NORGES VASSDRAGS- OG ELEKTRISITETSVESEN
VASSDRAGSDIREKTORATET
HYDROLOGISK AVDELING

SOKNDALSVASSDRAGET

Mulige endringer i vanntemperatur og isforhold ved en utbygging

OPPDRAGSRAPPORT
3 - 85

NORGES
VASSDRAGS- OG ENERGIVERK
BIBLIOTEK

OPPDRAGSRAPPORT 3-85

Rapportens tittel:	Dato: 1985-02-18
SOKNDALSVASSDRAGET *MULIGE ENDRINGER I VANNTEMPERATUR OG ISFORHOLD* *VED EN UTBYGGING*	Rapporten er: Åpen Opplag: 125

Saksbehandler/Forfatter:	Ansvarlig:
Arve M. Tvede Iskontoret	Sywer Roen

Oppdragsgiver:

DALANE ELVERK

Konklusjoner:

Vanntemperaturen og isforholdene i vassdraget er beskrevet ut fra målinger og observasjoner hovedsakelig i perioden 1982-1984. Isforholdene på elvestrekningene kan karakteriseres som ustabile med omfattende islegging bare i lengre kuldeperioder. Innsjøene er vanligvis islagte i 2-3 måneder.

Byggetrinn 1 kan gi ca. 1 °C høyere vintertemperatur og 1-2 °C lavere sommertemperatur i elva mellom Grøsfjellvatn og Eptavatn. Nedenfor Lindland kraftverk kan ventes opptil 1 °C høyere vintertemperatur og 1 °C lavere sommertemperatur. På elvestrekningene med sterkt redusert vassføring kan ventes perioder med høyere sommertemperatur og lavere vintertemperatur.

Reguleringen av Grøsfjellvatn og Dypingsvatn kan skape usikker is i strandsonen og vanskeliggjøre ferdsel med kjøretøyer. På Eptavatn kan isen svekkes på de grunne partiene av vatnet. På Barstadvatn vil området sør for Skålnes bli stort sett isfritt. Nedenfor Lindland kraftverk vil Sokna gå åpen helt til havet ved normale driftsvassføringer. Bare i perioder med meget liten driftsvassføring, eller ved stans av stasjonen, kan elva islegges. Isforholdene på Eidsvatn og Steinsvatn ventes ikke å bli særlig påvirket.

Byggetrinn 2 vil gi 1-2 °C høyere vintertemperatur ved uttapping i elvene nedenfor Lindborgvatn og Mydlandsvatn. Andre endringer i vanntemperaturforholdene ventes ikke.

Nedtappingen av magasinene vil gi oppsprekking i strandsonen, men bare på Orrestadvatn ventes vansker for ferdselen. Mydlandselva nedenfor Mydlandsvatn vil gå åpen dersom magasinvannet tappes ut denne vegen. Dersom Mydlandselva tappes direkte over i Orrestadelva, vil elvestrekningen nedenfor Mydlandsvatn kunne islegges. I Steinsvatn ventes dårligere isforhold i området mellom overføringstunnelene. I Barstadvatn og i Sokna ventes ikke byggetrinn 2 å ville påvirke isforholdene utover endringene forårsaket av byggetrinn 1.

ISBN 82-554-0407-4

FORORD

I forbindelse med at Dalane Elverk planlegger ny kraftutbygging i Sokndalsvassdraget, er Iskontoret ved Hydrologisk avdeling bedt om å vurdere mulige virkninger på vanntemperaturen og isforholdene i de berørte deler av vassdraget.

Rapporten bygger på materiale innsamlet under befaringer i vassdraget og målinger foretatt av lokale observatører siden vinteren 1981/82. Sokndalsvassdraget er tidligere vurdert i Samlet Plan og data fra vassdragsrapporten i Samlet Plan er også benyttet som underlag for foreliggende oppdragsrapport. Det utbyggingsalternativ som Dalane Elverk har bedt om å få vurdert ligger nær opp til alternativ B i Samlet Plan.

Rapporten inneholder en kort beskrivelse av vassdraget og oversikt over de utbyggingsplaner som ligger til grunn for vurderingen. Som bakgrunn er tatt med litt om de meteorologiske og hydrologiske forhold i området. De nåværende vanntemperatur- og isforhold er beskrevet og virkningen av den foreslåtte regulering på disse er vurdert.

Manuskriptet til rapporten er gjennomlest av Dalane Elverk før trykkingen.

Mulige virkninger av vassdragsregulering på vanntemperatur- og isforhold i berørte vassdrag og tilstøtende fjorder er behandlet generelt i en egen rapport fra Iskontoret (VH 4-77), og det henvises til denne.

Oslo, februar 1985

Bo Wingård

Bo Wingård
fagsjef

INNHOLD

		Side
1.	KORT OMTALE AV VASSDRAGET	3
2.	UTBYGGINGSPLANENE	3
2.1	Byggetrinn 1	4
2.2	Byggetrinn 2	5
2.3	Kompenserende tiltak	6
3.	HYDROLOGI OG KLIMA	7
3.1	Normale forhold	7
3.1.1	Vassføringsforhold	7
3.1.2	Lufttemperaturen	7
3.2	Forholdene i 1982-84	8
3.2.1	Vassføringsforhold	8
3.2.2	Lufttemperaturen	10
3.3	Vassføringen etter utbygging	10
4.	VANNTEMPERATUREN FØR UTBYGGING	11
4.1	Temperaturen i innsjøene	11
4.2	Temperaturen i elvene	12
5.	ISFORHOLDENE FØR UTBYGGING	15
5.1	Isforholdene på innsjøene	16
5.2	Isforholdene på elvestrekningene	16
5.3	Bruk av isen	17
6.	VIRKNINGENE AV UTBYGGINGEN	17
6.1	Byggetrinn 1	17
6.1.1	Virkninger på vanntemperaturen	17
6.1.2	Virkninger på isforholdene	19
6.2	Byggetrinn 2	20
6.2.1	Virkninger på vanntemperaturen	20
6.2.2	Virkninger på isforholdene	20

1. KORT OMTALE AV VASSDRAGET

Sokndalsvassdraget har et nedbørfelt på i alt ca. 314 km^2 ved utløpet i havet ved Sogndalsstrand. Vassdraget er i hovedsak et lavlandsvassdrag, ca. 85% av nedslagsfeltet ligger lavere enn 400 m o.h. De høyestliggende partiene finnes i de nordligste og østligste delene hvor enkelte topper når opp i over 600 m o.h. Vassdraget består av 4 elvegreiner som alle løper sammen i området mellom Lindland og Åmot. Fra Åmot til Sogndalsstrand heter elva Sokna. Denne strekningen er ca. 6 km og fallet er bare ca. 10 m slik at elva renner stort sett rolig gjennom en elveslette.

Den østligste elvegreinen kalles Mydlandselva og har et felt på i alt 55 km^2 ved sammenløpet med Sokna. De største vatna er Guddalsvatn (1,0 km^2) og Mydlandsvatn (1,0 km^2). Vest for Mydlandselva følger Orrestadelva (også kalt Ålgårdelva) med et felt på 49 km^2. De største vatna er Lindborgvatn (0,6 km^2), Orrestadvatn (0,8 km^2) og Myssavatn (0,5 km^2). Videre mot vest følger så Steinselva (nedre del kalles Bakkaåna) som kommer inn i Sokna ved Lindland. Feltet er 78 km^2 og har en rekke større vatn. De største er Eidsvatn/Steinsvatn som tilsammen er ca. 4,7 km^2. Den vestligste elvegreinen er Barstadelva med et felt på 106 km^2. Nedre del av elva kalles også Rosslandsåna. Også dette feltet har flere større vatn med Grøsfjellvatn (2,2 km^2), Heigravatn (2,7 km^2), Eiavatn (4,5 km^2) og Barstadvatn (1,4 km^2) som de største.

De aller fleste av de omtalte vatna i Sokndalsvassdraget ligger mellom 130 og 180 m o.h., se ellers oversiktskartet i fig. 1. I dag er følgende vatn regulert med HRV og LRV gitt i parentes: Kverven (158,5-155,5), Heigravatn (158,5-152,5) og Eiavatn (138,1-136,6). Vannet slippes fra disse magasinene i elveleiene ned til Barstadvatn. Fra Barstadvatn renner vannet videre ned i Rosslandsåna til Rosslandshølen. Herfra tas en del av vannet i tunnel og rørgate ned til Lindland kraftstasjoner. Stasjonene har i dag en slukeevne på 4,3 m^3/s og avløpet til elva er ved sammenløpet Rosslandsåna/Bakkaåna. I de andre elvegreinene er ingen av vatna i dag regulert, men Orrestadvatn og Lindborgvatn har vært regulert i forbindelse med den tidligere gruvedrift til Titania A/S på Sandbekk. Reguleringen opphørte i 1965.

2. UTBYGGINGSPLANENE

Det utbyggingsalternativ som Dalane Elverk tenker seg er vist i fig. 1. Utbyggingsplanen tilsvarer i hovedsak utbyggingsalt. B i utkastet til Samlet Plan. Kap. 3 i vassdragsrapporten om Sokndalsvassdraget i Samlet Plan er derfor benyttet som prosjektgrunnlag for foreliggende utredning, men med noen modifikasjoner etter samtaler med Dalane Elverk.

