

Rapport nr. 102

Eksingedalsvassdraget

Oversikt over FoU med hovedvekt på den laks- og sjøaureførende delen av vassdraget

av

Arne Fjellheim

Etter oppdrag fra Miljøvernavdelinga i Hordaland

Bergen, august 1999



ISSN-0801-9576

LABORATORIUM FOR FERSKVANNSSØKOLOGI OG INNLANDSFISKE

ZOOLOGISK INSTITUTT
UNIVERSITETET I BERGEN
ALLÉGT 41, 5007 BERGEN

TELEFON 55 582236
TELEFAX 55 589674

RAPPORTENS TITTEL:

Eksingedalsvassdraget.
Oversikt over FoU med hovedvekt på den laks- og
sjøaureførende delen av vassdraget.

FORFATTER:

Arne Fjellheim

DATO:

August 1999

GEOGRAFISK OMRÅDE:

Hordaland

ANTALL SIDER: 55

OPPDRAKSGIVER: Miljøvernavdelinga i Hordaland

SAMMENDRAG:

Eksingedalsvassdraget er hovedsakelig regulert i to trinn. Den øvre delen av vassdraget er overført til Evanger kraftverk i nabovassdraget Vosso. Den nedre delen er regulert ved Myster kraftverk. I forbindelse med disse reguleringene er det gjennomført en rekke tiltak for å imøtegå uheldige konsekvenser av reguleringene og av andre menneskeskapte problemer. Vassdraget har vært sentralt i en rekke større nasjonale prosjekter, blant annet Terskelprosjektet, Biotopjusteringsprosjektet, Sur nedbørprosjektet og Kalkingsprosjektet. Eksingedalsvassdraget er, størrelsen tatt i betraktning, det vassdraget i Norge der det er gjennomført flest naturvitenskapelige studier. Denne rapport oppsummerer disse studiene, med hovedvekt på den anadrome strekningen. Rapporten gir i tillegg forslag til tiltak for å styrke bestandene av laks og aure i elva. En kronologisk oversikt over naturvitenskapelige publikasjoner med tilknytning til Eksingedalsvassdraget pr. august 1999 er gitt bakerst i rapporten.

FEM EMNEORD:

Vassdragsreguleringer
Aure
Laks
Forsuring
Kalking

FIVE SUBJECT ITEMS:

River regulations
Brown trout
Atlantic salmon
Acidification
Liming

Forord

Eksingedalen blir regnet som et av de vakreste dalførene i Vestnorge. NAF Veibok beskriver den som vidunderlig og vill og retter spesiell oppmerksomhet på de mange fossene en finner i vassdraget.

Eksingedalsvassdraget er i dag sterkt regulert ved to reguleringer, Evanger kraftverk og Myster kraftverk. Reguleringene har satt sitt preg på vassdraget. Fossene har mistet noe av sin fordums storhet og miljøet i og ved vassdraget er påvirket av det endrete vannføringsregimet. Hardest rammet ble den storvokste laksestammen i vassdraget, som i tillegg til reguleringene også fikk en rekke andre menneskeskapte problemer å kjempe mot.

I årenes løp er det utført en mengde tiltak for å imøtegå uheldige konsekvenser av reguleringene og av andre miljøendringer. Vassdraget har vært sentralt i en rekke større nasjonale prosjekter, blant annet Terskelprosjektet, Biotopjusteringsprosjektet, Sur-nedbørprosjektet og Kalkingsprosjektet. Aktiviteten i vassdraget er et godt eksempel på et målrettet arbeid der vassdragsregulanter, miljøforvaltning, grunneiere og forskere har samarbeidet til vassdragets beste.

I årenes løp er det blitt publisert en mengde informasjon om Eksingedalsvassdraget. I forbindelse med utarbeidingen av en driftsplan ønsket Miljøvernavdelinga i Hordaland en sammenstilling av FoU i vassdraget med særlig vekt på de nedre, lakseførende deler. I tillegg til at rapporten skulle gis ut som egen rapport, skal den også tas inn som en del av driftsplanen.

Undertegnede takker Miljøvernavdelinga i Hordaland for oppdraget. Videre takkes alle som har bidratt med verdifulle opplysninger og råd ved utarbeidelsen av denne rapport.

Stavanger 27.08.99

Arne Fjellheim

INNHOOLD:

	Side
1 Innledning	4
2 Vassdragsbeskrivelse	4
2.1 Beliggenhet og hydrologi	4
2.2 Geologi	6
2.3 Vannkjemi	7
2.4 Dyre- og planteliv	8
2.4.1 Hvirvelløse dyr	8
2.4.2 Fisk	8
2.4.3 Fugleliv	9
2.4.4 Planteliv	10
2.5 Menneskelig aktivitet i Eksingedalen	10
2.5.1 Arealbruk og bosetting	10
2.5.2 Forurensingssituasjonen	10
2.6 Reguleringer i Eksingedalsvassdraget	12
2.6.1 Evanger Kraftverk	12
2.6.2 Myster Kraftverk	14
2.6.3 Terskelbygging	15
3 Naturfaglig forskning i Eksingedalsvassdraget	16
3.1 FoU i Eksingedalsvassdragets øvre del	16
3.1.1 Undersøkelser i forbindelse med reguleringen av Evanger Kraftverk	16
3.1.2 Terskelprosjektet	16
3.1.3 Biotopjusteringsprogrammet	17
3.2 FoU i Eksingedalsvassdragets nedre del	18
3.2.1 Studier av hvirvelløse dyr i Ekso ved Eikemo	18
3.2.2 Myster Kraftverk – Forundersøkelsene	18
3.2.3 Fiskerisakkyndig skjønn – Myster Kraftverk	19
3.2.4 Forsøk med kultiveringstiltak ovenfor anadrom strekning	20
3.2.5 Homing-prosjektet	21
3.2.6 Statlig program for forurensingsovervåking	22
3.3 Kalkingsplanen	24
3.3.1 Etablering av kalkingsanlegget i Ekso	25
3.3.2 Overvåking av kalkingsprosjektet i Eksingedalsvassdraget	25
3.3.2.1 Kalkingsstrategi	25
3.3.2.2 Kalking i 1998	26
3.3.2.3 Hydrologi 1998	26
3.3.2.4 Stasjonsoversikt	27
3.3.2.5 Vannkvaliteten i 1998	28
3.3.2.6 Vannvegetasjon	29
3.3.2.7 Begroingsstudier	30
3.3.2.8 Hvirvelløse dyr	31
3.3.2.9 Fisk	31
3.3.2.10 Vannkjemisk og biologisk kontroll av Ekso våren 1997	34
3.4 Sammenstilling av fiskedata fra lakseførende strekning 1980 – 1998	35
3.4.1 Kommentar til de enkelte år	37

3.5 Forslag til tiltak for å styrke bestanden av anadrom fisk i Ekso	38
3.5.1 Ungfiskutsettinger	38
3.5.2 Utsettinger av laksesmolt	39
3.5.3 Biotopjusterende tiltak	39
3.5.4 Justering av kraftstasjonens manøvreringsreglement	39
3.5.5 Kalking av Mysterelv	40
3.5.6 Øking av oppvekstarealet ovenfor anadrom strekning	40
4 Referanser (som ikke er gitt i kapittel 5)	42
5 Kronologisk oversikt over referanser fra Eksingedalsvassdraget	44

1 INNLEDNING

Eksingedalsvassdraget er et av de vassdrag i landet der det er utført flest naturvitenskapelige studier. De første undersøkelsene hadde utgangspunkt i utbyggingen av Evanger Kraftverk, på slutten av 1960-tallet. Senere ble det gjennomført en rekke større forskningsprosjekter, hovedsakelig i regi av NVE. På 1960 og 1970-tallet var studiene hovedsakelig lokalisert til de øvre delene av vassdraget.

Fra midten av 1980-tallet er det også gjennomført en rekke naturvitenskapelige undersøkelser i vassdragets nedre del. Disse studiene startet med utbyggingen av Myster kraftverk. Senere ble det lagt hovedvekt på en laksebestand som var nær utryddelse på grunn av reguleringer og surt vann, og hvilke tiltak som burde gjøres for å redde denne bestanden.

I brev av 26.11.97 fikk Laboratorium for ferskvannsökologi og innlandsfiske, Universitetet i Bergen (LFI), oppdrag av Miljøvernavdelinga ved Fylkesmannen i Hordaland om å utarbeide en oversikt over de rapporter, utredninger etc. som var gjort i vassdraget. Hensikten var at dette skulle inngå som en litteraturliste i forbindelse med en driftsplan som utarbeides for vassdraget. Selve driftsplanen utarbeides av Ekso elveeigarlag og Vaksdal kommune.

Datasammenstillingen skal i første rekke ta utgangspunkt i den nedre delen av vassdraget, med laks og sjøaure som sentrale element. Oversikten skal gi et sammendrag av hver naturfaglig utredning som er gjort i denne delen av vassdraget

Oppdragsgiver ønsket også synspunkter på hvordan bestandene av anadrom laksefisk kunne styrkes innen vassdraget.

Som et tilleggsoppdrag fikk LFI oppdrag å utarbeide en oversikt over all FoU som er utført i Eksingedalsvassdraget. Denne litteraturoversikten er gitt i kapittel 5 i denne rapport. Referanser som ikke omfattes av denne listen er gitt i kapittel 4.

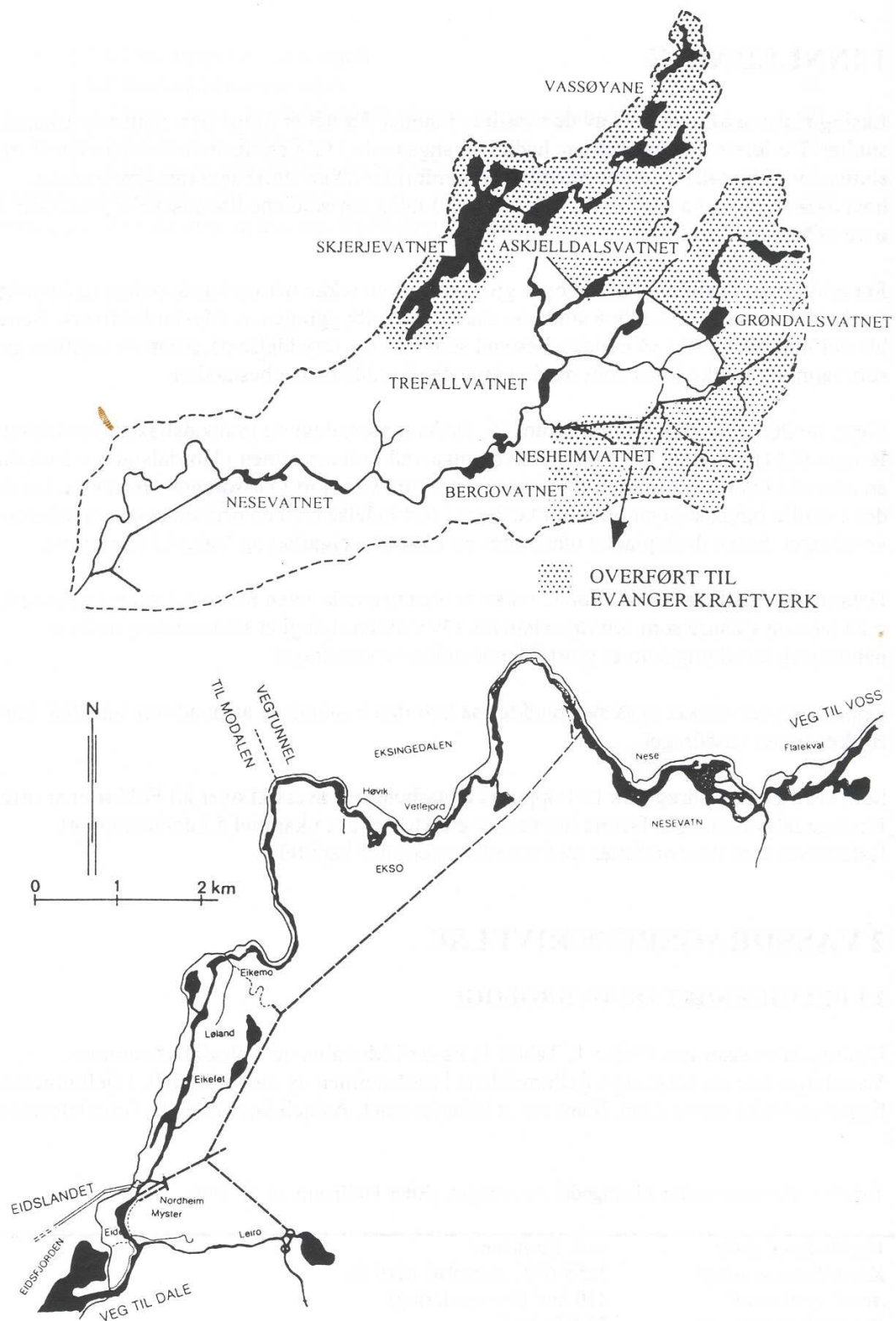
2 VASSDRAGSBESKRIVELSE

2.1 BELIGGENHET OG HYDROLOGI

Eksingedalsvassdraget (Figur 1, Tabell 1) ligger i Modalen og Vaksdal kommuner. Vassdraget har sitt utspring i fjellområdene i Stølsheimen og mot Vikafjell. I fjellområdene ligger en rekke større vann, blant annet Skjerjevatnet, Askjeldalsvatnet og Grøndalsvatnet.

Tabell 1. Primærdata for Eksingedalsvassdraget. (Etter Fjellheim m. fl. 1998).

<i>Vassdragsnr, fylke:</i>	063, Hordaland
<i>Kartreferanse, utløp:</i>	3255-6737, kartblad 1216 III
<i>Areal, nedbørfelt:</i>	410 km ² (før regulering)
<i>Spesifikk avrenning:</i>	82.8 l/s km ²
<i>Middelvannføring:</i>	34.2 m ³ /s (før regulering)
<i>Regulering:</i>	ca. 160 km ² overført til Vosso. Regulering i nedre del
<i>Lakseførende strekning:</i>	ca. 4 km (til Raudfoss)
<i>Kalking:</i>	Dosering ved Langehølen (regulert strekning) fra 15. april 1997



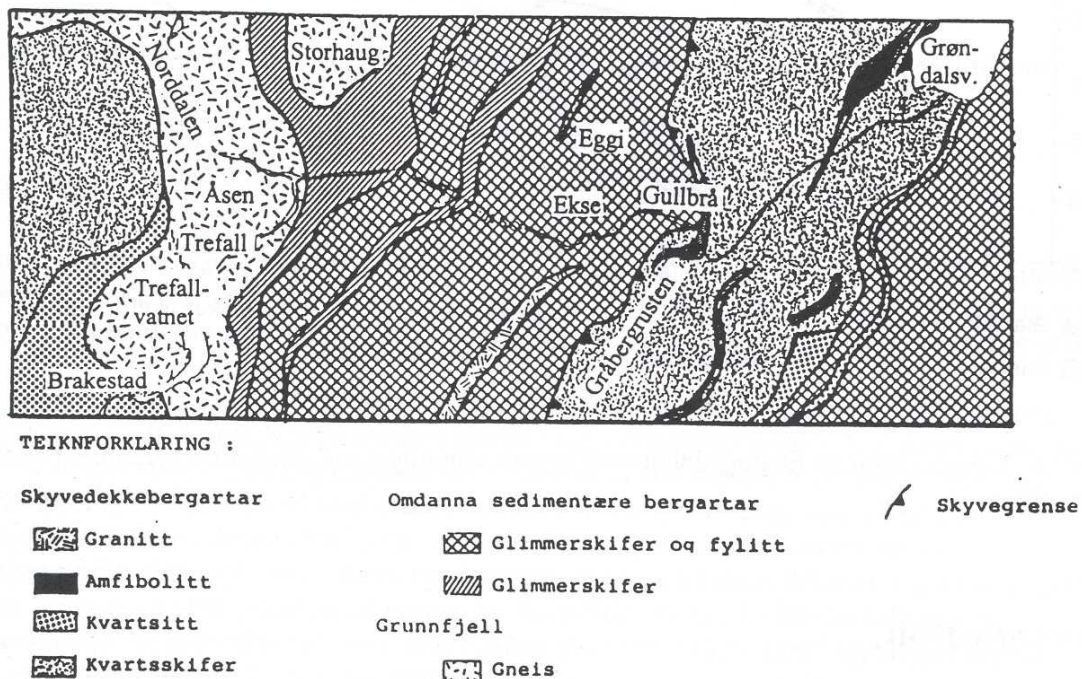
Figur 1. A). Kart over Eksingedalsvassdragets nedslagsfelt. Stiplet areal er overført til Evanger kraftverk i Vossovassdraget. B). Skisse av den nedre delen av vassdraget med Myster kraftverk. Nærmere forklaring av reguleringene er gitt i kap. 2.6.1 og 2.6.2.

Fra Grøndalsvatnet drenerer vassdraget ned i Eksingedalen. Hovedstrengen av vassdraget kalles Ekso. Til denne drenerer en rekke sidevassdrag, hvorav Nordalselva fra Askjelldalsvatnet er den største. Nordalselva er regulert og overført til Evanger kraftverk. I dalbunnen ligger flere vatn: Trefallvatnet, Nesheimvatnet, Bergovatnet og Nesevatnet.

Store deler av dalbunnen er nyttet til jordbruksformål. Vassdraget er således resipient for tilrenning fra betydelige jordbruksarealer og fra en spredt bosetting langs vassdraget (Hellen & Johnsen 1997).

2.2 GEOLOGI

Opplysningene om geologiske forhold i Eksingedalen er i stor grad hentet fra Rye (1989). Landskapet i Eksingedalen er preget av den Kaledonske jordskorpebevegelse for ca. 400 mill. år siden. I nedslagsfeltet finner vi både grunnfjellsbergarter, skyvedekkebergarter og metamorfe bergarter. I nedre delen av Eksingedalen fins det mye granittiske bergarter, mens det øvre området fra Trefallvatnet til Grøndalsvatnet, har en variert berggrunn fra steril kvartsskifer til kalkrike fyllitter og glimmerskifer (Figur 2).



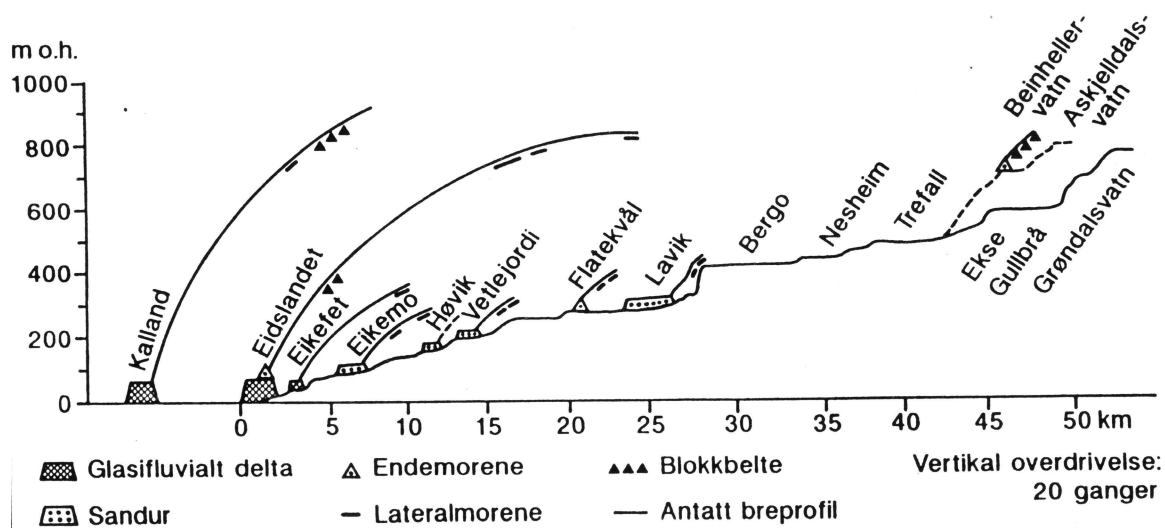
Figur 2. Berggrunnsgeologisk kart over øvre del av Eksingedalen (etter Rye 1989).

Også kvartærperioden, med sine istider, har satt preg på Eksingedalen. I lengderetningen er det vanlig med et u-format tverrsnitt med terskler og trau (bassenger). De mange tersklene gir dalen en trappetrinnpreget karakter. I de smalere partier finner vi gjel. Mange av sidedalene er hengende i forhold til hoveddalen.

Jordartene er særlig bestemt av forholdene under avsmeltingsfasen fra siste istid. Da isfronten smeltet tilbake til Eidslandet for ca. 9500 år siden, ble et stort breelv-delta bygget opp i havet ved brefronten. På denne tid stod havet ved Eidslandet høyere enn i dag. Dette kan sees ved at deler av deltaet ligger igjen i landskapet som terrasser (erosjonsrester).

