva mellom renseanlegget og Embretsfoss. Begge disse år ble det påvist årsunger og eldre ørret i rimelige tettheter.

Overvåkingen av Drammenselva omfatter både den infiserte strekning nedenfor Embretsfoss, og strekningen ovenfor den stengte fisketrappa i Embretsfoss, med flere stasjoner på begge disse hovedstrekningene. I 1997 ble det funnet *G. salaris* på lakseyngel og eldre laksunger ved Bårud renseanlegg ved Embretsfoss.

Ved Bårud renseanlegg ble det i 1996 satt ut årsunger av laks, og i 1997 ble det her påvist laksunger, trolig restbestand av de som ble satt ut året før.

De undersøkelser som er foretatt i vassdraget har i all hovedsak tatt for seg laks og ørret som de to mest verdifulle fiskeartene i vassdraget. Det betyr bl. a. at elektrofiske er gjennomført på områder i elva som forventet har forekomst av laks- og ørretunger, dvs. der bunnforhold og strøm gir gode habitatforhold for laksefisk. Store arealer av elva har imidlertid ikke slike kvaliteter, men er preget av stilleflytende partier med bløt bunn med vegetasjonsbelter nær land. Dette gjelder også ved Embretsfoss. Mens området nær selve Embretsfoss og ved utløpet av nåværende Embretsfoss kraftstasjon har grovt bunnsstrat og høy vannhastighet, er de midtre og nedre deler av området mot Døviksfoss av en helt annen karakter. Den foreliggende undersøkelsen har konsentrert seg om forholdene for laksefisk (bunnforhold, vannhastighet), dvs. området som strekker seg fra dam Embretsfoss og ned mot Åmot bro. Det stilleflytende området nedenfor har trolig bestander av ørekyt, abbor, gjedde, brasme og eventuelt sik som ikke har inngått i feltarbeidet til denne undersøkelsen, men som allikevel er berørt i diskusjonen.

#### Områdebeskrivelse

Nåværende Embretsfoss kraftverk ligger på vestsiden av Drammenselva, benevnt Embretsfoss II og III. Inntak til kraftverket skjer fra dammen oppstrøms, og utløp nedstrøm kanal sprengt i fjell. Nedstrøms utløpskanal fra nåværende kraftverk er det stedvis blokk og grov stein, dels også rent fjell der både hovedstrømmen over dammen (når vannføringen i Drammenselva er større enn ca 225 m<sup>3</sup>/s) og driftsvannet fra kraftverket preger strømbildet. Det slippes idag

ikke minstevannføring over dammen ved Embretsfoss, men det foreligger vedtak om at det kan kreves inntil  $1 \text{ m}^3/\text{s}$  i perioden 1. juni til 1. november for drift av fisketrappen.

Området oppunder Embretsfoss og utløpsområdet for de nåværende Embretsfoss II og III er preget av betydelige vannhastigheter og grovt bunnsubstrat, tildels blokk og fast fjell. En nærmere beskrivelse av bunnsubstratet vil fremkomme i Resultater, habitatklassifisering.

På vestsiden nedenfor utløpskanalen fra nåværende kraftverk ligger noen små øyer og skjær, noe avskjermet fra hovedstrømmen. Strømbildet er her komplisert og bunnforholdene preget av mosaikk med flekker av gode gyte- og oppvekstmuligheter for ørret.

På østsiden er det i dag inntak til et fiskeanlegg som drives av Åmot og Omegn fiskeforening. I selve det naturlige fosseleiet er det blankskurt fjell, og på østsiden et innsprengt inntak til et gammelt kraftanlegg som ikke lenger er i drift. Slukevnen til nåværende kraftverk er på ca  $225 \text{ m}^3/\text{s}$ , og ved høyere vannføringer vil overskuddsvannet slippes over damlukene.

På østsiden og noe beskyttet fra hovedløpet ligger en mindre øy. Mellom denne øya og fastlandet går det et mindre sideløp som har en lengde på ca 150 m. Ved lavvannføring i januar 1999 ble maksimaldypet her anslått til ca 2 m, og substratet besto av vekslende steinbunn, fra grov grus til håndstor og større stein. Enkelte steder i nedre del ble stor vasssoleie observert, noe som indikerer at strømhastigheten ikke er for høy, selv ved store vannføringer i hovedelva. Det angir også en viss stabilitet i løsmassene i bunnen. Forholdene i sideløpet ble av Brabrand (1999) angitt som gunstig for ørret, både for gyting, eggutvikling og oppvekst.

Der sideløpet igjen munner ut i hovedløpet (fortsatt på østsiden) består bredden til dels av blankskurt fjell, enkelte steder med grov blokk. Mindre strømeksonerte steder har fint substrat i mindre viker og bukter som ligger noe beskyttet for strømmende vann. Breddene er her tildels bratte, før det flater noe ut mot renseanlegget lengre nede.

### Foreliggende planer

Moderniseringen innebærer bygging av et nytt kraftverk på østsiden av Drammenselva, med ny utløpskanal nedstrøms Embretsfoss (se Fig. 2). Det nåværende Embretsfoss kraftverk III (E III) planlegges som flomverk på vannføringer over  $340 \text{ m}^3/\text{s}$  og II (E II) på vestsiden legges ned.

Det nye kraftverket vil føre til store fysiske endringer på østsiden av hovedelva, knyttet til der det planlegges en ny utløpskanal. Utløpskanalen vil skjære igjennom sideløp mellom øy og fastland, og endre forholdene i sideløpet betydelig. Dette vil i) endre den nåværende vanngjennomstrømningen i løpet og ii) redusere arealet i sideløpet som er tilgjengelig for fisk.

I utløpskanalens lengderetning vil det bli endret strømbilde. Dette er modellert ved ulike driftsvannføringer av Fjeldstad (2000). Forflytning av løsmasser er sannsynlig. Endret strømbilde kan også gi nye områder for ørret ved at nye områder med grovt substrat avdekkes eller at strømbildet utnyttes ved tiltak som kan gi nye gyteområder for ørret.

## Fiskeribiologisk problemstilling

Området nedenfor Embretsfoss inkluderer nærområdet til selve fossen og en forholdsvis sakteflytende større del av Drammenselva ned mot Døviksfoss. Denne delen har preg av innsjø. Vassdragsavsnittet mellom Embretsfoss og Døviksfoss har en rekke fiskearter, både vannstrømskrevende arter og arter med rekruttering, oppvekst og tilhold i stilleflytende områder.

Det er vanskelig å avgjøre i hvilken grad fiskebestandene nedstrøms Embretsfoss er isolerte bestander, eller om de får bidrag av fisk gjennom nedvandring ovenfra. Det gjelder spesielt arter som sik og krøkle, mens ørret, gjedde, abbor og brasme antas å ha til dels isolerte bestander. Det opplyses lokalt at det tas til dels stor ørret nedenfor Embretsfoss, og nedvandring fra ovenforliggende deler av vassdraget, inkludert Tyrifjorden, kan ikke utelukkes.

Nå er det dokumentert i 1987, 1994 og 1995 at områder med velegnet substrat har forekomst av årsunger av ørret, til dels i rimelige tettheter. Dette tas som dokumentasjon på at det foregår gyting. Forekomst av ørretunger eldre enn årsunger viser at oppvekst finner sted lokalt. Fra tidligere er verken gyteområder med grov grus (gyting) kartlagt og det er ikke kjent hvordan ørretunger fordeler seg i området.

## Mandat

Mandatet for den foreliggende undersøkelsen er å gjennomføre en konsekvensvurdering av hvordan opprusting av Embretsfoss kraftverk vil virke inn på fisk og sammen med SINTEF vurdere relevante tiltak. Undersøkelsen er på bakgrunn av tidligere notat (Brabrand 1999) konsentrert om ørret og rekruttering, og det er lagt vekt på å kartlegge begrensende faktor for bestanden.

Undersøkelsen har tre elementer, alle gjennomført i nærområdet til Embretsfoss:

- Tetthetsberegning av ørretunger på et utvalg lokaliteter
- Kartlegging av gytegroper for ørret
- Klassifisering av habitat ut fra bunnssubstrat og strømhastighet

## Materiale og metoder

### *Tetthetsberegninger*

På oppmålt elveareal ble det gjennomført tetthetsberegninger av småfisk, fordelt på ørret, laks og ørekyte. Dette ble gjennomført etter metoden "gjentatte uttak" (Zippin 1958). Denne metoden baserer seg på å fiske systematisk med elektrisk fiskeapparat på samme areal, og beregne tettheten ut fra nedgangen i fangst. I denne undersøkelsen ble arealene avfisket tre ganger. Årsyngel og eldre fisk er beregnet hver for seg for ørret og laks, for ørekyte er tetthetsberegning gjennomført på fisk som er eldre enn årsunger. Elektrofiske ble gjennomført i perioden 7-10. Sept. 1999 under gode forhold og med en vannføring på 96 m<sup>3</sup>/sek. Etter lengdemåling ble all fisk sluppet tilbake i elva.

