

REGULERING AV ALTEVANN.

Betenkning av 25. mars 1959

av dr. Olaf Devik

vedkommende

isforholdene i Barduvassdraget
etter regulering av Altevann .

Ekspedisjonssjef Dr. Olaf Devik.

Om isforholdene i Barduvassdraget etter reguleringen av Altevann.

I. Altevann - Straumsmo.

1. Innledning.

I prosesskrift til Senja herredsrett av 17. april 1958 på vegne av Hovedstyret for Norges vassdrags- og elektrisitetsvesen har h.r.advokat G. Lous foreslått følgende mandat for de oppnevnte sakkyndige som skal uttale seg om reguleringens virkninger på isforholdene resp. virkninger på fisket:

1. Der gis en redegjørelse for hvorledes forholdene var i elven før Bardufoss kraftlag begynte sin senkning på 3 meter.
2. Der redegjøres for hvorledes senkningen på 3 meter har innvirket på forholdene.
3. Der redegjøres for hvorledes den foreløbige oppdemning på 1,2 m fra våren 1957 har innvirket på forholdene.
4. Der redegjøres for hvorledes etableringen og anvendelsen av A/S Bardufoss kraftlags inntaksbasseng i elven har virket på forholdene innenfor den strekning hvor dette gjør seg gjeldende.
5. Det redegjøres for hvorledes utøvelsen av den forestående 13,2 meters oppdemning av Altevann kombinert med driften av Innset kraftstasjon vil komme til å innvirke på forholdene.

Videre er i brev av 3. sept. 1958 oversendt advokat Lous' prosesskrift av 20. april 1958 med bilag 1-9. I brevet ble opplyst at skjønnsretten i første halvdel av april 1959 i forbindelse med en befaring av isveier m.v. skal sluttbehandle strekningen Altevann-Straumsmo, hvor skjønnnet allerede nu skal bygge på at også Straumsmo kraftstasjon blir fullt utbygget.

I prosesskrift av 29. jan. 1959 har advokat Lous oversendt NVE's utredning av 19. nov. 1958 vedrørende vannføringen i Barduelven før og etter reguleringen. Med utredningen fulgte tabeller og kurver.

I avsnitt 2 skal det gis en oversikt over de forskjellige reguleringer som er foretatt eller er under utførelse, og den virkning som disse har hatt eller vil få på vann-

föring og vannstand på strekningen Altevann-Straumsmo. Vannföringen ved Bardufoss vil i denne forbindelse bare bli behandlet for så vidt den belyser tapningen fra Altevann. I de derpå følgende avsnitt vil isforholdene på Altevann og på strekningen ned til Straumsmo bli behandlet.

2. Altevanns-reguleringene. Utbyggingen av fallene og virkningen på vintervannföringen i Barduelven.

A. Reguleringen av 1922 (0,7 m senkning).

Den første regulering av Altevann med en senkning på 0,7 m ble det gitt tillatelse til ved Kgl. res. 26. mai 1922, for å sikre Troms fylkes kraftstasjon i nedre delen av Bardufoss. Fallet er her ca. 30 m, og det ble installert først en og siden to turbiner a 2200 hk (tils. ca. 3200 Kw), med samlet vannforbruk ved full belastning ca. 15 m³/sek. Intet skjønn ble holdt.

Det nå foreliggende hydrologiske materiale over vannstand og vannföring omfatter tiden 1921-40 resp. 1920-50, og i materialet inngår således virkningen av senkningen av 1922. Denne senkning på 0,7 m representerer et magasin på ca. 35 mill. m³.

Anm. Den senere foretagne senkning på 3 m innbefatter de nevnte 0,7 m og gir et magasin på 150 mill. m³. Til 0,7 m svarer da 35 mill. m³.

Dette magasin på 35 mill. m³ vil ved jevn tapning i lavvannsperioden gi en vannföringsökning på 2,5 m³/sek, beregnet i forhold til den ökning som 3-meters-magasinet vil gi (10,7 m³/sek), jfr. nedenfor.

Senkningen 0,7 m ble utfört ved en provisorisk senkingskanal som var i bruk til 1954, da en ny kanal som tillot en senkning på 3 m ble tatt i bruk.

