



NORGES VASSDRAGS- OG ENERGIVERK

VASSDRAGSDIREKTORATET
HYDROLOGISK AVDELING

KRAFTVERKENE I MERÅKER

Mulige virkninger på vanntemperatur- og isforhold

OPPDRAGSRAPPORT

6-86

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

Rapportens tittel: <i>KRAFTVERKENE I MERÅKER, MULIGE VIRKNINGER PÅ VANNTEMPERATUR- OG ISFORHOLD</i>	Dato: 1986-05-27 Rapporten er: Åpen Opplag: 200
--	---

Saksbehandler/Forfatter: Randi Pytte Asvall Iskontoret	Ansvarlig: <i>Syver Roen</i> Syver Roen
--	---

Oppdragsgiver: <i>NORD-TRØNDELAG ELEKTRISITETSVERK</i>

Konklusjon:

Virkningene av den omsøkte regulering både på vanntemperatur- og isforhold er små i magasinområdene og oppstrøms utløpet av Meråker kraftverk. På Fjergen vil det bli usikker is i området omkring kanalen mellom bassengene i magasinet. Her må isforholdene overvåkes. Isforholdene på Tevlamagasinet er helt avhengig av manøvreringen, men en kan ikke regne med sikker is her noen del av vinteren.

I Stjørdalselv nedstrøms Meråker kraftstasjon vil vanntemperaturen i Stjørdalselv om sommeren bli noe lavere enn nå, og det antas at reduksjonen vil bli av størrelsesorden 1-3 °C om sommeren avhengig av værforholdene og manøvreringen.

Om vinteren vil driftsvannet få høyere temperatur enn nå og det blir åpen elv ned mot Gudå. Vanntemperaturen og isforholdene på strekningen Gudå-Kringen vil kunne variere fra år til år. I kalde vintre, særlig kombinert med lav temperatur på driftsvannet fra Fjergen, vil det bli økt isdannelse på strekningen Gudå-Kringen. Under nåværende regulering har det på denne strekningen gått flere både vinter- og vårisganger som har medført store skader og ulemper i området ved Flornes. Ved den omsøkte regulering vil variasjonene i vassføringen i Stjørdalselv bli mindre om vinteren, og det er ved manøvrering mulig å dempe variasjonene ytterligere. Under forutsetning av at vassføringen holdes mest mulig jevn og uten døgn- og ukeregulering vil en anta at elvestrekningen vil tåle en vassføring på inntil 30 m³/s. I milde vintre vil isforholdene på denne strekningen bli langt mindre problematiske. Ved eventuelle isganger i uregulerte sideelver, som kan føre til oppdemning i hovedelva, må manøvreringen tilpasses forholdene nedstrøms Funna.

Det er imidlertid meget vanskelig å forutsi hvilke vassføringer elva kan tåle. Det er derfor meget viktig at forholdene overvåkes nøye de første årene og at manøvreringsreglementet endres dersom forholdene skulle tilsi dette. Vi foreslår derfor at manøvreringsreglementet vurderes på nytt etter 5 års drift. Utbyggingen vil gi noe økning i vintervassføringen, men en regner ikke med at dette vil gi vesentlige endringer i isforholdene på fjorden.

FORORD

Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk har bedt Iskontoret vurdere mulige virkninger på vanntemperatur- og isforhold av den planlagte utbygging av kraftverkene i Meråker.

Iskontoret har tidligere i forbindelse med andre utbyggingsplaner i området foretatt enkelte undersøkelser, særlig om isforholdene i vassdraget. I forbindelse med dette oppdraget ble undersøkelser satt i gang høsten 1983.

Oslo, juni 1986



Ø. Aars
fung./avdelingsdirektør

INNHOOLD

	Side
1. OVERSIKT OVER UTBYGGINGSPLANER	3
2. HYDROLOGISKE FORHOLD AV BETYDNING FOR VURDERING AV ISFORHOLDENE	6
3. VANNTEMPERATURFORHOLD	8
3.1 Nåværende vanntemperaturforhold	8
3.1.1 Stjørdalselv	8
3.1.2 Magasinene	8
3.2 Virkninger av reguleringen	15
3.2.1 Magasinene	15
3.2.2 Stjørdalselv	15
4. ISFORHOLD	17
4.1 Nåværende forhold	17
4.2 Endringer i isforholdene som følge av den eksisterende regulering	17
4.3 Virkninger på isforholdene av den planlagte regulering	18
4.3.1 Elvestrekninger med redusert vassføring	18
4.3.2 Magasiner	18
4.3.3 Stjørdalselv	19
5. ISFORHOLD PÅ STJØRDALSFJORDEN	20
6. REFERANSER	21

1. OVERSIKT OVER UTBYGGINGSPLANER

Ved utbygging av "Kraftverkene i Meråker" ønsker utbyggeren, Nord-Trøndelag Elektrisitetsverk (NTE), å utnytte de feltene som i dag utnyttes av Meråker Smelteverk A/S på en bedre måte, samtidig som det tas inn nye felt på sørsiden av hovedvassdraget (fig. 1). For nærmere beskrivelse av eksisterende utbygging og de nye utbyggingsplaner henvises til søknaden om utbygging (NTE 1986). I det følgende nevnes det som er av spesiell betydning for vurdering av virkninger på vanntemperatur- og isforhold.

Fjergen blir hovedmagasin i reguleringen, og det er søkt om regulering mellom HRV 513,50 m og LRV 498,00 m, mens nåværende regulering er mellom HRV 508,40 m og LRV 500,80 m. Tilløpstunnelens inntak er plassert under LRV ca. 2 km nordøst for dam Fjergen (fig. 2). Dybdeforholdene i Fjergen er bare delvis kartlagt. I vestre del ligger største dyp på ca. kote 480, mens østre del kan være dypere. I sundet mellom de to bassengene er det grunnere enn laveste reguleringsgrense og det må graves en kanal for å få ut vannet ved den nye reguleringen.

Reguleringen i Hallsjøen forblir som nå mellom LRV 605,80 m og HRV 613,00 m. Vannet fra Hallsjøen renner i naturlig elveløp til Fjergen.

Reguleringen i Skurdalssjøen forblir som nå mellom LRV 687,75 m og HRV 694,25 m. Vannet i Skurdalssjøen renner i naturlig løp ca. 2 km til inntak i Skurdalsåa ved Storbekken. Sammen med avløpet fra feltene til Litl-Kjerringåa og Stor-Kjerringåa overføres vannet via tilløpstunnelen til Tevla kraftverk.

Det etableres et magasin i Tevla mellom LRV 350,00 m og HRV 358,00 m. Avløpet fra Torsbjørka, tilløpet til Fossvatn og avløpet fra Dalåa overføres til magasin Tevla. I Fossvatn beholdes nåværende vannstand.

De aller fleste overføringer av vann vil foregå i tunnel, mens vannet i den nåværende utbyggingen i vesentlig grad overføres i rør i dagen og åpne elveløp.

Magasinene Hallsjøen, Fjergen og Skurdalssjøen nyttes i Tevla pumpekraftverk. Utløpstunnelen fra Tevla pumpekraftverk munner direkte ut i tilløpstunnelen til Meråker kraftverk. Normalt vil derfor ikke driftsvassføringen ved Tevla pumpekraftverk influere på magasinet i Tevla.

Fallet mellom Tevla og Nustadfoss utnyttes i Meråker kraftverk som får avløp rett nedstrøms Nustadfoss.

Meråker kraftverk er planlagt med en slukeevne på 31 m³/s (15.5·2) og Tevla kraftverk med 24 m³/s. Nåværende Nustadfoss kraftverk har en slukeevne på 16 m³/s, og vanlig driftsvassføring om vinteren varierer mellom ca. 15 m³/s og ca. 10 m³/s. Når det er kraftoverskudd kan Tevla pumpekraftverk nyttes til å pumpe vann fra magasin Tevla til Fjergen.

Reguleringen i Funnsjøen og Funna kraftverk forblir uendret. Slukeevnen i Funna kraftverk er 3,4 m³/s.