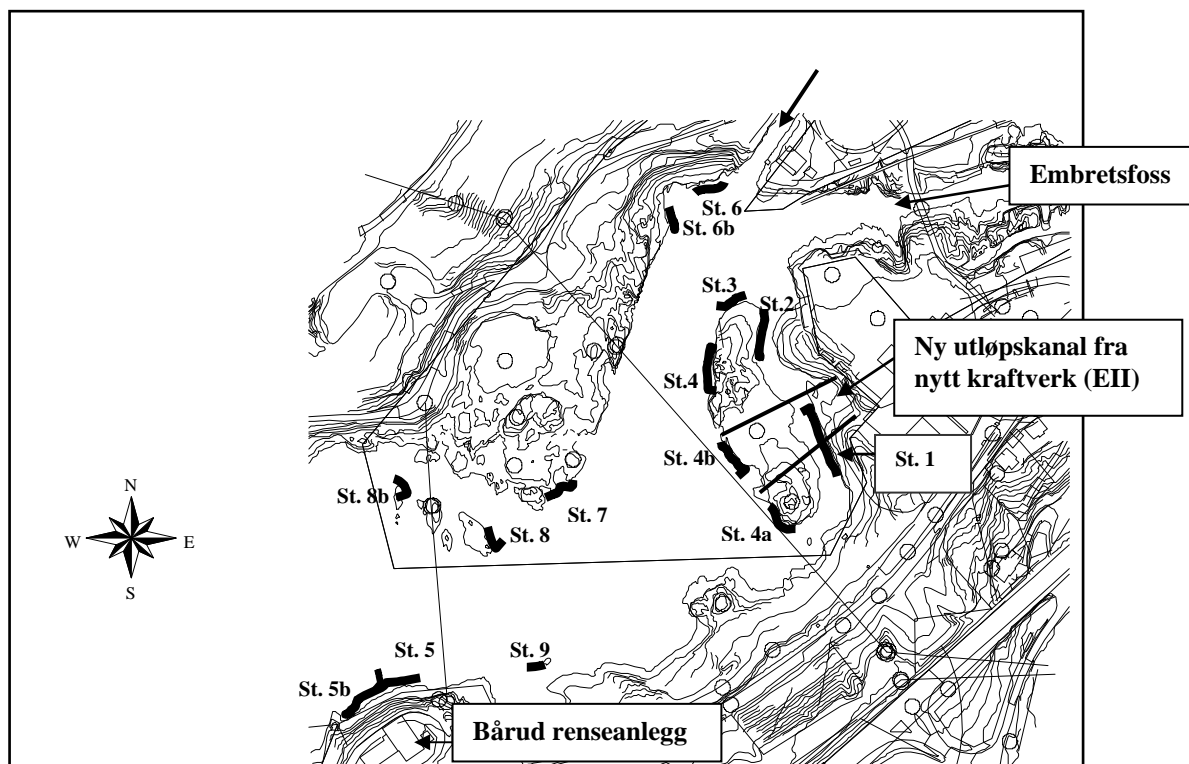


Fig. 2. Plassering av stasjoner for tetthetsberegninger av ørretunger, laksunger og ørekyt i september 1999.

Tabell 1. Strømhastighet og substrat på lokaliteter i Drammenselva nedenfor Embretsfoss.

Stasjon	Strømhastighet	Substrat
St. 1, sidekanal nedre del	$< 15 \text{ cms}^{-1}$	Stein 20-50 cm på grus, 5 % vegetasjonsdekn. Emb. 1
St. 2, sidekanal øverst	10-30 $\text{cms}^{-1}$ , og bakevjer	Stein 5-20 cm. Emb. 1
St. 3, øverst på øy	40 $\text{cms}^{-1}$ , eksponert	Stein 3-15 cm på grus/sand. Emb. 2.
St. 4, utside øy	Ingen strøm - Stilleflytende	Stein 5-35 cm på grus/sand. Emb. 2.
St. 4a, syd på øy	Stilleflytende, bakevje	Bart fjell med sand.
St. 4b, utside øy	20 $\text{cms}^{-1}$	Stein 1-5 cm på grus/sand. Emb. 3-4
St. 5, rensanlegg	30 $\text{cms}^{-1}$	Sprengsteinblokk $> 1\text{m}$
St. 5b, rensanlegg	Ingen strøm - Stilleflytende	Sprengsteinblokk $> 1\text{m}$
St. 6, utl. Embr. kr.v.	20 $\text{cms}^{-1}$ - stille	Blokk 35-150, lommer av 5-25 cm og grus.
St. 6b utl. Embr. kr.v.	5-50 $\text{cms}^{-1}$	Bart fjell med sprekker
St. 7 brattk. Vestside	5-50 $\text{cms}^{-1}$	Blokk 30-120 cm
St. 8 øy vestsida	5-50 $\text{cms}^{-1}$	Stein 4-12 cm og 15-20 cm på grus.
St. 8b øy vestsida	10-20 $\text{cms}^{-1}$ , blank strøm	Ujevnt bart fjell
St. 9 øy østside	Stilleflytende	Stein (rund) 15-20 cm på sand
St. 9a øy-land, østside	Svak - ingen strøm	Stein (rund) 8-30 cm. Emb. 3
St. 9b øy-land, østside	5-10 $\text{cms}^{-1}$	Stein (rund) 8-25 cm.
St. 10, Åmot veibro	Ingen strøm	Bløtbunn med vegetasjon

### *Gytegroper*

Antall gytegroper ble telt ved direkte undervannsobservasjon ved dykking. Dette er en velegnet og godt dokumentert metode for å observere adferd og estimere antall større fisk i elver (Zubik og Fraley 1988, Slaney og Martin 1987). Det ble benyttet tre dykkere for å observere og telle gytegroper. Alle observasjoner av gytegroper og fisk ble notert og angitt på kart i målestokk M 1:1000. Notatene ble gjort av to personer som fulgte dykkerne, dels fra land, dels fra båt. Dykkerne holdt innbyrdes avstand og drev parallelt nedover elva slik at de tilsammen observerte mest mulig av hele elvetverrsnittet. Sikten i Drammenselva var ca 3 m da observasjonene ble gjort. Sikten og dykkedyp (1-2 m) angir derfor hvor dypt vi kan kontrollere bunnen for gytegroper.

Observasjonene ble gjennomført 3. desember 1999 på vannføring 208 m<sup>3</sup>/sek. Hele elvetverrsnittet fra undervann dam Embretsfoss og ned til Bårud renseanlegg ble undersøkt, inklusive sidekanal mellom øy og østsiden nedenfor branntomta på tidligere Embretsfoss Fabrikker.

### *Habitatklassifisering*

Habitatforholdene setter de hydro-fysiske (abiotiske) rammene for økosystemet i rennede vann og det var derfor viktig å karakterisere og kvantifisere habitattilstanden (førsituasjonen). Slike data er også en referanse for eventuelle senere hydro-fysiske endringer i elv og sideløp.

Områdene nedstrøms Embretsfoss og ned til Bårud renseanlegg ble derfor kartlagt og klassifisert visuelt mht. morfodynamiske enheter (hydraulikk) og habitattyper (biosamfunn). Strandsonen ble undersøkt og klassifisert visuelt fra elvebredden og så langt ut som det var god sikt. Avgrensning av de klassifiserte arealer vil nødvendigvis være noe skjønnsmessig preget, ettersom overgangene i naturlige økosystemer som regel er gradvise og kontinuerlige.

Områder lengre ut ble klassifisert fra båt (sidekanal) og ved dykking (hovedløp og sidekanal; se ovenfor). Av åpenbare feltmessige grunner er avgrensingene som er gjort ved dykking, beheftet med større usikkerhet. Undersøkelsesområdet ble klassifisert 3.des. 1999 på vannføring 208 m<sup>3</sup>/sek.

Vi brukte et eget klassifikasjonssystem for morfodynamiske enheter og habitattyper (Tabell 1), delvis tilpasset etter Bisson & Montgomery (1996) og Padmore et al. (1997). Strømtyper

*Tabell 1. Koder benyttet for klassifisering av strømtyper ved landobservasjon og observasjon ved dykking i Embretsfoss 1999.*

Kode	Strømtype
1	Nesten ikke merkbar strøm
2	Svak og blank (jevn) opp mot mot grensen til turbulent
3	Oppstrøm
4	Krusning (småbrutt overflate)
5	Ubrutte stående bølger
6	Brutte stående bølger
7	'chute'
8	Fritt fall
9	Kaotisk

ble definert og klassifisert etter Tabell 1, mens dominerende og subdominerende substrat ble klassifisert etter Tabell 2.

Morfodynamiske enheter, strømtyper og habitattyper ble avgrenset og inntegnet i felt på analoge kart i målestokk 1: 1000, og senere digitalisert.

Tabell 2. Klassifisering ved observasjon av morfodynamiske enheter og mesohabitater.

Morfodynamisk Enhet	Kode	Mesohabitat	Noen fluvio-morfologiske karakterer
1. Utgravd kulp	1	Evje	Ikke netto nedstrøms strøm. Refleksjoner blir ikke brutt.
	2	Renne, ål	Som ovenfor
	3	Midt-strøms	Som ovenforDyp, sakte eller stille parti vann (mellom stryk enheter)
	4	Samløpende	Som ovenfor
	5	Side	Som ovenfor
	6	Overfall	Som ovenfor
2. Oppdemt kulp	7	Blokk	Som ovenfor. Hindringen synlig
	8	Organisk (trær o.l.)	Som ovenfor. Hindringen synlig
	9	Bever	Som ovenfor. Hindringen synlig
	10	Skred	Som ovenfor. Hindringen synlig
	11	Bakvann	Som ovenfor. Samløp med hovedelv i en ende. Ofte med vegetasjon
	12	Gammelt løp	Som ovenfor
	13	Terskel (kunstig)	Som ovenfor
3. Ikke- turbulent	14	Marginalt død vann	Lokalisert til elvekantene (ved kanten av blankstryk), svinger eller andre hindringer i elva Strømtype som for kulp, men fyller ikke (hele) elvbredden
	15	Glidning	Uniform, merkbar nedstrøms vannbevegelse er jevn. Refleksjoner blir forstyrret. Jevnt lang-profil med noen horisontale virvler.
	16	Blankstryk, grunn	Ingen bølger, men klar nedstrøms vannbevegelse med en forstyrret småbrutt overflate
	17	Blankstryk, dyp	Som ovenfor. Dyp, raskt-flytende.
	18	'Kok'	Bølgegang når oppstrømmer bryter overflaten. Sekundær strøm tydelig som vertikale og horisontale virvler.
4. Turbulent	19	Småstryk	Turbulent overflate med oppstrøms-vendte små stående bølger som ikke er brutt, over sand til rullesteins substrat.
	20	Blokkstryk	Som ovenfor. Grovere substrat
	21	Hardstryk	Høygradient strekning over/mellom rullestein, blokk eller fjell ved moderat høyt vann. Noe hvitt vann.
	22	Hard smalstryk	Som ovenfor, strømmen presset sammen
	23	Kvitstryk/fall	Blokk bryter tilfeldig overflaten på strekning med stort fall. Blanding av hardstryk og overfall – smalstryker når vannet strømmer forbi oppstrømssiden av substratet, brutte stående bølger på nedstrømssiden av substratet.
5. Trappe-kulper	24	Kaskade	Blokk organisert i (trappe)trinn tvers over elva
	25	Kulp	Oppdemmet strekning med finere sediment oppstrøms kaskade
	26	Overfall	Lavt kurvet overfall i kontakt med substratet
6. Vannfall	27	Fritt fall	Vannet faller vertikalt - kan skille seg fra bakveggen til det vertikale objekt

Tabell 3. Definisjon og klassifisering av substrat (modifisert Wentworth skala).

