

Reguleringen av Barduelv og dens innflytelse på isforholdene i vassdraget nedover fra Altevatn.

§ 1. Problemstilling.

Spørsmålet om hvorledes en regulering vil påvirke isforholdene innenfor reguleringens virkningsområde må først og fremst baseres på de alminnelige fysikalske love, som gjelder for isleggingsprosessen, når denne sees i relasjon til elveleiets topografi og de meteorologiske forhold.

Vi må her være oppmerksom på, at isleggingsprosessen artar seg vesentlig forskjellig på stillestående vann og på strekninger med betydelig fall, hvor vannhastigheten og hvirvelbevegelsene er så stor, at vannet er fullstendig blandet, slik at f.eks. vannets temperatur er tilnærmet konstant over hele det sterkt strømmende tverrprofil av elven.

Mellom disse to grensetilfeller kan vi ha alle mulige overganger av mere eller mindre stille elvepartier.

Med en slik analyse av isleggingsprosessen, med kjennskap til elvens topografi, de klimatiske forhold og vannføringen i lavvannsperioden under de naturgitte forhold, må en søke å danne seg en begrunnet mening om hvorledes isforholdene i sine hovedtrekk må ha artet seg i uregulert elv. Her vil en kunne støtte seg til de erfaringer, som er gjort av egnens befolkning, som gjennom årelang virksomhet har vært avhengig av isforholdene i elven.

Reguleringens virkninger er bestemt ved de inngrep som er gjort i elvens topografi ved anlegg av reguleringsmagasiner og av de tekniske anordninger, som trenges for utnyttelsen av det magasinerte vann og de forskrifter, som er gitt for den frihet regulanten har til å utnytte vannet i bedriftens tjeneste. Herunder kommer planer for og beskrivelser av de tekniske anordninger, konsesjonsbetingelser med manøvreringsreglement, samt eventuelt innskrenkende skjønnsforutsetninger.

Vår oppgave blir da, under forøvrig de samme meteorologiske forhold, å finne ut, på hva måte og i hvilken grad de forandringer i vassdraget, som reguleringen forårsaker, vil innvirke på isforholdene, og hvilke ulemper og skader derved må antas å ville oppstå.

§ 2. Dokumenter til belysning av reguleringen av Barduelv og dens virkninger på isforholdene.

1. St. prop. nr. 65 (1951). Om tillatelse for A/S Bardufoss Kraftlag til å foreta en regulering av Altevatn, Bardu Herred, Troms Fylke.
2. Konsesjon for A/S B.K. på regulering av Altevatn (15. juni 1951).
3. Søknad fra A/S B.K. av 3. april 1950 om tillatelse til oppdemning av Barduelva, med følgende vedlegg:
 - a. Plan for utbygging av Bardufossen
 - b. " " inntaksdammen.
 - c. Manøvreringsreglement og detaljkarter vedrørende oppdemningen.
 - d. Nødvendigheten av inntaksmagasinet.
 - e. Fordeler ved utbygging av Bardufoss
 - f. og g. Ulemper på veier samt på jord.
4. Vassdragsvesenets behandling av søknaden om tillatelse til oppdemning av Barduelv foran inntaksdammen, undertegnet av vassdragsdirektør Fredrik Vogt 8. mai 1951.
5. Protestskrift fra grunneiere ved Barduelv mot oppdemningen av Barduelv (1950).
6. Skriv til A/S B.K. av 20.6.51 fra Industridepartementet ved D. Mellum om Kronprinsregentens resolusjon av 8.6.51. vedrørende tillatelse til oppdemning av Barduelv ifølge søknad av 3.4.50.
7. Redegjørelse fra A/S B.K. av 31.1.52 om inntaksmagasinetts anvendelse i første byggetrin.
8. Redegjørelse av 3.2.52 fra A/S B.K.. Anvendelse av inntaksmagasinet dersom en ser bort fra samkjøring med andre verk.
9. Brev av 14.2.52 til vassdragsvesent fra o.r.sakfører Hustad om anlegg av inntaksdam.
10. Svar av 19.2.52 fra O.Elverom på o.r.sakfører Hustads skriv
11. Utredning av ingeniør Mollø-Christensen om hvordan driften av Bardu Kraftstasjon antas å bli (datert 20.2.1952)

12. Erklæring fra Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen, Hydrologisk Avdeling: "Isforholdene i Barduelv", med to vedlegg.
Undertittel: "Erklæring om faktorer som innvirker på isforholdene angående sak nr. 9/1951 B: A/S Bardufoss Kraftlag mot grunneiere og rettighetshavere ved Bardufoss." Erklæring fremlagt av herr Kanavin.
13. Ingeniør Mollø-Christønsens redegjørelse av 26.3.1955 i anledning "Tiltaksskjønn Bardufoss": "Fortsatte observasjoner og notater ved Evjen ca. 4.7 km ovenfor Bardufoss inntaksdam."
14. Tegninger og kart i stor målestokk av B.K. og inntaksdam:
 - a. Tegninger av inntaksdam (33 - 128 c).
 - b. Bardufoss K.V. (00 - 109)
 - c. Kart i målestokk 1 : 1000 over Kraftverkets byggeområde (00 - 001).
 - d. 6 kartblader i M. 1 : 2000 over oppdemningsområdet.
 - e. Vannstand ved forskjellige vassføringer og en del profiler i inntaksmagasinet (30 - 418).
 - f. Lengdeprofil for inntaksmagasinet som viser vannstand ved 200 800 m³/sek (30 - 011)
 - g. Oversiktskart i M 1 : 10.000 over oppdemningsområdet (00 - 022 a).
15. Kurver over vassføring ved Bardufoss vassmerke, Barduelv 1930 - 46 (00 - 302 a)
16. Tabellr over midlere måneds- og årsavløp 1921 - 50 i Barduelv ved Bardufoss og Insetvatn. Etter anmodning mottatt fra overingeniør Sjøgren i Vassdragsvesenet.
17. Vassdragsvesenets lengdeprofil for Barduelv fra Målselv til Altevatn.
18. Gradteigkart over Målselv og Bardu.
19. Utskrift av rettsbok for Senja Herredsrett vedrørende skjønn ved Bardufoss 1951, samt for 1952.
20. Oversikt over isforholdene i Barduelv og Målselv fra

Tabell I-

Fallenes fordeling i Barduselv.

A = avstand fra Målselv i km., H = høyden over havet i m., L = seksjonens lengde i km, h = seksjonens fall, f = fallet i m/km.

Sted	A	H	Seks- jons nr	L km	h m	f m/km	Steder i seksjonen
Eløp Altavatn	80	477					
Lappskardelva	79.3	469	1	0.7	8.0	11.4	
M. (Øy)	76	466.4	2	3.3	2.6	0.78	Høl, Altahus (A=79)
			3	3.25	157.9	48.5	Storfoss (74-75), F.M.29, Inset foss (72,8-74) Straumset
Inset foss	72.75	308.5	4	0.25	0.1	0.4	Myrbekk
M. 28	72.5	308.4	5	1.0	9.4	9.4	Solset
Bekk Solset	71.5	299.0	6	3.2	1.0	0.3	Insetvatn (Veslevatn)
El. Veslevatn	68.3	298.0	7	2.7	34.5	12.3	Raudhøl (Rauføya), Båsbekkan.
Høl (Seterøya)	65.6	264	8	1.2	0	0	Høl, Straumsø bru
Eløp Høl (Bru)	64.4	264	9	7.0	174.0	24.9	Straumsø elva, Stal- oelv, Breifallfoss, Dalberg (61.5) Adrianbakken. Stor- foss, Straumslie.
Inset Storfoss	57.4	90	10	1.8	8.0	4.4	Straumslie tverrelv, Solvang, Storbekk
M. 18	55.6	82	11	0.2	7.0	35.0	Straumsmofoss
Inset Straumsmofoss	55.4	75	12	4.4	5.0	1.13	Straumsmo bru, Berg- set, Sirdalselv (50.8)
Sirdalselv	51.0	70	13	10.5	1.8	0.17	Bergsbekk skole, Øytangen, Lappskard- elv, Egga, Tverrelv Haugen, Viken, Bjørkan.
Lappshaug	40.5	68.2	14	8.0	9.7	1.2	Aspelund (39.5), Rundtrop, Setermoen (34.6) Asvang.
Østvoll	32.5	58.5	15	3.5	2.0	0.57	Jenningen, Alstad (30.6)
Heim	29.0	56.5	16	23.5	3.5	0.15	Moen, Lonkan, Mo- tverrelv (27.8), Utby, Rønningen, Tune, Vangseter, Tuneseter, Blomlie (21.5), Anset, Bjør- kli (20), Fossle Nymoene (16.2)
Eløp Bardufoss	5.5	53					

Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen, Hydrologisk
ved E. Kanavin.

21. Innflytelse av reguleringen av Altevatn på isforholdene i Barduelv og Målselv. Redegjørelse av 28.2.1956 fra E. Kanavin.
22. Notater av Jan Evjen i tia fra inntaksdammen ble fylt den 17.10.1953, omfattende vinterne 1953/54. Vinteren 1954/55 og 1955/56.
23. Notater ved Oliver Strand i tida fra inntaksdammen ved Bardufoss ble fylt den 17.10.1953, datert 13.12.1955.
24. Ferdselsvansker over Barduelva ved Fossmo i 1955/56. Ved John Blom, datert 22.2.56.
25. Notater fra Harder Lorentsen, Elvskiftnes, Bardu, datert 15.2.1956.
26. Prosesskrift av advokat H. Holmboe datert 26.3.56 med 10 vedlegg samlet i et hefte.
27. Beretning om befaring av Barduelv 26.februar til 3.mars 1956, datert 24.4.1956. (Vedlegg 1).

§ 3. Barduvassdragets topografi.

« Som antydnet i innledningen har elvevannets hastighet stor innflytelse på isforholdene, og derfor er kjennskapet til størrelsen og fordelingen av fallene av avgjørende betydning. For en bestemt vannføring avhenger vannhastigheten dessuten av elvens bredde og dybdeforhold.

For å gi et sammentrengt bilde av fallenes fordeling og størrelse har jeg ved hjelp av vassdragsvesenets lengdeprofiler fra Altevatn til topp Bardufoss inndelt elven i seksjoner, slik at fallet innen hver seksjon kan betraktes som konstant. Resultatene er oppført i tabell I. I første kolonne er oppført navnet på delingspunktene for seksjonene- (A) er disse punkters avstand (i km) fra sammenløpet med Målselv, (B) er høyden over havet i meter. (C) seksjonens lengde i km, (D) dens fallhøyde i

meter, (f) er fallet 1 meter pr. km.. Til nærmere orientering er tilslutt oppført navnene på en del steder beliggende innen seksjonen.

For strekninger med merkbart fall kan vannhastigheten for en bestemt vannføring (q) tilnærmet bestemmes når vi kjenner elvens effektive bredde (b) og fallet (f). Ved hjelp av et kurvediagram utarbeidet av dr. Devik ^{x)} kan en tilnærmet finne elvevannets gjennomsnittshastighet i tverrprøfilet, når fallet (f) og forholdet (q/b) er kjent. Med effektiv bredde forstås bredden av den del, der i vesentlig grad deltar i vanntransporten. Der bortsees med andre ord fra mere stillestående partier ved breddene og innbuktninger.

Med kjennskap til fallforholdene og elvens bredde kan en forholdsvis lett skaffe seg et tilnærmet kjennskap til, hvorledes vannhastigheten varierer med vannføringen på de forskjellige seksjoner av elven.

Fra Vassdragsvesenets hydrologiske undersøkelser av Barduelv foreligger observasjoner for en lang årrekke over vannføringen og nedslagsfeltets økning nedover i elven (tilsikt).

Som det sees av tabell I har elven på den ca. 25 km lange strekning fra utløp Altevatn til foten av Strausmofoss et samlet fall på 402 m, altså et gjennomsnittsfall på ca. 16 m/km. Fallet fordeler seg på to strekninger adskilt ved Insetvant, en øvre på ca. 8 km og et fall på 178 m og en nedre på ca. 13 km og fallhøyde på 223 m.

På den ca. 50 km lange nedre strekning fra fot Strausmofoss til topp Bardufoss går elven forholdsvis rolig med et samlet fall på 22 m og et gjennomsnittsfall på kun 0,44 m/km.

På de øvre fallstrekninger går elven for det meste i et trangt løie med bratte elvekanter. Bredden er ifølge Kanavin på enkelte fallstrekninger ikke mere enn 15 - 20 m. På det nedre stille parti vider elven seg ut. Bredden varierer med vannføringen og fra sted til sted. Med den moderate vannføring er her ved frostens inntreden kan elvens bredde på dette nedre stille parti variere mellom ca. 80 til 150 m.

Ved Bardufoss faller elven ca. 48 m på en strekning av 1,3 km. Fra foten av Bardufoss og til sammenløp med Målselv, en strekning på 3,4 km går elven med et midlere fall på 0,45 m/km.

x) Olaf Devik: Geofys. Publ. IX No 1, side 56. 57.

§ 4. De klimatiske forhold i nedslagsfeltet.

I dokument nr. 20, fra Norges Vassdrags- og Elektrisitetsvesen, er i fig. 6^a gitt en tabell som viser midlere månedlige lufttemperatur og månedlig nedbør i Dividalen for vintermånedene oktober - mai, omfattende tidsrummet 1921 - 55. Vinteråret ved Dividalen er som det sees, karakterisert ved streng kulde og liten nedbør, der hersker altså et typisk innlands-klima. Stasjonen ligger oppe i Målselvdalen, 202 m.o.h.

Denne observasjonsserie for 1921 - 54 gir månedlige verdier for temperatur og nedbør som vist i tabell IIa (to øverste linjer).

Tabell II a.

	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Febr.	Mars	April	
Mid.temp.	+ 0.4	- 4.8	- 7.0	- 8.5	- 9.0	- 6.2	- 1.0	Fått fra Vass- drag ves.
Midl. ned- bør i mm	30	16	15	15	10	13	10	
Mid.temp. Mottatt fra Met. Inst.	- 1.1	- 6.6	- 9.6	- 10.4	- 9.6	- 7.3	- 20.	

Verdiene i siste linje, som er tatt fra Meteorologisk Institutt's klimatabeller, er basert på en 60-års periode 1861 - 1920 og viser adskillig lavere middeltemperaturer enn dem som er funnet av vassdragsvesenet. Tabellen viser at klimaet ved Dividalen er karakterisert ved en kald, tørr vinter, som må regnes for å vare i ca. 7 måneder. Det er rimelig å anta, at resultatene fra Dividalen i store trekk også gjelder for den høytliggende øvre del av Barduelvens nedslagsfelt.

På det lavere parti fra utløpet i Målselv og oppover til foten av Straumsmofoss blir klimaet i noen grad preget av kystens nærhet. Dette fremgår også av den observasjonsserie fra Bardufoss som er gitt i fig. 6^b i dokument 20, omfattende 9-års perioden 1946-55. Vi merker her såvel i temperatur som i nedbør større fluktuasjoner enn dem som opptrådte ved Dividalen. De månedlige midler for temperatur og nedbør hentet fra dokument no 20 er oppført i tabell IIb. I 2nnen linje er oppført de månedlige midler av nedbøren ved Dividalen for samme tidsperiode (1946 - 55).

Tabell II b

Midlere månedlig temperatur og nedbør ved Bardufoss og Dividal
for 1946-55-

Sted	Art.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Febr.	Mars	April	
Bardufoss	Temp.	+ 1.2	- 6.1	- 6.8	- 7.4	- 9.0	- 5.2	+ 0.4	
	Nedbør	38	38	50	65	53	50	44	= 348 mm
Dividal	Temp.	+ 1.1	- 5.1	- 6.0	- 9.1	- 9.2	- 5.9	- 0.3	
	Nedbør	21	15	15	18	14	24	16	= 123 mm

Temperaturen ved Bardufoss og Dividal er omtrent den samme. Derimot er vinternedbøren i Bardufossdistriktet nesten tre ganger større enn ved Dividal. Hvis forholdene ved Dividal er representative for de høytliggende øvre områder av Barduvassdraget, så betyr dette, at nedbøren er betydelig større på de nedre nedslagsfelter, som gir tilsik til nedre del av Barduelv oppover til der fossene tar til.

Som vi skal se får dette sin bekreftelse ved studiet av vannføring og tilsiket i elven.

Når det gjelder vurderingen av den større vinternedbør i det lavere strøk omkring Bardufoss i forbindelse med spørsmålet om isforholdene før og etter reguleringen, må den sees i relasjon til den lave lufttemperatur og strenge vinterkulde. Nedbøren kommer da som regel i form av sne, som vesentlig blir liggende inntil snesmeltingen om våren. Den gir forholdsvis lite bidrag til vintervannføringen i hovedelven og bielvene så lenge temperaturen er under 0°, og dette vil erfaringsmessig være tilfellet mesteparten av vinteren, i allfall i de 5 egentlige vintermåneder november - mars.

Vi henviser til tabellene vedlegg 2, som gir temperaturen kl. 19 og nedbøren i døgnet for de 3 siste vintre. Videre henvises til temperaturkurvene fig. 8b, 9b, 9c, 9d, 10b, 10d, 11b, 11d, 11f og 12b i dokument no 20.

Kun i mildversperioder kan nedbøren komme i form av regn, som sammen med en del snesmelting kan gi en rett betydelig, men vanligvis kortvarig, økning i vannføringen.

I uregulert elv kan også kortvarige vannføringsøkninger forårsakes av vinterisgang.

Tabell III.

Gjennomsnittlig månedlig uregulert vannføring (q i m³/sek) ved Bardufoss og Insetvatn samt tilsik nedenfor Insetvatn for 1921-1950.

Sted	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Febr.	Mars	April
Bardufoss	49.8	33.1	26.0	24.5	18.1	16.9	21.7
Insetvatn	32.2	12.1	6.8	5.2	4.3	4.1	4.2
Tilsik nedenfor Insetvatn	27.6	21.0	19.2	19.3	11.8	12.8	17.5

Største og minste uregulerte månedlige vannføring for Bardufoss (1921-50)

Største vannf.	98,8	90,0	87,8	71,9	52,8	42,2	42,0
Minste vannf.	24,9	9,2	10,4	6,2	5,1	3,5	9,0
Differens	70,7	80,8	77,4	65,7	47,5	38,7	38,6

Største og minste uregulert månedlige vannføring for Insetvatn (1921-50)

Største vannf.	42,8	29,4	9,6	8,8	7,9	7,3	6,1
Minste vannf.	14,5	8,3	4,8	2,9	2,2	1,8	2,8
Differens	28,3	21,1	4,8	5,9	5,7	5,5	3,3

§ 5. Vannføringen i Barduelven om vinteren før reguleringen.

Til belysning av vannføringen før reguleringen foreligger observasjoner ved Insetvatn og Bardufoss vannmerker for en 30-års periode fra 1920 - 50. De månedlige midler for vinteren fra oktober - mai er gitt i vassdragsvesenets tabeller (dokument 20 fig. 7a og 7b).

På strekningen fra Insetvatn til Bardufoss er nedslagsfeltet øket fra 1376 til 2366 km², altså med 990 km².

I tabell IIIa øverst har vi oppført midlere månedlig vannføring i m³/sek ved Bardufoss og Insetvatn for de 7 vintermåneder (oktober - april) beregnet for 30-års perioden 1920 - 1950. I siste linje er oppført differensen for de to steder altså midlere tilsik på strekningen Insetvatn - Bardufoss. Tiltross for at nedslagsfeltet for dette tilsik er betydelig mindre enn nedslagsfeltet ved Insetvatn, skulle ifølge tabellen tilsiket være mange gange større enn vannføringen ved Insetvatn.

I tabell IIIb er oppført største og minste månedlige vannføring for 30-års perioden, samt differensen, og i nederste linje i tabell IIIc er oppført tilsvarende verdier for Insetvatn.

Som det sees viser målingene ved Bardufoss, såvel absolutt som relativt, meget større variasjoner i vannføringen enn målingene ved Insetvatn.

Fra de månedlige middelvannføringer, som er gitt i tabell IIIa, har vi beregnet det gjennomsnittlige bidrag, som hver km² leverer til de funne gjennomsnittlige vannføringer, uttrykt i liter pr. sekund pr. km². Resultatene er gitt i tabell III d.

Tabell III d

Nedsl. felt (N.F.)	Størrelse N.F.	Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Febr.	Mars	April
	km ²	l/sek km ²	l/sek km ²	l/sek km ²	l/sek km ²	l/sek km ²	l/sek km ²	l/sek km ²
Ovenf. B.F. (VM)	2366	21.3	14.0	11.1	10.4	6.8	7.2	9.3
Ovenf. Insetvatn	1376	16.1	8.8	4.9	3.8	3.1	2.9	3.0
Del. Bardufoss og Insetvatn	990	27.8	21.1	19.3	19.4	11.9	12.9	17.6

For de siste 5 vintermåneder skulle bidraget av hver km² i nedslagsfeltet mellom Bardufoss og Insetvatn være ca. 4 ganger større enn fra nedslagsfeltet ovenfor Insetvatn.

At den spesifikke yteevne av nedslagsfeltet i noen grad tiltar nedover er hva en skulle vente på grunn av, at nedbørmengden, som vi så, øket betydelig nedover i va ssdraget. Men når en tar i betraktning, at størsteparten av nedbøren faller i form av sne, som vesentlig blir liggende til sent på våren, synes den funne økning i den spesifikke yteevne på strekningen Bardufoss - Insetvatn å være usannsynlig stor. Resultatene i tabell IIId tyder på at vannføringsmålingene ved Bardufoss vannmerke er beheftet med betydelige systematiske feil, som virker til, at de målte vannføringer er for store.

Vannføringen er bestemt på grunnlag av vannstandsmålinger. Denne fremgangsmåte, som om sommeren kan gi pålitelige resultater, vil om vinteren bli vanskelig og usikker på grunn av isproduksjon, som leder til vannstandsøkning på grunn av kjøving. Men må da forsøke å finne ut, hvor stor del av den målte vannstand skyldes kjøving. Men det er som oftest vanskelig for ikke å si umulig å bestemme kjøvingshøyden eller den såkalte reduserte vannstand noenlunde nøyaktig. Fremgangsmåten er illustrert i dokument no 12a fig. 4 (Vassdragsvesenets meddelelse gjennom Kanavin av 1952 om isforholdene i Barduelva). Vi ser her, at kjøvingshøyden i vintermånedene er omtrent like stor som den reduserte vannstand. For å få et noenlunde fast holdepunkt for plasseringen av kurven for den reduserte vannstand, er der leilighetsvis foretatt direkte vannføringsmålinger om vinteren. Vi må imidlertid være oppmerksom på, at kjøvingen varierer med værforholdene og som regel slik, at kjøvingen tiltar når lufttemperaturen synker. Men når temperaturen synker og kulden øker, vil vannføringen avta fordi en betydelig del av vannet i hovedelven, såvel som i bielven, fryser til is. Under slike forhold vil en synkning i vannføringen kunne forekomme uten å gi seg tilsvarende utslag ved synkning i den reduserte vannstand. Tvert imot kan, på grunn av den økede kulde, en synkning i vannføringen ledsages av en stigning i vannstanden.

Denne utfrysning av elvevannet i sterk kulde må således lede til, at der ved Bardufoss vannmerke er funnet for store vannføringer om vinteren. De vannføringer i uregulert elv

som er funnet ved Bardufoss, kan derfor ikke legges til grunn for beregningen av de vannmengder som etter reguleringen når frem til og kan utnyttes ved Bardufoss Kraftverk.

Da det er i strenge kuldeperioder at kraftbehovet er størst, mens det naturlige tilsik samtidig er sterkt redusert, vil der til oppretthold av full drift kreves mere vann fra magasinene.

Ved relativt streng kulde må en derfor regne med sterk tapping og lite tilsik og altså liten uregulert vannføring. Ved full drift i sterk kulde kan derfor en regulerings innflytelse på isforholdene bli særlig stor.

§ 6. Om isproduksjon og islegging.

a. Islegging i innsjøer.

For å få frem de trekk som er særlig karakteristiske for isdannelse på innsjøer, vil vi anta at vi har en forholdsvis stor, dyp innsjø og at tilløp og avløp er så små at de ikke merkbart innfluerer på vannets bevegelse. Vi forutsetter at avkjølingen foregår i helt stille vær. Vannet har som bekjent sin største tetthet ved en temperatur på 4°C . Har vannet overalt en temperatur som ligger over 4° , så vil det kaldeste vann ha den største tetthet og vannet vil derfor søke å innstille seg slik at temperaturen synker nedover mot dypet. Hvis vi tenker oss at vi holdt overflaten på en konstant temperatur, ville der innstille seg en stabil skiktning av stillestående vann. Når lufttemperaturen utover høsten gradvis avtar, vil likevekten forstyrres. Det avkjølte vann er blitt tyngere og vil synke ned til det skjikt hvor vannet har samme temperatur og tetthet, mens det varmere vann rykker opp mot overflaten. Avkjølingen utløser vertikale masseutvekslinger avkjølingsprosessen som vesentlig skjer ved strömninger (konveksjon) vil forplante seg til bunds, men vil opphøre når hele vannmassen har oppnådd maksimum av tetthet ved 4°C .

Ved fortsatt avkjøling vil det kaldeste vann være det spesifikt letteste, og vertikalbevegelsene (omrøringen) opphører

på grunn av temperaturfordelingen. Der dannes seg nu en stabil skjiktning med stigende temperatur fra overflaten og nedover. I det ideelle tilfelle, da vi kan bortse fra strömninger, vil avkjølingen av vannet ikke skje ved omröring (konveksjon), men ved ledning. Men da vannets ledningsevne er liten, vil den videre avkjøling foregå meget langsomt. Hvis nu lufttemperaturen synker under 0°C , så vil et tynt overflateskikt bli avkjølet til en temperatur under 0° (underkjølt). Det underkjølte vann er kommet i en labil tilstand, og vil gå over til is. Isen som er lettere enn vann, vil bli liggende å flyte på overflaten, og der er ingen krefter som søker å före ispartiklene ned i det varmere vann, hvor de i såfall ville smelte. Under kuldens fortsatte påvirkning ökes massen av isnåler, som legger seg tett sammen til et klart gjennom-siktig fast isdekk, idet isdannelsen sørger for, at grenseflaten mellom is og vann holder seg på 0° .