TEGNFORKLARING

- GRENSE NEDBØRFELT
- TUNNEL MED BEKKEINNTAK, KAI
- KRAFTSTASJON
- PUMPEKRAFTSTASJON
- DAM
- NÅVÆRENDE VEI
- ANLEGGSVEI
- UREGULERT VATN
- REGULERT VATN
- ◐ TIDLIGERE REGULERT VATN
- EKISTERENDE KRAFTSTASJON
- ***** RIKSGRENSE
- KOMMUNEGRENSE

BILAG A.0.01

Ferdigheter		Planering	
A. PLANERING 03-85, H&B		Tegning	
Utdrag	Tracé	Tegn. TG	
		KV	RP

KRAFTVERKENE I MERÅKER OVERSIKT	
NORD-TRONDELAG ELEKTRISITETSVERK	
K-8974.69.2	

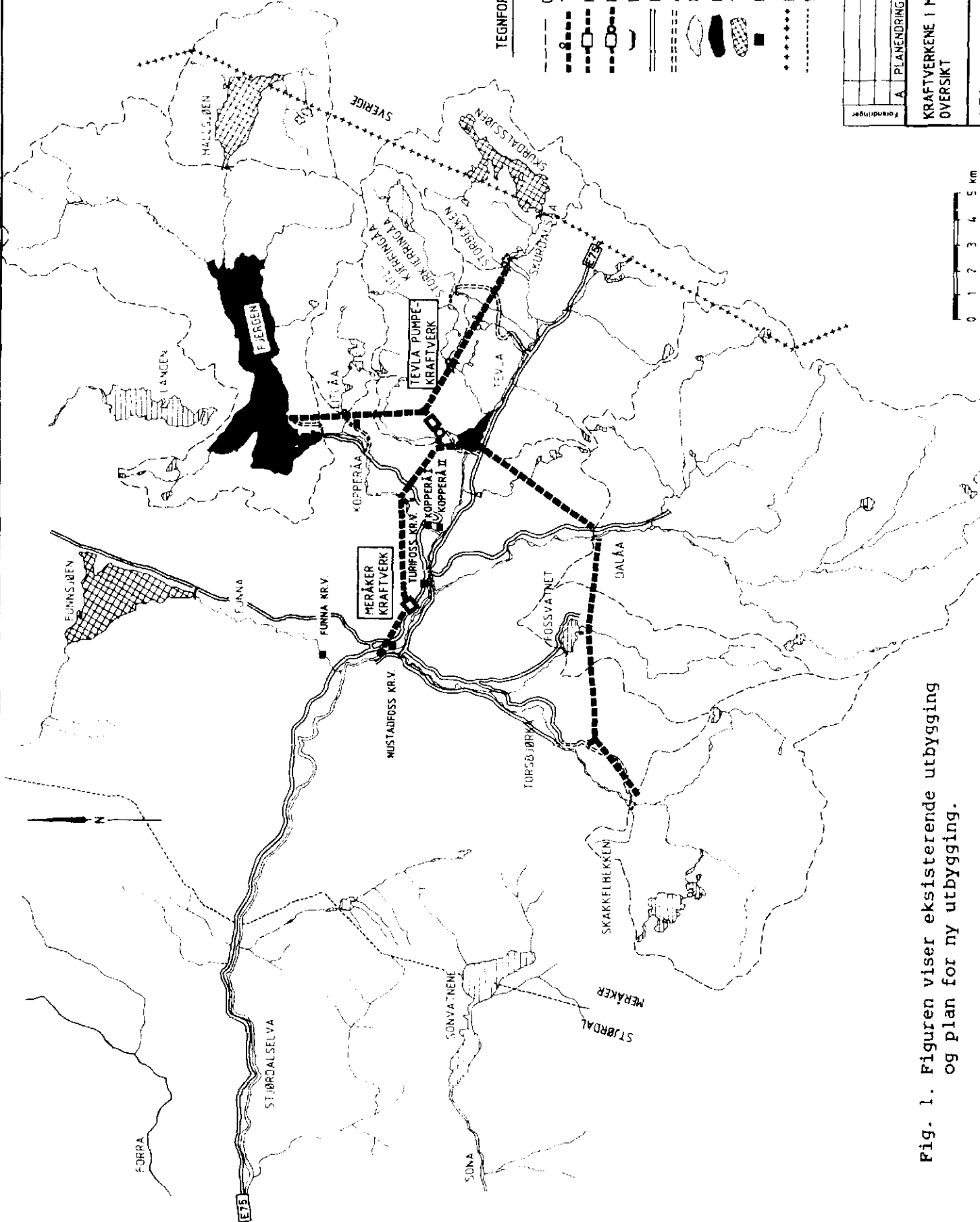


Fig. 1. Figuren viser eksisterende utbygging og plan for ny utbygging.

FJERGEN

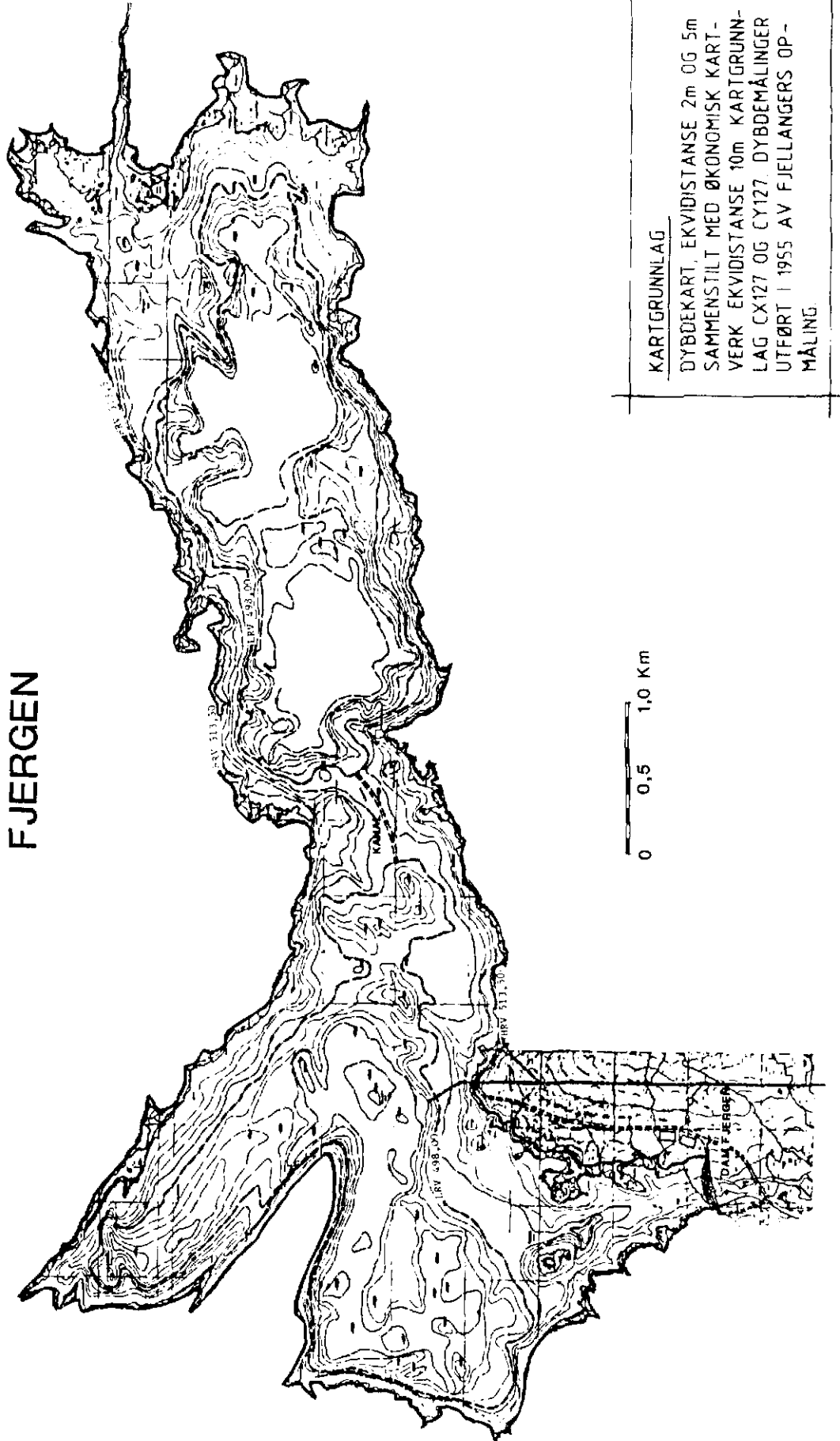


Fig. 2. Kart som viser dybdeforholdene i Fjergen, kanalen som er planlagt mellom de to bassengene, HRV = 513,50 m, LRV = 498,00 m og plassering av inntakstunnel til kraftstasjonen.

2. HYDROLOGISKE FORHOLD AV BETYDNING FOR VURDERING AV ISFORHOLDENE

I Stjørdalsvassdraget finnes 4 vannmerker

Vm nr.	Navn	Elv
913	Tangfoss	Kopperå
1499	Mannseter	Torsbjørka
666	Høggås bru	Forra
1744	Hegra	Stjørdalselv

På grunnlag av Vm 913, Vm 1499 og Vm 666 er det beregnet restvassføringer ved den eksisterende regulering etter de nye planer en rekke steder i hovedvassdraget og i bielvene (Lørum 1984). Det er generert dataserier for enkeltår og middelveier for tilgjengelige årrekker. Perioden 1950-78 er valgt for middelveierberegninger ut fra tilgjengelige data. Med restvassføring menes her avrenning fra alle felt som ikke er regulert i magasiner. Nedslagsfelt til magasiner i eksisterende utbygging utgjør 174 km² og i den planlagte utbygging 559 km². Tilsvarende er det uregulerte restfeltet 529 km² i nåværende utbygging og 144 km² i den planlagte utbygging, altså redusert til ca. 1/3.