For å vurdere hva en vannföringsökning på 2,5 m³/sek har betydd i tiden 1922-1954 i forhold til uregulert vannföring skal jeg referere noen vannföringstall i tabell 1 nedenfor.

Ifölge NVE's tabell på tegning 4442-I-02 varierte vannföringen ved Innset Vm i tiden 1921-40 mellom de ytter-

verdier (max. og min.) som er gitt i tabellens første rekke. I annen rekke er ytterverdiene for tilskuddet fra det uregulerte felt mellom Altevann og Innset ført opp, og i tredje rekke avløpet fra Altevann (max. og min.):

Tabell 1.

	Månedsmiddel av vannføring ved Innset		Do. av avløp fra ureg.felt A.vann-Innset		Do. av avløp fra Altevann	
	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.
Oktober	35,8	14,5 m3/s	1,9	0,8	33,9	13,7 m3/sek
November	20,3	8,2	1,1	0,4	19,2	7,8
Desember	9,6	4,4	0,5	0,2	9,1	4,2
Januar	8,8	2,9	0,5	0,2	8,3	2,7
Februar	7,4	2,2	0,4	0,1	7,0	2,1
Mars	5,9	1,8	0,3	0,1	5,6	1,7
April	5,2	2,9	0,3	0,2	4,9	2,7

For tidsrommet 1920-50 gir tabell 2 vannføringen ved Innset Vm:

Tabell 2. Månedsmidler 1920-50 av vannføring ved Innset Vm.

Oktober	20 m3/sek
November	11
Desember	7
Januar	5
Februar	4
Mars	4,1
April	4,2

Man ser av disse tabeller at tapningen av 35 mill. m3 over lavvannsperioden - med en beregnet midlere vannføringsøkning på 2,5 m3/sek - uten tvil har bidratt til å holde oppe lavvannsføringen i Barduelven, særlig i den øvre delen av vassdraget hvor det lokale tilsig spiller minst rolle. Tabell 2 viser at 2,5 m3/sek i januar-mars ville ha representert 50-60 prosent av hele vannføringen ved Innset Vm. Og tabell 1 viser at i ekstra vannfattige år vil minimumsvannføringen ved Innset Vm kunne gå helt ned til 1,8 m3/sek i månedsmiddel for mars.

Hva et magasintilskudd på 2,5 m3/sek ville bety lenger ned i vassdraget viser vannføringsmålingene ved Bardufoss Vm for tiden 1920-50, hvorav her noteres i tabell 3:

Tabell 3. Max. og min. og månedsmiddel av vannføringen ved Bardufoss Vm 1920-50.

	Max.	Min.	Månedsmiddel Gj.snitt 1920-50
Oktober	96	29	44 m ³ /sek
November	90	10	30
Desember	88	6	27
Januar	72	5	19
Februar	53	3,5	12
Mars	42	3,5	14
April	50	2,2	16

Man vil se av tabell 3 at et midlere tilskudd på 2,5 m³/sek utgjør en liten del av middelvannføringen, men ved ekstra lav vannføring (jfr. Min. i tab. 3) i desember-mars blir magasin-tilskuddet av stor betydning. I vinterperioder med minimalt tilsig og stor belastning ved Bardufoss kraftstasjon ville det derfor være behov for ukeregulering med periodevis større tapping fra Alte vann, etter at begge aggregater ved det gamle kraftverk kom i drift.

Men tabell 3 gjør det også innlysende at det i vannfattige vintre ville komme et stigende behov for større regulering av Alte vann for å dekke det økende energibehov.

