Vassdragsforsk

Program for naturforvaltning
Opprettet av Norges allmenn-
vitenskaplige forskningråd

adr. Universitetet i Oslo
Postboks 1037, Blindern
0315 OSLO 3
tlf. 02-454684

LARS ERNST HOLE

LÆRDALSELVA - EN VURDERING AV EROSJON

Oslo 1988

Rapport 124

FORORD

I tilknytning til Biotopjusteringsprosjektet, i regi av NVE-Vassdragsdirektoratet, fikk Vassdragsforsk i oppdrag å vurdere erosjonsproblematikken i Lærdalselva. Spesielt skulle dette knyttes til de eksisterende og planlagte tersklene i elva. Det er foretatt to befaringer av elva vinteren 1987.

Undersøkelsen er finansiert med kr 20.000,- av NVE-Vassdragsdirektoratet. Vassdragsforsk har bidratt med noe egen innsats.

Det rettes en takk til følgende personer/institusjoner som har bidratt med informasjon og bakgrunnsmateriale; NVE-Forbygningsavdelingen i Førde,, S. Roen ved NVE-VHI, B. Andersen ved NVE-VF, T. Dahl ved NHL-Trondheim, A. Tallaksen ved Borgund Kraftverk, H. Roen ved Lærdal Landbrukskontor og O. Wendelbo Jr. ved Lærdal Elveigarlag.

Ragnhild Frilseth har maskinskrevet rapporten, Sverre Husebye (NVE-VU) har vært faglig rådgiver under arbeidet.

INNHOLD

1. PROBLEMSTILLING - INNLEDNING.....

2. METODE .....

3. LÆRDALSVASSDRAGET - GENERELL BESKRIVELSE .....

3.1. Beliggenhet .....
3.2. Klima .....
3.3. Løsmasser/kvartærgeologi .....
3.4. Fluvialgeomorfologi .....
3.5. Inngrep .....
3.6. Hydrologi .....

4. LÆRDALSVASSDRAGET - KONSEKVENSER AV INNGREP

4.1. Innledning .....
4.2. Konsekvenser av terskelbygging .....
4.3. Konsekvenser av forbygninger .....
4.4. Konsekvenser av uttak av masse i elva .....
4.5. Konsekvenser av reguleringen av vassdraget .....
4.6. Sammendrag .....

5. FREMTIDIGE UNDERSØKELSER .....

6. LITTERATUR .....

1. *PROBLEMSTILLING - INNLEDNING*

Rapporten gir en generell beskrivelse av Lærdalsvassdraget samt en vurdering av erosjons/akkumulasjonproblematikken. Hensikten er å gi en helhetlig vurdering av vassdraget hvor det fokuseres på terskelbygging, forbygninger/kanalisering og reguleringen av vassdraget til kraftproduksjon.

Lærdalselva har gjennom en årrekke blitt brukt til laksefiske. Fisket har enten blitt foretatt av grunneierne eller av personer/instanser som har kjøpt rettigheter av grunneierne. For å bedre fisket har det blitt bygd en rekke terskler i elveløpet. Hensikten med disse har i første rekke vært å skape gode fiskeplasser. I de senere år har det også blitt fokusert på at tersklene skal bedre oppgangsmulighetene, danne hvileplasser, samt bedre gyte- og oppvekstmulighetene. Dette for å bedre utbyttet uten å redusere laksebestanden (Beheim et al. 1977).

Det eksisterer en rekke ulike typer terskler, fra små utstikkere til større terskler som er bygd på tvers av hele elveløpet. Hensikten med disse er å endre strømforholdene i elveløpet slik at det etableres bedre forhold for fisket. Forandringer i strømforholdene påvirker hele dynamikken i elveløpet. Hvis løpsstrekningen tidligere har vært i likevekt vil disse inngrepene kunne forskyve likevekten og dermed erosjons/akkumulasjonsforholdene i vassdraget. Dette kan føre til både ønsket og uønsket erosjon/akkumulasjon av materiale i selve elveløpet og på tersklene. Prosessen er et resultat av elvas forsøk på å etablere en ny likevekt.

I 1972 ble vassdraget regulert til kraftproduksjon ved Borgund Kraftverk. Reguleringen har medført etablering av en rekke reguleringsmagasiner og endret vannføringen i vassdraget. Høsten 1988 er det planlagt oppstarting av et nytt kraftverk ved Stuvane. Stuvane Kraftverk skal utnytte vannets fallenergi mellom Sjurhaugfoss og Stuvane etter at fallenergien er utnyttet på Borgund. Vannet vil derfor slippes ut i elva ved Stuvane i steden for ved Sjurhaugfoss og Byrkjo som nå er tilfelle.

2. METODE

For å beskrive Lærdalsvassdraget er det tatt utgangspunkt i eksisterende bakgrunnsmateriale i form av studie av litteratur, topografiske og tematiske kart samt to befaringer i henholdsvis januar og mars 1987. Under befaringene ble det lagt vekt på å få en oversikt over Lærdalselva nedstrøms Borgund kraftverk.

Den innsamlete informasjon over inngrepene er sammenstilt i en kartskisse (Fig. 1). Inngrepene og konsekvensene av disse er vurdert ut ifra en prosessgeomorfologisk innfallsvinkel. Innen fluvialgeomorfologien er system-prosessbetraktninger helt sentralt.

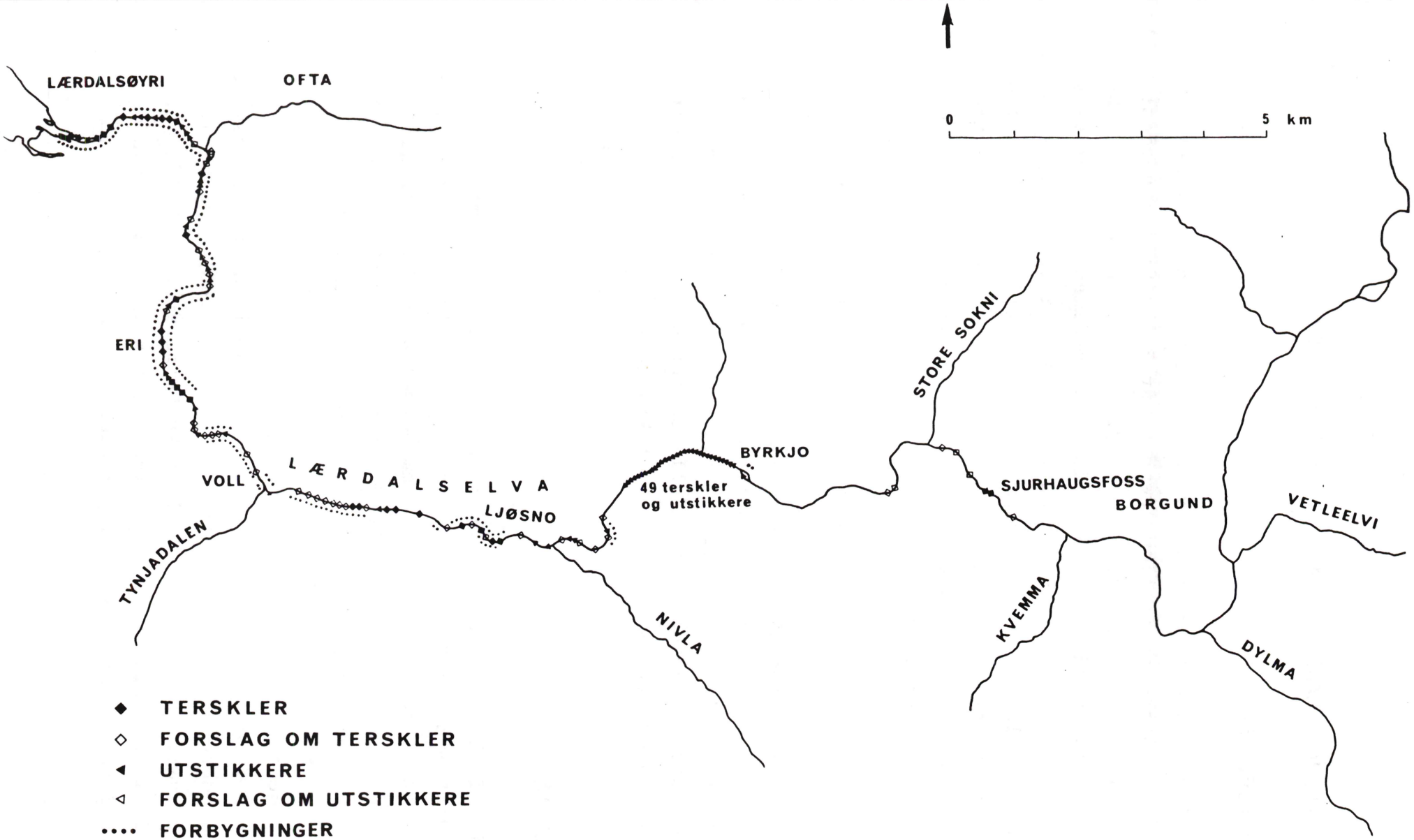


Fig. 1. Eksisterende og planlagte terskler, utstikkere og forbygninger i Lærdalselva.

3. *LÆRDALSVASSDRAGET - GENERELL BESKRIVELSE*

3.1. BELIGGENHET

Lærdalselvas nedbørfelt ligger vesentlig i Sogn og Fjordane fylke. Elva drenerer fjellområdene rundt Fillefjell i nordøst, Jukleegga i øst, Hemsedalsfjella i sørøst og Grånosa i sør. De to største sidevassdragene Mørkredøla og Smedalselvi løper sammen ved Borlaug. Fra samløpet og ned til utløpet i Lærdalsfjorden får Lærdalselva tilsig fra tre større sidevassdrag; Kvemma, Dylma og Nivla. De største innsjøene i nedbørfeltet er søndre Sulevatn, Juklevatn, Eldrevatn, Store Øljusjøen og Flågrunnsvatna. Ved Voll bru har vassdraget et naturlig nedbørfelt på 1093 km^2.

Fra Borlaug til utløpet i fjorden faller Lærdalselva 480 m over en avstand på 42 km. Den øvre delen av strekningen ned til Saltkjelen har flere små fosser og strie stryk. Enkelte steder har elva erodert ut markerte canyoner. Nedre del veksler mellom små stryk og stilleflytende partier. Fra fjellområdene som omgir Lærdalen har sideelvene betydelig fall ned mot hovedelva. Enkelte av de større fossefallene er vernet mot kraftutbygging.