I fig. 3 vises beregnet midlere restvassføring ved nåværende regulering og ved den omsøkte regulering i Stjørdalselv 3 steder i hovedvassdraget i vintermånedene. Det fremgår at vassføringsvariasjonene i restvassføringen om vinteren vil bli betydelig dempet ved den nye reguleringen.

Det er forutsatt en jevn driftsvassføring om vinteren ved den nye regulering, og det søkes om en installasjon for en vassføring på 31 m³/s, som er 15-20 m³/s mer enn det som vanligvis kjøres om vinteren i nåværende Nustadfoss kraftstasjon.

På grunn av jevnere vassføring i restfeltet ved den nye regulering vil vassføringen om vinteren i Stjørdalselv kunne bli jevnere, men større, ved den nye reguleringen. Det foreligger videre mulighet til å dempe virkninger av naturlig vassføringsøkninger fra restfeltet ytterligere ved å redusere driftsvassføringen tilsvarende. Dette kan være av stor betydning for isforholdene.

På grunn av tilsig fra uregulerte lokalfelt vil både variasjonene i vassføringen og størrelsen av vassføringen øke nedover i vassdraget. Vassføringsvariasjonene blir imidlertid mindre hele veien nedover. Både Meråker og Nustadfoss kraftverker har utløp i Stjørdalselv ved fot Nustadfoss ca. 91 m o.h. og 57,5 km fra utløpet av Stjørdalselv i Trondheimsfjorden.

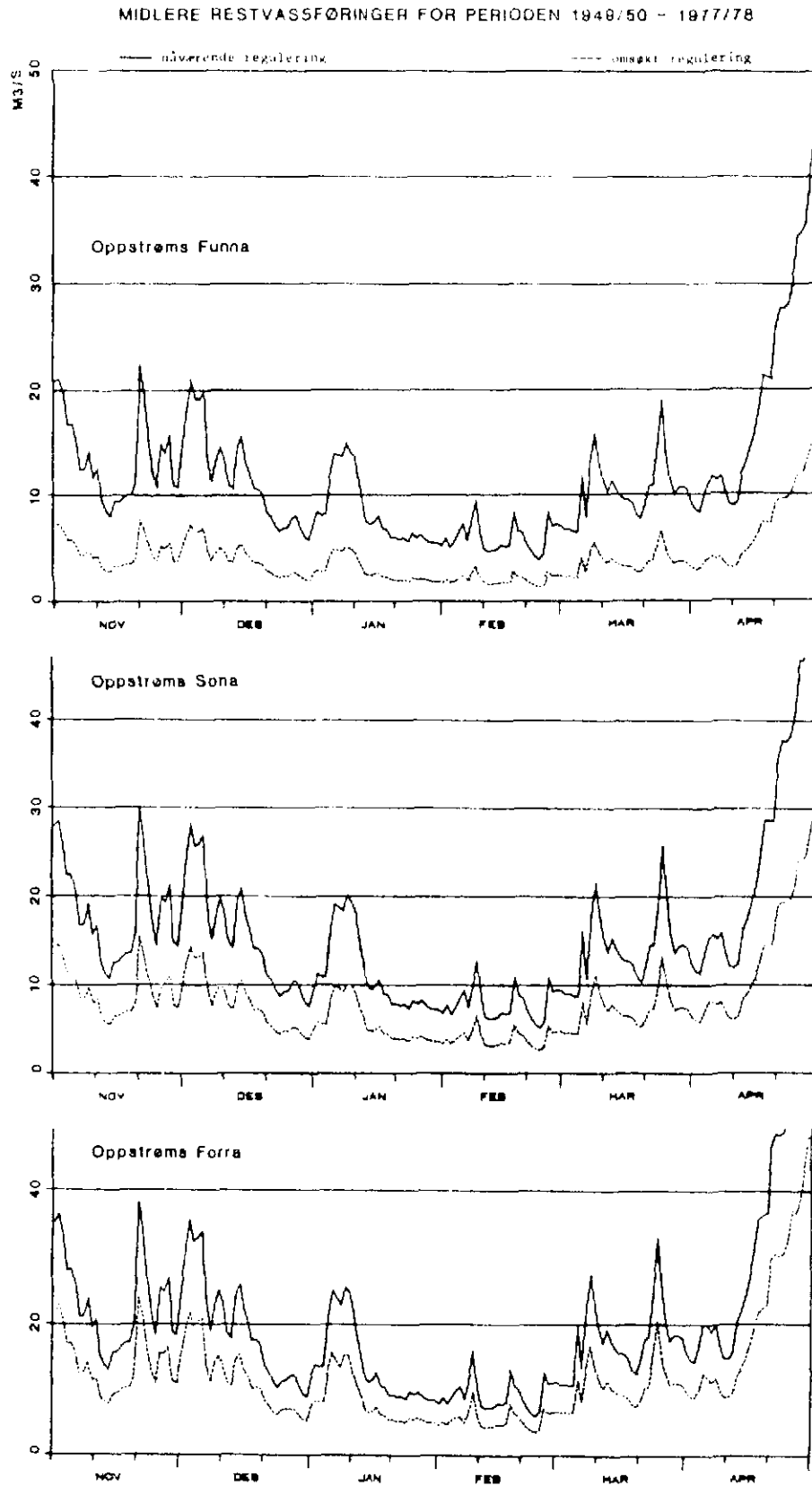


Fig. 3. Midlere restvassføring beregnet for eksisterende utbygging og for omsøkt utbygging i vintermånedene 3 steder i hovedvassdraget, basert på data fra perioden 1950-78.

3. VANNTEMPERATURFORHOLD

3.1 Nåværende vanntemperaturforhold

3.1.1 Stjørdalselv

I Stjørdalselv ved Flornes er vanntemperaturen målt manuelt en gang om dagen 3 dager i uken i årene 1972-76 i annen sammenheng. Det har vært enkelte uregelmessigheter med målingene. Resultatene viser imidlertid at det er høyest vanntemperatur i juli eller begynnelsen av august, og i denne perioden ser maksimumstemperaturene ut til å ha vært omkring 15-18 °C de fleste år.

Høsten 1983 ble det satt ut loggere nedstrøms Nustadfoss kraftverk (50407), i Funna nedstrøms Funna kraftstasjon (50408) og i Stjørdalselv ved Øverkil (50409).

Nedstrøms Nustadfoss er vanntemperaturen noe over 0 °C store deler av vinteren, men det forekommer også kortere mildværsperioder med vanntemperaturer på 1-2 °C, mens temperaturen i kuldeperioder er nær 0 °C. Temperaturen stiger raskt om våren og det er da store døgnvariasjoner. Sommeren 1984 var maksimumstemperaturen ca. 16 °C (fig. 4).

Nedover i vassdraget avtar vanntemperaturen om vinteren og den stiger noe om sommeren. Ved Øverkil er vanntemperaturen stort sett nær 0 °C om vinteren, men det kan også her forekomme temperaturer noe over 0 °C i mildværsperioder. Vanntemperaturen stiger raskt om våren og maksimumstemperaturen var over 20 °C sommeren 1985 (fig. 5). Dessverre foreligger ennå ikke samtidige målinger ved Nustadfoss og Øverkil slik at temperaturstigningen nedover vassdraget om sommeren kan kvantifiseres.

Vassføringen i Funna er om vinteren driftsvann fra Funna kraftstasjon og temperaturen varierer lite i løpet av vinteren. Som det fremgår av fig. 6 kan det imidlertid være store variasjoner fra år til år. (Se 3.2). Om sommeren står Funna kraftstasjon og tilsiget er lite unntatt i flomperioder. Også her er døgnvariasjonene størst om våren og forsommeren.

Døgnmiddeltemperaturene i perioden september-april vinteren 1983-84 og 1984-85 er sammenstilt i fig. 7.

3.1.2 Magasinene

Vanntemperaturvertikaler er målt i magasinene Funnsjøen og Fjergen årene 1983-84 og 1984-85. Resultatene er vist i fig. 8 og 9.

I Fjergen var det forholdsvis kaldt vann til stort dyp vinteren 1983-84 med en vanntemperatur på ca. 0,5 °C på 10 m dyp i januar. Vinteren 1984-85 var vanntemperaturen betydelig høyere og det ble da målt ca. 1,5 °C på 10 m dyp i januar. Disse variasjonene skyldes forskjellig værforhold om høsten, og da spesielt i perioden like før islegging.