B. Reguleringen av 1951 (3 m senkning). Foreløbig oppdemning av 1957 (1,2 m).

Etter at Bardufoss kraftlag hadde fått adgang til å leie statens andel i Bardufossen for utbygging av det samlede fall (Kgl. res. 24.2.1950) fikk kraftlaget ved Kgl. res. av 15. juni 1951 adgang til å gjennomføre en senkning av Alte vann på 3 m, heri innbefattet den tidligere senkning av 1922 på 0,7 m (jfr. St.prp.nr.65, 1951). Den gamle provisoriske kanal ble erstattet med en ny kanal fra Alte vann pluss en utdypning av Straumen. Senkningsarbeidene ble først ferdig 15. des. 1954. Den nye kraftstasjon i Bardufoss ble satt i drift med ett aggregat på 13000 (max. 15000) Kw høsten 1953. Et aggregat nr. 2 av samme størrelse ble planlagt for et senere byggetrinn og blir aktuelt når den fulle regulering av Alte vann nå snart blir gjennomført. Ved 13000 Kw er vannforbruket ca. 32,5 m³/sek og ved 15000 Kw ca. 37,5 m³/sek.

Ved 3 m senkning innvinnes et magasin på 150 mill. m³, hvorav 115 mill. m³ ved den nye senkning på 2,3 m. Magasinet på 150 mill. m³ gir en beregnet vannføringsøkning på 10,7 m³/sek. Av dette skyldes 8,2 m³/sek den nye senkning, mens 2,5 m³/sek skyldes den gamle senkning av 1922. Vannføringsøkningen er her beregnet etter Bardufoss kraftverks behov.

Av det som nettopp er nevnt om maskininstallasjonen i Bardufoss kraftverk sammenholdt med middelvannføringen i vintertiden (jfr. tabell 3 ovenfor) vil det fremgå at hvis installasjonen skulle bli utnyttet til å ta topper i belastningen måtte det etableres et inntaksmagasin som kunne muliggjøre døgnregulering. I kraftverkets utbygging inngikk derfor også byggingen av en inntaksdam, og tillatelse til å bygge en sådan ble gitt ved Kgl. res. av 8. juni 1951 på nærmere angitte betingelser. Virkningene av inntaksdammen og av kraftverkets manøvrering av vannforbruket i de år som er gått siden det nye verket kom i drift (hösten 1953) vil jeg behandle i en senere utredning.

I 1957 fikk A/S Bardufoss en kontrakt med Vassdragsvesenet (på grunnlag av den reguleringstillatelse som Vassdragsvesenet hadde fått ved Kgl. res. 13. juni 1957 om å gjennomføre en full regulering, jfr. nedenfor) hvorefter det ble gjennomført en foreløbig oppdemning på 1,2 m, slik at reguleringshöyden ble 4,2 m. Det ble oppført en midlertidig dam ved Altevannets utfallsos. Derved ble innvunnet ca. 50 mill. m³ i tillegg til de før nevnte 150 mill. m³, og dette nye tilskudd betyr en vannføringsøkning på 3,6 m³/sek. Vi får altså å regne med følgende vannføringsøkninger i vintertiden ved tapning fra Altevann:

0,7 m senkning (1922) gir	2,5 m ³ /sek	ökning
2,3 m " (fra des. 1954) gir	8,2 "	"
1,2 m oppdemning (fra hösten 1957) gir ..	3,6 "	"

4,2 m reguleringshöyde gir (fra hösten 1957) 14,3 m³/sek ökning.

Fra hösten 1953, da den nye kraftstasjon kom i drift, kan man fölgelig for hver vinter regne ut den beregnete disponible vannføring fra Altevann, når man går ut fra det gjennomsnittlige avløp fra Altevann i perioden 1920-50, som innbefatter

økningen som 0,7 m-senkningen skaffet, og som er

for desember	7 m ³ /sek
januar	5
februar	4
mars	4

og adderer de respektive vintres tilleggsøkning. Man får da tabell 4:

Tabell 4. Beregnet disponibel vannføring fra Altevann.

Reg.høyde	Vinter	Des.	Jan.	Febr.	Mars
3 m	Fra 1953/54 til 1956/57	15	13	12	12 m ³ /sek
4,2 m	Fra 1957/58 til Innset I er i drift	19	17	16	16

For å belyse hvordan den faktiske tapning har vært har jeg tatt for meg oppgaver over tapningen fra Altevann fra de siste 4 vintre, fremstillet av Vassdragsvesenets iskontor i kurver, hvorav jeg grafisk har tatt ut månedsmidlene. Resultatet er gitt i tabell 5:

Tabell 5. Månedsmidler av foretatt tapning fra Altevann.