En tenker seg at utbyggingen foretas i to byggetrinn slik at virkningene av byggetrinn 1 vurderes først i rapporten og ev. tilleggsvirkninger av byggetrinn 2 vurderes deretter.

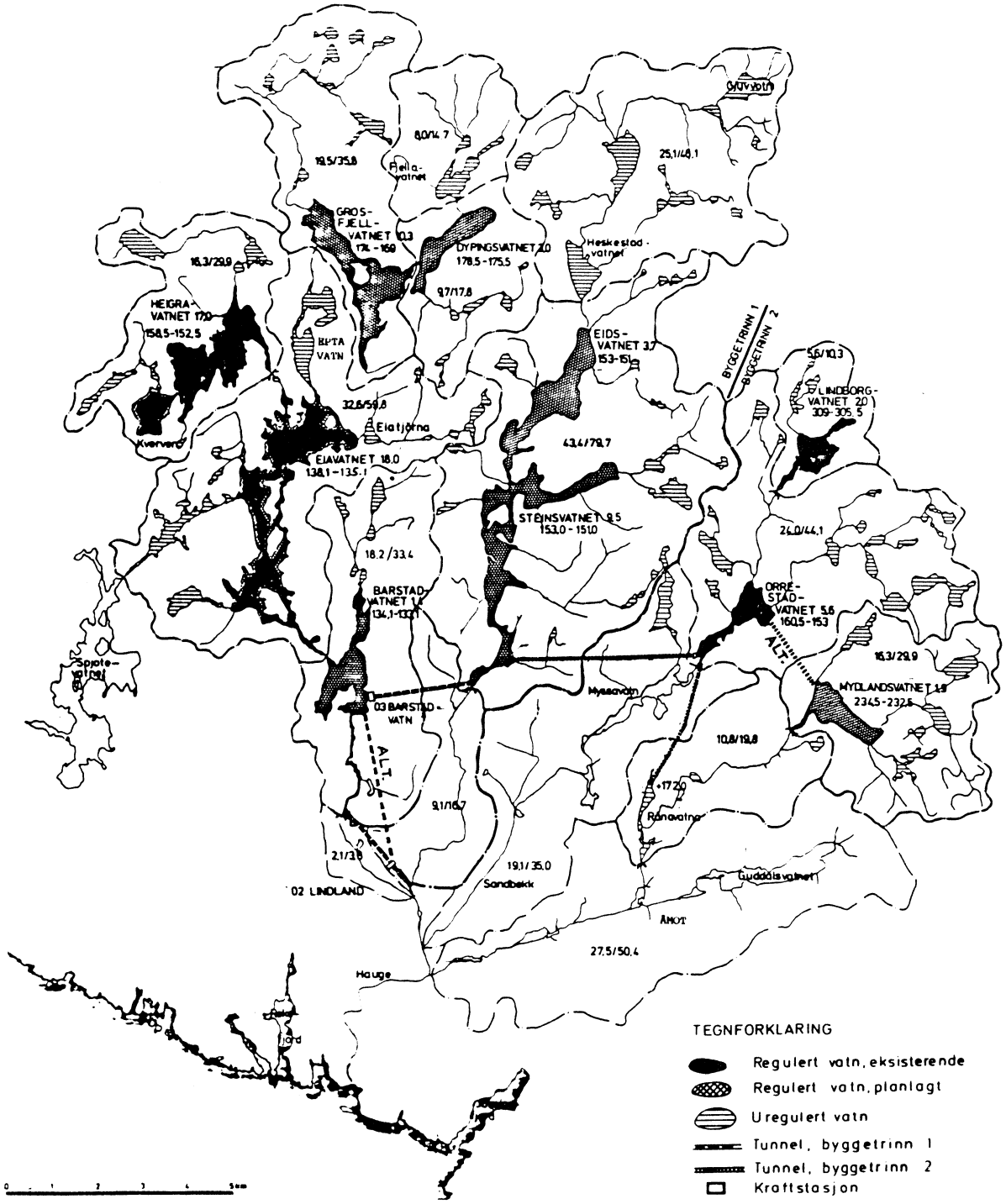

Fig. 1. Utbyggingsplanen for Sokndalsvassdraget.

2.1 Byggetrinn 1

Planen innebærer at Dypingsvatn kan senkes 3 m under dagens normalvannstand ved en tunnel over i Grøsfjellvatn. Grøsfjellvatn kan senkes 5 m ved at det graves en kanal ved dagens utløp. Tappingen vil foregå gjennom en luke nær LRV. Vannet vil komme ut i

det naturlige elveleiet nedenfor Grøsfjellvatn. Eiavatn senkes ytterligere 1,5 under dagens LRV og Barstadvatn tenkes døgnregulert med 1,0 m, stort sett innen naturlig variasjonsområde. Ca. 2 km nedenfor Barstadvatn demmes Rosslandsåna opp ca. 8 m slik at vannstanden her blir lik vannstanden i Barstadvatn. Fra denne dammen tas så vannet i tunnel til den nye Lindland kraftstasjon som får avløp til Bakkaåna like ovenfor sammenløpet med Rosslandsåna. Alternativt kan vannet tas i tunnel helt fra Barstadvatn, oppdemmingen i Rosslandsåna faller da bort. Steinsvatn og Eidsvatn reguleres 2 m, stort sett innen det naturlige variasjonsområdet. Vannet overføres i tunnel fra nær utløpet av Steinsvatn til sørøstenden av Barstadvatn. I overføringstunnelens utløp bygges Barstadvatn kraftstasjon.

Byggetrinn 1 innebærer at magasinvolumet økes fra $17,5 \cdot 10^6 m^3$ i dag til $59,2 \cdot 10^6 m^3$. I Barstadvatn kraftstasjon installeres to rørturbiner på 1 MW ytelse hver med slukeevne 7,3 m^3/s. I Lindland kraftstasjon installeres en Francismaskin med ytelse 18 MW og slukeevne 17,7 m^3/s.

Manøvreringen av magasinene er ikke simulert. De klimatiske og hydrologiske forholdene i vassdraget er imidlertid slik at en vanligvis ikke får langvarige nedtappingsperioder. Oppfyllingsperioder må en regne med kan inntreffe til alle årstider. Nedtappingen vil da normalt starte raskt etter en oppfyllingsperiode for å kunne skaffe plass i magasinene til neste nedbørsperiode. Som eksempel på dette er vist vannstandskurvene i Heigravatn for årene 1980-83 i fig. 2. Her varierer vannstandskurvene meget fra år til år. I det ekstremt nedbørsrike året 1983 var det f.eks. nesten ikke nødvendig å tappe magasinet ned. En stadig pendling av vannstanden også i de nye magasinene må en derfor regne med vil bli vanlig. I de tilfeller det inntreffer en lengre periode uten særlig tilsig til magasinene, kan det være av interesse å vite hvor lenge Lindland kraftstasjon kan kjøres. Dersom vi regner at Francisturbinen kan kjøres effektivt ned til 70% av slukeevnen, så blir dette ca. 12 m^3/s. Et magasinvolum på $55 \cdot 10^6 m^3$ vil da holde til kjøring i ca. 50 døgn. Dette tilsier at Lindland kraftstasjon vil kunne kjøres det aller meste av vinterperioden fordi vinterperioder med lite tilsig meget sjeldent overstiger 50 dager, se forøvrig omtale av hydrologiske forhold i kap. 3.1.

2.2 Byggetrinn 2

Det foreslås 2 m senking av Mydlandsvatn og magasinvannet slippes i elva ned til Rånavatn. Fra Rånavatn tas vannet i tunnel til Orrestadvatn. Dette vatnet senkes 6,0 m. Fra sørenden av Orrestadvatn tas vannet videre i tunnel til Steinsvatn. Også Lindborgvatn reguleres 3,5 m, dette er omtrent som den nåværende reguleringsrett. Magasinvolumet i byggetrinn 2 blir $9,5 \cdot 10^6 m^3$ slik at samlet magasinvolum blir $68,7 \cdot 10^6 m^3$ for begge byggetrinnene. Det er fra utbyggerens side antydet at magasinene i byggetrinn 2 vil bli brukt som reserve for tørre vinterperioder. Dette betyr at nedtappingen vanligvis vil starte på senvinteren.