<b>Substrat type</b>	<b>Str mm</b>	<b>Kode</b>
Organisk fint	<10	1
Organisk grovt	>10	2
Leire, silt	0.004-0.06	3
Sand	0.061-2	4
Fin grus	2.1-8	5
Grus	8.1-16	6
Små stein	16.1-32	7
Stein	31.1-64	8
Små rullestein	64.1-128	9
Rullestein	128.1-256	10
Grov rullestein	256.1-384	11
Blokk	384.1-512	12
Stor blokk	>512	13
Jevnt fjell		14
Ujevnt fjell		15

## Resultater

### Tetthetsberegninger

Beregningene viste at det forekommer rekruttering hos ørret, og at det stedvis er høye og tildels meget høye tettheter av årsunger av ørret. Forekomsten er begrenset til forholdsvis små arealer, der bunnforhold og strømhastighet er de avgjørende faktorene. Det er to områder som utmerker seg med høye tettheter av årsunger, i) sidekanalen mellom øy og fastland på østsiden av Drammenselva nedenfor branntomta til tidligere Embrets foss Fabrikker og ii) området rundt deler av øy på vestre bredd (se Tabell 4).

Det første området omfatter st. 1-4, og ligger delvis i sidekanalen mellom øya og østre bredd, øvre del av øya og tildels på utsiden av øya mot hovedstrømmen. Tettheten av årsunger av ørret er her beregnet til 35-90 fisk/100 m<sup>2</sup> elvebunn, noe som må betegnes som høye tettheter. Dette området er forholdsvis grunt, og tettheten av ørretunger som er eldre enn årsunger er betydelig lavere. Substratet tilsier at større ørretunger eldre enn årsunger oppholder seg andre steder.

Det andre området er i tilknytning til øy på vestsiden av elva, st. 8. Noe beskyttet fra hovedstrømmen ligger 4-6 mindre øyer eller skjær med lommer av små arealer med egnet substrat for gyting og oppvekst for ørretunger. Tetthet er her beregnet til 109 årsunger ørret/100 m<sup>2</sup>, men arealet er lite. Som på st. 1-4 er beregnet tetthet av eldre ørretunger i forhold til årsunger på st. 8 betydelig lavere.

Ett område har høyere tetthet av *eldre* ørretunger enn de øvrige, st. 5 ved Bårud renseanlegg. Her er det beregnet 20 ørret/100 m<sup>2</sup>, og området her består av grovere substrat, med innslag av blokk som gir hulrom med skjul for større fisk enn årsunger.

Tabell 4. Beregnet tetthet (antall/100 m<sup>2</sup>) av årsunger (0+) og eldre ørretunger i Drammenselva nedstrøms Embretsfoss i september 1999. 95 % konfidensintervall er oppgitt, p = fangbarhet.

Stasjon	Årsunger	P	Eldre	p
St. 1, sidekanal nedre del	90,5 ± 4,0	0,75	1,8 ± 0	0,99
St. 2, sidekanal øverst	65,2 ± 7,3	0,65	2,5 ± 0	0,99
St. 3, øverst på øy	35,8 ± 4,7	0,73	0	-
St. 4, utside øy	40,6 ± 7,8	0,64	6,5 ± 0	0,99
St. 4a, syd på øy	0	-	0	-
St. 4b, utside øy	6,5 ± 0	0,99	0	-
St. 5, renseanlegg	26,7 ± 0	0,99	20,0 ± 0	0,99
St. 5b, renseanlegg	0	-	2,7	0,99
St. 6, utl. Embr. kr.v.	26,4 ± 7,4	0,51	0	-
St. 6b utl. Embr. kr.v.	0	-	0	-
St. 7 brattk. Vestside	24,5 ± 2,5	0,80	2,7 ± 0	0,99
St. 8 øy vestside	109,1 ± 31,8	0,50	0	-
St. 8b øy vestside	2,7 ± 0	0,99	0	-
St. 9 øy østside	0	-	0	-
St. 9a øy-land, østside	0	-	0	-
St. 9b øy-land, østside	0	-	0	-
St. 10, Åmot veibro	0	-	0	-

Tabell 5. Beregnet tetthet (antall/100 m<sup>2</sup>) av årsunger (0+) og eldre laksunger i Drammenselva nedstrøms Embretsfoss i september 1999. 95 % konfidensintervall er oppgitt, p = fangbarhet.

Stasjon	Årsunger	Fangbarhet p	Eldre	Fangbarhet p
St. 1, sidekanal nedre del	0	-	5,6 ± 1,95	0,71
St. 2, sidekanal øverst	5,4 ± 4,55	0,57	5,0 ± 0	0,99
St. 3, øverst på øy	38,4 ± 2,1	0,75	2,7 ± 0	0,99
St. 4, utside øy	9,7 ± 0	0,99	16,1 ± 0	0,99
St. 4a, syd på øy	0	-	0	-
St. 4b, utside øy	0	-	0	-
St. 5, renseanlegg	0	-	0	-
St. 5b, renseanlegg	0	-	0	-
St. 6, utl. Embr. kr.v.	7,6 ± 5,38	0,47	9,1 ± 0	0,99
St. 6b utl. Embr. kr.v.	0	-	0	-
St. 7 brattk. Vestside	2,7 ± 0	0,99	16,6 ± 2,30	0,71
St. 8 øy vestside	0	-	0	-
St. 8b øy vestside	0	-	0	-
St. 9 øy østside	0	-	0	-
St. 9a øy-land, østside	0	-	0	-
St. 9b øy-land, østside	0	-	0	-
St. 10, Åmot veibro	0	-	0	-

Av laks ble det funnet både årsunger og eldre laksunger (Tabell 5). De desidert høyeste tetthetene av årsunger ble funnet på st. 3, dvs. på nordsiden av øya ut mot hovedstrømmen, men også i sidekanalens øvre del, på utsiden av øya og på motsatt bredd i hovedstrømmen ut fra nåværende Embretsfoss kraftverk, st. 6 og st. 7, ble det funnet årsunger av laks, selv om tetthetene her bare lå mellom 3 og 10 fisk/100 m<sup>2</sup>. Laksunger eldre enn årsunger ble stort sett funnet på de samme stasjoner, og i tettheter mellom 3-17 fisk/100 m<sup>2</sup>.

Ørekyt hadde stedvis store forekomster i Embretsfoss (Tabell 6). Stasjonene for elektrofiske ble lagt til de områder der habitatforholdene for unger av laksefisk var gode, slik at av de undersøkte stasjonene ble ørekyte ikke påvist på st. 2-4, 4b og st. 6b, 8, 8b og st. 10, verken av



årsunger eller eldre individer. Forekomsten av ørekyte var derfor lav på flere av de områdene der det ble funnet mye årsunger av ørret.

Tabell 6. Beregnet tetthet (antall/100 m<sup>2</sup>) av ørekyte eldre enn årsunger (0+) i Drammenselva nedstrøms Embretsfoss i september 1999. 95 % konfidensintervall er oppgitt, p = fangbarhet. Årsunger oppgitt som: - = ikke observert, + = <10/100m<sup>2</sup>, ++ = 10-50/100m<sup>2</sup>, +++=>50/100m<sup>2</sup>.

Stasjon	Årsunger 0+	Eldre enn 0+	Fangbarhet p
St. 1, sidekanal nedre del	+	24,1 ± 21,35	0,37
St. 2, sidekanal øverst	-	0	-
St. 3, øverst på øy	-	0	-
St. 4, utside øy	-	0	-
St. 4a, syd på øy	+	0	-
St. 4b, utside øy	-	0	-
St. 5, renseanlegg	+++	0	-
St. 5b, renseanlegg	+++	0	-
St. 6, utl. Embr. kr.v.	-	79,0 ± 4,17	0,69
St. 6b utl. Embr. kr.v.	-	0	-
St. 7 brattk. Vestside	-	30,7 ± 4,44	0,68
St. 8 øy vestside	-	0	-
St. 8b øy vestside	-	0	-
St. 9 øy østside	-	0	-
St. 9a øy-land, østside	+++	0	-
St. 9b øy-land, østside	+	> 100	-
St. 10, Åmot veibro	-	0	-

### Lengdefordeling

Lengdefordeling av samlet materialet under elektrofisket i Embretsfoss i september 1999 er vist for laks, ørret og ørekyte i Fig. 3. Selvom det som vist ved bestandsberegning er forholdsvis lave tettheter av laks tilstede var både årsunger (gjennomsnittslengde: 68,9 mm ± 2,90 K.L. 95%) og ett år gamle laksunger (lengde 110-136 mm) tilstede. Enkelte individer av ett år gamle laksunger manglet deler av eller hele ryggfinner, noe som tyder på opphold i anlegg. Størrelsen på årsungene av laks var også forholdsvis stor, noe som tyder på at dette er enten laksunger som har rømt fra ovenforliggende klekkeri, og har hatt sin første tid i anlegg, eller er utsatt på strekninger ovenfor Embretsfoss som startförete laksunger og deretter vandret ned.

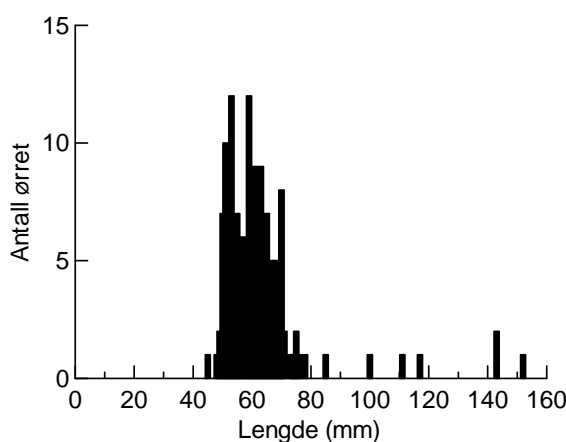


Fig. 3. Lengdefordeling av ørret tatt under elektrofiske på stasjoner nedenfor Embretsfoss i september 1999.