	Des.	Jan.	Febr.	Mars
1955-56	16	12	12	8 m ³ /sek
1956-57	13	10	11	8
1957-58	14	15	15	14
1958-59	7	15	9	-

Sammenlikner man tabellene 4 og 5 finner man at i vintrene 1955-56 og 1956-57 utnyttet Bardufoss kraftverk stort sett det nye magasin som 3 m-senkningen skaffet, men at tilskuddet fra 1,2 m-oppdemningen neppe ble helt utnyttet i 1957-58 og i 1958-59.

Etter dette vil jeg legge følgende beregning av avløpet fra Altevann til grunn for mine beregninger over isforholdene på Altevann og på elvestrekningen Altevann-Straumsmo:

1. I vintrene t.o.m. 1952-53 regnes med at avløpet fra Altevann vil avta fra ca. 7 m³/sek i desember til ca. 4 m³/sek i mars.

2. I vintrene 1953-54 til 1956-57 regnes med et avløp som vil avta fra ca. 15 m³/sek i desember til ca. 12 m³/sek i mars.
3. I vintrene fra 1957-58 til Innset kraftverk kommer i drift regnes med et avløp som vil avta fra ca. 19 m³/sek i desember til ca. 16 m³/sek i mars.

Det bemerkes at i offisielle dokumenter og i tabeller og kurver brukes betegnelsen "för reguleringen" også for den årrekke da 0,7 m-senkningen var etablert. Man bör derfor være oppmerksom på at "uregulert" i streng forstand var Barduelven bare för 1922.

Vannføringen hadde för reguleringen av 1951 store svingninger, slik som tabell 1 og tabell 3 viser. Under mildværsperioder kunne det bli meget høy vannføring, og Vassdragsvesenets bygningsavdeling oppsummerer bl.a. erfaringene i sin utredning av 19. nov. 1958 ved å uttale at "för reguleringen (d.v.s. av 1957) har vintervannføringen på strekningen Strömsmo-Setermoen variert mellom grenser på omtrent 2 og 60 m³/sek."

C. Den fullstendige regulering av 1957. (Samlet reguleringshøyde 16,2 m).

Ved Kgl. res. av 13. juni 1957 har Vassdragsvesenet fått tillatelse til å øke oppdemningen av Altevann til 13,2 m og beholde den tidligere senkning på 3 m, (altså en reguleringshøyde på 16,2 m).

Reguleringen skjer for å kunne bygge ut de to øverste fall i vassdraget, Innsetfallene og Straumsmofallene, og reguleringsdammen ved Altevann bygges derfor ut for den fulle reguleringshøyde. Dammen er samtidig inntaksdam for Innset kraftstasjon som har utløp til Innsetvannet. Elvestrekningen mellom Altevann og Innsetvann blir nærmest tørrlagt og i nedste delen vil lavvannføringen være redusert fra 1,6 m³/sek til 0,1 m³/sek. Man må regne med at under stans i Innset kraftstasjon vil det bli sluppet vann i elveløpet for å skaffe driftsvann til de nedenfor liggende kraftstasjoner.

Innsetvann vil bli inntaksmagasin for Straumsmo kraftstasjon. Det er regnet med en reguleringshøyde på 2 m, (fra 300 til 302 m.o.h.) Når Staumsmo kraftstasjon er blitt

utbygget vil driftsvannet fra Innsetvann gå i tunnel og elvestrekningen vil bare få det lokale tilsig mellom Innsetvann og Straumsmo. Ved hel eller delvis stans i Straumsmo kraftstasjon må det være adgang til å slippe driftsvannet fra Innsetvann i elveløpet.