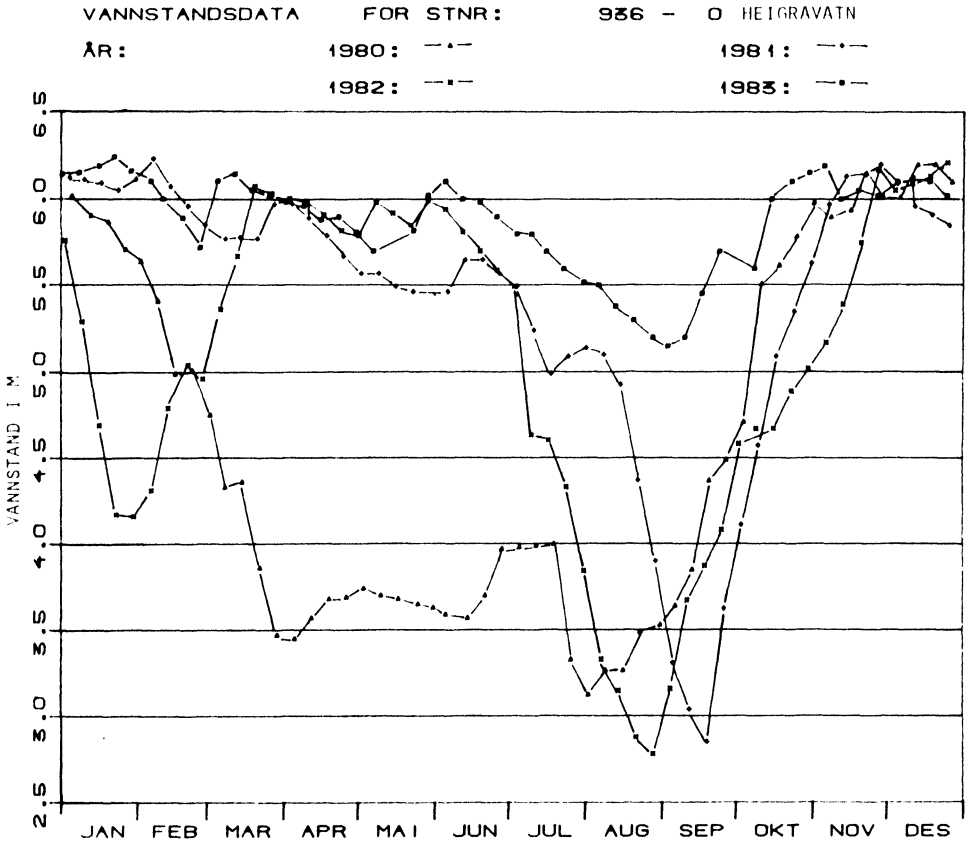

Fig. 2. Vannstandsvariasjonene i Heigravatn er vist for årene 1980, 1981, 1982 og 1983.

Ved byggetrinn 2 installeres enda en Francismaskin i Lindland kraftverk. Denne maskinen får ytelse på 9 MW og slukeevne 8,8 m^3/s. Tilsammen vil da Lindland kraftverk få ytelse 27 MW og slukeevne 26,5 m^3/s. Ved å installere to maskiner vil driften av stasjonen kunne bli mer fleksibel etter variasjoner i tilsigsforholdene. I lengre tørrværsperioder kan en f.eks. tenke seg at bare den minste maskinen kjøres med en vassføring på ca. 6 m^3/s.

Utbyggeren har bedt om at det også vurderes et underalternativ i byggetrinn 2. En tenker seg da at magasinvannet fra Mydlandsvatn tappes i tunnel direkte over i Orrestadvatn. Alternativet er vist i fig. 1.

2.3 Kompenserende tiltak

Det er antydet at terskelbygging er aktuelt i Mydlandselva nedenfor Rånavatn, i Orrestadelva mellom Sandbekk og Åmot og i Steinselva mellom Toks og Lindland. Det er også antydet at det er aktuelt med en minstevassføring i de samme elvene, men størrelsen på minstevassføringen er det ikke tatt stilling til ennå.

3. HYDROLOGI OG KLIMA

I vassdraget finnes to stasjoner som registrerer vassføringen. Stasjon 937 Litle Rossland ligger i Rosslandsåna litt ovenfor Rosslandshølen. Stasjonen har vært i drift siden 1936 og registrerer avløpet fra et felt på ca. 104 km^2 inkludert det regulerte avløpet fra Eiavatn. Stasjon 2219 Refsvatn ligger i Mydlandselva og ble opprettet i 1978. Det er dessverre lengre perioder uten registreringer ved denne stasjonen. For å karakterisere avløpet fra de uregulerte elvene i vassdraget er det derfor benyttet data fra stasjon 569 Hetland i Ogna. Dette vassdraget ligger ca. 25 km nordvest for Sokna, men har omtrent samme høydefordeling og topografiske forhold.

Ingen klimastasjoner er i drift i vassdraget i dag, men i Hauge var det en stasjon i drift fra 1896 til 1906. De nærmeste stasjonene er Nordre Eigerøy som ligger 63 m o.h., ca. 20 km nordvest for Hauge og Ualand-Bjuland som ligger 196 m o.h., 8 km nord for Ualandsvatn i vassdragets nordligste deler. I Samlet Planrapporten er det sagt at middeltemperaturen i de kystnære områdene av vassdraget er omlag som på Ualand-Bjuland i månedene mai-juli, mens middeltemperaturen resten av året er 1-2 °C høyere enn på Ualand. I nordre deler av Sokndalsvassdraget må en anta at Ualand-Bjuland er representativ hele året for høydenivået rundt 200 m o.h.

3.1 Normale forhold

3.1.1 Vassføringsforhold

Middelvassføringen for stasjonen 937 Litle Rossland og for 569 Hetland for perioden 1936-81 er vist på fig. 3. Vassføringen ved Litle Rossland synker jevnt fra ca. 8 m^3/s i begynnelsen av januar til et minimum rundt 2,5 m^3/s i juli. Videre utover høsten stiger vassføringen igjen og holder seg rundt 7-8 m^3/s i november-desember. Vassføringskurvene i fig. 3 følger i store trekk den normale nedbørfordelingen i området. Snømagasinet i nedbørsfeltet er altså vanligvis for lite til å påvirke middelvassføringen særlig, i enkelte vintre kan det selvfølgelig ha større betydning.

Middelvasskurven i fig. 3 synes å være lite påvirket av reguleringene av Heigravatn og Eiavatn fordi reguleringsmønsteret ikke er det samme fra år til år. Middelvasskurven for den uregulerte Ogna er derfor meget lik kurven for 937 Litle Rossland, men korttidsvariasjonene er større.

3.1.2 Lufttemperaturen

Den normale lufttemperaturkurven er vist i fig. 4 for Ualand-Bjuland. Bare i januar og februar er middeltemperaturen under 0 °C. Juli er varmeste måned med en middeltemperatur på 14,7 °C. Normalverdiene for Nordre Eigerøy viser at ingen av

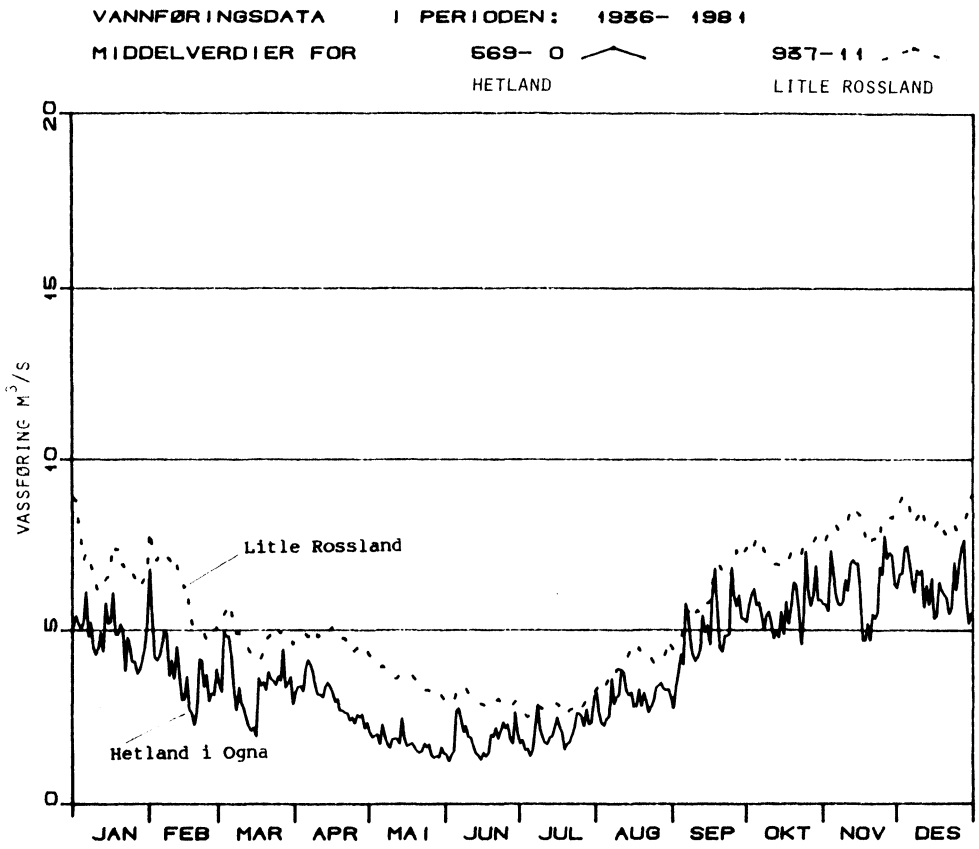

Fig. 3. Vassføringskurver for stasjonene 569 Hetland i Ogna og 937-11 Litle Rossland i Sokndalsvassdraget. Kurvene er midlere døgnverdier for perioden 1936-1981.

månedene har middeltemperatur under 0 °C når en kommer ut til kysten. Verdiene fra den nedlagte stasjonen på Hauge antyder at vintertemperaturen her ligger et sted mellom Nordre Eigerøy og Ualand-Bjuland.

3.2 Forholdene i 1982-84

Vanntemperaturen og isforholdene i vassdraget er undersøkt i perioden 1982-84. Det er derfor av spesiell interesse å se hvordan vassføringen og lufttemperaturen har vært i disse årene.

3.2.1 Vassføringsforhold

Fig. 5 viser vassføringen ved Litle Rossland i 1982, 1983 og i 1984 fram til 1. september. Hovedmønsteret er det samme som ble funnet i normalkurven, se fig. 3, men det ser ut til at somrene har vært enda tørrere enn i normalperioden. Spesielt gjelder dette i 1984 som var uvanlig tørr. Derimot har vassføringen høst og vinter til dels vært i overkant av normalkurven.