Ved Eidslandet ligger den høyeste terrassen 64 m o.h., og i Myster 65 m o.h. Dette høydenivået representerer således den marine grense i området. Vi finner også spor av senere terrasser, 44 – 55 m o.h. ved Eikefet.

Under den videre avsmeltingen, som skjedde over marin grense finner vi enkelte steder betydelige grusavsetninger. Disse er avsatt som dalfyllinger av breelvmateriale (sandurer) og fins blant annet i relativt flate partier på Lavik, Vettlejord, Høvik og Eikemo. Mangel på slike avsetninger videre oppover fra Lavik (Figur 3) kan tyde på en relativt rask tilbakesmelting i siste del av istida.



Figur 3. Lengdeprofil av Eksingedalen med israndavsetninger og rekonstruerte dalbreer (etter Rye 1989).

2.3 VANNKJEMI

Ekso har, siden 1980, vært overvåket vannkjemisk i forbindelse med Statlig Program for Forurensingsovervåking. Data fra dette prosjektet er gitt i årlige rapporter i regi av Statens forurensingstilsyn (SFT). Eksingedalsvassdraget har næringsfattig (oligotroft) vann med lav ledningsevne og lavt innhold av salter. Vannkjemien er for øvrig preget av bufferevnen i de enkelte delfelter. På grunn av store variasjoner i berggrunnsgeologien i nedslagsfeltet (se kapittel 2.2) er delfeltene evne til å bufre surt vann variable. Dette har, sammen med reguleringene, ført til forsuringsproblemer.

2.4 DYRE- OG PLANTELIV

2.4.1 Hvirvelløse dyr

I det følgende omtales dyr som lever i eller er knyttet til vann. Eksingedalsvassdraget er et av de best undersøkte vassdragene i Norge, og kjennskapet til det akvatiske liv i elva, spesielt de hvirvelløse dyr, er stor. Som et eksempel kan nevnes at det i et terskelområde ved Ekse ble registrert i alt 143 fjærmyggarter (Halvorsen m. fl. 1982, Schnell 1988). Av disse var seks arter nye for vitenskapen og 24 arter var tidligere ikke registrert i Norden. Ferskvannsfaunaen ved Ekse er, grunnet den store forskningsaktiviteten som har vært i området, spesielt godt kjent, men det er også gjort flere registreringer i andre deler av vassdraget. Det kan blant annet nevnes at Vassøyane har den vestligste bestanden av skjoldkreps (*Lepidurus arcticus*) som er registrert i Norge (Raddum & Fjellheim 1994). For detaljerte opplysninger om hvirvelløse dyr i vassdraget henvises til:

Magasinområdene: Schnell m. fl. 1997, Raddum & Fjellheim 1994.

Eksingedalsvassdraget, øvre del: Andersen m. fl. 1978, Bækken m. fl. 1981, Halvorsen m. fl. 1982, Schnell 1988, Fjellheim m. fl. 1989.

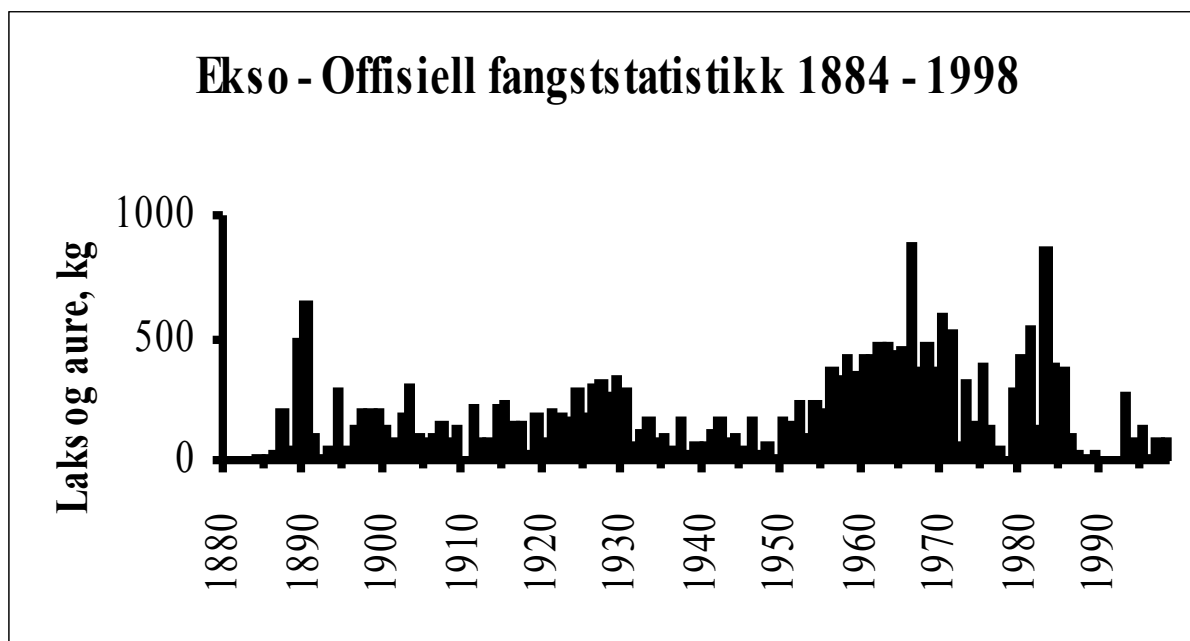
Eksingedalsvassdraget, nedre del: Mossestad 1971, Haaland 1979, Fjellheim & Raddum 1997.

2.4.2 Fisk

Auren er utbredt i nesten hele vassdraget. I den øvre delen danner den stasjonære bestander. Det har pågått studier av aurebestandene ved Ekse i flere ti-år. Disse studiene har gitt ny viten om aurens økologi og virkninger av biotopjusterende tiltak på aurebestander i regulerte elver.

Røya ble innført til vassdraget midt på 1950-tallet ved at det ble satt ut fisk i Skjerjevatnet (Fjellheim m. fl. 1990). Senere har den spredd seg til Askjelldalsvatnet. Her danner den, på grunn av den store reguleringshøyden, en bestand med lavt reproduksjonspotensiale. Rekrutteringen skjer hovedsakelig fra elva mellom Skjerjevatnet og Askjelldalsvatnet (Skjerjo). Kulper i denne elva har en tett bestand av røye som har vandret inn via tappetunnelen i Skjerjevatnet. Røya kan teoretisk spre seg til andre deler av vassdraget, enten over demningen eller gjennom takrennen fra Askjelldalsvatnet. Vi har fra tidligere et eksempel på en individmerket aure som vandret gjennom 11 km tunnel og hoppet opp av takrenna og ut i elva i Torvedalen, sørøst for Ekse.

I den anadrome delen av vassdraget finner vi aure, laks og ål. Laksebestanden i Ekso var tidligere kjent for å være blant landets mest storvokste, og elva var en særdeles attraktiv fiskeelv. For nærmere detaljer om fisket i Ekso henvises til Wiers (1998). Den offisielle fangststatistikken for laks og sjøaure (Figur 4) viser en økning i innmeldt oppfisket kvantum fra midten av 1950-tallet. Det var gode fangster av laks til midt på 1980-tallet. Etter dette tidspunkt avtar fangstene. I 1991 ble bestanden av villaks i Ekso fredet, og det har bare vært lovlig å fiske oppdrettslaks og sjøaure. Villaksbestanden er i dag svært redusert, og er nå karakterisert som utryddingstruet. Laksen er nærmere omtalt i kapittel 3.4.



Figur 4. Oversikt over innmeldte fangster av laks og sjøaure. Kilder: Statistisk sentralbyrå, Direktoratet for naturforvaltning, A. Kambestad pers.komm.

For nærmere opplysninger om fisken i vassdraget henvises til:

Magasinområdene: Nordland 1981, Fjellheim m. fl. 1990, Fjellheim & Raddum 1994, Hellen 1995, Wiers 1996.

Eksingedalsvassdraget, øvre del: Larsen, 1977, Evensen, 1982, Andersen 1983, Hagala 1983, Karlsen 1988, Fjellheim & Raddum 1996.

Eksingedalsvassdraget, nedre del: Raddum & Fjellheim 1984, 1995, Fjellheim m. fl. 1998.

2.4.3 Fugleliv

I regi av Terskelprosjektet og Biotopjusteringsprosjektet er det foretatt flere undersøkelser av fuglefaunaen i Eksingedalsvassdraget. Disse studiene har stort sett vært sentrert om artsmangfold i elvenære lokaliteter og terskelbassenger, men det er også gjort en økologisk studie (Otto 1979). Den første ornitologiske undersøkelsen i vassdraget ble gjort av Råd og Jacobsen (1976). De legger fram en liste på 43 fuglearter observert i og ved terskelbassenger i området Eikemo – Ekse. Listen over observerte arter er senere utvidet av Andersen (1976).

I 1988 foretok Håland & Ugelvik (1989) en oppfølgende studie av fuglepopulasjonene langs elva og fant at det hadde skjedd store kvantitative endringer i de årene terskelbassengene hadde eksistert.

2.4.4 Planteliv

Fredriksen (1978) beskriver vegetasjonen i øvre del av Eksingedalen i forbindelse med en hovedfagsoppgave under Terskelprosjektet. Dette studiet er hovedsakelig av plantesosiologisk karakter, og omfatter både landlevende planter og vannlevende planter. I et ekstrakt av dette studiet gir Fredriksen (1980) en oversikt over vann- og kantvegetasjonen i området Grøndalsvatnet – Ekse.

De botaniske studier i vassdraget ble i 1990 gjenopptatt av NIVA (Brandrud m. fl. 1992). Dette studiet ble sentrert omkring vegetasjonsutviklingen i terskelbassengene og var en del av en landsomfattende undersøkelse. Den geografiske lokaliseringen av studieområdet var større enn i Fredriksens arbeider, og omfattet nesten hele strekningen fra Ekse og ned til sjøen. I forbindelse med senere overvåkingsvirksomhet er deler av de undersøkte lokalitetene undersøkt flere ganger, og vegetasjonsutviklingen er nærmere kommentert i kapittel 3.3.2.7.

2.5 MENNESKELIG AKTIVITET I EKSINGEDALEN

Nedenforstående oversikt, som omtaler bosettingsforhold, arealbruk og forurensingssituasjonen i Eksingedalen er gitt av Hellen & Johnsen (1997).

2.5.1 Arealbruk og bosetting

Det aller meste av nedslagsfeltene i Eksingedalsvassdraget utgjøres av skrinne høyfjellsområder. De dyrkede arealer utgjør 2% av totalarealet (Tabell 2).

I Eksingedalen var det pr. november 1996 100 husstander, hovedsakelig knyttet til landbruk (Tabell 3). Det var i 1996 i overkant av 120 hytter jevnt fordelt nedover langs vassdraget (Tabell 4).

Det meste av bosettingen er knyttet til landbruk, med husdyrhold som et sentralt element. Landbruket i Eksingedalen er godt organisert og miljøet er aktivt. Tabellene 5 og 6 gir en oversikt over landbruksaktiviteten i Eksingedalen.

2.5.2 Forurensingssituasjonen

Eksingedalselva er relativt grundig overvåket med hensyn på forurensingssituasjonen. For nærmere detaljer om dette henvises til omtale i denne rapport og til de årlige SFT-rapporter som er utgitt i forbindelse med det nasjonale overvåkingsprogrammet for langtransportert forurenset luft og nedbør (SFT 1981-1997).

Vassdraget ble kartlagt med hensyn til forurensinger i 1995 (Hellen & Johnsen 1997). Denne undersøkelsen, som også omfatter organiske forurensinger, gir følgende konklusjoner:

Store deler av områdene langs Ekso er benyttet til jordbruksformål. Vassdraget er således resipient for tilrenning fra betydelige jordbruksarealer og en ikke uvesentlig bosetting langs vassdraget. Det er ikke bygget kommunale renseanlegg for å håndtere husholdningskloakk i

Tabell 2. Estimert arealbruk i nedslagsfeltet til Eksingedalsvassdraget Etter Hellen & Johnsen (1997). Alle tall er i km².

Sone	Totalareal	Fulldyrket jord	Innsjøer	Annet (fjell, myr)
Gullbrå	43	1,0	0,01	41,99
Ekse	42	0,3	0,20	41,5
Trefall	25	1,0	0,10	23,9
Bergo	18	0,3	0,05	17,65
Lavik	72	1,0	0,05	70,95
Nese	28	1,0	0,05	26,95
Eidslandet	62	1,5	0,10	60,4
Totalt	290	6,1	0,56	283,34

Tabell 3. Kloakkeringsforhold og antall husstader i nedslagsfeltet til Eksingedalsvassdraget pr. november 1996. Etter Hellen & Johnsen (1997).

Sone	Antall husstader	Antall personer	Slamavskiller og infiltrasjon
Gullbrå	10	35	10
Ekse	2	7	2
Trefall	6	21	6
Bergo	5	17	3
Lavik	23	81	22
Nese	15	52	14
Eidslandet	39	137	25
Totalt	100	350	82

Tabell 4. Antall hytter og deres vann- og kloakkeringsforhold i nedslagsfeltet til Eksingedalsvassdraget pr. november 1996. Etter Hellen & Johnsen (1997).

Sone	Hytter med innlagt vann og slamavskiller	Hytter uten innlagt vann og med direkte utslipp
Gullbrå	2	12
Ekse	1	19
Trefall	2	18
Bergo	-	6
Lavik	-	30
Nese	-	16
Eidslandet	-	15
Totalt	5	116

Tabell 5. Antall gårdsbruk, melkerom og gjødselkjellere i nedslagsfeltet til Eksingedalsvassdraget pr. 01.01.96. Etter Hellen & Johnsen (1997).

Sone	Antall gårdsbruk	Antall melkerom	Antall gjødselkjellere	Samlet silovolum m ³
Gullbrå	6	2	7	550
Ekse	1	1	1	300
Trefall	5	5	5	1250
Bergo	2	-	2	350
Lavik	9	3	9	1500
Nese	6	4	6	1100
Eidslandet	8	3	11	1000
Totalt	37	18	41	6050

Tabell 6. Husdyrhold i nedslagsfeltet til Eksingedalsvassdraget pr. 01.01.96. Etter Hellen & Johnsen (1997).

Sone	Hester	Melkekyr	Ungdyr storfe	Vinterforete sauer	Verpehøner	Geiter
Gullbrå	2	-	6	306	15	212
Ekse	1	8	13	-	-	-
Trefall	-	57	88	68	-	-
Bergo	1	-	-	235	-	1
Lavik	-	29	70	471	-	1
Nese	-	47	68	119	6	-
Eidslandet	-	27	73	307	2037	-
Totalt	4	168	318	1506	2058	214

Eksingedalen. De fleste avløp er basert på enkle anlegg med slamavskillere og sandfiltreringsgrøfter. Langs hele vassdraget er det spredt hyttebebyggelse.

Vassdragsreguleringer har ført bort noe av det best bufrede vannet i vassdraget. Dette medfører at hovedelva i de sterkest regulerte deler er preget av de noe surere tilførselene fra lokale sideelver. Dette gjelder spesielt strekningen mellom Nesevatnet og Myster kraftverk.

Eksingedalsvassdraget er relativt næringsfattig, og for næringsstoffet nitrogen klassifiserer Hellen & Johnsen (1997) samtlige målesteder til beste tilstandsklasse bortsett fra Ekso ved Eidslandet (Tabell 7).

Tabell 7. Tilstanden i Eksingedalsvassdraget sommeren 1995 klassifisert i henhold til SFT's vannkvalitetssystem for ferskvann: I=god, II=mindre god, III=nokså dårlig, IV=dårlig, V=meget dårlig (etter Hellen & Johnsen 1997).

Sted	Nitrogen	Fosfor	Tarmbakterier	Samlet
Ekse før Gullbrå	I	I	III	II
Ekso ved terskelbasseng (Ekse)	I	II	IV	III
Trefallvatnet	I	I	III	II
Nesheimvatnet	I	III	III	III
Bergovatnet	I	II	II	II
Lavikvatnet	I	II	III	II
Nesevatnet	I	I	IV	II
Ekso ved Eidslandet	II	I	II	II

Innholdet av næringsstoffet fosfor gjenspeiler i stor grad tilførsel av gjødsel fra mennesker eller dyr. I Ekso skjer det en viss tilførsel på strekningen Gullbrå – Ekse, men den største lokale kilden for fosfor finnes ved Nesheim.

Vassdraget hadde ved undersøkelsen i 1995 høyt innhold av tarmbakterier på noen av strekningene. Kildene var gjødselspredning og beitende dyr. Verst var tilstanden på Ekse og ved Nesevatnet. Hellen & Johnsen (1997) konkluderer, på bakgrunn av de høye innholdet av tarmbakterier, at vassdraget er lite egnet som drikkevannskilde.

2.6 REGULERINGER I EKSINGEDALSVASSDRAGET

Reguleringen av Eksingedalsvassdraget er i all vesentlighet foretatt i to trinn: Evanger kraftverk og Myster kraftverk.

2.6.1 Evanger Kraftverk

Konsesjon for bygging av Evanger kraftverk, som er lokalisert ved Evangervatnet i Vossovassdraget, ble gitt i 1966. Reguleringen ble utført i årene 1969 – 1986 (Tabell 8). I nedslagsfeltet til kraftverket inngår høyereliggende felter i Modalen, Eksingedalen og Teigdalen. Grøndalsvatnet fungerer som inntaksmagasin for kraftstasjonen.

I alt 153,6 km² av Eksingedalsvassdragets øvre felter er regulert og overført til Evanger kraftstasjon (Figur 1). Grøndalselva (31,5 km²) tas inn ved inntak i Grøndalsvatnet og Norddalselva (81,2 km²) inn ved inntak i Askjelldalsvatnet og i Kvanndalsvatnet. I tillegg er

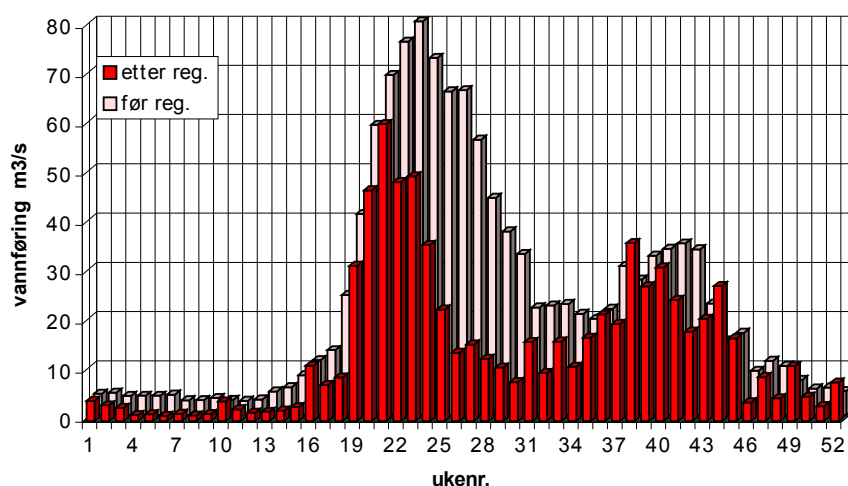
det bekkeinntak i en rekke mindre sidegreiner: Loneelven (8,1 km²), Sødalen (6,8 km²), Kvitanoselv (11,7 km²), Torvedalen (9,9 km²) og Eitro (4,4 km²). Flere av de store magasinene øverst i vassdraget er til dels kraftig regulert: Grøndalsvatn 43 m, Kvandalsvatnet 11 m, Askjelldalsvatnet 55 m og Skjerjevatnet 20 m.

Tabell 8. En historisk oversikt over reguleringer i Evanger kraftverks nedslagsfelt. Lokalteter i Eksingedalen i kursiv (etter Christensen 1989 og Kaste m. fl. 1996).

År:	Aktivitet:
1963:	Forberedende arbeider startes opp
1966:	Konsesjon for utbygging blir gitt
1969:	Aggregat I i drift. Overføringer av felter i Vossovassdraget.
1971:	Regulering av Piksvatn og Volavatn samt overføring av Harkavatn; alle i Vossovassdraget.
1972:	<i>Overføringer fra Eksingedalsvassdraget, f.o.m. Ekse-Torvedalen t.o.m. Grøndalsvatnet. Regulering av Grøndalsvatnet.</i>
1973:	Aggregat II i drift. <i>Overføring av Eksingedalsvassdraget f.o.m. Eitro t.o.m. Askjelldalsvatnet.</i>
1974:	<i>Regulering av Askjelldalsvatnet.</i>
1975:	Overføring av Holskardvatnet i Modalsvassdraget.
1977:	Aggregat III i drift.
1984:	Overføring av Sødalsvatnet og Kvangrøvatnet i Modalsvassdraget. <i>Regulering av Skjerjevatnet og Holskardvatnet.</i>
1986:	<i>Regulering av Vassøyane.</i>

Før regulering hadde Eksingedalselva en midlere vannføring på 23,8 m³ s⁻¹, med store variasjoner over året. Vårflommen varte fra ca. 1 mai til 15. juli (Figur 5). Vannføringen gir et klassisk bilde for vestlandsvassdrag med dalende vannføring om sommeren og høy middelvannføring om høsten, grunnet økende nedbøraktivitet.