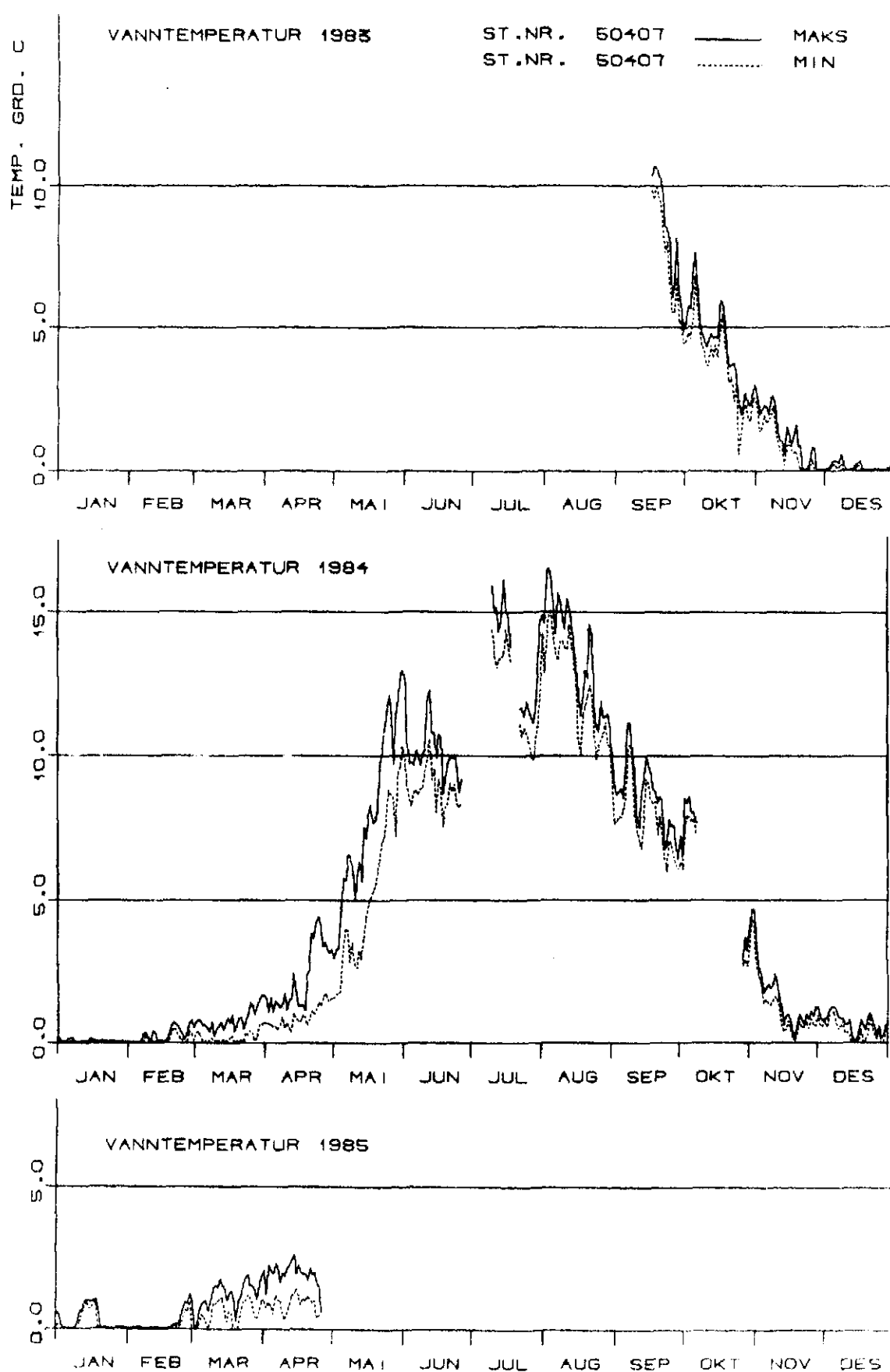


Fig. 4. Døgnlig maksimum- og minimumstemperaturer nedstrøms Nustadfoss kraftstasjon basert på temperaturregistreringer hver 4. time.

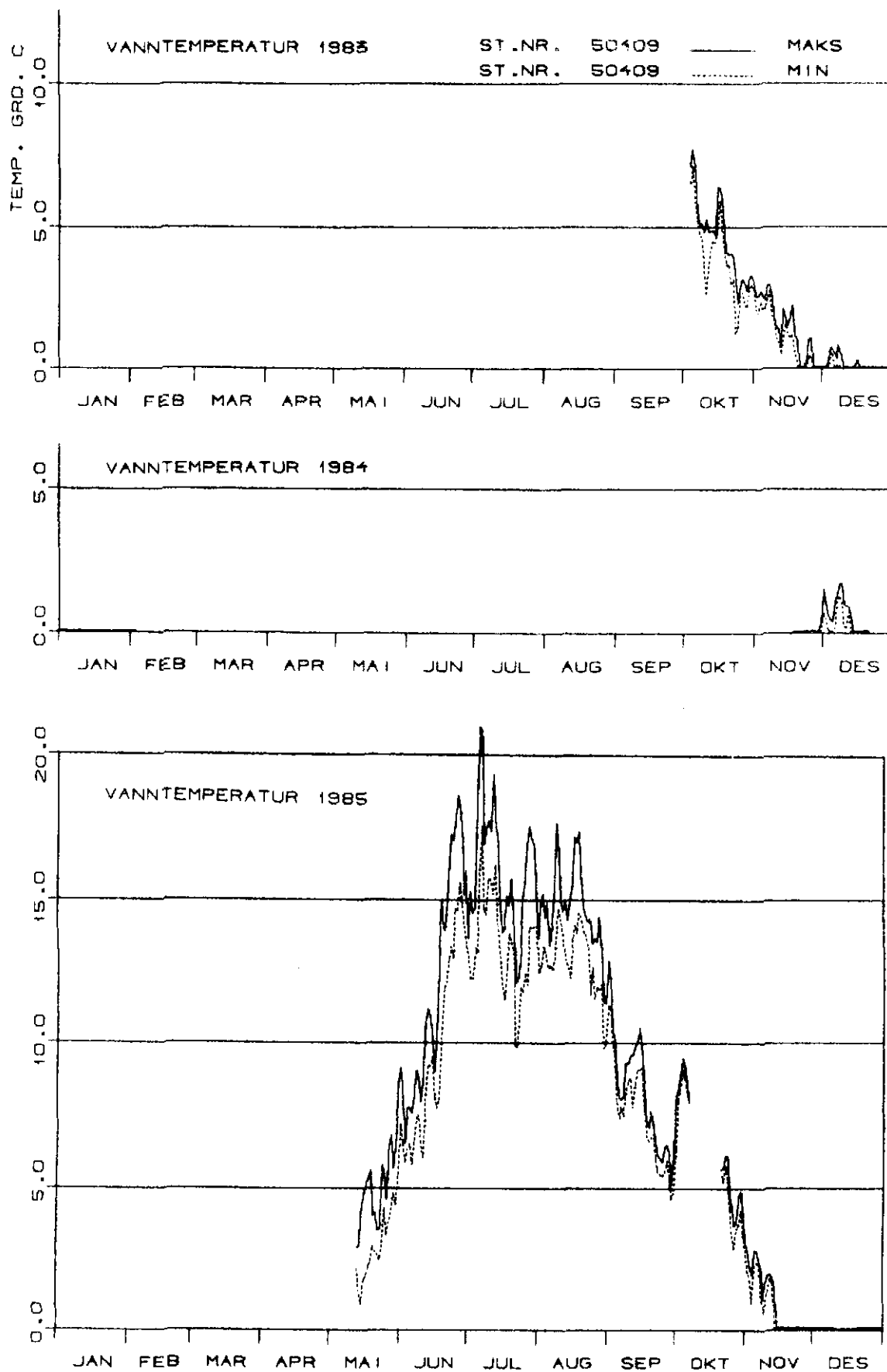


Fig. 5. Døgnlige maksimum- og minimumstemperaturer i Stjørdalselv ved Øverkil basert på temperaturregistreringer hver 4. time.