Når Altevanns reguleringshøyde blir 16,2 m blir iflg. Bygningsavdelingens utredning den beregnete tapning fra Altevann for vintermånedene:

Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Febr.	Mars	April
37	44	46	48	48	41	34 m ³ /sek

Innenfor de enkelte måneder må en regne med betydelige belastningsvariasjoner, og det må være adgang til å tappe inntil 60 m³/sek som er full belastning av den disponible maskininstallasjon. Bygningsavdelingen er kommet til at under vanlige driftsforhold vil ukes- og døgnvariasjonen være ca. 12 m³/sek, at altså middeltapningen for f.eks. januar vil variere mellom $48 + 6 = 54$ og $48 - 6 = 42$ m³/sek. Man kan imidlertid ikke binde seg til bestemte avgrensninger av belastningsvariasjonen, da tapningen fra Altevann til enhver tid må kunne skje slik kraftbehovet tilsier. Bygningsavdelingen anfører senere i uttalelsen at avløpet fra Altevann under vanlige omstendigheter vil kunne variere innen grensene 20 og 60 m³/sek, med ukes- og døgnvariasjoner av størrelsesordenen plus/minus 6 m³/sek.

Det uttales videre at "för reguleringen har vintervannföringen på strekningen Straumsmo-Setermoen variert mellom grensene på omtrent 2 og 60 m³/sek. Etter reguleringen må en regne med at vintervannföringen kan variere mellom 22 og vel 100 m³/sek, men vannföringer over 80 m³/sek vil ventelig bare forekomme ett og annet år".

Ved full regulering av Altevann kan man etter dette bruke følgende tall for avløpet fra Altevann når man skal bedømme isforholdene på Altevann og på elvestrekningen Altevann-Straumsmo:

1. Når Innset kraftstasjon er blitt fullt utbygget vil avløpet fra Altevann avta fra ca. 46 m³/sek i desember til ca. 41 m³/sek i mars. Variasjoner mellom 20 og 60 m³/sek vil forekomme, og tilsvarende variasjo-

ner vil tilførslen til Innsetvann ha.

Så lenge Straumsmo kraftverk ikke er utbygget vil elveløpet ned til Straumsmo også få liknende variasjoner i vannføringen. Det lokale tilsig spiller liten rolle i vintertiden.

2. Når begge kraftstasjoner er utbygget vil avløpet fra Altevann variere innen de grenser som er oppgitt under pkt. 1. Vannstanden i Innsetvann vil variere med spillerom på opptil 2 m. Vannføringen fra Straumsmo kraftstasjon vil innenfor det enkelte døgn kunne variere anderledes enn ved Innset kraftstasjon, men ukesvariasjonene vil praktisk talt følges ad for de to kraftstasjoner. Det lokale tilsig mellom Innsetvann og Straumsmo kommer som et lite tillegg i elven like nedenfor avløpet fra Straumsmo kraftstasjon.

3. Isforholdene på Altevann før og etter reguleringen.

Altevann har ved naturlig vannstand (kote 475,8 m.o.h.) en flate på ca. 53 km² og ved oppdemning til kote 489 settes ca. 25 km² under vann, d.v.s. overflaten økes med praktisk talt 50 prosent. Det foreligger ikke dybdekart ennå - hvilket ville være ønskelig - men under befaringen ifjor sommer tok jeg en del loddskudd som viste følgende dybdeforhold:

I det grunne bassenget mellom utløpet og Straumen måltes 18 m dyp midtfjords ca. 0,9 km fra Straumen. I 300 m avstand fra Straumen måltes 10 m.

I hovedbassenget måltes:

Midtfjords og	3,2 km	fra Straumen	50 m	dypt.	
"	5,3	" "	"	40	" " (Storbukta)
"	6,9	" "	"	49	" "
"	0,7	" "	Vargnesset	32 m	dypt.

Lenger inne måltes et snitt rett nordover fra Hilmar Sörmos hytte. I en avstand på 300 m fra land måltes 41 m dyp, men i 800 m avstand nådde loddlinen på 75 m ikke bunn, heller ikke midtfjords.

I den innerste delen av vannet ble det ikke loddet.

Disse spredte loddskudd er tilstrekkelige til å karakterisere hovedbassenget i Altevann som et dypt vann, mens bassenget foran Straumen er grunnt.

Ved fullt magasin økes dybdene med 13 m. Kanalen i Straumen ligger godt og vel 16 m under høyeste regulerte vannstand, og danner en terskel i forbindelsen mellom de to bassenger i vannet. På høy vannstand i magasinet er forbindelsen

mellom de to bassenger så rommelig i tverrsnittet over Straumen at temperaturfordelingen nedover i vannet fra overflaten må antas å bli den samme i begge bassenger over terskelnivået, og bestemt av den temperaturfordeling som innstiller seg i samme skikt i hovedbassenget.