Ekso, middelvannføring (50%) før og etter regulering



Figur. 5. Middelvannføring ved Nese før (1913 - 1962) og etter (1976 – 1986) reguleringene (etter Brandrud m. fl. 1992).

Reguleringen har medført store reduksjoner i vannføring (Tvede 1989, Brandrud m.fl. 1992):

- Målt ved innløp Nesevatnet har vårflommens topp blitt redusert med ca 35 % etter ferdig utbygging.
- Flomtoppen kommer ca to uker tidligere etter utbygging, og varigheten av vårflommen er redusert med omtrent en måned sammenlignet med uregulert tilstand.
- Høstvannføringen er lite redusert. Dette kan dels skyldes overløp fra fulle magasiner om høsten og dels at nedbøren i denne perioden akkumuleres som snø i fjellet.
- Vintervannføringen er redusert til ca. $1 - 1,5 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$, omtrent halvparten av tilstanden før utbygging.

Det er ikke pålagt minstevannføring for strekningen ovenfor Nesevatnet.

2.6.2 Myster Kraftverk

Myster Kraftverk (Figur 1) ble satt i drift i 1987. Denne reguleringen omfatter et mindre magasin, Nesevatnet, som er oppdemt mellom kotene 255 og 257,25. Fra Nesevatnet blir vannet ledet til Myster kraftverk som har utløp ved Eidslandet, i den anadrome delen av vassdraget. Fallhøyden er 249 m. Et felt på 16 km^2 i øvre del av Leiroelva er ledet inn på tilløpstunnelen til kraftverket.

Grunnet den begrensede magasinkapasiteten kan Myster kraftverk karakteriseres å være et elvekraftverk. Driften medfører hyppige fluktuasjoner i Nesevatnet. Dette blir særlig merkbart i vatnets øvre ende, som er svært grunt.

Følgende minstevannføringer er gitt, målt ved Langehølen ca. 5 km nedenfor Nesevatnet:

- I tidsrommet 15. mai til 15. oktober: $2,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$
- I tidsrommet 16. oktober – 14 mai: $1,0 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$

Restfeltet mellom demningen ved Nesevatnet og målepunktet ved Langhølen er 22 km^2 og gir et gjennomsnittlig tilsig på $1,7 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. Det slippes derfor ikke vann forbi demningen i Nesevatnet mer enn ca. 40 dager i et normalår (Kaste m. fl. 1996). Eksingedalselva kan derfor være praktisk talt tørr like nedenfor demningen ved Nese i store deler av året. Manøvreringen av Myster kraftverk er for øvrig vist i Tabell 9.

Tabell 9. Manøvrering av Myster kraftverk.

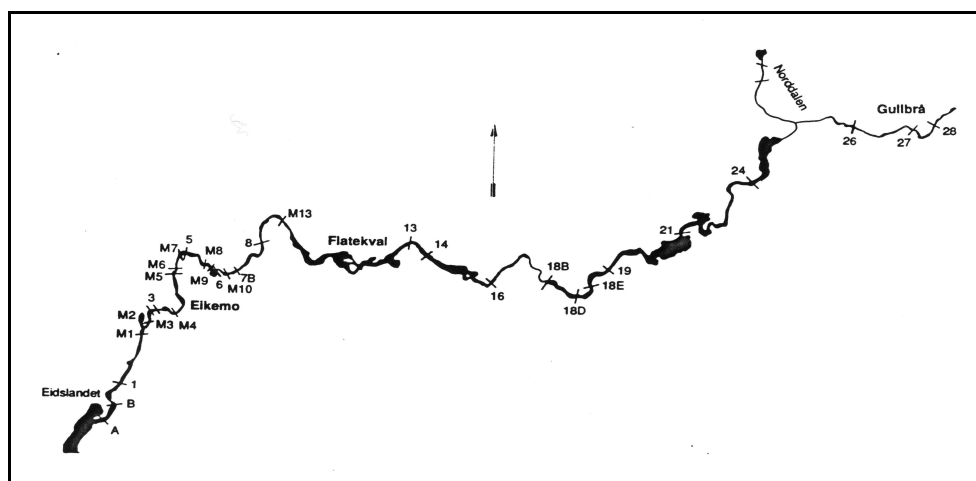
Tilsig $\text{m}^3 \text{ s}^{-1}$	Manøvrering
> 50	Kraftstasjonen går for fullt
15-50	Driften varieres tilsvarende, slik at vannstanden i Nesevatn holdes best mulig konstant rundt kote 256,55
< 15	Vann samles opp og stasjonen vil gå i kortere perioder på dagtid

2.6.3 Terskelbygging

Reguleringen av vassdraget har medført at vannføringen i perioder er sterkt redusert. For å bøte på de negative konsekvenser av dette er det fremmet pålegg om bygging av en rekke terskler på strekningen Gullbrå – Eidslandet (Figur 6, Tabell 10). Terskelbygging i vassdraget ble på nytt aktualisert med reguleringsstillatelsen for Myster kraftverk, gitt i 1983. Dette resulterte i et pålegg om å etablere 11 nye terskler på strekningen Nesevatnet og til sjøen.

Tabell 10. Oversikt over etablerte terskler i Eksingedalselva (etter Brandrud m.fl. 1992). Terskler merket M er bygget i forbindelse med Mysterutbyggingen.

Nr.	Navn	Konstruksjon	Byggeår
27	Gullbrå/Bruhølen	Betong	1972
27	Gullbrå/Fosseskaret	Betong	1973
26	Nedre Ekse	Løsmasse	1973
24	Trefallvatn	Løsmasse	1979
21	Bergofossen/Nesheimvatn	Betong	1973
19	Storestraumen	Løsmasse	1974
18E	Fosse/Binningebø	Løsmasse	1974
18D	Slåbakskjæret	Løsmasse	1974
18B	Storeglupen	Betong	1973
16	Lavikhølen	Løsmasse	1974
14	Øyane/Lavikvatnet	Løsmasse	1975
13	Svartevatn/Osa bro	Løsmasse	1975
M13	Nesevatn/Florfoss	Betong	?
8	Vetlejordhølen	Betong	1974
7B	Stavlifoss	Naturlig	1974
M10	Hestebotn	Betong	?
6	Asphølen	Løsmasse	1975
M9	Vetleholmen	Løsmasse	?
M8	Pøylefoss	Betong	?
5	Langhølen	Løsmasse	1974
M7	Måledam (Skrebekk)	Betong	?
M6	Setsteinelv	Betong	?
M5	Rekjavika	Betong	?
M4	Svarthølen	Løsmasse	?
3	Storaskjær/Eikemo	Løsmasse	1974
M3	Eikemo bru	Løsmasse	?
M2	Sikje	Løsmasse/Betong	?

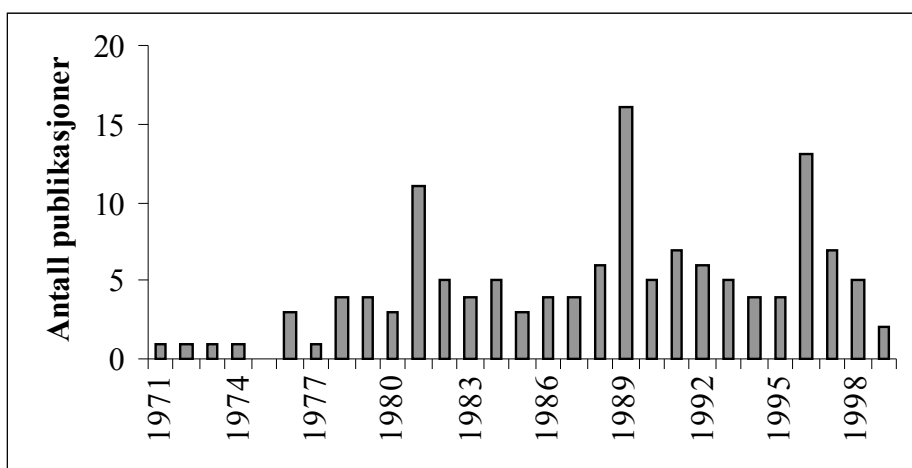


Figur 6. Terskler i Eksingedalselva. Tallene refererer til Tabell 10 (Brandrud m. fl. 1989).

3 NATURFAGLIG FORSKNING I EKSINGEDALSVASSDRAGET

Eksingedalsvassdraget er, som tidligere nevnt, et av de norske vassdrag hvor det har vært gjennomført flest naturvitenskapelige undersøkelser. Pr. august 1999 er det registrert 135 publikasjoner fra vassdraget. Hovedaktør i de naturvitenskapelige undersøkelsene i Eksingedalen har vært Universitetet i Bergen, men også andre institusjoner har deltatt. Dersom vi benytter antall registrerte publikasjoner fra vassdraget som mål på forskningsaktiviteten i de siste tiår (Figur 7) ser vi at det framkommer tre topper i publiseringsaktiviteten. Disse tre toppene markerer tre ulike perioder i forskningsaktiviteten i Eksingedalen: Terskelprosjektet, Biotopjusteringsprosjektet og forskningsaktivitet i forbindelse med overvåking og kalking i vassdragets nedre, laks- og sjøaureførende del.

Figur 7. Antall naturvitenskapelige publikasjoner som er skrevet om Eksingedalsvassdraget.



Denne rapport skal først og fremst sette fokus på de utredninger som er gjort i den nedre delen av vassdraget. Det gis også en summarisk omtale av de prosjekter som er utført i den øvre delen av vassdraget. For videre utdyping henvises til de enkelte publikasjoner.

3.1 FoU I EKSINGEDALSVASSDRAGETS ØVRE DEL

3.1.1 Undersøkelser i forbindelse med reguleringen av Evanger Kraftverk.

Det ble foretatt en del naturvitenskapelige studier før Evangerutbyggingen, dels i magasinområdene og dels i Ekso. Felles for disse er at svært lite ble publisert. Den eneste publikasjonen som foreligger er Larsen (1977) som beskriver fiskepopulasjonene i Ekso før reguleringen. Det kan tenkes at noen av de øvrige data som ble innsamlet, herunder data fra de fiskeribiologiske skjønn, ligger i saksdokumenter fra utbyggingsfasen, men så lenge de ikke er publisert er de lite tilgjengelige for almenheten.

3.1.2 Terskelprosjektet

Ordet terskel er et vidt begrep som omfatter både naturlige formasjoner og konstruksjoner som demmer opp vann. Vi kjenner til eksempler på terskelbygging fra lang tid tilbake; eksempelvis i forbindelse med fløtning, forbedring av fiskeplasser og stabilisering av vanntilførsel. Det var imidlertid først på midten av 1960-tallet at det for alvor kom fart på terskelbyggingen i Norge. To av pionerprosjektene vedrørende saksang, planlegging og bygging av terskler ble utført i Hallingdalsvassdraget og i Eksingedalsvassdraget (Sægrov 1989).

I dag inngår bygging av terskler som en naturlig del av de mange miljøforbedrende tiltak som blir satt i verk ved nye reguleringer. I tillegg bygges det terskler i vassdrag med eldre reguleringer. I Norge bygges de fleste tersklene av løsmasser, betong eller tre. Utformingen avhenger av elvesengens størrelse, grunnforhold og hydrofysiske faktorer, såvel som hvilken funksjon terskelen skal ha.

På midten av 1970-tallet var det i Norge bygget ca. 400 terskler i forbindelse med vassdragsreguleringer (Mellquist 1976). Terskelbyggingen representerte store investeringer. Samtidig var mangelen på økologisk kunnskap om terskeldammene følbare. Det ble derfor søkt om midler til å starte et landsomfattende forskningsprosjekt, Terskelprosjektet. Målsettingen med prosjektet var:

- Å klarlegge økologiske endringer som finner sted i rennende vann ved reguleringer og terskelbygging
- På grunnlag av de observasjoner som ble gjort, komme med synspunkter på hvorledes fremtidige tiltak bør være for å styre utviklingen i de regulerte vassdrag i en ønsket retning

Terskelprosjektet ble startet i 1975 og avsluttet i 1980. Et terskelområde ved Ekse i Eksingedalsvassdraget ble valgt som hovedlokalitet i dette prosjektet. Den mest intensive forskningsperioden varte i fem år. Prosjektet i Eksingedalen omfattet studier av mange ulike hydrofysiske og biologiske prosesser og en av hovedhensiktene var å finne sammenhenger mellom de ulike elementene i økosystemet. Et team av forskere og hovedfagsstudenter arbeidet med ulike problemstillinger, der hydrologi, planteliv, bunndyr, fisk, omsetning av organisk materiale og energiflyt gjennom økosystemet var sentrale elementer. Det vil i denne sammenstillingsrapport føre for langt å trekke fram detaljerte resultater fra prosjektet. Mye informasjon kan hentes fra de referanser som er gjengitt i kapittel 5. Terskelprosjektet er oppsummert av Mellquist (1985) og Fjellheim (1993).

3.1.3 Biotopjusteringsprogrammet

Flere av forskningsprosjektene under Terskelprosjektet ble senere videreført gjennom Biotopjusteringsprogrammet, som startet i 1985.

Biotopjusteringsprogrammet var en naturlig oppfølging av Terskelprosjektet. Foruten å anvende den kunnskapen som ble ervervet gjennom Terskelprosjektet, var hensikten:

Gjennom praktiske forsøk å utprøve nye tiltak som kan redusere skader og ulemper ved inngrep i og ved vassdrag. (Eie & Brittain 1990).

Rammene var således bredere i det nye programmet.

I tillegg til å følge utviklingen av bunndyr- og fiskebestandene i Ekso ved Ekse (Fjellheim m. fl. 1987, Andersen & Kleiven 1988, Karlsen 1988, Fjellheim m. fl. 1992), bidro Biotopjusteringsprogrammet til økt forskningsaktivitet i magasinområdene. Blant annet ble det gjort suksessfulle forsøk med å flytte villfisk fra overtallige bestander i elva til magasinområdene (Fjellheim & Raddum 1994). Dette prosjektet ble gjort i samarbeid med grunneierne. I Askjelldalsvatnet er det fra 1984 årlig satt ut 500 – 1000 villfisk fra øvre del av Ekso.

3.2 FOU I VASSDRAGETS NEDRE DEL

3.2.1 Studier av hvirvelløse dyr i Ekso ved Eikemo

I 1967 startet H. Mossestad en studie av drivfaunaen i Ekso ved Eikemo. Med drivfauna menes hvirvelløse dyr som driver med vannmassene i en elv, enten aktivt eller passivt. Drivet er av stor betydning som matkilde for fisk. Denne forskningsoppgaven, en hovedfagsoppgave ved Zoologisk museum, Universitetet i Bergen, var den første naturvitenskapelige studie av dyrelivet i vassdraget (Mossestad 1971, 1972). Hovedproblemstillingene var å studere års- og døgnvariasjonen i drivet av bunndyr spesielt sett i relasjon til vannføringen.

Mossestads oppgave ble senere fulgt opp av Haaland (1979). Hovedhensikten med denne oppgaven var å kartlegge steinfluefaunaen i nedre del av Eksingedalsvassdraget etter reguleringen og, ved hjelp av Mossestads data, sammenligne forholdene før og etter regulering.

Resultatene fra de ovenfornevnte studiene er av akademisk art, og krever en omfattende kjennskap til ulike grupper og arter av dyr i ferskvann. Det kan nevnes at Haaland fant at det absolutte drivet (antall individer som passerer et visst tverrsnitt av elva pr. tidsenhet) var blitt redusert med ca. 20 % på årsbasis. Samtidig var vannføringen betydelig redusert, og tettheten av drivende dyr (antall dyr pr. volumenhet) var blitt større. For nærmere detaljer vedrørende disse to hovedfagsoppgavene henvises til de respektive forfattere.

3.2.2. Myster Kraftverk – Forundersøkelsene

I 1980 startet Raddum & Johnsen en forundersøkelse i forbindelse med det planlagte Myster Kraftverk. Hovedformålet med dette studiet var tosidig: 1). Å gi en beskrivelse av vassdraget før en eventuell bygging av Myster kraftverk. 2: Å vurdere hvilke endringer som ville skje i resipientforhold og fiske etter det planlagte reguleringsinngrep.

I forbindelse med forundersøkelsene ble det gjennomført vannkjemiske analyser fra noen punkter i vassdraget. Vannprøvene ble tatt fem ganger gjennom sesongen fra juni til oktober. De vannkjemiske analysene viste at pH var lav i Leiro, varierende fra 5.0 til 6.1. De øvrige stasjonene, som alle lå i hovedelva, viste relativt god vannkvalitet med pH-verdier stort sett høyere enn 6. Kjemisk sett ble vassdraget karakterisert rent, og det ble ikke konstatert forensingsbelastning i vassdraget.

Hovedkonklusjonene i denne undersøkelsen var som følger (Raddum & Johnsen 1981):

- Både vannkjemi, plante- og dyrelivet viser at vassdraget var lite forurenset.
- Reguleringsplanene medfører liten risiko for uønsket forurensing i hovedelva. Det eneste punktet som kan få periodiske problemer er området nedstrøms Høvik
- I Leiro vil forholdene etter regulering være mer betenkelige, grunnet den lave restvannføringen.

- Fiskebestandene i Nesevatnet vil sannsynligvis bli lite skadd. Det tas imidlertid forbehold om faren for iserosjon etter reguleringen.
- I området Nesevatnet – Høvik vil skaden på aurebestandene være total.
- I området Høvik – Eikemo vil fiskebestandene bli redusert grunnet redusert gyte- og oppvekstareal.
- På den øvre lakseførende strekningen ovenfor kraftstasjonen vil arealet av elva bli så redusert at den totale mengden av laks- og aureunger avtar. Det er risiko for frostskafer på fiskeegg.
- Støtvis drift av kraftstasjonen vil føre til en systematisk utrenskning av fiskeunger ved at de blir stående igjen i vannlommer som tørker ut eller fryser. Kompenserende tiltak i form av fiskeutsettinger har derfor heller ingen hensikt i denne delen av elva. Det eneste tiltaket som kan vurderes er utsetting av utvandringsklar laksesmolt.
- Muligheten for utøvelse av sportsfiske etter laks og sjøaure vil være sterkt redusert på strekningen oppstrøms kraftstasjonen. Den støtvide kjøringen av kraftstasjonen vil redusere fiskemulighetene i nedre del av elva, og fiskesesongen vil derfor bli avkortet.
- De små vannmengdene som blandes inn i elva fra Leiro vil ikke medføre problemer med forsuring av vassdraget.

3.2.3 Fiskerisakkyndig skjønn – Myster Kraftverk

Det fiskerisakkyndige skjønnnet ved utbyggingen av Myster kraftverk ble gitt av Raddum & Fjellheim (1984a, 1984b).

Skjønnsrapporten gir en summarisk beskrivelse av vassdraget slik det var før det aktuelle reguleringsinngrepet, av reguleringsplanen og endringer i vassdragets hydrologi etter reguleringen.

Grunnlagsdata for vannkjemi og fiskebestandene i den anadrome delen av vassdraget er hentet fra Raddum & Johnsen (1981). Som en tilleggsundersøkelse ble det utført prøvefiske i Nesevatnet med not og ved el-fiske på innløpet om høsten.

Hovedkonklusjonene i det fiskeribiologiske skjønnnet er gitt av Raddum & Fjellheim (1984):

- Temperaturforholdene i elva vil ikke endres i slik grad at de får noen betydning for fisken og fisket. Skjønnsrapporten opprettholder konklusjonen fra Raddum & Johnsen (1981): Det vil, ved dagens vannkjemiske situasjon, ikke være fare for forsuring av Ekso etter regulering.

- Utøvelsen av fiske på strekningen nedstrøms kraftverket vil bli noe avkortet grunnet periodisk kjøring av kraftstasjonen. Fisk må hindres i å svømme inn i kraftstasjonen.
- På strekningen kraftstasjonen – Raudfoss vil mulighetene for sportsfiske neppe være mulig. Lav vannføring vil også redusere oppvekstmulighetene og dermed produksjonspotensialet.
- Muligheten for utøvelse av sportsfiske etter sjøaure i Leiro vil være 100 % skadet.
- Nedenfor kraftstasjonen vil støtvis drift sannsynligvis være enda vanskeligere for lakseungene. Dette vanskeliggjør kultiveringstiltak ved bruk av settefisk. Det beste vil sannsynligvis være utsetting av utvandringssklar laksesmolt om våren. Skjønnsrapporten peker derimot på en annen mulighet: Utsetting av lakseyngel ovenfor den anadrome delen av vassdraget. På grunn av den lave vannføringen bør slike utsettingstiltak utføres nær terskelbassenger, som kan være refuger i perioder med lav vannføring.
- Bestanden av stasjonær aure i Nesevatn kunne karakteriseres småfallen ved undersøkelsen i 1984. Skjønnsrapporten påpeker at gytemulighetene vil være like gode som før og at tettheten av aure derfor ikke ventes å bli mindre. Redusert produksjon av næringsdyr vil imidlertid føre til dårligere vekst og kondisjon hos auren. Uttynning kan være en løsning for å bedre fiskekvaliteten.
- Periodiske tørrlegginger medfører at bestandene av stasjonær aure mellom Nosedammen og Sæterelv vil bli sterkt skadet (Raddum & Fjellheim 1984b). Lenger nede i vassdraget avtar skadeomfanget og i området ved Langhølen, som er sikret minstevannføring, antas 25 % skade på aurebestandene.