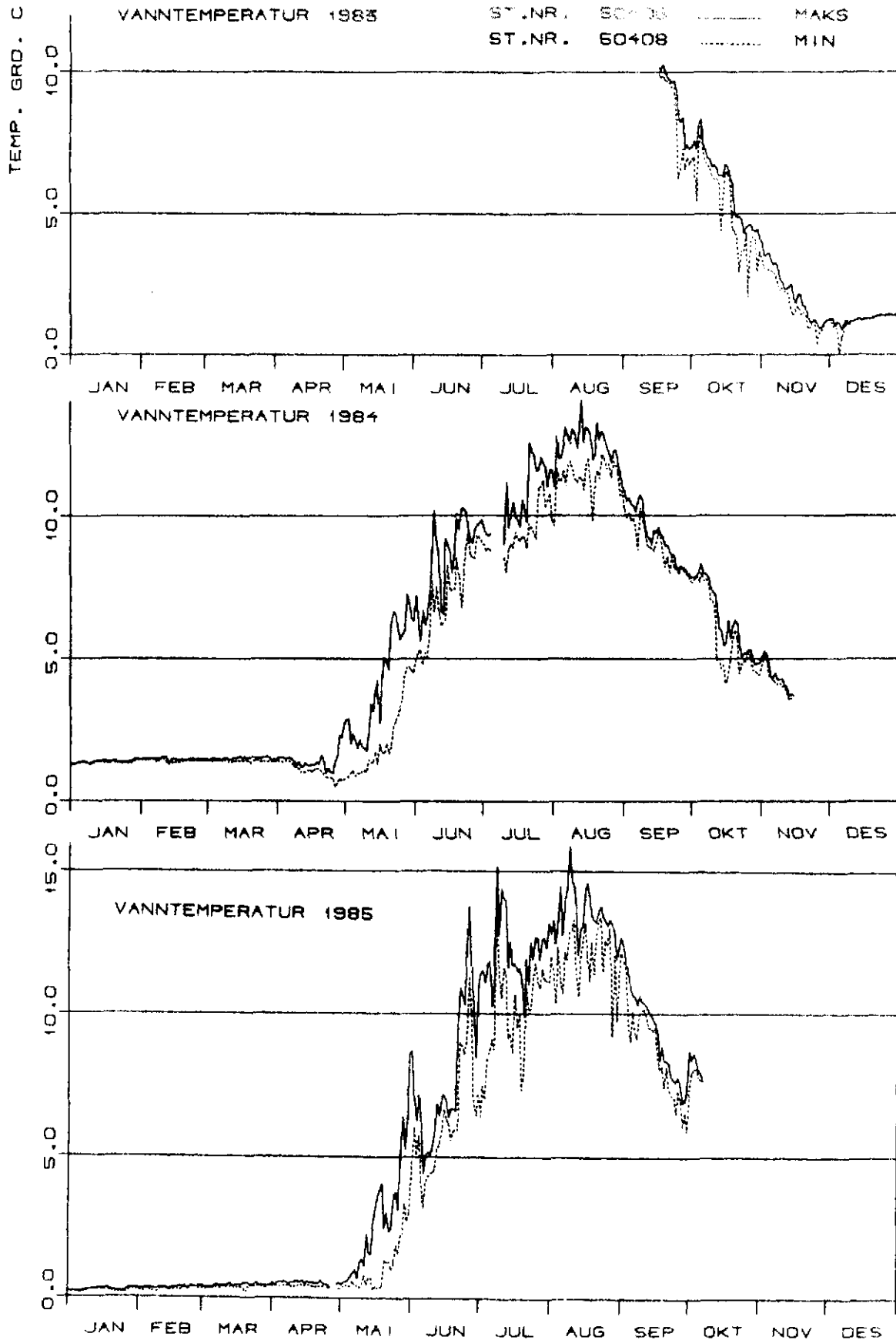


Fig. 6. Døgnlig maksimum- og minimumstemperaturer i Funna nedstrøms kraftstasjonen basert på temperaturregistreringer hver 4. time.

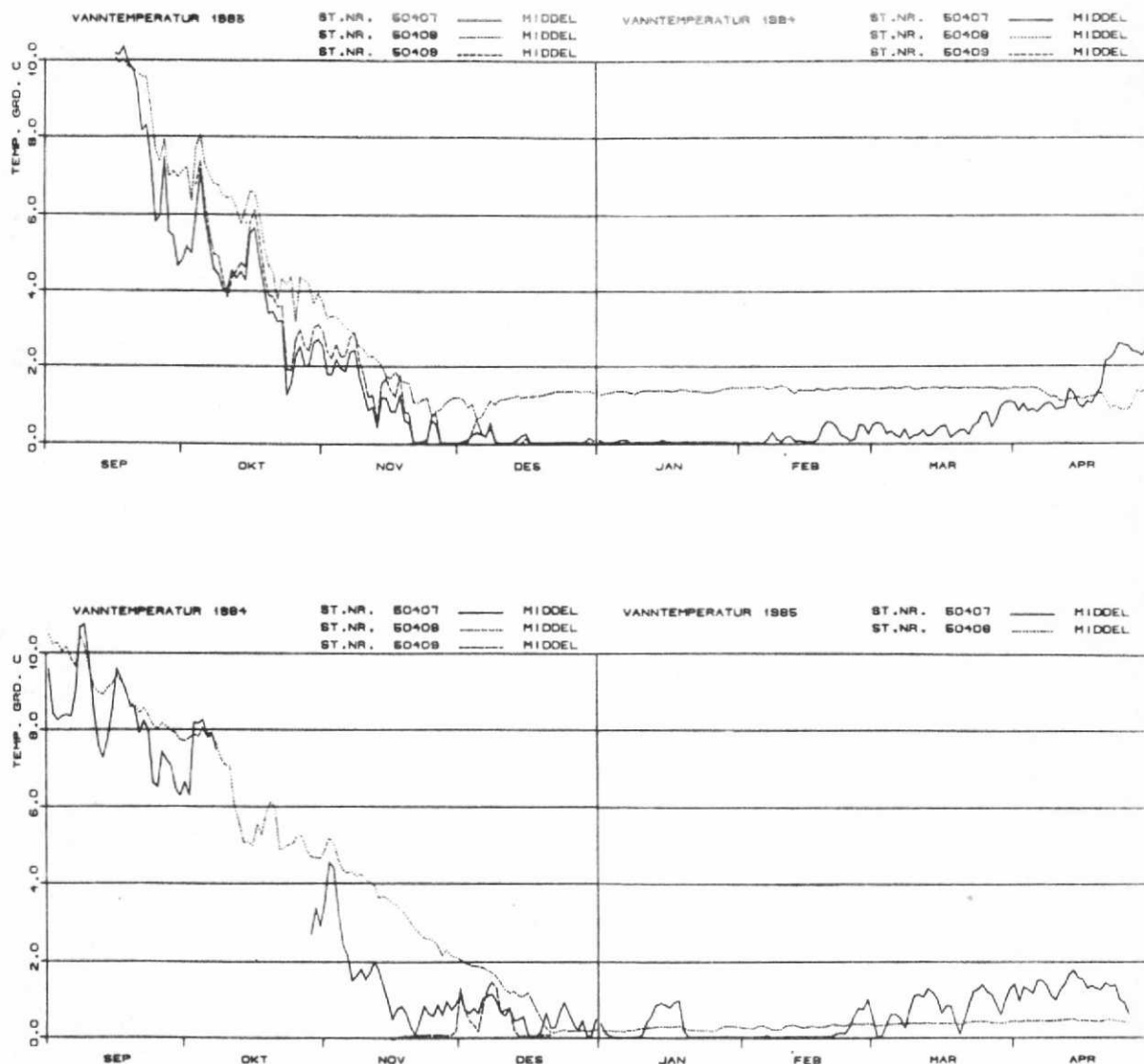


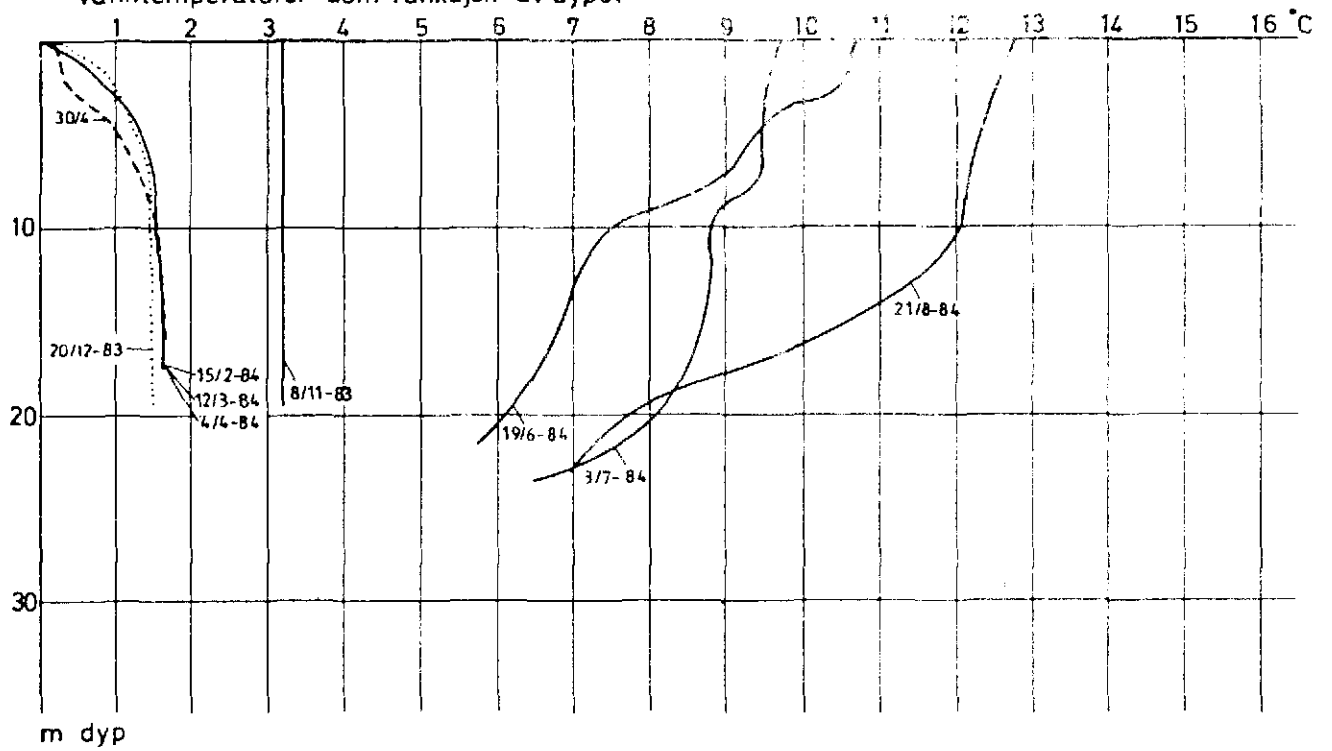
Fig. 7. Døgnmiddeltemperaturer på de 3 målestedene vintrene 1983-84 og 1984-85.