Isdekket vil på denne måte beskytte vannet mot kuldens direkte innvirkning. Vannets videre avkjøling beror på at vannet grenser opp til en flate som holdes på 0° .

Da vanntemperaturen tiltar nedover, vil der gå en varme-ström oppover mot isflaten, og vannets avkjøling vil utover vinteren trenge stadig dypere ned i vannmassen. Vi kan også si det slik, at temperaturfallet pr. meter nedover fra isflaten vil avta utover vinteren. I meget dype innsjøer vil denne avkjøling ikke nå til bunds, men der kan være et vannlag på bunden, som holder seg på 4°C hele vinteren. Ved grunnere innsjøer vil vanntemperaturen ved bunden ligge adskillig under 4°C .

Forstyrrelser i dette ideelle forløp av isleggingen kan skje dels ved mildvær (eventuelt med regn), dels ved at vann fra de dypere og varmere lag bringes opp mot overflaten. Slike bevegelser (strömninger) kan oppstå ved vind som frembringer bølger og derved vanskeliggjør og forsinker isleggingen, dels ved tillöp og anlöp fra innsjøen.

Hvis kulden inntreffer under vind og bølgebevegelse, vil der visstnok dannes underkjølte vannfilmer med isnåler på overflaten, men bølgene bringer disse hurtig ned i det varmere vann hvor underkjølingen oppheves og isnålene smelter. Alt etter bølgenes styrke og varighet vil denne omröring bevirke at de övre vannlag blir mere eller mindre kjølt. Isleggingen vil

kunne ta til enten ved at vinden opphører eller når vinden har vart så lenge at det omrørte øvre lag blir avkjølet til nær frysepunktet.

Det fremgår herav, at den i innsjøen oppmagasinerte varme blir størst ved hurtig islegging i stille vær, mens den blir mindre, hvis isleggingen har foregått i forbindelse med vind og bølgegang. I første tilfelle vil temperaturstigningen pr. meter nedover bli størst. Hvis vi derfor taper vann fra et utløp som ligger et visst antall meter under innsjøens overflate, så kan vanntemperaturen ved utløpet variere sterkt fra vinter til vinter, alt etter de værforhold som har hersket i isleggingstiden.

Vanntemperaturen ved utløpet vil vanligvis vokse med utløpets dybde under vannflaten. Da vannet gradvis avkjøles utover vinteren og da vannstanden synker på grunn av tappingen, vil en finne, at vanntemperaturen er høy om høsten, før isleggingen, avtar så forholdsvis brått så snart innsjøen er isdekket, for deretter å avta gradvis utover vinteren, inntil solskinn og mildvær kan bevirke en svak stigning mot slutten av vinteren.

Dette er forhold, som har stor betydning for vurderingen av regulerings innflytelse på isforholdene i vassdrag.

Når innsjøen har lagt seg, vil, under ellers like meteorologiske forhold, den hurtighet hvormed islaget tiltar i tykkelse bli gradvis mindre. Dette beror på, at den varme som avgis til luften, og som bestemmer isproduksjonen, først må passere isdekket, som har liten ledningsevne. Isen isolerer mot isdannelsen. Islaget opphører å vokse, når den varme som elvevannet tilfører islaget nedenfra er lik varmetapet gjennom is til luften. Denne grense varierer med værforholdene. Hvis der etter en lengere kuldeperiode inntreffer mildere vær, vil varmetilførselen nedenfra kunne bli større enn varmetapet og der kan opptre tæring på isen. Særlig ofte kan denne situasjon foreligge i fall isen er dekket med sne, som har meget stor isolerende evne. Et dekke med løs sne kan ha samme isolerende virkning, som et islag av den 10-dobbelte tykkelse. Disse forhold får særlig betydning i forbindelse med islegging i strømmende elv.

§ 6b. Vannets avkjøling og isproduksjon
i sterkt strømmende elv.

Vi antar at vannet forlater en innsjø med en temperatur $+t_0^{\circ}$ og føres videre i et begrenset elveleie med så stort fall, vannhastighet og hvirvelbevegelse, at det blir omrørt og blandet, så vi kan regne med, at temperaturen på et bestemt sted er den samme over hele tverrprofilen. Under disse forutsetninger vil det ikke bli isdannelse, før vannet er avkjølt til 0° . Der hvor dette skjer kalles for nullgradstverrsnittet.

For å kunne vurdere reguleringers virkning på isforholdene er det nødvendig å kjenne til, hvorledes vannets avkjøling, 0-tverrsnittets beliggenhet, samt isproduksjonen nedenfor dette, avhenger av elveleiets fall og bredde, av vannføringen og av de meteorologiske forhold og av elvevannets varmemusholdning. Dette belyses best og nøyaktigst ved hjelp av en del enkle formler.

Vi betrakter en åpen elvestrekning av lengde (L) km, bredde (b) meter med et fall på (f) m/km og en vannføring (q), og vi antar, at elvevannet på denne strekning avkjøles $\Delta t^{\circ}\text{C}$. Da gjelder følgende formel:

$$\frac{\Delta t}{L} = \frac{S}{360} \frac{b}{q} \quad (1a)$$

Størrelsen (S) som kalles "avkjølingskoeffesienten" betyr det antall gramkalorier varme, som forlater hver kvadratsentimeter av elveoverflaten i timen.

Er vanntemperaturen i øvre ende av elvestrekningen (f.eks. ved utløpet fra en innsjø eller et magasin) to grader, så er lengden L_0 til 0-gradstverrsnittet bestemt ved, at avkjølingen Δt er lik t_0 , at altså $\Delta t = t_0 = \frac{L_0}{360} \frac{b}{q}$ s. Herav fåes:

$$\frac{L_0}{t_0} = \left(\frac{S}{b}\right) \frac{360}{S} \quad (1b)$$

Som vi ser av ligning (1a) avtar avkjølingen pr. km med forholdet (b/q) eller, hva der kommer ut på det samme, lengden til 0-gradstverrsnittet for 1° overtemp. ved utløpet vokser med forholdet q/b og altså med vannføringen (q).

Øket vannføring gir langsommere avkjøling, og en lengere

avstand fra utløp til 0-gradstverrsnittet. Under ellers samme forhold vil altså lengden av den åpne strekning tilta når vannføringen øker.

Hvis elven går med betydelig fall vil avkjølingskoeffesienten (S) avhenge av fallet og slik, at den avtar, når vannføringen øker. Dette vil derfor ytterligere bidra til å minske vannets avkjøling når vannføringen økes.

Avkjølingskoeffesienten (S) er resultatet av regnskapet for elvens varmehusholdning. I vintertiden avgir vannet varme til luften ved kontakt med den kaldere luft, ved fordampning og ved utstråling. Dr. Devik har vist, hvorledes en kan beregne den samlede varmemengde (S_k) som av de tre nevnte årsaker avgis fra hver cm^2 av vannoverflaten.

Vannet mottar varme ved innstråling av sollys, ved varmetilførsel fra elvesengen og ved oppvarming på grunn av fallet. Hvis all fallenergien blir omsatt til varme vil varmetilførselen svare til at vannet oppvarmes 1°C ved å falle 427 meter. Det har vist seg hensiktsmessig å innføre en størrelse S_f , som er den varmemengde, som vi måtte tenke oss tilført hver cm^2 av vannflaten for å gi samme oppvarming som fallenergien. S_f er gitt ved formelen:

$$S_f = 0,843 \text{ q/b f. gr.cal/cm}^2 \text{ time} \quad (2)$$

Regnskapet leder til følgende uttrykk for avkjølingskoeffesienten (S)

$$S = S_k - S_v \quad (3a)$$

hvor varmetilførselskoeffesienten (S_v) er gitt ved uttrykket:

$$S_v = S_i + S_b + S_f \quad (3b)$$

S_b er varmetilførselskoeffesienten på grunn av varme fra elvesengen.

S_i er varmetilførselskoeffesienten ved innstråling.

S_f er gitt ved ligning (2)

Ligning 3 gir da:

$$S = S_k - (S_i + S_b + 0,843 \text{ q/b f}) \quad (4)$$

Kuldekoeffesienten kan, som Devik har vist, beregnes tilnærmet ved hjelp av de meteorologiske elementer: temperatur, fuktighet, skydekke og vindstyrke.

Det ville her føre for vidt å gå nærmere inn på disse

beregninger og vi innskrenker oss derfor til å nevne følgende praktisk brukbare resultater:

$$\begin{array}{lll} S_k = 10 & \text{svarer til} & \text{svak kulde} \\ S_k = 25 & " & \text{middels kulde} \\ S_k = 50 & " & \text{streng kulde} \end{array}$$

Beregninger foretatt av Devik har vist, at (S_0) er en liten størrelse, som for størstedelen av vinteren er av størrelsesordenen $0,5 \rightarrow 1$.

S_1 varierer sterkt med årstiden. For Barduelva er den jo ytterst liten i mørketiden, men utover ettervinteren kan innstrålingen komme til å spille en ikke ubetydelig rolle.

I de kaldeste og mørkeste vintermånedene kan vi passende sette $S_1 + S_0 = 1$ eller helt ut av betraktning så lenge elven går åpen. På strekninger, hvor elven i det vesentlige er isdekket, kan S_1 og S_0 bidra til å opprettholde en temperatur over 0° (overtemperatur), som kan bidra til at elvevannet tærer på isen.

Når vannet fra en innsjø eller et magasin kommer ned til 0 -gradstverrsnittet, vil temperaturen nedover det sterkt strømmende parti holde seg på frysepunktet, idet isdannelsen opp- tar varmetapet. For hvert kilogram som går over til is forbrukes 80 km.kalorier . Antall av kilogram is, som produseres på en kvadratmeter overflate pr. døgn i åpen elv, kan beregnes ved følgende ytterst enkle formel:

$$p = 36 \text{ kg/m}^2 \text{ døgn} \quad (5)$$

For åpen elv er (5) gitt ved formel (4). Formel (5) kan også brukes for elv eller innsjø, som er dekket med is og sne, hvis vi lar (5) bety varmetapet til kald luft pr. cm^2 pr. time i gramkalorier, når hensyn tas til at varmen må forplante seg gjennom sne- og islaget før den når ut i luften. Som allerede nevnt under § 6a, vil dette bety at (5) og dermed isproduksjonen avtar meget raskt med islagets tykkelse.

Etter som elvens is- og snedekke tilter i utstrekning og tykkelse, vil isproduksjonen i elven hurtig avta.

Dette forhold kommer klarere frem ved å kalle avkjølingskoeffesienten svarende til åpen elv for S_0 og for is og snedekket elv for ($k S_0$), hvor (k) da er en ekte brøk, som avtar hurtig med is og snelagets tykkelse. Er på en bestemt elvestrekning størrelsen av den åpne flate $F_0 \text{ m}^2$ og flaten

$F_1 m^2$ er is- og eventuelt snødekket, så kan den totale isproduksjon skrives:

$$P = 3 S_0 (F_0 + k F_1) \quad (6)$$

Vi må dog her være oppmerksom på at det kun er den åpne flate F_0 som gir anledning til sarr og bundisdannelse, mens den is, som dannes på den isdekte flate F_1 , kun bidrar til å øke tykkelsen av isdekket. Det fremgår herav at des hurtigere elven kan islegge seg dess hurtigere avtar produksjonen av sarr og bundis og dermed faren for de kalamiteter som dermed står i forbindelse.

§ 6c. Isformer og isfenomener i strømmende elv.

Når den åpne elv nedover fra 0-gradstverrsnittet utsettes for kuldens påvirkning, vil et tynt overflateskikt bli underkjølt. Det underkjølte vann er i en labil tilstand og vil forholdsvis snart, særlig ved tilstedeværelsen av små partikler innleiret i vannet (krystallisasjonskjerner), omvandles til små iskorn (isnåler) i en mengde, som svarer til avkjølingsgraden. Disse små ispartikler vil hvirvles inn i vannmassen og da denne er avkjølt til 0° vil ikke ispartiklene smelte, men føres med strømmen nedover. Disse ispartikler kan være ytterst små så de ligger seg suspendert i vannet og er i denne kolloidale tilstand usynlige. Ettersom vi kommer nedover øker mengden av innleirede ispartikler. De har tendens til å balle seg sammen til så store korn at de får merkbar oppdrift og kan sees å drive nedover på vannoverflaten. Disse større eller mindre ispartikler, som føres nedover med strømmen kalles gjerne for sarr.

De underkjølte filmer er visstnok ustabile, men har dog en viss levetid tilstrekkelig til, at de av den hvirvlende vannbevegelse kan føres ned i vannet og avsette seg på faste legemer ved elvebunden i form av små ispartikler. Disse danner det vi kaller bundis eller bundisarr, som lett kan sees som et grålig-grønt isslam, som dekker bunden på de noenlunde grunne åpne elvestrekninger. Også de små ispartikler, som er innleiret i

vannmassen, må antas å bidra til bundisdannelsen.

Så lenge kulden holder seg eller tiltar vil også bundismengden øke og på enkelte steder, særlig ved overgangen til sterkere fall, kan bundisen vokse seg opp til en demning tvers over elven og danne en "isdam". Denne vil demme opp vannet ovenfor og bevirke, at elven her går med mindre fart.

Ettersom vi kommer nedover i den strømmende elv øker sarrkonsentrasjonen. Den synlige overflatesarr vil kunne feste seg ved land, særlig på noe stillere partier. Under kuldens påvirkning kan partiklene fryse sammen og danne grunnlag for et varig isdekke, der etterhvert vokser i utstrekning ved å oppta mere sarr. Hvorvidt denne prosess skal føre til et sammenhengende isdekke tvers over elven, beror på elvens topografi, på værforholdene samt i vesentlig grad på vannhastigheten. Det viser seg at sjangsen for at overflatesarret skal stoppe ved iskanten avtar meget hurtig når vannhastigheten overstiger ca. 80 cm/sek. Overskrides denne kritiske hastighet vil overflatesarret føres videre under de dannede isdekker. Også isdamdannelsen kan i vesentlig grad bidra til å fremskynde og stabilisere isleggingen. Den reduserte hastighet i bassenget bak en isdam vil begunstige isleggingen.

Innløstid er isdammen bygget opp av løst materiale og er til å begynne med kun dårlig festet til underlaget. Inntre forandringer f.eks. øket vannføring eller overgang til mildere vær, kan en isdam briste. Det oppmagasinerte vann får avløp, bryter ned de nedenforliggende, og starter en isgangsbølge, som fortsetter med økende styreke nedover, inntil den møter en motstand (en holme eller isdekket parti), som er istand til å stoppe den. En isgang som kommer istand på denne måte er fremkalt av streng kulde og isproduksjon og kalles gjerne for vinterisgang i motsetning til vårisgang, som står i forbindelse med isløsningen og snesmeltingen om våren.

På sin vei nedover avsetter den ismasser og isblokker, og der hvor den stopper demmes elven opp. Vannet vil strømme ut til sidene og gi anledning til overvatning og oversvømmelser.

Hvis derimot isdammen holder vil de oppdemmede partier bak isdammene under fortsatt kulde islegge seg. Sarr og bundisdannelsen opphører der hvor elven er islagt. Vannets varmetap til luften avtar så vannet kan få en overtemperatur tilstrekkelig til, at elven kan tære på isdammen. Elven "skjærer seg ned" og vannet løper under isdekket og er nu beskyttet mot kulden

og dens vekslinger. I uregulert elv vil en da vanligvis kunne regne med at isleggingen har stabilisert seg, og at isleggingen vil holde seg for resten av vinteren.

For at isleggingen skal kunne lede til solid islegging uten isgangsvirk somhet er det meget heldig, at vannføringen er synkende da særlig i den kritiske isleggingstid på forvinteren. Når vannføringen synker vil tildels isdammene bli bottlagt, så isdamsarret kommer i direkte kontakt med den kalde luft og kan fryse sammen til en fastere ismasse.

Under isdannelsen i strømmende åpen elv vil som nevnt, sarrkonsentrasjonen tilta nedover elven og med kuldens strenghet og varighet. Både den innleirede sarr, bundisen og isdamdannelsen øker vannets motstand. Vannet blir grøtet, hastigheten avtar og vannstanden må øke i tilsvarende grad for at vannføringen kan opprettholdes. Elven kjøver.

Vannstandsøkningen under kjøving kan bli meget betydelig, særlig hvis vannføringen er stor, opp til flere meter høyere enn den ville vært ved samme vannføring i isfri elv. Vannet vil kunne flyte utover den vanlige elveseng og forårsake overvatning, oversvømmelse og nedisning. Hvis elven i kjøvings-tiden møter et isdekket parti, vil også friksjonen mot isdekket nedsette hastigheten og øke vannstanden.

Hvis elven går stille, vil sarrmassene flyte opp og avsette seg mot isdekket. En stor del av sarret er fint fordelt i vannet. Sarravsetning kan derfor ta lang tid, så sarravleiringen kan fortsette langt nedover den islagte elv og på veien bevirke overvatning og gradvis økning av vannstanden. Man sier ofte, at elven har islagt seg på stor høyde. Riktigere ville det være å si, at isoverflaten er heve på grunn av kjøving i forbindelse med overvatning ved frost.

Ved sarravleiringen vil det fri elveløp forandres, slik at elven om vinteren tildels tar nytt løp. Undertiden kan hovedløpet bli mer eller mindre tilstoppet, så en stor del av vannet f.eks. kan bli ført inn mot elvebreddene og forårsake gravning på elvemelen.

§ 7. Barduelvens regulering.

Reguleringen omfatter oppførelse av Bardufoss Kraftverk, hovedmagasinet for Kraftverkets drift i Altevatn. Inntaksdam for reguleringsmagasin.

1) Kraftverket i Bardufoss er nu bygget for å gi plass for 2 aggregater der hver skal gi 13000 KW. I første byggetrin er kun innsatt det ene aggregat, som ved full drift har et vannforbruk av $36 \text{ m}^3/\text{sek}$. Ved fullutbygging vil således de to aggregater kreve $72 \text{ m}^3/\text{sek}$. Kraftverket trenger altså $72 \text{ m}^3/\text{sek}$.

2) Hovedmagasinet i Altevatnet er for tiden kun beregnet på å dekke behovet i lavvannsperioden for drift av 1 aggregat (første byggetrin). Magasin for dette behov er tilveiebragt ved 3 meters senkning av Altevatnet, og det rummer 150 millioner m^3 . Magasinet skal brukes for å dekke behovet i lavvannsperioden. I konsesjonssøknaden anføres (st.prop. nr. 65 s. 3): I vanlige år vil det være nødvendig å begynne tappingen i november eller desember. Før en begynner å tappe har Altevatnet samme vasstand som før reguleringen."

Magasinet antas å være uttappet en gang i mai.

Foruten Bardufoss med 50 meters brutto fall er der i elven 2 nytbare fall: Insetfallene på 176 m brutto og de nedenfor liggende Straumsmofallene på 219 m brutto fallhøyde. I st.prp. nr. 65 s. 6 anfører Vassdragsvesenets hovedstyre: "Så lenge Bardufoss er det eneste utbygde fall vil tappingen fra Altevatn kunne foregå m.h.p. den. Hovedstyret har under denne forutsetning beregnet vassføringsøkningen^{x)} til $10\frac{1}{7} \text{ m}^3/\text{sek}$, tilsvarende en kraftøkning på 7100 nat. HK. Lågvassføringen ved Bardufossen er ansatt til $7.0 \text{ m}^3/\text{sek}$ (ansøkeren har regnet med $6.3 \text{ m}^3/\text{sek}$.)-

Så snart et av de to andre fall - eller begge - utbygges, vil tappingen måtte foregå m.h.p. det/dem^{ll}. En må vel allikevel kunne gå ut fra at Altevatnmagasinet fortrinsvis blir utnyttet i lavvannsperioden.

Punkt 2 og 3 i manøvreringsreglementet lyder i overensstemmelse hermed:

2. "Det skal ved manøvreringen has for øye at vassdragets flomvassføring så vidt mulig ikke forøkes. Heller ikke må lågvassføringen forminskes til skade for andres rettigheter.

3. Så snart det iverksettes utbygging av Insetfallene og/eller Strumsmofallene, skal vannslippingen foregå etter disse falls behov. De nærmere regler etter hvilke dette skal skje blir å bestemme senere. Inntil den tid, kan vannslippingen foregå etter Bardufoss Kraftstasjons behov."

Under skjønnsforretningen som ble berammet til fortsettelse 25.februar 1952 la saksøkeren frem følgende tillegg til de ovennevnte skjønnsforutsetninger:

"Tappingen fra Altevatn skal aldri økes mer enn

5 m³/s i løpet av 1 døgn
 10 " " " " 5 "

Dag skal tappingen aldri økes mer enn 2 m³/s i løpet av ett døgn hvis den ved økningen blir større enn den har vært noen gang tidligere siden vedkommende vinters islegging."

Til denne innskrenkning i tappingsfriheten er å bemerke, at det tillatte variasjonstempo er meget stort og større enn det vanligvis ansees for heldig å gjøre bruk av. Dessuten er tidspunktet for et vassdrags islegging et meget uklart og lite veldefinert begrep.

3) Inntaksdammen, dens hensikt og manøvrering.

Inntaksdammen for Kraftverket er planlagt for oppdemning inntil kote 57.0. Ved moderat vannføring representerer dette en heving av vannstanden på ca. 5 - 6 meter umiddelbart ovenfor dammen. Er vannføringen større enn hva Kr aftverket bruker (f.eks under flom), kan det overfløddige vann ledes forbi, uten at vannstanden stiger, gjennom to flomløp, hvert 20 m langt med terskel på kote 51.5. Flomløpet stenges med segmentluke, som når opp til kote 57.

For reguleringen av dammen gjelder følgende regel (se dokument nr. 3 avsnitt 3, s. 5):

Vannhøyden ved inntaket for Bardufoss Kraftverk kan heves inntil kote 57.0 så lenge vannhøyden ved sammenløpet Skoelva og Barduelva ikke overstiger kote 57.2. Ved større vassføringer skal en eller begge flomluker åpnes så meget at vannhøyden ved sammenløpet av Skoelva og Barduelva ikke overstiger kote 57.2 inntil begge flomluker er helt åpne."

Nedover er grensen satt ved at inntaksdammen er tømt. Det vil si til den høyde, som uten dam ville motsvare vanntil-

førselen til magasinet. Riktigheten av dette følger av, hva der er redegjort for i dokument nr. 3 avsnitt 4, s. 8., samt av tabellen s. 13 over mulige vannstandsvariasjoner. Avsnitt 4 i dokumentet nr. 3 lyder:

"4. Nødvendigheten av inntaksmagasinet.

Hensikten med å demme opp elva ved inntaket er å skaffe et vassmagasin like ved kraftverket.

Hovedmagasinet, som skal skaffe vatn til kraftverket i lavvassperioden om vinteren, blir i Altevatnet. Men det tar to døgn fra man forandrer tappingen ved utløpet av Altevatnet, til forandringen virker ved Bardufossen.

Dersom det naturlige tilløp i elva avtar, eller belastningen plutselig stiger, må inntaksmagasinet levere vatn til kraftverket til en kan få fram vatn fra Altevatnet. Tilsvarende må inntaksmagasinet kunne samle opp det som er underveis fra Altevatnet dersom belastningen avtar, for at det ikke skal gå tapt.

Det er meget vanskelig å forutsi hvor hurtig forandringene i tilløp eller belastning kan skje, og det gjør det vanskelig å beregne nøyaktig hvor stort inntaksmagasin en må ha.

Den oppdemning som det her søkes om tillatelse til, gir et magasin på 3.9 millioner m^3 netto (det er da regnet med 60 cm tykk is. Alle overslag som er gjort, viser at det ville være ønskelig med betydelig større inntaksmagasin for å kunne utnytte hovedmagasinet (Altevatnet) rasjonelt. Den størrelsen det søkes tillatelse for, anser en som det minimum som må til for å sikre en noenlunde sikker drift av kraftverket.

3.9 mill. m^3 er nok til 15 timers full drift når kraftverket er ferdig, med 2 turbiner som hver bruker 36 m^3 pr. sekund.

I første byggetrin, når bare en turbin er innstallert, kunne et litt mindre magasin være tilstrekkelig. Men å bygge en dam som denne, med så store flomluker, i 2 etapper, er ikke økonomisk gjennomførlig."

Det effektive magasinivolum vil tilta med avtagende is-tykkelse. Uten isdekke blir volumet ca. 7 millioner m^3 .

Tabellen s. 13 gir de mulige variasjoner i inntaksdammens vannstand ved viktige ferjesteder og båtstøer, for hvilke vannstandsvariasjonene er minst 1 m.

Til orientering med hensyn til beliggenheten av disse

steder, har jeg i tabell IV tilføyet avstanden fra inntaksdammen 1 km.

Tabell IV

Stedets navn	Avst. fra dam. 1 km	Høyeste vannstand variasjon	Ferdselsveien art.
Evjan	4	3,7 m	Ferjested for 6 bruk (Åsen og Evjan)
Sundgård		3,5 "	Båtstø privat (Olav Bergli)
Hammerslett	5,5	3,4 "	" " (Jon Sundheim)
Hauge		3,3 "	" " (Rich. Rydningen)
Sundlia-Granneset	6,0	3,2 "	Ferjested for 1 bruk, (Hanna Knutsen)
Brandsegg	7,7	3,0 "	Ferjested for 1 bruk (Sverre Brandsegg)
Elverom-Brandmo	8,0	2,8 "	Ferjested for 1 bruk (Bj. Brandmo)
Elverom-Sagmo	8,5	2,8 "	Ferjested for 1 bruk (Ragnar Sagmo)
Lystad-Finnkroken	10,5	2,2 "	Ferjested for 1 bruk (Birger Sagmo)
Bjørnstad-Finnkroken	10,8	2,0 "	Ferjested for 1 bruk (Kristian Bjørnstad)
Iselvmo-Finnkroken	11,3	1,6 "	Ferjested for 3 bruk (P. Iselvmo, O. Stormo, Nymo)
Fossland	14,3	1,0 "	Båtstø, privat
Annset (Strand)	15,5	1,0 "	Båtstø, brukes av Alb. Strand, Oliver Strand, Bernh. Strand til utslått, beitemark og skog.