3.2.4 Forsøk med kultiveringstiltak ovenfor anadrom strekning

I forbindelse med det fiskeribiologiske skjønnet i forbindelse med Myster kraftverk (Raddum & Fjellheim 1984a) ble det lansert en idé om å benytte strekningen ovenfor Raudfoss som oppveksthabitat for laks. I stedet for å sette ut lakseyngel ble det bestemt å fange stamfisk i Ekso, stryke denne og å plante befruktede egg direkte i elvebunnen. Dette vil gi en mer naturlig oppvekst for lakseungene sammenlignet med klekking og startføring i kar.

Et område ved Eikemo ble valgt som forsøksareal. Forsøk ble startet opp i 1990, da til sammen 30500 egg fra fire laksehunner ble gravd ned i perforerte kurver i substratet. Stamfisken var veterinærkontrollert og eggene ble behandlet med desinfeksjonsmidler før utlegging. For nærmere beskrivelse av metodikken henvises til Raddum & Fjellheim (1992, 1995).

Forsøket ble innledningsvis en suksess:

- Overlevelsen av egg lagt ut i 1991 og 1992 fram til påfølgende vår (april) varierte mellom 70 og 90%.

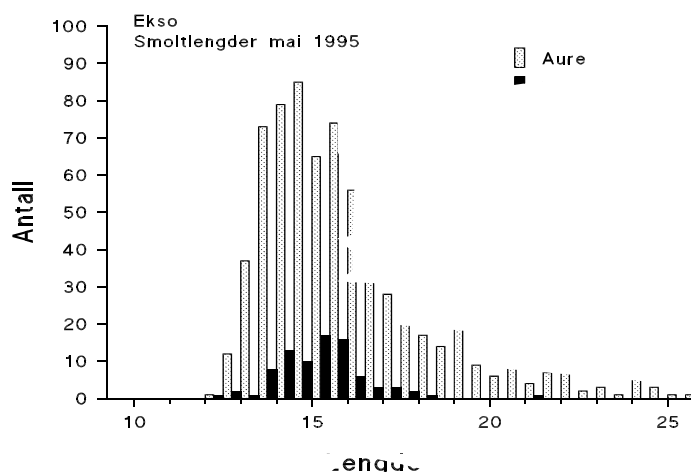
- Lakseungene var stasjonære i et område ± 25 m fra utleggingsstedet i juli. Senere ekspanderte de i utbredelse, hovedsakelig nedstrøms, der det er et terskelbasseng.
- Laks klekket i 1991 hadde en overlevelse på 20 % første året. Dette regnes som normalt. Veksten var svært god, og i oktober 1992 hadde første generasjon laks nådd en gjennomsnittslengde på 11,7 cm.

Etter 1992 sank overlevelsen av ungfisk i forsøksområdet ved Eikemo dramatisk, og ved kontroll i 1993 ble det bare observert 0+ laks. Samtidig ble det påvist sterkt reduserte bestander av lakseyngel i den anadrome delen av elva.

Hovedkonklusjonen etter tre år med forsøk var at sure episoder i vassdraget på det nærmeste hadde utryddet bestanden av lakseyngel i Ekso. I forsøksområdet ved Eikemo hadde sannsynligvis bare den laksen som lå i grusen som egg overlevd vinteren 1992-1993. I nærliggende vassdrag ble det våren 1993 registrert fiskedød som følge av surt vann fra sjøsaltepisoder (Barlaup & Åtland 1996). På bakgrunn av surhetstilstanden i vassdraget ble det derfor besluttet å innstille forsøkene med utlegging av rogn på ubestemt tid.

3.2.5 Homing-prosjektet

På bakgrunn av at det ble observert stor feilvandring av anadrom fisk i kalkete elver startet DN i 1995 et forskningsprosjekt for å kartlegge problemet og å finne årsaker til feilvandringen. Det ble valgt ut flere elver i Sørnorge. I Ekso var det innledningsvis planlagt å fange inn vill aure og laksesmolt for individmerking og i tillegg merke laksesmolt fra settefiskanlegg. Grunnet lave tettheter av vill laksesmolt ble det fra og med 1996 besluttet å utelate denne gruppen fra forsøkene. I 1995 viste lengdefordelingen at mesteparten av villlaksen i Ekso smoltifiserer ved lengde 14 – 16 cm. Lengdevariasjonen av auresmolten er større, men de fleste smoltifiserer ved 13 – 17 cm. (Figur 8).



Figur 8. Lengdefordeling av vill lakse- og auresmolt fanget i Ekso i 1995.

I løpet av perioden 1995 til 1998 er det, i regi av Homingprosjektet, totalt merket og satt ut 85 vill laksesmolt, ca. 5400 laksesmolt fra klekkeri, 2800 vill auresmolt og 3000 auresmolt fra klekkeri (Tabell 11). All fisk har vært individmerket. Til nå har Homingprosjektet i Ekso vært negativt med hensyn på gjenfangster av merket fisk. Dette står i kontrast til resultater fra

andre vassdrag som omfattes av samme prosjekt (L. P. Hansen pers. medd.). Forsuringsproblemer kan være en av årsakene til det dårlige resultatet i Ekso.

Tabell. 11. Oversikt over individmerket smolt av laks og sjøaure utsatt i Ekso i forbindelse med Homingprosjektet i perioden 1995 - 1998. Kilde: B. G. Larsen, NINA.

År	Antall laksesmolt		Antall auresmolt	
	Vill	Settefisk	Vill	Settefisk
1995	85		683	
1996		1984	709	996
1997		1433	545	1000
1998		1978	854	999

Utsetting av lakseunger har lange tradisjoner i Ekso. I følge Wiers (1998) var mye av stamfiskens som ble brukt før 1976 var fanget i giljer i fjorden ved Stamnes. Denne laksen var av ukjent stamme. En stor del av stamlaksen var sannsynligvis vossolaks. I perioden 1979 – 1994 ble satt ut 56700 lakseyngel, 59500 laksesmolt og 1800 auresmolt i Ekso (Wiers 1998). Utsettingene toppet seg i 1989, da det ble satt ut 22700 laksesmolt. Skjebnen til denne fisken er uviss.

3.2.6 Statlig program for forurensingsovervåking

Ekso har, siden 1980, vært overvåket vannkjemisk i forbindelse med Statlig Program for Forurensingsovervåking. Prøvetakingsstedet ligger ved Mysterøyri. Data fra prosjektet er utgitt i årlig utgitte rapporter i regi av Statens forurensingstilsyn (SFT). Det foreligger således en lang vannkjemisk måleserie for vassdraget. En grafisk oversikt over de årlige gjennomsnittsverdiene av en del vannkjemiske parametre før elva ble kalket er gitt i Figur 9.

Av figuren fremgår at gjennomsnitts pH lå jevnt lavere enn 6,0 i overvåkingsperioden. De laveste verdiene forekommer rundt 1989. Senere har gjennomsnitts pH en stigende tendens, og var i 1995 på samme nivå som i 1980. ANC (syrenøytraliserende kapasitet) viser samme tendens, først en stigning, så et sterkt fall med negativ verdi i 1989. Verdiene for reaktivt aluminium var de siste årene før kalking mellom 30 og 50 $\mu\text{g l}^{-1}$. Reaktivt aluminium kan deles i to fraksjoner. Den ene av disse, labilt aluminium (LAl), er giftig for fisk. Ved å gå inn i de vannkjemiske resultater fra de enkelte år finner en at labilt aluminium periodevis har verdier høyere enn 20. Dette er verdier som er skadelige for laks (Kroglund m.fl. 1993). I januar 1993 (SFT 1994) ble det målt LAl – verdier på 80 $\mu\text{g l}^{-1}$. Dette kan forklare den dramatiske nedgangen i antall lakseunger som ble observert dette året. For mer detaljerte opplysninger om vannkjemiske forhold i nedre del av hovedelva henvises til de enkelte rapporter (SFT 1981 – 1997).

3.3 KALKINGSPLANEN

På bakgrunn av den negative vannkjemiske utviklingen i Ekso og de biologiske skadevirkningene som ble registrert i vassdraget ble det i regi av Miljøvernavdelingen i Hordaland utarbeidet en kalkingsplan for Ekso (Kaste m. fl. 1996). Innledningsvis utarbeidet NIVA en oversikt over vassdragets tålegrenser mot sterk syre, samt en prognose for tålegrenseoverskridelsene fram mot år 2010. Det ble beregnet tålegrenser for 13 delfelter innenfor dagens nedbørfelt i Eksingedalsvassdraget. Resultatene viste at områdene nedenfor Fagerdalen med få unntak hadde liten motstandskraft mot syretilførsler. Overskridelsene var så høye at tålegrensene i denne delen av vassdraget, selv ved de politisk avtalefestede utslippsreduksjoner, ville være overskredet i hele perioden fram til 2010. De øvre deler av vassdraget, fra Fagerdalen og oppover hadde bedre vannkvalitet.

Kalkingsplanen påpeker at den laks- og sjøauførende delen av Ekso grovt sett kan deles inn i to seksjoner med ulik vannføring og vannkvalitet: Strekningen ovenfor utløpet av Myster Kraftverk har fått redusert vannføring etter reguleringen av Nesevatn. Dette medfører at hovedelva på denne strekningen i stor grad er påvirket av sure sidebekker. Disse påvirker vannkjemien i hovedelva og representerer en fare for dannelse av giftige blandsoner av aluminiumrikt vann (Rosseland & Hindar 1991)

Strekningen nedenfor Myster kraftstasjon har høyere middelvannføring. Vannføringen på denne strekningen er sterkt fluktuerende grunnet manøvreringen av kraftverket.

I kalkingsplanen fra NIVA ble det anbefalt kalking av både vannet som går inn i Nesevatn og kalking i restfeltet nedstrøms Nesevatn. Det ble anbefalt doserere i begge tilfeller.

Ut fra eksisterende kunnskap om laksens vannkvalitetskrav ble det anbefalt et pH-nivå på omkring 6,5 i smoltifiseringsperioden (1. februar – 15. juni) og pH 6,2 resten av året.

Basert på tålegrenseoverskridelsene i 1985, 1990 og 2010 ble det beregnet et årlig kalkbehov på henholdsvis 1360, 1330 og 530 tonn. På basis av dette framsatte NIVA et opprinnelig budsjett for kalkingen (Tabell 12).

Tabell 12. Beregnet kalkbehov, anslagsvise investeringskostnader og driftskostnader ved opprinnelig foreslått plan for kalkingsanlegg i Ekso (etter Kaste m. fl. 1996)

	Årlig kalkbehov (gjennomsnitt)	Innkjøp anlegg, Fundamentering Vei, strøm, telefon	Årlige utgifter til: Kalk, Serviceavtaler
Oppstrøms Nesevatn	950 tonn	1.3 mill. kr	0.77 mill. kr
Nedstrøms Nesevatn	330 tonn	0.8 mill. kr	0.30 mill. kr
Sum	1280 tonn	2.1 mill. kr	1.07 mill. kr

I tillegg til kalking av hovedelva vurderte NIVA i din kalkingsplan også muligheten for å kalke en del mindre innsjøer i nedslagsfeltet:

- Saudalsvatn (Leiro)
- Tuftavatn (Sørdalselva)
- Vardavatnet (Fagerdalen)
- Trollavatn (Fagerdalen – Fjellangerdalen)

Av disse vatna fokuserte NIVA spesielt på Leiro og en eventuell kalking i dette delvassdraget. Leiro-feltet inneholder to større vatn: Saudalsvatnet og Leirovatnet. Sistnevnte vatn regnes som dårlig i kalkingssammenheng, da det har for høy gjennomstrømming. Saudalsvatnet

ligger morfologisk og hydrologisk innenfor de kriterier kalkingshåndboka regner å være akseptable for kalking. I følge vannkjemiske målinger høsten 1994 (Johnsen m.fl. 1996) hadde vatnet en pH på 5,4.

Av de ovenfornevnte vatn har Saudalsvatnet, Leirovatn og Tuftavatnet vært kalket siden 1996. I 1999 blir Mysterelva i tillegg kalket med 10 tonn kalkgrus (S. Klyve pers. medd.).

3.3.1 Etablering av kalkingsanlegget i Ekso

Basert på de vurderinger som lå til grunn ble det besluttet å bygge en kaldoserer ved Langehølen. En foreslått doserer ved innløp Nesevatnet er i første omgang utelatt, men vil bli tatt opp til ny vurdering dersom kalkingen av vassdraget ikke fungerer tilfredstillende. Kalkingsanlegget ble åpnet 15. april 1997, og det ble fra denne dato og ut året dosert til sammen 254 tonn kalksteinmel.

3.3.2 Overvåking av kalkingsprosjektet i Eksingedalsvassdraget

Overvåkingen av kalkingsprosjektet i Eksingedalsvassdraget utføres som et samarbeidsprogram, finansiert og styrt av DN, med flere deltagende institusjoner. I 1997/1998 bestod disse av NIVA (vannkjemi og botanikk) og LFI, Universitetet i Bergen (bunndyr og fisk).

Ettersom overvåkingsdataene (Fjellheim m. fl. 1998, 1999) gir et bilde av situasjonen i Ekso nær opp til dagens nivå, presenteres situasjonen i 1997/1998 relativt inngående. Bidragsyttere til rapportene har vært V. Bjerknes og A. Skiple (Hydrologi og vannkjemi), T. E Brandrud & E. A. Lindstrøm (vannvegetasjon) E. A. Lindstrøm & R. Romstad (begroing), A. Fjellheim & G. G. Raddum (hvirvelløse dyr) og B. T. Barlaup & A. Fjellheim (fisk)

3.3.2.1 Kalkingsstrategi

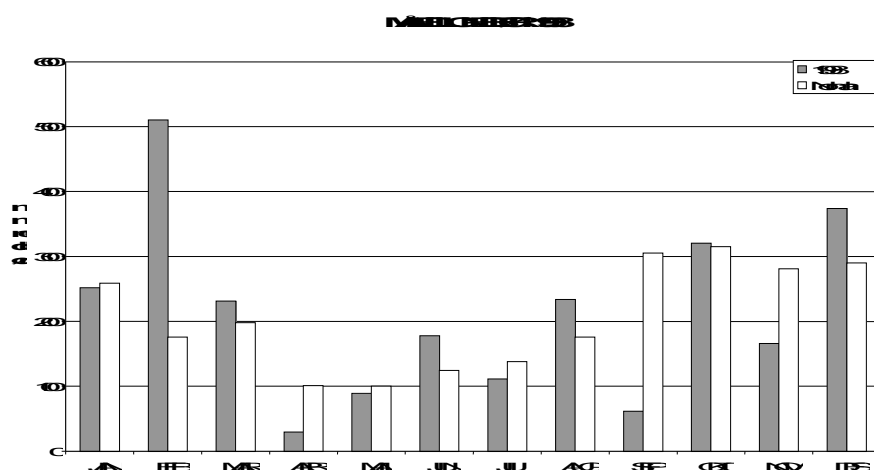
<i>Bakgrunn for kalking:</i>	Forsuring av lakseførende strekning. Forholdet forsterkes av reguleringen, som fører det best bufrede vannet vekk fra den øvre lakseførende delen.
<i>Kalkingsplan:</i>	Kaste <i>m.fl.</i> 1996 (inneholder hydrologiske og kjemiske grunnlagsdata, samt oversikt over reguleringer og sentrale referanser).
<i>Biologisk mål:</i>	Å sikre tilstrekkelig god vannkvalitet for reproduksjon av laks i elva. Dette vil samtidig sikre livsmiljøet for de fleste andre forsurningsfølsomme vannorganismer.
<i>Vannkvalitetsmål:</i>	Lakseførende strekning: pH 6,5 i perioden 15/2-15/6, pH 6,2 ellers i året.
<i>Kalkingsstrategi:</i>	Én doserer i restfeltet nedstrøms Nesevatn. Dosering startet for fullt 15. april 1997.
<i>Målestasjon</i>	Høsten 1996 ble det installert en målestasjon for logging av pH ved Myster Kraftverk. Stasjonen måler pH og vanntemperatur i hovedelva og i avløpet fra kraftverket.

3.3.2.2 Kalking i 1998

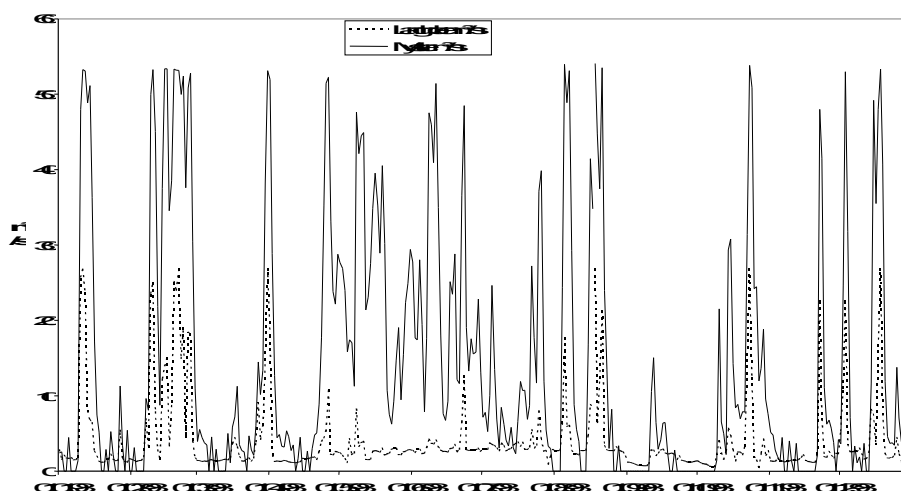
Det ble benyttet ialt 460 tonn kalk SK3(83% CaCO₃) ved doseringsanlegget ved Langehølen i 1998.

3.3.2.3 Hydrologi 1998

Nedbøren i 1998 var 104% av normal, med nedbør over normal i februar, mars, juni, august, oktober og desember (Figur 10). Vannføring i Ekso ved Langehølen og i avløpet fra Myster kraftverk er vist i Figur 11.



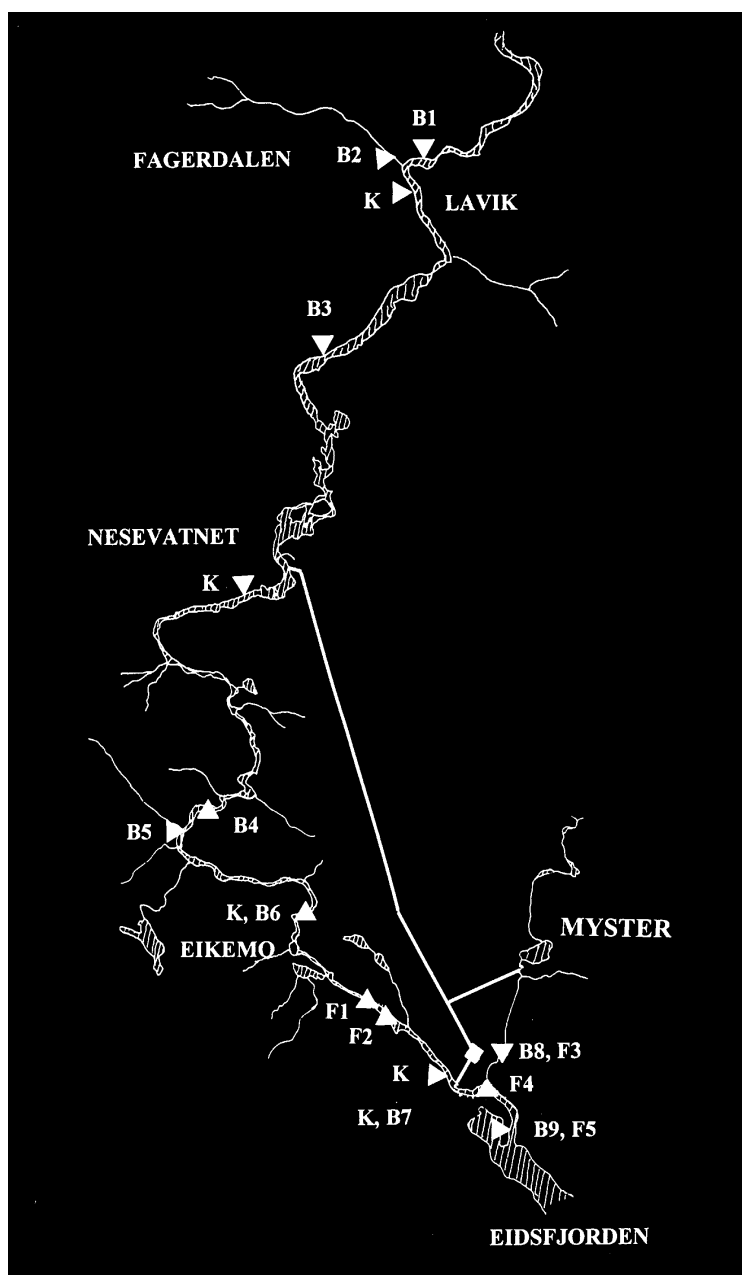
Figur 10. Månedlig nedbør i 1998 ved meteorologisk stasjon 5217 Eksingedal. Normal månedsnedbør for perioden 1961-1990 er angitt (etter Bjerknes & Skiple 1999).