3.2. KLIMA

De steile fjellmassivene som omgir Lærdal samt fjellområdene i vest påvirker klimaet i dalen og gir det et kontinentalt preg. Årsnedbøren er meget lav med 411 mm normal årsnedbør for klimastasjon 5413-Lærdal-Tønjum. Fordelingen gjennom året viser et minimum i vårmånedene med en økning utover sommeren til et maksimum om høsten (Fig. 2). Den lave nedbørmengden skyldes "regnskyggeeffekten" som skapes av fjellene i vest. Forholdet mellom nedbør og fordampning viser et betydelig nedbørunderskudd i sommermånedene (110-120 mm i mai-juni) (Myhr 1980). Dette gir dalen et svært tørt klima. Midlere årstemperatur på 5.1°C gir videre dalen et relativt mildt klima. I januar-februar kan det imidlertid oppstå strenge kuldeperioder.

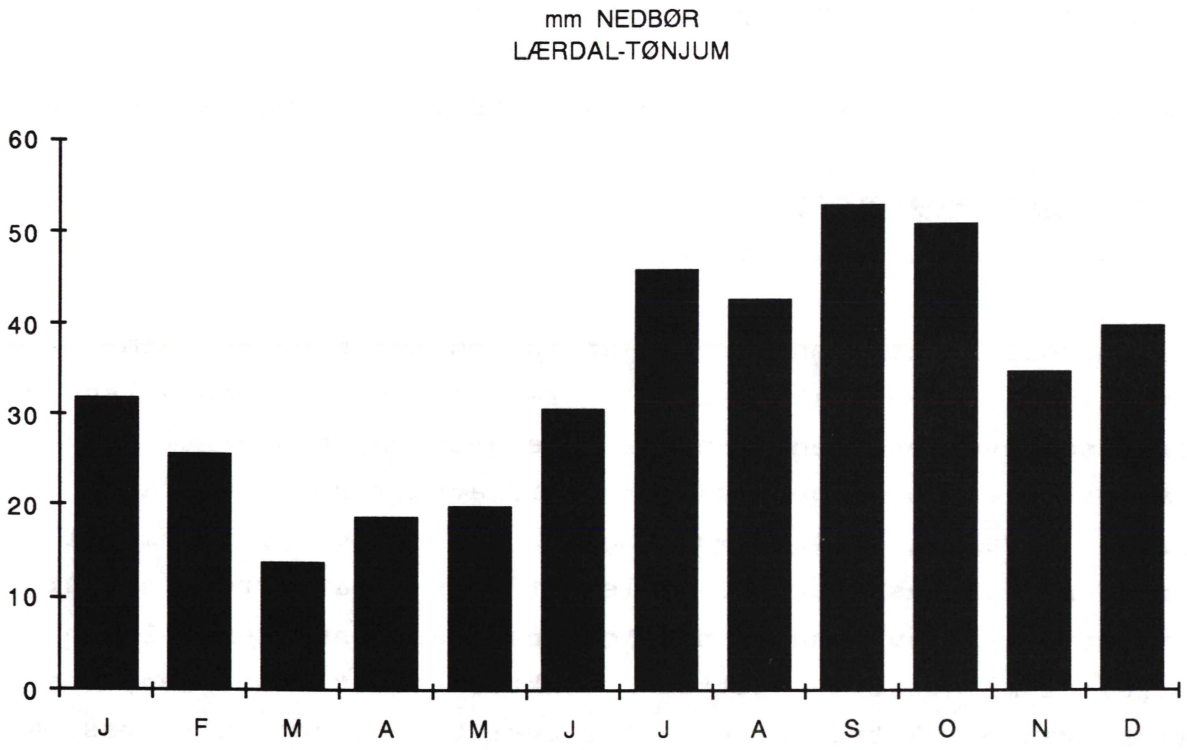


Fig. 2. Nedbørfordelingen gjennom året ved klimastasjon 5413-Lærdal-Tønjum basert på månedsmidler for normalperioden 1931-60.

3.3. LØSMASSER/KVARTÆRGEOLOGI

Dalbunnen i nedre del av Lærdal består vesentlig av glasifluviale og fluviale avsetninger. Enkelte kvartære avsetninger trer tydelig fram, som f.eks. den store israndavsetningen ved Mo. Avsetningene har svært varierende mektighet. Analyser av jordprøver viser at fin og grovsandfraksjoner dominerer og karakteriserer materialet. Innholdet av leire er lite. Under de fluvialt avsatte sedimentene er det usortert sand, grus og stein. Enkelte steder kan denne registreres oppe i dagen (Myhr, 1980).

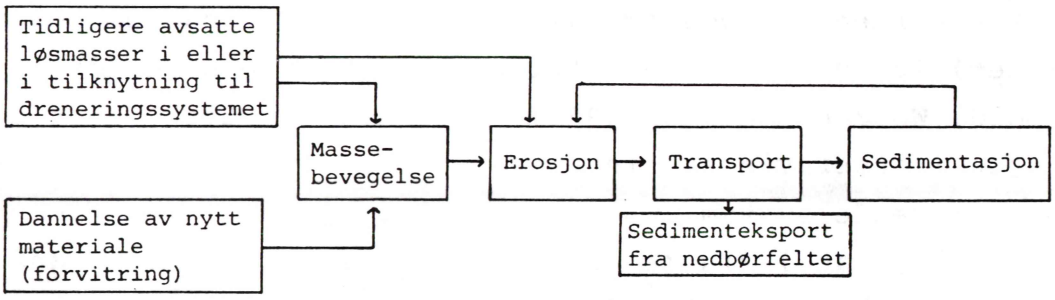
De større sideelvene har bygd opp markerte vifter mot dalbunnen.

3.4. FLUVIALGEOMORFOLOGI

(delvis basert på Husebye 1985)

Fluvialgeomorfologien omhandler dannelse og tolkning av formelementer på jordoverflaten skapt av rennende vann. Den delen av nedbøren som hverken trenger ned i undergrunnen, bindes til vegetasjon eller fordamper, danner overflateavrenningen fra et nedbørfelt. Vannet samler seg i bekker, elver og sjøer som tilsammen danner et vassdrag. I tillegg til overflateavrenning får vassdraget tilsig av vann gjennom grunnvannsavrenningen. Innen nedbørfeltet må dreneringsnettet betraktes som et sammenhengende dynamisk system. Nettet er utviklet over tid og vesentlig bestemt av berggrunnens struktur og sammensetning, de glasiale prosessers omforming av landskapet i kvartærtiden samt de ulike formdannende prosessers arbeid fram til idag.

Innen fluvialgeomorfologien er sammenhengen materialkilder - transport og sedimentasjon svært sentral. Hvor det fjernes mer matemateriale enn det tilføres dannes fluviale erosjonsformer, og omvendt hvor det tilføres mer enn det fjernes dannes fluviale akkumulasjonsformer. En elvestrekning er i dynamisk likevekt når det tilføres like mye som det fjernes.



En forenklet fluvialgeomorfologisk betraktningsmodell

Åtte avhengige variable er bestemmende for endringer i elvas gradient og løpsmønster nedstrøms; bredde, dybde, hastighet, gradient, sedimenttransport, partikkelsammensetning, hydraulisk ruhet og vannføring (Leopold, Wolman & Miller 1964). Minerogene partikler transporteres enten svevende i vannmassen (suspensjons-transport) eller langs bunnen (bunntransport). Forholdet mellom partikkelstørrelse og vannets hastighet og turbulensgrad er avgjørende for hvor mye materiale som kan holdes i suspensjon. Partikler som har større diameter enn 0.5 mm regnes til bunn-transporten (Ziegler 1974), mens nedre grense er 0.18 mm (Sundborg 1956) fordi disse bringes relativt lett i suspensjon. Strømnings-forholdene er avgjørende for om partikler mellom 0.18-0.5 mm trans-sporteres langs bunnen eller i suspensjon.

I brefrie vassdrag, som Lærdalsvassdraget, stammer sediment-transporten fra erosjon i løsmasser langs eller i elveløpene. Partikkelsammensetningen er bestemmende for forholdet mellom bunn- og suspensjonstransport. Et dekksjikt, bestående av stein som ligger over finere fraksjoner, utvikles ofte i elvens bunn-materiale. Tilsvarende utvikles også et "armeringslag" av grove fraksjoner nederst i erosjonsskråninger i tilknytning til elve-løpene. Fullt utviklet bunntransport er derfor knyttet til de større flommene. En ødeleggelse av dekksjiktet kan føre til en betydelig erosjon i det underliggende mer finkornete materialet, samt undergrave og forplante seg til sidene.

Utviklingen av ulike løpsmønstre kan ofte knyttes til gradient og materialtransportens mengde og sammensetning. Et anastomoserende (oppsplittet) løp utvikles ved større gradienter enn meandrerende løp (Leopold, Wolman & Miller 1969). Erosjon i yttersvinger og akkumulasjon i innersvinger (innersvingsbanker) er karakteristisk for et meandrerende system. Løpet utvikles gjerne i mer finkornet materiale (silt, sand, finere grus). Sannsyligvis er både anastomoserende og meandrerende løpsformer en konsekvens av elvas arbeid for å etablere en likevektstilstand i forhold til vannføring, gradient og materialtilførsel. Endres en eller flere av disse parametrene vil løpsformen også endres. Lærdalselva er karakterisert ved forholdsvis grovt bunnmateriale (grov grus, stein), midt og sidebanker, samt forholdsvis brede og grunne løp. Dette er typiske trekk ved et anastomoserende løpssystem. Imidlertid er det også utviklet flere buer som kan gi inntrykk av en meandrerende elv. Antakelig representerer derfor Lærdalselva en overgangsform mellom anastomose og meander.

Der elver og bekker faller ned fra bratte dalsider bygges det ut kjegleformede vifter i dalbunnen. I Lærdalen er Sandånas og Djupedalsgrovis vifter eksempler på dette. Viftene består av grovere partikler og har vanligvis et forgrenet løpsmønster. Formen er dannet ved at materialet som transporteres av elven (bekken), sedimenteres der gradienten og dermed vannets transportevne blir for lav. Løpene blir etter hvert oppgrunnet og vannet søker stadig nye enklere veier. Større vifter kan presse hovedelvas løp i dalbunnen over mot motsatt dalside. Nedstrøms viftene dannes det ofte et "vifteslep" av materiale som hovedelva ikke klarer å transportere videre. Dette kan imidlertid fraktes videre under storflommer. Viftene kan også ha en oppdemmende effekt slik at elva får en slakere gradient oppstrøms. Oppstrøms viftene kan det derfor også akkumuleres betydelig materiale.

Sedimenttilførselen til Lærdalselva stammer hovedsaklig fra:

- Løpserosjon
- Fluvial erosjon i løsmasser i kontakt med elveløpene
- Massebevegelse

Langs hovedløpet er det ingen innsjøer som fanger opp bunntransporten. Imidlertid er det enkelte partier av elva med slak gradient som kan virke som sedimentfeller.

