

RAPPORT

09 1996

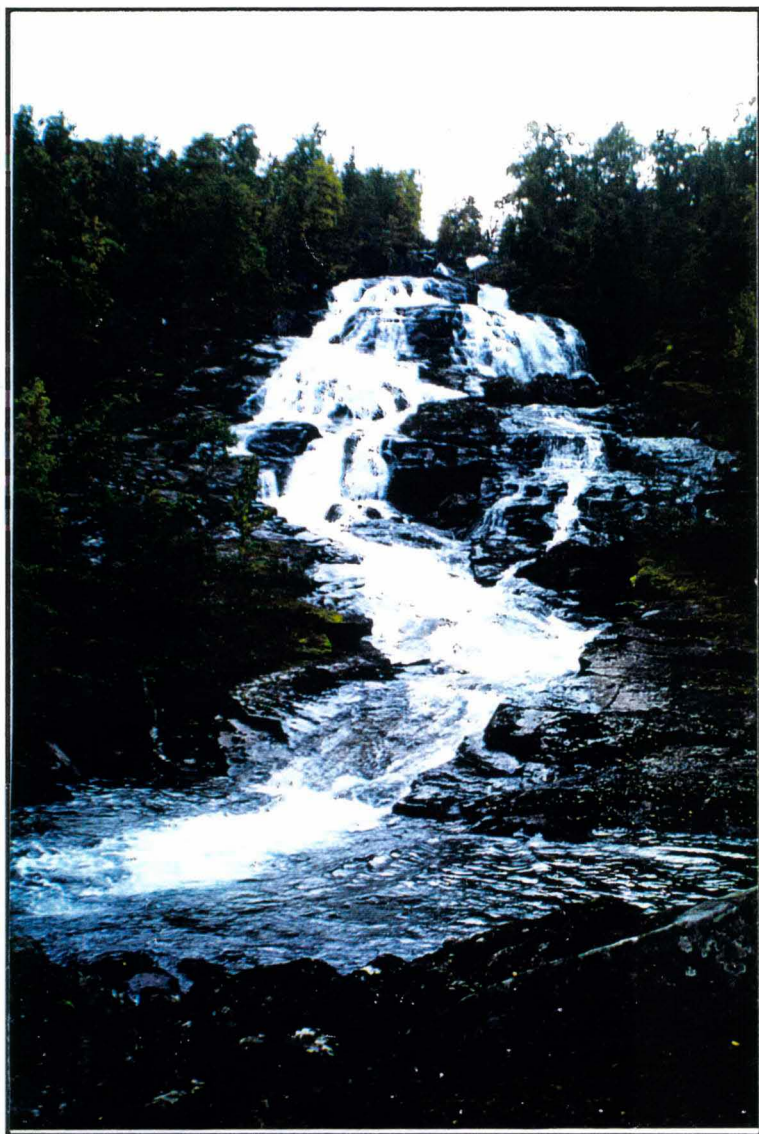


NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

Arve M. Tvede

OVERFØRING AV ERDALSELVI (073.2Z) TIL AURLAND

Konsekvenser for is- og vanntemperaturforhold



HYDROLOGISK AVDELING



NVE
NORGES VASSDRAGS-
OG ENERGIVERK

51

TITTEL Overføring av Erdalselvi (073.2Z) til Aurland. Konsekvenser for is- og vanntemperaturforhold.	RAPPORT 9 -1996
SAKSBEHANDLER Arve M. Tvede, seksjon Miljøhydrologi	DATO 4.03.1996
	RAPPORTEN ER Åpen
OPPDRAGSGIVER ENCO AS	OPPLAG: 40

SAMMENDRAG:

Den planlagte overføring av de øvre deler av Erdalsvassdraget i Sogn og Fjordane til Aurlandsverkene er beskrevet med tre alternativer. Dagens is- og vanntemperaturforhold er beskrevet, vesentlig basert på målinger utført i 1995.

Konsekvensene av den foreslåtte overføringen vil bli merkbar i Erdalselvi hvor det kan ventes høyere vanntemperatur om sommeren i restvannføringen. Dersom alternativ C velges, dempes denne temperaturøkningen noe. Ved alternativ A vil isen på magasinet ved pumpestasjonen i Horndalen kunne bli vanskelig å passere i perioder med varierende vannstand. Det overførte Erdalselvvannet ventes bare å kunne gi en mindre økning av temperaturen i Veslebotnmagasinet midtsommers. I resten av Aurlandsvassdraget ventes ingen merkbare endringer i is- eller vanntemperaturforholdene.

Det diskuteres om det innenfor dagens kraftsystem i Aurland kan oppnås høyere sommertemperatur i Aurlandselva. Konklusjonen er at dette nok kan oppnås med en redusert sommervannføring og/eller ved bygging av et overflateinntak i Viddalsmagasinet. Datagrunnlaget er imidlertid for spinkelt til å kunne kvantifisere temperaturgevinsten nærmere.

EMNEORD/SUBJECT TERMS

Kraftutbygging
Konsekvensutredning
Isforhold
Vanntemperatur

ANSVARLIG UNDERSKRIFT

Arne Tollan
avdelingsdirektør

Omslagsbilde: Foss i Horna like før samløpet med Morlaugselvi
Foto: Arve M. Tvede

INNHOOLD

1. KORT OM UTBYGGINGSPLANEN	s. 4
2. DAGENS VANNTEMPERATURFORHOLD	s. 4
2.1 Værforholdene i 1995	s. 4
2.2 Datagrunnlaget	s. 9
2.3 Erdalsvassdraget	s.10
2.4 Aurlandselva	s.11
2.5 Magasinene	s.15
3. DAGENS ISFORHOLD	s.18
4. KONSEKVENSER AV UTBYGGINGEN	s.18
4.1 Vanntemperaturen	s.18
4.1.1 Erdalselvi	s.18
4.1.2 Magasinene og Aurlandselva	s.18
4.2 Isforholdene	s.20
4.2.1 Erdalselvi	s.20
4.2.2 Magasinene og Aurlandselva	s.20
4.2.3 Fjordene	s.20
5. KAN DET OPPNÅS HØYERE SOMMERTEMPERATUR I AURLANDSELVA?	s.20
REFERANSER	s.21

VEDLEGG: Tabeller med døgnmiddeltemperaturer for 1995

1. KORT OM UTBYGGINGSPLANENE

Oslo Energi AS har fremlagt en plan for overføring av Erdalselvis øvre deler til Aurlandsverkene. Det er presentert tre alternativer som er bedt konsekvensvurdert. Planene er vist på kartet i figur 1.

Alternativ A: Dette er det mest omfattende alternativet hvor alt vannet over kote 842 m fra Modlaugselv og Horna og fra Geitåa og Skorva over kote 1100 tenkes overført. Ialt vil dette omfatte 91 km² med et midlere avløp på 124.8 mill. m³. Avløpet over kote 1080 m overføres ved gravitasjon i en takrenne-tunnel over til eksisterende takrennetunnel på nordsiden av Aurlandsdalen. Avløpet fra restfeltet mellom kote 842 og 1080 m må pumpes opp til overføringstunnellen. Pumpestasjonen får en kapasitet på ca 2 m³/s. Som buffermagasin for pumpestasjonen tenkes etablert et ca 500 m langt magasin i Horndalen med volum på ca 600.000 m³. Det må antas at vannstanden i dette magasinet vil gå endel opp og ned i vinterhalvåret fordi pumpestasjonen da bare kjøres i perioder.

Alternativ B (Vest- og Østoverføringen): I dette alternativet sløyfes pumpekraftverket slik at bare avløpet over kote 1080-1100 m overføres. Overført felt blir da 72.2 km² og avløpet 100.4 mill. m³. Magasinet i Horndalen faller bort.

Alternativ C (Vestoverføringen): Ved dette alternativet er det bare avløpet fra Modlaugelva og Horna over kote 1080 som overføres. Overført felt blir da 57.5 km² og avløpet er 82.1 mill. m³.

Erdalselvis totale felt ved utløp i Lærdalsfjorden er 136 km² og årsavløpet er 169 mill m³. Ved alt. A vil altså 67 % av nedslagsfeltet og teoretisk 74 % av avløpet kunne føres bort. I praksis vil det imidlertid alltid bli perioder med noe vanntap ved inntakene. Pålegg om minstevannføringer vil også kunne redusere det overførte vannvolumet.

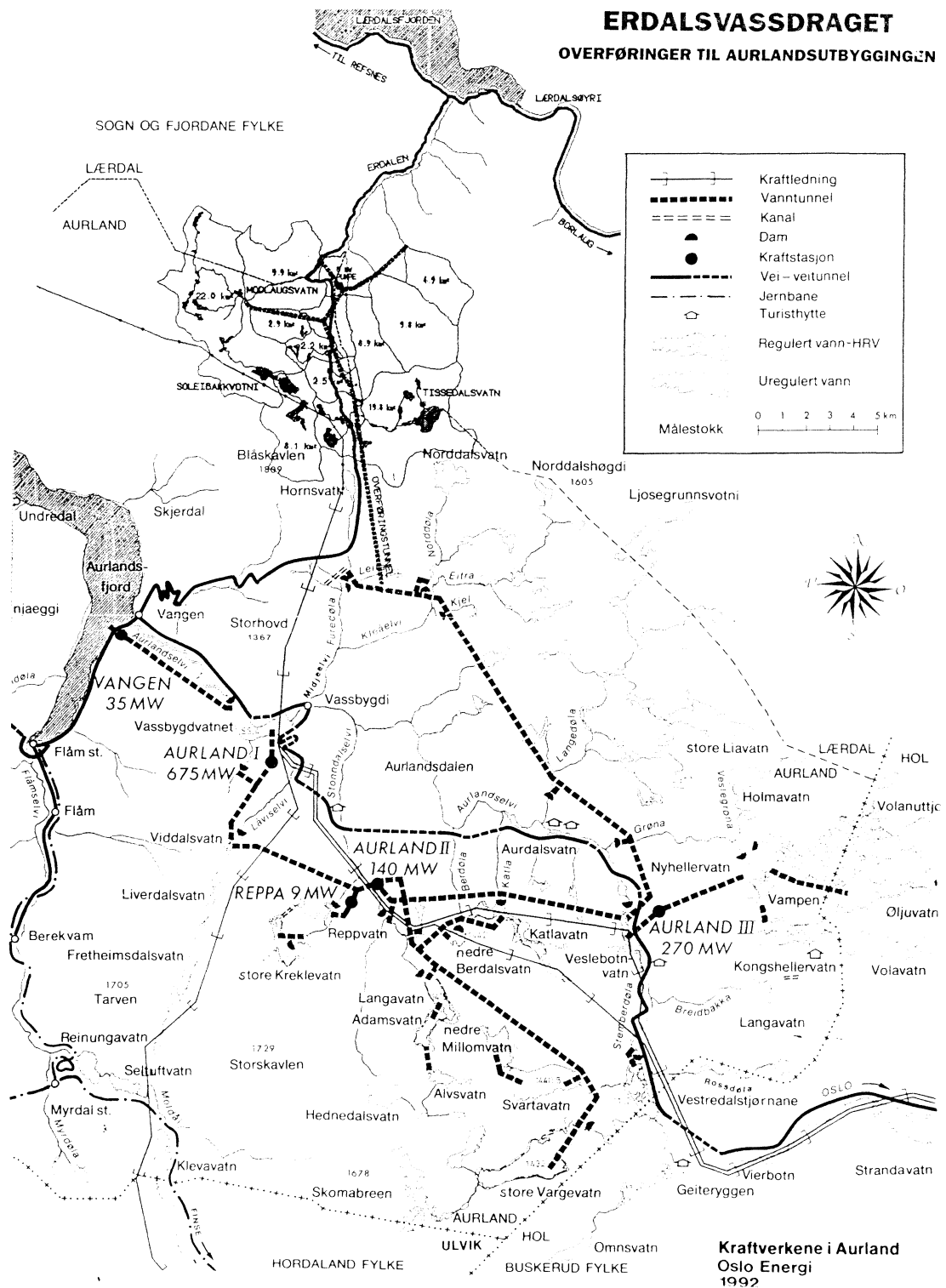
I figur 2 og 3 er tatt med fotografier som viser områder hvor tunnelinntak kan bli aktuelt.