Figur 11. Vannføring (døgnverdier) ved Langehølen og Myster kraftverk i 1998 (etter Bjerknes & Skiple 1999).

3.3.2.4 Stasjonsoversikt

Vannkvaliteten i utløpet av Ekso før kalking er godt dokumentert gjennom SFTs overvåkingsstasjon ved Mysterøyri (observatør Frank Møster). Her er det tatt månedlige prøver siden 1980 (SFT 1995, se for øvrig kapittel 3.2.6). Fra og med oktober 1995 ble det igangsatt overvåking av ytterligere fire prøvetakingsstasjoner i forbindelse med den planlagte kalkingen av vassdraget. Disse ligger ved Laviki, utløp Nesevatn, Eikemo og i Ekso oppstrøms utløpet fra Myster kraftverk. Fra oktober 1996 ble prøvetakingsprogrammet utvidet med prøver av vannet som kommer ut fra kraftstasjonen. Høsten 1996 ble det etablert en målestasjon ved Myster Kraftverk for kontinuerlige pH-målinger i Ekso oppstrøms kraftverkstunnelen og i avløpet fra kraftverkstunnelen.

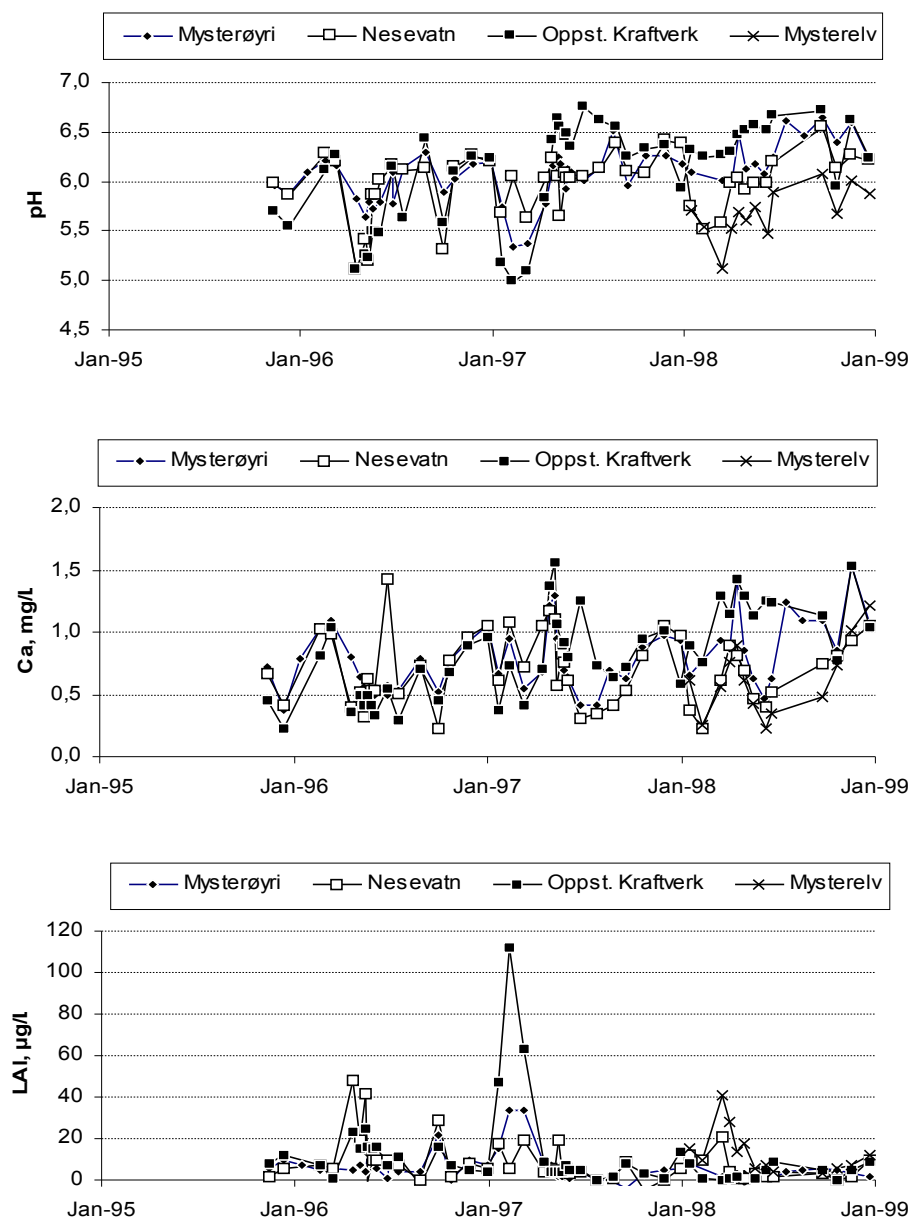


Figur 12. Prøvetakingsstasjoner i forbindelse med overvåkingen av kalkingsprosjektet i Ekso.

K: Vannkjemi, B: Bunndyr, F: Fisk.

3.3.2.5 Vannkvaliteten i 1998

Resultatene fra overvåkingsstasjonen ved Mysterøyri før kalkdoseringen startet 15. april 1997, viser noe lavere pH-verdier enn i samme periode i 1996 (minimum pH=5.34), og noe svakere syrenøytraliserende egenskaper (Figur 13). Ved Mysterøyri varierte pH i 1998 mellom 6.64 og 5.98, med en middelværdi på 6.24. Syrenøytraliserende kapasitet, ANC, har variert mellom 68 og 15 $\mu\text{ekv/L}$, med en middelværdi på 35 $\mu\text{ekv/L}$. ANC var $<20 \mu\text{ekv/L}$ i 4 av 6 vannprøver samlet i perioden januar-mai 1998, dvs. under antatt tålegrense for aure (Lien m. fl. 1989). Den høyeste målte konsentrasjonen av labilt aluminium i 1998 var 8 $\mu\text{g/l}$, og målingene viser en markert reduksjon i labilt Al etter kalking.



Figur 13. pH-utvikling i Ekso 1996-1997. Pil markerer start av kalkdoserer (15. april 1997). Etter Bjerknes & Skiple (1998).

Undersøkelser av vannkvaliteten i ulike deler av vassdraget (Tabell 13) viser generelt at forsuringsbelastningen på elva øker mellom kalkdosereren ved Langehølen og utløpet ved Mysterøyri (Johnsen m. fl.. 1996, Kaste m. fl.. 1996). Målinger fra 17. mars og 1. april ligger noe under pH-målet for våren på pH=6.4, mens måling 20. oktober ligger under pH-målet for sommer, høst og vinter (pH=6.2). I alle andre prøver ligger pH over målet for kalkdoseringen. Det er god parallellitet mellom målingene i hovedelva ved Eide og målingene fra den ukalkete Mysterelven. De laveste verdiene er alle målt i perioder med nedbør, der ukalket restfelt antas å ha relativt høy avrenning, og derfor stor innflytelse på vannkvaliteten. Disse betraktningene bekrefter inntrykket fra målingene i 1997 (Bjerknes og Skiple 1998). Det er sannsynlig at det i perioder med stor sideelvsavrenning kan forekomme giftige blandsoner i hovedelven nedstrøms sideelvene (Bjerknes m. fl.. 1998).

Tabell 13. Vannkvalitet i 1998 (etter Bjerknes & Skiple 1998). Årsgjennomsnitt er gitt i Figur 9.

Nr.	Stasjon	Dato	pH	Ca mg/L	ALK-E µekv/L	LAI µg/L	TOC mg/L	ANC µekv/L
1	Mysterøyri	Mid	6,24	0,96	34	4	1,2	35
		Min	5,98	0,47	15	1	0,7	15
		Max	6,64	1,53	60	8	2,2	68
		N	14	14	14	14	14	14
2	Utløp Nesevatn, før inntak	Mid	5,92	0,66	20	5	1,1	21
		Min	5,51	0,23	4	0	0,6	-1
		Max	6,54	1,05	34	21	1,4	38
		N	13	13	13	13	13	12
3	Oppst. kraftverk, Eide	Mid	6,36	1,15	42	4	1,4	
		Min	5,95	0,76	19	0	0,6	
		Max	6,72	1,54	63	9	2,5	
		N	13	13	13	13	13	
7	Mysterelv	Mid	5,61	0,63	11	13	1,3	7
		Min	5,12	0,23	0	3	0,4	-3
		Max	6,07	1,21	19	41	3,6	21
		N	13	13	13	13	13	12

For mer detaljerte opplysninger vedrørende vannkjemiske parametre henvises til Bjerknes & Skiple (1999). Myster kraftverk har avløp til Ekso ca. 1 km ovenfor utløpet i sjøen, og leverer vann fra de øvre delene av feltet, som naturlig har den beste vannkvaliteten i nedbørfeltet. Kalkdoseringen i restfeltet snur på denne situasjonen, slik at bidraget fra kraftverket blir jevnt over surere enn det kalkete vannet fra restfeltet. Døgnregulering skaper til tider store variasjoner i vannføring og større variasjoner i vannkvaliteten enn det som gjenspeiles i vannprøvene.

3.3.2.6 Vannvegetasjon

Vannvegetasjonen i vassdraget ble undersøkt i 1997. Det var ikke tegn til spesielle endringer i makrovegetasjonen nedstrøms kalkdosereren (Brandrud & Lindstrøm 1998, Brandrud 1999). Generelt var 1997 et gunstig år for vannvegetasjonen, bl.a. med svært frodig årsvekst av krypsiv på alle lokaliteter. Undersøkelsene i 1997 bekrefter inntrykket fra 1996: Vannvegetasjonen oppstrøms Nesevatn er intakt og lite forsuringspåvirket. Vegetasjonen nedstrøms Nesevatn er preget av forsuringsstolerante arter, selvom det fortsatt finnes restpopulasjoner av forsuringsfølsomme arter.

Vannvegetasjonen er på stilleflytende partier meget frodig og artsrik til Vestlandet å være, særlig ved Lavik, Flatekvål og helt lokalt ved Eikemo. Overvåkingsstasjonene er konsentrert til disse områdene. På de stilleflytende partiene er det registrert en stedvis betydelig tilgroing med vannvegetasjon etter at vassdraget ble regulert og det ble anlagt terskelbasseng på 1970-tallet (Brandrud m. fl. 1992). Det ble totalt registrert 20 vannplanter (høyere planter og vannmoser) i Ekso. Vegetasjonen var dominert av flotgras, krypsiv, klovasshår, horntorvmose og duskelvemose (Brandrud 1999). Sistnevnte mose, som er forsuringssømfintlig, har gått tilbake siden 1990-1991. Denne tilbakegangen kan trolig forklares ved en kombinasjon av regulering og forsuring.

Krypsiv kan ekspandere både i forsurete og kalkete kokaliteter og arten kan være en problemlante i mange vassdrag. Den kraftigste veksten ble registrert omkring Flatekvål, der det ser ut til å opptre endel unge bestander på framvekst. Denne vekstutviklingen er en ytterligere indikasjon på at en bør unngå en kalkdoserer ved Flatekvål, med tanke på tilgroing (Bjerknes m. fl. 1997).

I et terskelbasseng nedstrøms kalkdosereren viste ikke den flerårige makrovegetasjonen tegn til endringer etter kalking. Mosedekningen bestod av omtrent halvparten av forsuringssølsomme arter og halvparten av forsuringstolerante arter. Det forventes at det etterhvert vil skje en forskyvning i retning av dominans av forsuringssølsomme arter etter kalking. I den øvre delen av terskelbassenget ble det registrert et kalklag på steinene i mer stillestående partier. Her var mosen i dårlig forfatning. For øvrige detaljer vedrørende makrovegetasjonen i vassdraget henvises til Brandrud & Lindstrøm (1998).

3.3.2.7 Begroingsstudier

I 1997 ble det foretatt en studie av begroingen i nedre del av Ekso. En inngående sammenstilling av resultatene er gitt av Lindstrøm & Romstad (1998). I det følgende gjengis hovedkonklusjonene av dette studiet:

- Begroingssamfunnets artssammensetning og artsmangfold viste at vannkvaliteten øverst i vassdraget hadde betydelig bedre bufferkapasitet enn lenger nede.
- Nedover vassdraget var det økt innslag av forsuringstolerante og forsuringsbegunstigede arter. Funn av en moderat forsuringssømfintlig blågrønnalge tilsier at Ekso ikke er like forsuringsskadd som enkelte av vassdragene på Sør- og Sørvestlandet.
- Begroingssamfunnene viser at Ekso er lite påvirket av forurensninger i form av næringsalter og lett nedbrytbart organisk materiale.
- Gullalgen *Hydrurus foetidus* er moderat forsuringssømfintlig og forsvinner når pH blir lavere enn 5.6- 5.7. Den hadde en viss forekomst i vassdragets øvre deler. Observasjoner tidlig på 1990-tallet tilsier at denne algen hadde større forekomst tidligere (Brandrud m. fl. 1992).
- Smal elvemose er også moderat forsuringssømfintlig. På st.1 Bindingsbø dekket den ca. 40% av elvebunnen. Nedover vassdraget hadde den avtakende forekomst og den ble ikke registrert på den nederste stasjonen.

- I 1997 ble det ikke observert typiske masseforekomster av trådformede grønnalger av den typen som ofte opptrer i sure vassdrag.

Resultatene av undersøkelsene i 1997 tilsier at det ikke har skjedd stor endringer i forsuringssituasjonen i Ekso siden undersøkelsen i august 1996. Øvre deler av Ekso er betydelig mindre preget av forsuring enn de nedre. I løpet av vekstperioden har det trolig vært episoder med vekslende og lav pH som hindrer forsuringfølsomme arter i å etablere seg i de nedre deler. Derved fremtrer algesamfunnet som noe surere enn det de kjemiske målingene tilsier.

3.3.2.8 Hvirvelløse dyr

Bunndyrundersøkelsene i Ekso ble startet høsten 1995, altså før kalking av vassdraget. Det er opprettet et stasjonsnett bestående av 9 lokaliteter i vassdragets nederste del (Figur 12). Prøvetakingen følger samme metodikk som invertebratundersøkelsene i de øvrige kalkingsprosjekter og i det nasjonale overvåkingsprogrammet for langtransportert forurenset luft og nedbør, der en benytter de ulike arter/gruppers sensitivitet ovenfor surt vann (Fjellheim & Raddum 1990, Kroglund m.fl. 1994).

Totalt ble det registrert 4 døgnfluearter, 12 steinfluearter, og 7 arter/slekter av vårfluer i bunnprøvene fra Ekso i 1998 (Fjellheim & Raddum 1999). I følge Fjellheim & Raddum (1990) er 9 av de registrerte arter/grupper sensitive overfor forsuring. En sammenligning med steinfluefaunaen i vassdraget ved Eikemo på 1970-tallet (Haaland 1979) viser at det ikke har skjedd endringer i artsdiversiteten innen denne gruppen i løpet av de siste 20 år.

Dataene fra 1998 viser forsuringsskader på invertebratsamfunnene i noen lokaliteter. Skadene på bunndyrsamfunnet i Mysterelva var noe mindre i 1998 enn i de foregående år. Høstsituasjonen var den beste som er registrert i vassdraget. Sammensetningen av bunndyrsamfunnet tyder imidlertid på at bunndyrfaunaen kan være utsatt for subletale skader i noen lokaliteter.

Områdene i øvre del av vassdraget har lav forsuringegrad (Fjellheim m.fl. 1992), og representerer en kilde til kolonisering av sensitive arter i perioder med god vannkvalitet.

For øvrige detaljer vedrørende bunndyrfaunaen i vassdraget henvises til Fjellheim & Raddum (1999)

3.3.2.9 Fisk

De fiskebiologiske undersøkelsene i forbindelse med kalkingen av Ekso har vært utført årlig siden 1995 (Barlaup & Fjellheim 1998, Barlaup & Gabrielsen 1999). Undersøkelsene har som hensikt å overvåke utviklingen i ungfiskbestandene av laks og aure før og etter kalkingen. Fem stasjoner i den anadrome strekningen i vassdraget er undersøkt. To av stasjonene (Figur 12) ligger ovenfor utløpet av Myster kraftverk, to på strekningen nedstrøms kraftstasjonen og en stasjon er plassert i Mysterelva.

Det ble ikke påvist ungfisk av laks ved undersøkelsene i 1995 og ved undersøkelsene i 1996 og 1997 var ungfisktetthetene av laks svært lave. Dette tyder på at gytebestanden var liten og/eller at det var lav overlevelse på egg- eller yngelstadiene. Undersøkelsene viste videre at Ekso hadde en livskraftig bestand av aure. Rekrutteringen til aurebestanden var bra i den øvre

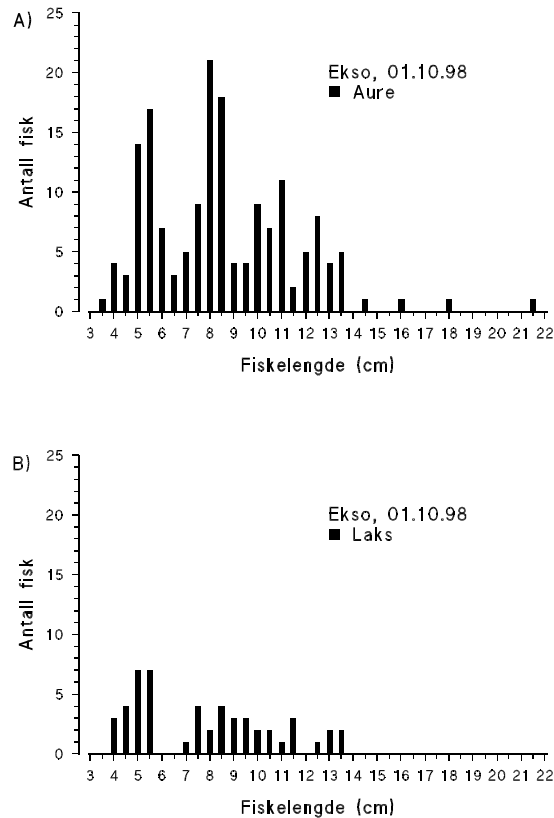
delen av den lakseførende strekningen og i Mysterelva. Nedstrøms Myster kraftverk var produksjonen av ungfisk negativt påvirket av hyppige vannstandsendringer som følge av kjøring av Myster kraftverk.

Ved undersøkelsene av de 4 stasjonene i Ekso i oktober 1998 var de gjennomsnittlige tetthetene av laks henholdsvis 5.5 og 7.5 laks per 100 m² for gruppene ensomrig og tosomrig eller eldre laks. Tetthetene av ensomrig laks var gjennomgående lavere på stasjonene 1, 4 og 5 (0-5.2 fisk/100m²) sammenliknet med stasjon 2 (13 fisk/100m²). Gjennomsnittlig tetthet av ensomrig aure for de 4 undersøkte stasjonene var 12.6 fisk/100 m² i oktober 1998. Tetthetene varierte mye innen vassdraget med høy tetthet av yngel på stasjon 5 (21.3 fisk/100m²) og lavere tettheter på stasjonene 1 og 2 (8.1 - 7.1 fisk/100m²). Liknende tettheter av ensomrig aure ble også funnet i 1997 da den gjennomsnittlige tettheten var 11.5 fisk/100m². Den gjennomsnittlige tettheten av tosomrig og eldre aure for de 4 undersøkte stasjonene var i motsetning til tettheten av ensomrig fisk høy med 30.5 fisk/100m². Som for ensomrig aure var det stor variasjon i fisketetthet mellom stasjonene. Stasjon 4, som er negativt påvirket av vannstandsendringer skapt av Myster kraftverk, peker seg ut med svært lave tettheter (5.2 fisk/100m²) mens stasjon 5 hadde svært høy tetthet (55.4 fisk/100m²)

Lengdefordelingen av aure tatt i Ekso i oktober 1998 er vist i Figur 14a og aldersbestemt materiale i Tabell 14. Materiale tilsier at den ensomrige auren var om lag 5.3 cm etter første vekstsesong, 8.6 cm etter andre, 11.0 etter tredje og 15.7 cm etter fjerde vekstsesong. Basert på denne aldersanalysen smoltifiserer auren i Ekso som tre- eller fireåringer. Det er usikkerhet tilknyttet lengden på den firesomrige auren da aldersanalysen baserer seg på kun 2 fisk.