Elveløpsforandringer kan oppstå enten som en følge av naturlige eller tekniske endringer i de naturgitte fysiske forhold langs vassdraget. De vesentligste forandringene langs Lærdalselva har oppstått eller kan oppstå ved:

- Åpning av nye sedimentkilder som følge av flom.
- Grusuttak kan øke erosjonen ved at dekksjiktet blir ødelagt eller reduserer transporten nedstrøms ved at det tilførte materialet blir fjernet.
- Elveforbygninger. Kan redusere transporten fordi naturlige sedimentkilder fjernes. Løpserosjon kan oppstå som følge av økt strømhastighet.
- Vassdragsreguleringer. Flomtopper og sommervannføringen reduseres mens vintervannføringen økes. Både erosjon og akkumulasjon kan oppstå. Erosjon vesentlig som en følge av is, og akkumulasjon ved at reduserte flomvannføringer ikke har kompetanse til å frakte de tilførte sedimenter videre. I et lengre tidsperspektiv kan heving av elvebunnen føre til fornyet erosjon (ofte på nye steder) og løpsendringer.
- Massebevegelse (ravinering og flomskred).

3.5. INNGREP

Regulering

Den 7. oktober 1966 fikk Østfold kommune konsesjon til å bygge Borgund kraftverk ved Borgund i Lærdal. Reguleringen av vassdraget startet i september 1972 gjennom oppsamling av vann i reguleringsmagasinene. Kraftverket ble satt i drift 20. september 1974. Reguleringsmagasinene er lokalisiert i sideelvene Nivla, Dylima, Vetleelvi, Heftingsdøla, Stardøla, Kjølåni og Mørkedøla sør og øst i nedbørfeltet. Kraftverket kan magasinere ca. 63% av

årsnedbøren (Østfold Kraftforsyning, 1984). Gjennom tunneler føres det magasinerte vannet, samt vann fra en rekke bekkeinntak ("takrenne"), til kraftverket via Vassetvannet. Fra kraftverket i Lærdalselva ved Sjurhaugfoss og Byrkjo. Det regulerte nedbørfeltet er på ca. 400 km^2.

Fra oktober til midten av juni benyttes vesentlig utslippet ved Byrkjo. I denne perioden kjøres kun 1-2 m^3/s ut ved Sjurhaugfoss, vesentlig for å tilfredsstille fiskeinteressene i vassdraget. Vannmengden gjennom kraftverket reguleres i forhold til kraftbehovet gjennom året. Fra oktober til desember er det en langsom økning fra 12-24 m^2/s, fra desember til midten av mars full drift med ca. 24 m^3/s (maksimalt 26 m^3), og fra midten av mars til begynnelsen av mai en langsom senkning til 8-10 m^3/s. For å få en myk overgang mot vårflommen kjøres ca. 8-10 m^3/s inntil den naturlige avrenning blir like stor. Deretter kjøres det for å unngå flom ved magasinene (pers.med. A. Tallaksen, 1987).

Vårflomvannet benyttes til å fylle de nedtappede magasinene. I enkelte perioder i sommermånedene slippes det kunstige flommer for fisket i elva.

4. november 1984 fikk Østfold fylkeskommune konsesjon til å bygge Stuvane Kraftverk. Fra Byrkjo sprenges en tunnel med utløp i elva ved Stuvane. Ved en parallellkjøring av begge kraftverkene skal Stuvane utnytte vannets fallenergi fra Sjurhaugfoss til Stuvane etter at fallenergien ved Borgund er utnyttet (Fig. 3). Vannet som nå blir sluppet ut ved Byrkjo skal derfor isteden slippes ved Stuvane, under den forutsetning at vannføringen ved Vm 1331-0-Sæltun er minimum 4 m^3/s om vinteren og minimum 40 m^3/s om sommeren (Østfold Kraftforsyning 1984). Etter de foreliggende planer skal Stuvane settes i drift 1. oktober 1988. I tilknytning til utbyggingen skal det ikke foretas ytterligere reguleringsinngrep i Lærdalsvassdragets nedbørfelt.

Terskler

Før Lærdalselva ble regulert ble det bygd en rekke terskler for å

forbedre fisket i elva. De eldste som kan registreres i dag, skriver seg sannsynligvis fra århundreskiftet. Mest markert er de 49 tersklene og utstikkerne mellom Byrkjo og Sloane (Fig. 1). Elva har her et trappetrinnliknende forløp. Avstanden mellom dem er flere steder kun 10-20 meter. Tersklene varierer i både utforming og størrelse. Enkelte steder er det kun lempet noen få stein ut i elva mens andre steder er de bygd opp mer systematisk. Hensikten er ensartet for samtlige, å endre strømforholdene i elva slik at det skapes gunstigere forhold for fisket. Normalt skjer

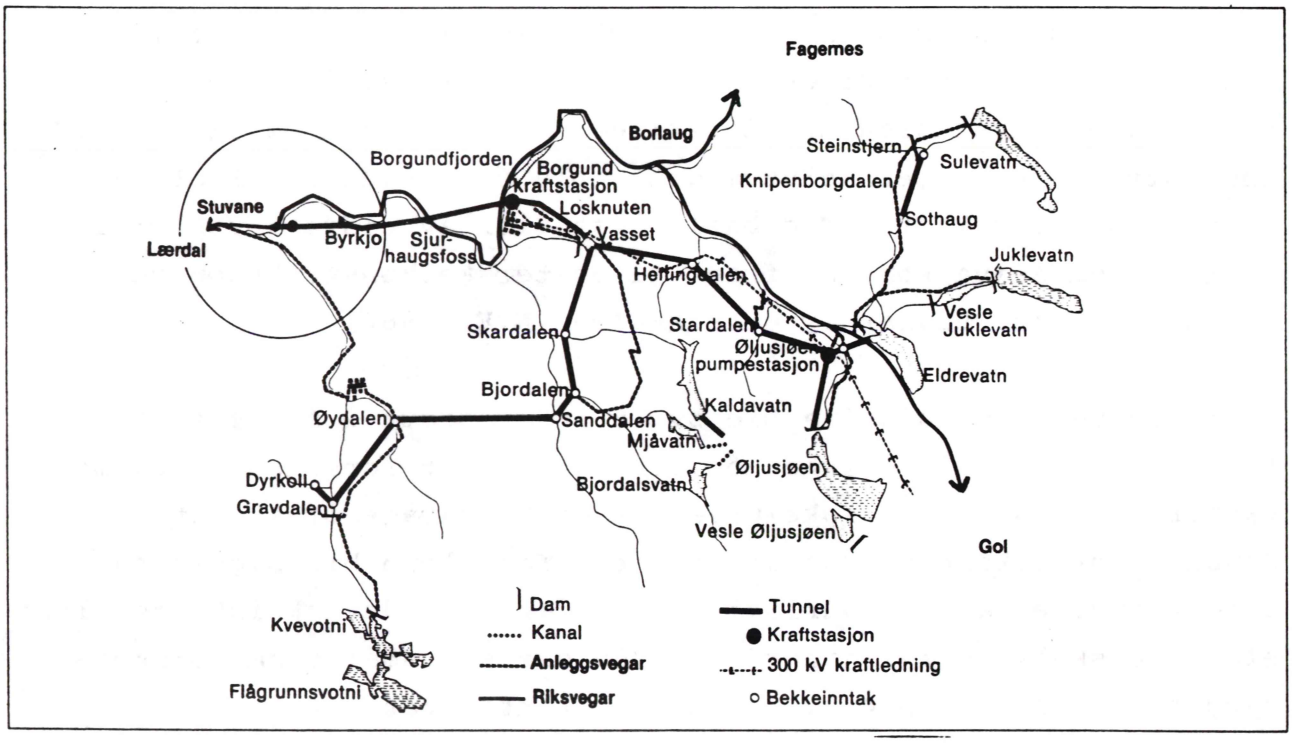


Fig. 3. Borgund Kraftverk. Det nye anleget ved Stuvane er ringet inn (fra Østfold Kraftforsyning, 1984).

skjer dette ved at det etableres kunstige "høler" (kulper) opp- og nedstrøms tersklene.

Ved byggingen av Borgund Kraftverk ble spørsmålet om terskelbygging av hensyn til fisket enda mere aktuelt. Med hjemmel i konsesjonsvilkårene for kraftverket ble spørsmålet tatt opp tidlig i 1970-årene av NVE-Vassdragsdirektoratet. Etter pålegg bygde regulanten en rekke terskler i øvre del av vassdraget. I hovedelva var det imidlertid liten interesse fra de sakkyndige for å bygge de konvensjonelle tersklene som da var mest aktuelle. Det ble derfor bestemt å vente med å gi pålegg om eventuelle tiltak. Fiskeskjønnet for Lærdalselva ble tilsvarende utsatt i samme tidsrom (NVE, 1986).

Gjennom forskning med biologisk problemstilling knyttet til terskelbygging, syntest det klart at det var mye å hente ved en riktig konstruksjonsmåte. Erfaringer fra Terskelprosjektet, med underutvalg "Lakseterskelutvalget", ble ført videre i Biotopjusteringsprosjektet. Med basis i studier av eldre terskler i bl.a. Lærdalselva kom man fram til en terskelkonstruksjon som senere har fått navnet Syvdeterskelen (NVE, 1986).

Grunneierne i Lærdalselva ble svært interessert i å prøve ut terskelen. Det ble enighet om et kontrollert forsøksopplegg med ekspertise fra Lakseterskelutvalget og Vassdragsdirektorat. Grunneierne bekostet byggearbeidene. Tersklene ble bygget på steder hvor elva var "dårlig", helst der hvor det eksisterte ulike eldre terskelkonstruksjoner. I 1985 ble spørsmålet om terskelbygging igjen tatt opp av Vassdragsdirektoratet. Befaring langs elva viste at det var nødvendig å avklare hva utbyggeren (Østfold Fylkeskommune) kan pålegges av terskeltiltak. I 1986 ble det lagt fram et forslag til hovedplan for terskelbygging (NVE 1986). Hovedplanen er ment som en rammeplan for eventuelle pålegg til utbygger samt terskler/tiltak som grunneierne/leierne selv ønsker å utføre. Planen er nå ute til høring og gir ikke tillatelse til å utføre tiltakene.