Anm. Temperaturfordelingen i Altevannets hovedbasseng i større dyp enn Straumenkanalens bunn (kote ca. 470) har således ingen betydning for vanntemperaturen i bassenget mellom Straumen og inntaksdammen.

I årene 1950-55 ble Altevann islagt i tiden 20-27. oktober gjennomsnittlig regnet, og isløsning inntrådte 1. juni i gjennomsnitt. Men tidspunktene kan være meget forskjellige år om annet. Etter reguleringen vil islegging finne sted på en flate som er ca. 50 prosent større enn før, altså vil vannet ha en større kjøleflate, men samtidig skal også en større vannmasse avkjøles før islegging kan begynne. En mindre forsinkelse av isleggingen er sannsynlig. Tidspunktet for isløsningen vil derimot ikke bli forandret av reguleringen.

Isveksten på Altevannets store flate kommer til å foregå som før reguleringen og bestemmes av vintertemperatur og nedbør, særlig av snefall og snemengde, og av tidspunktene for snefall. Men etter som vannstanden i magasinet synker under tapningen, vil isdekket slå sprekker langs land, den oppsprukne isen blir liggende på den tørrlagte strandskråningen, og noe overvann vil vanligvis opptre langs sprekke i isen, like utenfor strandkanten. Dette betyr en ulempe for eventuell trafikk over strandsonen i tapningstiden, men der hvor stranden er jevn og har moderat skråning vil trafikk uten større vanskelighet kunne foregå.

Under tapningen av magasinet er vanntransporten størst i utløpet og avtar jo lenger strømtverrsnittet ligger fra utløpet. Midtveis på vannet passerer det vann bare fra halvparten av magasinet, og nær øvre enden av vannet vil strømmen være helt umerkelig. Ved fullt magasin er vanddybden ned til tappetunnelens overkant 16 m og dette gjelder også senkningskanalen og kanalen gjennom Straumen. Det strømførende tverrsnitt på dette tidspunkt vil derfor rekke fra overflaten ned til 16-20 meters dybde og det vil gjelde for

hele Altevann når det er islagt. Det gir overalt rikelig strömtverrsnitt og meget små vannhastigheter, og det vil gjelde mesteparten av tapningstiden helt til magasinet nærmer seg uregulert vannstand (kote 476). Da vil enkelte strömpartier få såpass innsnevrete tverrsnitt at strömhastigheten under tapningen blir så stor at den vil tære på isen. Dette gjelder partiet ved Straumen og det gjelder også det gamle elvelöpet og senkningskanalen, d.v.s. det grunne partiet fra inntaksdammen og 4-5 km oppover. Utlöpsoset over inntaket til tunnelen vil etter hvert utvide seg oppover denne strekning, mens det tidligere i tapningstiden vil ha bare et moderat omfang.

4. Vanntemperaturen i avlöpet fra Altevann för og etter reguleringen.

För 1954, da bare 0,7 meters-senkningen var i bruk, har avlöpet fra Altevann hatt en temperatur som sannsynligvis lå nær $0,5^{\circ}\text{C}$, litt avtagende utover vinteren. Under vanlige vinterforhold ville en slik overtemperatur være forsvunnet allerede för begynnelsen av Storfossen. Etter 1954, så lenge 3 meters-senkningen var i bruk, ville det i den förste delen av tappeperioden strömmen vann inn i kanalen fra et vannlag som gikk ned til vel 3 meters dyp. Da har vanntemperaturen vanligvis vært noe over $0,5^{\circ}$ i avlöpet, men så har den avtatt etter hvert som vannstanden avtok, slik som de foreliggende målinger av vanntemperaturen også viser. Også i dette tilfelle vil overtemperaturen være forsvunnet ved begynnelsen av Storfossen under vanlige vinterforhold.