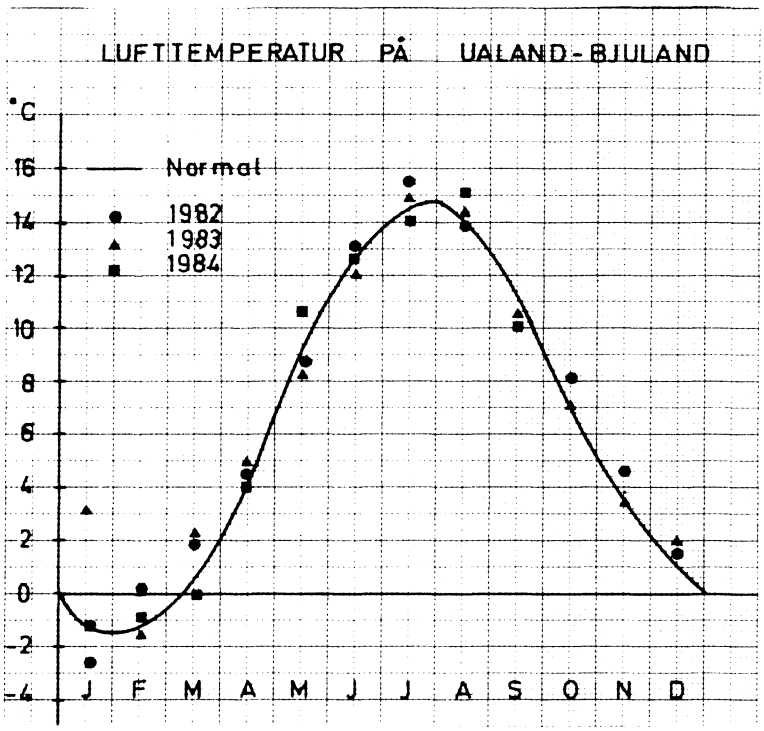

Fig. 4. Normal lufttemperatur på stasjonen Ualand-Bjuland plottet sammen med månedsmiddelverdier for årene 1982, 1983 og 1984.

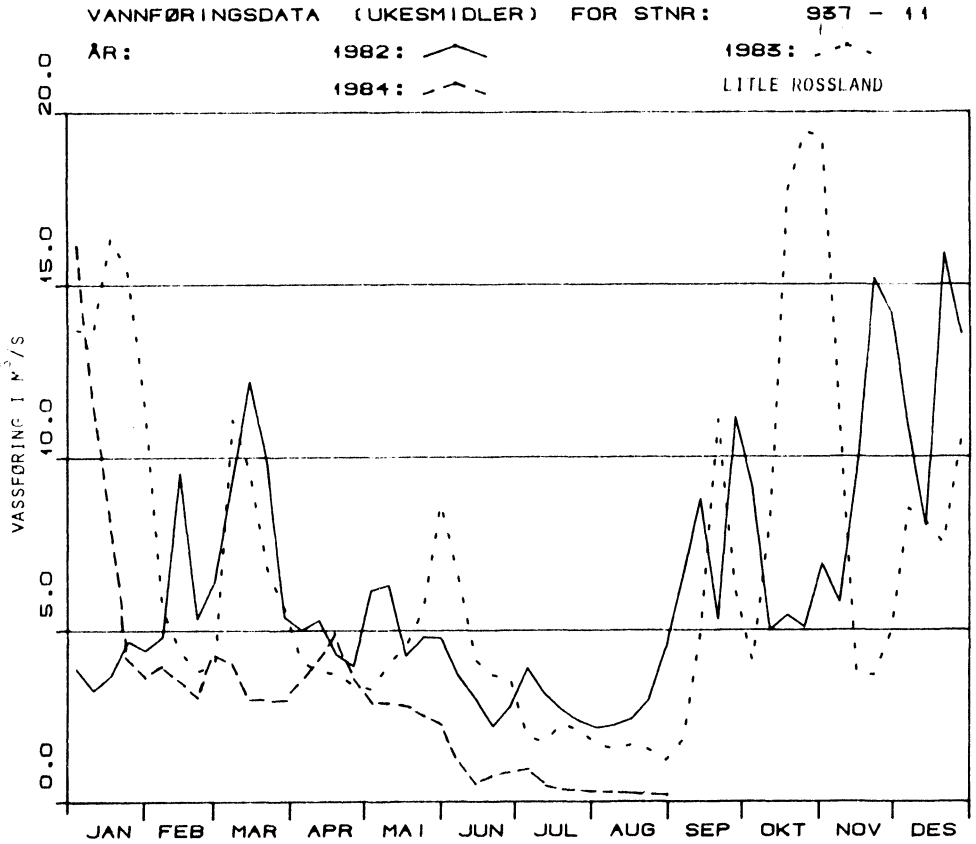

Fig. 5. Vassføringskurver for stasjonen 937-11 Litle Rossland for årene 1982, 1983 og 1984.

3.2.2 Lufttemperaturen

På fig. 4 er også plottet inn månedsmiddeltemperaturen for 1982, 1983 og 1984. Av vintrene synes 1983-84 å være den som lå nærmest normalverdiene. 1982 hadde en kald januar men mild februar, mens 1983 hadde en uvanlig mild januar og en normal februar. Av sommerene er det ingen som i middel har avveket særlig fra normalen, men august ser ut til å ha vært litt varmere enn normalt hvert år.

3.3 Vassføringen etter utbygging

Uregulert restvassføring i de elvestrekninger som får permanent redusert vassføring er beregnet på grunnlag av dreneringsarealene og en antatt spesifikk avrenning lik 58 $l/s \cdot km^2$ over hele vassdraget. Det er bare beregnet årsmiddelverdier uten flomtap ved inntakene.

Tallene i parentes gjelder for underalternativene i byggetrinn 2. Alle verdiene gjelder ved sammenløpet med Sokna. Videre oppover i disse elvene vil vassføringene gradvis synke mot null når en kommer like nedenfor inntakspunktene. Dette gjelder uten noe pålegg om minstevassføringer. Tallene er årsmiddelverdier, fordelingen over året må en vente vil følge en kurve omtrent som i fig. 3, men med enda tydeligere forskjeller mellom vinter og sommer fordi den naturlig reguleringseffekt av innsjøene reduseres.

Elv	Nåværende m^3/s	Etter utbygging m^3/s Byggetrinn 1	Byggetrinn 2
Mydlandselva v/sammenløp	3,1	3,1	1,6 (2,2)
Orrestadelva v/sammenløp	2,8	2,8	1,1 (0,6)
Steinselva v/sammenløp	4,0	0,5	0,5
Barstadelva v/sammenløp	6,1	0,1	0,1
Sum	16,0	6,5	3,3

For å bestemme vassføringsforløpet i Sokna trengs det simuleringer av driften av Lindland kraftstasjon fordi vassføringsforløpet her vil påvirkes sterkere av magasinmanøvreringene enn tilfellet er i dag. Slike simuleringer er ennå ikke utført. Generelt kan en si at årsmiddelvassføringen mellom Lindland og Åmot ikke endres ved byggetrinn 1, mens det ved byggetrinn 2 vil skje en økning fra ca. 10 m^3/s til ca. 13,5 m^3/s. Nedenfor Åmot blir årsmiddelvassføringen som nå. Økningen i magasinvolum på $41 \cdot 10^6 m^3$ vil vel stort sett bli benyttet til å jevne ut vassføringen mellom vannrike og vannfattige perioder og i noe mindre grad til å lagre vann fra en årstid til en annen.

4. VANNTEMPERATUREN FØR UTBYGGING

Vanntemperaturen er målt i Mydlandselva like før sammenløpet med Sokna (Åmotbrua) og i Sokna like ovenfor sammenløpet med Mydlandselva (Banebrua). Målingene ble startet i oktober 1981 og det er vanligvis målt hver mandag og torsdag kl 08.

Vanntemperaturvertikaler i noen av innsjøene er målt under befaringer i vassdraget i februar 1982 og i juli 1984.