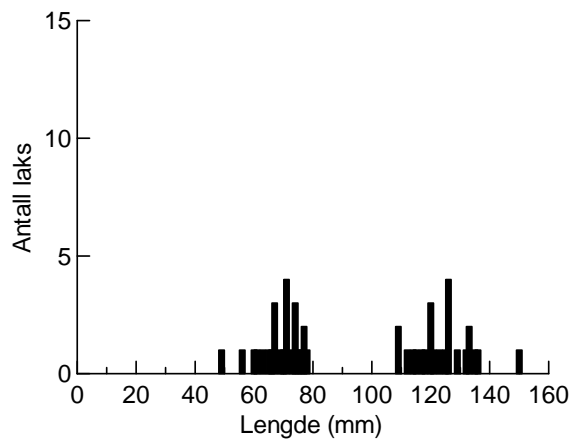


Fig. 4. Lengdefordeling av laks tatt under elektrofiske på stasjoner nedenfor Embretsfoss i september 1999.

Ørret var tilstede i all hovedsak som årsunger. Gjennomsnittslengden for denne gruppen var 59,5 mm ( $\pm 1,13$  K.L. 95%). Veksten første sommer må betegnes som god.

Ørekyt var tilstede i meget stort antall på enkelte av de undersøkte lokalitetene, spesielt der strømhastigheten var lav (Fig. 5). Bestandsberegning av årsunger av ørekyt ble ikke foretatt, men det fremkommer av lengdefordelingen at årsunger er tilstede i stort antall, og at rekrutteringen derfor stedvis er meget god (lengdeintervall: 23-49 mm).

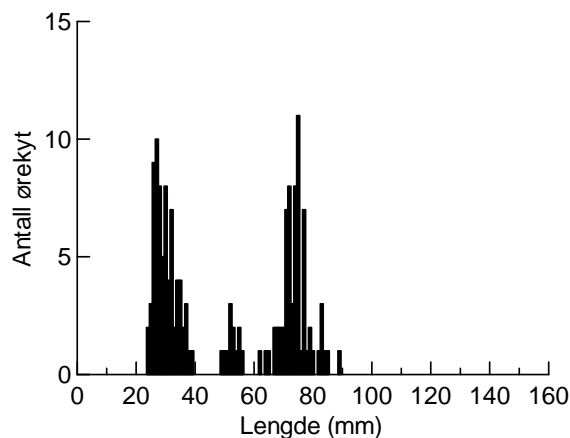


Fig. 5. Lengdefordeling av ørekyte tatt under elektrofiske på stasjoner nedenfor Embretsfoss i september 1999.

#### Gytegroper

Kartleggingen ble foretatt etter avsluttet gyting, og to områder med gytegroper ble funnet. Begge områdene var forholdsvis små, men helt klart definerte gytegroper ble observert.

**Område I:** Sidekanal mellom øy og fastland på østsiden av Drammenselva, se Fig. 6. I den nedre delen av sidekanalens midtparti ble det her observert ca 15 gytegroper, hvorav ca 6-9 lå

innenfor et areal på 6-7 m<sup>2</sup>. Enkelte hadde en betydelig størrelse, i utstrekning 60 - 80 cm i lengderetningen. Substratet må her betegnes som svært gunstig for gyting.

Noe lengre opp i sidekanalen ble det observert 3 mulige gytegroper. Substratet var her noe finere og trolig noe mer ustabil.

**Område II:** På vestsiden av Drammenselva mellom mindre øy og fastland, noe beskyttet fra hovedstrømmen ble et mindre gyteområde observert (se Fig. 6). Her ble en stor gytegrop (1 m utstrekning) og 3 mindre groper funnet på gunstig gytesubstrat.

Det ble ikke funnet gytegroper andre steder enn på disse to områdene, og substratforholdene tilsa heller ikke at gyting er mye sannsynlig andre steder enn utover de to nevnte områdene.

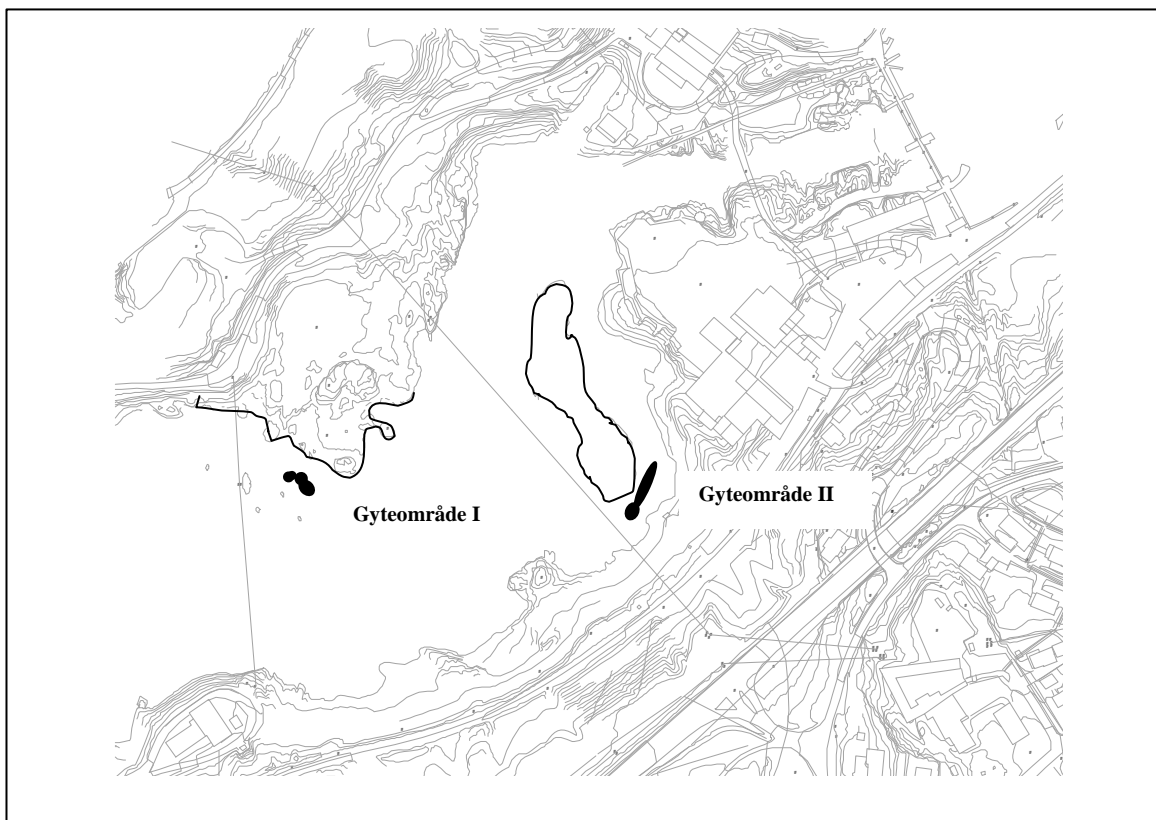


Fig. 6. Plassering av gytegroper hos ørret observert ved dykking 3. des. 1999. To områder ble observert, område I vestside av Drammenselva, område II på østsiden.

### Habitatklassifisering

Kartleggingen av morfodynamiske enheter, strøm- og mesohabitatyper sammen med substrat (Fig. 7 - 10), viser en klar strukturforskjell mellom hovedløpet med en grov mosaikk, og en variert finmosaikk særlig i to områder, i sidekanalen mellom øy og fastland på østsiden av elva (**område I**) og ved småøyene på vestsiden av elva (**område II**). Dette sammenfaller med de områdene hvor vi også observert gytegroper og større tettheter av ørret- og laksunger (se kap. Gytegroper og Fig. 6). Blankstryk med svakt brutt overflate uten nevneverdig turbulens er dominerende, mest i hovedløpet (Tabell 7, 8). Langs land, særlig i sidekanalen og ved øyene, er variasjonen større med kulpdannelse og også partier med mer turbulente habitatyper (Tabell 7, 8). Den større habitatvariasjonen over en mindre skala her, reflekteres også i substratforholdene (Fig. 7).

Tabell 7. Arealstatistikk for morfodynamiske enheter, mesohabitatyper, strømtyper og substrat basert på observasjon ved dykking i Embretsfoss. Tall oppgitt i m<sup>2</sup>, og kodeklassifisering er gitt i Tabell 1,2 og 3, se Materiale og metode. Gyting hos ørret er primært knyttet til substratkategori 6-7 og til mesohabitat kategori 15, 16, 17 og tildels 19. Preferert substrat for årsunger er 8-9, og mesohabitat 14, 15, 16 og 19. For eldre ørretunger er preferert substrat 10, 11 og 12.

Kode	Morphodynamisk enhet	Mesohabitat	Strømtype	Substrat
1			3728	696
2	184		9263	668
3	36691			74
4			23884	5420
5				150
6				992
7				1474
8				294
9				4533
10				1725
11				1126
12		184		10827
13		307		813
14		1752		286
15		30681		7715
16		3951		
17				
18				
19				
20				

Tabell 8. Arealstatistikk for morfodynamiske enheter, mesohabitatyper, strømtyper og substrat basert på observasjon fra land i Embretsfoss. Tall oppgitt i m<sup>2</sup>, og kodeklassifisering, se Materiale og metode og Tabell 7. Gyting hos ørret er primært knyttet til substratkategori 6-7 og til mesohabitat kategori 15, 16, 17 og tildels 19. Preferert substrat for årsunger er 8-9, og mesohabitat 14, 15, 16 og 19. For eldre ørretunger er preferert substrat 10, 11 og 12.