Syvdeterskelen

Syvdeterskelen (Fig. 4) bygges med to skråbånd ca. 45° mot strøm-

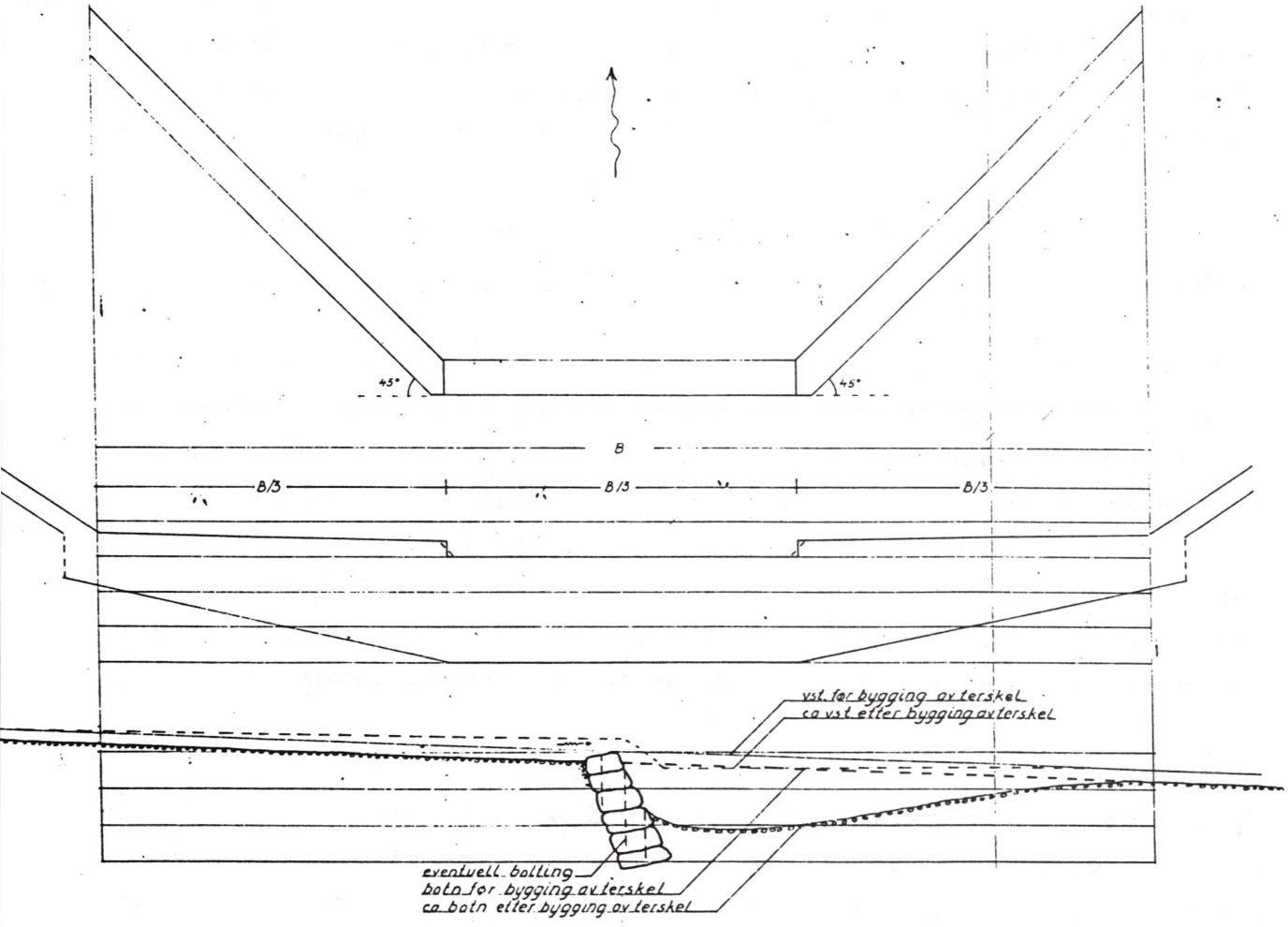


Fig. 4. Syvdeterskelen (fra NVE, 1986).

retningen med fall mot midten av terskelen. Mellom skråbåndene legges et tverrbånd som danner midten/overløpet av terskelen. Tverrbåndet legges noe lavere enn skråbåndet. Bredden på dette tilpasses forholdene på stedet, men vanligvis dekker det ca. 1/3 av elvas bredde. Terskelen bygges av grove steinblokker som legges lagvis med lengdeaksen i strømretningen. Det nederste laget graves ned i elvebunnen. Lagene over legges noe inn på de underliggende med en liten helning mot strømmen for å få vanntrykket oppå steinene. Enkelte steder boltes steinene sammen. Endel av massen som graves ut under byggingen planeres inntil tersklene. Utformingen av terskelen medfører at hovedmengden av vannet samles mot midten av terskelen. Videre hever den vannstanden oppstrøms og danner et lite stryk over tersklene som gir vannet en eroderende virkning nedstrøms.

Ved flere terskler graves det ut masse for å øke hølens dybde oppstrøms. Nedstrøms vil vannet selv erodere ut en høl. Dybden og formen er avhengig av vannføring, overløpshøyde, høydeforskjell mellom skråbånd og tverrbånd, fall, sedimenttransporten og bunnforholdene. For å øke størrelsen av hølen blir det ofte gravd ut masse. Dette medfører en ødelggelse av bunnens dekksjikt. For å unngå uønsket videre utgraving av elva er det derfor nødvendig å legge ut grov masse for å etablere et nytt beskyttende lag.

Utstikkere

Utstikkere legges skrått ut i elva med strømretningen. Vanligvis brukes stor stein. Hensikten er å konsentrere strømmen i elva over til en side, noe som øker strømhastigheten og dermed elvas erosjonspotensiale. Konsekvensene kan bli både ønsket og uønsket erosjon i elveløpets bunn og sider. I Lærdalselva (Fig. 1) er utstikkere i første rekke bygd for å skape bedre fiskeplasser. Enkelte steder er de bygd for å lede strømmen vekk fra forbygninger eller elvebredden slik at erosjonen reduseres.

Forbygninger

Det er utført en rekke forbygningsarbeider i Lærdalselva (Fig. 1), de første allerede i forrige århundre. Forbygningene er i første rekke oppført for å redusere erosjonen på utsatte steder samt hindre oversvømmelse. Under flommen i 1971 ble mange for-

bygninger skadd. Det viste seg at de fleste var for lave til å hindre oversvømmelse. I årene fram til 1983 ble det utført utbedringsarbeider på gamle forbygninger samt oppføring av nye.

Uttak av masse

I flere elver er masseuttak en viktig fornybar grusressurs. Uttakene av masse i Lærdalselva har i første rekke blitt gjort i tilknytning til terskelbygging eller forbygningsarbeider. Ved en del terskler er masse tatt ut både for å bygge selve terskelen og for å etablere høler opp- og nedstrøms denne. I enkelte partier av elva er det også tatt ut masse for kun å utdype elvebunnen. Materialtransporten i elva, særlig under større flommer, har helt eller delvis fylt en rekke av de kunstig etablerte hølene. For å etablere disse på nytt har man derfor vært nødt til å foreta nye opprenskningsarbeider.

Det er vanskelig å gi en oversikt over uttakene av masse fordi dette har skjedd over et lengre tidsrom og av en rekke personer/ instanser.

3.6. HYDROLOGI

Lærdalsvassdraget har et nedbørfelt på 1116 km^2 ved Skjærsbrui, rett oppstrøms utløpet i Lærdalsfjorden. Det har blitt opprettet en rekke avløpsstasjoner i vassdraget. Idag er det to i drift i de nedre delene av Lærdalselva; Vm. 608-0-Lo bru (fra 1915) og Vm. 1331-0-Sæltun (fra 1961). Stasjonen ved Lo bru er lokalisert rett ved Borgund kraftverk og stasjonen ved Sæltun ca. 1.5 km oppstrøms kraftverkets utløp i elva ved Byrkjo.

Avløpsfordelingen gjennom året ved Sæltun for perioden 1961-71 (før regulering) viser at vårmånedene mai-juni har den høyeste vannføringen og vintermånedene februar-mars har den laveste (Fig. 5). Hydrologisk tilhører vassdraget regimetypen H_1 L_1 (Gottschalk et al. 1978) som er karakterisert ved dominerende vårflom og vinterminimum. Regimet er typisk for innlands-fjellområder.

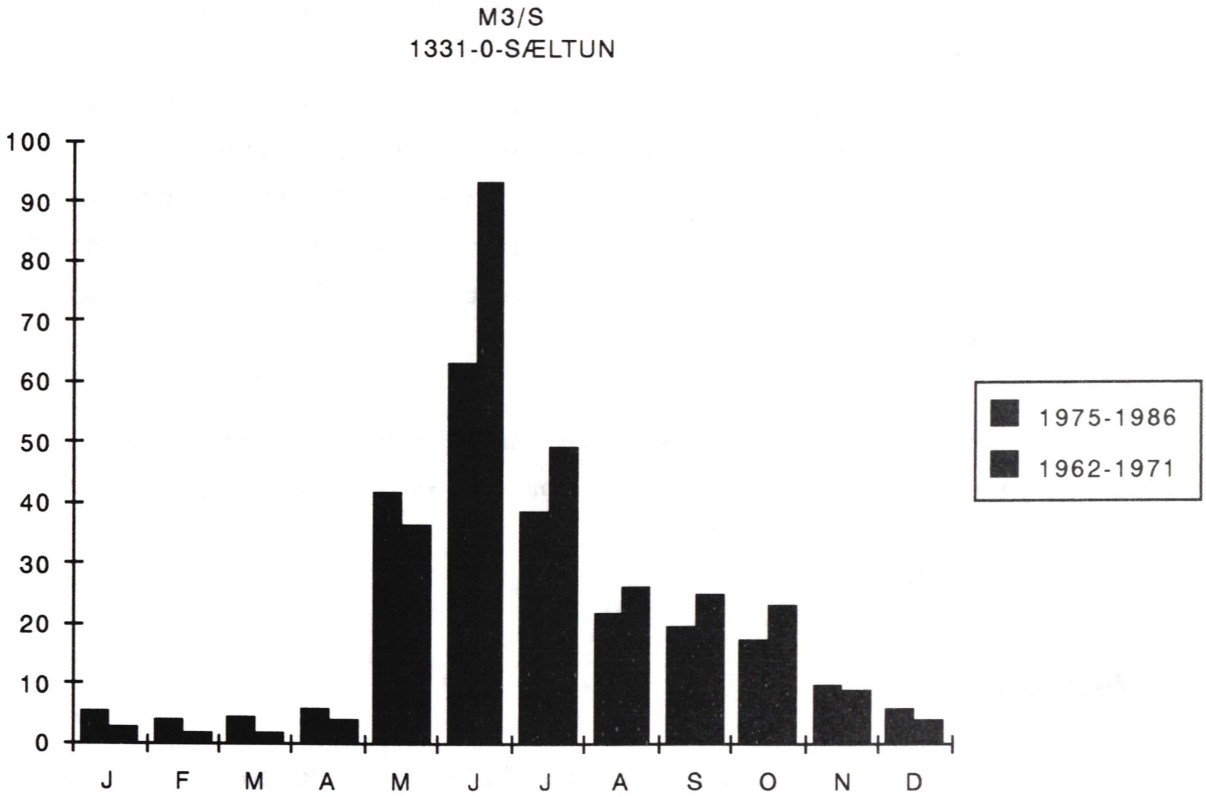


Fig. 5. Avløpsfordelingen gjennom året ved Vm. 1331-0-Sæltun, basert på månedmidler for perioden 1962-71 og 1975-86.