Vi ser at oppdemningen ved Annset (ca. 15,5 km ovenfor dammen) ennå kan gi en vannstandsøkning på 1,0 m. Lengdeprofilen viser at elven fortsetter ca. 8 km oppover fra Annset uten merkbart fall. Etter dette skulle vannstandsvariasjonen på 1 m tilnærmet holde seg til en avstand på ca. 24 km ovenfor dammen.

Ettersom vannstanden synker fra kote 57 og nedover vil det oppdemmede areal avta slik at den pr. meter oppdemmede vannmengde synker. Det vil si at en viss variasjon i vannføringen får øket innflytelse på vannstanden ettersom oppdemningen avtar.

Dette er vist i tabell V, der er basert på tilnærmede beregninger foretatt av ingeniør Mollø Christensen, når netto

volumet settes til ca. 3,9 mill. m³.

Tabell V.

Vannvolumets avhengighet av oppdemningen

Kote	Oppdemmet vann- volum i mill m ³	Volumtilvekst pr. m oppover i mill. m ³
53	0.18	0,49
54	0,65	0,92
55	1,57	1.10
56	2,67	1.13
57	3.80	

For å gi en senkning på 1 m må der tappes over dobbelt så meget vann fra kote 57 - 56 som fra kote 54 til 53. Dess mindre oppdemningen er dess mere følsom er vannstanden for variasjoner i vannføringen.

I forbindelse med skjønnsforretningen som ble berammet til fortssettelse 25.februar 1952 fremla saksøkeren følgende tillegg til skjønnsforutsetninger vedrørende den hurtighet hvormed vannstanden kan varieres: (dok. nr. 19 b s. 5)

"1. Vassstanden i inntaksmagasinet skal i den tida det ligger kjøresterk is på magasinet aldri senkes mer enn:

70 cm i løpet av ett døgn
100 " " " " tre "
120 " " " " ti "

2. Vassstanden i inntaksmagasinet skal i samme tid aldri heves mer enn:

50 cm i løpet av ett døgn
80 " " " " tre "
120 " " " " ti "

3. Vassstanden måles ved dammen enten ved selvregistrerende instrument eller ved avlesning med høyst 4 timers mellomrom. Observasjonsmaterialet framlegges til slik kontroll som Hovedstyret for Vassdragsvesenet måtte bestemme. Blir noen slik kontroll ikke bestemt, skal observasjonsmaterialet for hele det siste år være tilgjengelig for alle interesserte i kraftstasjonen."

§ 8. Hvor og hvorledes reguleringstiltakene kan øve innflytelse på isforholdene i vassdraget.

Reguleringens innflytelse på isforholdene er knyttet til følgende tekniske anordninger:

1. Altevatns reguleringsmagasin øverst i elven, er for tiden på 150 mill. m³ og er i standbragt ved en senkning på 3 meter. Tappingen av dette magasin øker vannføringen og dermed vannhastigheten. Den forandrer dessuten den måte, hvor på vannføringen varierer, og den vil få virkninger nedover hele vassdraget.

Som det fremgår av § 6a vil utløpsvannet fra magasinet få øket temperatur. I uregulert elv, der vannet kommer fra et overflatelag, vil vanntemperaturen ved kuldens inntreden hurtig synke til ca. 0,2 - 0,1°. Avløpsvannet for Altevatn vil midtvinters antagelig holde en temperatur på 0,8 - 1,2°.

Hvorledes forandringen i vannføringen og stigningen av vanntemperaturen vil virke nedover i elven, vil bli behandlet senere.

2. Inntaksdammen foran Kraftverket. Denne dam foranlediger ifølge sin hensikt betydelige variasjoner i vannstand og vannføring på en strekning av ca. 23 km oppover fra Kraftverket.

Hvorledes inntaksdammen og de nevnte variasjoner vil innvirke på isforholdene vil bli behandlet senere.

3. Variasjoner i Kraftverkets drift. Kraftverket utnytter inntaksdammene for å kunne foreta hensiktssvarende variasjoner i energiproduksjonen. Det blir tale om døgnreguleringer, reguleringer for søn- og helligdager. I visse tilfelle må en ty til nattutkobling. Endelig må en regne med, at aggregatet av en eller annen grunn må settes ut av funksjon. Disse tildels rett betydelige vannføringsvariasjoner vil få innflytelse på isforholdene såvel på inntaksdammen som i elven nedenfor utløpet fra Kraftverket.

4. Flomlukene. I flomtider og fra kuldens inntreden og utover en tid overstiger som regel vannføringen hva Kraftverket kan sluke, og der må slippes vann gjennom avløps-

lukene. Dette kan også forekomme for en kortere tid under mildvær med regn om vinteren.

På strekningen fra damlukene og ned til avløpet fra Kraftverket vil elven avvekslende gå tør eller med betydelig vannføring. Denne så å si støtvis vannføring vil få innflytelse på isforholdene i Kvernhusfoss, gjennom det gamle inntaksbasseng, forbi utløpet fra det nye Kraftverk og videre nedover i vassdraget.

5. Variasjonene i vannføringen umiddelbart nedenfor sammenløp mellom vannet fra flomluker og Kraftverk vil forplante seg nedover og føre innflytelse på nedre strekning av Barduelv og nedenfor sammenløpet med Målselv.

§ 9. Reguleringsens virkning på vannets hastighet.

Som omtalt i § 6 har vannets hastighet stor betydning for isleggingen i strømmende elv. Hastigheten på et bestemt sted i elven øker med vannføringen, med fallet og med dybden, men avtar med elvens bredde. Disse størrelser har en viss indre sammenheng, og det viser seg, at hastigheten kan finnes når en kjenner fallet (f) og forholdet (q/b) mellom vannføring og effektiv bredde.

Som nevnt i min beretning om befaringen 29.2. - 3.3.56, har skjønnsretten bestemt, at dette skjøn skulle avgjøre tiltak og erstatning for skader og ulemper for ferdsel på basis av late reguleringsstrin.

Imidlertid er såvel Kraftverket som inntaksdammen allerede bygget med henblikk på begge byggetrin. Dette innebærer innstallasjon og drift av to aggregater, hver på 13000 kW, og en utvidelse av Altavatn magasinet tilstrekkelig til å gi nok vann til full hensiktsmessig drift av de to aggregater i lavvannsperioden om vinteren.

Ved en del nødvendige beregninger, som må foretas for studiet av hvorledes vannhastigheten, avløpsvannets temperatur og avkjøling samt isproduksjonen avhenger av reguleringstiltakene, vil det være nyttig og berettiget å ta begge reguleringsstrin

Tabell V.

anulastigheter og transporttider t_2, t_1, t_0 , noenlunde motsvarende vannføringerne ved 2det og 1ste byggetrin (q_2, q_1) samt for uregulert vassdrag (t_0) i lavvannsperiode enkelte seksjoner.

Seksjonsnr.	L km	Fall $\frac{f}{m/km}$	q			V m/sek	Transportid i timer		
			m^3/sek	q/b	q/b		t_2	t_1	t_0
1	0,7	11,4	60 30 25 25 4 16	2 1 1/4	2,10 1,70 0,70		0,09	0,11	0,20
2	3,3	0,78	60 30 25 25 4 16	2 1 1/4	1,30 1,00 0,55		0,68	0,82	1,65
3	3,25	48,5	60 25 25 20 4 12	2,4 1,25 0,33	2,90 2,10 1,30		0,31	0,43	0,60
4	0,25	0,4	60 30 25 25 4 16	2 1 1/4	1,14 0,85 0,47		0,08	0,08	0,15
5	1,0	9,4	62 35 27 30 4,5 15	1,0 0,9 0,3	2,1 1,6 0,8		0,13	0,17	0,36
6	3,2 (1-6) 11,7	0,3	63 110 27 15 4,5 90	0,5 0,25 0,05	0,58 0,43 0,22		1,46	1,99	4,05
7	2,7	12,6	64 50 28 45 4,6 20	1,3 0,82 0,23	1,28 0,80 0,32		0,60	0,63	1,22
8	1,2	0	65 150 29 145 4,7 95	0,43 0,20 0,05	0,30 0,20 0,08		1,08	1,68	4,14
9	7,0	25	65 30 29 24 4,8 12	2,2 1,2 0,4	2,65 2,05 1,35		0,73	0,94	1,44
10	1,8	4,4	65 65 29 58 4,9 40	1,0 0,5 0,12	1,50 1,10 0,50		0,33	0,45	1,00
11	0,2	35	65 50 29 70 4,9 25	1,30 0,72 0,20	2,40 1,80 1,00		0,02	0,03	0,05

Tabell VI

nr. nr.	L km	Fall f m/km	q m ³ /sek	q/b	v m/sek	Transporttid i timer		
						t ₂	t ₁	t ₀
12 (7-12)	4,4 17,9	1,13	65 29 4,9	90 80 50	0,72 0,38 0,10	0,92 0,69 0,40	1,34 1,76	3,15
13	10,5	0,17	68 31 5	140 124 100	0,48 0,25 0,05	0,50 0,38 0,18	5,81 6,51	15,10
14	8	1,2	68 31 8	80 70 50	0,85 0,44 0,12	1,08 0,70 0,48	2,20 3,19	5,08
15 (13-15)	3,6 22,0	0,57	69 32 7	120 100 80	0,57 0,32 0,09	0,63 0,57 0,33	1,18 1,71	2,91
16 Sum 74,5 km	23,5	0,15	72 36 12	120 100 75	0,61 0,28 0,16	0,58 0,37 0,28	12,4 17,6	23,3

Sammendrag

	Transporttid i timer			Sum L i km
	t ₁	t ₂	t ₃	
Sum nr. (1 - 6)	2,7	3,7	6,9	11,7
" " (7 - 12)	4,1	5,7	11,0	17,8
" " (13 - 15)	9,2	13,2	23,0	22,0
Sum nr. (1 - 15)	16,0	22,6	33,1	51,0
nr. 16	12,4	17,6	23,1	23,5
Total sum	28,4	40,2	61,4	74,5

med i beregningen. Det betegner ikke noen vesentlig økning av arbeidet, og resultatene av beregningene må antas å komme til nytte, idet en må regne med, at 2det byggetrin om kort tid vil bli realisert.

Ved hjelp av kurvediagrammer utarbeidet av dr. Devik og offentliggjort i Geofys. Publikasjoner IX No 1, s. 56 - 57, kan vi finne en tilnærmet verdi av hastighetene (V) når fallet (f) og forholdet (q/b) er kjent. Som det fremgår av tabell III varierer vannføringen rett betydelig om vinteren i uregulært elv, og det vil også og i ennu høyere grad være tilfellet etter reguleringen.

Vannføringen på et bestemt sted er lik tappingen + tilsiket fra magasinet og ned til stedet. Den midlere månedlige vannføring ved Insetvatn gitt i tabell III gir tilsiket fra hele nedslagsfeltet på 1376 km^2 ovenfor. Da gjennomsnittsvannføringen her for størstedelen av lavvannsperioden kun er $4 - 7 \text{ m}^3/\text{sek.}$, er tilsiket fra utløp Altavatn til Insetvatn meget lite og fortsetter å være lite helt ned til sammenløpet med Sördalselva.

Nu må vi regne med, at det midlere tilsik herfra og ned til Kraftverket, som tidligere nevnt, er betydelig mindre enn det som er gitt i tabell IIIa.

Videre må vi være oppmerksom på, at det er i perioder med streng kulde, at det er særlig viktig å drive med full belastning, i allfall størstedelen av døgnet, men i streng kulde vil vannet i bielvene i stor utstrekning fryse bort. Ja, vi må også regne med at en ikke ubetydelig del av vannet i selve Barduelva fryser til is på veien, samtidig som vanntransporten hemmes av kjøvingsfenomener. Kuldens innflytelse på vannføringen vil bli utførligere behandlet senere, men det kan straks nevnes at tilsiket kan bli negativt. Dette vil med andre ord si at tilløpet til inntaksdammen kan bli mindre enn tappingen fra Altavatn.

De utførte bestemmelser av vannhastighet og transporttid er ment å motsvare vannføringer, som er typiske for uregulært elv og for noenlunde full drift, av Kraftverket etter 1ste og 2det byggetrin. For hver av disse tre vannføringer er den tilsvarende hastighet og transporttid funnet, og resultatene er samlet i tabell VI.

I de tre første kolonner er oppført seksjonenes nr, deres

lengde (L) i km og fallet i m/km etter tabell I. I fjerde kolonne er for hver seksjon oppført representative vannføringer fra 2det og 1ste byggetrin og for uregulert elv.

Vi ser at reguleringen i begge byggetrin betegner en meget stor økning i vannføringen. Bortsees fra isdannelse på veien er den relative økning størst ved utløp av Altavata og synker nedover. Ved 1ste byggetrin er vannføringen i lavvannsperioden ca. 6-dobbelte i øverste og 3-dobbelte i nederste seksjon (nr. 16). For 2det byggetrin er de tilsvarende tall 15 og 6.

Elvens effektive bredde har jeg søkt å bestemme ved hjelp av det foreliggende kartmateriale og ved rimelig vurdering av, hvorledes bredden øker med vannføringen. Forholdet (q/b) er oppført i 5te kolonne. De hastigheter, som ved hjelp av (f) og (q/b) er uttatt av Deviks diagrammer er oppført i 6te kolonne. Vi ser at vannhastigheten tiltar betydelig med stigende vannføring. Der hvor fallet er så stort, at det kan bestemmes noenlunde sikkert gir de funne verdier et noenlunde riktig bilde så vel av hastighetens absolutte størrelse som av dens variasjon med vannføringen. For seksjonene nr. 6 og det nedre stille parti nr. 16 er hastighetene å betrakte som middelverdier for strekninger med noe varierende fall, og da fallet tildels er nesten umerkelig, vil vannhastigheten på de stilleste partier bestemt ved hjelp av Deviks diagram, bli nokså usikker.

I de tre siste kolonner er transporttidene t_2 , t_1 og t_0 oppført for 2det og 1ste byggetrin og for uregulert elv.

Vi ser av tabell VI, at allerede den vannføringsøkning som overgangen til 1ste byggetrin betinger, for en rekke seksjoner, øker vannhastigheten fra å ligge under til å komme nær eller over den tidligere nevnte kritiske verdi på ca. 80 cm/sek, og blir derved så stor, at isleggingen vanskeliggjøres. Dette betyr altså at elven - under ellers samme værforhold - går lengere åpen ved 1ste reguleringstrin enn i uregulert tilstand. Ved 2det trin blir selvsagt isleggingen ytterligere vanskeliggjort.

I sammendraget er transporttidene gitt for en del elvestrekninger.

Ved midlere vannføring i lavvannsperioden for reguleringen skulle, ifølge tabellen vannet bruke ca. 2,5 døgn fra Altavata til Bardufoss. Ved 1ste og 2det byggetrin vil transporttiden synke til henholdsvis 1,7 og 1,2 døgn. Beregningen stemmer for såvidt godt med, at en tidligere har regnet med, at vannet i uregulert elv om vinteren har brukt ca. 2 døgn fra Altavata til

Tabel IV.

Påregnetlig vintervannføring (q) og effektiv bredde (b) for uregulert elv og for de to reguleringsstrin fra utløp Altevatn til Bardufoss.

Elve- strekn. Seksjon nr.	Ureg. elv			1. reg. trin			2. reg. trin		
	$\frac{q}{m^3/sek}$	$\frac{b}{m}$	$\frac{q}{b}$	$\frac{q}{m^3/sek}$	$\frac{b}{m}$	$\frac{q}{b}$	$\frac{q}{m^3/sek}$	$\frac{b}{m}$	$\frac{q}{b}$
1 - 5	5	10	2	24	12	2	60	15	4
6	Insetvatn								
7 - 11	5	15	1/3	24	18	4/3	60	25	12/5
12	5	30	1/6	24	40	3/5	60	60	1
13 - 15	8	48	1/6	28	70	4/10	64	80	4/5
16	10	100	1/10	30	120	1/4	66	132	1/2

Tabel III

Varmetilførselskoeffesienten på grunn av fallet $S_f = 0,843 f \cdot q/b$ og til totale varmetilførselskoeffesient $S_v = S_f + 1$ for uregulert elv og for 1ste og 2net reg. trin.

Seks- sjons nr.	Fallet f	Ureg. elv		1. bygge- trin		2. bygge- trin	
		S_f	S_v	S_f	S_v	S_f	S_v
1	11,4	5,2	6,2	19,2	20,2	38,5	39,5
2	0,8	0,3	1,3	1,3	2,3	2,7	3,7
3	48,5	20,4	21,4	32,0	33	164	165
4	0,4	0,2	1,2	0,7	1,7	1,3	2,3
5	9,4	4,0	5,0	16,8	16,8	31,6	32,6
6	0,3	0	1,0	0	1,0	0	0
7	12,3	3,5	4,5	13,8	14,8	24,8	25,8
8	0	0	1,0	0	1,0	0	1,0
9	24,9	7,0	8,0	27,9	28,9	50	51
10	4,4	1,2	2,2	4,9	5,9	8,9	9,9
11	35,0	9,8	10,8	49,2	50,2	70,1	71,1
12	1,1	0,2	1,2	0,5	1,5	0,9	1,9
13-16	liten	0	1,0	0	1,0	0	1,0

Bardufoss. Hvis tilløpet til inntaksdammen er så stort, at det betinger full drift i Kraftverket, vil vannet allerede ved 1ste byggetrin kun bruke 1,7 døgnet på samme strekning.

§ 10. Reguleringens innflytelse på vanntemperatur og isproduksjon på strekningen nedover fra Altavatn.

I § 6b er vist, hvorledes elvevannets avkjøling i strömende åpen elv beregnes. Avkjølingen Δt^0 på en strekning (L) km finnes ved ligningen (1a) og (3a), som kan slås sammen til:

$$\Delta t = \frac{1}{360} \frac{b}{q} (S_k - S_v) \quad (6)$$

S_k er kuldekoefesienten, S_v varmetilførselskoefesienten. Midtvinters kan vi tilnærmet sette for Bardufoss:

$$S_v = S_f + 1 \quad (7)$$

hvor S_f er oppvarmingskoefesienten på grunn av fallet og beregnes ved hjelp av ligning (2). Dessuten må vi kjenne (b/q).

I tabell VII er sannsynlige og noenlunde representative verdier for vannføringen (q), bredden (b) og (q/b) oppført for en del grupper av seksjoner for uregulert elv samt for 1ste og 2det byggetrin. I tabell VIII er oppført fallet (f) i m/km samt (S_f) og (S_v) for uregulert elv og for 1ste og 2det byggetrin og for de 12 øverste seksjoner. Nedenfor seksjon 12 er S_f så liten, at den kan settes ut av betraktning i denne forbindelse.

Ved hjelp av de verdier, som er gitt i tabellene VII og VIII, har vi beregnet avkjølingen for seksjonene nedover fra Altavatn til og med seksjon 12 for hvert av de tre regulerings-trin. For hvert trin er avkjølingen beregnet for følgende tre verdier av kuldekoefesienten S_k :

$$\begin{aligned} S_k &= 10 \text{ svak kulde} \\ S_k &= 25 \text{ middels kulde} \\ S_k &= 50 \text{ streng " } \end{aligned}$$

For hvert regulerings-trin er oppført den sannsynlige verdi midtvinters for avløpsvannets temperatur (T_0) Vi har antatt,

Tabel VII

Vannets avkjøling $\Delta t^{\circ} = \frac{1,25}{360} \frac{b}{q}$, hvor $S = S_k - S_v$. Beregnet for uregulert elv og for de to reguleringsstrin, samt for svak kulde $S_k = 10$, middels kulde $S_k = 25$ og streng kulde $S_k = 50$. Kalles vanntemperaturen ved magasinutløpet (etter blanding) t_0 , så skulle vanntemperaturen ved nedre ende av seksjon nr. 11 (t_{11}) være:

$$t_{11} = t_0 - \sum \Delta t \quad (1 - 11)$$

A. Uregulert elv: $t_0 = 0,3^{\circ}$.

Seksjon Nr.	L (km)	$S_k = 10$		$S_k = 25$		$S_k = 50$	
		S	Δt	S	Δt	S	Δt
1	0,7	+ 3,8	+ 0,02 ^o	+ 18,8	0,07 ^o	+ 43,8	0,17 ^o
2	3,3	+ 8,7	+ 0,16	+ 23,7	0,43	+ 48,7	0,89
3	3,25	- 11,4	- 0,20	+ 3,6	0,07	+ 28,6	0,52
4	0,25	+ 8,8	+ 0,01	+ 24,8	0,03	+ 48,8	0,07
5	1,0	+ 5,0	+ 0,03	+ 20,0	0,11	+ 45,0	0,25
6	3,2	Insetvann					
7	2,7	+ 5,5	+ 0,12	+ 20,5	0,46	+ 45,5	1,02
8	1,2	+ 9,0	+ 0,08	+ 24	0,24	+ 49	0,49
9	7,0	+ 2,0	+ 0,12	+ 17,0	0,99	+ 42	2,45
10	1,3	+ 7,8	+ 0,12	+ 22,8	0,34	+ 47,5	0,71
11	0,2	- 0,8	0	+ 14,2	0,02	+ 40,2	0,08
12	4,4	+ 8,8	+ 0,65	+ 23,8	0,74	+ 49,8	3,65
Sum av Δt seks. 1 - 5			+ 0,02 ^o		+ 0,71 ^o		+ 1,90 ^o
" Δt " 7 - 11			+ 0,45 ^o		+ 2,05 ^o		+ 4,75 ^o
Samlet temp. fall 1-11			+ 0,47 ^o		+ 2,76 ^o		+ 6,65 ^o
$t_{11} =$			- 0,17 ^o		- 2,5 ^o		- 6,8 ^o

IX
Tabel VI fortsett.

B. late reguleringsstrinn: $t_0 = 1,0^\circ$

Seksjon Nr	L (km)	$S_k = 10$		$S_k = 25$		$S_k = 50$	
		S	Δt	S	Δt	S	Δt
1	0,7	- 10,2	- 0,01°	+ 4,8	0°	+ 29,8	+ 0,03°
2	3,3	+ 7,2	+ 0,03	+ 22,2	+ 0,10	+ 47,2	+ 0,22
3	3,25	- 73	- 0,33	- 58	- 0,26	- 33,0	- 0,15
4	0,25	+ 8,3	0,0	+ 23,3	+ 0,01	+ 48,3	+ 0,02
5	1,0	- 6,8	- 0,01	+ 8,2	+ 0,01	+ 33,2	+ 0,05
6	3,2	Insetvatn					
7	2,7	- 4,8	- 0,03	+ 10,2	+ 0,06	+ 35,2	+ 0,20
8	1,2	+ 9,0	+ 0,02	+ 24	+ 0,06	+ 48	+ 0,12
9	7,0	- 18,9	- 0,28	- 3,9	- 0,06	+ 21,1	+ 0,31
10	1,8	+ 5,9	+ 0,02	+ 19,1	+ 0,07	+ 44,1	+ 0,17
11	0,2	- 40,2	- 0,02	- 25,8	0	- 2	0
12	4,4	+ 8,5	+ 0,17	+ 23,5	+ 0,68	+ 48,5	+ 0,99
$\sum \Delta t (1-6)$			- 0,32°		- 0,14°		+ 0,17°
$\sum \Delta t (7-11)$			- 0,29°		+ 0,13°		+ 0,80°
Samlet temp fall (1-11)			- 0,61°		- 0,01°		+ 0,97°
$t_{11} =$			+ 1,0°		1,0°		0°

IX

Tabell VI Fortsett.

C. 2net reguleringsstrinn: $t_0 = 1,5^\circ$.

Seksjon Nr.	L (km)	$S_k = 10$		$S_k = 25$		$S_k = 50$	
		S	Δt	S	Δt	S	Δt
1	0,7	-29,5	-0,01°	-13,5	-0,01°	+10	+0,01°
2	3,3	+6,3	+0,02	+21,3	+0,05	+46	+0,11
3	3,25	-155,-	-0,36	-140,-	-0,32	-115,-	-0,26
4	0,25	-8,7	0,00	+22,7	0,00	+48	+0,01
5	1,0	-22,6	-0,02	+7,6	+0,01	+17	+0,01
6	3,2	Insetvann					
7	2,7	-15,8	-0,05	-0,8	0,00	+24	+0,08
8	1,2	+9,0	+0,01	+2,4	+0,03	+49	+0,07
9	7,0	-41,0	-0,33	-26	-0,21	-1	-0,01
10	2,8	0	0,00	+16	+0,03	+40	+0,08
11	0,2	-61	-0,01	-46,1	-0,01	-21	0,00
12	4,4	+8	+0,16	+23	+0,47	+48	+0,33
$\sum \Delta t (1-5)$			-0,36°		-0,27°		-0,12°
$\sum \Delta t (7-11)$			-0,38°		-0,16°		+0,23°
Samlet temp. fall (1-11)			-0,74°		-0,43°		+0,10°
$t_{11} =$			+2,2°		+1,9°		+1,4°

at Insetvatn er isdekket og at vi bortser fra, at vannet avkjøles noe ved passasjen under isen.

Resultatene er gitt i de tre tabeller IX A, IX B og IX C. den første for uregulert elv, de to andre for de to regulerings-trin. Der hvor den samlede avkjøling er lik (t_0) ligger null-gradstverrsnittet.