4.1 Temperaturen i innsjøene

De temperaturvertikaler som er målt er plottet sammen i fig. 6. Under målingene den 19.02.1982 var alle vatna islagte. Vassføringen ved vannmerket 937 Litle Rossland var den dagen 7,7 m^3/s mens det ved 569 Hetland gikk 2,5 m^3/s. Hvis en sammenlikner disse tallene med vassføringskurvene i fig. 3, så ser en at vass-

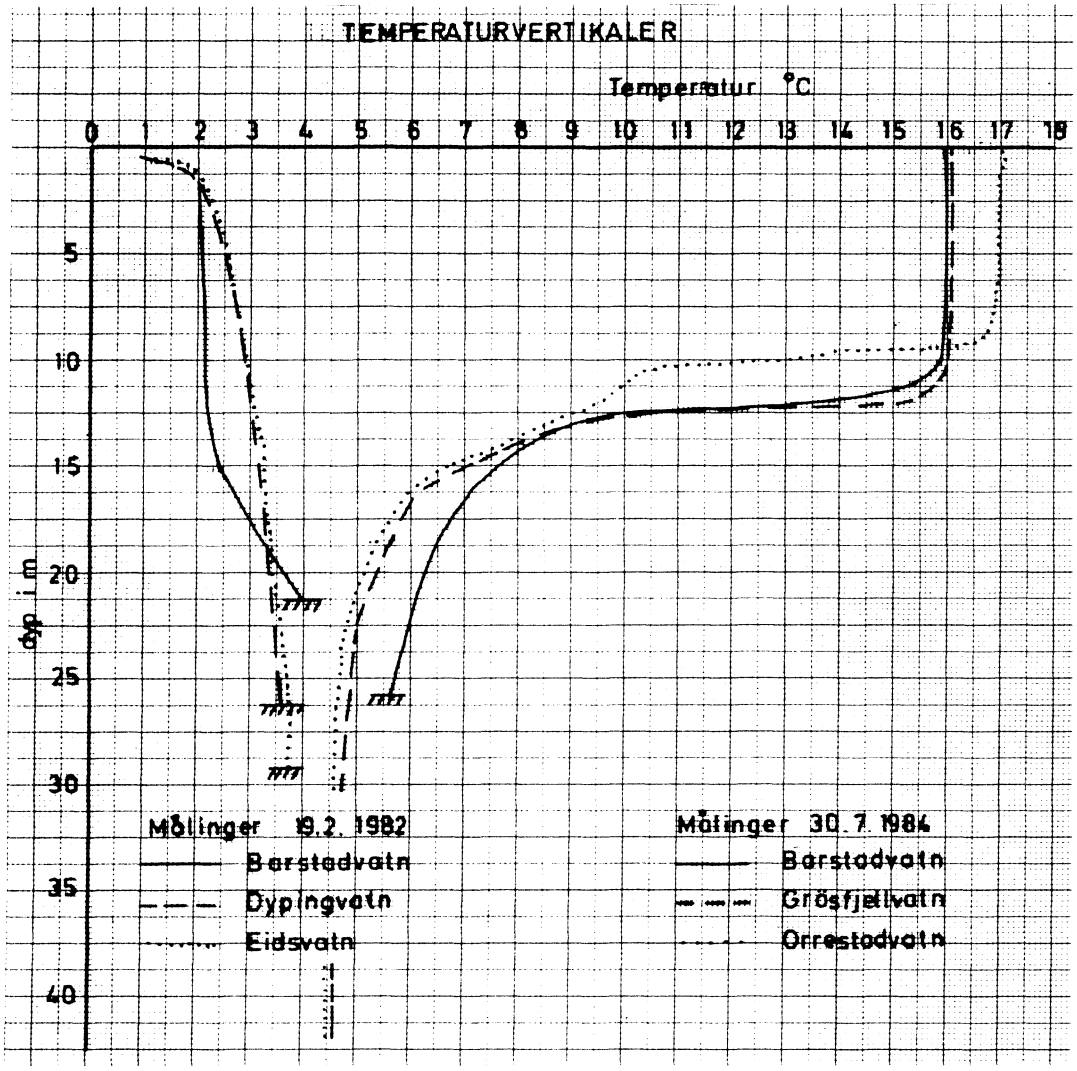

Fig. 6. Temperaturvertikaler for noen innsjøer i Sokndalsvassdraget.

føringen den 19.02.1982 må ha vært ganske nær det normale. Målingene fra Barstadvatn viser at temperaturen i profilet var meget homogent mellom 1 og 13 m dyp og lå rundt 2,1 °C. Vannet fra Eiavatn holdt samtidig 1,8 °C. Dette innebærer at magasinvannet fra Eiavatn gjennomstrømmet Barstadvatn i et 10-12 m tykt lag. Dette laget strømmet mellom et 0,5-1 m tykt topplag som lå tilnærmet i ro under isdekket og noe varmere og tyngre bunnvann under ca. 15 m dyp. I Dypingvatn og Eidsvatn steg temperaturen mer jevnt mot dypet. Disse vatna hadde på dette tidspunktet liten gjennomstrømning. Temperaturprofilene fra hhv. Barstadvatn og Dypingvatn/Eidsvatn kan altså illustrere hvordan forskjellen kan bli mellom vatn med stor og med liten gjennomstrømning.

Målingene fra 30.07.1984 er ganske like for hhv. Barstadvatn, Grøsfjellvatn og Orrestadvatn. Mellom overflaten og 9-12 m dyp var det da et homogent topplag med en temperatur på 16-17 °C. Mellom 10 og 15 m dyp var det et markert sprangsjikt hvor temperaturen falt fra 16 °C til rundt 7 °C. Videre mot dypet sank temperaturen langsommere mot et minimum på 4,4 °C på ca. 60 m dyp. På måledagen var det meget liten vassføring, ved 937 Litle Rossland ble det registrert ca. 0,25 m^3/s og i de uregulerte delene av vassdraget var det ekstremt liten vassføring. Temperaturprofilene fra vatna er derfor ikke påvirket av noen gjennomstrømning. Temperaturprofilene fra den 30.07.1984 er nok karakteristiske for spesielle somrer som i 1984 med rolig, stort sett pent vær med liten vassføring. I andre somrer med mer variabelt vær og noe større vassføring kan en vente å finne mindre markerte sprangsjikt og følgelig mindre temperaturforskjeller mellom lagene over og under sprangsjiktet.

4.2 Temperaturen i elvene

Vanntemperaturen i Mydlandselva og Sokna for 1982, 1983 og 1984 er vist i fig. 7, 8 og 9. Av figurene kan vi lese ut følgende karakteristika om vanntemperaturen:

- Temperaturgangen er meget lik for Sokna og Mydlandselva.
- Sokna er vanligvis 0-1 °C varmere enn Mydlandselva i perioden november-mars, men 0-1 °C kaldere i perioden mai-august.
- Temperaturen i Sokna når frysepunktet bare i kortere perioder i januar og februar. I Mydlandselva er disse periodene noe lengre.
- De høyeste temperaturene kan komme både i juli og i august.

Temperaturen er målt ca. kl. 08 og vil vanligvis ligge nær døgnets minimumstemperatur. Døgnets maksimumstemperatur vil, bedømt ut fra målinger i vassdrag i Vest-Agder, kunne ligge 1-5 °C høyere enn minimumstemperaturen. Størst døgnamplitude får en i perioder med klarvær og liten vassføring.

For å kunne bedømme hvor representative de faste målestedene er også for andre deler av vassdraget, så ble temperaturen under befaringer målt innen så kort tidsrom som mulig i mange punkter i vassdraget. I fig. 10 er vist resultatene fra slike målinger tatt 19.02.1982 og 30.07.1984.

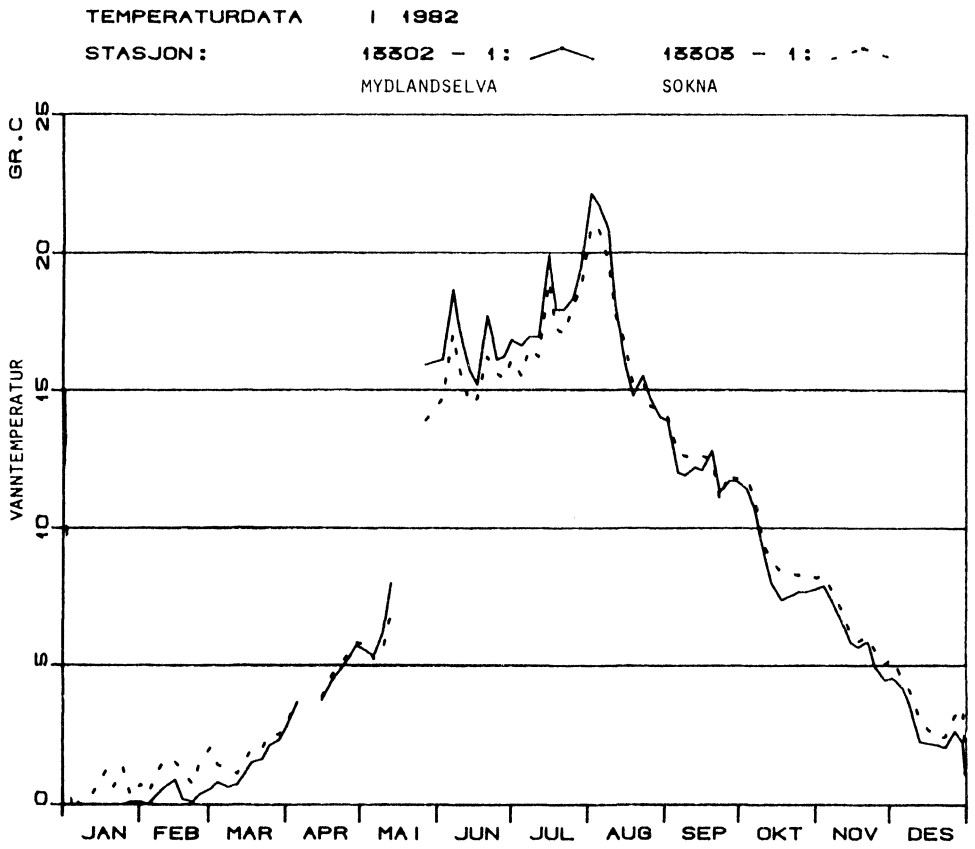

Fig. 7. Vanntemperaturen i Mydlandselva og i Sokna før sammenløpet med Mydlandselva i 1982 målt kl 0800.