2. DAGENS VANNTEMPERATURFORHOLD

2.1 Værforholdene i 1995

Vanntemperaturen i elvene er i stor grad styrt av værforholdene. For å kunne vurdere de målte temperaturer sommeren og høsten 1995 opp mot hva som kan ansees som normalt, så er det nødvendig å gi et overblikk over værforholdene i de aktuelle fjellområdene.

Snømengdene i fjellet vil bestemme lengden av smeltesesongen og følgelig innflytelsen av kaldt smeltevann på vassdragene. Våren 1995 var det ifølge



Figur 1a.. Kart som viser den planlagte overføringen og det eksisterende kraftsystemet i Aurlandsvassdraget.

ENCO
ENVIRONMENTAL
CONSULTANTS A S

Figur 1b. Kart som viser detaljer i overføringen fra Erdalsvassdraget.



Figur 2. Tissedøla i området 1100-1300 moh, 20.september 1995.



Figur 3. Modlaugselvi i området 1000-1050 moh, 20 september 1995



Figur 4. Horna med temperaturmålestedet midt i bildet, 14.juni 1995



Figur 5. Modlaugselvi med temperaturmålestedet midt i bildet, 14.juni 1995

Meteorologisk Institutt's snøkart pr. 30.april ca 100-120 % av normale snømengder i 800 m-nivået i Aurlandsfjella og 120-130% i 1200 m-nivået, altså litt mer snø enn det normale.

Det er ingen ordinære værstasjoner i Aurlandsfjella. Lufttemperaturen er derfor vurdert ut fra kartene i de månedlige klimaoversiktene fra Meteorologisk Institutt. For den perioden hvor vi har vanntemperaturmålinger i Erdalsvassdraget kan været kort karakteriseres slik:

Juni: Omtrent normal lufttemperatur, litt mindre nedbør enn normalt.

Juli: Også omtrent normalt mht. både lufttemperatur og nedbør.

August: Vil bli husket som en måned med drømmevær i fjellet. I middel ca 1°C varmere enn normalt og under halvparten av normal nedbør.

September: Det gode været i fjellet fortsatt i september, i middel mer enn 1°C over normaltemperatur, men det var en meget kaldt de siste dagene. Nedbøren var nær det normale.

Oktober: Meget mildt, ca 2°C over normalen, men nesten dobbelt av normal nedbørsmengde.

2.2 Datagrunnlaget.

Vanntemperaturmålinger ble satt igang i Aurlandsvassdraget allerede i 1965. Det ble målt manuelt 3-5 gg. pr uke med kvikksølvtermometer i Aurlandselva ved Skjærshølen og i Vassbygdelva ved Belle bru. Disse målingene har fortsatt nesten ubrutt siden og representerer noen av de lengste vanntemperaturserier vi har i Norge. Fra 1990/1991 gikk en over til å samle inn data med dataloggere, målehyppigheten økte da til 6 gg. pr døgn. Temperaturendringene ved disse to målestedene fra før til etter Aurlandsutbyggingen er beskrevet av Tvede, 1994.

Isforholdene i Aurlandsvassdraget er ikke systematisk kartlagt, men det er gjort noen notater under befaringer. I Aurlandsfjorden og i Lærdalsfjorden ble det gjort iskartlegginger i en årrekke etter utbyggingene av de to vassdragene, disse er nå avsluttet.

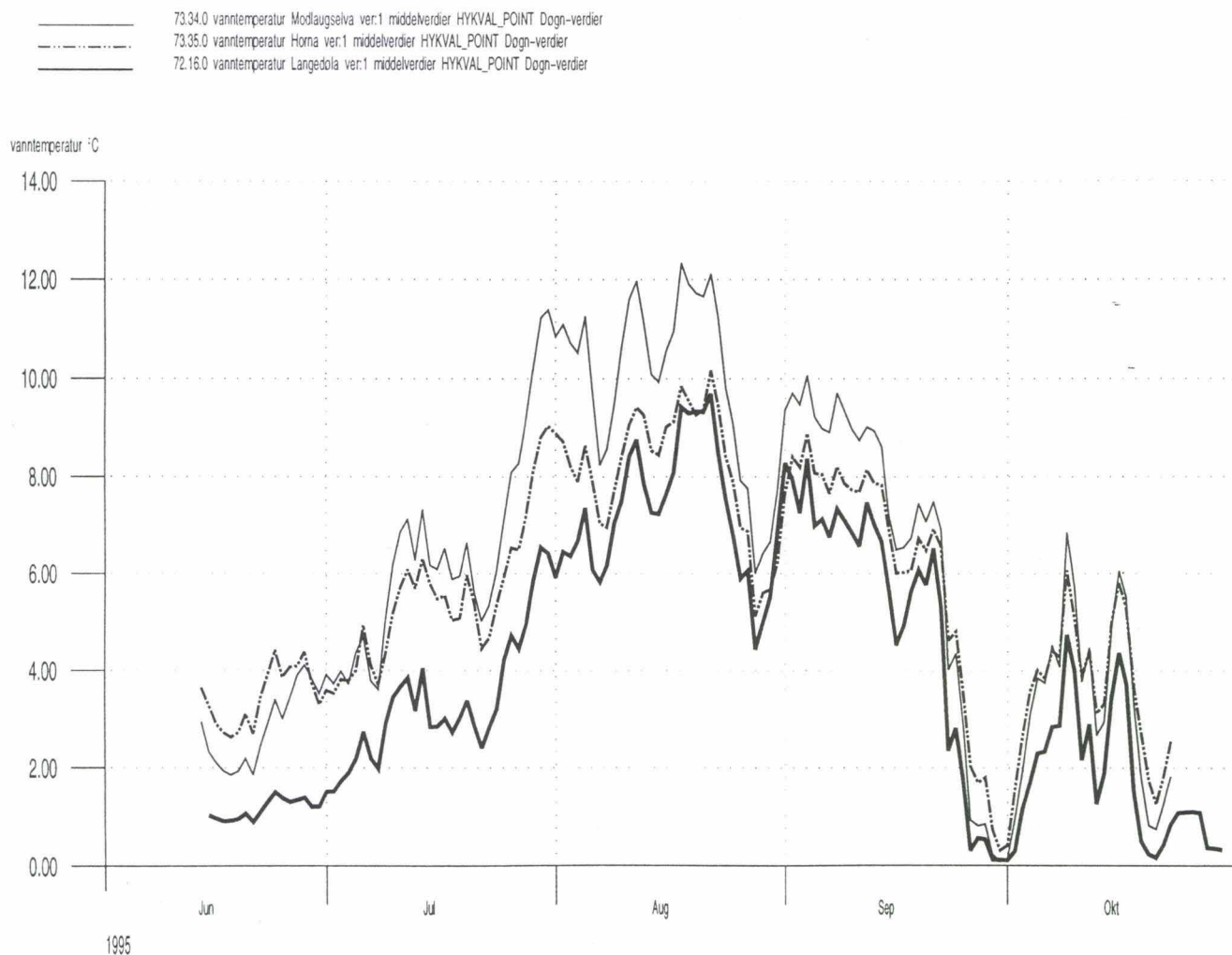
I Erdalsvassdraget er det, såvidt vites, ikke tidligere målt vanntemperaturer. For å få registrert dette ble det opprettet målestasjoner i Modlaugselvi og i Horna like før samløpet, 750 m oh, 14.juni 1995, se foto av området i figur 4 og 5. Det ble benyttet samme type dataloggere som ved stasjonene i Aurlandsvassdraget. Loggerne ble tatt opp 24.oktober. Det ble også opprettet en tilsvarende stasjon i Langedøla ved inntaket i overføringstunnellen 1060 m oh. Dette ble gjort for å ha referansetemperatur på det vannet som idag går inn i overføringstunnellen. I august og september 1995 ble det også tatt noen temperaturvertikalmålinger i følgende innsjøer: Vassbygdvatnet, Fretheimsdalsvatnet (også kalt Viddals-

magasinet), Vetlebotnvatnet, Katlavatnet og Nyhellervatnet.

Heller ikke i Erdalsvassdraget er det systematiske isregistreringer, bare noen spredte notater fra nedre deler av Erdalselvi under befaringer.

2.3 Erdalsvassdraget

Døgnmiddelverdiene fra Modlaugselvi, Horna og Langedøla er plottet sammen i figur 6. Tabeller med tilsvarende verdier er i vedleggene bakerst i rapporten. Fra utsettingsdatoen og fram til midten av august steg temperaturen fra 2-3°C til 10-12°C. Stigningen var ikke jevn, men ble stadig avbrutt av kortere perioder med avkjøling. Etter midten av august sank temperaturen raskt mot slutten av august, men ble etterfulgt av en ny stigning den første uka av september.