Etter reguleringen av vassdraget i 1972 kan det tydelig registreres endringer i avløpet gjennom året. Ved Sæltun (Fig. 5) er vintervannføringen i desember-april nesten fordoblet, vårflommen i mai-juli er sterkt redusert og vannføring i høstmånedene er redusert. Dette gir imidlertid et delvis galt bilde av vannføringen lenger nedstrøms i vassdraget fordi stasjonen ligger oppstrøms utslippet av vann fra Borgund kraftverk ved Byrkjo. For å kunne måle den reelle vannføringen i Lærdalselva er det derfor svært uheldig at det ikke eksisterer en stasjon i drift nedstrøms utslippet. Særlig om høsten og vinteren er utslippet av vann betydelig, fra oktober til desember ca. 12-24 m^3/s, fra desember til midten av mars ca. 24 m^3/s og fra midten av mars til midten av mai ca. 8-12 m^3/s (jf. kap. 3.5). Kombineres dette med avløpsdataene i fig. 4, går det tydelig fram at avløpet gjennom året er totalt endret nedstrøms Byrkjo. (Det påpekes at det naturlige tilsig mellom avløpsstasjonen og utløpet ved Byrkjo har liten betydning i denne sammenheng.) Før regulering var vannføring fra desember til april mindre enn 5 m^3/s, mens den etter regulering har økt til ca. 30 m^3/s, m.a.o. en seksdobling av vannføringen. Vårflommen er betydelig redusert, vesentlig pga. fylling av nedtappede magasiner i nedbørfeltet fra vinterdriften av kraftverket. Vannføringen i sommer- og høstmånedene er ikke betydelig endret.

Det årlige avløp i Lærdalselva er tilnærmet som før regulering i og med at reguleringen ikke har medført overføring av vann til eller fra vassdraget. Magasinering av vann i regulerings-magasinene medfører imidlertid visse endringer fra år til år. Enkelte år vil få et positivt vanntilskudd, andre et negativt.

Etablering av reguleringsmagasiner påvirker et nedbørfelts selv-regulerende evne og virker følgelig inn på flomforholdene i vass-draget. Vårflommen er tydelig redusert etter regulering p.g.a. oppfylling av nedtappede magasiner. Relatert til deskader som kan oppstå ved flom, er redusert vannføring en klar fordel. Høst-flommene i vassdraget er betydelig mindre enn vårflommene. Disse kan imidlertid komme i perioder med fulle magasiner. Magasinene

vil dermed gi liten eller ingen dempning.

Endringer i en elvs vannføring gir vannstandsendringer i elveløpet, avhengig av løpets profil og gradient. Vannstandsendringer virker inn på grunnvannsforholdene ved elva. En undersøkelse med forsøksfelt nedstrøms Voll bru viste at reguleringen av Lærdalsvassdraget har resultert i en senkning av grunnvannsnivået om sommeren og høsten og en økning om vinteren, særlig etter jul. Det understrekes at en kan ha fått inn effekter som ikke bare skyldes reguleringen. På ett felt ble det registrert betydelig større senkning enn på de andre. Sannsynligvis skydles dette store uttak av masse i elva rett nedenfor forsøksfeltet (Myhr 1980).

Isforholdene i elva

Endret vannføring og vannstand i elveløpet påvirker isforholdene i elva. Før regulering var vannføringen liten under vinterperioden (ca. 2-4 m^3/s fra desember til april) og størstedelen av elveløpet var islagt. En mangedobling av vannføringen nedstrøms Byrkjo har medført at store deler av elva går åpen om vinteren. Under strenge kuldeperioder blir løpsstrekninger med liten gradient islagt. Kombinasjonen kulde/åpen elv resulterer i sarrdannelse. Ved en rekke grunne og oppstikkende partier i elva, gjerne ved terskler, blir det dannet bunnis som kan vokse og skape større isdemninger. Demningene stuer opp vannet og minsker gradienten slik at løpet oppstrøms lettere kan bli islagt. Oppstuvet vann og is kan skape et så sterkt trykk på isdemningen at denne ryker og det oppstår en isgang.

Ofte går det en rekke mindre "isganger" i løpet av vinteren som suksesivt forplanter seg nedover i vassdraget. Vann og is stuves opp ved demninger som gjerne er dannet av både bunnis og isflak fra elva oppstrøms (Fig. 6). Etter at demningen har brutt sammen kan isnivået på sidene av elveløpet fortelle hvor høyt vannet ble demmet opp.

Fig. 6. Isoppstuving ca. 200 meter oppstrøms brua ved Fylkessjukehuset, februar 1987.

4. *LÆRDALSVASSDRAGET - KONSEKVENSER AV INNGREP*

4.1. INNLEDNING

For å bedre fiskeforholdene i Lærdalsvassdraget har det blitt anlagt en rekke ulike typer terskler i elveløpet. I tillegg er det gravd ut masse av elvebunnen for å øke dybden i elva (høler). Utgravingen har vesentlig skjedd rett opp- eller nedstrøms tersklene. Inngrepene er utført for å endre strømforholdene i elva.

For å redusere skadevirkningene av flom begynte man for en årrekke siden å anlegge forbygninger langs deler av elveløpet som var spesielt utsatt for erosjon eller oversvømmelse. Fram til idag er flere av disse bygd om eller erstattet av nye. I tillegg er en rekke nye partier av elveløpet forbygd.

Terskelbygging, uttak av masse og forbygninger er alle inngrep som endrer de naturlige fluviale prosessene i Lærdalsvassdraget. Et annet forhold som tilsvarende er av stor betydning er reguleringen av vassdraget som startet i 1972.

4.2. KONSEKVENSER AV TERSKELBYGGING

Det er bygd en rekke terskler i Lærdalselva (Fig. 1). Hensikten med tersklene er å endre strømfeltet i elveløpet. Ved Syvdetersklen konsentreres strømmen inn mot midten av elveløpet. Dette er særlig gunstig for fisket under lave vannføringer i elva. Terskelhøyden medfører at det oppstrøms skapes en mindre gradient, og nedstrøms et overløp med større gradient. Elvas transportpotensiale senkes dermed oppstrøms terskel og medfører en økt akkumulering av elvetransportert materiale. Over terskelen og rett nedstrøms blir forholdet motsatt. Transport- og erosjonspotensialet til elva økes. Avhengig av terskelkonstruksjonen vil elva erodere mot selve terskelen samt elvebunn rett nedstrøms.

Ved enkelte terskler har elva selv grad ut "høler" nedstrøms terskelen, ved andre er det tatt ut masse for å etablere slike.

For å unngå uønsket erosjon på tersklene bygges tersklene av grov stein. Nedstrøms foretas gjerne en "plastring" av bunn for å etablere et kunstig dekksjikt. Under flomvannføringen kan imidlertid vannets eroderende virkning bli så stor at det kan skapes et erosjonssår som danner basis for en undergraving av selve terskelen samt partiet nedenfor.

Enkelte terskler har blitt delvis ødelagt av is i vinterhalvåret. Etter at Borgund Kraftverk ble satt i drift i 1972 har vintervannføringen blitt mangedoblet og store deler av elva nedstrøms Byrkjo går åpen hele vinteren. Ved streng kulde produseres det masse sarr i elva. Både sarrene og underkjølt vann som fryser fast til tersklene skaper isdemninger ved disse. Selve isen kan delvis ødelegge terskelen, men de største ødeleggelser skjer ved isgang. Når trykket fra vannmasser og is blir for stort, ryker isdemningen og det oppstår en flombølge nedover vassdraget som kan ødelegge teskler, forbygninger, bruer osv. Erosjonen og akkumuleringen av materialet kan totalt endre deler av elveløpet.

Et vassdrag er et sammenhengende dynamisk system hvor de enkelte prosessene virker inn på hverandre. Elveløpets fall, vannføring, strømhastighet og materiale er viktige faktorer for etablering av ulike erosjons- og akkumulasjonsformer. Endres en eller flere av disse faktorene vil dette kunne få konsekvenser for prosesser både ned- og oppstrøms. I Lærdalselva foregår det en kontinuerlig transport av materiale som vesentlig stammer fra løpserosjons og erosjon i løsmasser i kontakt med elveløpet. Ved terskelbygging endres løpets fall og strømhastighet for en rekke strekninger i elva og dermed vil transporten gjennom disse forandres. Høleneopp- og nedstrøms tersklene vil virke som sedimentfeller. Med tiden vil disse fylles opp, et resultat av elvas streben etter å opprette den tilstanden som var før inngrepet ble gjort. Materialtransporten og vannføringen i elva er av stor betydning for dette. Den vesentligste transporten skjer ved flomvann-

føringer. Under flom vil det kunne skje en sedimentasjon av materiale i hølene, men også en erosjon/utgraving av hølene, avhengig av sedimentransporten i elva, vannføringen og utformingen (særlig høyden) av tersklene. Dette må sees i sammenheng med reguleringen av vassdraget. Fig. 5 viser at flomvannføringene i elva er betydelig redusert. Redusert flomvannføring reduserer elvas erosjons- og transportpotensiale og dermed elvas mulighet til erosjon/utgraving av høler.

En ytterligere akkumulering av materialet i Lærdalselva skjer hvor uregulerte materialførende sideelver møter hovedelva. Den reduserte vannføringen i hovedelva medfører at elva ikke har kompetanse til å transportere videre en del av materialet som føres ut fra sideelvene. Det vil derfor skje en akkumulering av materiale nedstrøms. Etablerte høler er typiske akkumuleringsområder.

I følge H. Eri (pers. med. 1987) skjedde det et oppfylling av en rekke høler under flommen i 1978. Oppfyllingen skjedde vesentlig nedstrøms samløpet med Kuvella. Denne eroderte ut betydelige masser ved stølsområdene i Tyssjadalen og transporterte store mengder ut i Lærdalselva. Redusert flomvannføring og dermed redusert transportevne i Lærdalselva kan derfor forklare oppfyllingen av hølene nedstrøms samløpet med Kuvella.

En omfattende konsekvensvurdering av hvordan terskelbygging påvirker prosessene i elveløpet krever en undersøkelse som strekker seg over flere år (jf kap. 5).

4.3. KONSEKVENSER AV FORBYGGINGER

Nedstrøms Byrkjo er store partier av elveløpet forbygd (Fig. 1). Forbygninger mot erosjon og flom medfører at tidligere sedimentkilder langs elveløpet blir innaktive og følgelig påvirker de fluviale prosessene nedstrøms. Selv om strømhastigheten og dermed transportevnen øker ved forbygning vil reduksjonen i naturlige

sedimentkilder vanligvis føre til en betydelig reduksjon i materialtransporten. Over tid kan dette føre til en erosjon/senkning av løpet. Den naturlige oppbyggingen av elve- og deltasletter vil dermed kunne opphøre.