I Funnsjøen var forholdene omvendt med relativt høyere vann-temperaturer vinteren 1983-84 og lavere vinteren 1984-85. Dette gjenspeiles i driftsvannets temperatur fra Funna. Se også fig. 7. Vinteren 1983-84 var temperaturen på magasin vannet i tappedyppet ca. 1,5 °C, mens tilsvarende temperatur vinteren 1984-85 var under 0,5 °C.

Forskjellene mellom Fjergen og Funnsjøen skyldes at innsjøene, pga. forskjellige geografiske forhold, størrelse og dybde disse to vintrene ble islagt på forskjellig tid. Det er nær overensstemmelse mellom vanntemperaturen i magasinet Funna og driftsvannets temperatur ved utløp Funna kraftstasjon.

FUNNSJØ 1983-1984

Vanntemperaturer som funksjon av dypet



FUNNSJØ 1984-1985

Vanntemperaturer som funksjon av dypet

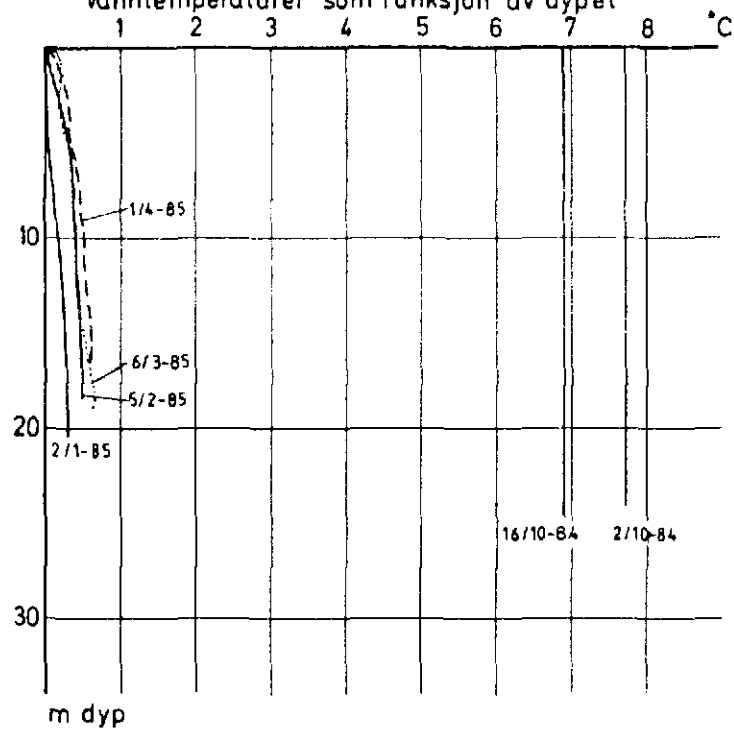


Fig. 8. Vanntemperaturen målt som funksjon av dypet i Funnsjøen 1983-84 og 1984-85.

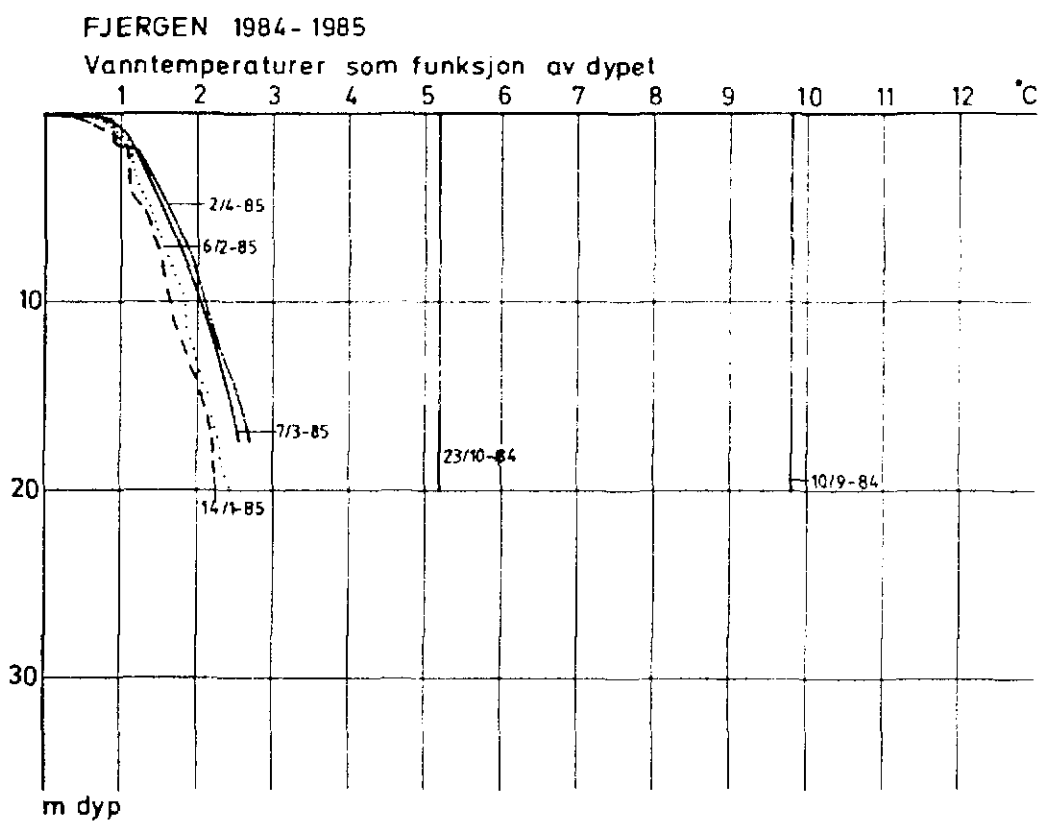
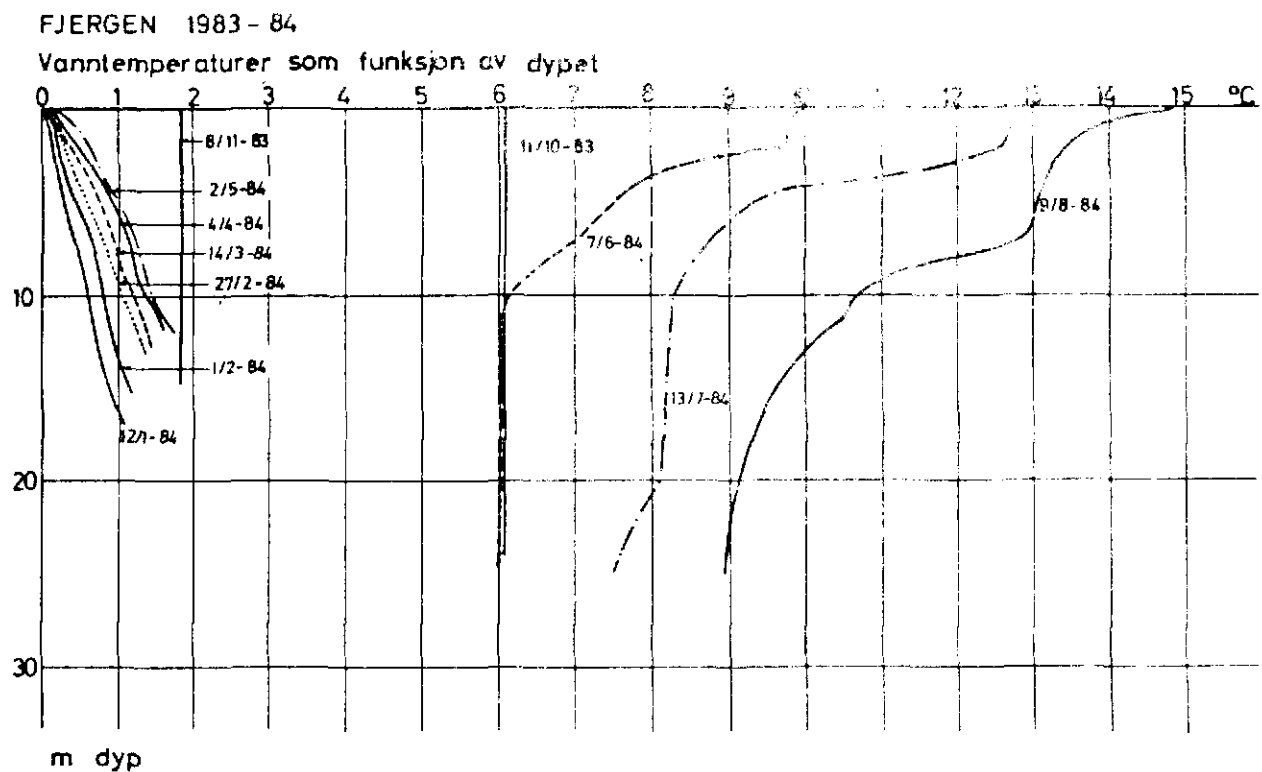


Fig. 9. Vanntemperaturen målt som funksjon av dypet i Fjergen 1983-84 og 1984-85.