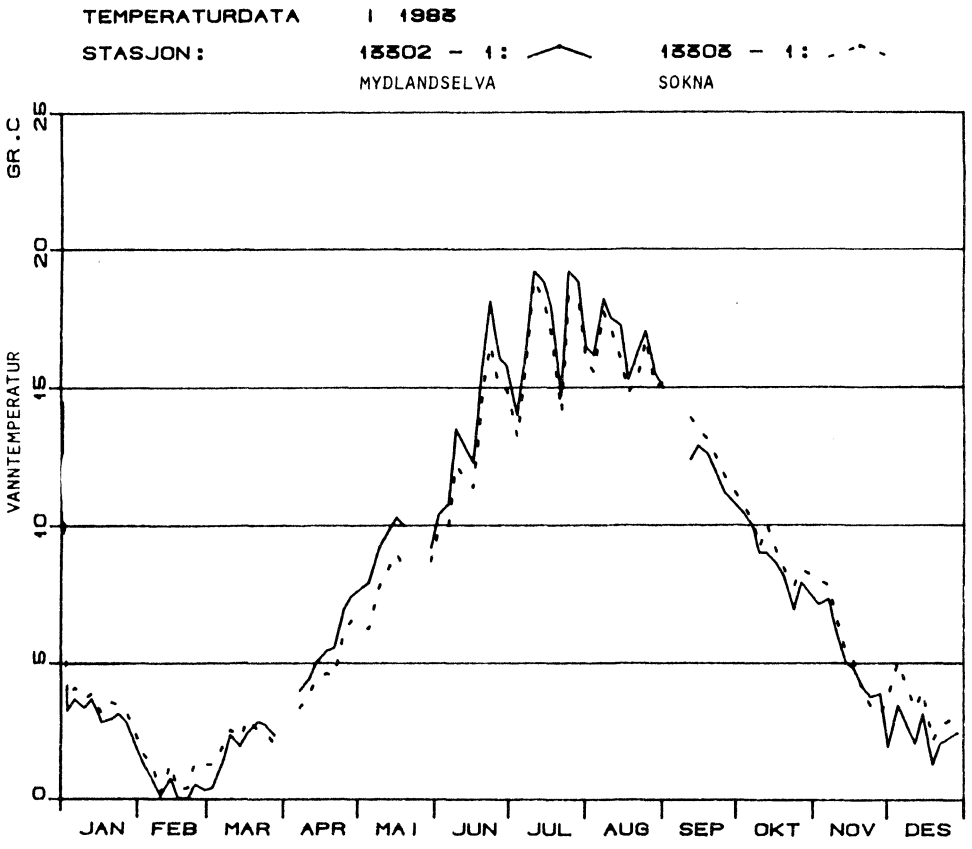

Fig. 8. Vanntemperaturen i Mydlandselva og i Sokna før sammenløpet med Mydlandselva i 1983 målt kl 0800.

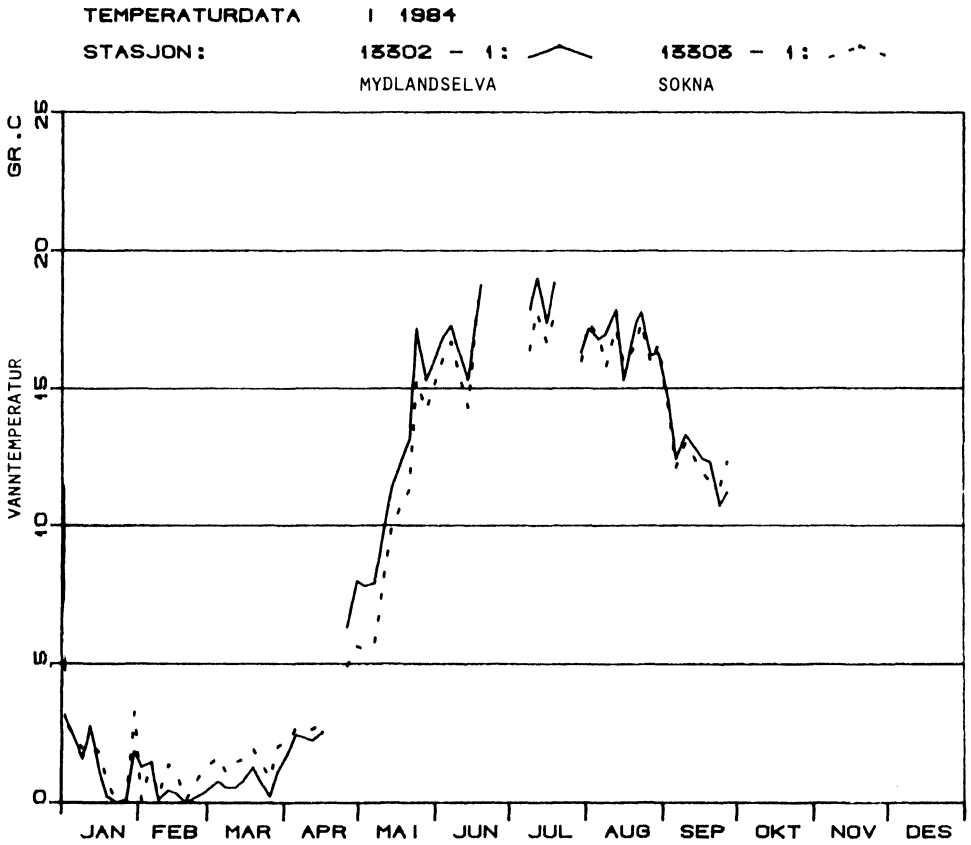

Fig. 9. Vanntemperaturen i Mydlandselva og i Sokna før sammenløpet med Mydlandselva i 1984 målt kl 0800.

Målingene 19.02.1982 viser at Mydlandselva og Orrestadelva da var litt over frysepunktet ved sammenløpet med Sokna. I Sokna var det 1,3 °C og vannet som ble tappet ut av Eiavatn holdt 1,8 °C. Det kan virke som om det er reguleringen av Eiavatn som bidrar mest til å heve vintertemperaturen i Barstadelva og i Sokna. Dette skyldes både uttappingen fra litt dyp i Eiavatn og den økte vassføring, noe som igjen gir langsommere avkjøling i elva nedenfor Barstadvatn enn om elva hadde vært uregulert.

Målingene 31.07.1984 viser at det faste målestedet i Mydlandselva hadde høyest temperatur med 21,2 °C, tett fulgt av Orrestadelva med 20,3 °C. Verdiene i Steinselva og Barstadelva lå noe lavere med hhv. 17,8 °C og 17,5 °C. En ser også at vannet ble varmet opp 2-3 °C på elvestrekningen fra Mydlandsvatn og Orrestadvatn ned til sammenløpet med Sokna. I Barstadelva var ikke oppvarmingen så stor. En bør nok ikke trekke for vidtgående slutninger fra det ovenforstående, men det kan se ut som om Mydlandselva og Orrestadelva har omtrent de samme temperaturforholdene, mens Steinselva mer følger Barstadelva, og har lavere sommertemperatur enn de to førstnevnte.