Kode	Morphodynamisk enhet	Mesohabitat	Strømtype	Substrat
1	302	219	2257	
2	5197		894	
3	9713			
4	4641		41	146
5		861	220	
6			4574	
7				
8				
9				
10				8
11				394
12		153		
13		1521		789
14		105		845
15		551		5244
16				
17				
18				
19				
20		4514		

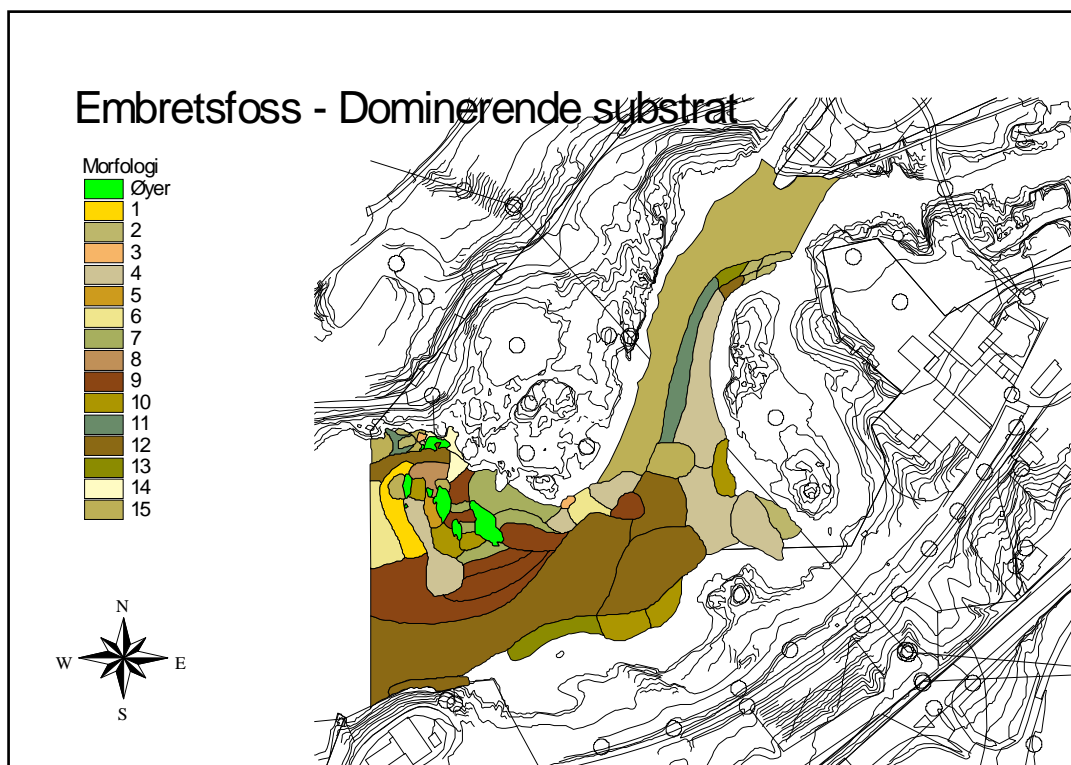
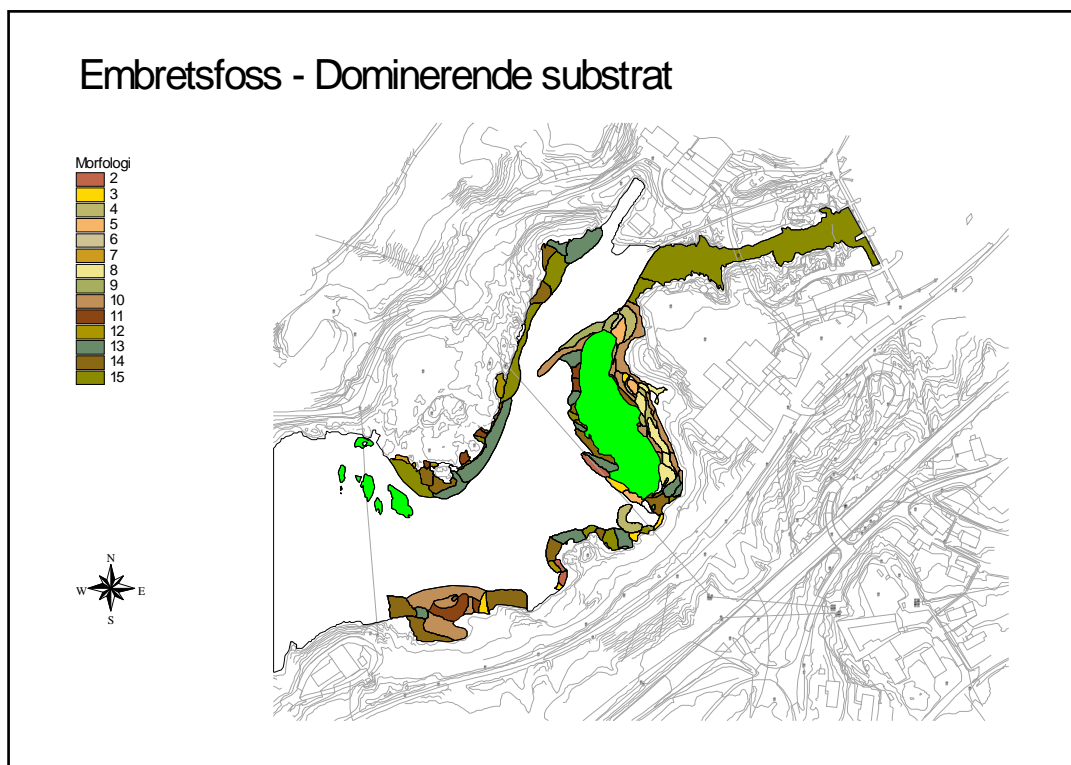


Fig. 7. Klassifisering av dominerende substrat langs land (overflateobservasjon) og uavhengig av land (dykking) i Embretsfoss, Drammenselva. Kodene er gitt i Tabell 3. Gyting hos ørret er primært knyttet til substratkategori 6-7 og for årsunger til 8-9.

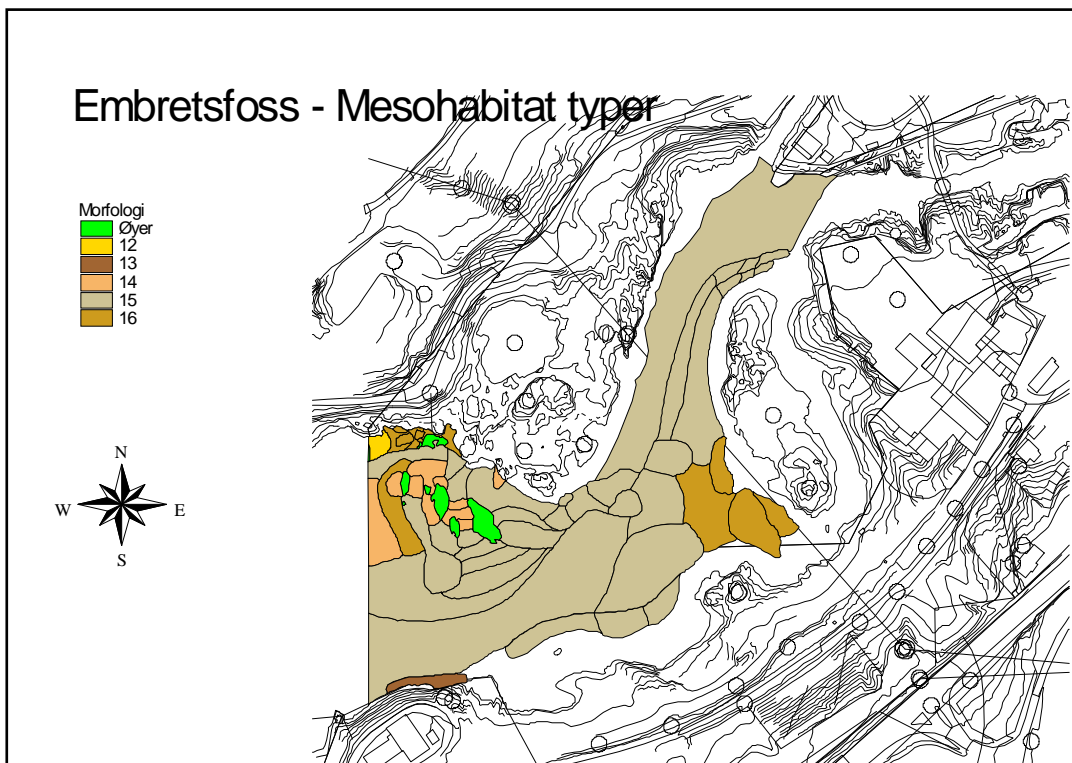
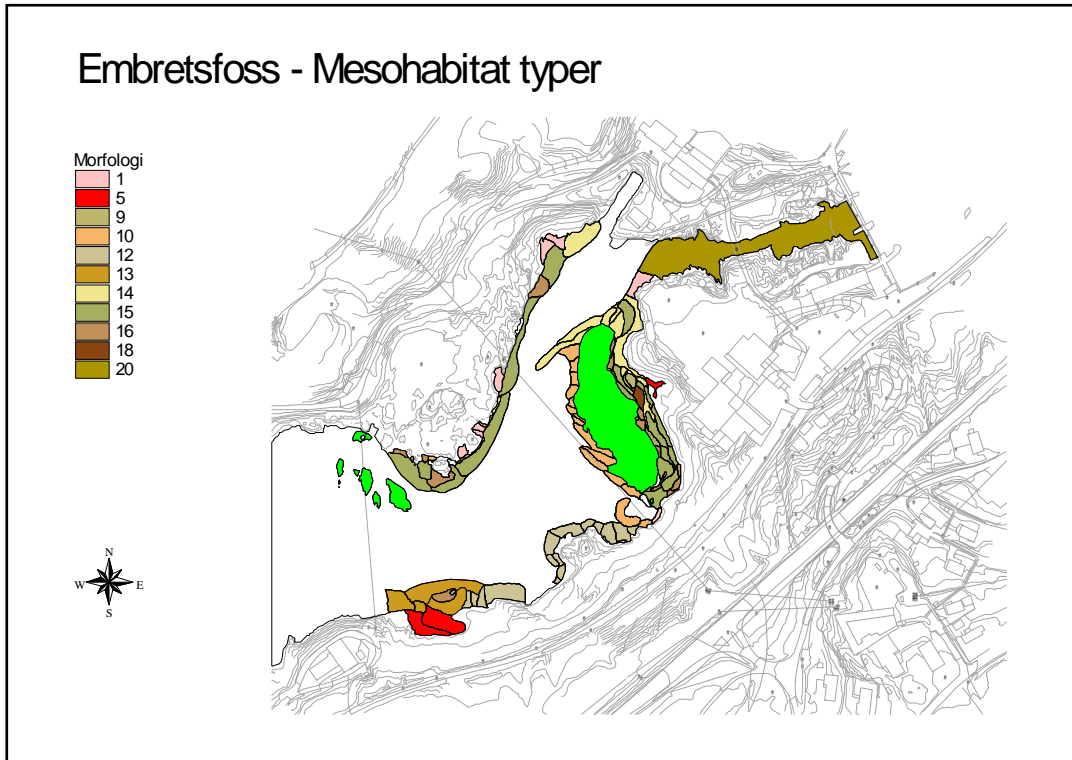


Fig. 8. Klassifisering av mesohabitat langs land (overflateobservasjon) og uavhengig av land (dykking) i Embretsfoss, Drammenselva. Kodene er gitt i Tabell 2. Gyting hos ørret er primært knyttet til mesohabitat kategori 15, 16, 17 og tildels 19, og oppveksthabitat for årsunger til 14, 15, 16 og 19.