For uregulert elv (tabell IX A) viser avkjølingen for svak kulde ($S_k = 10$), at 0-gradstverrsnittet ligger ca. 22 km nedenfor avløpet fra Altavatn. Ved middels kulde ligger 0-gradstverrsnittet kun 2,3 km nedenfor magasinutløpet. Ved streng kulde ligger det kun ca. 600 meter nedenfor magasinet.

Hvis vannet kunne ha holdt seg underkjølet og ikke gått over til is nedenfor 0-gradstverrsnittet ville vanntemperaturen ved nedre ende av seksjon (11) ha hatt de negative verdier som er oppført for (t_{11}) i nederste linje henholdsvis -0.17° , -2.5° og -6.5° . I virkeligheten inntreer som nevnt isproduksjon nedenfor 0-gradstverrsnittet og vanntemperaturen holder seg på 0° .

I uregulert elv og streng kulde ligger således 0-gradstverrsnittet kun noen hundre meter nedenfor utløpet fra magasinet og der blir isproduksjon praktisk talt i hele elven nedover.

Antar vi at avløpsvannet fra Altavatnmagasinet ved noenlunde full drift av det ene aggregat (1ste reg. trin) er 1.0°C så viser tabell IX B, at vannet ved svak kulde ($S_k = 10$) kommer ned til seksjon 11 med en temperatur $+1.6^\circ\text{C}$. På grunn av fall-energien er altså vannet blitt oppvarmet 0.6° . Ved moderat kulde er der nøyaktig balanse. Vannet har samme temperatur ved seksjon (11) som ved utløpet.

I streng kulde er vannet avkjølet 1.0° , så 0-gradstverrsnittet ligger ved nedre ende av seksjon 11, altså ca. 25 meter nedenfor magasinutløpet.

Ved 2det reguleringsstrin ville vannet såvel ved middels som ved moderat kulde ($S_k = 25$ eller 10) blitt adskillig oppvarmet og selv ved streng kulde ville temperaturen ved nedre ende av seksjon (11) kun være blitt avkjølet 0.1° .

Reguleringen har altså virket gunstig, for såvidt som vannet ved maksimal belastning er kommet ned fossestrykene uten nevneverdig isproduksjon og uten den kjøving og isgangsvirk-somhet, som isproduksjon kunne ha medført. Faren for at vann-føringen avtar fordi vannet "fryser bort" vil bli mindre, når

tappingen fra reguleringsmagasinet stiger.

På den andre side vil det varmere vann, som er en følge av reguleringen, på forskjellig måte få en uheldig innflytelse på isforholdene nedover i elven.

Hverken ved 1ste eller ved 2det reguleringsstrin kan en ved full drift regne med å få kjørbar eller brukbar is på den øvre strekning nedover til seksjon 12. Også nedenfor vil det varmere vann og større vannføring ha en skadelig innflytelse på isens brukbarhet for ferdseien.

Nu må en imidlertid være oppmerksom på, at de resultater, som er gitt i tabellene IX (A, B, C) ikke kan gjøre krav på særlig stor nøyaktighet, men de vil utvilsomt gi et vesentlig korrekt bilde av den virkning de to reguleringsstrin vil ha på vannets temperatur om vinteren, og av den betydning vannføringen og utløpstemperaturens størrelse vil ha på temperatur og isproduksjon. En må videre være oppmerksom på, at vannføringen og utløpstemperaturen kan være adskillig lavere enn forutsatt ved utledning av resultatene i tabell IX. I hvert fall ved 1ste byggetrin, kan der bli mulighet for isproduksjon og kjøvingsfenomener på store strekninger av fossestrykene nedover til sammenløp med Sördalselv.

§ 11. Om den virkning som reguleringen av Altavatn med 3 m senkning må antas å få på isforholdene ovenfor inntaksdammens virkningsområde.

På strekningen nedover til strøket ved Utheim er for tiden reguleringens virkning på isforholdene ene og alene knyttet til 3-meters senkning av Altavatn, hvorved der skaffes et magasin på 150 m^3 .

Innflytelsen på isforholdene skyldes da økning av avløpsvannets temperatur og vannføring samt forandringen i den måte hvorpå vannføringen varierer.

De viktigste måter hvorpå disse forandringer kan virke på isforholdene er følgende:

1. Den økede vannføring nedsetter elvevannets avkjøling nedover i elven under ellers like forhold.

2. Den økede vanntemperatur og større vannføring gjør, at avstanden fra magasinavløpet til 0-gradstversnittet blir større. Under ellers samme værforhold blir den åpne elvestrekning nedover fra magasinet større.
3. Ved øket vannføring får fallet større evne til å forminske elvevannets avkjøling. Dette fremgår av tabellene IX. Eller vi kan si det slik: Den kuldekoefffesient som skal til for å oppheve varmetilførselen på grunn av fallet tiltar med øket vannføring.
4. Som det fremgår av tabell VI, øker vannhastigheten med øket vannføring og herved vanskeliggjøres dannelsen av fast isdekke der hvor vannet i det hele har nevneverdig hastighet.
5. På elvestrekninger, hvor elven er avkjølet til 0° (altså nedenfor 0-gradstversnittet), vil ved øket vannføring elven gå lengere åpen. Dette gjør, at isproduksjonen i form av sarr og bundis øker, kjøvingen øker. Isdammene blir større og mindre stabile, sannsynligheten for at en isdam brister og utløser en isgang tiltar. De nedtransporterte is- og vannmasser blir større. Isgangenes mektighet tiltar når vannføringen blir større.
6. Den stigning i vannstanden og i overvatning og oversvømmelser, som ledsager kjøving og isgangsvirksomhet, øker med vannføringen.
7. Under de naturgitte forhold har vi sett, at vannføringen normalt avtar fra høsten og utover vinteren for å komme ned til et minimum i mars - april. Den lille uregulerte vannføring sammen med at den avtar i den kritiske isleggingstid begunstiger isleggingen og gjør at produksjonen av sarr, bundis og dermed sammenhengende kjøving, overvatning og isgangsvirksomhet hurtig avtar. Isdammene blir mere stabile, når de ved den synkende vannføring blottlegges for kuldens påvirkning. Sannsynligheten for, at en isdam løsner er liten, elven vil hurtigere skjære seg ned, så isleggingen får stabilisert seg for vinteren.

Etter reguleringen derimot bestemmes vannføringen i

Barduelven, i allfall i fallstrøket, i vesentlig grad av tappingen, idet tilsikt i vintertiden som regel er lite.

Når det tappes etter behovet under hensyntagen til magasinets begrensede kapasitet og til værforholdene, så må en regne med, at tappingen unngår ^{er} betydelige variasjoner i vinterens løp. Når tappingen settes i gang f.eks. i slutten av november eller i begynnelsen av desember, vil den gjerne øke en tid utover og dette vil ofte falle sammen med den kritiske isleggingstid med vesentlig åpen elv med stor sarr og bundisproduksjon, som ved stigende vannføring øker risikoen for overvatning og isgangsvirksomhet.

Forandringer i værforholdene og andre omstendigheter vil gjøre at tappingen snart stiger snart synker i vinterens løp og dette vil medføre tildels store vekslinger i vannhastighet og vanntemperatur og dermed i isens tilstand nedover i elven.

Det tillegg til tappingsreglementet som er omtalt i § 7 og som i noen grad begr^{er}~~er~~ den hurtighet ~~h~~^{er} hvormed tappingen kan forandres, hjemler fremdeles adgang til en betydelig større variasjon ($5 \text{ m}^3/\text{sek}$ i et døgn) enn det vanlig regnes for ~~tiltatt~~ tillatelig og heldig og selv uten denne skjønnsforutsetning ville en neppe ha regnet med en sterkere variasjon i døgnet.

Ved beregning av vannets avkjøling nedover fra magasinet regnet vi med en tapping på $24 \text{ m}^3/\text{sek}$, der skulle svare til full drift av et aggregat (1ste byggetrin), når en regnet med tilsikt og at inntaksdammen sørget for døgnreguleringen og reguleringen for søn- og helligdage. Dessuten forutsattes at vannet løp ut fra magasinet med en temperatur på $1,0^\circ$.

Innløstid er magasinet for lite til at en så sterk tapping kan holdes gjennom hele vinteren. Vi må derfor regne med mindre tapping selv i streng kulde, samtidig som utløpsvannets temperatur varierer. Dette vil si at 0-gradstversnittet danser opp og ned, slik at der kan bli isproduksjon i vesentlig åpen elv langt oppover i fossestrykene, og på enhver tid av vinteren. Der blir da gunstige betingelser for sarr, bundis, kjøving, overvatning, isdannelse og isgangsvirksomhet. Men at isen avkjøler ellevannet vil si at den ^{isen} gradvis tares bort-, og om vi tenker oss at lufttemperaturen og vannføringen holdt seg uforandret, ville avstanden fra magasinet til 0-gradstversnittet øke, og den isproduserende strekning avta tilsvarende.

Nedenfor 0-gradstversnittet hvor isproduksjonen foregår vil is feste seg til elvesengen. Hvis så vannføringen øker til det som svarer til full drift, vil ismassene delta i vannets avkjøling så 0-gradstversnittet kommer til å ligge betydelig høyere enn det som motsvarer de resultater, som er gitt i tabell IX B. Vi kan da, selv ved den maksimale tapp- ing, og noenlunde streng kulde få produksjon av sarr og bundis, i allfall på det nederste parti av fossestrykene.

En stor del av sarret er innleiret i vannet og føres ned- over. Hertil kommer, at også overflatesarr og lüsrevet bund- is føres nedover med strømmen.

Med den større vannføring økes vannhastigheten og elvens transportevne for is og sarr. Nedenfor foten av Storfossen følger en strekning på ca. 6 km med et samlet fall på ca. 20 meter. Her må en vente å få stor produksjon av sarr, bundis og dannelse av isdammer og sannsynligheten for at 0-gradstver- snittet ligger ovenfor denne fallstrekning er rett stor.

Vi må derfor regne med, at store mengder sarr og bundis føres nedover til de nedenforliggende stillere partier, som vil bli isdekket forholdsvis tidlig på vinteren. Her vil de nedtransporterte sarrmasser etterhvert avsette seg oppunder isdekket, innsnevre det fri løp, frekalle kjøving med vann- standsøkning og overvatning.

Vesentlig på grunn av den økede vannføring vil elven gå lengere åpen, den totale mengde produsert sarr øker, likeledes økes elvens transportevne med den følge, at sarroppstuvningen og innsnevringen av det fri elveløp vil gjøre seg langt mere merkbart gjeldende enn før reguleringen og gi øket bidrag til sarravleiringen lenger nedover i elven. Dette forklarer, at der ved den nu iverksatte drift også ovenfor det område, som påvirkes av inntaksdammen, vil opptre vannstandsøkninger, og kjøving som skyldes avleiringer av sarrmasser, som er produsert ovenfor i vassdraget.

Da regulert vannføring på den her betraktete øvre elve- strekning kan bli minst 5 ganger større enn før reguleringen, må vi vente, at de her nevnte virkninger av reguleringen vil bli rett betydelige og få en uheldig innflytelse på isforholdene på mange steder og på forskjellig vis.

Jeg har kun hatt anledning til å beføre det nederste forholdsvis stille parti av denne elvestrekning og kjenner ikke

til, hvilken betydning isen her kan ha for ferdseien om vinteren. Jeg er derfor nødt til i det vesentlige kun å peke på de forandringer i isleggingsprosessene, som den nuværende regulering kan ventes å forårsake.

I fossestrykene vil isforholdene bli meget variable alt etter variasjonene i tappingen og i værforholdene. Undertiden vil elven her gå vesentlig åpen uten isproduksjon. Til andre tider kan en - på visse strekninger ha sterk produksjon av sarr og bundis ledsaget av issammenstuvinger og isgangevirksomhet. Slike forhold vil særlig ofte kunne inntreffe på seksjonene 10, 11 og 12.

Sarrmassene som produseres her og undertiden ovenfor i fossestrykene, vil i vesentlig grad bidra til de sarravleiringer under isen som vil danne seg nedover på de stillere strøk og her foranledige kjøvingsfenomener med øket vannstand og overvatning.

§ 12. Om den innflytelse som reguleringen i første byggetrin vil ha på vannstandsvariasjonene i inntaksmagasinet.

Damanordningen danner den nedre grense for inntaksdammens virkningsområde, den øvre er mindre veldefinert. Som det fremgår av tabel IV, avtar de påregnbare vannstandsvariasjoner gradvis oppover og er ved Annset (15,5 km ovenfor dammen) kommet ned i ca. 1 m. og denne vannstandsvariasjon vil tilnærmet holde seg videre oppover til en avstand på ca. 24 km fra dammen. Ovenfor dette punkt øker fallet merkbart. På denne ca. 2,5 mil lange elvestrekning, vil vannstanden variere som resultat av et samspill mellom tilløp til og avløp fra inntaksdammen.

Ved vurderingen av den virkning reguleringen vil utøve på isforholdene innenfor inntaksdammens virkningsområde, må vi ^{1/2} legge til grunn de manøvreringsforskrifter, som er gitt i § 7 3dje avsnitt med hensyn til de maksimale vannstandshøyder og de vannstandsvariasjoner oppover fra dammen, som er oppført i tabell IV. Endelig må vi være oppmerksom på de tillegg i skjønnsforutsetningene, som saksøkeren fremsatte på rettsmøtet 27.2. 1952, og som angir grenser for størrelse og hurtighet av til-

latelige vannstandsvariasjoner. Til disse siste skjønnsforutsetninger er dog å bemerke, at de under visse forhold i elven neppe lar seg oppfylle med de reguleringsanordninger, som står til rådighet.

Der må også tas hensyn til, hva der er inntaksdammens plan og hensikt, og at de reguleringsmuligheter, som de tekniske anordninger og reguleringsreglement hjemler adgang til, vil bli utnyttet, når det er til fordel for Kraftverkets yteevne og distriktenes behov.

Hensikten med inntaksdammen og dens manøvrering i samspill med hovedmagasinet i Altavatn er redegjort for i konsekvensbetraktningen og omtalt tidligere i § 7 punkt 3.

Der er imidlertid visse forhold ved denne elven og reguleringsmulighetene, som gjør det vanskelig å derigjøre Kraftverkets energiproduksjon etter en forut lagt driftsplan. Vi kan nevne følgende omstendigheter som bidrar til disse vanskeligheter:

Hovedmagasinet er for lite til, at Kraftverket kan holdes i full drift med alminnelig bruk av døgnregulering og regulering for søn- og helligdage.

En kan derfor ikke alltid regne med tilnærmet konstant tapping fra Altavatn kombinert med en utnyttelse av inntagsmagasinet, slik at Kraftverket går med full dagsbelastning (13000 kW) på hverdager. Det blir derfor nødvendig å variere tappingen fra Altavatn.

Ved den nuværende drift etter 1ste byggetrin er transporttiden for vannet fra hovedmagasinet ca. 2 døgn og under de vekslende værforhold er det vanskelig å forutberegne behovet så lang tid fremover. Hertil kommer, at den vannmengde som kommer frem til inntaksdammen kan være meget forskjellig fra den en beregner på grunnlag av den endrede tapping og antatte tilsik.

La oss anta, at tappingen økes for å skaffe større tilløp til inntaksdammen og at lufttemperaturen hurtig synker. Nullgradstversnittet kan da rykke oppover så der blir isproduksjon i fossestrykene. En ikke ubetydelig del av vannet fryser til sarr og bundis, og dette gir anledning til kjøving med isdannelse. Vannhastigheten avtar, vannstanden stiger, vannet demmes opp foran isdammene. Foruten det vann som fryser til

is, vil en stor del medgå til å etablere den høyere vannstand og den trappeformede islegging med oppdemning foran isdammen.

En betydelig del av det vann, som er tappet fra Altavatn, vil således dels "fryse bort" dels - i allfall for en tid, bli holdt tilbake i elven. Lignende utfrysing vil foregå i alle større eller mindre bielver, så tilsiktet nedover under en periode med sterk kulde kan bli sterkt redusert.

På den måte som her er nevnt kan det hende, at tilløpet til inntaksdammen to døgn etter ^{at} tappingen ble øket i Hovedmagasinet, i stedetfor å tilta er blitt betydelig mindre. Under slike forhold er det rimelig, at inntaksbassengets kapasitet vil bli utnyttet til det ytterste i håp om at f.eks. værømslag kan virke til at elven delvis gir slipp på de oppstuede vannmasser og at tilsiktet fra bielvene skal tilta. Det vil med andre ord lede til, at vannstanden i inntaksdammen bringes ned til et minimum f.eks. til kote 53 - 54 nederst ved dammen.

Kommer så svakere kulde og mildere vær vil de oppstuede vannmasser på mange steder kunne bli frigitt, isdammer såvel i hovedelven som i bielvene kan løsne og utløse isgangsbølger. Tilløpet til inntaksdammen tiltar på ukontrollerbar måte. Vannstanden i inntaksmagasinet stiger, og uten at det er mulig å hindre det kan økningen bli så stor og skje så hurtig, at den kommer i strid med skjønnsforutsetningene av 25.februar 1952.

Men selv om det skulle vise seg mulig å holde seg innen rammen av denne skjønnsforutsetning, vil manøvreringen av inntaksdammen ifølge dens hensikt og etter behov gi anledning til store og forholdsvis hurtige vannstandsendringer.

På den nederste strækning på ca. 11 km må en regne med at vannstandsvariasjoner i øvre ende i løpet av forholdsvis få døgn kan gå opp i nesten 2 meter og størrelsen av mulige variasjoner tiltar nedover (se tabell IV).

31

§ 13. Den innflytelse som reguleringen i 1ste byggetrin har på inntaksdammens isforhold.

a. Isforholdene før reguleringen.

Den strekning hvor inntaksdammen over vesentlig innflytelse på vannstanden omfatter det stille parti, som i tabell I er betegnet som seksjon (16), hvis gjennomsnittlige fall er 0,15 m/km. Også på de 4 ovenforliggende seksjoner 15, 14, 13, 12 (en strekning på 26,4 km) har elven lite fall. Bortsett fra, at isleggingen på den 4,4 km lange seksjon (12) også før reguleringen i isleggingstiden om høsten kunne bli hemmet av is- og sarrproduksjonen i de ovenforliggende fossestryk, bud den ca. 45 km lange strekning fra sammenløp med Sördalselv til topp Bardufoss på gunstige betingelser for god og stabil islegging under de meteorologiske forhold en kan regne med i vassdraget.

Osene ved utløp av bielvene var kjendte forhold, som en kunne ta hensyn til i forbindelse med valg av isveier for ferdse på isen.

I Bardualv, som i de fleste andre vassdrag hvor der er innlandsklima, har en om vinterne å regne med mildvær undertiden ledsaget av regn.

Som omtalt i § 4, er klimaet i Barduelvens nedslagsfelt karakterisert ved streng og langvarig vinterkulde, og mildvårsperioder med regn opptrer av og til, særlig nederst i feltet, men mildværet er som regel kortvarig. Et slik klima skulle be- gunstige god islegging. Som det fremgår av § 5, tabellene 3a og 3d, vil som regel vannføringen avta raskt utover vinteren, og dette vil virke til å øke sjangsen for, at et engang dannet is- dekke vil holde seg utover vinteren, så en som regel meget tidlig på vinteren med rette kan si, at isleggingen har stabilisert seg.

Virkingen av snefall på isforholdene er vel kjendt og er forhold som alle der ferdes ved et vassdrag har god rede på og kan innrette seg etter. Snedekket virker vesentlig på to måter: Det nedsetter isdekkes tilvekst og hvis isdekket ^{ikke} er tykt, vil det kunne trykke ^{de} islaget ned så der blir overvatt. Men dette er forhold som forekommer overalt hvor isen trafikeres om vin- teren og er erfaringsmessig ingen vesentlig hindring for isveienes brukbarhet.

På den 45 km lange nedre strekning med lite fall er vannhastigheten liten og foranlediger ubetydelig hvirvelbevegelse. Dette gjør, at den is, som oppstår ved overflatefilmenes underkjøling, blir liggende og flyte på vannoverflaten og føres nedover til den stanser ved elvebreddene. Ismassene strømmer stadig til sålenge kulden varer, der dannes et løst isdekke, som etterhvert fryser sammen til noenlunde solid is. Den måte hvorpå isdekket dannes på denne nedre stille strekning, er å betrakte som en mellomting mellom isdannelse i en innsjø og i sterkt strømmende elv.

Isforholdene på den nederste strekning omfattende seksjonene 13, 14, 15 og 16 må før reguleringen karakteriseres som meget gode.

b. Isforholdene fra inntaksdammens virkningsområde ved drift av ett aggregat.

Ved første byggetrin av reguleringen vil vel som oftest den nevnte nedre elvestrekning bli islagt så tidlig på vinteren, at elven går med uregulert vannføring, altså før tappingen er begynt. Hovedmagasinet kommer således ikke til å influere på den begynnende islegging. Reguleringens innflytelse under 1ste reguleringstrin på islegging om høsten er således knyttet til inntaksmagasinet og de variasjoner i vannstand og vannføring dette forårsaker.

Selv etter at tappingen fra Altavatnmagasinet er begynt, vil det være variasjonene av vannstanden, som manøvreringen av inntaksdammen medfører, som er den direkte hovedårsak til de skader og ulemper som reguleringen forvolder på isveiene på de strekninger som vesentlig påvirkes av vannstanden i inntaksdammen. Fra Fossland - Anset og oppover må dog også den økning i sarravleiringer og i kjøvingsfenomener, som skyldes tappingen tas i betraktning.

Selv om ulempene på isveier på de nederste ca. 15 km av inntaksdammen vesentlig er en direkte følge av vannstandsvariasjonene, så kan dog tappingen få en indirekte virkning, idet den kan innfluere på manøvreringen av dammen.

Vi vil begynne med å anta, at vannstanden i inntaksdammen holdes konstant i den tid isdekket dannes. I såfall er regu -

loringens virkning kun avhengig av vannstanden. Hvis dammen holdes uttappet, så vannstanden i nedre ende er på ca. kote 53, og der ikke tappes fra Altavatn, er forholdene praktisk talt ført tilbake til uregulert elv, for såvidt det gjelder inntaksdammens islegging under de nevnte forutsetninger.

Betrakter vi derimot den annen ytterlighet, at dammen er full (vannstanden ved utløpet på kote 57) så vil dette ha til følge, at elvens tverrprofil er øket og vannets hastighet er blitt tilsvarende mindre og vil avta nedover mot selve dammen.

Hvis vannstanden holdt seg konstant ville oppdemningen begunstige isdannelsen. På grunn av den nedsatte hastighet, vil isen bli mere homogen og under ellers samme forhold vil dammen islegges noe tidligere enn før reguleringen.

Imidlertid kan en ikke regne med, at vannstanden forblir uforandret. Hvis den varierer vil dette kun bevirke, at isen sprekker, særlig langs breddene, og dette kan straks gjøre ferdselen på isen vanskelig og farlig. Når isleggingen foregår under varierende vannstand, vil reguleringen kunne forlenge den tid "meisen" varer, altså den tid da den er for sterk til at elven kan roes med båt og for svak og usikker til å gås eller kjøres.

Så lange isen er forholdsvis tynn og oppspr^ukket ved breddene, vil isdekket på størstedelen av elven heves og senkes noenlunde i takt med vannstandsvariasjonene. Isen vil tilta i tykkelse omtrent på samme måte, som om damområdet hadde vært en stillestående innsjø.

Men etterhvert som isens tykkelse tiltar og den får anledning til å ligge rolig en stund, mens kulden varer, så vil den på mange steder fryse fast til breddene. Hvis da vannstanden stiger, vil isen, som nu er å betrakte som et fast legeme festet til breddene, kunne gjøre kraftig motstand mot å følge med i vannstandsstigningen. Vannet vil utøve et betydelig trykk mot isens underflate, og vannet vil presses opp gjennom sprekker og åpninger som måtte finnes ved land eller annensteds. Vannet vil flyte ut over isoverflaten. På grunn av det økede vanntrykk nedenfra, vil som oftest, særlig der elven er bred og dyp, islaget følge delvis med, og danne en konveks flate, som er høyest noenlunde midt utpå. Overvannet vil derfor i første omgang fortrinnsvis holde seg nær land.

Hvis nu vannstanden avtar, vil isflaten til å begynne med

synke sterkest på midtpartiet, mens festet til breddene motsetter seg denne bevegelse. Isflaten blir konkav og overvannet strømmer fra land ut mot midten. På denne måte vil de vannstandsvariasjoner i inntaksdammen som Kraftverkets drift medfører bli som et pumpeverk, som driver vann opp på isen.

Overvatningen kan variere sterkt fra sted til sted i elven, og arte seg forskjellig fra år til år. Det er et karakteristisk trekk, kjendt fra andre regulerte vassdrag, at de steder, hvor vannet strømmer ut på isen veksler fra år til år på en tilsynelatende tilfeldig og uberegnelig måte.

Det er klart at et tungt snedekke også etter reguleringen vil gi anledning til oppvatning på isen, men den overvatning som skyldes manøvreringen av inntaksdammen er som regel av en annen størrelsesorden og den varierer gjerne på en slik måte at den ikke kan forveksles med overvatning ved snefall. Overvatningen som skyldes reguleringen vil opptre, selv om snelaget er for tynt til å frembringe overvann.

Når der er kommet et vannlag på isen, opphører isdekket under å tilta i tykkelse, idet vannlaget holder seg på 0° og beskytter mot kuldens virkning. Derimot vil det dypeste isdekke kunne svekkes ved tæring. Under kuldens påvirkning vil så vannlaget bli islagt og vi får to isdekker med et vannlag i mellom. Ovenpå de øvre islag kan der atter komme overvann og ovenpå dette et nytt isdekke osv. Undertiden kommer der sne, så overvannet blir en snesørpe. Er snelaget tykt kan vi få sne med sørpe på bunden. En må regne med, at inntaksdammen på mange steder og rett ofte blir dekket av islag adskilt ved vann eller snesørpe. Ut på vinteren vil elven i alminnelighet være dekket med sne med sørpelag nederst.