Hvilke konsekvenser forbygningen har kan knyttes til graden av forbygning. I de nedre partier av Lærdalselva har kilometerlange forbygninger helt endret elveløpets karakter.

Ved forbygninger som er utført i den senere tid er det foretatt nivellering av både lengde- og tverrprofiler av de berørte elvestrekninger, samt undersøkelser av bunnmaterialet. Dette er viktig bakgrunnsmateriale for eventuelle framtidige undersøkelser.

4.4. KONSEKVENSER AV UTTAK AV MASSE I ELVA

I Lærdalselva er det tatt ut betydelig masse for å etablere "høler" opp- og nedstrøms tersklene. For vassdraget medfører dette endringer i erosjons-/akkumulasjonsforholdene i og nedstrøms uttaket.

I elvebunnen etableres gjerne et dekksjikt, bestående av grovere materialfraksjoner overliggende finere. Sjiktet motvirker erosjon i elvebunnen og reflekterer elvas transportkompetanse. En ødeleggelse av dette ved f.eks. uttak av masse, endringer av elvas erosjonspotensiale ved terskelbygging, eller storflommer, medfører en økt erosjon i de finere underliggende masser. Erosjonen kan forplante seg både ned- og oppstrøms ved en undergraving av dekksjiktet. Uttak av masse vil derfor kunne øke transporten av materiale nedstrøms og medføre oppfylling av høler.

4.5. KONSEKVENSER AV REGULERINGEN AV VASSDRAGET

Reguleringen av Lærdalsvassdraget til kraftproduksjon som startet i 1972 har generelt medført en økt vintervannføring, redusert flomvannføring og en redusert sommervannføring i Lærdalselva.

Vannføringen i et vassdrag har stor betydning for materialtransporten. Den reduserte flomvannføringen har store konsekvenser for de fluviale prosessene fordi hovedvekten av materialtransporten skjer under flom. Løpserosjon og erosjon i løsmasser i tilknytning til løpet vil reduseres og dermed tilgjengelig transportabelt materiale. Elvas transportkompetanse reduseres tilsvarende og det kan derfor på visse elvestrekninger skje en økt akkumulering av grovere materiale som elva ikke klarer å transportere videre.

Forholdet mellom regulert hovedelv og uregulert sideelv er viktig i denne sammenheng. Den uregulerte sideelva vil fortsatt under flom kunne tilføre hovedelva betydelig materiale. Redusert vannføring og dermed transportkompetanse i hovedelva kan resultere i en akkumulering av grovere materiale nedstrøms sideelvenes utløp. Oppfylling av "høler" kan være et resultat av dette (jf kap. 5.2).

Den mangedobbelte vintervannføringen i elva endrer isforholdene i vassdraget. Bunnis og isoppstuving kan snevre inn deler av elveløpet. Den økte strømhastigheten kan dermed skape lokal erosjon. Materiale kan også fjernes eller endre posisjon ved fastfrysing til isen. Tilsvarende kan deler av terskler ødelegges ved en kombinasjon av is og vanntrykk. Isoppstuing kombinert med stor vannføring kan utløse store isganger. Ved isgang kan isen og vannet erodere kraftig i elveløpet og totalt endre deler av dette. Ekspanderende erosjon oppstår der dekksjiktet ødelegges.

4.6. SAMMENDRAG

Inngrep i et vassdrag vil kunne medføre store endringer i de naturlige prosessene. For å unngå uante konsekvenser av inngrep er det derfor viktig å analysere vassdragssystemet som en helhet før disse utføres. Inngrepene kan da bedre tilpasses forholdene i vassdraget. Samtidig vil man vite mer om de negative konsekvensene og dermed hvordan disse kan forebygges/reduseres. Dessverre finnes alt for mange eksempler på "uante" negative konsekvenser av inngrep hvor både naturvitenskapelige og samfunnsrelaterte verdier går tapt.

I Lærdalselva er det utført en rekke inngrep. Som det går fram av kap. 4.2-4.5 er det vanskelig å vurdere konsekvensene av de ulike typer inngrep som terskler, forbygninger, uttak av masse og regulering hver for seg. Sammenhengen mellom prosessene i vassdraget medfører at inngrepene virker inn på hverandre. Ved f.eks. bygging av en terskel endres gradienten og dermed strømforholdene både opp- og nedstrøms. Kombinert med reduserte flomtopper, som skyldes regulering, og økt materialtransport, som skyldes graving i elva oppstrøms, kan dette resultere i rask oppfylling av hølen ved tersklen.

Det er derfor nødvendig med systematiske undersøkelser for å tolke mer eksakt konsekvenser av inngrep i Lærdalselva.

5. *FREMTIDIGE UNDERSØKELSER*

Flere instanser har ulike behov og ønsker omkring bruken av Lærdalsvassdraget. Det kan derfor oppstå konflikter ved at den enkeltes bruk ødelegger for andre. En måte å behandle slike konflikter er gjennom vannbruksplanlegging. "Vannbruksplan er en flerbruksplan for utnyttelse og vern av et vassdrag med tilhørende kystområder. Planen skal behandle, avveie og foreslå tiltak for samtlige bruksformer av vann. Den angir rammebetingelser for sektorplaner for kraftutbygging, vannforsyning, avløp, vernetiltak osv." (Fjeldstad 1981). Behovet for å utarbeide en vannbruksplan skal i første rekke vurderes ut fra forholdene i det enkelte vassdrag. I Lærdalsvassdraget er dette behovet absolutt tilstede og det anbefales derfor at det arbeides mot et slikt tiltak.

For å vurdere konsekvenser av inngrep i vassdraget er det nødvendig med inngående fluvialgeomorfologiske analyser. Dette krever en omfattende instrumentering og en systematisk overvåking av vassdraget. De fleste undersøkelser bør kunne utføres i løpet av 2-3 år. Overvåkingen krever et lengre tidsperspektiv. Resultatene fra undersøkelser/overvåking vil kunne brukes til å minimalisere de negative konsekvensene av inngrep. På sikt vil dette medføre bedre og billigere løsninger for de fleste brukerinteresser.

6. LITTERATUR

Beheim, E., Jensen, K.W., Mellquist, P., Vasshaug, Ø. 1977. Biotopforbedring i regulerte og uregulerte laksevassdrag. VN-rapport nr. 3, NVE-Vassdragsdirektoratet, 29 s.

Fjeldstad, M. 1981. Veiledning i vannbruksplanlegging. Del 1. Organisering av arbeidet. Prosjektrapport. Prosj. nr. 202, 305. NIBR.

Gottschalk, L., Lundager-Jensen, I., Lundqvist, D., Soleantie, R. & Tollan, A. 1978. Hydrologiska regioner i Norden. Nordic Hydrological Conference, Hanasaavi, 31. juli-3. aug. 1978. The Nordic ass. for Hydrology.

Husebye, S. 1985. Finnavassdraaget i Oppland Fylke; en fluvial-geomorfologisk undersøkesle og geofaglig vurdering. Kontakt-utv. vassdragsreg. Univ-Oslo. Kap. 77, 76 s.

Leopold, L.B., Wolman, M.G. & Miller, J.P. 1964. Fluvial Processes in geomorphology. Freeman, San Francisco. 522 s.

Myhr, E. 1980. Virkning av Lærdalselvas regulering på grunnvatn, markvatn og avling i nedre Lærdal. Norges Landbrukshøyskole. Inst. for hydroteknikk. Melding nr. 30. Vol. 59, nr. 4, 35 s.

NVE 1986. Forslag til hovedplan for terskelbygging/biotop-justering i Lærdalselva (298) på strekningen frå sjøen til Sjurhaugsfoss. Notat 15.05.86, 11 s. + vedlegg.

Sundborg, Å. 1956. The river Klarälven. A study of fluvial processes. Geogr.Ann. 38: 125-136.

Ziegler, T. 1974. Materialtransportundersøkelser i norske bre-elver 1972. NVE, Hydr.avd. Rapp. 2-74.

Østfold Kraftforsyning 1984. Stuvane Kraftverk. Informasjons-brosjyre, 12 s.

PUBLISERTE RAPPORTER

Årsberetning 1975.

Nr. 1 Naturvitenskapelige interesser i de vassdrag som behandles av kontaktutvalget for verneplanen for vassdrag 1975-1976. Dokumentasjonen er utarbeidet av: Cand.real. E. Boman, cand.real. P.E. Faugli, cand.real. K. Halvorsen. Særtrykk fra NOU 1976:15.

Nr. 2 Faugli, P.E. 1976. Oversikt over våre vassdrags vernestatus. (Utgått)

Nr. 3 Gjessing, J. (red.) 1977. Naturvitenskap og vannkraftutbygging. Foredrag og diskusjoner ved konferanse 5.-7. desember 1976.

Nr. 4 Årsberetning 1976 - 1977. (Utgått)

Nr. 5 Faugli, P.E. 1978. Verneplan for vassdrag. / National plan for protecting river basins from power development. Særtrykk fra Norsk geogr. Tidsskr. 31. 149-162.

Nr. 6 Faugli, P.E. & Moen, P. 1979. Saltfjell/Svartisen. Geomorfologisk oversikt med vernevurdering.

Nr. 7 Relling, O. 1979. Gaupnefjorden i Sogn. Sedimentasjon av partikulært materiale i et marint basseng. Prosjektleder: K. Nordseth.

Nr. 8 Spikkeland, I. 1979. Hydrografi og evertebratfauna i innsjøer i Tovdalsvassdraget 1978.

Nr. 9 Harsten, S. 1979. Fluvialgeomorfologiske prosesser i Jostedalsvassdraget. Prosjektleder: J. Gjessing.

Nr. 10 Bekken, J. 1979. Kynna. Fugl og pattedyr. Mai - Juni 1978.

Nr. 11 Halvorsen, G. 1980. Planktoniske og littorale krepsdyr innenfor vassdragene Etna og Dokka.

Nr. 12 Moss, O. & Volden, T. 1980. Botaniske undersøkelser i Etnas og Dokkas nedbørfelt med vegetasjonskart over magasinområdene Dokkfløy og Rotvoll/Røssjøen.

Nr. 13 Faugli. P.E. 1980. Kobbelvutbyggingen - geomorfologisk oversikt.

Nr. 14 Sandlund, T. & Halvorsen, G. 1980. Hydrografi og evertebrater i elver og vann i Kynnavassdraget, Hedmark, 1978.

Nr. 15 Nordseth, K. 1980. Kynna-vassdraget i Hedmark. Geofaglige og hydrologiske interesser.