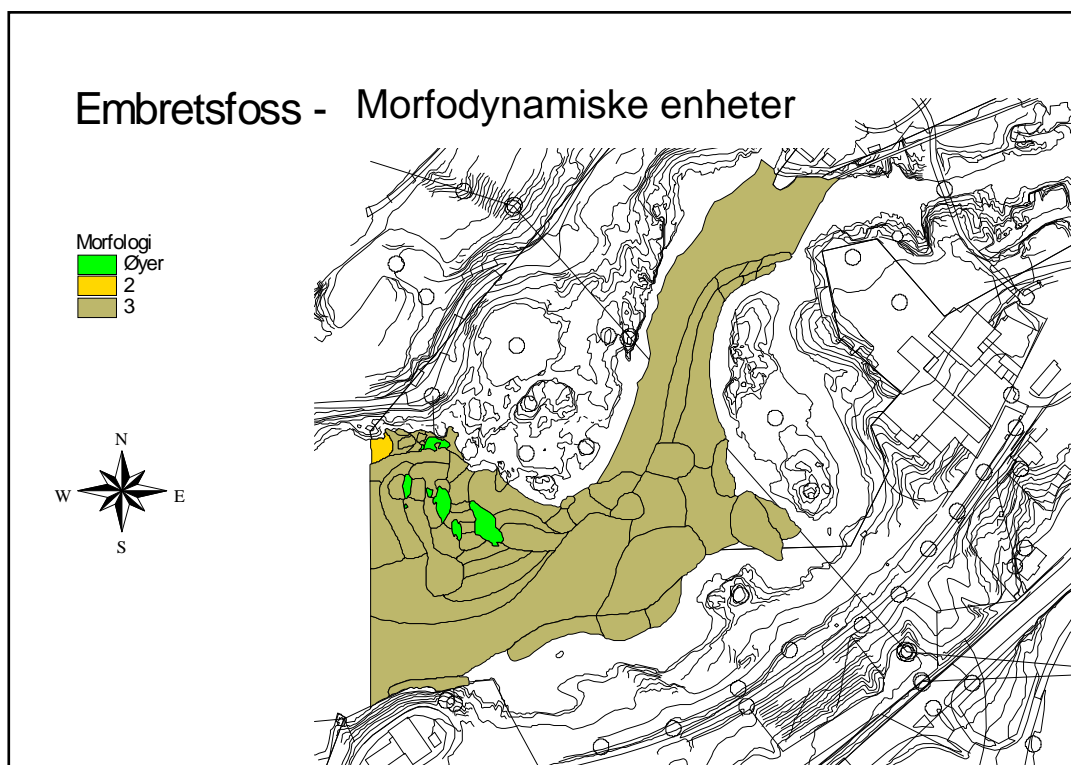
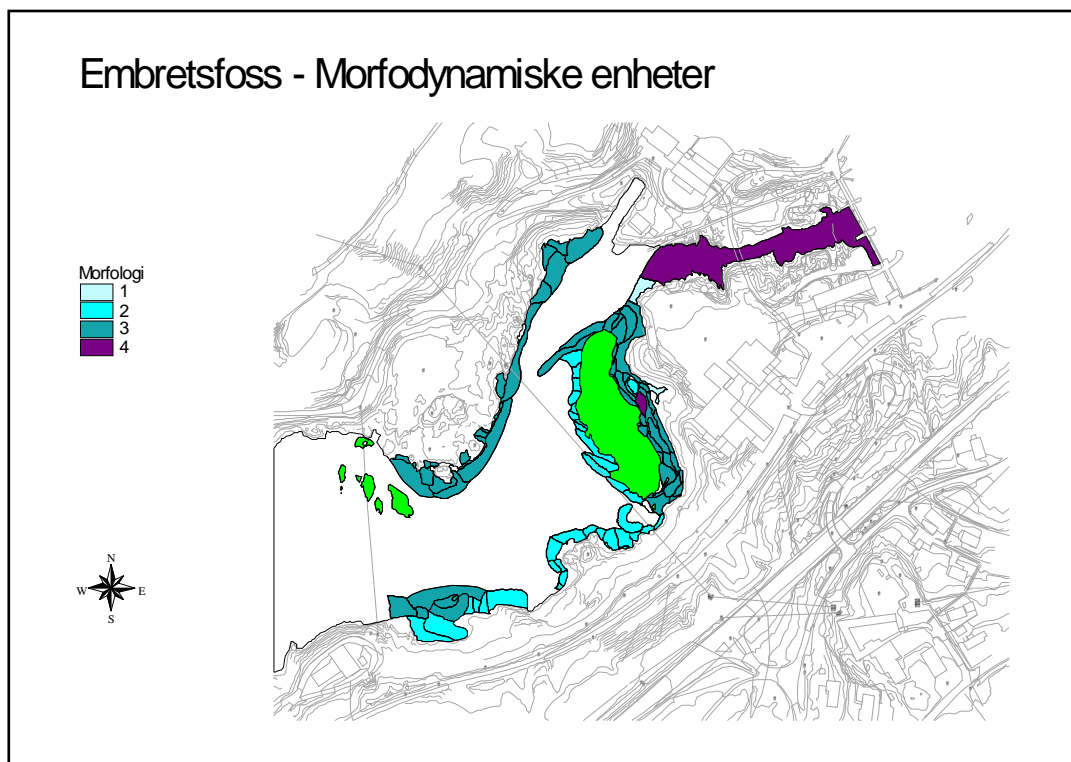


Fig. 9. Klassifisering av morfodynamiske enheter langs land (overflateobservasjon) og uavhengig av land (dykking) i Embretsfoss, Drammenselva. Kodene er gitt i Tabell 2.

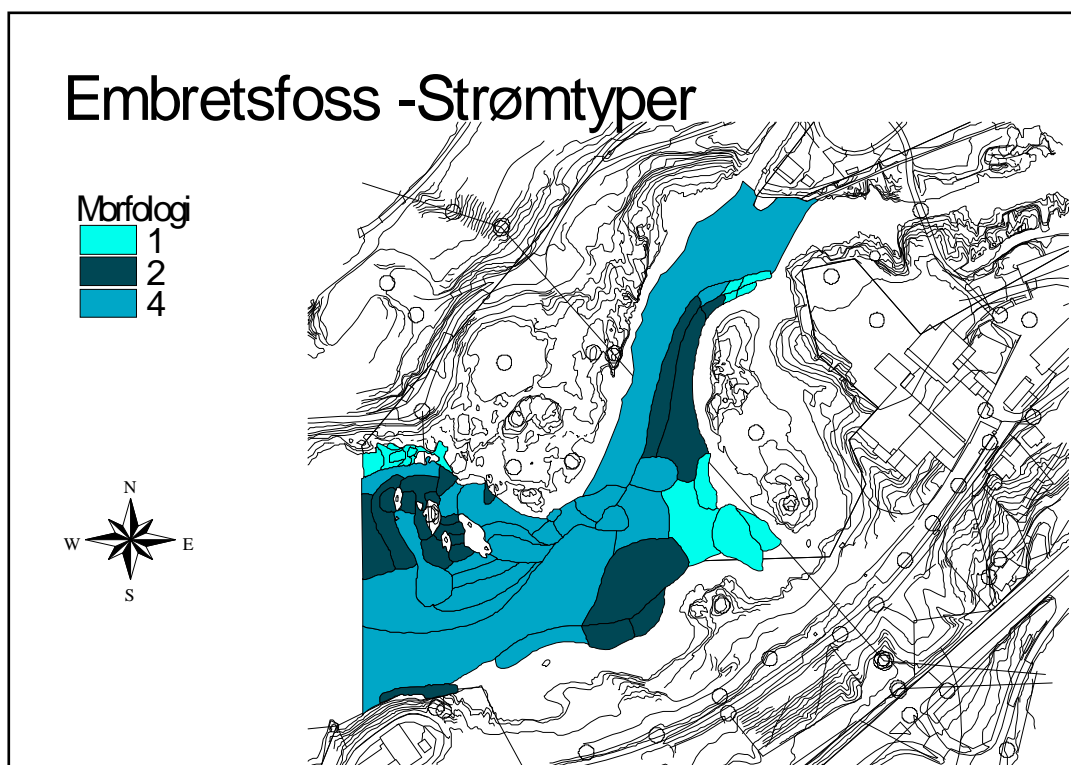
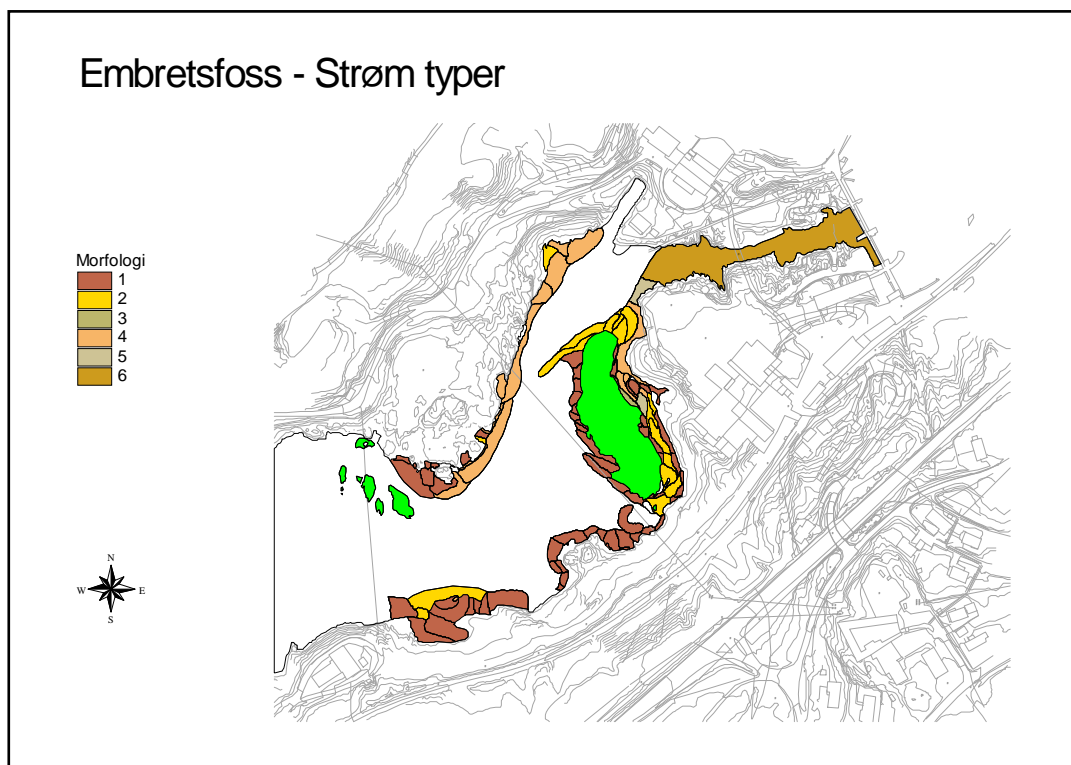