Is bestående ^{av} vekslende ~~av~~ lag av is og vannsørpe, vil lett bli lussk og farlig og utjenlig for ferdsel.

På grunn av vannstandsvariasjonene vil isen snart ligge høyt og snart lavt, og isnivået kan svinge opp og ned i vinterens løp. Har isen lagt seg på høyeste vannstand, kan isdekket senere på vinteren ligge så lavt at fremkomsten over isen alene av den grunn blir vanskelig, så elven må regnes for ufarbar.

Selv om vi antar, at skjønneforutsetningen av 25.2.52., kan overholdes, så vil dette ikke hindre, at isforholdene vil arte seg slik som ovenfor beskrevet. Innenfor rammen av disse

skjønnsforutsetninger blir der adgang til både store og rett hurtige vannstandsvariasjoner på inntaksdammen.

De erfaringer, som er høstet i de tre vintere Kraftverket har vært i drift, har bekreftet riktigheten av den fremstilling som her er gitt av den virkning, som manøvreringen og utnyttelsen av inntaksdammen vil få på isforholdene. Vi skal senere omtale mere utførlig, hvorledes Kraftverkets drift har innfluert på isforholdene på inntaksdammen og kan i denne forbindelse også henviser til opplysninger vi fikk under befaringen i siste mars i år (Se vedlegg 1)

De isvanskeligheter, som oppstår på innsjøer og stille elvepartier på grunn av de vannstandsvariasjoner, som en regulering medfører, er vel kjendt fra de fleste regulerte vassdrag. Men selv om vannstandsvariasjonene er betydelig mindre enn dem en må regne med her, f.eks. av størrelsesorden 30 - 50 cm, så har det ført til, at isveier er blitt praktisk talt ubrukbare for vanlig ferdsel over elven. En må regne med, at vannstandsvariasjoner på 40 - 60 cm kan gjøre isveier praktisk talt verdiløse.

Virkningen av den nuværende regulering på isveiene kan nok variere fra år til år alt etter de forandringer i tilsikt og i kraftbehovet, som værforholdene og andre omstendigheter forårsaker, men det må bli de vintere da reguleringens skadelige virkninger er særlig store og manøvreringen av dammen er blitt sterkt utnyttet, som må legges til grunn for vurderingen av isveienes brukbarhet for ferdselen og for hvorledes de skader og ulemper, som er påført almenheten og de enkelte grunneiere kan bli avhjulpet ved tiltak og/eller erstatning.

§ 14. Den innflytelse som variasjonene av avløpet gjennom flomlukene har på isforholdene på den gamle inntaksdam og videre nedover i vassdraget.

Hølen nedenfor Kvernhusfoss har vært utnyttet som inntaksbasseng for det gamle Kraftverk. Den ligger nu på den åpne elvestrekning fra flomlukene i inntaksdammen for det nye Kraftverk til dets utløp i elven. Vannføringen på denne strekning

er bestemt ved tappingen gjennom flømlukene, som kun foregår når vannføringen i elven er så stor at den overstiger, hva ⁱⁿⁿinntakسدammen og Kraftverket kan oppta.

Med den nuværende drift etter 1ste byggetrin, vil i alminnelighet vannføringen ved kuldens inntreden være så stor, at der må tappes fra flømlukene en tid. Så snart vannføringen blir så liten, at den ved utnyttelse av inntaksdammen kan utnyttas av Kraftverket og tappingen fra Altavatn må settes inn f.eks. i slutten av november eller begynnelsen av desember, så stenges flomavløpet, og den åpne elvestrekning ned til avløpet fra Kraftverket blir tørlagt for lavvannsperioden, med mindre et mildvær gjør det nødvendig å åpne flømlukene en kortere tid.

Hølen (bassenget) nedenfor Kvarhusfossene islegger seg altså ved den vannstand, som er bestemt ved tappingen gjennom flømlukene. Når tappingen opphører og elven tørlægges vil vannstanden på hølen avta og isen følger etter.

Det har nu vist seg, at også hølen praktisk talt tørrlegges, og dette medfører, at isen blir hengende på stenblokker og andre forhøyninger på bunnen av bassenget.

Det opplystes under befaringen, at enkelte partier av isdekket ble hengende i luften hvorved dette bæreevne ble så nedsatt, at isveien ikke kunne trafikeres. Dessuten lå isflakene oppbrukket og ujevnt, så trafikken på isveien også av denne grunn var gjort vanskelig. Skulle det være mulig å beholde et kjørbart dekke, mens elven er tørlagt om vinteren, måtte det sørges for at den lekkasje, som gjør at hølen går tørr, måtte bli stoppet. Hvorvidt hølen kan tettes, vil bero på, hvorledes lekkasjen fremkommer. Hvis den skriver seg fra at vannet forsvinner gjennom stenmasser i elvesengen, kan vel tettingen være forbundet med store vanskeligheter og omkostninger.

Hvis vi imidlertid antok, at hølen ble tettet, så den kan holde en viss vannstand etter at tappingen fra flømlukene er opphørt, så er ikke dermed reguleringens innflytelse på isforholdene bortskaffet. Under kuldens påvirkning vil hølen fryse fast til breddene og på mange steder til stener og forhøyninger på bunden. Dette gjelder også den side, som vender opp mot foten av Kvarhusfoss. Der er således om vinteren vanligvis ingen vannføring og ingen innløpsos til hølen.

Det er imidlertid ikke alene isen på hølen, som har betydning for isforholdene i elven. Så lenge der under kuldeperioder fra tidlig på høsten og utover ledes vann gjennom flomlukene, vil der bli isdannelse i elven nedover fra nullgradstverrsnittet. Ved streng kulde vil temperaturen allerede ved flomlukene være ^{Kommet ned} avkjølet til nær 0° , så vi må regne med, at der selv i Kvernhusfossen og nedover i Barduelv vil bli liggende betydelige mengder is, når flomlukene stenges og elveleiet mellom flomlukene og utløpet fra Kraftverket blir tørrlagt.

Hvis der nu, hva der ikke så sjelden hender, kommer mildvær med regn, som gjør at der må slippes rett betydelig mengder vann med overtemperatur gjennom flomlukene, så er der - i allfall til å begynne med - ingen åpen vei for dette vann under isen i hølen. Vannet sammen med løsrevne ismasser strømmer ovenpå isen i hølen og bryter seg vei gjennom isen, hvorved isdekket ødelegges. Isblokker rives løs av strømmen. Noen legges opp nær breddene, resten føres nedover med vannmassene, som løser flere av de isblokker som har vært opplagret på den tørrlagte strekning.

Ved utløpet av Kraftverket blir vannføringen ytterligere øket. Vann og isblokker føres nedover, river opp det isdekke som har dannet seg på stilleelven nedover forbi Elveskiftnes til sammenløpet med Målselv. Nye isflak brytes løs og føres nedover, idet de etterhvert legges opp langs breddene, særlig hvor elvesengen svinger.

Vi står her overfor en isgang av ganske særegen art, så å si frembrakt av reguleringen. Det er en art flomisgang, som er kommet i stand ved at en elvestrekning er tørrlagt etter tidligere slipping gjennom flomlukene kombinert med isdannelse.

Etter en slik ødeleggelse med oppriving eller løsning av isdekket og delvis bortførelse av isen i den tørrlagte elv, er det sannsynlig, at f.eks. isveien på hølen er blitt gjort ufarbar for alminnelig ferdsel for resten av vinteren. Også mange andre steder nedover i Barduelv, hvor isen er brutt opp, kan isveiene være blitt ufarbare for lengere tid, og tildels for vinteren (Se beretning om befaringen)

Tenker vi oss, at tilløpet til Kraftverket, såvel som tappingen fra Altavata ble stoppet, så normal uregulert vassføring ble ledet gjennom flomlukene, så ville elven gjennom Kvernhusfoss, gjennom hølen og videre nedover, ikke bli tørrlagt.

Isleggingen ville foregå normalt og isen på hølen ville kunne holde seg flytende, med innløps- og utløpsos. Økningen av vannføringen på grunn av mildvær og eventuelt regn ville, som regel foregå gradvis. På grunn av mildværet og den økede vannføring ville osene øke i utstrekning og dels tilpasse seg den økende vannføring. Hovedmassen av vannet ville antagelig dukke under isen i øset ved foten av Kvarhusfoss og forlate hølen gjennom utløpsøset. Selv om det kunne bli en del oppvatning, ville dette neppe foranledige noen oppbrekking og bortføring av ismassene. Med overgang til kulde med avtagende vannføring ville erfaringsmessig mulig overvann snart forsvinne og isen igjen bli farbar.

§ 15. Virkningen av reguleringen (1ste byggetrin) på isforholdene nedenfor avløp fra Kraftverket til sammenløp med Målselv, når flømlukene holdes lukket.

Vi har i det foregående avsnitt behandlet den virkning slipping gjennom flømlukene kan få på det åpne vassdrag nedenfor, og nevnt økningen i vannføring i nedre del av Barduelv på grunn av avløpet fra Kraftverket. Vannforbruket i Kraftverket er underkastet store og tildels hurtige variasjoner og vi skal se nærmere på virkningen av disse særskilt, slik de vil virke i størstedelen av lavvannsperioden da vannføringen nedenfor inntaksdammen er helt bestemt ved Kraftverkets drift.

Hovedmagasinet er gjerne for knapt, dels på grunn av liten sommernedbør eller bortfrysing, dels ved vanntap grunnet kjøvingsfenomener. På grunn av den knapphet på driftsvann, som derved oppstår, blir det nødvendig å gjøre bruk av sterke døgnreguleringer og reguleringer for søn- og helligdage.

På den ca. 5 km lange strekning nedenfor Kraftverket uten innsjøer, vil variasjoner i avløpet fra Kraftverket komme frem uten nevneverdig demping og selv variasjonene på grunn av døgnreguleringen vil komme ned til Målselv med tilnærmet full styrke. Om vi tenker oss, at der en tid på dagen holdes full drift med et vannforbruk på ca. $36 \text{ m}^3/\text{sek}$ og at vannforbruket om natten kan bli satt ned til under det halve, så

betegner dette en stor og hurtig variasjon i vannføringen og vannstand, som får skadelige følger for isen. Dessuten vet vi at der til sine tider foretas nattutkobling, så avløpet reduseres til ca. $3 \text{ m}^3/\text{sek.}$

Enten der nu har vært foretatt hel nattutkobling eller at driften om natten eller på søn- og helligdage er blitt ned-satt, må en med den nuværende regulering og drift regne med meget betydelige og hurtige variasjoner i drift og vannføring.

Da variasjonene i avløpet fortsetter forholdsvis usvekket nedover til sammenløpet med Målselv, vil de få betydelige og vel også skadelige virkninger på isforholdene. Isdekkene vil bli bragt til å svinge ned og opp i løpet av døgnet eller i løpet av en helg. Den betydelige økning av driften om morgenen eller etter en helg må jo foregå forholdsvis hurtig. Vannstanden økes i vesentlig samme tempo og hvis ikke de stadige svingninger i vannstanden allerede har frembragt landraker eller gjort isen landløs, vil vannstandsøkningen på steder, hvor isen har festet seg f.eks. til land eller stener, føre til overvatning.

Slike variasjoner og stadige påkjenninger må virke skadelig på isveiene og på sine steder og til sine tider gjør dem ufarbare. Dette stemmer så vidt jeg forstår med erfaringer fra disse tre første vintre, da Kraftverket har vært i drift (Se vedlegg 1).

§ 16. Reguleringens virkninger på isforholdene i Målselv.

Vannføringen fra inntaksdammen enten den føres gjennom Kraftverket eller flomlukene, vil som nevnt variere rett betydelig, og disse variasjoner, som tildels kan være ledsaget av istransport, vil også gjøre seg merkbare i Målselv, da vesentlig nedenfor dens sammenløp med Barduelva.

Den omtalte art av flomisgang som henger sammen med, at elveleiet blir tørlagt, etter at elven har hatt isproduksjon, vil prinsipielt kunne forplante seg nedover forbi sammen-

Tabell X

Midlere månedlig vannføring ved Malangfoss og Bardufoss for reguleringen og den virkning Kraftverkets drift med et aggregat kan få på vannføringen i Barduelv nedenfor Kraftverket og videre fra sammenløp Målselv.

Sted	Elvens til-stand	Månedlig vannf. i m ³ /sek							Linje nr.
		Okt.	Nov.	Des.	Jan.	Febr.	Mars	April	
Malangfoss	uregulert	51	32	22	18	14	12	14	1
Bardufoss	"	51	30	21	18	13	13	18	2
Etter sam.løp	"	102	62	43	36	27	25	32	3
Etter sam.løp B.K. i maks. drift med 36 m ³ /sek.	Reg. 1ste byggetrin	102	68	58	54	50	48	50	4
Økning p.g.a.	Reg 1ste trin	0	6	15	18	23	23	18	5
Økning i %		0	9	35	50	85	92	56	6
Etter sam. løp B.K. utkobl.		54	35	25	21	17	15	17	7
Maks.-Min.	K.V. 1ste trin	48	33	33	33	33	33	33	8
K.V. 72 m ³ /sek	Reg. 2det trin	123	104	94	90	86	84	86	9

løpet. Den isgang som opptrådte omkring 6.1. i år, hadde stoppet umiddelbart nedenfor sammenløpet. Da Barduelven her løper nesten tvers på Målselven, synes det lite sannsynlig, at selve isgangen skal forplante seg videre nedover. Derimot kan nok de vannførings- og vannstandsforandringer, som ledsager isgangen øve en viss innflytelse ved bl.a. å gi overvotning samt forandre strømfordelingen i elveprofilen og gi anledning til gravninger i elvesengen. Der foreligger også den mulighet, at slippingen av flomoverskuddet gjennom flomlukene bevirker en mere plutselig og sterkere økning i vannføringen enn om flomvannet sammen med den øvrige vannføring hadde fått fritt avløp som i uregulert elv.

På denne måte kan også Målselv bli utsatt for så store og hurtige vannførings- og vannstandsøkninger at de kan virke skadelig på isforholdene. De kan f.eks. forårsake landraker og overvotning.

Dessuten vil Målselven bli utsatt for de vannføringsvariasjoner, som Kraftverkets drift fremkaller under vanlige vinterforhold, da flomlukene holdes stengt. Virkningen av de påregnbare vannføringsendringer nedenfor sammenløpet er søkt belyst ved hjelp av tabell X. I Øverste avsnitt, omfattende linjene 1, 2 og 3 er oppført de månedlige midler av vannføringen i de to elver ovenfor sammenløpet og månedsmidlene umiddelbart nedenfor. Vi ser at den midlere vannføring i lavvannsperioden er praktisk talt like stor for de to elver. Av dette følger, at en betydelig økning eller variasjon av vannføringen i Barduelv vil få en rett merkbar innflytelse på vannføringen i Målselv nedenfor sammenløpet.

Tabell X

I linje 4 er oppført den vannføring vi ville få i Målselv nedenfor sammenløpet ved maksimal drift av Kraftverket i 1ste byggetrin, altså $36 \text{ m}^3/\text{sek.}$, når denne regulerte vannføring kom i tillegg til den gjennomsnittlige i Målselv. Økningen i vannføring ved maksimal drift er gitt i 5te linje og den prosentvise økning i forhold til midlere vannføring nedenfor sammenløpet (linje 3) er oppført i linje 6. Den frembragte økning av vannføringen i Målselv går opp i nesten 100 % på ettervinteren, men da det gjelder en forholdsvis bred elv med lite fall, vil selve vannføringsøkningen neppe i vesentlig grad forandre mulighetene for elvens islegging.

Det som vil virke skadelig på isforholdene er, foruten

den nevnte tapping av flomvann, eventuelt ledsaget av istransport, de rett betydelige og hurtige vannføringsendringer, som reguleringen av Kraftverkets drift medfører.

De største variasjoner må vi vente å få, når Kraftverket går med maksimal drift om dagen og er utkoblet noen timer om natten. Under utkoblingen er vannføringen gjennom Kraftverket kun $3 \text{ m}^3/\text{sek}$. Nedenfor sammenløpet er den midlere vannføring ved full drift gitt i linje 4. Ved utkobling synker den til de verdier som er oppført i linje 7. Reduksjonen i vannføringen ved utkobling er vist i linje 8.

Når Kraftverket settes i gang etter nattutkoblingen og økes til full drift om dagen vil vannføringen nedenfor sammenløpet på få timer øke til ca. det tredobbelte.

En så betydelig forandring i vannføringen må gi en rett betydelig variasjon i vannstanden, som må antas å forårsake landraker, landløs is og på enkelte steder overvatning.

Vanligvis vil ikke døgnreguleringen eller reguleringen for søn- og helligdage gi anledning til så store variasjoner som ved hel nattutkobling, men en må dog regne med, at de vil bli store nok til å volde ulemper i form av landraker og overvatning på isen.

Når Altamagasinet og Kraftverket er ferdig utbygget (2det byggetrin) og vi antar at Målselv går med midlere vannføring (linje 1 tabell X), så vil full dagsdrift med to aggregater gi en maksimal regulert vannføring på ca. $72 \text{ m}^3/\text{sek}$, og hvis der i Målselv gikk midlere vannføring, så ville vannføringen nedenfor sammenløpet være steget til de beløp som er gitt i linje nr. 9. Uregulert midlere vannføring i Barduelva ville gitt midlere vannføringer som vist i linje nr. 3 (tabell X).

Full drift i 2det reg- trin øker således vannføringen til over det tredobbelte, og tar vi så i betraktning variasjonene i den regulerte vannføringen, vil reguleringen etter gjennomføringen av 2det byggetrin utvilsomt få skadelige virkninger nedenfor Kraftverket såvel i Barduelva, som i Målselv nedenfor sammenløpet.

§ 17. Erferinger vedrørende isforholdene høstet siden Kraftverket ble satt i drift høsten 1953.

a. Liste over iakttagelser og observasjonsmateriale.

Til vurdering av den innflytelse Bardureguleringen har hatt på isforholdene de siste tre vintre, har jeg kunndet støtte meg til følgende materiale over observasjoner og iakttagelser:

- A. Tabeller over daglige observasjoner av lufttemperatur og nedbør fra Bardufoss meteorologiske stasjon for vinterne 1953/54, 1954/55 og 1955/56. (Vedlegg 2). Temperaturtabeller for 1954/55, 1955/56 i dokument nr. 26.
- B. Oppgave over vassføring ved Bardufoss for 1953/54, 1954/55, 1955/56, gitt i dokument nr. 26.
- C. Oppgave over tapping fra Altevatn for de tre siste vintre, dokument nr. 26.
- D. Oppgave over høyeste og laveste vannstand i døgnet foran inntaksdammen for 1954/55 og 1955/56.
- E. Diverse diagrammer og utredninger vedrørende isforhold, heri innbefattet de 3 siste vintre (Dokument 20 og 21).
- F. Min beretning om befaring av Barduelv 28.2. til 3.3.1956. (Dokument 27, vedlegg 1).
- G. Notater vedrørende isforholdene i elven de tre siste vintre av Jan Evjen, Oliver Strand, John Blom og Harder Lorentzen. Dokument nr. 22, 23, 24 og 25.
- H. Direktør Hvedings redegjørelse angående ferdselsforholdene 1953 - 56. (Dokument nr. 23).
- I. Utskrift av driftsingeniørens dagbok for de tre siste vintre (Dokument nr. 26).
- J. Utskrift av oppsynsmannens dagbok for 1954/55 og 1955/56 (Dokument nr. 26).
- K. Tabeller over åpning og lukning av flømlukene vinteren 1955/56 med angivelse av vannføringens variasjon (Dokument nr. 26).

- b. Hvorledes isleggingen av Bardnelv nedenfor Sjørdalselv ville ha artet seg under værforholdene de tre siste vintre uten regulering.

Med hensyn til de forhold, som begunstiger isleggingen i uregulert elv, henvises til § 13 a. Det nevnes her, at den stille strekning fra Sjørdalselv til topp Bardufoss byr særlig gode betingelser for god islegging og hurtig stabilisering av isforholdene for vinteren. Temperatur og nedbør er vist i tabellene vedlegg 2.

Tabell XI.

	Oktober		November		Desember		Januar		Februar		Mars	
Vinter	Temp	nedb	Temp	Nedb.	Temp.	Nedb.	Temp.	Nedb.	Temp.	N.	Temp	Nedb.
		mm		mm		mm		mm		mm		mm
1953/54	3,3	95	-1,5	109	-2,3	85	-7,4	88	-10,0	45	-5,3	74
1954/55	-0,6	42	-7,8	22	-5,0	30	-12,2	68	-12,3	53	-6,3	72
1955/56	-0,7	88	-7,6	66	-10,4	29	-12,3	88	-10,1	70	-2,1	67
1946-55 normal	-1,2	88	-6,1	38	-6,3	50	-7,4	65	-9,0	53	-5,2	60

De månedlige midler av temperaturen og månedsnedbøren i mm er gitt i tabell XI, som straks gir et oversiktlig bilde av værforholdene de tre vintre. Tabellen viser følgende hovedtrekk:

Vinteren 1953/54.

Forjuls vinteren 1953/54 45 usædvanlig mild og viser stor nedbørmengde. De to siste vintre viser gjennomgående jevn kulde for særlige 6 vintermåneder oktober - mars, og moderate eller små nedbørmengder. Som vanlig vil kuldeperiodene avbrytes av mildværsperioder, og for å få full klarhet over, hvorledes været ville ha innfluert på isforholdene i uregulert elv, må vi se på tabellene vedlegg 2 over daglig temperatur og nedbør.

Oktober 1953 er karakterisert ved mildvær og regn. Den 31. oktober og de første dagene av november er det middels kulde, men da regnværet har gitt betydelig vannføring og da der også i november har opptrått flere mildværsperioder med regn, kan en ikke regne med, at der - selv i uregulert elv - ville blitt gangbart isdekke før omkring 23.11. etter et døgn med forholdsvis streng kulde.

I desember ligger visstnok månedsmidlet for temperaturen adskillig over normalen, men der er utvilsomt tilstrekkelig kulde, til at der vil kunne danne seg et gangbart isdekke allerede i begynnelsen av måneden.

Mildværet, som opptratte 7 - 9 desember, og den vannføringsøkning som det ga anledning til, kan nok ha ført til overvåking, særlig ved land, men disse ulemper ville vært kortvarige og neppe forårsaket noen varig forverring av isforholdene på de stille strekninger.

Tabellen over vannføringen (dokument nr. 26) viser at vannføringsøkningen på grunn av mildværet var forholdsvis kortvarig, og den viser, at vannføringen etter dette hurtig avtar. Til tross for tappingen fra Altavatn er den totale vannføring ved Bardufoss i slutten av mars nede i $9,5 \text{ m}^3/\text{sek}$.

Isdiagrammene i dokument 20 fig. 10a, viser moderate snehøyder og betydelig istykkelse fra og med desember til og med april, så isdannelsen ville ikke være blitt i særlig grad hemmet på grunn av stor snehøyde. For det betrakte stille parti oppover fra Bardufoss ville resultatet bli, at der vinteren 1953/54 i uregulert elv ville ha blitt god kjerbar is på de brukte isveier fra siste halvdel av desember til isløsningen i slutten av april. Isen ville hele denne tid ha ligget praktisk talt på samme nivå.

Vinteren 1954/55.

Tabellen i vedlegg 2b viser jevn, tildels sterk kulde og liten nedbør fra 16. oktober og vinteren ut.

Litt mildvær med regn opptratte 3de til 5te desember og 17de til 20de desember. På dette tidspunkt ville - i uregulert elv - isleggingen ha stabilisert seg og isforholdene ville ikke være blitt særlig merkbart forandret av de kortvarige mildvær i desember. Riktigheten herav fremgår av tabellen for vannføringen ved Bardufoss Kraftverk. Når økningen i tappingen tas i betraktning, har mildværet ikke forårsaket merkbar økning i vannføringen.

I uregulert elv ville vannføringen være bestemt av tilsikt og på grunn av den stadige og tildels sterke kulde, hadde dette vært lite og avtagende utover vinteren. Sammenligner vi vannføringen og tappingen gitt i samme dokument (26), ser vi at differensen mellom vannføring ved Bardufoss og brutto

tapping fra Altavatn synker fra $16,8 \text{ m}^3/\text{sek}$ den 30.10. til ca. $5 \text{ m}^3/\text{sek}$ i midten av november, til ca. $2 \text{ m}^3/\text{sek}$ i slutten av januar og er nede i ca. $0,7 \text{ m}^3/\text{sek}$ i midten av februar.

Da må vi selvsagt regne med, at ikke bare tilsikket, men i noen grad også vannet i Barduelven selv fryser bort, men tabellene viser, at den uregulerte vannføring ville ha vært liten og avtatt sterkt utover vinteren, noe som tjener til å vedlikeholde stabile isforhold.

Vi kan derfor gå ut fra at der vinteren 1954/55 ville vært gode stabile isforhold på den her nevnte stille strekning fra slutten av oktober og ut hele vinteren med is på uforandret nivå, i fall elven hadde vært uregulert.

Vinteren 1955/56.

Bortsett fra to korte mildværsperioder med regn, den ene 16 - 18 november 1955 den andre 4 - 6 januar 56, viser tabellen for temperatur og nedbør, samt for vannføringen ved Bardufoss, at der også denne vinter har vært jevn, tildels sterk kulde som ville ha sikret gode og stabile isforhold i uregulert elv fra slutten av oktober til slutten av mars der min tabell om været slutter.

De nevnte to mildværsperioder kom på et tidspunkt da isforholdene i uregulert elv på stilleelven oppover fra Bardufoss ville ha stabilisert seg. I betraktning av det ubetydelige fall og den lille vannhastighet, ville ikke en slik kortvarig økning av vannføringen ha forårsaket noen vesentlig forandring i isleggingen bortsett fra at vannstanden ble noe høyere noen døgn og at der på enkelte steder ville kommet en del overvann, som erfaringsmessig forsvinner, når mildværsperioden opphører.