3.2 Virkninger av reguleringen

3.2.1 Magasinene

I flomperioder vil Fjergen tilføres vann fra Tevlamagasinet via Tevla pumpekraftverk. Dette vannet kan nå noe forskjellig temperatur enn det naturlige tilsiget til Fjergen, og det tilføres gjennom tunnel på relativt stort dyp, slik at temperaturforholdene i Fjergen kan påvirkes noe. Den varme delen av sommeren vil det tilføres vann i 10-15 m dyp som er varmere enn vannet er i dette nivået under nåværende forhold. Som nå vil imidlertid hele vannmassen gradvis avkjøles til ca. 4 °C om høsten (høstomveltningen), deretter vil det neppe pumpes fra Tevla. Temperaturforholdene om vinteren vil derfor ikke påvirkes av pumping.

Normalt vil magasinene være tilnærmet fulle før islegging. I Fjergen heves øvre reguleringsgrense ca. 8 m. Dette medfører at tiden for islegging kan forsinkes noe, men temperaturforholdene forøvrig om vinteren vil ikke endres merkbart. En må regne med tilsvarende variasjoner i temperaturforholdene fra år til år som nå.

Det nye magasinet i Tevla blir relativt lite og det blir stor utskifting av vann i magasinet, spesielt om sommeren. Tevlamagasinet er oppgitt å skulle holdes på et jevnt, høyt nivå utenom i flomperioder. Det holdes i ro om vinteren og tappes ned mot slutten av sesongen. I varmere perioder kan det bli noe oppvarming av vannet, men omrøring som følge av tapping og pumping herfra vil gjøre at det neppe blir temperatursjiktning av betydning i dette magasinet.

Vanntemperaturen i Tevlamagasinet antas å synke raskt utover høsten og vinteren og driftsvann herfra vil om vinteren ha relativt lav temperatur, sannsynligvis omkring 0,5 °C eller lavere, og altså lavere temperatur enn driftsvann fra Fjergen.

3.2.2 Stjørdalselv

I Stjørdalselv nedstrøms utløpet av Meråker kraftstasjon vil vassføringen være sammensatt av vann fra følgende kilder:

- magasin vann fra Fjergen
- magasin vann fra Tevla
- restvassføring fra ikke regulerte felt.

Den relative fordeling av vannmengder fra de enkelte kilder vil variere med årstiden og med de hydrologiske forhold fra år til år.

Om vinteren vil driftsvann fra Fjergen dominere. Driftsvannet fra Fjergen vil tappes fra noe dypere nivå enn nå, og det blir ubetydelige endringer fra inntaket i Fjergen til utløpet av kraftverket. Driftsvannets temperatur antas å bli i størrelsesorden 1-2 °C i begynnelsen av vinteren og noe synkende etter hvert som vannstanden i Fjergen nærmer seg LRV. En må regne med variasjoner fra år til år på 1-2 °C.

Driftsvannet fra Tevla vil om vinteren ha lavere temperatur og restvann fra ikke regulerte felt vil om vinteren være omkring 0 °C.

Om vinteren vil vassføringen nedstrøms Meråker kraftverk normalt domineres av driftsvann fra Fjergen og vanntemperaturen i Stjørdalselv antas å bli 1-2 °C. Det vil være en synkende tendens utover vinteren. Tilskudd av magasin vann fra Tevla og uregulert restvassføring vil bidra til å redusere vanntemperaturen, hvor mye avhenger av fordelingen av vann fra de enkelte magasinene. Reguleringen av Funna vil ikke endres. Vassføringen herfra er liten, og vanntemperaturen vil bli som nå og kan altså variere en del fra år til år. Tilskudd av vann fra Funna vil likevel ikke påvirke temperaturforholdene i Stjørdalselv merkbart.

Nedover Stjørdalselv vil vanntemperaturen avta. I streng kulde og i år når magasin vannets temperatur er relativt lav må en regne med at vannet i Stjørdalselv er avkjølt til frysepunktet i området ved Gudå. (Se 4.3). I år når magasin vannet har høyere temperatur, og i mildere vintre kan vanntemperaturen være høyere enn 0 °C et stykke nedover strykene mot Kringen. Vanntemperaturen i Stjørdalselv antas å bli lite forandret vår og forsommer.

Om sommeren vil tilsig til Tevlamagasinet utgjøre en vesentlig del av driftsvassføringen i Meråker kraftstasjon. Tapping fra Fjergen antas å bli omtrent som nå, men korttidsvariasjonene kan bli større.

Tilsiget til Tevlamagasinet vil om sommeren normalt kjøres i Meråker kraftstasjon uten nevneverdig opphold i magasinet. Vannmengden mister falloppvarming tilsvarende 0,6 °C, men tilføres også noe ekstra varme under oppholdet i Tevlamagasinet. Alt i alt vil likevel dette vannet, etter den omsøkte regulering nedstrøms Meråker kraftstasjon, ha noe lavere temperatur om sommeren enn vannet i Torsbjørka og Dalåa har nå før sammenløpet med Stjørdalselv. Dette er det samme vannet.

Under nåværende forhold tappes 4-5 m³/s fra Fjergen om sommeren. Vanntemperaturen i Fjergen vil om sommeren endres lite ved den planlagte regulering sammenlignet med nåværende forhold, men det blir ingen temperaturstigning nedover vassdraget slik som nå med bare deler av strekningen utbygd. Dersom det tappes relativt mer vann fra Fjergen til Meråker kraftstasjon vil vanntemperaturen i Stjørdalselv synke ytterligere om sommeren. Nedstrøms Meråker kraftstasjon vil vanntemperaturen reduseres. Det antas at reduksjonen vil variere mellom 1 °C og 3 °C, avhengig av værforhold og manøvreringen av magasinene. Varierende sammensetning av driftsvann til Meråker kan medføre at det blir variasjoner i vanntemperaturen som ikke kan føres tilbake til variasjoner i de meteorologiske forhold.

Etter hvert som en kommer lenger nedover vassdraget og mer uregulert vassføring kommer til blir forskjellen mindre. En må imidlertid regne med at temperaturreduksjonen om sommeren blir merkbar, i hvert fall ned til sammenløpet med Forra.

4. ISFORHOLD

4.1 Nåværende forhold

Isforholdene i Stjørdalselv har vært kartlagt siden vinteren 1971-72, de fleste år fra fjorden til Nord-Kringen og i de seneste år også videre oppover mot Meråker.

Isen legger seg først i nedre del av elva, ofte i løpet av november, og vokser oppover etter hvert. I begynnelsen av vinteren er det til dels store råker som fryser til og minker i størrelse utover vinteren.

I gode isvintre blir det kjørbar is på store deler av elva og lite råker nedenfor Sona, mens det alltid er i hvert fall mindre råker videre oppover til Kringen. Også på denne strekningen kan imidlertid isen bli kjørbar på enkelte strekninger. Fra Kringen til Gudå er det større fall og elva går stort sett i stryk. Isleggingen her foregår ved bunnisdannelse og oppbygging av isdammer med påfølgende islegging av de roligere partiene bak dammene. Gradvis kan det meste av denne strekningen også islegges, men dette skjer bare i gode isvintre. I dårligere isvintre kan isleggingen forsinkes betydelig, og det kan være åpent i strømdraget på store deler av elva det meste av vinteren. Nedstrøms Nustadfoss kraftstasjon er elva åpen et stykke, ofte ned mot sammenløpet med Funna. Det dannes strandis, og på de roligere partier ned til Gudå kan hele elva islegges. Der avløpet fra Funna kraftverk kommer ut i hovedelva er det alltid en råk.

Det kan slå inn med mildvær og nedbør som gjør at isen smelter eller det kan bli isgang når som helst hele vinteren. I slike tilfeller vil elva kunne renskes for is på lengre strekninger og isleggingen må begynne på nytt.

I en del tilfeller vil isen som løsner stoppe opp, tette til elveleiet og forårsake oppstuvning ovenfor. Når det går isgang i hovedelva er særlig området ved Flornes utsatt for oversvømmelser. Dette skyldes isdemning som følge av isgang i strykpartiet mellom Gudå og Flornes.

Det har imidlertid også gått større isganger i sideelvene, spesielt i Forra. Store ismasser har da blitt skjøvet ut i hovedelva, stengt elveleiet og forårsaket oversvømmelser ovenfor.

Mindre sammenskyvninger av is som ikke forårsaker skader under nåværende forhold ser ut til å skje forholdsvis hyppig.

De største isgangene som har forårsaket skader i vassdraget har alle skjedd i forbindelse med betydelig øking i vassføringen, som igjen skyldes mildvær med snøsmelting eller nedbør i form av regn.