Figur 6. Døgnmiddeltemperaturen i Horna, Modlaugselvi og Langedøla i 1995

Resten av september sank temperaturen først sakte, men så raskt ned mot frysepunktet de siste dagene i måneden. I begynnelsen av oktober kom en ny rask temperaturstigning på 5-7°C og igjen et raskt fall etter midten av måneden. Forskjellene mellom Modlaugselvi og Horna er ganske påfallende. I juni var Horna litt varmere enn Modlaugselvi, men fra ca 10. juli blir dette snudd slik at Modlaugselvi ble varmest. Størst forskjell var det første halvdel av august, da Modlaugselva var 1.5 til 2.5°C varmere. Utover høsten nærmer temperaturkurvene seg hverandre igjen og blir nesten identiske i oktober.

I figur 7 er plottet alle målingene, altså 6 pr. døgn. Døgnvariasjonene er typisk 2-3°C fram til slutten av august og 0.5-1.5°C resten av sesongen. Det er ingen vesentlige forskjeller mellom Modlaugselvi og Horna.

Det er også tatt noen spredte manuelle målinger i Geitåni. Ved å sammenlikne disse med samtidige kontrollmålinger i Horna og Modlaugselvi ser en at Geitåni synes å ligge meget nær verdiene i Horna, men med en tendens mot noen få 1/10-deler kaldere.

Hvordan var temperaturforholdene i 1995 sammenliknet med "normalen"? Vurdert ut fra værforholdene slik de er omtalt ovenfor, så kunne vi forventet at vanntemperaturen i august og september var høyere enn normalt. Imidlertid så vet vi at det var noe snø igjen i høvfjellet, selv i september, se figur 2. Smeltevannsandelen har derfor sannsynligvis vært betydelig også i hele august. Dette har nok holdt vanntemperaturen noe nede i forhold til en mer normal august, da snømengdene vil være mindre. Det konkluderes derfor med at temperaturforholdene i månedene juni, juli, august og september neppe avviker særlig mye fra det som kan ansees som normalt. Derimot var nok vanntemperaturen i oktober høyere enn normalt. Denne konklusjonen styrkes ved å se på vanntemperaturen i Raundalselva ved Voss i perioden 1990-95. Raundalselva er også en typisk høvfjellselv uten store innsjøer i avrenningsfeltet. Sommeren 1995 synes også her å vært omtrent middels, men med en varm høst.

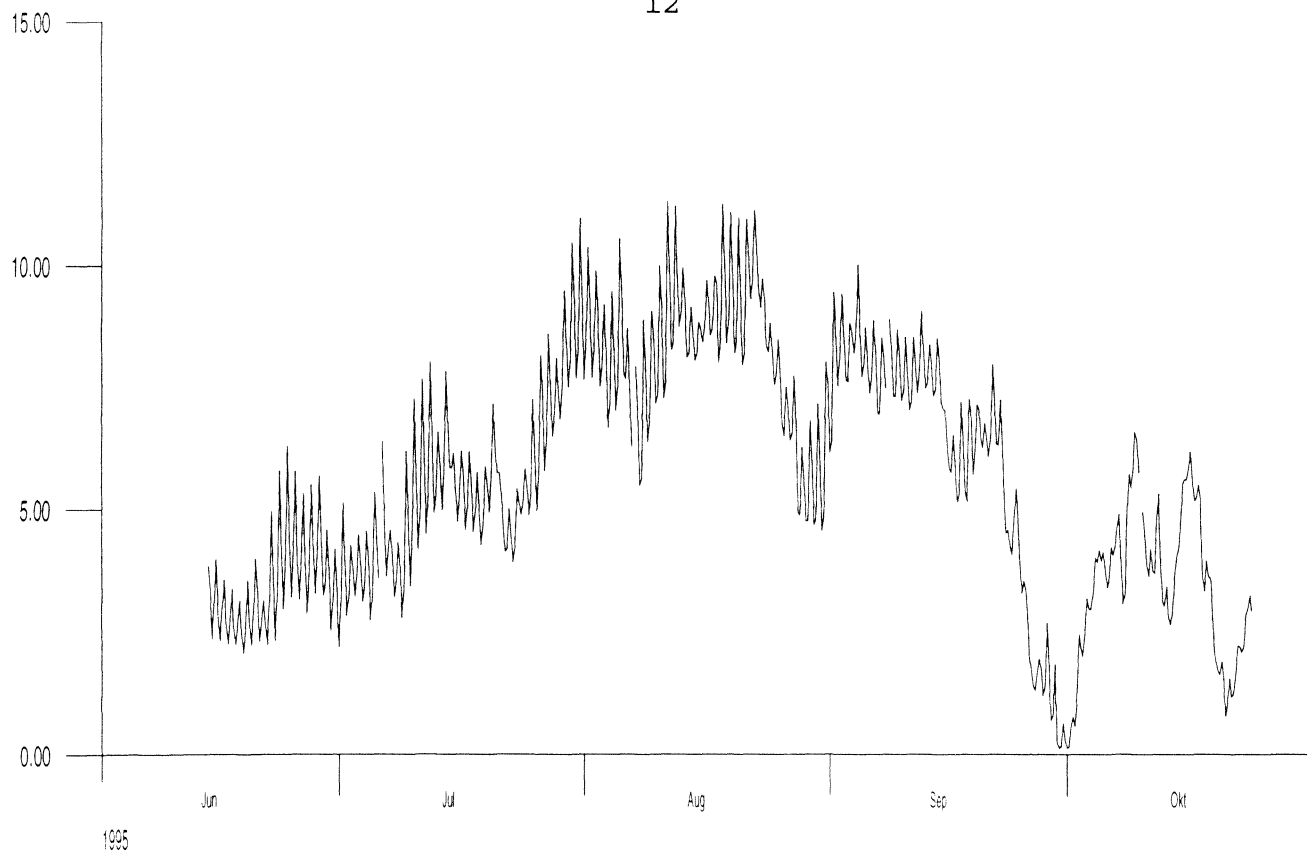
2.4 Aurlandselva

Fra figur 6 så ser vi at Langedøla var flere grader kaldere enn Horna og Modlaugselvi, størst forskjell var det i begynnelsen av august med opptil 5°C. Det må imidlertid tas i betraktning at målestedet i Langedøla lå ca 300 m høyere enn de to andre. Hadde målestedene i Horna og Modlaugselvi ligget i samme høydenivå som i Langedøla, så ville antakelig temperaturforskjellene vært ca 1°C mindre. Dette betyr at Langedøla bare kan sies å være klart kaldere enn Horna og Modlaugselvi i perioden 1.juli-15. august.

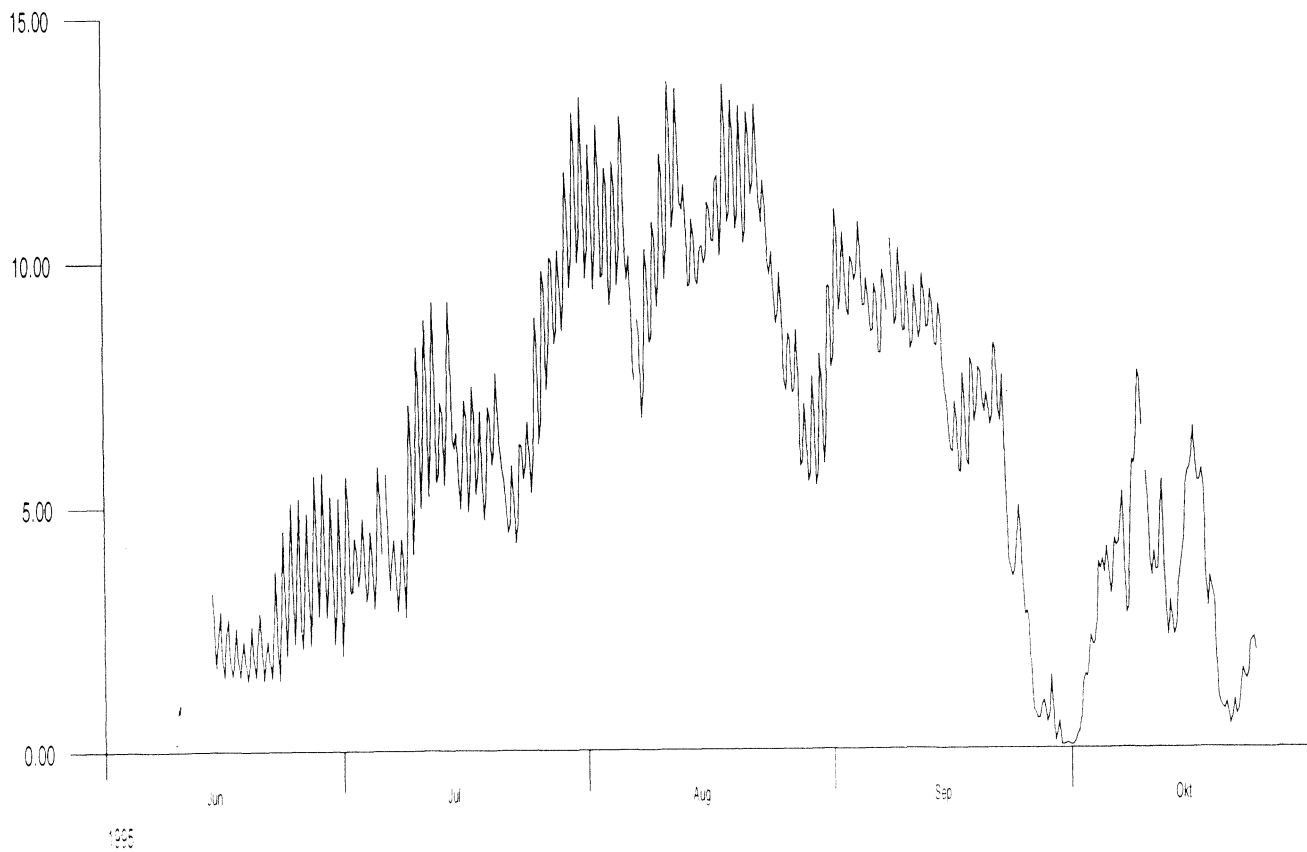
Hva er så årsaken til at Langedøla i denne perioden var kaldere enn Horna og Modlaugselvi? Det mest nærliggende er å sammenlikne avrenningsfeltenes høydefordeling. Vi antar da at det høyestliggende feltet vil ha mest gjenværende snø i juli/august og følgelig størst andel smeltevann. Hypsografiske kurver for feltene til målestasjonene i Horna, Modlaugselvi og Langedøla er vist i figur 8. Høydefordelingen stemmer bra med de temperaturforskjellene vi kom fram til for