I de vintre det har vært en senkning på 3 m og en oppdemning på 1,2 m, nemlig 1957-58 og 1958-59, viser målingene fra 1958-59 at vanntemperaturen sank fra $0,8^{\circ}$ i desember til $0,5^{\circ}$ i februar, og antakelig vil den synke et par tiendedeler til i löpet av mars. Ved begynnelsen av Storfossen har da vanntemperaturen sannsynligvis vært noen få tiendedeler over null i desember-januar, men senere avtagende mot praktisk talt null grader.

Når den fulle regulering er tatt i bruk kan man i begynnelsen av tapningstiden vente at vanntemperaturen i tun-

nelinntaket ved reguleringsdammen vil ligge nær vannets temperatur i ca. 16 meters dyp, antakelig mellom $1,5^{\circ}$ og opp mot $2,0^{\circ}\text{C}$. Men etter hvert som vannstanden senkes vil vanntemperaturen avta og på slutten av tapningsperioden vil den antakelig være nær $0,5^{\circ}\text{C}$. Da vannets temperatur bare vil forandre seg helt ubetydelig under passasjen av tunnelen og turbinene i Innset kraftstasjon (tilsammen ca. $0,1^{\circ}$ stigning), vil vanntemperaturen i tapningsvannet fra Altevann få stor innflytelse på isforholdene på Innsetvannet (se avsnitt 6).

5. Isforholdene på elvestrekningen Altevann-Straumsmo för Innset kraftstasjon er satt i drift.

Fra Storfossens begynnelse til Innsetvann er det et fall på ca. 170 m og da fallenergien under vannets passasje nedover elven blir omsatt i varme, vil 170 meters fall svare til en temperaturøkning på $0,4^{\circ}$ i vannet. Dette kommer i tillegg til den temperatur vannet hadde ved begynnelsen av Storfossen. Som nevnt i foregående avsnitt vil vannet komme til Storfossen med ubetydelig overtemperatur under de foreløbige reguleringer (0,7 m, 3 m, 4,2 m). Med tilstrekkelig nøyaktighet kan man regne med at vannet som passerer nedover fallene og strykene må ha fjernet en overtemperatur på ca. $0,5^{\circ}$ för isproduksjon kan begynne. Jeg skal ikke gjennomgå hvordan varmetapet på strekningen kan beregnes av elvebredden, vannføringen, og av de meteorologiske forhold, men bare gjengi hovedresultatet:

Under kuldeperioder vil det på størsteparten av elvestrekningen bli en betydelig isproduksjon ved kjöiving, bunnis og isdammer, så elveleiet i fossene og strykene blir mer eller mindre fylt av sammenpakket sarr og isflak. Fortsetter kulden vil elven söke å stabilisere seg, fordi varmeproduksjonen i fallene vil gjöre at vannet tærer seg et löp, dels med åpne strömråker og dels under ismassene. I strömråkene skaffer avkjölingen balanse med varmetviklingen i strykene.

Her kommer det inn en viktig erfaring, nemlig at det er en nöye sammenheng mellom vanntemperatur, vannhastighet og råkdannelse. Ved f.eks. en vanntemperatur på bare $0,02^{\circ}\text{C}$ vil det tæres strömråk hvis vannhastigheten overstiger ca. 1 m/sek.

En annen viktig erfaring er at ved vannhastigheter større enn ca. 0,6 m/sek vil drivende sarr dukke under en iskant og føres videre nedover inntil hastigheten blir såpass moderat at sarret kan bli avleiret under "istaket". Slike oppsamlete sarmengder er vel kjent såvel ved Innset vannmerke som ved Straumsmo vannmerke, og bevirker stigning av vannstanden ("isoppstuing").

Med skiftende vær blir det på en slik fallstrekning varierende isproduksjon, og sammen med en økning i vannføringen blir det da ofte overvann. Dette gjelder særlig elvelöp som er såpass smale at isdekket så å si er fastspennt mellom begge sider av elven.

Alt i alt vil isforholdene på fallstrekningen ovenfor Innset være sterkt utsatt for å forandres ved værforandringer. Ved omslag til mildvær av noen varighet vil varmeproduksjonen i fallet komme som et effektivt tillegg til den varmeoverføring som skyldes luftens varmegrader. Det kan da hende at elven oppe i strykene rensker seg for is på enkelte strekninger. Og på de slake partier nærmest Innsetvannet kan det da bli åpne strömfar.