Hvorledes den skede vannføring i de to mildværsperioder ville ha virket på isforholdene i uregulert elv nedover fra Bardufoss, vil bli omtalt senere under henvisning til §§ 14 og 15.

I tilfelle av uregulert elv vil værforholdene de tre siste vintre også ovenfor stilleelven fra øvre grense av seksjon 11 til utløp Altavatn, gi gode betingelser for en så stabil islegging som en kan ha på denne strekning i gode isvintre under hensyntagen til elvens topografi.

Sannsynligvis vil værforholdene være gunstigere i denne høyereliggende øvre del enn på den lavereliggende stilleelv.

Se lengdeprofilen av Bardnelv dokument 20, fig. 1b.

e. Reguleringens virkning på isforholdene i Bardnelv de tre siste vintre.

Den karakteristikk vi foran har gitt av, hvorledes isforholdene ville ha artet seg i uregulert elv, vil gi et godt og nødvendig grunnlag for ved hjelp av de foreliggende iakttagelser og observasjoner å kunne avgjøre, hvorledes og i hvilken grad reguleringen har virket på isforholdene. Det vil være naturlig først å se på forholdene i inntaksdammen og den innflytelse som manøvreringen av denne har hatt på isforholdene de siste tre vintre.

Manøvreringen av inntaksdammen og dens innflytelse på isforholdene er utførlig behandlet i § 12 og 13. Det fremgår herav, at de skader og ulemper som reguleringen forårsaker i vesentlig grad beror på den måte hvorpå vannstanden varieres.

Vannstandsvariasjonene gjør, at isens nivå kan variere mellom grenser der nederst har en høydeforskjell på opptil ca. 4 meter eller mer, men den avtar oppover så den er kommet ned til ca. 1 m, 15 - 20 km ovenfor dammen. Den store mulige variasjon av ishøyden er jo, som det også har vist seg, en stor ulempe for isen og ferdselen over elven. Virkningen er dog i særlig grad knyttet til, at vannstandsvariasjonene forårsaker overvatning og gjør, at isen blir landløs så adkomsten til og fra isen ute på elven blir vanskelig og mere farlig bl.a. ^{p.g.a.} fordi den større dybde oppdemningen medfører.

Isforholdene på inntaksdammen 1953/54.

Fra Kraftverket foreligger ingen tabell eller nøyaktige opplysninger om hvorledes vannstanden i dammen denne vinter har vært manøvrert. Derimot foreligger fra Jan Evjen et verdifullt materiale omfattende vannstandsmålinger og iakttagelser vedrørende isforholdene for overfartstedet ved Evjen (dokument nr. 22). Dessuten finnes der en del opplysninger om isforholdene denne vinter fra Oliver Strand (dokument nr. 23). Videre henvises til direktør Hvedings redegjørelse (dokument nr. 23) og utskrift av driftsingeniørens dagbok

(dokument 1). For de to siste vintre henvises til utskrift av oppsynsmannens dagbok (dokument J). I en redegjørelse av 26.mars 1955 har ingeniør A. Mølle Christensen sammenstillet og diskutert de av Jan Evjen utførte vannstandsmålinger (dokument 13). Det fremgår herav at vannstanden ved Kvje hadde variert fra kote 157,2 ned til under kote 153, altså over 4 meter. Observasjonene viser betydelige variasjoner i vinterens løp, og der forekommer så sterke og hurtige variasjoner at de overskrider de tillatte variasjonsgrenser.

Jan Evjen har ledsaget vannstandsobservasjonene med beskrivelse av de ulemper de medførte for ferdselen over elven. Vi har fra reguleringer i andre vassdrag rik erfaring for, at selv meget mindre og langsommere vannstandsvariasjoner forårsaker overvatning og landløs is, særlig ved elvebreddene, så jeg anser det for utvilsomt at de vanskeligheter som, særlig etter siste del av desember, oppstod på grunn av landløs is og overvann, tildels av betydelig dybde, må tilskrives reguleringen.

Et klart vidnesbyrd om riktigheten herav har vi i Kraftverkets forsøk på å hjelpe på ulempene ved å legge ut landgangsbroer. Disse forsøk på å avhjelpe trafikkvanskelighetene på isen kan, etter det som er opplyst, ikke sies å ha falt heldig ut og kan derfor ikke sies å ha ført til en rimelig erstatning for tapet av de gode isveier som en før reguleringen kunne regne med ville stå til rådigheten for ferdsel over elven i vintertiden.

Det er imidlertid klart at der opptrer lignende ulemper i forbindelse med mildvær og regn. For vinteren 1953/54 må vi særlig være oppmerksom på at mildværet den 6 - 9 desember fikk betydelig innflytelse på isforholdene, mens de sterke ulemper som opptrådte skyldes i vesentlig grad forandringer i elven som står i forbindelse med reguleringen.

I rapporten over isforhold vinteren 1953/54 (dokument nr. 20) heter det således om forholdene under dette mildvær: "Isen som var dannet ved lav vannstand i inntaksmagasinet fløt opp og det ble landråk på begge sider. På grunn av reguleringen ble den høyere vannstand opprettholdt også etter at mildværet var over." Fra befaring av elven 21.12. sammen med Hveding og Fossun har driftsingeniøren notert: "Det var litt vann på isen overalt og adkomsten til og fra land var dårlig."

Bruk av flømlukene.

I slutten av november var ifølge J. Evjen vannstanden nede på det nivå, som svarer til årstiden i uregulert elv, det må ha vært omtrent på kote 153, men etter ca. 8 døgns mildvær er vannstanden 9.12. steget til kote 156, og ifølge Jan Evjen holder den seg på over kote 156 helt til 28.12. Flømlukene forut har vært helt stengt, så elven nedenfor til utløpet fra Kraftverket en tid hadde vært tørrlagt. Katt til 9.12. ble ifølge direktør Rveding lukene åpnet med den følge, at store vannmasser ble sluppet over i den forut tørrlagte elveseng. Vannføringen den 9.12. er oppført til $142 \text{ m}^3/\text{sek}$ med et maksimum på $180 \text{ m}^3/\text{sek}$. Dette hadde tilfølge, at den is som tidligere hadde dannet seg på den nevnte tørrlagte elvestrekning ble revet opp og tildels ført nedover i elven.

Reguleringens innflytelse på isvanskelighetene på grunn av vekslende stengning av og slipping av vann gjennom flømlukene, har jeg redegjort for i § 14. Vi kommer tilbake til dette i forbindelse med forholdene 1955/56. I denne forbindelse skal vi kun minne om at vannføringssekningen under mildværet ville blitt mindre og ha gjort mindre skade på isforholdene, ifall vannet hele tiden hadde fått fritt avløp i uregulert elv nedover fra Bardufoss.

Ovenfor inntaksdammens virkningsområde.

Virkningen av variasjoner i vannstanden av inntaksdammen avtar oppover ettersom bunnen av elvesengen tiltar i høyde. Det virksomme høydeintervall for vannstandsvariasjonene avtar med andre ord oppover. Som det fremgår av tabell IV er dette intervall ved Annset sunket til 1 meter. Foregår vannstandsvariasjonene på en kotehøyde ved dammen, som er minst 1 meter under kote 157, vil virkningene opphøre ovenfor Annset.

Vannstandsvariasjoner mellom 157 og 156 vil kunne merkes opp til en avstand på ca. 25 km ovenfor dammen.

Ovenfor vannstandsvariasjonenes virkningsområde blir det kun tappingen fra Altavatn og den økede temperatur av avløpsvannet, som er bestemmende for reguleringens virkning på isforholdene. Oppgavene fra Kraftverket om tappingen fra Altavatn 1953/54 ^{er} imidlertid mangelfulle og usikre. I dokument (b)

anføres:

"Reguleringsanlegget (senkningskanalen) ikke ferdig. Fra midten av februar ble det derfor ikke mulig å tappe nok til kraftverkets behov, det ble da tappet så meget som det til enhver tid var mulig, samtidig som arbeidet med utdypning pågikk.

Av samme grunn var det ikke mulig å få direkte mål på tappingen. Nedestående er beregnet etter synkningen av vannstanden i Altevatn, altså netto tapping fra magasinet."

Så følger en "omtrentlig" oppgave over netto tapping for en del tidspunkter utover vinteren. Nu er det imidlertid brutto tapping (altså netto tapping + tilsiket fra Altavatnets nedslagsfelt ca. 1210 km²), som blir avgjørende for isproduksjonen og hvorledes isleggingen og istransporten nedover i elven vil arte seg.

Ifølge tabellen settes tappingen inn 28.12.53, og netto tapping er de tre følgende dager oppe i 4 - 6 m³/sek. Ifølge tabell III over uregulert midlere vannføring ved Insetvatn og i beXtraktning av den milde forjulsvinter, skulle det være grunn til å anta at tilsiket til Altavatn i slutten av desember ikke er mindre enn midlere vannføring ved Insetvatn på samme årstid, altså 6 m³/sek.

Det vil si, at den totale (brutto) tapping fra Altavatn i slutten av desember har beløpt seg til 10 - 12 m³/sek. Dette er en vannføring som kan få adskillig virkning på sarr og bunnisproduksjon nedover i strykene og på sarrmassenes transport og avleiring nedover til de stille partier, det vil si nedover fra sammenløpet med Særdalselv.

I tidsrommet fra 1 - 11 januar er nettotappingen ubetydelig, men har senere holdt seg på 4 - 6 m³/sek til slutten av mars. Dette skulle gi en sannsynlig totaltapping på 8 - 10 m³/sek.

Det bør i denne forbindelse bemerkes at når direktør Hveding i sin "redegjørelse angående ferdselsforholdene 1953/54" ved en rekke leiligheter anfører størrelsen av tappingen fra Altevatn, så svarer hans tallangivelser til den som er oppført i Kraftverkets tabell for netto tapping. Dette er egnet til å gi et uriktig inntrykk, idet det som nevnt er den totale brutto tapping, som i sitt samspill med værforholdene er avgjørende for isforholdene.

Ved vurderingen av regulerings innflytelse på isforholdene er det særlig viktig å være oppmerksom på at reguleringen

gjør isforholdene mindre stabile overfor variasjoner i værforholdene. Selv om tappingen fra reguleringsmagasinet holdes konstant er det et karakteristisk trekk, at isforholdene i regulert elv er sterkt variable. Dette kan henge sammen med forandringer i de meteorologiske forhold eller skyldes større bevegelsighet i sarr- og isavleiringer.

I sin redegjørelse for januar 1954 heter det hos direktør Hveding: "Oliver Strand har notert overvann 5 å 10 cm som har holdt seg i januar, men opphørte fra februar av. Han tilskriver dette at tappingen fra Altevatn da opphørte, mens den i virkeligheten, etter å ha vært nedimot 3 m³/sek i februar, lå på ca. 4 m³/sek i begynnelsen mars." Hertil er først og fremst å bemerke, at Hveding opererer med netto tapping som i og for seg er usyktlig målt, men den totale (brutte tapping) er sannsynligvis mindre i mars enn i februar. Men selv om ikke så hadde vært tilfelle, er dette ikke noe argument for at overvannet ikke skyldes en virkning av tappingen fra Altevatn.

Med hensyn til isforholdene ovenfor inntaksdamens virkningsområde, er observasjonene rett sparsomme. Den 20.12, 21.12 og følgende dager har Oliver Strand observert overvann med maksimum den 21.12. på 25 cm. Dette kunne muligens bero på den høye vannstand i inntaksdammen (58,6), men kan også skyldes stor sarravleiring i forbindelse med tappingen fra Altevatn og streng kulde.

I vassdragsvesenets beretning om isforholdene (dokument nr. 20) opplyses: "I midten av januar ble det observert en mindre isgang i Barduelv på strekningen fra Slottmoen til Straumli. Videre nedover til sammenløpet til Søralselva og på strekningen ved Setermoen, ble det observert en del overvann."

Dette viser, at der med den ved tappingen skede vannføring og den strenge kulde hadde vært stor sarr og bundisproduksjon i fossestrykene nedover fra Insetvatn og dette hadde utløst en typisk vinterisgang. Sarrproduksjonen og sarrtransporten har hatt observerte virkninger nedover til Setermoen og på den 8 km lange fallstrekning her med fall på 1,2 m/km, må det ha foregått sarrtransport nedover. Det er derfor å vente, at der på det noe stillere parti nedover til f.eks. Rønningen - Blomli kan bli sarropsetuvninger.

I dokument 20 fig. 11c er anført: "22.1. etter vannslipping Altevatn åpnes elven helt." Dette beror på, at der er inntrått mildere vær så vannet i fossestrykene ikke er avkjølet

til 0° . Dette gjør, at sarr og is som er dannet under kuldeperioden fra 9 - 20 januar, atter smelter og dette bidrar til økning av vannføringen. Denne økning har formodentlig obser-
vatøren tatt for økning i vannslippingen fra Altevatn.

Økningen i vannføringen på grunn av tappingen fra Altevatn, vil i kuldeperioder virke til å øke sarr- og bundisproduksjonen i strykene samt sannsynligheten for isgangsvirksomhet. Dessuten vil transporten av sarr og løsnat bundis øke så virkningen av sarravleiringer kan merkes lengere nedover i elven.

Ved svakere kulde vil øket vannføring gi langsommere avkjøling, så 0 -gradstverrsnittet rykker lengere nedover enn det ville ha gjort uten den økning som tappingen fra magasinet forårsaker. Isen tares bort så elven går mere åpen og gir større isproduksjon, når der atter inntreffer sterk kulde, som bringer 0 -gradstverrsnittet høyere oppover i strykene.

Vinteren 1954/55.

Som nevnt og som det fremgår av tabellen over temperatur og nedbør (vedlegg 2b) og de månedlige midler i tabell XI, ville denne vinter by på særlig gode betingelser for god islegging og gode trafikkforhold i uregulert elv.

Der er nesten sammenhengende og tildels streng kulde fra 16. oktober og ut hele vinteren, kun avbrutt av mildvær følgende dager:

Oktober: Tre adskilte døgn med temperatur såvidt over 0° .

November: et døgn med temperatur på $+ 0,4^{\circ}$.

Desember: Første halvdel 6 døgn med temperaturer på over 0° , men uten nevneverdig nedbør.

Annen halvdel 18de - 20de har temperatur over 0° , men kun 20de med temperatur $+ 0,8$ var der nedbør i form av sne og regn. Den 31. er temperaturen oppe i $0,7^{\circ}$ uten nedbør.

I de følgende tre vintermåneder er der ikke nevneverdig mildvær med regn. Av tabellen over vannføringen ved Bardufoss fremgår det, at ingen av de kortvarige og svake mildvær har ført til merkbar økning i vannføringen.

Vi kan derfor gå ut fra, at isleggingen i uregulert elv ville ha stabilisert seg i løpet av siste halvdel av oktober eller

første halvdel av november, og siden ville de stabiliserte isforhold ikke være blitt nevneverdig forstyrret hverken av mildvær eller store snemasser, selv om sneen eller de korte mildvær kan ha gitt anledning til spor av fuktighet på isen eller på bunnen av snelaget.

For denne vinter har vi utførlige oppgaver over den manøvrering av reguleringsorganene, som er av særlig betydning for isforholdene.

Den måte, hvorpå vannstanden er variert, fremgår av tabellserien over høyeste og laveste vannstand i inntaksmagasinet i døgnet fra 15. oktober 1954 til 30. april 1955 (dokument 26). Et oversiktlig bilde av vannstandsvariasjonene på inntaksdammen denne vinter er gitt i vannstandskurven i diagram fig. 11h (dokument 26). Vi har videre tabell over de daglige verdier for vannføringen ved Bardufoss Kraftverk (dokument 26), samt vannføringskurve på diagrammet fig. 11 h.

Endelig har Kraftverket skaffet forholdsvis utførlige opplysninger om den totale tapping (bruttotapping) fra Altevatn (dokument 26).

Oppgavene over bruttotapping omfatter tidsrummet fra 26.10. 54 til 13.2.55. Deretter følger en del oppgaver over nettotapping for tidsrummet 2.2. - 14.5. Fra verdiene for brutto tapping 2.2, 5.2. og 13.2. sammenholdt med netto tappingen for tidsrummet 2.2. - 17.2. finner vi, at tilsiket fra Altevatns nedslagsfelt skulle være ca. $7 \text{ m}^3/\text{sek}$. I betraktning av de verdier som er funnet for middelverdien av vannføringen for Insetvatn, skulle neppe tilsiket til Altevatn for februar, mars og april overstige 3 m^3 . På denne måte skulle en komme frem til en rimelig verdi for brutto tapping.

For å lette vurderingen av tappingens innflytelse på vannføringen nedover i elven og dermed dens mulige innflytelse på isforholdene, har jeg i tabell XII oppført vannføring ved Kraftverket og brutto tapping fra Altevatn hentet fra Kraftverkets tabeller (dokument 26).

Vi ser av siste kolonne at vannføringen ved Bardufoss kun er ubetydelig større og i enkelte tilfelle mindre enn brutto tapping. Dette beror på vannføringstap på grunn av frost, slik som omtalt i § 5.

Tabell XII.

Datum	Vannfør K.V.	Brutto tapp A.V.	Differens	Datum	Vannf. K.V.	Brutto tapp. A.V.	Differ- ens
	sm ³				sm ³		
Okt. 26	22,5	9,0	13,5	Jan. 20	23,0	19,8	3,2
" 30	20,3	10,0	10,3	" 25	23,4	19,8	3,6
Nov. 12-25	16,4	7,0	9,4	" 30	22,0	18,6	3,4
25.11- 14.12	11,9	7,0	4,9	Febr 5	19,1	17,0	2,1
Des. 15	10,9	6,0	4,9	" 13	19,3	19,2	0,1
" 18	13,6	8,2	5,4	" 18-28	19,1	15	4,1
" 19	14,8	10,3	4,5	Mars 1-17	15,6	17	-1,4
" 20	16,4	12,8	3,6	" 17-31	13,1	15	-1,9
" 31	21,8	18,0	3,8	Apr- 1-15	12,3	13	-0,7
Jan. 11	20,2	16,0	4,2	" 15-30	14,6	(10)	+(4,6)

I betraktning av det som foran er opplyst med hensyn til værforholdene og de særdeles gode isforhold disse måtte ha gitt anledning til i uregulert elv, de utførlige oppgaver over vannstandsvariansjoner i inntaksdammen, vannføring ved Kraftverket og tappingen fra Altevatnmagasinet, skulle denne vinter by på særlig gode betingelser for påvisning av reguleringens innflytelse på isforholdene, når unntas, at der denne vinter ikke har opptrått mildvær som har gjort det nødvendig å åpne flømlukene. De virkninger på isforholdene, som opptrer når flømlukene må åpnes om vinteren, gjorde vi bekjennskap med vinteren 1953/54, og vi vil få ennu bedre anledning til å studere disse virkninger vinteren 1955/56.

Under den sterke kulde i siste halvdel av oktober, der tok til 16.10, ble det stor produksjon av sarr og bundis på den sterkt strømmende del av elven. De første dager er vannstanden på inntaksdammen meget lav. Den 20.10. er den nede på kote 51,48, hvorefter den stiger sterkt og er den 3.11. oppe i 55,23.

Den lave vannstand først i kuldeperioden bidro til at vannhastigheten ble forholdsvis stor og dette lettet sarrtransporten ned gjennom inntaksdammen.

I vassdragsvesenets rapport om isforholdene 1954/55 heter det

"I siste halvdel av oktober foregikk det en kraftig isproduksjon på de åpne elvepartiene ovenfor Setermoen. Dette skapte en del isulemper ved den nye Bardufoss Kraftstasjon. Der rant hele tiden nok vann ut fra Altevata gjennom det naturlige elveløpet - nok vann til Kraftverkets behov - men det slapp altså ikke fram."

Kjøvingens virkning på Kraftverkets drift er illustrert ved to kurver (fig. 11 1, dokument 20). Den sterkeste virkning opptrådte 19 - 21. oktober, da elven umiddelbart forut hadde vært isfri. (Produksjon av sarr og bundis foregår, ^{ikke} hvor elven er islagt). Den 26 - 27. oktober var den nedre stille del av elven isdekket og virkningen av kjøvingen såskillig mindre. Disse kjøvingseffekter er betinget av at der opptrådte sterk kulde ved isfri elv, samtidig som den naturlige uregulerte vannføring ennå var rett betydelig. Den sterke kjøving og de vanskeligheter de frembrakte de første døgn under isleggingen, kan derfor ikke direkte tilskrives reguleringen. Ettersom isleggingen skrider frem avtar kjøvingen foran innløpet til Kraftverket.

Tappingstabellen i dokument 26 og tabell XII viser at tappingen først begynte 26.10. med en bruttovannføring på 9,0 sm³, og nettotappingen er forholdsvis liten helt til den stiger forholdsvis raskt fra 18. desember. Fra dette tidspunkt holdes der en betydelig netto tapping hele vinteren til slutten av april. Det er i dette tidsrum etter 18.12. at isforholdene i vesentlig grad kan bli direkte påvirket av den økning i vannføringen, som tappingen av reguleringsmagasinet frembringer.

Med hensyn til reguleringsens virkning på isforholdene står inntaksdammen i en særstilling. Selve isdannelse og isdekkets vekst og tykkelse er i og for seg lite influert av den tapping som kommer i betraktning under første byggetrin. Det er den sterke variasjon av vannstanden, som i vesentlig grad er årsak til at reguleringen virker skadegjørende på isen og vanskeliggjør ferdseien på elven.

Isforholdene ved Evjan i tiden fra 17.10 til 16.12. er redegjort for i en rapport fra Ingemar Åsen, Jan Evjan og Ola Fredheim, datert 16.12.54. Fra kaldens inntreden den 16de til 20de oktober varierer nok vannstanden en del, men isvanskelighetene i disse første 4 døgn antar jeg for en vesentlig del beror på den nevnte sarrtransport og kjøving, samt at isen

ennu er for tynn.

Forst fra 20.10 til 3.11. får vi en så sterk stigning i vannstanden, at denne i vesentlig grad må antas å bidra til de isvanskeligheter, som har gitt seg utslag i åpent vann ved land. Før å kunne komme ut på det dannede isdekke, ble der lagt ut broer og planker. Isdannelsen ute på elven skrider hurtig frem. Den 31.10. er målt is av en tykkelse på 18 cm.

På inntaksdammen er det altså ikke is tykkelsen ute på elven det skorter på, men det er, som tidligere fremhevet, den overvatning og den store variasjon av isnivået, som skaper vanskelighetene.

Etter vannstandestigningen fra 20.10. - 7.11 da den var på kote 55,19, fulgte en hurtig synkning ned til kote 51,98 den 13.11. Dette medførte bl.a. den sterke helling på landgangsbroene og fra den tidligere iskant, som var dannet på meget høyere vannstand.

Etter dette følger en stigning til kote 54,59 den 26.11., det vil si 2,6 meter på 13 døgn. Den 22.11. er vannstanden steget til kote 54,15, det vil si 2,25 meter på 9 døgn. Ifølge skjønnsforutsetningene skulle stigningen i 10 døgn ikke overskrider 1,2 m.

Den 17.11. ble gangbroer fra land utlagt. Isvanskeligheter ved land i tiden til rapportens datum 16.12. har hindret kjøring ut på isen, så materiell av forskjellig sort er blitt båret over isen.

Som det fremgår av tabellen og kurven for vannstanden, viser denne store og hurtige vekslinger. Vi kan eksempelvis nevne, at på de 10 døgn fra 7 - 17 desember synker vannstanden fra kote 54,95 til 52,68, altså 2,27 meter. Dette betegner en betydelig overskridelse av de tillatte variasjoner.

I løpet av de følgende 10 døgn (17 - 27 des.) får vi en stigning på 1,81 meter, som også ligger over det tillatte.

Disse vannstandsvariasjoner ledsages av isvanskeligheter ~~og~~ såsom overvann særlig ved land, dannelse av sørpe, og flere islag adskilt ved lag av vann eller sørpe og endelig har vi de ulemper som følger av at isnivået kan variere med flere meter.

Med hensyn til enkeltheter henvises til den utførlige rapport for Evjan fergested, til Oliver Strands notater dokument 23, til utskrift av oppsynsmannens dagbok for 1954/55, samt til min beretning fra befaringen vedlegg 1.

Det fremgår herav at vannstandsvariasjonene i inntaksdammen har bevirket hyppigere overvatninger, landløs is oppover så langt variasjonene i vannstanden gjør seg gjeldende. De store nivåforandringer på en strekning av ca. 10 km oppover må i mange tilfelle, som f.eks. ved Evjan, være til stor ulempe. Forsøkene med landgangsbruere ut på isen kan vel ikke sies å tilfredsstille de krav som må stilles til en fremtidig varig ordning av trafikkforholdene over elven etter reguleringen.

Ifølge tabell IV vil der på en lengere strekning oppover fra dammen ved Kraftverket opptre betydelige vannstandsvariasjoner, som vil frembringe lignende ulemper med overvatning og landvann som dem der er observert ved Evjan. Som det fremgår av tabell V øker volumtilveksten pr. meter med stigende kotehøyde. Dette gjør, at reguleringen omkring en høy vannstand blir mest effektiv og derfor antagelig fortrinnsvis brukt, og at en må regne med at de ulemper som består i overvatning, landvann og landløs is på grunn av vannstandsendringer, vil opptre merkbart forholdsvis langt oppover i bassenget. Så lenge største vannstandsvariasjon ifølge tabell IV er minst 2 m, det vil si til Bjørnstad og Finkkroken, vil sannsynligheten for ulemper av nevnte art være forholdsvis betydelig, og ulempene rett hyppige. (Se oppsynsmannens dagbok for 1954/55 samt Oliver Strands notater for samme vinter, samt beretningen om min befering vedlegg 1).