vanntemperatur °C

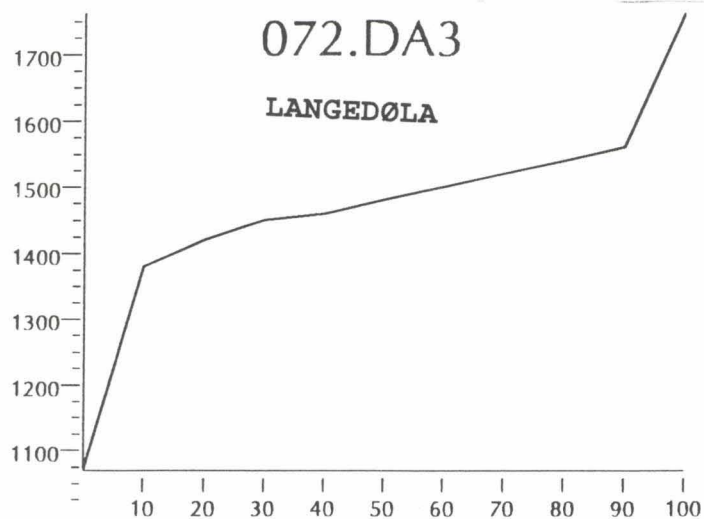
12



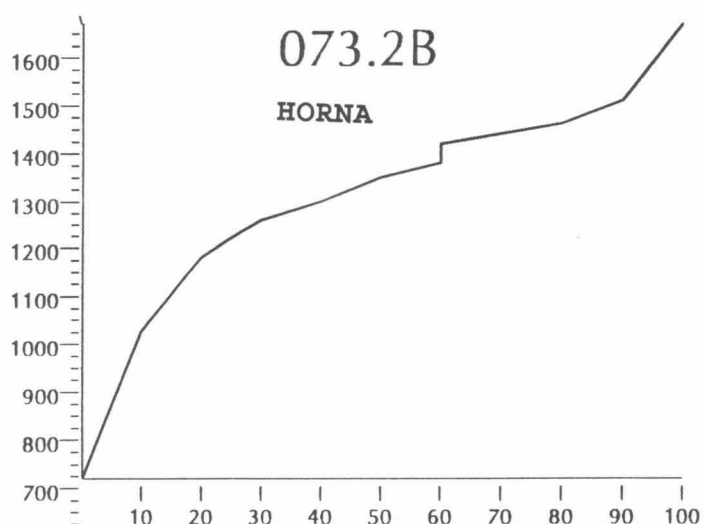
vanntemperatur °C



Figur 7. Alle måleverdier plottet for Horna (øverst) og Modlaugelva (nederst)



Prosent	Hoyde
0	1070
10	1380
20	1420
30	1450
40	1460
50	1480
60	1500
60	1520
80	1540
90	1560
100	1762



Prosent	Hoyde
0	720
10	1027
20	1180
30	1260
40	1300
50	1350
60	1420
60	1380
80	1462
90	1510
100	1671

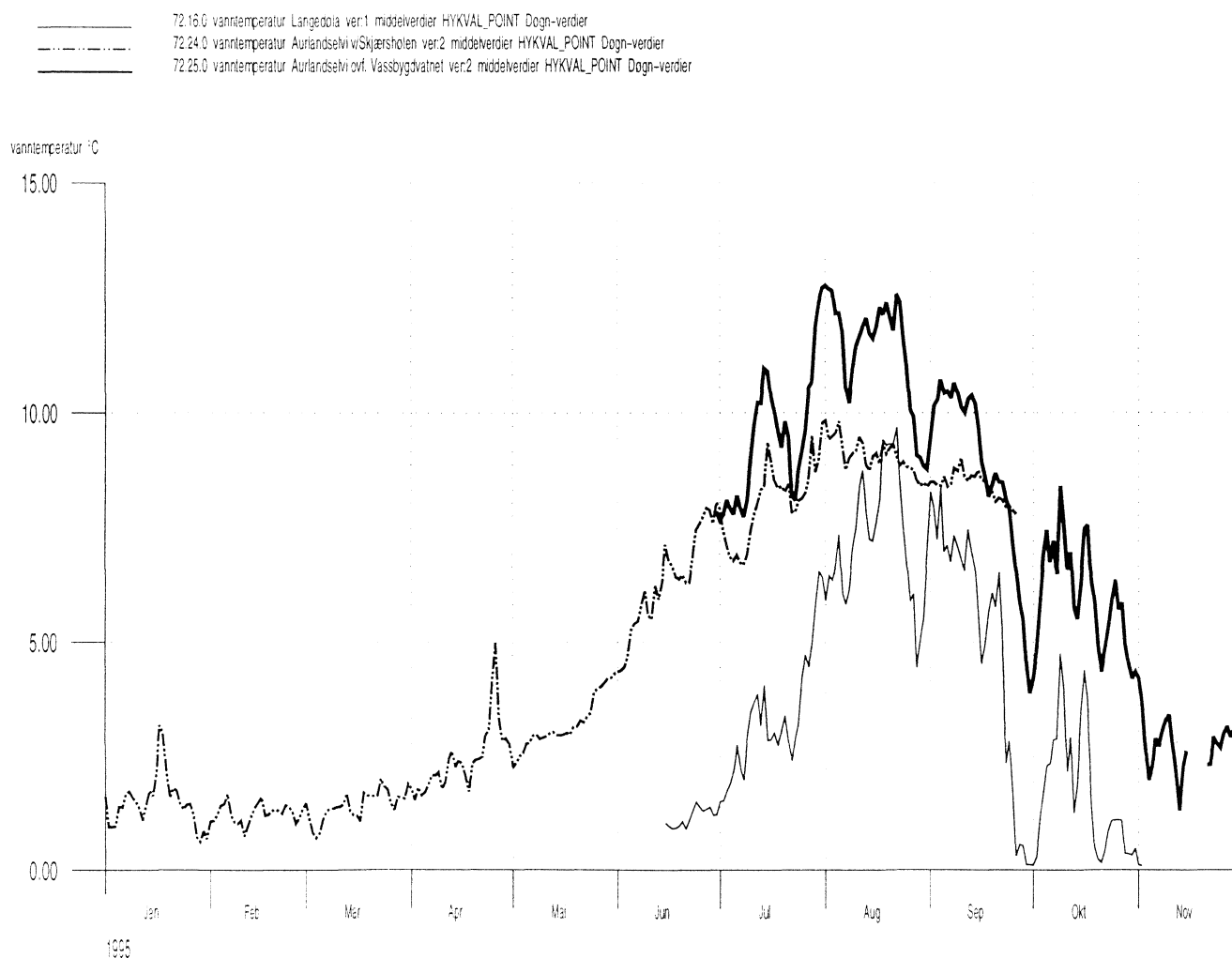


Prosent	Hoyde
0	740
10	1070
20	1230
20	1150
30	1200
50	1270
60	1303
70	1340
80	1380
90	1490
100	1729

Figur 8. Hypsografiske kurver for avrenningsfeltet til Horna, Modlaugselvi og Langedøla.

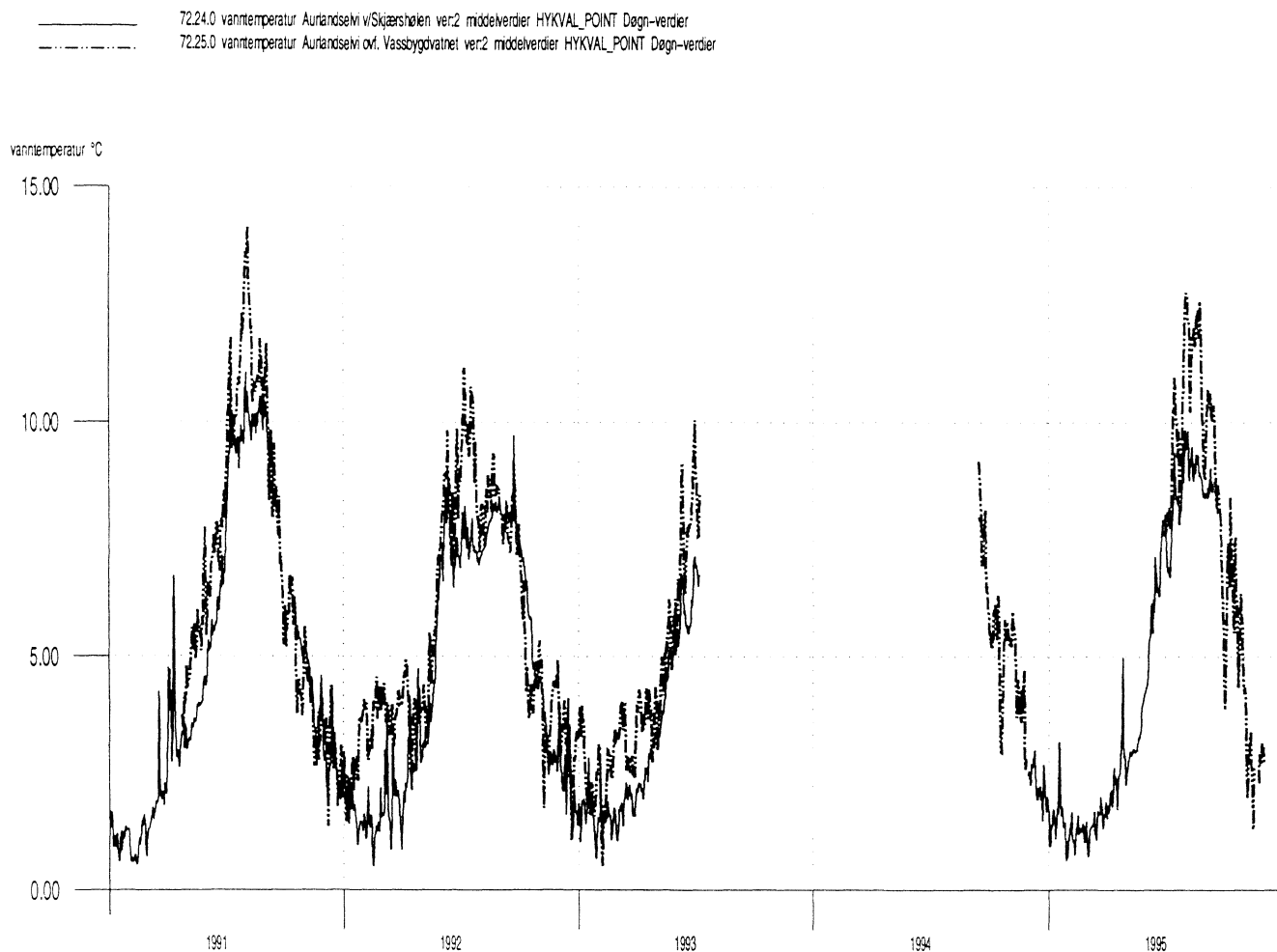
juli og august. Langedøla har det høystliggende feltet (middelhøyde 1480 m oh) og lavest vanntemperatur, Horna ligger i midten (1350 m) mens Modlaug-elva har lavest middelhøyde (1270 m) og det varmeste vannet. Det kunne kanskje forventes at smeltevannet fra Blåskavlen skulle holde temperaturen lav i Modlaugelva. Når dette ikke synes å være tilfellet, så ligger nok forklaringen i at brevannet passerer gjennom de relativt grunne Soleibakkvatna. Slike innsjøer vet vi har en klar oppvarmingseffekt i solrike sensommer.