Fig. 10. Klassifisering av dominerende strømtyper langs land (overflateobservasjon) og uavhengig av land (dykking) i Embretsfoss, Drammenselva. Kodene er gitt i Tabell 2.



## Diskusjon

Ved inngrep i vassdrag vil kartlegging av begrensende faktorer for tetthet og produksjon stå sentralt, både når det gjelder vurdering av inngrepets virkning og når det gjelder vurdering av kompensierende tiltak. Begrensende faktor for tetthet og produksjon er i dette tilfelle vurdert med tanke på laksefiskene ørret og laks.

I større stilleflytende lavlandsvassdrag vil høy vannhastighet og grovt substrat og derved gunstige habitat for laksefisk vanligvis være lokalisert til fosser og strykområder. Det gjelder spesielt i vassdrag som er sterkt regulert. Her vil oppstuvning fra damanlegg føre til at mindre strykparter mellom damanleggene demmes ned. Restfeltene nedenfor fossene vil derfor få en relativt sett større betydning for laksefisk i denne typen elver.

All erfaring tilsier at i nærvær av et betydelig antall andre fiskearter, til dels predatorarter som abbor og gjedde, må ørretungene ha gode skjulområder for å overleve. Dette er vist for nedre Glomma (Saltveit m. medarb. 1999), Numedalslågen (Brabrand 1999), Enningdalselva (Saltveit 1998), og for Drammenselva (Sæter m. medarb. 1987). I alle disse elvene er det tilstede abbor og gjedde (og flere andre arter), og ørret- og laksunger viser her strenge krav til habitat. Hvorvidt det er et strengere krav til habitat i nærvær av andre arter er vanskelig å bevise, men det antas at i nærvær av abbor og gjedde vil gunstig habitat øke overlevelsen hos laks- og ørretunger betydelig. For laks gjelder dette fram til utvandringssklar smolt, og for ørret spesielt fram til 15-20 cm's størrelse.

### *Tettheter*

Ved Embretsfoss ble det i den foreliggende undersøkelse og i 1982 (Brittain m. medarb. 1983), 1988 (Sæter m. medarb. 1988), 1994 og 1995 (pers. medd. Fiskeforvalteren i Buskerud) på noe ulike stasjoner påvist årsunger av ørret i området nedenfor Embretsfoss. Det er bare i den foreliggende undersøkelsen at området har vært gjenstand for bestandsberegning på flere stasjoner, og det er påvist til dels svært store variasjoner i tettheten av årsunger av ørret, selv mellom områder som til dels ligger forholdsvis tett.

Ved Embretsfoss er det i den foreliggende undersøkelsen dokumentert stedvis høye tettheter av årsunger av ørret. Områdene er forholdsvis begrenset arealmessig, og er lokalisert til **i**) områder som dels er i eller i nærheten av sidekanalen mellom øy og fastland på østsiden av Drammenselva (noen hundre 100m<sup>2</sup>, representert med st. 1 og 2), **ii**) på nordsiden av øya, til dels ut mot hovedstrømmen (representert med st. 3 og 4), **iii**) mellom småøyene og fastland på vestsiden av Drammenselva (50-100 m<sup>2</sup>, st. 8 og 8b) og **iiii**) i noe mindre grad vestside av hovedløpet oppunder utløp fra nåværende kraftstasjon (st. 6 og 6b).

Den romlige fordelingen av gytegroper som ble observert i des. 1999 er lokalisert til bare to områder, kanalens nedre del, (betegnet som **gyteområde I**) og mellom småøyene på vestsiden (betegnet **gyteområde II**). Det konkluderes med at de arealene som har høye tettheter av årsunger av ørret har sitt utgangspunkt i gyteområdene i kanalens nedre del (østside) og mellom øy og fastland (vestside). Spredning til områdene med høye tettheter av årsunger antas å skje fra disse to gyteområdene, og slik spredning krever "vandringsskorridorer" med sammenhengende gunstig substrat.

Det konkluderes med at arealmengden med gunstige områder for ørretgyting er kritisk små, og det er få eller ingen erstatningsområder som kan benyttes dersom de to nåværende skulle falle helt ut.

Laksunger ble funnet på de samme områdene, men hovedsakelig på de stasjonene som hadde høy vannhastighet. Siden trappa i Døviksfoss fungerer dårlig for oppvandrende laks og ørret, er de observerte laksungene trolig satt ut, vandret ned ovenfra eller rømt fra fiskeanlegget ved Embretsfoss.

### *Habitatklassifisering*

Habitatklassifiseringen dokumenterer at store arealer i hovedelva nedenfor Embretsfoss og utløpet av kraftstasjonen (Embret II og Embret III) er ugunstige områder for gyting hos ørret og opphold av ørretunger. Store områder har sterk strømhastighet og en bunn bestående av blankskurt berg og/eller blokk og grov stein. Disse områdene må betegnes som ugunstige for årsunger av ørret og laks.

Når det gjelder habitat for eldre ørretunger og større ørret, så har disse aldersgruppene preferanse for grovere substrat i form bl. a. stein og blokk. Det er vanskelig å angi om denne habitatkategorien er begrensende (for overlevelse etter årsungealder), men arealmengden av gunstig substrat for disse aldersgruppene er liten. Spesielt gjelder dette for ørret fra 10 - 20 cm, som foretrekker substratkategori 10 og 11, som samlet har et areal på 3200 m<sup>2</sup>, for større fisk også kategori 12 som har et areal på 10800 m<sup>2</sup>.

Habitatklassifiseringen viser at arealer med gunstig substrat og vannhastighet for ørretunger er knyttet til forholdsvis avgrensede områder, og det er romlig sammenfall mellom der det ble funnet høye tettheter av årsunger av ørret og der det ble funnet gunstig oppveksthabitat.

Arealer med gunstig gytesubstrat som gir vellykket eggutvikling og klekking, og gunstige oppvekstarealer antas å være den begrensende faktor for bestanden av årsunger av ørret i Embretsfoss eller den delen av ørretbestanden i vassdraget (nedover) som har sin opprinnelse i Embretsfoss. Sæter m. medarb. (1987) viste at det var primært to steder i Drammenselva som utmerket seg med høye tettheter av ørretunger, det ene i utløpet av Tyrifjorden (Vikersund) og det andre ved Embretsfoss. Når det gjelder videre overlevelse etter årsungestadiet og fram til fangbar fisk, antas arealer med grovere substrat å være begrensende. Økt areal med substratkategori 10-11 vil øke overlevelse for ørret fram til 20 cm størrelse og for laks fram til smoltstadiet.

### *Virkning av inngrep*

Slik nytt Embretsfoss kraftverk er utformet vil det medføre store fysiske endringer knyttet til utløpskanalen fra det nye kraftverket. Utover dette vil selve strømbildet ved Embretsfoss bli vesentlig endret, både i de gjenværende deler av sidekanalen, på utsiden av øya (representert med st. 3 og 4, og på vestsiden av utløpet av nåværende kraftstasjon (st. 6 og 6b). Det henvises her til Skoglund (2000) og Fjeldstad (2000) som har modellert de hydrauliske forholdene før og etter nytt kraftverk.

Utløpskanalen fra nytt kraftverk vil fragmentere nåværende sidekanal mellom øy og fastland på østsiden i to deler, og gjennomstrømning slik den er i dag vil endres. Den øvre del vil få motsatt strømrretning i forhold til dagens forhold, mens den nedre del vil opprettholde

strømretningen fordi vann vil strømme ut til sidene der vannet kommer ut fra kraftverket (Fjeldstad 2000). Midtpartiet vil bortfalle fordi utløpskanalen her vil skjære igjennom dagens sideløp. Mengden areal med kombinasjon av gunstig strømhastighet og substrat for årsunger av ørret vil bli redusert, men ikke bortfalle. Hvorvidt gyting i kanalens nedre del vil bli opprettholdt er usikkert, men ikke usannsynlig, forutsatt gunstig substrat og strømhastighet etter byggefasen. Her vil i så fall ørretunger ha gunstig substrat første sommer.