Nr. 16 Bergstrøm, R. 1980. Sjåvatnområdet - Fugl og pattedyr, juni 1979.

Nr. 17 Årsberetning 1978 og 1979.

Nr. 18 Spikkeland, I. 1980. Hydrografi og evertebratfauna i vassdragene i Sjåvatnområdet, Telemark 1979.

Nr. 19 Spikkeland, I. 1980. Hydrografi og evertebratfauna i vassdragene på Lifjell, Telemark 1979.

Nr. 20 Gjessing, J. (red.) 1980. Naturvitenskapelig helhetsvurdering. Foredrag og diskusjoner ved konferanse 17.-19. mars 1980.

Nr. 21 Røstad, O.W. 1981. Fugl og pattedyr i Vegårsvassdraget.

Nr. 22 Faugli, P.E. 1981. Tovdalsvassdraget - en fluvialgeomorfologiske analyse.

Nr. 23 Moss, O.O. & Næss, I. 1981. Oversikt over flora og vegetasjon i Tovdalsvassdragets nedbørfelt.

Nr. 24 Faugli, P.E. 1981. Grøa - en geofaglig vurdering.

Nr. 25 Bogen, J. 1981. Deltaet i Veitastrondsvatn i Årøy-vassdraget.

Nr. 26 Halvorsen, G. 1981. Hydrografi og evertebrater i Lyngdalsvassdraget i 1978 og 1980.

Nr. 27 Lauritzen, S.-E. 1981. Innføring i karstmorfologi og speleologi. Regional utbredelse av karstformer i Norge.

Nr. 28 Bendiksen, E. & Halvorsen, R. 1981. Botaniske inventeringer i Lifjellområdet.

Nr. 29 Eldøy, S. 1981. Fugl i Bjerkreimsvassdraget i Rogaland, med supplerende opplysninger om pattedyr.

Nr. 30 Bekken, J. 1981. Lifjell. Fugl og pattedyr.
Nr. 31 Schumacher, T. & Løkken, S. 1981. Vegetasjon og flora i Grimsavassdragets nedbørfelt.
Nr. 32 Årsberetning 1980.
Nr. 33 Sollien, A. 1982. Hemsedal. Fugl og pattedyr.
Nr. 34 Eie, J.A., Brittain, J. & Huru, H. 1982. Naturvitenskapelige interesser knyttet til vann og vassdrag på Varangerhalvøya.
Nr. 35 Eidissen, B., Ransedokken, O.K. & Moss, O.O. 1982. Botaniske inventeringer av vassdrag i Hemsedal.
Nr. 36 Drangeid, S.O.B. & Pedersen, A. 1982. Botaniske inventeringer i Vegårvassdragets nedbørfelt.
Nr. 37 Eie, J.A. 1982. Hydrografi og evertebrater i elver og vann i Grimsavassdraget, Oppland og Hedmark, 1980.
Nr. 38 Del I. Halvorsen, G. 1982. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Joravassdraget, Oppland, 1980.
Del II. Blakar, I.A. 1982. Kjemisk-fysiske forhold i Joravassdraget (Dovrefjell) med hovedvekt på ionerelasjoner.
Nr. 39 Nordseth, K. 1982. Imsa og Trya. Vurdering av geo-faglige interesser.
Nr. 40 Årsberetning 1981.
Nr. 41 Eie, J.A. 1982. Atnavassdraget. Hydrografi og evertebrater - En oversikt.
Nr. 42 Faugli, P.E. 1982. Naturfaglige forhold - vassdragsplanlegging. Innlegg med bilag ved Den 7. nordiske hydrologiske konferanse 1982.
Nr. 43 Sonerud, G.A. 1982. Fugl og pattedyr i Atnas nedbørfelt.
Nr. 44 Jansen, I.J. 1982. Lifjellområdet - Kvartærgeologisk og geomorfologisk oversikt.
Nr. 45 Faugli, P.E. 1982. Bjerkreimvassdraget - En oversikt over de geofaglige forhold.
Nr. 46 Dalviken, K. & Faugli, P.E. 1982. Lomsdalsvassdraget - En fluvialgeomorfologisk vurdering.
Nr. 47 Bjørnestad, G. & Jerstad, K. 1982. Fugl og pattedyr i Lyngdalsvassdraget, Vest-Agder.
Nr. 48 Sonerud, G.A. 1982. Fugl og pattedyr i Grimsas nedbørfelt.
Nr. 49 Bjerke, G. & Halvorsen, G. 1982. Hydrografi og evertebrater i innsjøer og elver i Hemsedal 1979.
Nr. 50 Bogen, J. 1982. Mørkrivassdraget og Feigumvassdraget - Fluvialgeomorfologi.
Nr. 51 Bogen, J. 1982. En fluvialgeomorfologisk undersøkelse av Joravassdraget med breområdet Snøhetta.
Nr. 52 Bendiksen, E. & Schumacher, T. 1982. Flora og vegetasjon i nedbørfeltene til Imsa og Trya.
Nr. 53 Bekken, J. 1982. Imsa/Trya. Fugl og pattedyr.
Nr. 54 Wabakken, P. & Sørensen, P. 1982. Fugl og pattedyr i Joras nedbørfelt.
Nr. 55 Sollid, J.L. (red.) 1983. Geomorfologiske og kvartærgeologiske registreringer med vurdering av verneverdier i 15 tiårsvernede vassdrag i Nord- og MidtNorge.
Nr. 56 Bergstrøm, R. 1983. Kosånavassdraget. Ornitologiske undersøkelser 1981.
Nr. 57 Sørensen, P. & Wabakken, P. 1983. Fugl og pattedyr i Finnas nedbørfelt. Virkninger ved planlagt kraftutbygging.
Nr. 58 Bekken, J. 1983. Frya. Fugl og pattedyr.
Nr. 59 Bekken, J. & Mobæk, A. 1983. Ornitologiske interesser i Søkkundas utvidede nedbørfelt.
Nr. 60 Skattum, E. 1983. Botanisk befaring av 11 vassdrag på Sør- og Østlandet. Rapport til Samlet plan for forvaltning av vannressursene.

Nr. 61 Eldøy, S. & Paulsen, B.-E. 1983. Fugl i Sokndalsvassdraget i Rogaland, med supplerende opplysninger om pattedyr.
Nr. 62 Halvorsen, G. 1983. Hydrografi og evertebrater i Kosånavassdraget 1981.
Nr. 63 Drangeid, S.O.B. 1983. Kosåna - Vegetasjon og Flora.
Nr. 64 Halvorsen, G. 1983. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i Råkåvatn-området, Lom og Skjåk, Oppland.
Nr. 65 Eidissen, B., Ransedokken, O.K. & Moss, O.O. 1983. Botaniske undersøkelser i Finndalen.
Nr. 66 Spikkeland, I. 1983. Hydrografi og evertebratfauna i Sokndalsvassdraget 1982.
Nr. 67 Sjulsen, O.E. 1983. Sokndalsvassdraget - En geofaglig vurdering.
Nr. 68 Bendiksen, E. & Moss, O.O. 1983. Søkkunda og tilgrensenade vassdrag. Botaniske undersøkelser.
Nr. 69 Jerstad, K. 1983. Fugl og pattedyr i Hekkfjellområdet, Lyngdalsvassdraget.
Nr. 70 Bogen, J. 1983. Atnas delta i Atnsjøen. En fluvialgeomorfologisk undersøkelse.
Nr. 71 Bekken, J. 1984. Øvre Glomma. Ornitologiske interesser og konsekvenser av planlagt utbygging.
Nr. 72 Drangeid, S.O.B. 1984. Botaniske undersøkelser av Sokndalsvassdraget.
Nr. 73 Pedersen, A. & Drangeid, S.O. 1984. Flora og vegetasjon i Lyngdalsvassdragets nedbørfelt.
Nr. 74 Sjulsen, O.E. 1984. Søkkunda, Hedmark fylke. Beskrivelse og vurdering av geofaglige forhold og interesser.
Nr. 75 Skattum, E. 1984. Botanisk befaring av 4 områder i Hedmark. Rapport til Samlet plan for forvaltning av vannressursene.
Nr. 76 Hveem, B. & Hvoslef, S. 1984. Flora og vegetasjon i Horgavassdraget, Buskerud.
Nr. 77 Husebye, S. 1985. Finnavassdraget i Oppland fylke; en fluvialgeomorfologisk undersøkelse og geofaglig vurdering.
Nr. 78 Halvorsen, G. 1985. Hydrografi og strandlevende krepsdyr i Øvre Glomma-området.
Nr. 79 Bergstrøm, R. 1985. Ornitologiske undersøkelser i Kilåvassdraget, Fyresdal, 1984.
Nr. 80 Halvorsen, G. 1985. Hydrografi, plankton og strandlevende krepsdyr i Kilåvassdraget, Fyresdal, sommeren 1984.
Nr. 81 Steinnes, A. & Hveem, B. 1985. Vegetasjon og flora i Kilåvassdraget, Telemark.
Nr. 82 Halvorsen, G. 1985. Ferskvannsbiologiske undersøkelser i vassdragene Imsa og Trya, Hedmark fylke.
Nr. 83 Steinnes, A. 1985. Flora og vegetasjon i Øvre Otra, Aust-Agder.
Nr. 84 Gjessing, J. (red.) 1985. Forsknings- og referansevassdrag. Foredrag og diskusjoner ved seminar 17. - 19. april 1985.
Nr. 85 Toftdahl, H. 1985. Friluftssliv Nyset-Steggje. Fagrapport for friluftsliv med verdi- og konsekvensvurdering av tilleggsprosjekt i Nyset- og Steggje-vassdragene.
Nr. 86 Sjulsen, O.E. & Faugli, P.E. 1985. Geofaglig befaring av 11 vassdrag på Sør- og Østlandet. Rapport til Samlet plan for vassdrag prosjektet.
Nr. 87 Sjulsen, O.E. & Andersen, Ø.B. 1985. Kilåvassdraget. Beskrivelse og vurdering av de geofaglige forhold.
Nr. 88 Andersen, Ø.B. & Faugli, P.E. 1986. Landskap - Takrenne vest, Jostedalen.
Nr. 89 Faugli, P.E., Andersen, Ø.B., Husebye, S. & Sjulsen, O.E. 1986. Vassdragsreguleringer og geofag. En oversikt over kunnskapsnivået.

Nr. 90 Toftdahl, H. 1986. Friluftsliv og andre utendørsaktiviteter langs vestsideelvene i Jostedalen.

Nr. 91 Husebye, S. & Faugli, P.E. 1986. Flerbruksplan for vassdrag i Gudbrandsdalen, fluvialgeomorfologisk oversikt.

Nr. 92 Elven, R. & Hveem, B. 1986. Øvre Glåma. Botaniske verdier og konsekvenser av planlagt utbygging.