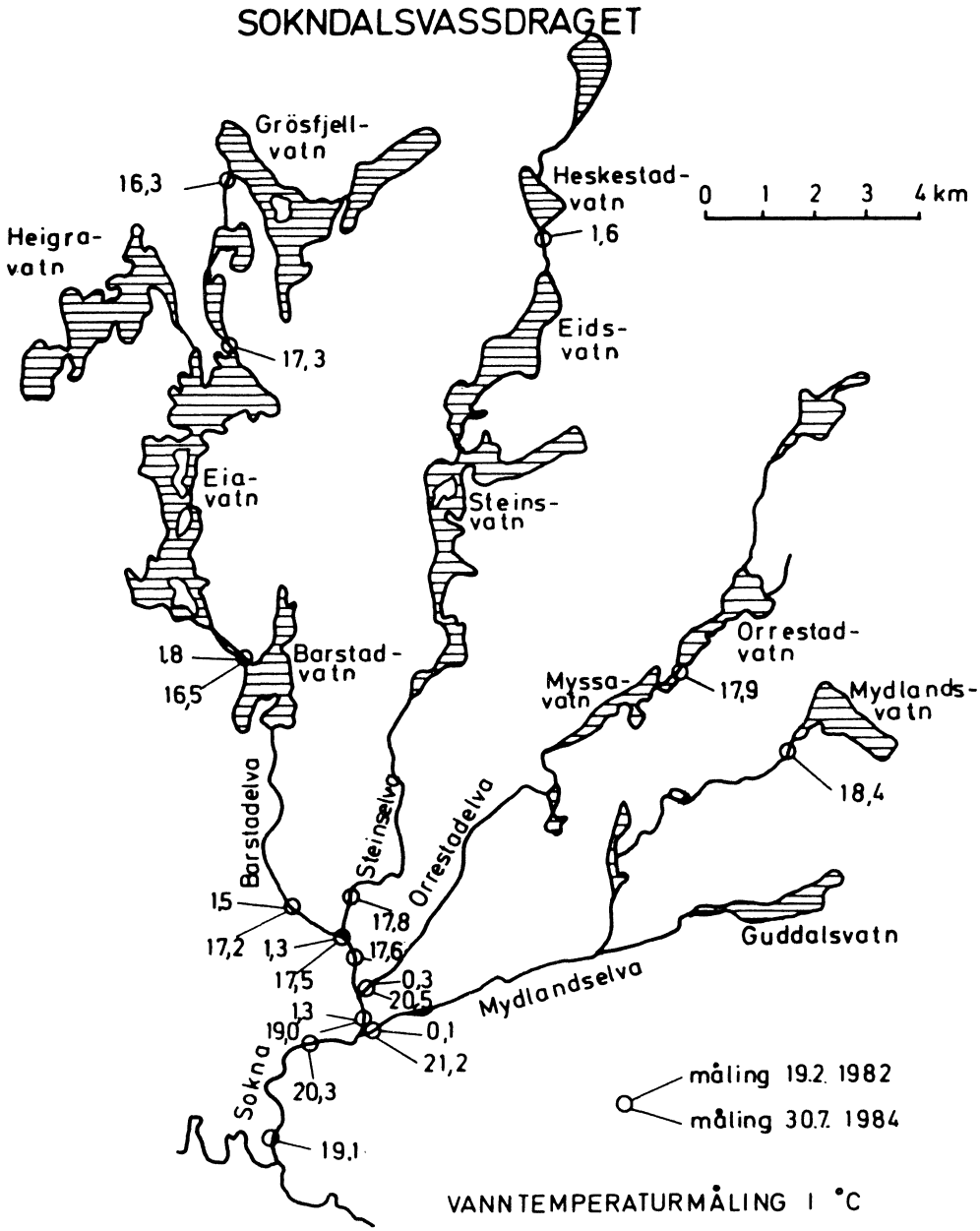

Fig. 10. Vanntemperaturen i forskjellige punkter i Sokndalsvassdraget slik den ble målt under befaringer 19.02.1982 og 30.07.1984.

5. ISFORHOLDENE FØR UTBYGGING

Opplysninger om dagens isforhold er hentet fra flere kilder. Dels er det gitt muntlige opplysninger under befaringer og dels er det hentet stoff fra avisutklipp. Direkte observasjoner av isforholdene er foretatt i Heigravatn, Barstadvatn og i Sokna. For Heigravatn er det notert datoer for når vatnet er blitt islagt og når det er blitt isfritt igjen de fleste vintre siden 1950. For Barstadvatn og Sokna er det tegnet iskart siden desember 1981.

5.1 Isforholdene på innsjøene

Observasjonene på Heigravatn viser at dette vatnet i median blir helt islagt 8. januar. Isløsningen begynner rundt 1. april og helt isfritt er vatnet vanligvis 12. april. I tabellen nedenfor er det satt opp noen karakteristiske datoer for isleggingen og isløsningen på Heigravatn på grunnlag av observasjoner i 30 vintre i perioden 1950-1984.

	Isdannelse	Islagt	Isløsning	Isfritt
Tidligste	23.11.	28.11.	25.02.	09.01.
Median	01.01.	08.01.	01.04.	12.04.
Seneste	05.03.	25.02.	23.04.	05.05.

Med unntak for vintrene 1973-74 og 1982-83 har Heigravatn vært helt islagt i en periode hver vinter. Det skulle være grunn til å anta at Heigravatn er representativ for de fleste innsjøene i Sokndalsvassdraget både m.h.t. størrelse og h.o.h. Ut fra dette kan en anta at alle innsjøene i vassdraget vanligvis er islagte en periode hver vinter og i middel strekker denne perioden seg fra rundt 10. januar til 10. april.

Observasjonene på Barstadvatn i de tre vintrene 1981-82, 1982-83 og 1983-84 viser at datoene for islegging og isløsning disse vintrene var omtrent de samme som for Heigravatn. Iskartene viser at bukta utenfor innløpet fra Eiavatn alltid er helt eller delvis åpen. Også utenfor Skålnes går det ofte en åpen råk tvers over vatnet. Dette skyldes at vannstrømmen her presses opp over en terskel og dermed hindrer isdannelse over terskelen. Bare i perioder av januar og februar har observatøren notert at isen på Barstadvatn var sterk nok til å være gangbar.

5.2 Isforholdene på elvestrekningene

Observasjonene ved vannmerket 937 Litle Rossland viser at elva her nesten alltid er isfri. I enkelte kuldeperioder har imidlertid observatøren notert at det er kjøving ved vannmerket. Dette betyr at vannet da er 0 ^{o}C og det produseres is i form av sarr. Sarren setter seg fast på elvebunnen og det kan da bygge seg opp isdammer. Det er også opplyst at det har oppstått problemer med is ved inntaket til Lindland kraftverk i slike kuldeperioder. Sarren setter seg da fast i inntaket og kan i kortere perioder hindre vanngjennomgangen. Disse problemene varer vanligvis bare noen dager i enkelte vintre.

Nedenfor Lindland kraftverk er isforholdene notert i vintrene 1981-82, 1982-83 og 1983-84. Vinteren 1981-82 var det 50-100% isdekt elv de to første ukene i januar, resten av vinteren var Sokna stort sett isfri. Vinteren 1982-83 var helt isfri mens det vinteren 1983-84 var noe is i slutten av januar og fram til midten av februar. Det ser ut til at Sokna bare klarer å islegge seg i kalde perioder med liten vassføring og at isen lett går opp igjen

ved overgang til mildere vær. Ingen av disse vintrene er det gjort notater om isganger i Sokna. Det er imidlertid kjent at Sokna kan forårsake kraftige isganger enkelte vintre. I begynnelsen av mars 1979 forårsaket en kraftig isgang i Sokna at ei bru ble ødelagt ved Kjelland.

For andre elvestrekninger i Sokndalsvassdraget foreligger det få opplysninger om isforholdene. De korte elvestrekningene mellom større vatn kan en regne med går åpne hele vinteren. På Mydlandselva, Orrestadelva og Steinselva kan det nok dannes noe is i kuldeperioder, men isen har lett for å gå opp igjen ved omslag til mildere vær. I det hele må isforholdene i Sokndalsvassdraget kunne karakteriseres som ustabile og sterkt varierende fra vinter til vinter.

5.3 Bruk av isen

I perioder med gode isforhold brukes isen på vatna til transport av ved og tømmer fra vegløse områder. Slik transport er spesielt nevnt som viktig på Grøsfjellvatn hvor det ligger en skogkledt øy ute i vatnet. Langs Steinsvatn ligger det noen vegløse bruk som er avhengig av transport over vatnet for å komme til veg. Dette gjelder spesielt brukene Rossenes, Birkenes og Elgestraum. Bruket Skognes ved Eiavatn bruker også isen som transportveg i perioder.

Annen bruk av isen er vesentlig knyttet til friluftsaktiviteter som skigåing og skøyting. Spesielt på Orrestadvatn og Mydlandsvatn er det en del skigåing i vintre med gode snøforhold.

6. VIRKNINGENE AV UTBYGGINGEN

6.1 Byggetrinn 1

Byggetrinn 1 er beskrevet i kap. 2 og vist på fig. 1.

6.1.1 Virkninger på vanntemperaturen

Når det tappes ut vann fra Grøsfjellvatn, vil temperaturen i tappevannet kunne bli litt høyere enn i dag i vintermånedene. Ved et tappedyp på 5 m, f.eks. under samme temperaturforhold som ble målt 19.02.1982 ville tappevannet kunne holde ca. 2,5 ^{o}C. Dette er ca. 1 ^{o}C høyere enn ved overflateutløp. Etter hvert som Grøsfjellvatn tappes ned, vil tappevannet trekkes ut nærmere overflaten og temperaturen påvirkes etter hvert mindre sammenliknet med det naturlige overflateutløp.

Ved uttapping om sommeren vil temperaturen i tappevannet kunne bli lavere enn ved overflateutløp. Den avgjørende faktoren er da hvor dypt sprangsjiktet ligger i forhold til tappedypet. Dersom

sprangsjiktet ligger godt under tappedypet, f.eks. slik det ble målt 30.07.1984, så vil tappevannet ha nesten samme temperatur som ved et overflateutløp. Ved uttapping tidligere på sommeren må en imidlertid regne med at sprangsjiktet ligger noe høyere. Tappevannet kan da få 1-2 °C lavere temperatur enn ved overflateutløp.

Elva mellom Grøsfjellvatn og Eptavatn kan etter dette få opptil 1 °C høyere vintertemperatur og opptil 2 °C lavere sommertemperatur. Endringene ventes å bli størst i starten på nedtappingen. På ettervinteren og på ettersommeren og om høsten ventes ev. temperaturendringer å bli meget små.

Den økte vassføringen under tappeperiodene gjør at temperaturprofilene i Eptavatn og i Eiavatn vil bli preget av økt gjennomstrømning. Temperaturprofilene i vinterperiodene i disse vatna vil bli mer like det profilet som ble målt i Barstadvatn 19.02.1982 (se fig. 6).

Overføringen fra Steinsvatn til Barstadvatn ventes ikke å påvirke temperaturforholdene i Barstadvatn. I Steinselva mellom Steinsvatn og Lindland vil det kunne bli større variasjoner i vanntemperaturgangen, mer i takt med lufttemperaturvariasjonene. Bygging av terskelbassenger kan dessuten føre til at middeltemperaturen stiger litt i godværsperioder om sommeren.

Temperaturen i Rosslandsåna påvirkes ikke ved det alternativet at tunnelinntaket blir i elva, slik det er i dag. Dersom inntaket legges direkte i Barstadvatn, kan en vente noe større og raskere variasjoner i temperaturgangen i Rosslandsåna. Middeltemperaturen kan synke litt i vintermånedene og stige litt om sommeren.