Temperaturen i Aurlandselva og i Vassbygdelva i 1995 er plottet i figur 9 sammen med Langedøla. Det kan bemerkes at Vassbygdelva var 1-3°C varmere enn Aurlandselva i juni og juli, dette er en situasjon som er kommet med Aurlandsutbyggingen. Før utbyggingen var forholdet at Aurlandselva var litt varmere enn Vassbygdelva om sommeren, se Tvede 1994.



Figur 9. Døgnmiddeltemperaturen i Aurlandselva, Vassbygdelva og Langedøla i 1995

For å vurdere hvordan sommeren 1995 var i forhold til tidligere år så er perioden 1991-95 plottet i figur 10. Dessverre mangler det data fra juli 1993 til september 1994. Vi ser at sommeren 1991 var litt varmere enn 1995, derimot var 1992 litt kaldere.

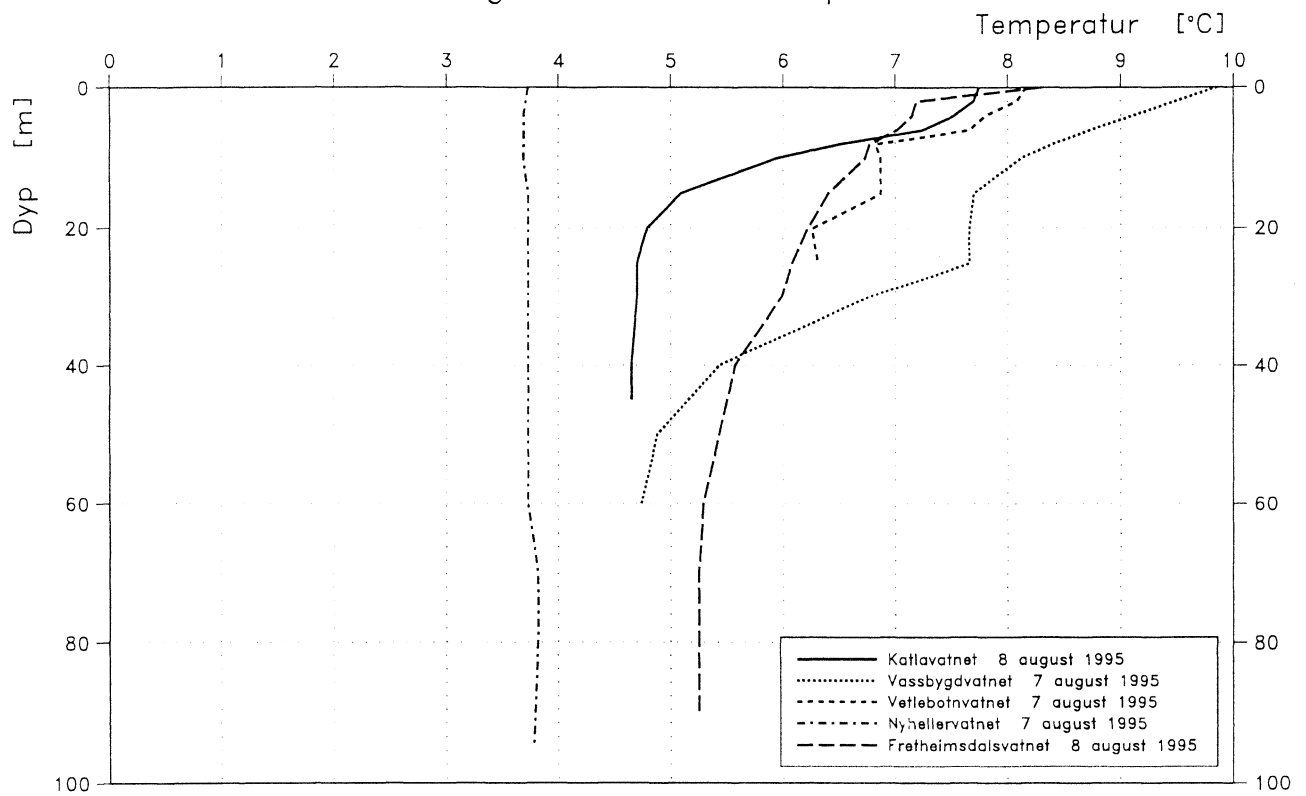


Figur 10. Døgnmiddeltemperaturen i Aurlandselva og Vassbygdelva årene 1990-1995.

2.5 Magasinene

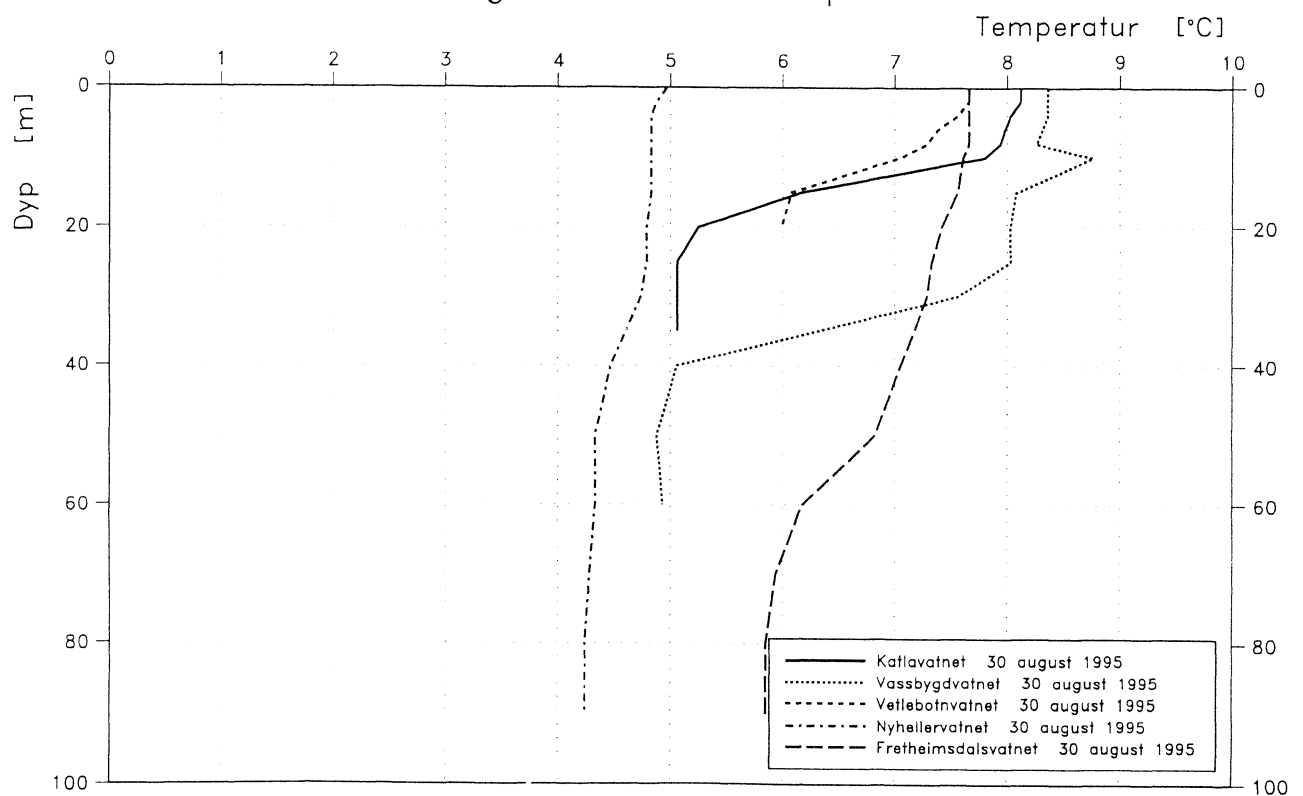
Målingene i magasinene er vist i figurene 11-13. I juni og juli var magasinene over 1000 m-nivået ennå helt eller delvis islagte, Fretheimsdalsvatnet var nesten tomt. Ved første målerunde 7.-8.august var vannstanden i Fretheimsvatnet ca 15 m under HRV, de andre magasinene var bare 1-2 m under HRV. Den 30.august var vannstanden i Fretheimsvatn steget til ca 10 m under HRV og den 19.september til ca 8 m. I de andre magasinene var alle nær HRV.

Magasiner–Aurlandsfjella



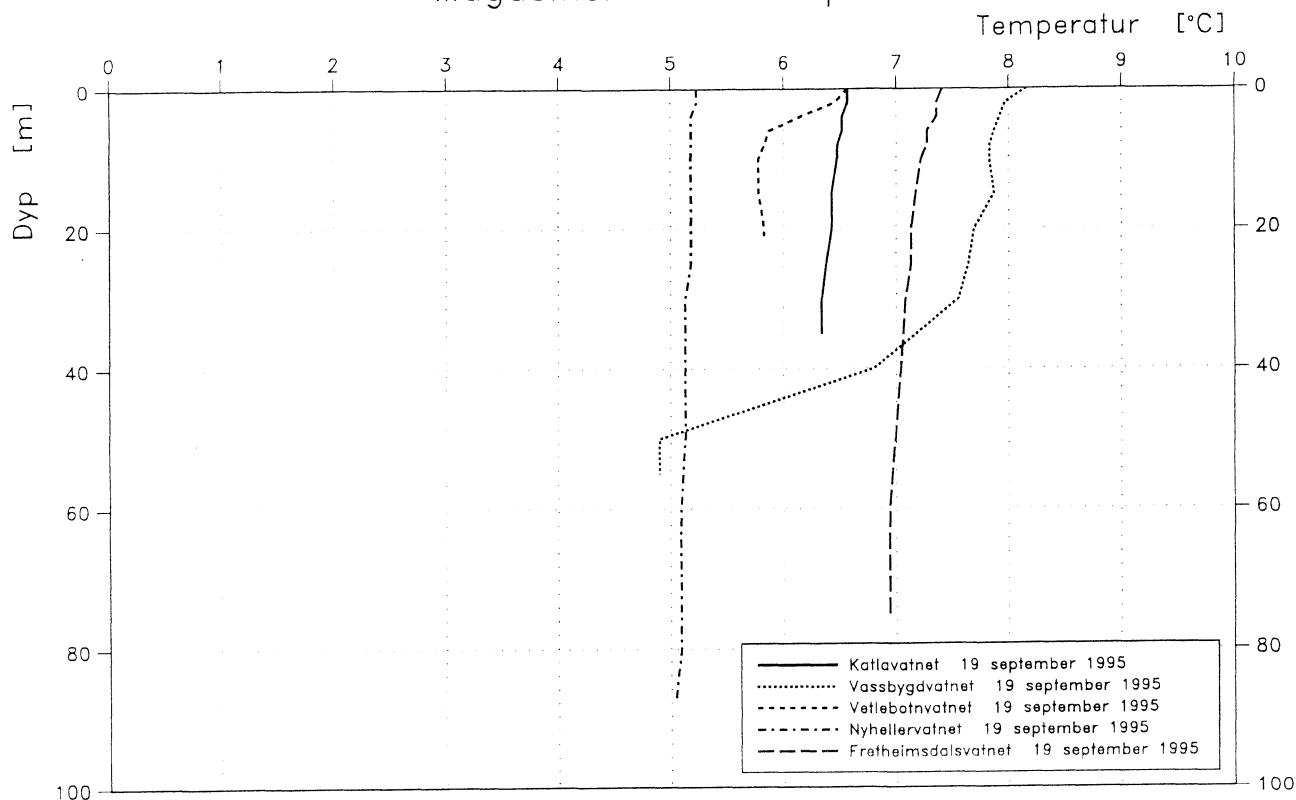
Figur 11. Temperaturvertikaler målt 7.-8.august 1995