På den ca. 13 km lange strekning fra Finkkroken til Annset vil virkningen av vannstandsvariasjonene i dammen blande seg med merkbare virkninger av de økede masser av sarr og bundis som produseres i strykene ovenfor i større mengder enn før reguleringen på grunn av tappingen av Altavatn magasinet. Av tabellene over tappingen for vinteren 1954/55 ser vi, at der fra midten av desember til slutten av mars har vært tappet forholdsvis jevnt ca. $14 - 20 \text{ sm}^3$. I en slik kald og tør vinter, ville i disse vintermånedene det uregulerte tilsik fra Altavatn neppe ha overskredet $3 - 4 \text{ sm}^3$. Det vil si, at brutto tapping siste vinter har øket vannføringen ved utløp Altavatn til det $3 - 4$ dobbelte.

Hvis tappingen hadde vært ledet mere ujevnt kunne den ha forårsaket ennå større økning av vannføringen i forhold til det uregulerte tilsik.

Med det reguleringsmagasin på 150 mill. m^3 som disponeres

i første reguleringsstrinn, blir vannføringen stor nok til i vesentlig grad å motvirke, at elven i de øvre stryk med stort fall blir hurtig isdekket, men allikevel så liten, at nullgradstverrsnittet allerede ved moderat kulde kan rykke langt oppover i strykene f.eks. til toppen av Storfossen. På de åpne stryk nedover til ca. 3 km nedenfor Straumsno bru, vil der bli sterk og rett langvarig produksjon av sarr og bundis og dannelse av isdammer, som ved den økede vannføringen vil ha lett for å løsne og frembringe vinterisganger.

Is ganger som tar til ovenfor disse øverste fossestryk, så vel som de produserte sarrmasser, vil vesentlig stoppe opp ved Insetvatn, hvor der lett vil bli sterk kjøving med overvatning eller oversvømmelse.

På lignende måte vil der nedover fra Insetvatn bli stor sarrproduksjon og stor transport av sarr, som på grunn av den større vannføring og større vannhastighet vil gi anledning til, at større mengder av sarr føres langt nedover i elven, før de avleires under de dannede isdekker. Der vil på denne nedre fallstrekning ofte danne seg isdammer, som lett brister og fremkaller isganger, som vanligvis stopper opp mot de islagte partier med lite fall.

I vassdragvesenets oversikt over isforholdene 1954/55 (dokument nr. 20 fig. 11c) er beskrevet og illustrert hvorledes isproduksjonen har foregått i fossestrykene, etter at den sterke tapping ble iverksatt etter 16.12.1954.

På Kartskissen for 1.januar 1955 er angitt steder for isdammer såvel ovenfor som nedenfor Insetvatn, og skissen ledsages av følgende opplysninger:

"Det er meget vann på isen de fleste steder, men særlig på Insetvatn. Strømdrag ovenfor Insetvatn åpnet seg etterhvert, men 3.1. frosset igjen. Isdammer på flere steder fra 10 - 24-1. Tapping fra Altevatt fortsetter. Lite trafikk på isen p.g.a. overvann."

Den neste kartskisse illustrerer isforholdene fra 1.febr. til 15.april 1955. Den viser steder, hvor der har opptrått isdammer, og der gis følgende karakteristikke:

"Sarr og bundis i hele elveleiet, bare strykene er åpne. Fra 7.2. bundis løsner (1), men fra 15.2. dannes det igjen. NB: 10

(1) Dette må bety vinterisgang etter streng kulde (L.V.)

strandiskanter²⁾. Enkelte isdammer fra 18-23.3. og fra 29-31.3³⁾, særlig på strekningen mellom Insetvatn og Storfossen. Vann på isen på Insetvatn fra 15-22.2, og fra 23.25.2. Isen på Insetvatn kjørt med buldoser flere ganger."

Isprossessene i fossestrykene og på Insetvatn har altså artet seg slik som foran beskrevet.

Virkingen av den økede tapping fra Altevatnmagasinet kommer også særlig klart frem på vannstandskurvene for Insetvatn og Østermoen v.m. Så snart den økede tapping tar til i midten av desember, øker vannstanden plutselig og sterkt på grunn av stor sarrproduksjon og kjøving.

Den sterkt økede sarr og bundisproduksjon i strykene nedover til og med seksjon 12 sammen med elvens økede transportevne for sarr på grunn av tappingen, gir oss utvilsomt forklaringen på den oppstuvning av vann og sarrmasser, som særlig ut på etterjuls vinteren har opptrått på den ca. 3 km lange strekningen fra Rønningen (ca. 19 km ovenfor Kraftverket) nedover til Blomslå - Fjelstad (ca. 16 - 16,5 km ovenfor Kraftverket). Se herom i min beretning om befaringen (vedlegg 1) samt i Oliver Strands notater fra etter vinteren 1954/55.

Det gjelder her et fenomen, som er kjent fra andre regulerede vassdrag. Det er særlig vel kjent i forbindelse med Aursundsreguleringens innflytelse på isforholdene på stilleelven nedenfor strykene ved Os og Tolga, altså på strekningen nedover forbi Tynset og Alvedal. De sarrmasser, som er produsert i strykene og har avsatt seg under isdekket på stilleelven, vil utover etter vinteren komme i bevegelse og på enkelte steder innsnevre det fri løp og forårsake vannstandsøkning og overvatning. Denne blir som regel merkbar ut i februar måned og tiltar utover i mars. Overvatningen kan være rett betydelig og gir ofte anledning til at vann og sørpe strømmer dels langs land og landråker dels ovenpå isen.

Det kan bemerkes, at det for Aursundsreguleringen er vedtatt som skjønnsforutsetning, at tappingen ikke må overskride 35 sm³, men er dog som regel adskillig mindre. Til gjengjeld er elvebredden større og fallene mindre i de sarrproduserende stryk i Glomma enn de er på fallstrekningene i Barduelva.

2) Merke etter tidligere sterk kjøving (L.V.)

3) Etter streng kulde (L.V.)

Isforholdene nedenfor dammen foran Kraftverket vinteren 1954/55

Tidlig på høsten var vannføringen ved Bardufoss så stor, at en del vann måtte ledes forbi gjennom flomlukene, men ved kuldens inntreden omkring midten av oktober, avtok vannføringen meget hurtig, så flomlukene kunne lukkes omkring 19 - 20-oktober. Etter dette holdt vannføringen seg så lav, at lukene kunne holdes lukket til ca. midten av mai. Elvestrekingen fra flomlukene til utløpet fra Kraftverket ble, såvidt sees, tørrlagt denne vinter.

Om isforholdene nedenfor dammen ved Kraftverket foreligger kun sparsomme opplysninger. I oppsynsmannens notater nevnes forholdene mellom fallene den 9.februar og ved Elvskiftnes 2 mars, samt under isløsningen 22.mai.

For 9.2. anføres:

"Mellom fallene er det bunnfrosset nede ved den gamle dammen. Vann fra den lille lekkasjen på nydammen kommer da oppå isen og av og til må de som går over elva bruke gummistøvler."

Den 2.3. noterer oppsynsmannen:

"På grunn av nattstoppen faller isen ned om natten fra utløpet og nedover forbi Elvskiftnes. Når vannet settes på igjen, blir det utover dagen noe overvatning. Isen løfter seg nok igjen, men det er nokså mange store sprekker i den og disse gjør at isen blir stående i "knip" og vannet kommer først opp".

Oppsynsmannens notater den 9.2. om isforholdene på bassenget foran den gamle dammen stemmer med det som ble opplyst fra de interesserte grunneiere under befaringen 2den mars 1956, og som er omtalt i min beretning vedlegg 1. Det stemmer også med hva der er opplyst av John Blom om isforholdene ved Fossmo for 7 - 18 februar 1955 og videre utover vinteren.

Endelig stemmer disse opplysninger om isforholdene mellom fossene også med min redegjørelse i § 14 vedrørende regulerings virkning på isforholdene på den gamle inntaksdam og nedover.

Notatet den 2.3. om forholdene ved Elvskiftnes viser den virkning som døgntreguleringen (nattutkoblingen) har på isforholdene i Barduelven nedover fra avløpet fra Kraftverket. I denne forbindelse er det tilstrekkelig å henvise til min redegjørelse i § 15 om dette spørsmål.

Vinteren 1955/56.

Tabellen over temperatur og nedbør for vinteren 1955/56 (vedlegg 2) viser forholdsvis streng kulde fra midten av oktober til slutten av mars og tildels litt over middels nedbørmengde. Men til forskjell fra foregående vinter opptrer der denne siste vinter to mildvarsperioder med sterkt regn og så stor vannføringsøkning, at det ble nødvendig å åpne flømlukene. Det første av disse mildvar opptratte i midten av november og flømlukene holdtes åpne fra 7.11 kl. 14 til 19.11. kl. 15, altså ca. 2 døgn. Maksimal vannføring gjennom lukene er oppgitt til $98,4 \text{ sm}^3$ (17.11 kl. 22). Ved den 2den mildvarsperiode holdtes åpne luker fra 5.1. kl. 19 til 8.1. kl. 23. Maksimal vannføring gjennom lukene 191 sm^3 opptratte 6.1. kl. 10 - 11. (Se dokument 26).

Disse verdier for vannføringen gjennom flømlukene er hentet fra den tabell som i § 17a er betegnet med K, men disse stemmer ikke med tabellen B i "Oppgave over vassføring ved Bardufoss for 1953/54, 1954/55, 1955/56. Begge tabeller tilhører dokument 26. For maksimal vannføring ved Bardufoss finner vi følgende verdier:

Døgn	Maks. vannføring		Differens.
	Tabell B	Tabell K	
18. november 1955	84 sm^3	107 sm^3	23 sm^3
6. januar 1956	163 "	193 "	30 "

I dokument nr. 26 foreligger Kraftverkets tabell over den høyeste og laveste vannstand i døgnet for inntaksdammen fra og med 19. oktober til og med utgangen av februar. Se også vannstandskurven for 10.10. - 31.12 i dokument 20.

Sammenligner vi vannstandstabellene (eller kurvene) for de to siste vintre, ser vi, at vannstanden i bassenget har vært derigert vesentlig anderledes vinteren 1955/56 enn vinteren forut. Forskjellen består dels i at vannstanden siste vinter har vært holdt på et betydelig høyere nivå dels i at variasjoene har holdt seg innen snevrere grenser. I 1954/55 varierte vannstanden mellom kote $\times 55,60$ og $\times 52,68$ med et variasjonsintervall på ca. 3 meter. Siste vinter derimot er vannstanden i det tidsrum tabellen omfatter, variert mellom kotene $\times 56,40$ og $\times 55,30$, altså innen et interval på kun 110 cm, og et utslag av denne størrelsesorden

forekommer kun et par døgn omkring 23. desember. For størstedelen av vinteren er variasjonsintervallet kun ca. 40 cm.

Kraftverkets tabell over brutto tapping fra Altavatnmagasinet adskiller seg fra forrige vinter vesentlig deri, at tappingen har vært nedsatt under de nevnte mildvarsperioder. I kuldeperiodene som utgjør mesteparten av vinteren, har der vært tappet nesten like sterkt som forutgående vinter.

De værforhold og den måte, hvorpå reguleringen har vært ledet siste vinter, kan lære oss viktige ting med hensyn til reguleringens virkning på isforholdene. De to mildvarsperioder vil foruten å vise hvilken virkning disse kan ha på de forskjellige steder i vassdraget, tillike gi opplysning om den virkning åpning og lukking av flomlukene kan ha på isforholdene nedenfor i elven.

Den omstendighet, at vannstanden i inntaksdammen siste vinter har vært underkastet meget mindre variasjoner enn vinteren 1954/55, samtidig som der begge vintrer har opptrått langvarige kuldeperioder skulle gjøre det mulig å vurdere hvorvidt og i hvilken grad størrelsen og hastigheten av vannstandsvariasjonene influerer på de trafikkvanskeligheter, som knytter seg til derigeringen av inntaksdammens vintervannstand.

Isforholdene på inntaksbassenget.

Til belysning av isforholdene på inntaksdammens virkningsområde foreligger følgende materiale:

- a) Notater over ulesper for ferdseilen over elva ved Evjan vinteren 1955/56 fra 18.10. til 11.1.56
- b) Notater ved Oliver Strand
- c) Iakttagelser og opplysninger fra befaringen 1ste og 2den mars 1956 (vedlegg 1).
- d) Utskrift av driftsingeniørens dagbok 1955/56 fra 19.10.55. til 9.2.56. En fortsettelse som omfatter tiden fra 2.3.56 til isløsningens slutt (23.5.) mottok jeg med brev fra h.r. advokat H. Holmboe av 10.7.56. Fra tidsrugnet etter 2.3. har jeg imidlertid ingen oppgaver over vannstanden i bassenget, så noen sammenligning mellom opplysningene i dette tillegg og vannstandsvariasjonene lar seg ikke anstille med

det observasjonsmateriale jeg har.

- e. Utskrift av oppsynsmannens dagbok angående is- og ferdselsforholdene på inntaksmagasinet 1955/56. (Fra 18.10.55 - 1.3.56.)

Isleggingen på inntaksdammen tar til ved kuldens inntreden 17.10. Den 18.oktober berettes i rapporten fra Evjan: "Straks etter isleggingen ble det en god del landvann på trass av at det fremdeles var kaldt. Landvannet skyldes stigning av elva."

Kraftverkets vannstandstabell begynner den 19. og viser en stigning på 17 cm. fra 19 til 20.oktober og på 26 cm fra 19 til 21. En slik stigning på så kort tid må ansees for tilstrekkelig til å kunne frembringe oppvatningen.

Den 21.10 noteres: "Isen var såvidt gangbar ute på elva. med ved land var det flere lag med is med vann i mellom, så en både for å få melke over og ellers komme på arbeid o.s.b. måtte legge planker fra land og et godt stykke utpå isen. Dette forhold varte i flere dage osv."

Den 3.11. var isen blitt så sterk, at en 3 tonns lastebil kjørte over elven ved Evjan. 4. november skulle en om morgenen kjøre tilbake med foran nevnte bil, men da hadde vannstanden minsket en god del i løpet av natten med den følge at det var blitt et tomrum under isen ved land, og noen kjøring med bil var derfor utelukket." Dette gir et eksempel på de vanskeligheter som kan oppstå på grunn av forandring i isens høyde ute på elven.

Vannstandstabellen viser en stigning på 23 cm fra 6 til 10. november og stigningen fortsetter stort sett til 20.11. Fra Evjan berettes 10.11.:

"Vannstanden steget betraktelig inatt, og det er blitt en hel del landvann, som også går en god del utenfor de to plankene, som er brukt til å komme ut på isen på. Vannet var så dypt utenfor plankene at Irene Åsgård, som går på framhaldsskolen på Setermoen, og som skulle reise med skolebussen, ikke kom over elva."

Fra ca. 15 til 18.november domineres isvanskelighetene av mildvær og regn og derav følgende økning i vannføring og vannstand. Etter at mildværets innflytelse er opphørt, opplyses fra Evjan:

"Fra ca. 12.desember gikk vannstanden sterkt ned i elva med sundbrekking av isen ved land."

Den 23.12. har vannstanden et skarpt minimum på 55,27, hvorefter den øker hurtig. Den 24.12. kl. 9⁰⁰ er temperaturen - 25⁰ og det noteres:

"Elva har steget ca. 10 - 20 cm inatt. 10 cm vann på østre side ca. 3 cm på vestre side utenfor bruene."

25.11: - 27⁰ "25 cm vann på østre side i 5 meters bredde."

Det fortsetter med vann og sørpe på isen under den forholdsvis betydelige vannstandsøkning og sterke kulde i slutten av desember. De siste notater fra Evjan fra 5.1. til 11.1. omfatter mildværet, som opptrådte i dette tidsrum.

Oliver Strand opplyser om vann på isen under isleggingen fra 24 - 25 oktober til 13.11.

Etter mildværets slutt noteres overvann den 20.11. samt 28.11. - 1.12.

Det fremgår av oppsynsmannens dagbok at han ved Evjan har iaktatt vann på isen 31.10, 8.11, 11.11, 14.11 og 15.11, altså før virkningen av mildværet gjør seg merkbart gjeldende. Etter mildværet og under den sammenhengende kuldeperiode fra 20.11 til 31.12. noteres litt overvatning oppover i bassenget 22.11. og 23.11, men fra 24.11. til 23.12. noteres stadig:

"Tørt og fint på isen oppover bassenget."

I denne tid har vannstanden variert ytterst lite inntil 10.12. da den begynner å synke fra 56,20 til et minimum på 55,32 den 23.12., hvorefter vannstanden stiger raskt til 55,93 den 31.12. og etter en mindre synkning stiger den videre til 56,36 den 7.1.56. Under den sterke stigning noteres overvatning ved Evjan den 24, 26, 27, 28, 29, 30 og 31. desember, samt 1. og 2. januar.

Den 3.1. ingen oppvatning, men den 4de og følgende dager er der oppvatning i forbindelse med mildvær og regn.

Fra 10.1. og utover til slutten av februar, da tabellen over vannstanden slutter, varierer vannstanden forholdsvis ubetydelig, kun omkring 1. februar er der en hurtig stigning på ca. 25 cm og for 1ste februar har oppsynsmannen notert:

"Det er flekkevis litt oppvatning ved land oppover bassenget 1 - 2 cm."

Ellers har han for hele perioden fra 10.1. til 27.2. notert:

"Tørt og fint på isen oppover bassenget."

Dette gir et eksempel på, at overvatningen på bassenget i kuldeperioder, iallfall de første 10 - 15 km oppover er vesentlig

forårsaket ved en manøvrering av dammen, som fører til store vannstandsvariasjoner. Når disse blir ubetydelige reduseres også overvatningen, og det til tross for, at der i samme tidsrum har falt betydelige mengder sne. Overvatning opptrer sterkere og hyppigere ved stigning enn ved synkning av vannstanden.

Nu må en være oppmerksom på, at en manøvrering innenfor rammen av Konesjonsbetingelser og skjønnsforutsetninger kan gi anledning til meget store og forholdsvis hurtige vannstandsvariasjoner, med tilsvarende store ulemper for ferdseien over elven om vinteren, og det må forutsettes, at de tillatte variasjonsmuligheter vil bli utnyttet når dette viser seg å være tjenlig for Kraftverkets drift og uteevne.

Når vi kommer lengere opp over i elven f.eks. forbi Bjørnstad eller Strand, må vi regne med at også avleiringer av sarr masser under isen fra de ovenforliggende stryk kan influere på isforholdene og gi anledning til overvatning på enkelte steder.

Tappingen og dens innflytelse på isforholdene nedover i elven vinteren 1955/56.

Det fremgår av Kraftverkets tappangstabell, at tappingen tok til i begynnelsen av november. Den totale (brutto) tapping var allerede 5.11. oppe i 10 - 11,5 sm³ og holdt seg omtrent på denne størrelse i 12 døgn. På grunn av mildvær ble den i løpet av 18. november redusert til 0, men ble atter satt inn den 20. og hurtig øket. Den 28.11. var den oppe i 14 sm³.

Under den sterke kulde i desember og inntil 7.1. varierte tappingen mellom 11,5 og 21,5 sm³. Den 7.1. ble tappingen stoppet (på grunn av mildvær), men ble atter påsatt den 9.1. og gradvis øket fra 6,0 den 9.1. til 10 den 17.1. Videre utover varierte den mellom 10 og 18,5 sm³. Under de strenge og langvarige kuldeperioder ble vannføringen nedsatt på grunn av isproduksjon. Vannet "frøs bort" dels i selve elveleiet, men særlig ble det uregulerte tilsik sterkt redusert. Også denne vinter finner vi derfor, at differensen mellom vannføringen ved Kraftverket og tappingen er forholdsvis liten, men bortfrysingen av vannet har ikke vært fullt så sterk som vinteren forut.

Produksjon av sarr og bundis med tilhørende kjøving og overvatning må i de noenlunde strenge og varige kuldeperioder ha

artet seg på liknende måte som forrige vinter såvel ovenfor som nedenfor Insetvatn. En må dog være oppmerksom på, at de to korte mildversperioder med regn har tatt hårdt på isen i strykene. Isproduksjonen har opphørt, sarr, bundis og tildels isdekkene er tildels kommet i bevegelse. Etter hver mildversperiode har vi så fått en forsterket sarr og bundisproduksjon med kjøving.

Observasjoner og iakttagelser er forholdevis sparsomme.

I driftsingeniørens dagbok heter det for 9.nov.:

"Ved Fosshaug var der en åpen råk fra "Stryket" og oppover, likedan så det ut som et par små råker lengere opp. Der hadde vært endel oppvatning antagelig på grunn av økningen i tappingen".

Disse iakttagelser er gjort etter en streng kuldeperiode som tok til 26.10. og varte til 11.11., dessuten hadde der i flere døgn vært tappet ca. 10 km³.

Oppvatningen skyldes derfor produksjon av sarr i strykene, og sarren har avsatt seg nedover i elven og frembragt vannstandsøkning (kjøving) og dermed sammenhengende oppvatning. Driftsingeniøren har den 13.12. notert følgende:

"Sv. Solseth ringer og oppyrer at elva går full til elvekanten, og delvis innover. Elva har nu skåret seg ned og slippen igår mener han ikke har gått oppå. Han har ikke fått kontrollert på andre siden, men vatnet går nok innover de flate moer, som er der. Det er islagt på oppvatningen så han tror det går bra. Det var - 26° på Inset idag og har vært - 31° i natt."

Vi har her for oss et typisk kjøvingsfenomen, hvis styrke henger sammen med den betydelige vannføring i sterk kulde som skyldes tapping fra magasinet. Den økede vannføring gjør, at elven går lengere åpen under stor produksjon av løse sarr innleiret i vannet og av bundis. Sarrkonsentrasjonen tiltar etterhvert, vannet blir grøtet, elven svulmer opp og vann strømmer over den vanlige elvemele og gir oversvømmelse på de lavtliggende elvebredder.

Den 15.12. har driftsingeniøren notert:

"J. Fossum har vært på inspeksjon langs elva helt til Inset. Det er fært og fint ved alle overganger. J. Fossum hadde sett på tingene ved Insetvatnet sammen med Sv. Solseth, og Fossum mener det så bra ut. Litt kjøving er naturlig når vi tar hensyn til de lave temperaturer og samtidig vind, men noen skade var ikke forårsaket. Elva gikk helt fin." Der er her brukt nokså uklare uttrykksmåter, som "Fossum mener det så bra ut.", "Elva

gikk fin."

Det positive innhold av dette er at elven har kjøvet. Dette er selvsagt en "naturlig ting", men det som det her kommer an på er, om kjøvingen og oppvatningen er øket på grunn av tappingen. Og det er likeså naturnødvendig som at kjøving er en naturlig ting. Den omstendighet at Sv. Solseth har tilkalt Fossum for å se på forholdene tyder jo også på, at disse har artet seg på en usedvanlig måte.

Eksempel Tre dager senere 18.12. opplyser dagboken:

"Elva hadde brukket igjennom lenger nede på Insetvatnet og gikk oppå et stykke." At isen ute på en innsjø i tørt kaldt vær brytes opp så vann tar vei ovenpå isen er intet vanlig fenomen. Det må utvilsomt bero på, at sarrmasser av stor maktighet har avsatt seg under isen og innsnevret det fri løp.

I vassdragsvesenets oversikt over isforholdene (dokument 2e) er gitt en karakteristikk av isforholdene ved Insetvatn som lyder slik:

"Isdannelse 16.10. litt tidligere enn normalt, men utviklingen av fast isdekke foregikk senere enn vanlig^{x)}. Isvegen ble trafikert første gang av gående 30.11, med hest 5.12. Isen ble dekket av snø opptil 40 cm den 7.12. Mye vann på isen fra 9 - 15.12 og trafikken ble innstilt. Den 14.12. ble det sprengt hull i isen ved utløpet for å skaffe fritt løp. Den 22.12. fortsatt vann på isen. 30.12. en isdam i elveløpet like ovenfor Insetvatn. Fra 30.12. vann på isen igjen. Det er den verste oppvatning på Insetvatn på mange år.

Fra 5 - 8.1. vann på isen på grunn av regnvar, men fra 21 - 25. ble det oppvatning igjen etter tappingen fra Altevatn. 26 - 29.1. en isdam ovenfor Storfossen."

Det fremgår herav, at tappingen fra Altevatn har øket sarr- og bundisproduksjonen og dermed sammenhengende overvatning i betydelig grad og at driftsingeniørenes notater gir et ufullstendig bilde av isvanskelighetene.

Den store sarr og bundisproduksjon i strykene sammen med den økede vannføring og elvens økede transportevne for sarr, har utvilsomt ført til, at usedvanlig store mengder sarr og løsnat bundis er transportert nedover i stilleelven hvor de er avsatt under isdekket. Det er å anta at disse sarrmasser siste vinter likesom den foregående har bevirket at vann og sørpe har for-

x) I strømmende elv vil økning av vannføringen sinke isleggingen (L.V.)

plantet seg forbi Setermoen og videre forbi Rønningen og nedover til Blomli og Fjelstad.

En vil kanskje undre seg over, at Kraftverkets drift siste vinter under isleggingen ikke synes å være blitt hemmet av sarrmasser foran innløpets grind slik som tilfellet var vinteren forut. Forklaringen på dette må være, at isleggingen vinteren 1954/55 foregikk på meget lav vannstand og med større vannhastighet i inntaksbassenget, mens isleggingen sist vinter foregikk på høy vannstand og tilsvarende mindre vannhastighet, så en større del av sarrmassene fikk avsette seg lengere oppe i elven. Dessuten har den større vannhastighet på lav vannstand gjort at dammen har holdt seg lengere åpen og deltatt i sarrproduksjonen.

Isforholdene nedenfor inntaksdammen.

I avsnittene § 14 og 15 er redegjort for, hvorledes regulerings tiltakene vil innfluere på isforholdene nedover fra inntaksdammen.

Dette kan skje ved manøvrering av flomlukene eller av Kraftverkets drift eller ved begge deler i forening.

Manøvrering av flomlukene.

Med den nuværende drift etter 1ste byggetrin vil i alminnelighet vannføringen ved kuldens inntreden være så stor, at en del må ledes forbi gjennom flomlukene.