Øvre del vil få snudd vannretningen, men målte hastigheter i modell, ref. Fjeldstad (2000) viser at den kan bli tilfredsstillende vannhastigheter. Her vil det være gunstig oppvekstområde, forutsatt restaurert substratforhold etter byggefasen. Imidlertid vil den øvre del av sidekanalen og til dels området på utsiden av øya ikke stå i direkte kontakt med områder som har gyting. Hvis ikke gyting skjer i dette området, kan ørretunger ha problemer med å spre seg til, og derved utnytte den øvre delen av sidekanalen.

### Tiltak

Det knyttes stor usikkerhet til et nytt kraftverks virkning på fisk. Dette skyldes både at nytt kraftverk vil medføre store fysiske endringer i de deler av området som i dag er viktige gyte- og oppvekstområder for ørret, og at det er usikkerhet knyttet til modellering av de nye forholdene og hvordan ørret vil respondere på disse. Imidlertid er det i dette området betydelige tettheter av ørret i dag, til tross for tidligere reguleringer og store inngrep. Forutsatt gyting og gunstige oppvekstområder har området betydelig potensiale for produksjon av ørret, noe som må sees i lys av at vassdragets bestand av laks er infisert med *Gyrodactylus salaris*.

Fra fiskerifaglig hold antas det at gyting fortsatt vil skje etter etablering av nytt kraftverk, forutsatt restaurering etter byggefasen, mens omfang, spredning fra gyteområdene og mengden oppvekstområder som vil bli tatt i bruk er usikker.

De tiltak som kan eller bør iverksettes for fisk i forbindelse med nytt Embretsfoss kraftverk (Embretsfoss IV) må knyttes til hvilke mål som skal settes. Mål for tiltak for ørret bør formuleres av forvaltningsmyndighetene, men to ambisjonsnivåer kan angis; **opprettholde** eller **øke** bestanden av selvrekruttert ørret i forhold til dagens nivå. Den praktiske konsekvens av dette vil være å opprettholde eller øke arealer for gyting og oppvekst av årsunger og eldre ørretunger.

Relatert til denne målformuleringen og de angitte planer for nytt Embretsfoss kraftverk er følgende strategi for tiltak lagt til grunn:

- Skjerming av de to nåværende gyteområder i anleggsperioden, og restaurering av disse etter byggefasen
- Dokumentasjon på gyting og bruk av oppvekstområder for ørret under og etter byggefasen
- Eventuell reparasjon/ av gyte- og oppvekstarealer etter dokumentert behov

Denne framdriften krever dokumentasjon under anleggsfasen og etterundersøkelser, men vil kunne gi bedre definerte tiltak basert på begrensende faktorer.

Når det gjelder laks i Drammensvassdraget er forvaltningspraksis direkte styrt av ønske om å holde infeksjonen av *Gyrodactylus salaris* nedenfor Embretsfoss, og fisketrappa i Embretsfoss er stengt av denne grunn. I Embretsfoss har det imidlertid alltid vært angitt liten

eller nesten ikke naturlig rekruttering hos laks pga. dårlig fungerende trapp i Døviksfoss. Forvaltningsmålet for laks i Embretsfoss bør være å opprettholde oppvekstområdet for (eventuelt fremtidig) utsatt laks som er eldre enn årsunger, eventuelt utvandningsklar smolt. De habitater som er gunstige for ørretunger vil imidlertid langt på vei også ivareta forhold for laksunger.

Følgende tiltak gjennomføres:

### *Gyting*

- Det er usikkerhet knyttet til hvordan utbyggingen vil påvirke de eksisterende to gyteområdene for ørret. Spesielt gjelder det i sidekanalens nedre del, kalt **gyteområde II**, (i Fjeldstad 2000 kalt området 2). Her vil det bli opprettholdt en viss strømhastighet og med dagens strømmetning Fjeldstad (2000). Fortsatt gyting her er derfor sannsynlig, forutsatt at området restaureres etter byggefasen, og at bunnssubstratet ikke endres. Det konkluderes med at ingen andre inngrep/endringer utover utbygging/endret strømbilde bør gjøres i dette området. Det betyr at det ikke skal tas ut løsmasser fra disse områdene eller legges på nye.
- I **gyteområde I** (vestside mellom småøyer og fastlandet) vil strømbildet bli endret, og ifølge Fjeldstad (2000) vil strømhastigheten her øke, og etter utbygging være i størrelsesorden 0,5 - 0,8 m/s. Dette området anses å bli opprettholdt som gyte- og oppvekstområde for ørret. Området har et mosaikkpreget substrat- og strømbilde, og strømbildet etter utbygging vil trolig gi mulighet for ny omlegging/sortering av løsmasser i området. Arealet med gunstig substrat kan derfor øke over tid. Det bør imidlertid ikke gjøres inngrep her før tilstanden har stabilisert seg, og etterundersøkelsen dokumenterer den nye tilstanden.
- I anleggstiden bør de to områdene skjermes spesielt (anleggsmaskiner, utstyr).
- Nye gyteområder. Det er et potensiale for å etablere nye områder for gyting eller utvide de eksisterende. Disse kan legges i tilknytning til utløpskanalen fra nytt kraftverk, som vuller som en fortsettelse av sidekanten og/eller som egne vuller i utløpets lengderetning, der vannhastigheter ved flom ikke gir ustabile forhold. Løsmassene må være rimelig permeable og ha riktig substratstørrelse og variasjon for å dekke behovet for både stor og mindre stor ørret. Dette er imidlertid tiltak som **ikke** bør gjennomføres før eventuelt endret gyteintensitet og ungfisktetthet er dokumentert.

### *Oppvekstområder for årsunger*

- De nåværende oppvekstområder er som nevnt i *diskusjonen* lokalisert til **i)** områder som dels er i eller i nærheten av sidekanalen mellom øy og fastland på østsiden av Drammenselva (noen hundre 100m<sup>2</sup>, representert med st. 1 og 2), **ii)** på nordsiden av øya, tildels ut mot hovedstrømmen (representert med st. 3 og 4), **iii)** mellom småøyene og fastland på vestsiden av Drammenselva (50-100 m<sup>2</sup>, st. 8 og 8b) og **iiii)** i noe mindre grad vestside av hovedløpet oppunder utløp fra nåværende kraftstasjon (st. 6 og 6b). Langt på vei utnytter årsunger av ørret alle de områder som har gunstig substrat, noe som skyldes at larver og yngel har sammenhengende vandringskorridor fra gyteområdene til oppvekstområdene.
- Før dokumentasjon på ørretungenes tetthet og utnyttelse av området etter byggefasen gjøres ingen tiltak eller endringer i kanalens øvre del. Det betyr at det ikke skal tas ut løsmasser eller legges på nye. I anleggstiden skal området skjermes spesielt.
- Ingen inngrep/endringer i oppvekstområde i tilknytning til gyteområde I, som idag har små områder med høy tetthet av årsunger av ørret.
- Ingen inngrep/endringer i oppvekstområde som ligger ved gyteområde II.

- Anlegg av nye oppvekstområder kan vurderes når ørretungenes tetthet og utnyttelse av området etter byggefasen er dokumentert.

#### *Oppvekstområder for eldre ørretunger*

- Overlevelse av årsunger fram til fangbar ørret er avhengig av gunstig substrat for årsklasser utover årsunger, spesielt fram til ca 20 cm's størrelse. Areal av substrat for eldre ørretunger antas å være begrensende faktor, og økt areal av substrat med rullestein, grov rullestein og blokk antas å øke overlevelsen. Utlegging av dette substratet bør vurderes som tiltak, og kan legges i tilknytning til utløpskanalen, fortrinnsvis i de deler der stabiliteten under flom vil være størst.

#### Litteratur

Brabrand, Å. 1999. Etterundersøkelser i Pikerfoss i Numedalslågen, Buskerud. Dominans, vekstmønster og rekruttering hos ørret. Rapp. Lab. Ferskv.Økol. Innlandsfiske, Universitetet i Oslo, 189, 28 s.

Bisson, P.A. & Montgomery, D.R. 1996. Valley segments, stream reaches, and channel units. S. 23-52 I Hauer, F.R. & Lamberti, G.A. (eds.): Methods in stream ecology. Academic Press, San Diego, California, 674 s.

Fjeldstad, H.P. 2000. Embretsfoss modellforsøk. Fiskehabitat. SINTEF, Bygg og miljøteknikk, Hydrologi og vassdrag. SINTEF-Rapport STF22 A 00415, 10 s.

Fylkesmannen i Buskerud, 1998. Overvåking av lakseparasitten *Gyrodactylus salaris* på Østlandet (Buskerud, Oslo/Akershus, Vestfold og Telemark) 1997. Rapport nr. 4, 27 s.

Padmore, C.L., M.D. Newson & Charlton, E. 1997. Instream habitat in gravel-bed rivers: Identification and characterization of biotopes. I: Gravel-bed rivers in the environment. Proceedings of the 4<sup>th</sup> International Gravel Bed Rivers Conference, Oregon State University Press.

Saltveit, S.J. 1998. Kartlegging av gytebestand og naturlig rekruttering i Enningdalselva, Østfold. Rapp. Lab Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Universitetet i Oslo, 173, 19 s.

Saltveit, S.J., Pavels, H., Heggenes, J. og Bremnes, T. 1999. Oppvekst- og produksjonsmuligheter for laks i Glomma nedstrøms Vamma og i Ågårdselva, Østfold. Rapp. Lab. Ferskv. Økol. Innlandsfiske, Universitetet i Oslo, 186, 22s.

Skoglund, M. Modellstudie Embretsfoss. SINTEF-rapport nr. STF22F00416, Trondheim 2000.

Sæter, L., Brabrand, Å. og Dzikowska, Z. 1988. Modum-prosjektet: Undersøkelse av fisk, bunndyr og driv i Snarumselva, og Drammenselva, Buskerud fylke, i forbindelse med endret regulering. Rapp. Lab. Ferskv.Økol. Innlandsfiske, Oslo, 103, 68 s.