Magasiner–Aurlandsfjella



Figur 12. Temperaturvertikaler målt 30.august 1995

Magasiner–Aurlandsfjella



Figur 13. Temperaturvertikaler målt 19.september 1995

Driftsentralen i Aurland opplyste at Aurland I fram til 1.september stort sett var kjørt på vann fra Veslebotnmagasinet som igjen ble etterfylt med vann fra takrennetunnellen og fra Vestredalsmagasinet. Fra Nyhellermagasinet ble det ikke tappet noe før 1.september og heller ikke fra Katlamagasinet var det noe særlig tapping i august. Kjørestrategien sommeren 1995 ble karakterisert som "vanlig".

Det kan påpekes at i Nyhellervatn var det ingen sjiktning i vannmassene og at dette magasinet hele sommeren var det kaldeste. Veslebotnmagasinet mottar vannføringen fra takrennetunnellen, inkl. Langedøla, og noe av dette tilsiget ble i august pumpet opp til Nyhellervatn. Dette tilsiget kommer inn i Nyhellermagasinet ved LRV, er lettere enn ovenforliggende vannlag og bidrar derfor til vertikal omrøring. Frøtheimsdalsvatn mottar tilsiget fra alle ovenforliggende magasiner og må derfor også antas å ha en stor omrøring. Dette forklarer nok den relativt svake sjiktningen.

3. DAGENS ISFORHOLD

Her omtales bare de deler av vassdragene hvor det kan tenkes å ville bli merkbare endringer ved den foreslåtte utbyggingen.

Erdalselvi er under kaldt og normalt vintervær islagt, se figur 14. Isdekket bygges opp som isdammer i strykområdene og bak disse isdammene dannes mindre vannansamlinger som etterhvert fryser til. Denne type islegging kalles en *dynamisk islegging*, i motsetning til den *statiske isleggingen* som forgår på et vatn. Utover vinteren synker vannstanden under isdekket og ofte faller deler av islaget ned. Dette ser en eksempel på i figur 14. I milde vinterperioder er Erdalselvis nedre del isfri eller har bare et delvis isdekke. Det er ikke kjent at isganger er noe problem i Erdalselvi. I det høydenivået som inntakene er tenkt lagt, vil elva alltid være islagt om vinteren og et godt stykke utover våren. I Aurlandselva er det sjeldent eller aldri is. På Vassbygdivatn er det normalt is på den nedre del av vatnet, mens den øvre delen er åpen pga. driftvannet fra Aurland I. Magasinene er islagte hele vinteren og våren, men vil være preget av de spesielle isforhold som er typisk for regulerte vatn. Dette vil bety oppsprukket is i reguleringssonen under nedtapping, råker ved tunnelåpninger og i trange sund, landløs is under oppfyllingsperioden.

Isforholdene i fjordene er som nevnt ovenfor, systematisk kartlagt tidligere. Islegging i Aurlandsfjorden var i perioder et problem for båttrafikken på 70-tallet, men disse problemene har forsvunnet etterat Vangen kraftverk kom i drift med dykket utslipp av driftsvannføringen. I Lærdalsfjorden er det også sjeldent is, men det kan forekomme i perioder med værforhold som er gunstig for islegging. Vanligvis er dette i klart og stille vær etter en nedbørsperiode.

4. KONSEKVENSER AV UTBYGGINGEN

4.1 Vanntemperaturen

4.1.1 Erdalselvi

Bortføringen av smeltevannet fra høyfjellet vil føre til at restvannføringen i Erdalselvi blir varmere om våren og sommeren, størst vil temperaturøkningen kunne bli i godværsperioder i juni og juli. I perioder med kjølig og skyet vær vil temperaturendringene bli heller små i forhold til dagens situasjon. Dette vil gjelde for alle alternativer, men størst utslag vil det bli ved alternativene A og B. Ved alternativ C blir Geitåni og Skorva ikke overført og vannet fra disse elvene vil bidra til å holde temperaturen i Erdalselvi noe lavere enn ved de to andre alternativene. Det kan også bli et raskere fall i temperaturen utover høsten pga den reduserte vannføringen. Resten av året ventes ingen merkbare endringer.

4.1.2 Magasinene og Aurlandselva

Som vist tidligere kan en forvente at det overførte vannet fra Erdalsvassdraget i juli og august kan være 1-2°C varmere enn vannet fra Langedøla. Om vi antar at Langedøla temperaturmessig representerer alle de eksisterende inntakene på



*Figur 14.
Erdalselvi sett oppover
fra vegbru ved fjorden
21.februar 1984.*

takrennetunnelen, så betyr dette at Erdalsvannet kan bidra til en liten temperaturøkning i det øvre laget i Vetlebotnmagasinet i juli og august. Det er imidlertid neppe snakk om mer enn noen 1/10-dels grader fordi volumet av "Erdalsvann" blir lite i forhold til "Aurlandsvann" i magasinet ved alle alternativer. Dersom dette vannet igjen pumpes opp i Nyhellermagasinet, så blir "uttynningen" av Erdalsvannet enda større og noen temperaturendring vil neppe kunne dokumenteres. Det samme gjelder ved videretapping til Viddalsmagasinet. Effekten av varmere vann fra Erdalsvassdraget i juli og august kan derfor ikke forventes å ville merkes nede i Aurlandselva. Dette gjelder for alle alternativene.

En indirekte effekt kan oppstå dersom den økte vannmengden fra Erdalsvassdraget bidrar til at magasinene får hyppigere overløp til Vassbygdelva. Slike overløp var vanlige i de vannrike årene 1989, 1990 og 1992. Dette overløpsvannet medførte at temperaturen i Vassbygdelva sank disse somrene. Oslo Energi Konsult har gjort en simulering av magasin vannstanden i Aurlandsverk-

ene med og uten Erdalsoverføringen (notat datert 28.02.96). Konklusjonen er at Erdalsoverføringen ikke fører til økt overløp fra magasinene.

4.2 Isforholdene

4.2.1 Erdalselvi

Vannføringen i isleggingsperioden vil være lavere enn idag. Dette vil bety at isleggingen vil foregå på en lavere vannstand, kan gå raskere og isdekket vil dekke et mindre areal. Andre endringer av issituasjoner ventes ikke. Dette gjelder for alle alternativer.

Ved alternativ A vil buffermagasinet i Horndalen danne et nytt vannspeil som islegges. Som nevnt i kap. 1 må en forvente at vannstanden her kan gå noe opp og ned i takt med start/stopp av pumpa. Dette kan medføre noe oppsprekking av isen og kan gi ulemper for eventuelle skiløpere og reinsdyr som krysser magasinet.

4.2.2 Magasinene og Aurlandselva

Vannføringen inn i Veslebotnvatn om vinteren vil øke litt, men dette er neppe nok til at isforholdene vil endres merkbart, hverken på Veslebotnvatn eller på de nedenforliggende deler av Aurlandsvassdraget. Dersom Erdalsoverføringen bidrar til at Nyhellermagasinet eller andre magasiner holdes på en høyere vannstand utover høsten enn idag, så kan dette bidra til at isleggingen her forsinkes litt. Også dette gjelder i prinsippet for alle alternativer, men vil være mest sannsynlig ved alt.A som gir overføring av det største vannvolumet.

4.2.3 Fjordene

Det ventes ikke noen endringer

5. KAN DET OPPNÅS HØYERE SOMMERTEMPERATUR I AURLANDSELVA ?

Aurland kommune har bedt om at det, uavhengig av Erdalsoverføringen, også blir gjort en vurdering av om sommertemperaturen i Aurlandselva kan heves innenfor dagens kraftsystem.

Det er hovedsakelig tre måter dette kan tenkes oppnådd på:

1. Lavere sommervannføring i Aurlandselva. Dette vil gi lengre oppholdstid for avløpsvannet fra Aurland I både i Vassbygdvatn og i elveleiet og følgelig mer tid til soloppvarming før vannet når fjorden. Dette er prøvet ut i praksis i Suldalslågen i 1994 og 1995, hvor det også er et problem med for lav sommertemperatur i forhold til det ønskelige for lakseyngel og smoltens vekst. Temperaturen ved utløpet i fjorden økte da 1-2°C i godværsperioder når vannføringen ble satt ned ca 50 m³/s, se Tvede 1996. Erfaringene fra Suldalslågen viser altså at det kan oppnås en betydelig temperaturgevinst, men at dette forutsetter også en vesentlig vannføringsreduksjon. Bruk av modellverktøyet RICE på Aurlandselva vil

kunne kvantifisere forholdene bedre.

2. Tapping av vann fra de magasiner som har høyest temperatur. Slik kraftverkssystemet i Aurland er laget, så må driftsvannet til Aurland I tas fra Viddalsdalsmagasinet. Overføringen av vann til dette magasinet bør derfor komme fra de magasinene som har høyest sommertemperatur. Målingene i august 1995, figur 11-13, viste imidlertid at ingen av de ovenforliggende magasinene hadde noe vesentlig høyere temperatur enn Viddalsmagasinet. Den viktigste informasjonen fra disse målingene er at en bør unngå å bruke vann fra Nyhellermagasinet i august og september da dette magasinet var det desidert kaldeste.