I Sokna ved utløpet av Lindland kraftverk, blir det neppe særlige endringer i middeltemperaturen om vinteren så lenge kraftverket kjøres. Den økte driftsvassføringen vil likevel føre til mindre variasjoner i temperaturgangen enn i dag og langsommere avkjøling i elveleiet nedover mot Sogndalsstrand. Nedenfor Hauge kan en derfor regne med at middeltemperaturen i kuldeperioder om vinteren kan ligge ca. 0,5 °C høyere enn i dag. Dersom inntaket legges i Barstadvatn, vil avkjølingen i Rosslandsåna falle bort. Dette kan føre til ytterligere ca. 0,5 °C høyere middeltemperatur i Sokna i kuldeperioder.

Sommertemperaturen påvirkes mest i de perioder som får økte vassføringer. Dette vil virke til at temperaturøkningen nedover elva mot Sogndalsstrand kan bli litt langsommere enn i dag i godværsperioder. Dersom inntaket blir lagt i Barstadvatn, vil en også miste den oppvarmingen som nå skjer i Rosslandsåna. Dette betyr igjen at middeltemperaturen i Sokna i godværsperioder kan synke opptil 0,5 °C sammenliknet med dagens forhold.

I sum kan en vente at vanntemperaturvariasjonene i Sokna neppe blir merkbare i værsituasjoner hvor luft- og vanntemperaturen ligger nær hverandre. I kuldeperioder om vinteren og i godværssituasjoner om sommeren kan det ventes endringer i middeltemperaturen på opptil 1 °C.

6.1.2 Virkninger på isforholdene

Nedtappingen av Grøsfjellvatn med opptil 5 m vil kunne skape svakere is i strandsonen fordi isen sprekker opp etter hvert som vannstanden senkes. Spesielt der strendene har ujevnt fall eller består av store steiner blir oppsprekkingen merkbar. Dersom vannstanden stiger i Grøsfjellvatn etter en periode med nedtapping, vil isdekket bli landløst og den oppsprukne strandsonen kan bli vanskelig å passere. Utenom strandsonen ventes ikke isforholdene på Grøsfjellvatn å påvirkes merkbart. Ev. kjøring med traktor ut til øya i vatnet må en regne med blir vanskelig i de perioder når vatnet er under regulering. Bygging av kjøreramper i reguleringssonen kan imidlertid kompensere for noen av vanskene.

Isforholdene på Dypingsvatn blir omtrent som beskrevet for Grøsfjellvatn, men reguleringssonen blir mindre.

På Eptavatn vil den økte gjennomstrømningen av varmere vann i tappeperiodene om vinteren kunne svekke isen over grunne områder av vatnet. Dybdeforholdene i Eptavatn er ikke målt, men under befaringer er det notert at områder av vatnet synes å være meget grunne. I disse områdene kan en vente at isen vil ha vanskeligere for å legge seg og blir mer ustabil enn i dag.

På Eiavatn vil LRV bli senket ytterligere 1,5 m slik at reguleringsintervallet økes til 3 m. Dessuten kan gjennomstrømningen øke i perioder pga. reguleringene av Grøsfjellvatn og Dypingsvatn. Virkningene på isforholdene blir at reguleringssonen med oppsprukket is blir breiere enn i dag og ved stigende vannstand om vinteren kan det bli vanskeligere å komme til og fra vatnet. I de trange sundene i midtpartiet av Eiavatn kan også isen bli noe svekket pga. gjennomstrømningen.

På Barstadvatn må en vente at den sørøstre delen, sør for Skålnes, vil stort sett være isfri når Barstadvatn kraftstasjon kjøres. Døgnreguleringen av Barstadvatn med opptil 1 m vil kunne føre til svakere is i strandområdet pga. stadig ny oppsprekking når vannstanden pendler. Det åpne området nedenfor Eiavatn kan bli større enn i dag i de perioder Eiavatn tappes ned.

Ved inntak i Rosslandsåna vil elva ned til inntaksdammen gå åpen så lenge Lindland kraftverk kjøres. Ved jevn kjøring av kraftverket i kuldeperioder skulle det heller ikke være noen fare for isproblemer ved inntaksristene dersom inntaket legges på noen meters dyp. Dersom kraftverket ikke kjøres i en kuldeperiode, må en regne med at hele strekningen fra inntaksdammen til Barstadvatn kan islegges forholdsvis raskt. Når kraftverket kjøres i gang igjen, vil dette isdekket etter hvert løse seg opp. Det kan nok være en fordel å starte oppkjøringen under slike forhold med en gradvis økende vassføring for å unngå at isdekket brytes raskt opp. Dette kan gi isgang, noe som igjen kan forårsake problemer i form av oppstuvinger av vann.

Ved et inntak direkte i Barstadvatn vil Rosslandsåna kunne islegge seg i mye større grad enn i dag. Elva vil fortsatt gå åpen i strykpartiene, men på rolige stilleflytende partier vil isen kunne legge seg raskt i kuldeperioder.

Nedenfor Lindland kraftverk vil Sokna alltid gå åpen helt til Sogndalsstrand så lenge kraftstasjonen kjøres med en driftsvassføring over ca. 10 m^3/s. Dette vil være den normale vintersituasjonen. Ved driftsvassføringer under ca. 5 m^3/s kan det i kuldeperioder dannes noe is på de stilleflytende partiene hvor det også i dag kan legge seg is. Dersom kraftverket stoppes helt i en kuldeperiode, vil Sokna kunne islegge seg på det meste av strekningen ned til Sogndalsstrand. Dersom dette skjer, så må en oppstarting av Lindland kraftverk foregå forsiktig med gradvis økende vassføring slik at isdekket ikke brytes raskt opp og det utløses isganger som igjen kan gjøre skader.

På Eidsvatn og Steinsvatn vil en nedtapping på opptil 2 m kunne påvirke isforholdene i strandsonen noe dersom vatna har islagt seg på en høy vannstand. I de fleste vintre vil nok isleggingen av disse relativt store vatna foregå etter at vannstanden er sunket noe og isforholdene påvirkes derfor neppe særlig i resten av tappesesongen. Som tidligere beskrevet for de andre magasinene, vil imidlertid en økning i vannstanden, mens vatna ennå er islagte, kunne føre til landløs is og påfølgende vansker med å ferdes til og fra vatna. Dette kan imidlertid også skje under uregulerte forhold.

6.2 Byggetrinn 2

Byggetrinn 2 er beskrevet i kap. 2 og vist i fig. 1.

6.2.1 Virkninger på vanntemperaturen

Når Lindborgvatn tappes ned om vinteren, vil temperaturen i elva ned til Orrestadvatn kunne stige 1-2 °C i forhold til dagens vintertemperatur. Også i elva mellom Mydlandsvatn og Rånavatn vil vintertemperaturen kunne stige opptil 1 °C når Mydlandsvatn tappes ned. I Orrestadelva nedenfor Myssavatn og i Mydlandselva nedenfor Rånavatn ventes ingen eller bare ubetydelige endringer i vanntemperaturen både vinter og sommer.

Overføringen fra Orrestadvatn til Steinsvatn vil neppe påvirke vanntemperaturen i Steinsvatn, i Barstadvatn eller i Sokna utover det som allerede er vurdert for byggetrinn 1. Byggetrinn 2 vil imidlertid føre til at Lindland kraftverk kan kjøres jevnere også i perioder med lite tilsig. De spesielle forhold som kan inntreffe under perioder med driftsstand i Lindland kraftverk ventes derfor å bli mindre aktuelle etter byggetrinn 2.

6.2.2 Virkninger på isforholdene

Nedtappingen av Lindborgvatn, Orrestadvatn og Mydlandsvatn forutsettes normalt å ville foregå jevnt utover ettervinteren. Dette vil vanligvis være etter at isforholdene er blitt stabile på vatna. En kan vente at det under nedtappingen oppstår en strand-

sone med oppsprukket is. Bare på Orrestadvatn blir denne sonen så stor at det kan tenkes å oppstå vansker for ferdsel til og fra vatna.

Når det tappes ut vann fra Lindborgvatn, vil isen gå opp på elva ned til Orrestadvatn. Tilsvarende vil også elva mellom Mydlandsvatn og Kvednahølen gå åpen når det tappes ut vann fra Mydlandsvatn. Ved det alternativ at Mydlandsvatn tappes direkte over i Orrestadvatn så vil imidlertid ovennevnte elvestrekning kunne få mer stabile isforhold. Ved det siste alternativet vil det bli en råk i Orrestadvatn utenfor overføringstunnelen.

Isforholdene i Mydlandselva nedenfor Rånavatn og i Orrestadelva nedenfor Myssavatn påvirkes neppe.

I Steinsvatn vil det bli en råk utenfor overføringstunnelen fra Orrestadvatn og på hele området mellom de to overføringstunnelene må en regne med usikker is når det tappes fra Orrestadvatn.

Byggetrinn 2 vil neppe påvirke isforholdene i Barstadvatn eller i Sokna utover det som allerede er beskrevet for byggetrinn 1. Men byggetrinn 2 betyr at sannsynligheten for perioder med driftsstans i Lindland kraftverk blir mindre om vinteren. De spesielle isforholdene som kan oppstå ved slik driftsstans blir derfor mindre aktuelle.