Lengdefordelingen av laks tatt i Ekso i oktober er vist i Figur 14b og aldersbestemt materiale i Tabell 15. Materiale tilsier at laksen er om lag 8.4 cm etter andre vekstsesong, 10.8 etter tredje og 13.0 etter fjerde vekstsesong. Basert på dette vekstmønsteret smoltifiserer laksen i Ekso etter tre eller fire år på elva, noe som samsvarer med tidligere studier (Fjellheim og Raddum, 1997). Som for auren er det usikkerhet tilknyttet lengden på den firesomrige laksen, da aldersanalysen baserer seg på kun 2 fisk.

I Mysterelva (stasjon 3) ble det funnet 3.8 ensomrige laks/100m² og 4.3 tosomrige eller eldre laks/100m² på stasjonen. Videre ble det funnet svært høye tettheter av tosomrig og eldre aure (101.8 fisk/100m²), mens tettheten av ensomrig fisk var lavere (27 fisk/100m²). I 1997 ble det bare tatt aure på denne stasjonen, 88.5 tosomrig og eldre/100m² og 8.3 årsyngel/100m². De høye ungfisktetthetene av tosomrig og eldre ungfisk i både 1998 og i 1997 gjenspeiler at Mysterelva har gode gyte- og oppvekstvilkår for sjøauren. I forbindelse med "homing-prosjektet" våren 1999, ble det fanget laksesmolt i hele den anadrome delen av Mysterelva. Naturlig etablering av laks i Mysterelva har foregått etter kalking av denne sideelva.



Figur 14. A. Lengdefordeling av aure tatt på de fire el.fiske stasjonene i Ekso i oktober 1998. B). Lengdefordeling av laks tatt på de fire el.fiske stasjonene i Ekso i oktober 1998. (Etter Barlaup & Gabrielsen 1999).

Tabell 14. Gjennomsnittlig lengde med standard avvik for ulike aldersklasser av aure tatt på stasjon 5 i Ekso den 01.10.1998. Data basert på aldersanalyse av skjell og otolitter (etter Barlaup & Gabrielsen 1999).

Alder	Gjennomsnittlig lengde	Standard avvik	Antall
Ensomrig (0+)	5.3	0.5	20
Tosomrig (1+)	8.6	1.8	28
Tresomrig (2+)	11.0	1.8	10
Firesomrig (3+)	15.7	2.7	2

Tabell 15. Gjennomsnittlig lengde med standard avvik for ulike aldersklasser av laks tatt på stasjon 5 i Ekso den 01.10.1998 (etter Barlaup & Gabrielsen 1999). Data basert på aldersanalyse av skjell og otolitter Det ble ikke samlet inn ensomrig (0+) laks til aldersanalysen.

Alder	Gjennomsnittlig lengde	Standard avvik	Antall
Ensomrig (0+)	--	--	--
Tosomrig (1+)	8.4	0.8	28
Tresomrig (2+)	10.8	1.1	20
Firesomrig (3+)	13.0	1.6	2

3.3.2.10 Vannkjemisk og biologisk kontroll av Ekso våren 1997

I tillegg til det overvåkingsprogrammet som er lagt opp for Ekso ble det på oppdrag fra Direktoratet for Naturforvaltning utført en undersøkelse av vannkvalitet og virkninger på fisk og bunndyr i elva (Bjerknes m. fl. 1997). Forsøkene ble utført i april – mai 1997. Målet for undersøkelsene var å vurdere virkningen av kalkingen på fisk og bunndyr, og om kalkdosereren ved Langehølen sikrer tilfredsstillende vannkvalitet for laks, både oppstrøms og nedstrøms Myster kraftverk.

I det følgende gis en kort oppsummering av de resultater og konklusjoner denne rapporten gir.

Innholdet av giftig uorganisk labilt aluminium Al_i var signifikant redusert i Ekso oppstrøms Myster kraftverk. I blandsonen mellom kraftstasjonen og Leiro ble det også registrert en kraftig nedgang i Al_i , mens konsentrasjonen av Al_i var uendret i Mysterelva og i blandsonen nedstrøms Mysterelva.

Vannanalyser og kontinuerlige pH-målinger viser at kalkingsmålet for anadrom strekning oppstrøms Myster Kraftverk bare ble oppnådd i deler av den perioden undersøkelsen pågikk (28. april – 4. mai 1997). Dette hang bl. a. sammen med en regnvørs-og snøsmeltingsflom i løpet av undersøkelsen, med kontinuerlig drift av kraftverket og med overløp over dammen ved Nese.

Nedbørsfeltet til Ekso ble kraftig påvirket av sjøsalter vinteren 1997, og vannkvaliteten februar – mars var den dårligste som har vært registrert siden 1990, med pH-verdier ned til 4,98 og labilt aluminium på $117 \mu\text{g l}^{-1}$. I forbindelse med en flom 1. april ble det målt pH 4,69 ved Myster.

Villsmolt fra el-fiske ved Eikefet var avmagret, stresset og uten naturlig fluktrespons før kalking. Gjennomsnittlig hematokritt (et mål for volumprosenten av røde blodlegemer) var betydelig høyere enn normalt: 58 for laks og 54 for sjøaure, og begge arter hadde mye aluminium på gjellene.

Nedstrøms Myster kraftverk var hematokrittverdiene og fluktresponsen normal hos begge arter, mens aluminiumkonsentrasjonen på gjellene var høye før kalking. Dette gjalt spesielt sjøauresmolt. I Mysterelven ble det funnet like høye verdier. Forfatterne antyder at de høye verdiene hos sjøaure i hovedelva kan skyldes auresmolt som har vandret inn fra Mysterelva.

Smolt fanget på noen av de samme elvestrekningene etter kalking (29. april) viste normale verdier av hematokritt og plasmaklorid (et mål for saltinnholdet i blodet) og normal fluktrespons. Aluminiumavsetningen på gjellene var redusert til 46 – 66 % av nivået før kalking, mens auren i Mysterelva fremdeles hadde høye verdier.

Eksponeeringsforsøk viste at laksesmolt utsatt for vann fra Mysterelv ble signifikant mer stresset (i form av målinger av blodparametre) enn smolt utsatt for ulike vannkvaliteter fra hovedelva. Aluminiumet på gjellene var også høyt hos laksesmolt utsatt for vann fra Mysterelva. I tillegg ble det avsatt mye aluminium på gjellene hos smolt utsatt for vann fra kraftstasjonen i en periode vannet hadde relativt høye aluminiumverdier.

Auresmolt viste sterk respons i form av nedsatt plasmaklorid og økt aluminiumavsetning på gjellene i vatn fra Mysterelva. Ellers viste auresmolten bare mindre tegn til surstress i vatn fra hovedelva.

Forsøkene viste også at aluminiumavsetningen på gjellene av laksesmolt var høyere enn for auresmolt. Forfatterne kan ikke si noe om årsaken til disse forskjellene, men mener at dette kan være et indisium på hvorfor aure tåler surt, aluminiumrikt vann bedre enn laks.

Et pilotforsøk med eksponering av en forsuringssensitiv døgnflue (*Baetis rhodani*) for ulike vannkvaliteter fra vassdraget ble utført i samme tidsrom som fiskeforsøkene. Døgnfluene ble hentet i hovedelva ved Lavik, et område som har bedre vannkvalitet m. h. t. forsuring. Forsøket viste at det skjer en kraftig deposisjon av metaller på kropp og gjeller. Det ble registrert store individforskjeller i metallavsetning. Dette kan henge sammen med stor grad av skallskifte som følge av surstress.

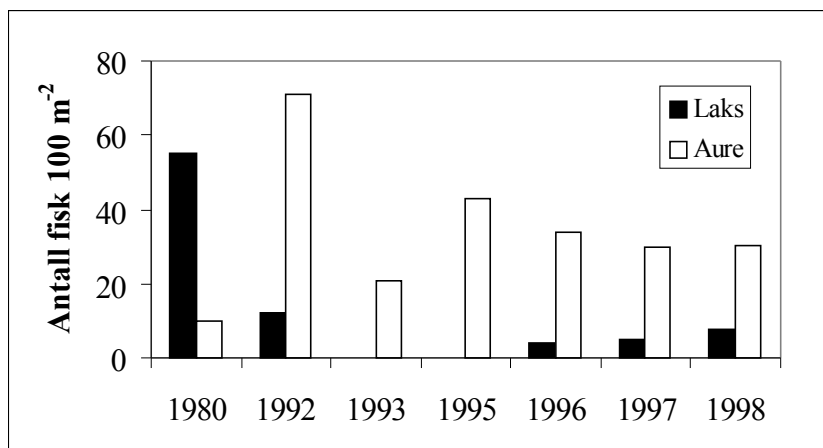
Bortsett fra en noe problematisk oppstartperiode har dosereren ved Langhølen fungert tilfredsstillende. I følge Miljøvernaveilinga i Hordaland skyldes avvik mellom mål-pH og oppnådd pH sannsynligvis mangler med kalkingsstrategien eller pH-sonden for kontinuerlig overvåking. Kalkingen av vassdraget fungerte for øvrig tilfredsstillende i 1998.

3.4 SAMMENSTILLING AV FISKEDATA FRA LAKSEFØRENDE STREKNING 1980 – 1998

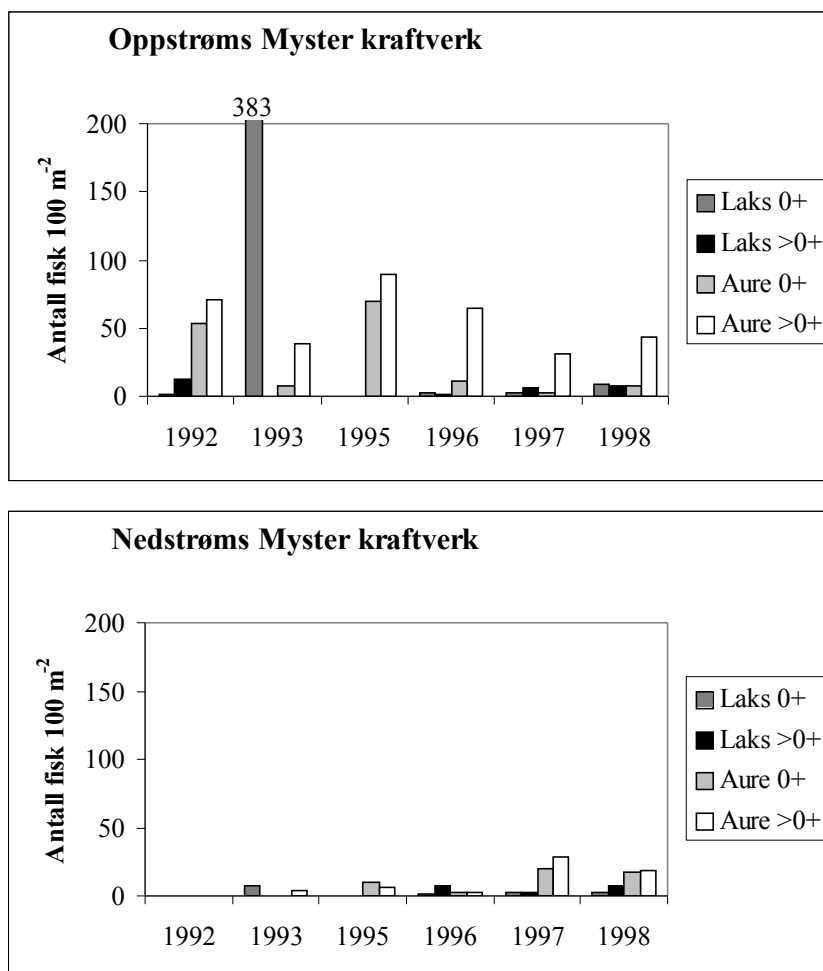
I 1995 ble det, i regi av DN startet et regelmessig program for registrering av ungfisk i den anadrome delen av Ekso. I tillegg til dette har LFI, Bergen noen eldre data fra vassdraget. Dette er delvis data som er samlet inn i forbindelse med forundersøkelsene for Myster kraftverk i 1980 (Raddum & Johnsen 1981) og delvis data som er samlet inn i regi av LFI i 1992 og 1993. I det følgende gis en oversikt over utviklingen av fiskebestandene i vassdraget. I tillegg kommenteres fiskestatus for de enkelte år.

Det understrekes at undersøkelsene før 1995 ikke omfatter et fast stasjonsnett. Både antall stasjoner og plassering variere fra år til år. I tillegg var Mysterutbyggingen ikke gjennomført i 1980. Sammenligningsgrunnlaget er derfor mindre godt enn for de senere år. Materialet viser likevel flere klare trekk:

- Før Mysterutbyggingen var lakseungene dominerende i vassdraget (Figur 15). Tetthetene var i 1980 jevnt gode og varierte mellom 50 og 100 fisk pr. 100 m².
- Det var svært dårlig rekruttering av lakseunger i årene 1992 – 1998 (Figur 16). Selv om tettheten av 0+ var høy i enkelte lokaliteter, dør de fleste lakseungene tidlig, og tettheten av flersomrig fisk er lav.
- Rekrutteringen av aure har vært bedre enn laks i de senere år (Figur 16), og tettheten av flersomrig aure må betegnes god på strekningen ovenfor utløpet av kraftstasjonen.
- Nedenfor utløpet av Myster kraftverk er tettheten av aure og laks svært dårlig (Figur 16). Dette skyldes hovedsakelig store og brå endringer i vannføringen som forårsakes ved manøvrering av kraftstasjonen. Lignende konklusjoner er gitt ved effektkjøring i andre regulerte vassdrag (Hvidsten, 1985, Fjellheim & Raddum 1996, Harby, m fl. 1998).



Figur 15. Gjennomsnitt tettheter av laks og aureunger > 0+ i Ekso i perioden 1980 – 1998.



Figur 16. Gjennomsnitt tettheter av laks og aureunger i Ekso oppstrøms og nedstrøms utløpet av Myster kraftverk i perioden 1992 – 1998.

3.4.1 Kommentar til de enkelte år:

1980, (forundersøkelsene)

Dette materialet består av 58 fiskeunger samlet inn 3. november (Raddum & Johnsen 1981). Tettheten varierte mellom 50 og 100 fisk (sum laks og aure) pr. 100 m² på fire undersøkte lokaliteter. Fangsten var dominert av lakseunger (84 %). På bakgrunn av det innsamlete materialet anslår forfatterne av rapporten smoltalderen til å ligge mellom 3 og 4 år.

1992

Dette materialet består av 80 fisk samlet inn fra to stasjoner ved Eikefet 22 oktober 1992. Tettheten av aure var høy, henholdsvis 161 og 86 fisk pr. 100 m². Derimot var tettheten av lakseunger lav, ca. 10 fisk pr. 100 m² på begge stasjoner.

1993

To stasjoner i den lakseførende delen av vassdraget ble avfisket 28. april 1993. En ved Eikefet og en ovenfor samløpet med Mysterelva. På Eikefet var tettheten av aure 45 fisk pr. 100 m². Tettheten av nyklekte lakseunger på samme stasjon var høy (383 fisk pr. 100 m²). Denne observasjonen tyder på at en eller flere gytegroper av laks har vært lagt i eller like ved stasjonen. Observasjoner av utlagt lakserogn ved Eikemo viser at lakseungene er svært stasjonære like etter at de er kommet opp av grusen (Raddum & Fjellheim 1993). Tettheten av fiskeunger nedenfor kraftstasjonen var lav (4 aure og 8 laks pr. 100 m²). I 1993 ble det ikke observert eldre lakseunger enn 0+. Dette tyder på at laksen har store problemer med vannkvaliteten i elva. Sannsynligvis beskyttes lakseeggene i elvegrusen mot de verste episodene, mens hoveddelen av de eldre lakseungene dør som følge av dårlig vannkvalitet. Som tidligere nevnt (kapittel 3.2.4), ble det observert stor dødelighet hos laksefisk i nærliggende elver som følge av sjøsaltepisoder vinteren 1993.

1995

Ved prøvafiske i Ekso, i forbindelse med kartlegging av situasjonen før kalking av vassdraget, ble det 10 oktober registrert gode tettheter av aure (gjennomsnitt 158 fisk pr. 100 m²) ovenfor kraftverket og lave tettheter av aure (gjennomsnitt 15 fisk pr. 100 m²) mellom Myster kraftverk og sjøen). Samtidig ble det ikke registrert lakseunger i elva. Et supplerende prøvafiske 7. november viste at noen laksunger hadde overlevd, men at tettheten var lav.

1996

Resultatene fra 1996 viser samme trend som året før: Svært lave tettheter av lakseunger (gjennomsnitt 7 laks pr. 100 m².) Tettheten av aureunger var god på strekningen ovenfor Myster kraftverk og dårlig på strekningen nedstrøms kraftverkutløpet. Både tettheten av en- og tosomrig aure var noe lavere enn foregående år.

1997

Undersøkelsene i 1997 representerer de første fiskeundersøkelsene i elva etter at kalking ble iverksatt. I oktober 1997 var de gjennomsnittlige tetthetene av laks henholdsvis 1,5 og 5,2 laks per 100 m² for gruppene ensomrig og tosomrig/eldre laks. Tetthetene av ensomrig laks var gjennomgående svært lave på strekningen nedenfor utløpet av kraftstasjonen (3 fisk/100m²), og noe høyere ovenfor (9,5 fisk/100m²). I Mysterelva ble det ikke registrert laks. Samlet viser undersøkelsene i 1997 at det er svært lave tettheter av laks i Ekso. Kalkingen av

vassdraget startet i april 1997, og det er dermed en mulighet for at vannkvaliteten om vinteren kan ha vært så dårlig at den har medført skader på laksen.

Gjennomsnittlig tetthet av ensomrig aure var 11,5 fisk/100 m² i oktober 1997. Tetthetene varierte mye innen vassdraget. Den gjennomsnittlige tettheten av tosomrig og eldre aure for de 4 undersøkte stasjonene var i motsetning til tettheten av ensomrig fisk relativt høy med 28,8 fisk/100m². Som for ensomrig aure var det stor variasjon i fisketetthet mellom stasjonene. Stasjonen like nedstrøms Myster kraftverk peker seg ut med svært lave tettheter (1 fisk/100m²) mens de resterende stasjonene hadde høye tettheter. Fiskestatus i Ekso i 1997 er nærmere kommentert i kapittel 3.3.2.9.

1998

Fiskeundersøkelsene i Ekso 1998 (Barlaup & Gabrielsen 1999) viste at tettheten av lakseunger fremdeles er lav. Dette tyder på at gytebestanden er liten eller at det er lav overlevelse på egg- eller yngelstadiene. Rekrutteringen til aurebestanden er imidlertid god, og det ble påvist høye tettheter på den øvre delen av anadrom strekning og i Mysterelva. I hovedelva nedstrøms kraftverket er produksjonen av ungfisk klart negativt påvirket av de store variasjonene i vannføring.

3.5 FORSLAG TIL TILTAK FOR Å STYRKE BESTANDENE AV ANADROM FISK I EKSINGEDALSVASSDRAGET

I Ekso har tettheten av lakseunger vist en negativ tendens gjennom de senere år. Dette er forårsaket av reguleringen og/eller en konsekvens av forsuring. Fra og med våren 1997 er det satt i gang kalkingstiltak i vassdraget, og det forventes at vannkvaliteten vil bli akseptabel for laksen.

I rapporten ”Driftsplan for Ekso” (Wiers 1998) gis det en fyldig omtale av status og tiltak for å styrke laksen og laksefisket i Ekso. Undertegnede ble bedt om å gi kommentarer til samme tema. I det følgende diskuteres forskjellige tiltak som, ved siden av kalkingen, kan styrke bestanden av anadrom fisk i vassdraget.