3. Bygging av et nytt uttak for overflatevann i Viddalsmagasinet. Idag tappes vannet fra magasinet i bunn, dvs på ca 65 m dyp når magasinet er fullt. Ser vi igjen på figurene 11-13 så viser disse at det var temperaturforskjeller mellom dagens inntaksdyp og overflaten var ca 2°C den 7.august, ca 1°C den 30. august og 0.5°C den 19.september. Ved å bygge et nytt inntak som kan trekke ut overflatevannet fra magasinet i de gunstigste periodene om sommeren, så kan det nok derfor oppnås noe høyere temperatur på avløpsvannet fra Aurland I. Temperaturmålingene i avløpsvannet viser at det idag bare unntaksvis nås temperaturer over 7°C og da bare for noen få dager. Vanlig temperatur i juli og august er 5-6°C. Byggingen av et liknende overflateinntak er i Norge bare gjort i Alta kraftverk. Beregninger mht. temperaturgevinsten av dette er beskrevet av Pytte Asvall, 1982 . I USA er det derimot gjort flere steder. Uansett så vil det bli en kostbar affære som vil kreve vesentlig grundigere forundersøkelser enn hva foreliggende rapport bygger på.

Konklusjonen blir da at både en reduksjon i sommervannføringen og bygging av et overflateinntak i Viddalsmagasinet synes å kunne bidra til en høyere sommertemperatur i Aurlandselva. Begge tiltakene sammen vil selvfølgelig gi størst effekt. Et vesentlig større forarbeid trengs for evt. å kvantifisere dette mere.

REFERANSER

Oslo Energi: Erdalsvassdraget. Overføring til Aurlandsverkene. Melding etter plan- og bygningsloven.

Tvede A.M. 1994: Discharge, water temperature and glaciers in the Aurland river basin. Norsk Geografisk Tidsskrift, vol.48, nos. 1-2

Tvede A. M. 1996: Vanntemperaturen i Suldalsvassdraget 1962-1995. Rapport nr.?? fra Lakseforsterkingsprosjektet i Suldalslågen. Statkraft Engineering. (Under arbeid)

Pytte Asvall R. 1982: Temperaturforhold i Altaelva ved et øvre og nedre inntak i Vir 'dnejav 'ri. Oppdragsrapport nr 5-82, Hydrologisk avdeling, NVE

VEDLEGG

Tabeller med vanntemperaturdata fra 1995

7 Feb 1996

HYDROLOGISK AVDELING, NVE - HYDAG_POINT

Stasjonsnr.: 72.24.0
 Stasjonsnavn: Aurlandselvi v/Skjærshølen
 Parameter: vanntemperatur
 Versjon: 2

+-----Utm:-----+
 |Sone: 32 |
 |Nord: 6751350 |
 |Øst.: 404400 |
 +-----+-----+

Høyde: 50.0 moh
 Kartblad: 1416-IV
 Vassdragsnummer: 072.A
 Naturlig nedbørfelt: 0.00 km²

DØGNVERDIER - MIDDELVERDIER

Enhet: °C

1995	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	1.61	1.06	1.26	1.79	2.25	4.35	7.91	9.84	8.50	---	---	---
2	0.95	1.08	1.10	1.80	2.36	4.37	7.44	9.43	8.50	---	---	---
3	0.94	1.21	0.81	1.81	2.51	4.44	7.13	9.50	8.43	---	---	---
4	0.96	1.41	0.71	1.64	2.60	4.68	6.87	9.57	8.42	---	---	---
5	1.38	1.44	0.80	1.70	2.77	4.92	6.78	9.83	8.62	---	---	---
6	1.38	1.67	1.10	1.87	2.78	5.41	6.92	9.27	8.41	---	---	---
7	1.67	1.20	1.28	2.08	2.94	5.45	6.84	8.77	8.47	---	---	---
8	1.72	1.05	1.34	2.08	2.97	5.81	6.69	8.89	8.81	---	---	---
9	1.60	1.01	1.35	2.15	2.87	6.15	6.91	9.12	8.88	---	---	---
10	1.49	1.08	1.38	1.78	2.90	5.59	7.46	9.18	9.03	---	---	---
11	1.34	0.74	1.38	1.93	2.93	5.50	7.82	9.49	8.62	---	---	---
12	1.37	0.97	1.44	2.44	3.00	6.24	8.04	9.34	8.53	---	---	---
13	1.42	1.10	1.67	2.61	3.03	5.94	8.33	8.87	8.64	---	---	---
14	1.75	1.36	1.29	2.26	2.96	6.30	8.43	8.76	8.62	---	---	---
15	1.62	1.48	1.19	2.43	2.95	7.11	9.36	9.06	8.76	---	---	---
16	2.12	1.60	1.19	2.32	2.97	6.82	8.95	9.13	8.55	---	---	---
17	3.17	1.19	1.36	2.07	3.01	6.68	8.53	8.91	8.52	---	---	---
18	3.02	1.21	1.70	2.16	2.97	6.43	8.49	9.32	8.36	---	---	---
19	2.12	1.30	1.63	2.35	3.14	6.38	8.41	9.30	8.28	---	---	---
20	1.58	1.33	1.62	2.42	3.18	6.47	8.28	9.24	8.24	---	---	---
21	1.79	1.29	1.62	2.45	3.28	6.42	8.46	9.32	8.15	---	---	---
22	1.75	1.24	1.63	2.49	3.24	6.31	7.85	9.06	8.11	---	---	---
23	1.46	1.42	2.00	2.96	3.36	6.85	7.85	8.86	7.96	---	---	---
24	1.33	1.38	1.84	3.06	3.44	7.46	8.10	8.94	7.98	---	---	---
25	1.43	1.27	1.76	4.18	3.91	7.59	8.14	8.84	7.89	---	---	---
26	1.45	1.01	1.45	4.99	3.98	7.75	8.26	8.81	---	---	---	---
27	1.21	1.13	1.31	3.33	4.02	7.94	8.59	8.77	---	---	---	---
28	1.01	1.33	1.60	2.84	4.10	7.90	9.51	8.54	---	---	---	---
29	0.62	---	1.59	2.89	4.20	7.60	8.72	8.42	---	---	---	---
30	0.86	---	1.56	2.76	4.22	8.06	8.97	8.48	---	---	---	---
31	0.68	---	1.89	---	4.31	---	9.79	8.40	---	---	---	---

7 Feb 1996

HYDROLOGISK AVDELING, NVE - HYDAG_POINT

Stasjonsnr.: 72.25.0
 Stasjonsnavn: Aurlandselvi ovf. Vassbygdatnet
 Parameter: vanntemperatur
 Versjon: 2

+-----Utm:-----+
 |Sone: 32 |
 |Nord: 6750127 |
 |Øst.: 409372 |
 +-----+-----+

Høyde: 80.0 moh
 Kartblad: 1416-IV
 Vassdragsnummer: 072.C4
 Naturlig nedbørfelt: 0.00 km²

DØGNVERDIER - MIDDELVERDIER

Enhet: °C

1995	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	---	---	---	---	---	---	7.67	12.76	9.45	4.20	4.20	---
2	---	---	---	---	---	---	7.78	12.69	10.16	4.83	3.67	---
3	---	---	---	---	---	---	8.10	12.65	10.29	5.87	2.68	---
4	---	---	---	---	---	---	7.93	12.15	10.72	6.88	1.97	---
5	---	---	---	---	---	---	7.81	12.16	10.44	7.45	2.27	---
6	---	---	---	---	---	---	8.20	11.74	10.46	6.76	2.89	---
7	---	---	---	---	---	---	8.05	10.55	10.33	7.22	2.71	---
8	---	---	---	---	---	---	7.75	10.68	10.64	6.50	3.07	---
9	---	---	---	---	---	---	8.11	10.93	10.47	8.41	3.30	---
10	---	---	---	---	---	---	9.02	11.44	10.12	7.60	3.41	---
11	---	---	---	---	---	---	9.77	11.65	10.01	7.39	2.70	---
12	---	---	---	---	---	---	10.22	11.87	10.31	6.98	2.23	---
13	---	---	---	---	---	---	10.22	12.05	10.38	5.74	1.30	---
14	---	---	---	---	---	---	10.96	11.72	10.21	5.51	2.25	---
15	---	---	---	---	---	---	10.89	11.62	9.69	6.33	---	---
16	---	---	---	---	---	---	10.33	11.86	8.94	7.48	---	---
17	---	---	---	---	---	---	10.01	12.29	8.63	7.57	---	---
18	---	---	---	---	---	---	9.75	12.13	8.18	6.33	---	---
19	---	---	---	---	---	---	9.25	12.10	8.45	5.91	---	---
20	---	---	---	---	---	---	9.82	12.06	8.47	4.97	---	---
21	---	---	---	---	---	---	9.49	11.79	8.51	4.34	---	---
22	---	---	---	---	---	---	8.21	12.57	8.49	4.66	2.31	---
23	---	---	---	---	---	---	8.10	12.41	8.12	5.30	2.47	---
24	---	---	---	---	---	---	8.78	11.59	7.93	5.91	2.77	---
25	---	---	---	---	---	---	9.18	11.00	7.21	6.36	2.69	---
26	---	---	---	---	---	---	9.61	10.05	6.55	5.72	2.99	---
27	---	---	---	---	---	---	10.53	9.92	5.88	5.86	3.16	---
28	---	---	---	---	---	---	10.65	9.08	5.50	4.93	2.91	---
29	---	---	---	---	---	---	11.88	9.03	4.51	4.51	3.07	---
30	---	---	---	---	---	---	12.38	8.85	3.88	4.20	2.69	---
31	---	---	---	---	---	---	12.70	8.79	---	4.34	---	---

7 Feb 1996

HYDROLOGISK AVDELING, NVE - HYDAG_POINT

Stasjonsnr.: 72.16.0
 Stasjonsnavn: Langedøla
 Parameter....: vanntemperatur
 Versjon.....: 1

+-----Utm:-----+
 |Sone: 32 |
 |Nord: 6746299 |
 |Øst.: 418972 |
 +-----+-----+

Høyde.....: 1060.0 moh
 Kartblad.....: 1416-I
 Vassdragsnummer....: 072.DA1
 Naturlig nedbørfelt: 0.00 km²