Nr. 93 Bekken, J. 1986. Brokke Aust-Agder. Ornitologi- og viltinteresser.

Nr. 94 Vistad, O.I. 1986. Friluftsliv i Jørpelandsvassdraget. Ei verdi- og konsekvensvurdering i samband med konsesjonssøknaden for vassdraget.

Nr. 95 Walseng, B. & Halvorsen, G. 1986. Flerbruksplan for vassdrag i Gudbrandsdalslågen, limnologisk oversikt.

Nr. 96 Halvorsen, G. 1986. Kilåvassdraget, Telemark fylke. Forventede endringer i vannkvaliteten som følge av planlagt kraftutbygging.

Nr. 97 Moss, O.O. & Skattum, E. 1986. Vegetasjon og flora i Atnas nedbørfelt.

Nr. 98 Faugli, P.E. & Husebye, S. 1986. Anvendt fluvialgeomorfologi innen vannbruksplanlegging. Vassdragsutbygging og aktive fluviale prosesser - belyst ved eksempler. Foredrag holdt ved NHP - symposium i København 6.-8.2.1986.

Nr. 99 Nordseth, K. 1986. Øvre Glomma. En geomorfologisk og hydrologisk vurdering.

Nr.100 Husebye, S. & Faugli, P.E. 1986. Jostedøla - Utbygging/vern/forskning - En fluvialgeomorfologisk analyse.

Nr.101 Bergstrøm, R. 1986. Viltundersøkelser i Kosånavassdraget, Agderfylkene 1985.

Nr.102 Flugsrud, K. 1986. Flerbruksplan for vassdrag i Gudbrandsdalen - Oversikt over botaniske undersøkelser.

Nr.103 Husebye, S. & Hole, L.E. 1986. Flerbruksplan for vassdrag i Gudbrandsdalen - Fluvialgeomorfologisk befaring og vurdering.

Nr.104 Walseng, B., Brittain, J.E. & Halvorsen, G. 1986. Flerbruksplan for vassdrag i Gudbrandsdalen - Limnologiske befaring, september 1985 og juli 1986.

Nr.105 Halvorsen, G. 1986. Flerbruksplan for vassdrag i Gudbrandsdalen - vurdering av delvassdragenes type- og referanseverdi. Oversikt over faglige interessante elvestrekninger/lokaliteter.

Nr.106 Toftdahl, H. 1986. Friluftsliv og andre utendørsaktiviteter langs Kosåna i Agder-fylkene.

Nr.107 Andersen, Ø.B. 1986. Landskapsvurdering i forbindelse med planlagt vassdragsregulering i Kosånavassdraget, i Agder-fylkene.

Nr.108 Halvorsen, G. & Husebye, S. 1986. Konsekvenser for de naturvitenskapelige interesser av en utbygging etter alternativ B2B, Øvre Otta og alternativ B2, Nedre Otta og av utvidelsen ved Nedre Vinstra Kraftverk.

Nr.109 Lauritzen, S.-E. 1986. Ingeniørgeologi og karstlekkasje i Glomdalen.

Nr.110 Toftdahl, H. 1987. Friluftsliv og turisme på Jostedalsbreen og i dens tilgrensende områder.

Nr.111 Toftdahl, H. 1987. Friluftsliv og andre utendørsaktiviteter langs Moksa i Gudbrandsdalen.

Nr.112 Bækken, B.T. 1987. Tisleia/Åbjøra - Ornitologiske interesser og konsekvenser av planlagt utbygging.

Nr.113 Walseng, B. & Halvorsen, G. 1987. Vannkjemi og krepsdyr i Åbjøra- og Reinavassdraget, Oppland fylke.

Nr.114 Andersen, Ø.B. 1987. Åbjøra, Oppland fylke. En analyse og vurdering av de geofaglige forhold og interesser.

Nr.115 Schartau, A.K. 1987. Dyreplankton i Rondvatn og øvre deler av Atnavassdraget, 1986.

Nr.116 Kroken, A. 1987. Friluftsliv og andre utendørsaktiviteter i Homlavassdraget, Sør-Trøndelag fylke.

Nr.117 Aunan, K. 1987. Botaniske undersøkelser ved Tisleie og Reina, Oppland ser av planlagt utbygging.
fylke.

Nr.118 Fagernæs, K.E. 1987. Begroingsundersøkelser i Åbjøra/Tisleia og Reina-vassdragene, Oppland og Buskerud fylker.

Nr.119 Toftdahl, H. 1987. Friluftsliv og andre utendørsaktiviteter langs Rauma-Verma, Møre og Romsdal fylke.

Nr.120 Sjulsen, O.E. & Faugli, P.E. 1987. Geofag og landskap i Raumas nedbørfelt. Verdi- og konsekvensvurdering i forbindelse med planlagt kraftutbygging.

Nr.121 Melby, Morten W. 1987. Landskapsvurdering i forbindelse med planlagt vassdragsregulering i Kløvtveitvassdraget og deler av Ynnesdalsvassdraget i Sogn og Fjordane fylke.

Nr.122 Melby, Morten W. 1987. Vurdering av friluftslivsinteresser i forbindelse med planlagt vassdragsregulering i Kløvtveitvassdraget og deler av Ynnesdalsvassdraget i Sogn og Fjordane fylke.

Nr.123 Faugli, P.E. 1987. Lyngdalsvassdraget- en geofaglig vurdering.

Nr.124 Hole, Lars E. 1987. Lærdalselva - en vurdering av erosjon.

OPPDRAGSRAPPORTER

76/01 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i Nyset-Steggjevassdragene.
02 Bogen, J. Geomorfologisk befaring i Sundsfjordvassdraget.
03 Bogen, J. Austerdalsdeltaet i Tysfjord. Rapport fra geomorfologisk befaring.
04 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i Kvænangselv, Nordbotnelv og Badderelv.
05 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i Vefsnas nedbørfelt.
77/01 Faugli, P.E. Geofaglig befaring i Hovdenområdet, Setesdal.
02 Faugli, P.E. Geomorfologisk befaring i nedre deler av Laksågas nedbørfelt, Nordland.
03 Faugli, P.E. Ytterligere reguleringer i Forsåvassdraget - fluvialgeomorfologisk befaring.
78/01 Faugli, P.E. & Halvorsen, G. Naturvitenskapelige forhold - planlagte overføringer til Sønstevatn, Imingfjell.
02 Karlsen, O.G. & Stene, R.N. Bøvra i Jotunheimen. En fluvialgeomorfologisk undersøkelse. Prosjektledere: J. Gjessing & K. Nordseth.
03 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i delfelt Kringlebotselv, Matrevassdraget.
04 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring i Tverrelva, sideelv til Kvalsundelva.
05 Relling, O. Gaupnefjorden i Sogn. (Utgått, ny rapport nr. 7 1979)
06 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring av Øvre Tinnåa (Tinnelva).
79/01 Faugli, P.E. Geofaglig befaring i Heimdalen, Oppland.
02 Faugli, P.E. Fluvialgeomorfologisk befaring av Aursjø-området.
03 Wabakken, P. Vertebrater, med vekt på fugl og pattedyr, i Tovdalsvassdragets nedbørfelt, Aust-Agder.
80/01 Brekke, O. Ornitologiske vurderinger i forbindelse med en utbygging av vassdragene Etna og Dokka i Oppland.
02 Gjessing, J. Fluvialgeomorfologisk befaring i Etnas og Dokkas nedbørfelt.
Engen, I.K. Fluvialgeomorfologisk inventering i de nedre delene av Etna og Dokka. Prosjektleder: J. Gjessing.
03 Hagen, J.O. & Sollid, J.L. Kvartærgeologiske trekk i nedslagsfeltene til Etna og Dokka.
04 Faugli, P.E. Fyrde kraftverk - Fluvialgeomorfologisk befaring av Stigedalselv m.m.
81/01 Halvorsen, K. Junkerdalen - naturvitenskapelige forhold. Bilag til konsesjonssøknaden Saltfjell - Svartisen.
82/01 Nordseth, K. Gaula i Sør-Trøndelag. En hydrologisk og fluvialgeomorfologisk vurdering.
83/01 Moen, P. Geofaglig befaring av Sjåvatnområdet.
02 Moen, P. Fluvialgeomorfologisk vurdering av Sørlivassdraget.
03 Arnesen, M.R. & Østbye, T. Geologi, botanikk og ornitologi langs Bøelva. Sammenfatning av eksisterende materiale.
04 Sjulsen, O.E. Jørpelandsvassdraget - en geofaglig oversikt. Befaringsrapport med verdivurdering.
84/01 Sjulsen, O.E., Hveem, B.L. & Bergstrøm, R. Vurdering av de geofaglige, botaniske og ornitologiske forholdene i forbindelse med videre utbygging av Skafså-anleggene i Telemark fylke.
02 Sollid, L.M. & Sollid, J.L. Vistenvassdraget i Helgeland. Kvartærgeologiske og geomorfologiske registreringer med vernevurderinger.
03 Nordseth, K. Raumavassdraget. Befaring av hydrologiske og fluvialgeomorfologiske interesser i vassdraget.
04 Faugli, P.E., Fremming, O.R., Halvorsen, G. & Moss, O.O. Sundheimsvassdraget, en naturfaglig vurdering.

05 Faugli, P.E. Kosånavassdraget - geofaglige forhold.
06 Bekken, J. Horgavassdraget, Buskerud. Ornitologisk vurdering.
07 Halvorsen, G. Plankton og bunndyr i stillestående og rennende vann i Horgavassdraget, Buskerud.
08 Hveem, B., Bekken, J. & Halvorsen, G. Vurdering av botaniske, ornitologiske og ferskvannsbiologiske verdier i Dalelva.
09 Sjulsen, O.E. Geofaglig beskrivelse og vurdering av Meisalelvas og Gryntneselvas nedbørfelter.
86/01 Andersen, Ø.B. Atna. Oversikt over tidligere undersøkelser.
02 Andersen, Ø.B. Gaula. Oversikt over tidligere undersøkelser.
03 Andersen, Ø.B. Vefsna. Oversikt over tidligere undersøkelser.
04 Andersen, Ø.B. Numedalslågen. Oversikt over tidligere undersøkelser. undersøkelser.
05 Toftdahl, H.M. 1986. Friluftsliv - Hellafjell, Kaldestad, Kvam kommune.
06 Andersen, Ø.B. & Sjulsen, O.E. 1986. Beskrivelse og vurdering av de geofaglige forhold i Øvre Otra, Aust-Agder.
07 Opheim, J. 1986. Fugleregistreringer i nedbørfeltet til Moksa, Glømmebekken og Vedemselva i Øyer kommune, Oppland fylke, i forbindelse med planlagt kraftutbygging.
87/01 Toftdahl, H.M. Friluftsliv og andre utendørsaktiviteter langs Botnaelva, Volda kommune.