Økning av tapningen i vintertiden vil når den foretas raskt også få en stor innflytelse på isforholdene på denne strekning.

På steder hvor isveier brukes mellom Altevann og Innsetvann vil derfor hvert nytt reguleringstrinn ha redusert brukbarheten av isveiene. Av israpportene for de senere vintrene vil det fremgå i hvilken utstrekning dette hittil har vært tilfelle.

Etter at full regulering er gjennomført vil det bare bli ved driftsstans i Innset kraftstasjon at elven får full vannføring. I slike kortvarige tilfeller vil elven bli ufarbar mellom inntaksdam og Innsetvann.

Isforholdene på Innsetvann.

Under de foreløbige reguleringer viser målingene av elvevannets temperatur ved innlöpet til Innsetvann at det holder praktisk talt null grader i vintertiden. Ved utlöpet av Innsetvannet er temperaturen et par tiendedeler over null,

på grunn av blanding med varmere vann fra Innsetvannet. Men denne overtemperatur forsvinner fort i strykene nedenfor vannet hvor kjøiving begynner. Innsetvannet har vært en del utsatt for overvann under de foreløbige reguleringstrinn, først og fremst forårsaket av vekslende sarrtilførsel fra strykene ovenfor Innset, slik som før omtalt.

Mellom Innsetvann og Straumsmo bru er fallet ca. 227 m og den tilsvarende oppvarming av vannet er $0,53^{\circ}$. Isforholdene på denne elvestrekningen vil under de forskjellige foreløbige reguleringstrinn være av samme varierende karakter som på strekningen Storfossen-Innset, og jeg henviser til den utredning som er gitt ovenfor.

Anm. Etter at full regulering er gjennomført blir det bare ved driftsstans i Straumsmo kraftstasjon at elven får full vannføring på denne strekningen. I slike tilfeller vil elven bli ufarbar.

6. Isforholdene på strekningen Altevann-Straumsmo ved full regulering.

I avsnitt 4 har jeg antatt at vanntemperaturen ved full regulering vil være mellom $1,5^{\circ}$ og 2°C i tunnelinntaket ved begynnelsen av tapningstiden, og etter hvert avta til ca. $0,5^{\circ}$ på slutten av tapningstiden. Under passasjen av tunnelen og turbinene i Innset kraftstasjon vil temperaturen øke ca. $0,1^{\circ}$. Ved innløpet til Innsetvann vil således vannet ha praktisk talt samme temperatur som i tunnelinntaket. Passasjen gjennom Innsetvann vil bare skaffe en liten avkjøling, anslagsvis to tiendedels grad, og en betydelig del av Innsetvannet vil bli åpent. Til gjengjeld vil all tilførsel av sarr være forsvunnet, og eventuelt overvann på den islagte delen av vannet vil skyldes dels døgnvariasjonene i de to kraftstasjoners drift (opp til 2 m), og dels vanlig snebelastning. Hyppig sprekkdannelse i isen langs land vil øke vanskelighetene for bruken av isveier på den islagte delen, og alt i alt er det tvilsomt om isveier på Innsetvann vil bli av synderlig praktisk verdi etter at full regulering er gjennomført.

Under passasjen av tunnelen og turbinene i Straumsmo kraftstasjon vil vanntemperaturen øke med vel $0,1^{\circ}$ og det kom-

penserer praktisk talt avkjølingen som vannet ville ha fått under gjennomstrømningen av Innsetvann. Resultatet blir derfor at vanntemperaturen i avløpet fra Straumsmo kraftstasjon vil bli praktisk talt den samme som tapningsvannet fra Altevann hadde i tunnelinntaket ved reguleringsdammen.

Denne forholdsvis høye, men jevnt avtagende vanntemperatur blir bestemmende for isleggingen på en betydelig strekning av elven nedenfor Straumsmo, sammen med den betydelige økning av vannhastigheten som den fulle regulering medfører. Om dette vises til en senere uttalelse.

Oslo, 25. mars 1959.

Olaf Devik.