DØGNVERDIER - MIDDELVERDIER

1995	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	---	---	---	---	---	---	1.50	5.92	8.28	0.11	---	---
2	---	---	---	---	---	---	1.51	6.45	7.94	0.29	0.10	---
3	---	---	---	---	---	---	1.73	6.37	7.26	1.15	---	---
4	---	---	---	---	---	---	1.90	6.67	8.37	1.67	---	---
5	---	---	---	---	---	---	2.19	7.36	6.99	2.29	---	---
6	---	---	---	---	---	---	2.19	6.08	7.12	2.33	---	---
7	---	---	---	---	---	---	2.19	6.11	6.76	2.85	---	---
8	---	---	---	---	---	---	1.98	6.18	6.87	2.87	---	---
9	---	---	---	---	---	---	2.91	7.05	7.10	4.74	---	---
10	---	---	---	---	---	---	3.46	7.51	6.84	3.88	---	---
11	---	---	---	---	---	---	3.68	8.41	6.57	2.16	---	---
12	---	---	---	---	---	---	3.85	8.76	7.47	2.90	---	---
13	---	---	---	---	---	---	3.17	7.85	7.02	1.25	---	---
14	---	---	---	---	---	---	4.05	7.26	6.66	1.86	---	---
15	---	---	---	---	---	---	2.84	7.23	5.66	3.47	---	---
16	---	---	---	---	---	0.97	2.85	7.64	4.53	4.37	---	---
17	---	---	---	---	---	0.91	3.01	8.09	4.92	3.72	---	---
18	---	---	---	---	---	0.92	2.73	9.42	5.63	1.49	---	---
19	---	---	---	---	---	0.96	3.04	9.29	6.08	0.50	---	---
20	---	---	---	---	---	1.06	3.38	9.33	5.77	0.23	---	---
21	---	---	---	---	---	0.90	2.85	9.32	6.53	0.16	---	---
22	---	---	---	---	---	1.10	2.40	9.69	5.31	0.42	---	---
23	---	---	---	---	---	1.30	2.84	8.47	2.35	0.84	---	---
24	---	---	---	---	---	1.49	3.21	7.53	2.82	1.08	---	---
25	---	---	---	---	---	1.43	4.24	6.78	1.75	1.09	---	---
26	---	---	---	---	---	1.30	4.72	5.90	0.31	1.10	---	---
27	---	---	---	---	---	1.34	4.80	6.06	0.56	1.08	---	---
28	---	---	---	---	---	1.38	4.96	5.70	0.53	0.36	---	---
29	---	---	---	---	---	1.20	5.87	4.99	0.39	0.35	---	---
30	---	---	---	---	---	1.21	6.55	5.53	0.11	0.32	---	---
31	---	---	---	---	---	---	6.42	6.94	---	0.25	---	---

7 Feb 1996

HYDROLOGISK AVDELING, NVE - HYDAG_POINT

Stasjonsnr.: 73.34.0
 Stasjonsnavn: Modlaugselva
 Parameter....: vanntemperatur
 Versjon.....: 1

+-----Utm:-----+
 |Sone: 32 |
 |Nord: 6768761 |
 |Øst.: 410324 |
 +-----+-----+

Høyde.....: 700.0 moh
 Kartblad.....: 1417-III
 Vassdragsnummer....: 073.2AZ
 Naturlig nedbørfelt: 0.00 km²

DØGNVERDIER - MIDDELVERDIER

1995	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	---	---	---	---	---	---	3.91	10.86	9.37	0.15	---	---
2	---	---	---	---	---	---	3.73	11.09	9.70	0.95	---	---
3	---	---	---	---	---	---	3.98	10.72	9.47	1.94	---	---
4	---	---	---	---	---	---	3.73	10.52	10.06	3.08	---	---
5	---	---	---	---	---	---	4.37	11.26	9.22	3.85	---	---
6	---	---	---	---	---	---	4.18	9.72	8.98	3.76	---	---
7	---	---	---	---	---	---	3.79	9.33	8.91	4.53	---	---
8	---	---	---	---	---	---	3.62	8.56	9.05	4.08	---	---
9	---	---	---	---	---	---	5.04	9.49	9.35	6.85	---	---
10	---	---	---	---	---	---	6.20	10.65	8.97	5.83	---	---
11	---	---	---	---	---	---	6.85	11.60	8.74	3.78	---	---
12	---	---	---	---	---	---	7.13	11.97	9.01	4.47	---	---
13	---	---	---	---	---	---	6.28	11.10	8.94	2.67	---	---
14	---	---	---	---	---	---	7.32	10.09	8.62	2.95	---	---
15	---	---	---	---	---	2.32	6.17	9.93	7.20	4.85	---	---
16	---	---	---	---	---	2.10	6.10	10.56	6.50	6.06	---	---
17	---	---	---	---	---	1.94	6.52	10.96	6.54	3.51	---	---
18	---	---	---	---	---	1.86	5.89	12.33	6.74	3.29	---	---
19	---	---	---	---	---	1.93	5.95	11.91	7.45	1.77	---	---
20	---	---	---	---	---	2.19	6.64	11.72	7.07	0.82	---	---
21	---	---	---	---	---	1.85	5.61	11.66	7.48	0.75	---	---
22	---	---	---	---	---	2.44	5.03	12.11	6.92	1.25	---	---
23	---	---	---	---	---	2.92	5.36	11.20	4.02	1.82	---	---
24	---	---	---	---	---	3.41	6.05	9.81	4.36	---	---	---
25	---	---	---	---	---	3.42	7.11	9.07	2.87	---	---	---
26	---	---	---	---	---	3.44	8.09	7.92	0.93	---	---	---
27	---	---	---	---	---	3.90	8.45	7.76	0.81	---	---	---
28	---	---	---	---	---	4.11	9.17	7.32	0.85	---	---	---
29	---	---	---	---	---	3.84	10.23	6.42	0.59	---	---	---
30	---	---	---	---	---	3.54	11.23	6.66	0.08	---	---	---
31	---	---	---	---	---	---	11.38	7.76	---	---	---	---

7 Feb 1996

HYDROLOGISK AVDELING, NVE - HYDAG_POINT

Stasjonsnr.: 73.35.0
 Stasjonsnavn: Horna
 Parameter.: vanntemperatur
 Versjon.: 1

+-----Utm:-----+
 |Sone: 32 |
 |Nord: 6768706 |
 |Øst.: 410420 |
 +-----+-----+

Høyde.: 700.0 moh
 Kartblad.: 1417-III
 Vassdragsnummer.: 073.2B
 Naturlig nedbørfelt: 0.00 km²

DØGNVERDIER - MIDDELVERDIER

Enhet: °C

1995	Jan	Feb	Mar	Apr	Mai	Jun	Jul	Aug	Sep	Okt	Nov	Des
1	---	---	---	---	---	---	3.60	8.89	7.65	0.41	---	---
2	---	---	---	---	---	---	3.54	8.72	8.41	1.58	---	---
3	---	---	---	---	---	---	3.82	8.22	8.20	2.69	---	---
4	---	---	---	---	---	---	3.79	7.90	8.89	3.58	---	---
5	---	---	---	---	---	---	4.00	8.64	8.07	4.01	---	---
6	---	---	---	---	---	---	4.04	7.90	8.05	3.84	---	---
7	---	---	---	---	---	---	4.12	7.58	7.66	4.41	---	---
8	---	---	---	---	---	---	3.72	6.96	7.73	4.29	---	---
9	---	---	---	---	---	---	4.35	7.73	7.87	6.07	---	---
10	---	---	---	---	---	---	5.19	8.41	7.73	5.34	---	---
11	---	---	---	---	---	---	5.71	9.06	7.69	3.88	---	---
12	---	---	---	---	---	---	6.09	9.41	8.15	4.42	---	---
13	---	---	---	---	---	---	5.69	9.25	7.88	3.12	---	---
14	---	---	---	---	---	---	6.32	8.54	7.83	3.32	---	---
15	---	---	---	---	---	3.28	5.79	8.45	6.90	4.98	---	---
16	---	---	---	---	---	2.91	5.47	9.02	6.01	5.80	---	---
17	---	---	---	---	---	2.72	5.54	9.12	6.03	5.29	---	---
18	---	---	---	---	---	2.63	5.04	9.84	6.07	3.66	---	---
19	---	---	---	---	---	2.72	5.09	9.55	6.73	2.69	---	---
20	---	---	---	---	---	3.11	5.98	9.26	6.49	1.73	---	---
21	---	---	---	---	---	2.70	5.37	9.37	6.92	1.25	---	---
22	---	---	---	---	---	3.45	4.46	10.16	6.56	1.83	---	---
23	---	---	---	---	---	3.93	4.67	9.44	4.62	2.54	---	---
24	---	---	---	---	---	4.43	5.34	8.41	4.80	---	---	---
25	---	---	---	---	---	4.31	5.93	7.90	3.54	---	---	---
26	---	---	---	---	---	4.07	6.54	6.95	2.03	---	---	---
27	---	---	---	---	---	4.10	6.75	6.87	1.69	---	---	---
28	---	---	---	---	---	4.39	7.19	6.45	1.80	---	---	---
29	---	---	---	---	---	3.75	8.12	5.59	1.30	---	---	---
30	---	---	---	---	---	3.30	8.80	5.67	0.31	---	---	---
31	---	---	---	---	---	---	9.03	6.25	---	---	---	---

Denne serie utgis av Norges vassdrags- og energiverk (NVE)
Adresse: Postboks 5091 Majorstua, 0301 OSLO

I 1996 ER FØLGENDE RAPPORTER UTGITT:

- Nr 1 Ole Einar Tveito og Hege Hisdal: Forbedring av ekstrapolasjonsrutinen i KOFOT. (31 s)
- Nr 2 Sylvia Smith-Meyer og Truls Erik Bønsnes: Erosjonsutsatte områder langs Sogna, Gardermoen. Fotoregistrering 20.-22.nov. 1995. (89 s.)
- Nr 3 Leif J. Bogetveit: Flomvannstander Sarpsfossen-Rakkestadelva juni-95, (002.A0). (10 s.)
- Nr 4 Heidrun Kårstein: Sluttrapport for grunnvannsundersøkelser i Jostedalen. (24 s.)
- Nr 5 Bjarne Kjøllmoen: Massebalansemålinger. Storsteinsfjellbreen (173.AB6Z) 1991-95. Sluttrapport. (23 s.)
- Nr 6 Ingjerd Haddeland: Beregning av flomvannstand ved Åmot bru. (9 s.)
- Nr 7 Roger Sværd: Longyearbyen - Elvesletta. Preliminær flomberegning. (26 s.)
- Nr 8 Knut Aune Hoseth (red.) og Tuva Cathrine Daae: Longyearbyen - Elvesletta. Vassdragstekniske vurderinger (34 s.)
- Nr 9 Arve M. Tvede: Overføring av Erdalselvi (073.27) til Aurland. Konsekvenser for is- og vanntemperaturforhold. (20 s.)