4.2 Endringer i isforholdene som følge av den eksisterende regulering

Den eksisterende regulering har økt vintervassføringen nedstrøms Nustadfoss kraftstasjon. En må regne med at elvestrekningen fra

Mustadfoss ned til strykpartiet ved Gudå stort sett var helt islagt, bortsett fra en lokal råk nedstrøms selve fossen, før den eksisterende regulering ble iverksatt.

Strykstrekningen fra Gudå til Kringen ble årviss islagt før utbygging. Den økte vintervassføring har vanskeliggjort isleggingen på denne strekningen, mens endringene videre nedover må antas å være små.

Hypptigheten av isganger fra sideelvene som forårsaker isdemning i elveleiet er ikke påvirket av reguleringen. Oversvømmelsene og derved skadene som følge av en slik oppdemning i elveleiet har imidlertid blitt større som følge av den økte vassføring.

Som følge av økt vintervassføring og vannetemperatur høyere enn 0 °C går Kopperåa langt mer åpen enn før reguleringen.

Isforholdene på magasinene er ikke merkbart påvirket, bortsett fra at det som følge av nedtappingen er noe oppsprukket is langs land enkelte steder. Dette er imidlertid ikke rapportert som noe problem.

4.3 Virkinger på isforholdene av den planlagte regulering

4.3.1 Elvestrekninger med redusert vassføring

Vassføringens reduseres på en del elvestrekninger øverst i vassdraget. Disse elvene vil islegges lettere enn før og isproduksjonen vil minke. Det er heller ikke nå rapportert om isvansker på disse elvestrekningene.

4.3.2 Magasiner

På magasinene Skurdalssjøen og Hallsjøen foretas ingen endringer og isforholdene blir som nå.

I Fjergen økes reguleringen. Dette medfører at det blir større områder med oppsprukket is langs stredene i forbindelse med nedtappingen. Dette kan vanskeliggjøre ferdsel til og fra isen, spesielt der stredene er ujevne eller bratte. For å få ut vannet fra begge bassengene skal det graves en kanal. I dette området vil strømhastigheten øke og det kan bli svakere isområder etter hvert som magasinet tappes ned. Isforholdene bør overvåkes i dette området. Også omkring inntaket til driftstunnelen vil isen bli svekket, og særlig ved lavere vannstander.

Isforholdene på Tevlamagasinet er helt avhengig av manøvreringen av dette magasinet. Det er oppgitt at magasinet søkes holdt mest mulig konstant om vinteren. Dersom forholdene er stabile i isleggingstiden vil magasinet kunne islegges, men det vil bli råk både ved innløp og utløp. Variasjoner i vannstanden vil føre til overvann, særlig langs land. En kan ikke regne med sikker is på dette magasinet.

4.3.3 Stjørdalselv

Driftsvassføringen består om vinteren hovedsakelig av vann som tappes fra under LRV i magasinet Fjergen. Dette vannet antas å få en temperatur på omkring 1-2 °C om vinteren. Temperaturen er relativt stabil gjennom vinteren og gradvis synkende mot slutten av tappesesongen, men kan variere relativt mye fra år til år. (Se 3.2.2).

Dette "varme" driftsvannet vil hindre isproduksjon og islegging et stykke nedover hovedelva, hvor langt nedover avhenger først og fremst av driftsvannets temperatur og værforholdene. Til hjelp for å anslå hvor stort åpent område en kan regne med nedenfor kraftstasjonen har en benyttet Deviks formel for avkjøling av en åpen vannflate:

$$F \cdot S = Q \cdot t, \text{ der}$$

F er nødvendig kjøleflate, S er midlere varmetap, Q er vassføringen og t er vanntemperaturen. Ved en kombinasjon av empiriske og teoretiske metoder har Devik beregnet verdier for varmetapet fra åpent vann ved forskjellige meteorologiske forhold. For praktiske formål er et varmetap på 200 W/m² valgt som en middelverdi for middels kulde og 400 W/m² for streng kulde. Værforhold tilsvarende middels kulde er f.eks. -10 °C, skyfritt og svak vind, og streng kulde -30 °C, skyet og svak vind.

I Meråker-området er det ofte værforhold med avkjøling tilsvarende streng kulde i perioder om vinteren, og det er ikke sjeldent at det er enda sterkere avkjøling. Nedenfor er beregnet den kjøleflaten F som formelen gir ved en vassføring Q = 30 m³/s og forskjellige vanntemperaturer ved middels og sterk kulde.

Q (m ³ /s)	t (°C)	Kjøleflate (10 ³ m ²)	
		middels kulde	sterk kulde
30	0,5	300	150
	1,0	600	300
	1,5	900	450
	2,0	1200	600

Midlere elvebredde fra utløpet av kraftverket ned til Gudå er anslått til 60 m. Ned til sammenløpet med Gudå er elvearealet beregnet til ca. 450·10³m² og ned til Nord-Kringen ca. 900·10³m².

Under nåværende forhold er det betydelig bunnisdannelse og oppbygging av bunnisdammer på strekningen Gudå-Kringen. Dersom vassføringen øker og vanntemperaturen er 0 °C ved Gudå vil isproduksjonen på denne strekningen øke, det vil bli mer bunnis og isdammene vil bli større og demme opp større vannmengder. Ved eventuelle isganger vil konsekvensene bli større som følge av økt vassføring.

Driftsvannet fra Meråker kraftstasjon vil gradvis avkjøles. Dersom det når 0 °C i øvre del av strykstrekningen Gudå-Kringen

vil dette ismessig være en "farlig" strekning. Spesielt ved sterk kulde og middels kulde, kombinert med relativt lav temperatur på driftsvannet, vil 0°-grensen kunne nås i øvre del av denne strykstrekningen, selv om den effektive avkjølingsflaten reduseres noe på grunn av strandis.

For å unngå at isdammer skal løsne og utløse en isgang er det derfor meget viktig å holde en jevn vintervassføring, døgn- og ukereguleringer må derfor ikke forekomme. Dersom en isgang likevel skulle bli utløst må isforholdene vurderes nøye og det kan bli nødvendig å redusere driftsvassføringen. En senere oppkjøring av kraftverket må skje meget forsiktig og overvåkes nøye.

Dersom værforholdene og driftsvannets temperatur er slik at 0°-grensen nås først ned mot Kringen vil vanskelighetene på denne strekningen reduseres i forhold til dagens forhold.

Det er imidlertid flere strekninger lenger nedover med noe sterkere fall hvor det i dag forekommer mindre sammenskyvninger av ismasser, her kan forholdene bli verre ved økt vassføring i elva. Av hensyn til disse strekningene er det derfor også meget viktig at vassføringen holdes så jevn som mulig.

Isganger i uregulerte sideelver som skyver is ut i hovedelva vil selvfølgelig ikke påvirkes av reguleringen. Økt vintervassføring kan imidlertid forverre skadene ved slike situasjoner. Også da må reduksjon i driftsvassføringen vurderes.

Det er vanskelig å forutsi hvilke vintervassføringer elva kan tåle. Dette avhenger bl.a. av værforholdene og manøvreringen. Som det fremgår foran vil driftsvannets temperatur også ha avgjørende betydning for isforholdene nedover Stjørdalselv. Driftsvannets temperatur og værforholdene utover vinteren kan variere mye fra år til år, og dette påvirker størrelsen av den driftsvassføring elva kan tåle.

Fra isleggingen begynner bør vassføringen holdes mest mulig konstant eller være jevnt synkende. Enhver økning i vassføringen mens det er is i elva bør unngås. Dette medfører at isleggingen vil foregå på en vannstand som tilsvarer den vassføring som vil bli senere på vinteren. Under disse forutsetninger mener Iskontoret at en vassføring nedstrøms Funna kraftstasjon på 30 m³/s kan aksepteres. Ved manøvreringen må hensynet til isforholdene i elva være av overordnet betydning. Det er derfor meget viktig at forholdene overvåkes nøye de første årene og at manøvreringsreglementet endres dersom forholdene skulle tilsi dette. Vi foreslår derfor at manøvreringsreglementet vurderes på nytt etter 5 års drift.

5. ISFORHOLD PÅ STJØRDALSFJORDEN

Under nåværende forhold er Stjørdalsfjorden ved utløpet av Stjørdalselv nesten alltid isfri. Fjorden er meget utsatt for

vindpåvirkning, slik at ferskere og lettere vann fra elvene forholdsvis raskt blandes med det saltere fjordvannet.

Ved utbygging av kraftverkene i Meråker, etter de foreliggende planer, vil vintervassføringen i Stjørdalselv øke med 8-10 m³/s, og dette vil øke mulighetene for isdannelse i fjorden. Denne økningen regner en imidlertid ikke med vil gi endringer av betydning i isforholdene i fjorden, selv om en nok må regne med noe mer is i roligere viker, spesielt i stille og kalde perioder.

6. REFERANSER

NTE

1986: Kraftverkene i Meråker. Plan av juli 1985.

Lørum, L.E.

1984: Stjørdalselv. Datagrunnlag for vurdering av reguleringsinnvirkning på isforhold. VHO-notat 10.12.84.