3.5.1 Ungfiskutsettinger

Den vanligste måten å drive fiskekultivering på, har vært å forsterke bestandene ved utsettinger av yngel og eldre ungfisk fra klekkerier. I mange tilfeller drives slik kultivering ukritisk uten tanke på elvas bærenivå. Bruk av settefisk som tiltak kan være et gode i de tilfeller forholdene for naturlig produksjon er ødelagt eller sterkt redusert, men fiskens evne til naturlig formering blir ofte undervurdert. I slike tilfeller kan settefiskprogrammer være skadelige. I følge dagens regelverk skal settefisk være stedegen. Uttak av stamfisk kan føre til at gytepotensialet ikke blir dekket opp (Fjellheim m. fl, 1994, 1998, Saltveit, 1996) og at det kan skje genetiske tap i bestanden (Hindar, 1996). Karoppdrett fører også til unaturlig oppførsel hos yngelen ettersom fisken vokser opp under helt andre forhold enn i en naturlig lokalitet. Tettheten er mange tusen ganger større i et kar. Omgivelsene er mer konstante med jevnere temperatur, lys og vannføring. Naturlige fiender er ikke til stede. I tillegg fores fisken på en maksimumsdiett av ikke-naturlig fôr. Dette kan føre til at settefisk har langt mindre suksess enn sine naturlige artsfrender (Wiley m. fl. 1993). I tillegg kan utsettingstettheter over

bærenivået gi økt intraspesifikk konkurranse og i verste fall reduserte bestander av ungfisk (Berg & Jørgensen 1991). Det anbefales ikke utsetting av settefisk som tiltak.

3.5.2 Utsetting av laksesmolt

Utsetting av laksesmolt har den fordel at konkurransen mellom settefisk og villfisk i ferskvannfasen blir minimal. Smoltutsettingsprogrammer har imidlertid flere ulemper. For det første innebærer uttak av stamfisk et ofte uakseptabelt innhugg i bestanden av gytelaks. Oppdrett til smoltalder er dyrt og fisken utsettes for en unaturlig seleksjon i klekkeriet (se kapitlet ovenfor). En konsekvens av dette kan bli at smolten får dårligere evne til å overleve i naturlige omgivelser enn sine ville artsfrender (Østerdahl 1969, Jonsson & Heggberget 1993). Endret seleksjon gjør at smolt fra oppdrett står dårligere rustet til å takle naturlige predatorer (Ritter, J. A. 1989, Hvidsten & Johnsen 1993). Karoppdrett fører også til et annet vekstmønster og dette kan igjen endre gytetidspunktet for den tilbakevandrende laksen. Det er også funnet større feilvandringsprosent hos oppdrettssmolt enn villsmolt (L. P. Hansen, pers. medd.).

Smoltutsettinger som tiltak kan være et gode der forholdene ligger til rette for det, for eksempel i habitater som har fått ødelagt rekrutteringsmulighetene for ungfisk. Eksempelvis var smoltutsettinger eller feilvandringer av oppdrettslaks eller villaks fra andre elver en forutsetning for laksens overlevelse i Ekso før kalking. Der det fins muligheter til naturlig produksjon av laks bør en først søke å legge forholdene til rette for dette. Med de vannkvalitetsmål som er satt, vil smoltutsettinger være en dårligere strategi etter kalkingen av Ekso startet.

3.5.3 Biotopjusterende tiltak

I områdene nærmest utløpet av Myster kraftverk er Ekso sterkt fluktuerende. Når kraftverket er i drift er vanddekt areal stort. Når kraftverket stanses minker dette arealet svært brått. De grunneste områdene av elva virker i slike tilfeller som en felle, der fisk fanges og dør. Både undertegnede og andre (B. Barlaup pers.medd.) har observert tørrlagt død ungfisk i elva. Gjennom året vil det skje en stor reduksjon av ungfiskbestanden i disse områdene. To ulike former for biotopjusterende tiltak kan motvirke dette:

- Kanalisering. Ved å bygge en loddrett eller sterkt skrånende elvekant unngår en at fisken strander. Ulempen med denne metoden er at oppvekstarealet minker og at de hydrologiske forholdene blir mer ugunstig for fisken.
- Bygging av langsgående dammer. Meningen med disse dammene er å holde igjen vannet etter at kraftverket har stanset. Av den grunn må det etableres en membran et stykke nede i elvebunnen. Ulempen med metoden er at det lett kan oppstå frostskafer på om vinteren.

Disse tiltak bør testes ut i mindre skala før de eventuelt sattes i verk.

3.5.4 Justering av kraftstasjonens manøvreringsreglement

En dialog mellom regulant, brukere av elva og forskere kan føre til små endringer i kjøringen av kraftstasjonen med formål å redusere dødeligheten av ungfisk.

3.5.5 Kalking av Mysterelv

Dersom forholdene for laksen legges bedre til rette i hovedelva, vil sjøauren få noe dårligere konkurranseforhold enn den har i dag. Ved fisketellinger i Mysterelva er det konstatert at store mengder gytefisk av sjøaure går opp i denne sideelva om høsten. Samtidig vet vi at Mysterelva har en variabel vannkvalitet. Det forventes at vannkvaliteten i Mysterelva vil bli mer stabil ved en moderat kalking med skjellsand, slik tilfellet var i Teigdalselva (Fjellheim m. fl. 1998). Dette vil sikre bedre forhold for sjøauren.

Vannføringen i Mysterelva kan tidvis bli lav, og elva bør befares med tanke på om det er nok kulper til å sikre ungfisken i lavvannsperioder, særlig om vinteren. Det er viktig at en eventuell utgraving av kulper ikke kommer i konflikt med gytearealer.

3.5.6 Øking av oppvekstarealet ovenfor anadrom strekning

I dag kan den nedre, lakseførende, strekningen i Ekso deles i to soner. Nedenfor utløpet av Myster kraftverk er elva sterkt fluktuerende og vil ha lavt produksjonspotensial, selv etter kalking. Ovenfor dette utløpet har elva mer stabil vannføring. Redusert vannføring og lite akseptabel vannkvalitet har vært en ulempe for laksen på denne strekningen. Dette kan i tillegg ha økt sjøaurens konkurransevne. Etter reguleringen er elva blitt varmere. Produksjonen av næringsdyr pr. arealenhet har økt, men tilgjengelig oppvekstareal er redusert.

Laks og sjøaure stanses i dag ved Raudfoss, 4 km opp i vassdraget. Ovenfor Raudfoss er det en betydelig strekning som egner seg for oppvekst av anadrom fisk. Dersom en tar denne strekningen i bruk, bør en benytte metoder som sikrer en naturlig klekking og oppvekst av fisk. Dette kan gjøres på to måter:

1. Nedgraving av befruktet rogn på dertil egnede steder
2. Utvide strekningen for oppvandring av anadrom fisk ved bygging av laksetrapp

Forsøk på begynnelsen av 1990-tallet, før forsøringsproblemene ble for store, viste at det lar seg gjøre å klekke lakseunger av høy kvalitet ved utlegging av befruktet lakserogn (Raddum & Fjellheim 1995). En fordel med metoden er at en kan luke vekk uønsket oppdrettsfisk (dette kan også gjøres ved en sperre i en eventuell laksetrapp). En kan også kontrollere helsetilstanden til stamfisken. I Ekso er det spesielt fiskesykdommen BKD (bakteriell nyresykdom) som har vært et problem. Ulempen er at uansett hvor erfarne de som graver ned rogn er, så vil de ikke kunne gjøre det så godt som fisken. Metoden må gjentas årvisst. Strekningen vil heller ikke få noen verdi i sportsfiskeøyemed.

Ved å åpne den ovenforliggende strekningen med laksetrapp vil strekningen få en betydelig verdi som fiskeelv. Samtidig vil en også tillate sjøaure å kolonisere området, og dermed ytterligere øke produksjonspotensialet for anadrom fisk. Det bør i denne forbindelse utredes tekniske løsninger og prisoverslag for en laksetrapp i Raudfoss og eventuelt et lite gjel noen hundre meter ovenfor fossen. Dette gjelet vil, slik det er i dag, sannsynligvis hindre fisk ved

de fleste vannføringer (A. Kambestad pers. medd.). En vellykket etablering av laksetrapper vil øke den anadrome strekningen i Ekso med flere kilometer.

Det foreslås at de to metodene kombineres. I 1998 er det startet et utleggingsprogram for lakserogn på egnete steder ovenfor den anadrome delen av elva. Samtidig bør det snarest mulig startes en kostnadsutredning for bygging av laksetrapper. På denne måten vil en kunne sikre at det er en stedegen stamme fra den nye anadrome strekningen så snart som mulig etter en eventuell bygging av laksetrapper. Når det er konstatert at laksetrappa fungerer bør en stanse utleggingen av egg og la laks og aure gyte naturlig.

Den øvre delen av den anadrome strekningen kan sammenlignes med nabovassdraget Teigdalselva (Fjellheim m. fl. 1994). Denne elva er imidlertid uten minstevannføring, og vannføringen kan bli lavere enn $0,2 \text{ m}^3 \text{ s}^{-1}$. På tross av dette gyter laksen på egnete lokaliteter i vassdraget. I Teigdalsvassdraget er det vist at terskelbassenger er gode oppvekstarealer som fører til økt overlevelse av både aure- og lakseunger.

4. REFERANSER (SOM IKKE ER GITT I KAPITTEL 5)

- Barlaup, B. T. & Åtland, Å. 1996. Episodic mortality of brown trout (*Salmo trutta* L.) caused by sea-salt induced acidification in western Norway: Effects on different life stages within three populations. *Canadian journal of fisheries and aquatic sciences*. 53: 1835-1843.
- Barlaup, B. T. & Fjellheim, A. 1998. Fisk. I: Fjellheim, A. (red.). Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat nr. 3, 1998, s. 327-331.
- Barlaup, B. T. & Gabrielsen, S. E. 1999. Fisk. I: Fjellheim, A. (red.). Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-Notat (i trykk).
- Berg, S. & Jørgensen, J. 1991. Stocking experiments with 0-plus and 1-plus trout parr, *Salmo trutta*, of wild and hatchery origin. 1. Post stocking mortality and smolt yield. *J. Fish Biology*, 39: 151-170.
- Bjerknes, V. & Skiple, A. 1998. Vannkjemi. I: Fjellheim, A. (red.). Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat nr. 3, 1998, s. 325-327.
- Bjerknes, V. & Skiple, A. 1999. Vannkjemi. I: Fjellheim, A. (red.). Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-Notat (i trykk).
- Brandrud, T. E. & Lindstrøm, E. A. 1998. Vannvegetasjon. I: Fjellheim, A. (red.). Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat nr. 3, 1998, s. 330-339.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1990. Acid precipitation: Biological monitoring of streams and lakes. - *The Science of the Total Environment* 96: 57-66.
- Fjellheim, A., Raddum, G. G. & Barlaup, B. T. 1994. Fiskeribiologiske undersøkelser i Teigdalselva og Bolstadelva. Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen, Rapport nr. 80.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1996. Fiskeribiologiske undersøkelser i Modalsvassdraget 1995. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen, Rapport nr. 90. Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1998. Bunndyr. I: Fjellheim, A. (red.). Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat nr. 3, 1998, s. 328-337.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1997. Fiskestudiene i Ekso. Kalking i vann og vassdrag. Årsrapport for 1995 DN-Notat.
- Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1999. Bunndyr. I: Fjellheim, A. (red.). Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-Notat (i trykk).
- Fjellheim, A., Barlaup, B. T., Raddum, G. G. 1998. Oppfølgende fiskeribiologiske undersøkelser i Teigdalselva – En evaluering av tiltak for å styrke fiskebestandene. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen, Rapport nr. 100.
- Harby, A., Arnekleiv, J. V., Halleraker, J. H., Hvidsten, N. A., Johansen, S. & Saltveit, S. J. 1998. Konsekvenser av effektkjøring på økosystemer i rennende vann. Vassdragsregulantenenes Forening - Fiskesymposiet 1998: 130-132.
- Hindar, K. 1996. Stamfiske og utsettinger: noen genetiske vurderinger. Vassdragsregulantenenes Forening - Fiskesymposiet 1996: 133-137.

- Hvidsten, N.A. 1985. Mortality of presmolt Atlantic salmon, *Salmo salar* L., and brown trout, *Salmo trutta* L., caused by fluctuating water levels in the regulated River Nidelva, Central Norway. *J. Fish Biology*, 27: 711-718.
- Hvidsten, N.A. & Johnsen, B.O. 1993. Increased recapture rate of adult Atlantic salmon released as smolts into large shoals of wild smolts in the River Orkla, Norway. *North American Journal of Fisheries Management* 13(2): 272-276.
- Sea ranching of Atlantic salmon.
- Jonsson, N. & Heggberget, T.G. 1993. Havbeite med laks. NINA Utredning 045: 1-43.
- Kroglund, F., Berntssen, M., Åtland, Å. & Rosseland, B. O. 1993. Er laksen truet selv ved moderat forsuring? Eksempler fra Vosso. NIVA. Rapport nr. 2947.
- Kroglund, F., Hesthagen, T., Hindar, A., Raddum, G. G., Gausen, D. & Sandøy, S. 1994. Sur nedbør i Norge. Status, utviklingstendenser og tiltak. DN Rapport nr 1994 - 10.
- Lindstrøm, E. A. & Romstad, R. 1998. Begroing. I: Fjellheim, A. (red.). Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat nr. 3, 1998, s. 328-338.
- Ritter, J. A. 1989. Marine migration and natural mortality of North American Atlantic salmon (*Salmo salar* L.). *Canadian Report of Fisheries and Aquatic Sciences* 0(2041): I-X, 1-136.
- Rosseland, B. O. & Hindar, A. 1991. Mixing zones – a fishery managements problem? In: international lake and watershed liming practices. Terrene Inst. Washington, DC: 161-172.
- Saltveit, S.J. 1996. Effekt ved utsetting av laks. Vassdragsregulantenes Forening - Fiskesymposiet 1996: 47-60.
- Wiley, R. W., Whaley, R. A., Satake, J. B. & Fowden, M. 1993. An evaluation of the potential for training trout on hatcheries to increase poststocking survival in streams. *North American Journal of Fisheries Management*, 13: 171-177.
- Østerdahl, L. 1969. The smolt run of a small Swedish river. In: Northcote, T. G. (ed.) Symposium on Salmon and trout in streams. H. R. Mac Millans lectures in fisheries, pp 205-215, University of British Columbia, Vancouver, B.C.

5 KRONOLOGISK OVERSIKT OVER REFERANSER FRA EKSINGEDALSVASSDRAGET

1. Mossestad, H. 1971. Driftfaunaen i Eksingedalselva. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen.
2. Mossestad, H. 1972. Års og døgnvariasjoner i driftfaunaen og dens relasjon til vannføringen i Eksingedalselva. I Kauri, H. (red.) Aurlandselven - Et symposium angående rennende vanns økologi. LFI, Bergen 1972: 62 - 73.
3. Larsen, R. 1973. Evanger Kraftverk Sak nr. B.5/1967. Skjønn III. Fiskerisakkyndig uttalelse, 19s.
4. Aa, A. R. 1974. Isavsmeltinga i Eksingedalen og områda omkring. Hovedoppgave i kvartærgeologi og geomorfologi - Universitetet i Bergen.
5. Andersen, T. F. 1976. Fugleobservasjoner fra Eksingedalen I. Krompen 5: 17-20.
6. Mellquist, P. 1976. Informasjon om terskelprosjektet. Informasjon nr. 1 fra Terskelprosjektet. NVE, Oslo, 47 s.
7. Råd, O. & Angell-Jacobsen, B. 1976. Om fuglefaunaen i en del terskelbassenger langs Eksingedalselva, sommeren 1975. Informasjon nr. 3 fra Terskelprosjektet. NVE, Oslo, 18 s.
8. Larsen, R. 1977. Ørretens vandringer, bestandsstørrelse, vekst og føde i øvre del av Eksingedalselven før reguleringen. Informasjon nr. 6 fra Terskelprosjektet. NVE, Oslo, 31 s.
9. Andersen, T., Fjellheim, A., Larsen, R. & Otto, C. 1978. Relative abundance and flight periods of Ephemeroptera, Plecoptera and Trichoptera in a regulated West Norwegian river. - Norw. J. ent. 25: 139-144.
10. Bækken, T. 1978. Vekst/ livscyklus og næringsrelasjoner hos *Baetis rhodani* Pictet (Ephemeroptera), *Capnia pygmaea* Zetterstedt (Plecoptera) og *Diura nanseni* Kempney (Plecoptera). Hovedfagsoppgave i spesiell økologi. Zoologisk museum. Univ. i Bergen.
11. Evensen, T. H. 1978. Vandring hos ørret (*Salmo trutta* L.) i øvre del av Eksingedalselva etter reguleringen. Hovedfagsoppgave i spesiell økologi. Zoologisk museum. Univ. i Bergen.
12. Fredriksen, K. S. 1978. Vegetasjonsundersøkelse omkring øvre del av Eksingedalsvassdraget. Hovedfagsoppgave i Økologisk botanikk. Botanisk Institutt. Univ. i Bergen.
13. Haaland, S. 1979. Plecopterafaunaen ved Eikemo i Eksingedalselven før og etter reguleringen, med særlig vekt på livssyklus hos *Amphinemura sulcicollis* Stephens og *A. borealis* Morton. Hovedfagsoppgave i spesiell zoologi, Zoologisk Museum, Universitetet i Bergen. 98s.

14. Andersen, T. F. 1979. Populasjonstetthet og mortalitet hos ørret (*Salmo trutta* L.) i øvre del av Eksingedalselva etter reguleringen. Hovedfagsoppgave i spesiell økologi. Zoologisk museum. Univ. i Bergen.
15. Raastad, J. E. 1979: Bunndyrundersøkelser i regulerte elver med hovedvekt på insektgruppen knott (Diptera, Simuliidae). Informasjon nr. 8 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 62 s.
16. Bækken, T., Fjellheim, A., Larsen, R. & Otto, C. 1979. Inn- og utførsel av organisk materiale til terskelbassenget ved Ekse, Eksingedalen. - Informasjon nr. 10 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 38 s.
17. Fredriksen, K. S. 1980. Vegetasjonsundersøkelse i øvre del av Eksingedalsvassdraget. - Informasjon nr. 11 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 28 s.
18. Willassen, E. 1980. Three female imagines of *Diamesa*, Meigen 1935, with an account of the female morphology of the genus (Diptera Chironomidae). - Hovedfagsoppgave i systematisk zoologi. Zoologisk museum. Univ. i Bergen.
19. Raddum, G.G. & Johnsen, T.M. 1980. Resipient- og fiskeundersøkelser i Ekso og Leiro, Eksingedalen 1980. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr. 27. 72 s.
20. Bækken, T. 1981. Growth patterns and food habits of *Baetis rhodani*, *Capnia pygmaea* and *Diura nanseni* in a west Norwegian river. - Holarct. Ecol. 4: 139-144.
21. Bækken, T., Fjellheim, A., Larsen, R. & Otto, C. 1981. Vegetational energy budget of a weir basin in western Norway. - Arch. Hydrobiol. 91: 351-365.
22. Bækken, T., Fjellheim, A. & Larsen, R. 1981. Seasonal fluctuations of physical and chemical parameters of a weir basin in a regulated west Norwegian river. - Nordic Hydrology 12: 31-42.
23. Evensen, T.H. 1981. Ørretvandring i øvre del av Eksingedalselva. - Informasjon nr. 12 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 37 s.
24. Bækken, T., Fjellheim, A. & Larsen, R. 1981. Bunndyrstudier i Eksingedalselva ved Ekse etter regulering og terskelbygging. - Informasjon nr. 13 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 47 s.
25. Bækken, T., Fjellheim, A. & Larsen, R. 1981. Driv av bunndyr inn i og ut av terskelbassenget ved Ekse. - Informasjon nr. 14 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 37 s.
26. Bækken, T., Fjellheim, A. & Larsen, R. 1981. Bunndyrproduksjon i Eksingedalselva ved Ekse etter regulering og terskelbygging. - Informasjon nr. 15 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 32 s.

27. Bækken, T., Fjellheim, A. & Larsen, R. 1981. Fysiske og kjemiske parametre ved inn- og utløpet av terskelbassenget ved Ekse, Eksingedalen. - Informasjon nr. 16 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 33 s.
28. SFT 1981. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1980. Statens Forurensingstilsyn, Oslo.
29. Nordland, J. 1981. Prøvefiske i Skjerjevatn og Askjelldalsvatn, Vaksdal kommune, 1981. – Rapport, fiskerikonsulenten i Vestnorge.
30. Halvorsen, G. A. 1981. The female of *Tvetenia calvescens* (Edwards), *Eukieferelle calipennis* (Lundbeck) and *E. dittmari* (Lehmann) with some phylogenetic remarks on the two genera. - Hovedfagsoppgave i systematisk zoologi. Zoologisk museum. Univ. i Bergen.
31. Halvorsen, G.A., Willassen, E., and Sæther, O.A. 1982. Chironomidae (Dipt.) from Ekse Western Norway. - Fauna norv. Ser B. 29: 115-121.
32. Hagala, Y. 1982. Populasjonstetthet, eggproduksjon, mortalitet og vekst hos ørret (*Salmo trutta* L.) i øvre del av Eksingedalselva etter reguleringen. Hovedfagsoppgave i zoologisk økologi. Zoologisk museum. Univ. i Bergen.
33. SFT 1982. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1981. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 64/82. 176s.
34. Otto, C., and Svensson, S. 1982. Structure of communities of ground-living spiders along altitudinal gradients. - Holarct. Ecol. 5: 35-47.
35. Willassen, E. 1982. Description and redescrptions of female *Diamesa* Meigen 1835 (Diptera Chironomidae): with a comparative morphology, keys , phylogenetic and biogeographical notes. - Dr. scient thesis, University of Bergen., Norway 316pp.
36. Hagala, Y. 1983. Eggproduksjon, yngeltetthet, dødelighet og vekst hos ørret (*Salmo trutta* L.) yngre enn 3 år i øvre del av Eksingedalselven. - Informasjon nr. 20 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 47 s.
37. Andersen, T. F. 1983. Bestandtetthet og dødelighet hos ørret (*Salmo trutta* L.) eldre enn 2 år i øvre del av Eksingedalselva. - Informasjon nr. 21 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 54 s.
38. SFT 1983. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1982. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 108/83, 228s.
39. Raastad, J.E. 1983. Tersklers virkning på bunndyr i regulerte vassdrag med hovedvekt på insektgruppen Knott (Diptera, Simuliidae). - Informasjon nr. 23 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 98 s.

40. Bækken, T., Fjellheim, A. & Larsen, R. 1984. Benthic animal production in a weir basin area in western Norway. - In: Lillehammer, A. & Saltveit, S.J. (Eds.) Regulated Rivers. 223-232. Universitetsforlaget, Oslo.
41. SFT 1984. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1983. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 162/84
42. Evensen, T.H. 1984. Migration of Brown Trout (*Salmo trutta* L.) at a weir basin in a regulated river in western Norway. In: Lillehammer, A., and Saltveit S.J. (Eds.) Regulated rivers. 321-327. Universitetsforlaget. Oslo.
43. Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1984. Fiskerisakkyndig skjønn, Myster Kraftverk. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr. 54. 20 s.
44. Raddum, G.G. & Fjellheim, A. 1984. Fiskerisakkyndig skjønn, Myster Kraftverk. Tilleggsnotat om antatte skader på fisket i Ekso mellom Nesevatn og målestasjon i Langhølen etter utbygging av Myster kraftverk. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen. Notat 5 s.
45. Mellquist, P. 1985. Liv i regulerte elver. Terskelprosjektet. Kraft og miljø nr. 10. NVE, Oslo, 120 s.
46. Willassen, E. 1985 A review of *Diamesa davisii* Edwards and the *davisii* group (Diptera, Chironomidae) Spixiana Suppl. 11: 109 - 137.
47. SFT 1985. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1984. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 201/85.
48. Cranston, P. S., & Sæther, O. A. 1986. *Rheosmittia* (Diptera, Chironomidae) a generic validation and revision of the western palearctic species. - J. Natural History 20: 31 - 51.
49. Karlsen, L. R. 1986. Næringsopptak hos ørret (*Salmo trutta* L.) i relasjon til næringstilbudet i en regulert elv. Hovedfagsoppgave i Zoologisk økologi. Zoologisk museum. Univ. i Bergen.
50. SFT 1986. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1985. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 256/86.
51. Andersen, T.F., Fjellheim, A., Karlsen, L.R. & Raddum, G.G. 1986. Variations in density of a population of brown trout (*Salmo trutta* L.) and its relation to food resources in a regulated West Norwegian river. - Pol. Arch. Hydrobiol. 33: 463-474.
52. Andersen, T. & Wiig, Ø. 1987. Sex proportions, flight periods and morphometric variation in western Norwegian *Apatania zonella* (Zetterstedt 1840) (Trichoptera Limnephilidae). Ent. Scand. 18: 185 - 204.

53. SFT 1987. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1986. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 296/87, 200s.
54. Fjellheim, A., Karlsen, L. R. & Raddum, G.G. 1987. Bunndyrfaunaen i Eksingedalselva ved Ekse. En sammenligning av forholdene 3 og 11 år etter terskelbygging. - Terskelprosjektet/Biotopjusteringsprosjektet. Rapport nr. 27. NVE - Vassdragsdirektoratet. 46 s.
55. Madsen, J. P. 1987. Åsebotn Kraftverk – Nygard pumpekraftverk – Hellandsfoss kraftverk, Modalen og Vaksdal Kommuner. Fiskeribiologiske vurderinger. Rapport – Fylkesmannen i Hordaland.
56. Larsen, R. 1988. Røya i Skjerjevatnet. Notat fra prøvafiske i 1988. 3s.
57. Andersen, T.F, og Kleiven E. 1988. Forandringer i ørretbestanden ved Ekse fra 1976 til 1983. - Informasjon nr. 29 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 48 s.
58. Karlsen, L. R. 1988. Næringsopptak hos ørret (*Salmo trutta* L.) i relasjon til næringstilbudet i den regulerte Eksingedalselva. - Informasjon nr. 30 fra Terskelprosjektet, NVE-Vassdragsdirektoratet. 51 s.
59. Raddum, G. G., Fjellheim, A. & Sægrov, H. 1988. Flytting av villfisk fra et terskelbasseng til reguleringsmagasiner, et alternativ til tradisjonell bruk av settefisk. Vassdragsregulantenenes Forening - Fiskesymposiet 1988: 129 - 145.
60. SFT 1988. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1987. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 333/88, 242s.
61. Schnell, Ø. A. 1988. En økologisk, faunistisk og systematisk undersøkelse av fjærmyggfaunaen (Diptera: Chironomidae) i Ekso ved Ekse, Eksingedal. Hovedfagsoppgave i Zoologisk økologi og systematisk zoologi. Zoologisk museum. Univ. i Bergen.
62. Fjellheim, A., Raddum, G. G. & Schnell, Ø. A. 1989. Changes in benthic animal production of a weir basin after eight years of succession. - Regulated Rivers: Research and Management 3: 183 - 190.
63. Raddum, G. G., Fjellheim, A., & Sægrov, H. 1989. Removal of brown trout (*Salmo trutta* L.): Changes in population dynamics in a weir basin in western Norway. - Regulated Rivers: Research and Management 3: 225 - 233.
64. Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) 1989. Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989. Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 13-19. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
65. Mellquist, P. 1989. Eksingedalen – Utbygging – forskning – Forvaltning. I Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989.

- Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 13-19. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
66. Christensen, B. 1989. Kraftutbyggingen i Eksingedalen. I Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989. Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 21 - 30. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
67. Tvede, A. M. 1989. Eksingedalsvassdraget – Hydrologiske forhold. I Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989. Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 31-35. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
68. Fjellheim, A. 1989. Universitetet i Bergens engasjement i Terskelprosjektet og Biotopjusteringsprogrammet. I Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989. Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 45 - 57. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
69. Raddum, G. G., Fjellheim, A. & Sægrov, H. 1989. Fiskeundersøkelser i Eksingedalen. I Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989. Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 59 - 72. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
70. Fjellheim, A., Raddum, G. G. & Schnell, Ø. A. 1989. Bunndyrsamfunnets endringer i terskelbassenget på Ekse. I Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989. Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 73 - 84. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
71. Håland, A. & Ugelvik, M. 1989. Vannfugl i Eksingedalsvassdraget - endringer i hekkepopulasjonene fra 1975 til 1988. I Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989. Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 85-88. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
72. Rye, N. 1989. Geofaglige forhold i Eksingedal. I Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989. Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 89-98. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
73. Gullbrå, J. 1989. Grunneiernes syn på aktiviteten i vassdraget. I Eie, J. A. & Brittain, J. E. (Red.) Eksingedalen. Seminar Voss 29 - 31 mai 1989. Biotopjusteringsprosjektet - Terskelprosjektet Informasjon nr. 31. 99-102. NVE-Vassdragsdirektoratet, Oslo.
74. Sægrov, I. 1989. Terskelpåleggene - Landskapspleie. I: Eie, J. A. & Brittain, J. E. (red.). Eksingedalen, utbygging-forskning-forvaltning. Fortid - nåtid - framtid. Seminar Voss, mai 1989. Informasjon nr. 31 fra Terskelprosjektet. NVE, Oslo, s 37-43.
75. SFT 1989. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1988. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 375/89, 274s.

76. Sæther, O. A. 1989. *Metriocnemus van der Wulp*: a new species and a revision of species described by meigen, Zetterstedt, Stæger, Holmgren, Lundstrøm and Strenzke (Diptera Chironomidae). *Ent. Scand.* 19: 393-430.
77. Soldal, O. & Rye, N. 1989. Geofaglige undersøkelser i Øvre Eksingedalen, Hordaland. Rapport Geologisk institutt, Universitetet i Bergen, 46s.
78. Eie, J. A. 1990. Biotopjusteringsprogrammet - Utvikling av biotopjusterende tiltak i regulerte vassdrag. Vassdragsregulantenenes Forening - Fiskesymposiet 1990: 11-15.
79. Eie, J. A. & Brittain, J. E., 1990. Biotopjusteringsprogrammet - Status 1988. NVE, Oslo Publikasjon nr. V 28, 54 s.
80. Fjellheim, A., Raddum, G. G. & Sægrov, H. 1990. Tetthetsavhengige faktorer - Effekt på rekruttering av aure i terskelbassenger. Vassdragsregulantenenes Forening - Fiskesymposiet 1990: 114-125.
81. Fjellheim, A., Raddum, G. G. & Sægrov, H. 1990. En fiskeribiologisk undersøkelse av Skjerjevatnet, Modalen og Vaksdal kommuner. Lab. for Ferskvannsökologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr 67.
82. Sæther, O. A. 1990. A review of the genus *Limnophyes* Eaton from the holarctic and afrotropical regions (Diptera: Chironomidae, Orthoclaadiinae). *Ent. Scand. Suppl.* 35: 1-139.
83. SFT 1991. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1989. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 437/91.
84. Fjellheim, A., Håvardstun, J., Raddum, G. G. & Schnell, Ø. A. 1991. Effekter av økt vannføring på artssammensetning, biomasse og produksjon av bunndyr i en regulert elv. - *Limnos* 2/91, 20-21.
85. Fjellheim, A., Raddum, G. G. & Sægrov, H. 1991. Førebels orientering om: Eksperimentell utlegging av lakseeegg i Ekso. - Lab. for Ferskvannsökologi og Innlandsfiske, Bergen. Notat.
86. Bratteteig, J. & Grøtte, T. 1991. Kvartærgeologi i Eksingedalen: med nærmere undersøkelser av et grunnvannsreservoar på Nesheim. Hovedoppgave i geologi, Universitetet i Bergen.
87. Håland, A. 1991. Statusrapport. Vannfugls utnyttelse av kunstige og naturlige bassenger i et regulert vassdrag. - I: Brittain, J. E. & Eie, J. A. (red.). Biotopjusteringsprogrammet, status 1990. NVE-Publikasjon nr. 12/1991.
88. SFT 1991. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1990. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 466/91.

89. Fjellheim, A., Barlaup, B. T. & Raddum, G. G. 1991. Kan røye overleve trykkforandringene ved passasje gjennom det planlagte Nygard pumpekraftverk? - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen. Rapport nr 73.
90. Brandrud, T. E., Mjelde, M. & Lindstrøm, E. A. 1992. Tilgroing av vannvegetasjon i terskelbasseng i Eksingedalen, Hallingdalselva og Skjoma. Omfang, årsaker og tiltak. - NIVA Rapport 2826, Oslo.
91. Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1992. Utlegging av rogn i elv - et alternativ til klekkerier. - Vassdragsregulantenenes Forening - Fiskesymposiet 1992: 173 - 184.
92. Fjellheim, A., Håvardstun, J., Raddum, G. G. & Schnell, Ø. 1992. Bunndyrstudier i Eksingedalselva ved Ekse. Effekter av økt vannføring på bunndyrsamfunnet. - Biotopjusteringsprosjektet. Rapport nr. 33. Norges Vassdrags- og Energiverk, Oslo.
93. Lien, L., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1992. Critical loads of acidity to freshwater. Fish and invertebrates. Norwegian ministry of environment. Report no. 23/92. 36 pp.
94. Schnell, Ø. A. & Barlaup, B. T. 1992. Fjærmygg - En viktig matkilde for aure og røye i magasiner. Vassdragsregulantenenes forening, Fiskesymposiet 1992: 347-364.
95. SFT 1992. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1991. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 506/92, 360s.
96. Fjellheim, A. 1993. Tersklers virkning på miljøet i regulerte vassdrag. I: Faugli, P. E., Erlandsen, A. H. & Eikenæs, O. (Red.) Inngrep i Vassdrag; konsekvenser og tiltak - en kunnskapsoppsummering. NVE Publikasjon nr. 13, 1993: 484-510.
97. Bremnes, T. & Sloreid, S. E. 1993. Utvikling av fåbørstemarkfaunaen i et terskelbasseng i Eksingedalselva, Hordaland. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Oslo. Notat nr 2/93.
98. Fjellheim, A., Håvardstun, J., Raddum, G. G. & Schnell, Ø. A. 1993. Effects of increased discharge on the yearly productivity of benthic invertebrates in a regulated river. - Regulated Rivers: Research and management 8: 179-187.
99. Odland, A. 1993. Floristiske undersøkelser i Eksingedalen, Hordaland. NINA oppdragsmelding: 250, 38s. Norsk institutt for naturforskning, Trondheim
100. SFT 1993. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1992. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 533/93, 295s.
101. Håvardstun, J. 1994. Life cycle and variation in density and distribution for *Chironomus melanotus* Keyl (Diptera, Chironomidae) in a regulated river, with emphasis on responses to floods. Hovedfagsoppgave i Zoologisk økologi og systematisk zoologi. Zoologisk institutt. Univ. i Bergen.

102. Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1994. Stocking experiments with wild brown trout (*Salmo trutta*) from a regulated river in two mountain reservoirs. - In: Rehabilitation of inland fisheries (I. G. Cowx, ed.). Fishing News Books, Blackwell Scientific Publications, Oxford. pp. 268 - 279.
103. Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1994. Fiskeribiologiske undersøkelser i Vassøyane - Raudbergvatn. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen, Rapport nr. 83.
104. SFT 1994. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1993. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 583/94, 271s.
105. Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1995. Stocking of Atlantic salmon (*Salmo salar* L.) in a regulated river by experimental deposition of eggs. - Regulated Rivers: Research and management 10: 169-180.
106. Hellen, B. A. 1995. Ørretens (*Salmo trutta* L.) næringsvalg, vekst og produksjon i to regulerte og en uregulert Høyfjellsinnsjø. - Hovedfagsoppgave i Zoologisk økologi, Zoologisk institutt, Univ. i Bergen. 86s.
107. SFT 1995. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport 1994. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 628/95, 282s.
108. Duchateau, V. 1995. Succession of benthic invertebrates in a regulated West Norwegian river (Ekso). Zoologisk institutt, UiB Report (ERASMUS Programme).
109. Eie, Jon Atle, Brittain, John E. & Eie, Jon Arne 1996. Biotopjusteringstiltak i vassdrag. Kraft og miljø nr. 21 NVE, Oslo
110. Johnsen, G. H., Kålås, S. & Bjørklund, A. 1996. Kalkingsplan for Vaksdal kommune 1995. - Rådgivende Biologer. Rapport nr. 175, 51s.
111. Ekeli, K. O., Nicolaysen, O., Raddum, G. G. & Fjellheim, A. 1996. Foreløpige undersøkelser av reproduksjon hos fisk i de regulerte vannene Grønndalsvatnet, Askjeldalsvatnet og Holskardvatnet i Stølsheimen. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen, Notat nr. 1/96.
112. Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1996. Weir-building in a regulated West Norwegian river: Long term dynamics on invertebrates and fish. - Regulated Rivers: Research and management 12: 501-508.
113. Fjellheim, A. & Raddum, G. G. 1996. Fiskeribiologiske undersøkelser i Vassøyane - Raudbergvatnet 1995. - Lab. for Ferskvannøkologi og Innlandsfiske, Bergen, Rapport nr. 89.
114. Kaste, Ø., Hindar, A., Skiple, A. & Henriksen, A. 1996. Tiltak mot forsurening av Ekso. Kalkingsplan, samt prognose for kalkbehov basert på tålegrenseoverskridelser fram mot år 2000. NIVA-Rapport 3462-96, 66s.

115. SFT 1996. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1995. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 671/96, 193s.
116. Wiers, T. 1996. Fiskeribiologiske undersøkelser 1995. Vaksdal Kommune, Miljøvernkontoret. Rapport nr. 1/96. 35s.
117. Hellen, B. A. 1996. Bæreevne i vestnorske fjellmagasiner med hensyn på fisk. Fiskesymposiet 1996. EnFO Publikasjon nr. 128 1996, s.12-29.
118. Schnell, Ø. A. 1996. Studier av fjærmyggfaunaen i fire høyfjellsinnsjøer. Fiskesymposiet 1996. EnFO Publikasjon nr. 128 1996, s. 2-11.
119. Wiers, T. 1996. Fiskeribiologiske undersøkelser i Skjerjevatnet og Askjelldalsvatnet, Vaksdal og Modalen Kommuner 1995-1996. Vaksdal kommune. Rapport nr. 5/9729s. 35s.
120. Håland, A. 1996. Populasjonsøkologi hos fossefall i et regulert vassdrag. Årsrapport fra prosjektet i 1995. Norsk Natur Informasjon - NNI, Bergen
121. Lien, L., Raddum, G. G. Fjellheim, A. and Henriksen, A. 1996. A critical limit for acid neutralizing capacity in Norwegian surface waters, based on new analysis of fish and invertebrate responses. *The science of the total environment* 177: 173 - 193.
122. Hellen, B. A. & Johnsen, G. H. 1997. Tilstanden i Eksingedalsvassdraget 1995. – Rådgivende Biologer. Rapport nr. 259.
123. Bjerknes, V., Pettersen, M. N., Teien, H. C. & Raddum, G. G. 1997. Kalking av Ekso. Vannkjemisk og biologisk kontroll våren 1997. - NIVA-Rapport 3738-97, 42s.
124. Håland, A. & Overvoll, O. 1997. Fossefallens bruk av og vandringer mellom nærliggende vassdrag. Årsrapport fra prosjektet 1996/97. - *NNI - Rapport nr. 12*. - Norsk Natur Informasjon - NNI, Bergen. 18 s.
125. Fjellheim, A., Bjerknes, V., Brandrud, T. E., Lindstrøm E. A., Kaste, Ø., Raddum, G. G. & Skiple, A., 1997. Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1996. DN-Notat nr. 1, 1997, s. 243-253.
126. Schnell, Ø.A., B.A. Hellen, B. Barlaup, A. Fjellheim, L.C.S, Halvorsen, J. Håvardstun & G.G. Raddum. 1997. Bæreevne i høyfjellsinnsjøer. En undersøkelse av fjærmyggfauna og aure i innsjøer i Stølsheimen. – Energiforsyningens Fellesorganisasjon, EnFo, Rapport (i trykk).
127. Håland, A., Overvoll, O. & Gjelsvik, R. 1997. Populasjonsøkologi hos fossefall *Cinclus cinclus* i regulerte og regulerte vassdrag. Årsrapport fra prosjektet 1996 - *NNI-Rapport nr. 11*. 27 s.
128. SFT 1997. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1996. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 710/97, 197s.

129. Fjellheim, A., Barlaup, B., Bjerknes, V., Brandrud, T. E., Lindstrøm E. A., Raddum, G. G., Romstad, R. & Skiple, A., 1998. - Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1997. DN-Notat nr. 3, 1998, s. 323-339.
130. Håland, A. & Overvoll, O. 1998a. Fossekallens bruk av og vandringer mellom nærliggende vassdrag. Årsrapport fra prosjektet 1996/97. - *NNI - Rapport nr. 25*. - Norsk Natur Informasjon - NNI, Bergen. 19 s.
131. Håland, A., Overvoll, O. 1998b. Populasjonsøkologi hos fossekall *Cinclus cinclus* i regulerte og regulerte vassdrag. Årsrapport fra prosjektet 1997 og 1998 - *NNI-Rapport nr. 27*. 26 s.
132. SFT 1998. Statlig Program for Forurensingsovervåking. Overvåking av langtransportert forurenset luft og nedbør. Årsrapport – Effekter 1997. Statens Forurensingstilsyn, Oslo. Rapport nr. 748/98.
133. Wiers, T, 1998. Driftsplan for Ekso. Rapport (i trykk)
134. Fjellheim, A., Barlaup, B., Bjerknes, V., Gabrielsen, S. E., Raddum, G. G. & Skiple, A., 1999. - Eksingedalsvassdraget. - Kalking i vann og vassdrag. Overvåking av større prosjekter 1998. DN-Notat (i trykk).
135. Brandrud, T. E. 1999. Undersøkelse av vannvegetasjonen i forsurete/kalkede lokaliteter i Hordaland i 1996-97: Eksingedalsvassdraget i Vaksdal, Frølandsvatn i Samnanger og Havgårdsvatn i Fusa. Norsk Institutt for Vannforskning, Oslo. Rapport (i trykk).