På strekningen nedover vil elven kunne islegge seg, og der skulle kunne bli gangbar og kjørbar is på dammen mellom fallene. Når flomlukene stenges, blir elven tørlagt på strekningen ned til utløpet fra Kraftverket. La oss anta, slik som forholdet var vinteren 1954/55, at der i vinterens løp ikke opptrer noen vannføringsøkning som nødvendiggjør, at flomlukene åpnes, så skulle en tro at der skulle bli god is for ferdseien over hølen (inntaksbassenget for det gamle Kraftverk) for resten av vinteren.

Vanskelighetene oppstår fordi dammen er lekk, vannet synker mens isen tildels blir hengende igjen på stener og uregelmessigheter i elvebunden så trafikk over dammen blir vanskelig eller praktisk talt umulig.

Dette ble redegjort for under befaringen (se vedlegg 1) og

i sin redegjørelse av 3.1.56 opplyser John Blom på vegne av oppsitterne:

"Oppsitterne har ikke for årene 1953 og 1954 spesifiserte notater over elvens ulemper, men en kan si her, at all den stund damlukene var stengte, lå elveisen "løste", falt senere til bunn og umuliggjorde kjøring med bil og traktor, tildels også lange tider med hest" og videre:

"En vil i tilknytning til ovenanførte også nevne, at i tiden fra den gamle stasjon ble satt ut av drift dvs. 1953 - 54 og til mars md. var trafikken meget vanskelig og tildels umulig."

Videre opplyser John Blom:

"7.2.55. - 18.2.55: Mye overvann mest i fordypninger, hvor isen var nedfalt, slik at vadestøvler tildels måtte brukes. Videre utover vinteren lå isen like ned på elvebunnen, og på søndre side tørtes den (isen) igjennom fra bunnen av slik at hull oppstod i veien."

Dette skulle gi en karakteristik av isvanskelighetene "mellom fossene" vinteren 1954/55. Kraftverkets tabell over vannføring ved Bardufoss viser, at der helt fra flomlukene ble lukket i oktober til midten av mai ikke forekom så stor vannføring, at det nødvendiggjorde at flomlukene ble åpnet. Hvis det ikke hadde vært lekk i "hølen" skulle der denne vinter vært gode isforhold mellom fossene.

Anderledes stiller forholdet seg vinteren 1955/56. Etter at flomlukene var lukket etter et mildvær 22-27. oktober fulgte en kuldeperiode fra 28.10 til 11.11. Der dannet seg et tykt isdekke på dammen mellom fallene. Isen frøs fast til breddene til alle sider. Der ble ikke - slik som i uregulert elv - opprettholdt et innfalls- og utfallssos. Mildvær og regn 17 - 20. november gjorde det nødvendig at flomlukene ble åpnet, og i løpet av et par døgn ble store vannmasser med en vannføring opp til 98 sm³ sluppet løs på den på forhånd tørrlagte elv med isdekker, som var fastfrosset til breddene. Vannet tok selvsagt til å begynne med den eneste åpne vei ^{dvs} ovenpå isen. Men ved det store trykk kombinert med taring, brast isen og isflakene førtes avsted med strømmen. Åpning av flomlukene på dam som var dekket med fastfrosset is uten oser, synes med nødvendighet å måtte føre til isgang.

På lignende måte virket åpningen av flomlukene under mildværet 5 - 8. januar, kun var virkningen så meget større på grunn av den store vannføring. I tidsrummet fra 3.1.56 kl. 1.00 til

7.1. kl. 8.30, skulle der være en gjennomsnittlig vannføring på ca. 153 sm³ med et maksimum på 191,5 sm³. Resultatet ble en isgangavirkning av stor maktighet og med isoppstøvinger og avlagte isblokker nedover Barduelva til sammenløp med Måla-elv. (Se beretning fra befaringen vedlegg 1).

Forholdene under lukeåpning vinteren 1955/56 har John Blom karakterisert slik:

"26.10.55 - 30.10.55. Ufarbart etter lukeåpning og etterfølgende isgang. (Istykkelsen var 15 cm.)

17.11. - 27.11.55: Ufarbar etter lukeåpning og etterfølgende isgang. (Istykkelse ca. 85 cm.)

6.1. - 10.1.56: Ufarbar etter lukeåpning og etterfølgende isgang. (Istykkelse ca. 40 cm.)"

Det synes som om isgang løsner og isen brytes løs som en nødvendig følge av at flomlukene må åpnes og uten hensyn til isens tykkelse.

Under en befaring 2.3.56. redegjorde grunneierne for hvorledes isganger under milåvar hadde artet seg før reguleringen. Jeg siterer fra min beretning om befaringen s. 6.:

"Grunneiernes talssmenn fremholdt, at isgangene som løsnet i Kvernhusfossen hadde fått en mere skadelig virkning på isforholdene etter at reguleringsmagasinet og vannslippingen gjennom flomlukene var tatt i bruk. Før regule ringsmagasinet ble anlagt gikk der også vinterisganger i Kvernhusfossen, men ismassene stoppet foran øset i hølen, og vannet fant veien under isen som høvet seg. Etter reguleringen forplanter is angsbølgen seg gjennom "hølen", bryter isen opp og etterlater isblokkene ved breddene slik som vi kan se etter de isganger, som gikk denne vinter."

Etter min mening tror jeg grunneiernes oppfatning i det vesentlige er riktig og grunnen til isgangenes store maktighet og skadevirkning har jeg allerede nevnt og mere utførlig redegjort for i § 14.

I sine notater om isforholdene i Barduelva (Elvskiftnes) datert 15.2.56 har Harder Lorentzen gitt følgende opplysninger om elvens tilstand etter isgangen 6.1.56.:

"Barduelva har nu steget minst 2 meter, den har gjort isgang lange stykker, så isflakene står på ende og på sine steder trykt sammen, så det er ishauger høge som hus. Både ved Årskog har den stoppet isgangen og dømt opp så mye, at den har sendt en

masse is og vann over munningen til Melangsølva, så veien er ødelagt for resten av vinteren."

"Vi er totalt innesperret. Barna kommer ikke på skolen og ikke får vi varer til og fra gården."

10.1. noteres: "Idag var John Fossum her og såg på forholdet for å se om noget kunne rettes, men fant ut, at det var umulig."

På grunn av den lange kalde vinter og sterk utfrysing av elvevann og tilsik, må en regne med, at vannforbruket i Kraftverket blir gjenstand for store variasjoner. Det blir store variasjoner i døgnet, og den gjennomsnittlige vannføring i døgnet vil komme til å variere betydelig i forbindelse med søn- og helligdage og med årstiden. Knappheten på vann vil som regel særlig melde seg utover ettervinteren og våren og da lede til nattsutkobling av betydelig varighet.

Vannføringen ved utløpet vil variere tilnærmet proporsjonalt med Kraftverkets energiproduksjon, og i elven nedover til sammenløpet med Kålselven vil variasjonene som regel forplante seg tilnærmet uavviket uten synderlig demping.

Variasjonene i vannføringen frembringer tilsvarende vannstandsendringer, som vil forårsake variasjoner i isnivået ledesaget av overvatning, sprekker ved land og landløs is.

Særlig vil isforholdene bli vanskelige, hvis mildvær og regn har nødvendiggjort åpning av flomlukene, så isen nedover i elven er blitt ødelagt og brutt opp ved isgang.

Under befaringen 2.3.56 hadde vi ved selvsyn og beretninger anledning til å få et godt inntrykk av de isvanskeligheter, som vannføringsvariasjoner fra Kraftverket i forbindelse med isganger hadde forårsaket. Jeg henviser til min beretning om befaringen vedlegg 1. Videre henvises til Harder Lorentzens notater for tidsrommet 28.10.55. til 13.1.56 datert 15.2.56, samt til hans notater fra 1.3.56 til 15.5.56, datert 27.5.56.

Av hans notater kan vi merke oss følgende. "Den 11. november var isen ved Elvskiftnes 3 tommer tykk. Samme dag var Melangsølva kjørende med bil. Istykkelsen var minst 7 tommer på det tynneste, hvilket var omvendt tidligere, før utbyggingen."

Notatet fra isgangen 6.1. allerede sitert.

"27.8. kommer elva plutselig med en masse vann oppå isen. Det gikk over hele elva og var på det dypste 50 cm. Det kom helt plutselig. Om morgenen var det ikke noe, men kl. 14, da Ann-Elise kom fra Andselv, måtte hun vasse langt på legg for å

komme over. Dette var helt uforståelig da det ikke hadde vært noe nedbør av betydning annet enn sne.

28.3. fortsetter vannet å vokse oppå isen tiltross for at det er litt kjøligere. Jeg ringte herr Holm og spurte om de hadde noe særlig fore, men han kunne bare bekrefte, hvad jeg også trodde, at de kjørte med stort sett samme vannmengde hver dag. Det kan da ikke være annen grunn enn noe vi har vært vidne til av og til om høsten når det blir igjen råker som ikke fryser til med det samme. Da danner det seg ofte sørpe når det snør og da kan det ofte tette igjen helt til bunnen og stenge løpet så vannet må oppå. Det samme har selvfølgelig hendt nu også. Det har snedd i råken etter isgangen i januar og der dannet seg sørpe og så har dette tettet igjen mot isblokkene oppfor her."

Denne forklaring på overvætningsfenomenet er sikkert uriktig. Siden isgangen den 6. januar har det vært sammenhengende, for det meste streng, kulde til 8.mars. Under noen dagers mild- var fra 9 - 11.mars var der nesten ikke nedbør, og den kunne således ikke ha medlagt isdekket og frembragt råker. 27.3. var nedbøren ved Sardufoss 0,8 m (regn og sne) og i de forutgående 11 døgn hadde der ikke falt nedbør.

Fenomenet skyldes den vel kjendte ting, at et elveløp, som er oppfylt av sammenstavede ismasser ikke holder seg i ro, men er underkastet stadige forandringer. Disse kan bestå i, at åpne råker lukker seg på et sted, mens andre åpner seg på et annet. Avsette ismasser under isen kan flytte på seg. Under tiden kan disse bevegelser i ismassene resultere i at det fri elveløp under isen blir helt eller delvis tilstoppet og vannet må finne seg vei ovenpå isen. Det fenomen herr Lorentzen beskriver er nær beslektet med det, som har opptrått fra Rønningen og nedover og som tidligere er omtalt og forklart.

Lignende overvætningsfenomener har vi talrike eksempler på fra Røa-vassdraget. Her blir det nedre stille parti, oppover fra Selbusjøen, utover vateren oppfylt av ismasser fra isganger som har starten i ovenforliggende stryk og her er der rikelig anledning til å iakttas overvætninger, som skyldes bevegelser i de sammenstavede ismasser.

Lorentzen opplyser videre.:

"7.4. Vi har nu hatt første natten med utkobling. Isen har falt ned noe, men det er ennå ikke noe vass av betydning, men det kommer vel en av de første dagene. Det vil si at det

ikke er helt stopp om natten da Tromsø har fått sin strøm."

"7.4-16.4: Forholdene ganske uforandret annet enn at isen faller sammen og det blir større sprekker."

"16.4-18.4: Nattutkoblingen fortsetter og det innskrenkes på strømmen både kveld og morgen. Det har ført til at isen er sunket så mye, at det er en ganske smal strimle som ikke ligger på bunnen. Vannstanden er sikkert betydelig under vannstand om høsten. Dette nevner jeg også på grunn av at isen går så i si loddrett ned minst en meter fra der det om høsten er fjære. Det er nu slike sprekker ved land, at det nå regnes som uoverkommelig uten ski. Det er også litt vann oppå om dagen."

"18.4-22.4: Stort sett uforandret, annet enn at det er blitt noe mere vann."

"22.4.: Det er nu litt mildere, men ikke noe av vårvar. Utkoblingen fortsetter både om natten og flere timer om dagen."

"23.4.: Fortsatt mildt. Det er idag mye vann på isen, opptil 30. cm."

"24.4.: Fortsatt mye vann om dagen. Det er nu kjøligere om natten så da forsvinner vannet."

Vannet forsvinner først og fremst om natten fordi vannføringen reduseres til et tomgangsminimum på grunn av utkoblingen. Vannet kommer når Kraftverket settes i drift utover dagen. (L.V.)

"25.4.: Kjølig vær. Om morgenen ikke noe særlig vann, men litt tynn is som er frosset i natt. Vannet steg utover dagen så det var minst 30 cm."

"26.4-28.4: Vannet har nu steget. Det løsner opp isen, så den er som sørpe, på sine steder farlig å gå, for isen er så sundsprekt, at det er store forandringer bare på noen timer. Det er nu bare 10 cm. stalis igjen, resten er bare sørpe."

Dette vil være tilstrekkelig, for å gi et konkret bilde av den virkning utkoblingen har hatt på isen på Barduelva nedenfor Kraftverket.

En virkning av denne art vil en få ved nattutkobling selv om der om vinteren ikke har gått isgang foranlediget av, at flomlukene måtte åpnes på grunn av for stor vannføring.

Fra Kraftverket foreligger meg bekjent ingen oppgaver over døgnregulering, regulering for søn- og helligdager, eller nærmere oppgaver over nattutkoblingen.

Resumé og konklusjon.

Resultatene av mine undersøkelser over hvorledes den nuværende regulering med drift av ett aggregat (1ste byggetrin) vil innvirke på isforholdene og begrunnelsen for disse, vil best fremgå av selve betenkningen. Det vil imidlertid være hensiktsmessig å avslutte med en kort oppsummering av de viktigste resultater:

1. Tappingen av Altevatnmagasinet på 150 mill. sm³ vil øke vintervannføringen til det mangedobbelte. På fallstrekningen nedover til foten av Storfoss med lite naturlig tilsik, vil reguleringen kunne øke vannføringen til ca. det seksdobbelte, men graden av økningen vil avta nedover til ca. det tredobbelte ved Bardufoss. Tappingen etter behovet vil foranledige at vannføringen også varierer sterkt og på en uberegnelig måte.
2. Vannføringen er dog ved dette 1ste byggetrin ikke større enn at der i middels og streng kulde vil bli sarr og bundisproduksjon i strykene nedover ledsaget av kjøving og isgangsvirkosomhet. Den store økning av vannføringen vanskeliggjør dannelsen av fast isdekke. Sarr og bundisproduksjonen som krever åpen elv, vil være lenger. Reguleringen vil bevirke stor økning av sarr og bundismassene. Isdammene vokser seg større., men blir samtidig løsere og mindre stabile. Vannstandsøkningen på grunn av kjøving og isdannelse blir større og foranlediger sterkt øket oppvatning ved frost. Den store økning av vannføringen gjør at vannet under ellers samme værforhold avkjøles langsommere og bevirker at fallets evne til å øke vannets temperatur tiltar. Den større vannføring gjør, at værformåendringene får meget større innflytelse på isproduksjon og isens tilstand. Den grad av kulde, som skal til for å bringe 0-gradstversnittet opp til toppen av strykene stiger raskt med vannføringen, og en forholdsvis liten økning av lufttemperaturen kan gjøre at elvewateret i strykene får overtemperatur så det virker tærende. Bundis og isdammer løser og elven i fossestrykene renser seg for is. Ved sterkere kulde får vi samme prosess opp igjen med stor sarr og bundisproduksjon, øket kjøving, øket overvatning og isdannelse som gjerne avsluttes med isgang.

Vi må regne med at isforholdene i strykene vil bli så

usikre og så utsatt for sterk kjøving og overvatning, at en på strekningen fra utløp Altevatn til foten av Straumefossmo ikke kan gjøre regning med å ha brukbar is for vanlig ferdsel. En vil ikke slik som før reguleringen, kunne regne med en stabilisert islegging, som kan holde seg utover vinteren.

3. Samtidig som mengden av sarr og løsnen bundis øker sterkt på grunn av reguleringen, tiltar også i tilsvarende grad elvens transportevne. Dette resulterer i at sarr og is, som føres nedover og avleires under isen på de tidligere islagte partier blir sterkt øket og virkningene vil bli merkbare lenger nedover i elven. Disse sarravleiringer vil på mange steder forandre elvens fri løp, frembringe overvatning og åpne råker på uberegnelige steder.

På grunn av økningen av vannføringen og dens variasjoner vil sarrmassenes fordeling og beliggenhet være underkastet forandringer og skape uro i isforholdene. Disse sarrforskyvninger kan f.eks. på et eller annet sted innsnevre det fri løp og fremkalle overvatning tildels av betydelig mektighet og omfang. Eksempler på slike overvatninger har vi fra andre regulerte vassdrag f.eks. fra Glomma. I Barduelven har vi etter reguleringen hatt slike oppvatningsfenomener på strekningen nedover fra Rønningen. Det er typisk for disse fenomener at de gjerne tiltar utover etter vinteren. De merkes som oftest fra ut i februar og tiltar i styrke utover til isløsningsen setter inn.

En må regne med, at disse sarravleiringer kan forårsake ulemper for ferdselen på isen helt nedover til de øvre partier av inntaksdammen for Kraftverket, hvor virkningen av vannstandsvariasjonene på grunn av manøvreringen av Kraftverkets drift får så store virkninger på isforholdene at disse blir dominerende.

4. Hvis vannstanden på inntaksdammen ble holdt konstant f.eks. på den største tillatte kotehøyde 57.00 ved dammen, så ville oppdemningen nedsette vannhastigheten og begunstige hurtig og god islegging og en nesten like hurtig tilvekst av isstykkelsen, som varforholdene tillot på en helt stillestående innsjø. Selv om isleggingen tar til litt hurtigere, isen får en fastere konsistens og vannets dybde blir adskillig større, så ville ikke isleggingen på dammen på konstant og tilnærmet høyeste vannstand som holdes hele vinteren, kunne sies å forandre isforholdene slik

at de ble til nevneverdig skade for ferdselen over elven om vinteren.

Hvis derimot isleggingen foregikk på laveste, altså uregulert vannstand, kunne en si at dammen forsåvidt angikk isleggingen var satt ut av funksjon. I såfall ville reguleringens virkning bero på at vannføringen var øket på grunn av tappingen fra Altevåtn, men denne vil som regel ikke være satt inn under isleggingen tidlig på høsten. I såfall ville isleggingen på laveste vannstand i dammen foregå som på uregulert elv.

5. Dammen med det hele oppdæmmede vannvolum skal imidlertid tjene som reguleringsbasseng for Kraftverkets drift med de friheter, som konsesksjon og skjønnsforutsetninger tilsteder. Dette vil si, at reguleringsbassengets vannstand vil komme til å bli gjenstand for store og forholdsvis hurtige variasjoner. Variasjonsintervalllet avtar kun langsomt oppover elven. Ved dammen kan der varieres mellom kotene 52 og 57, som gir variasjoner på opp til ca. 5 meter. I tabell IV er Kraftverkets oppgaver over høyeste vannstandsvariasjon gitt for en rekke steder oppover i bassenget. Ved Evjan (4 km ovenfor dammen) er den oppgitte til 3,7 m, ved Brandsægg (7,7 km ovenfor dam) 3 m og først oppover ved Annset og Strand (ca. 15 km ovenfor dam) en verdi, som på grunn av det ubetydelige fall holder seg ytterligere ca. 6 - 8 km oppover.

Vannstandsvariasjonene vil, som nærmere begrunnet og påvist gi anledning til overvåkning på isen. landråker, oppbrutt is ved land, landløs is, ^{lagdelt is} hvortil kommer de ulemper som består i at isnivået fluktuerer meget sterkt, særlig nederst i bassenget. Disse virkninger på isforholdene må nødvendigvis volde store ulemper for ferdselen, og som det har vist seg tildels umuliggjøre vanlig ferdsel over elven om vinteren.

Hvis en regulering virker slik, at vannstanden varierer med intervaller på ca. 50 cm, så regner en med, at allerede en slik variasjon i vesentlig grad kan nedsette isens brukbarhet for vanlig ferdsel. Når det som her dreier seg om variasjoner på opp til flere meter, må dette lede til, at de nevnte ulemper blir så store, hyppige og uberegnelige, at isen må sies å bli utjenlig for vanlig ferdsel om vinteren. Det er klart at Kraftverkets drift kan ledes slik, at der innen et visst tidsrum kun opptrer små vannstandsvariasjoner, så isen en tid kan bli noenlunde bruk-

bar for ferdsel. Dette er imidlertid forhold, som en ikke kan stole på eller på forhånd regne med. Under henvisning til min redegjørelse og de hittil høstede erfaringer, finner jeg å måtte hevde, at isforholdene på reguleringsbassenget i allfall på de nederste ca. 12 - 15 km blir så sterkt påvirket og skadet av fluktuasjonene i inntakemagasinet, at isen om vinteren ikke tilfredsstiller de krav til brukbarhet og sikkerhet, som nødvendigvis må stilles til en ferdselsvei over elven om vinteren.

Det synes jo å være sokså selvinnsende, at et inntaksbasseng for et kraftverk med så store vannstandsvariasjoner som den det her er tale om, ikke gir betingelser for betryggende ferdsel på isen.

Disse uttalelser refererer seg til drift av et aggregat med et maksimalt vannforbruk på $36 \text{ m}^3/\text{sek}$. Ved full utbygging (2det byggetrin) og maksimal vannføring på $72 \text{ m}^3/\text{sek}$, kommer i reguleringsbassenget foruten vannstandsvariasjonene tillike virkningen av den store vannføring, som blandt annet gir seg utslag i øket tøring på isdekket og sterkt varierende isforhold.

6. Nedенfor inntaksdammen er reguleringsens innflytelse på isforholdene betinget av:

- a. Økning av vannføringen på grunn av tapping fra hovedmagasinet.
- b. Vannføringsvariasjoner, som skyldes regulering av kraftverkets drift. Døgnreguleringer, heri innbefattet nattutkobling, reguleringer for søn- og helligdage, sesongreguleringer og forandringer i vannforbruket som skyldes værforholdene.
- c. Variasjon i isforholdene, som henger sammen med lukking og åpning av flømlukene.

Fra vannet løper ut fra kraftverket til sammenløpet med Målselv går Bardnelven med lite fall på $0,2 \text{ m/km}$. Om vi tenkte oss, at vannforbruket i kraftverket holdtes tilnærmet konstant eller gradvis avtok, ville den økning, som uttapping av Altevannmagasinet med 3 m senkning forårsaker neppe øve noen nevneverdig skadelig innflytelse på isforholdene på denne elvestrekning forutsatt at flømlukene kunne holdes lukket hele vinteren.

De forandringer og de skader og ulemper på isforholdene som reguleringen foranlediger, skriver seg fra de vannførings-

endringer, som Kraftverkets drift betinger, samt de kalamiteter, som oppstår, når en del av elvens vannføring må derigeres gjennom flomlukene. På grunn av den knappe vannmengde Altevannmagasinet byr på, må en regne med en sterk døgnregulering, som endog kan drives til utkobling i en betydelig del av døgnet (nattutkobling).

Disse forholdsvis hurtige og betydelige variasjoner i vannføringen, vil forplante seg nedover Barduelven uten å bli nevneverdig dempet eller svekket. Vannstanden vil variere i tilsvarende grad og tempo. Isens vil danse opp og ned i døgnet løp, og dette betyr overvatning, oppsprukken is ved land og den lagdeling av isleggingen som ledsager oppvatning. Det har vist seg at de vannstandsvariasjoner, som reguleringen av Kraftverket forvolder, vanskeliggjør og tildels hindrer ferdsel på de vanlige isveier over elven.

Særlig blir ferdselen på isen gjort vanskelig og tildels hindret, hvis det på grunn av mildvær og regn blir så stor vannføring, at flomlukene må åpnes. Da slippes store vannmasser på det tørrlagte elveparti fra Kvarnhussfoss og nedover til avløpet fra Kraftverket. Her støter vannet på den is, som ble dannet før flomlukene ble stengt om høsten. Denne is ligger enten som på dammen mellom fossene fast frosset til breddene uten oser, eller den er frosset fast til stener på bunden av elvesengen. Dette har tilfølge at vannmassene tar veien ovenpå isen, som etter hvert rives opp og løsner, så der innledes en art isgang.

Til tross for elvens ubetydelige fall nedenfor avløpet fra Kraftverket, har det vist seg at de store vannmasser, som er blandet med løsrevne isblokker, er istand til å rive opp isen på elven. Den isgang som oppstod ved flomlukenes åpning 6te januar 1956, stoppet først umiddelbart nedenfor sammenløpet med Målselv.

De vanlige transportveier over Barduelv nedenfor Kraftverket, synes å være blitt ufarbare for vanlig kjøring for resten av vinteren.

Det samme synes å gjelde kjøreveien over den gamle reguleringsdam mellom fossene.

Den usedvanlige voldsomme virkning, som åpningen av flomlukene har vist seg å ha på isforholdene i Barduelven, må i vesentlig grad tilskrives den omstendighet, som er en følge av reguleringen, at store vannmengder på kort tid ved åpningen av

flømlukene føres over i en tidligere tørlagt elv, belagt med is uten åpent løp under isdekkeet så åpningen av lukene måtte føre til isgang. I uregulert elv ville mildværet kun bevirket en mere gradvis økning av en allerede eksisterende vannføring, som hadde opprettholdt åpent løp under isen og åpent innløps- og utløpsos på dammen mellom fossene.

Den tilstand, som elven kommer i ved at isen brytes opp og tildels staves sammen nedover til sammenløp med Målselv, medfører, at ismassene er mere bevegelige enn et alminnelig isdekke. Isen er "uroelig" og under sine bevegelser kan løpene under isen forandre seg og mere eller mindre tilstoppes så vannet må skaffe seg vei ovenpå isen. En slik tilsynelatende uforståelig overvatning opptrådte siste vinter.

De isvanskeligheter, som oppstår på grunn av Kraftverkets regulering, blir i høy grad forværret, når isen blir brutt opp ved isgang i forbindelse med åpning av flømlukene.

På den gamle reguleringsdam er der oppstått store isvanskeligheter, selv om ikke mildvær hadde nødvendiggjort åpning av flømlukene. Før flømlukene ble stengt etter en kuldeperiode om høsten var dammen isdekket og en skulle ha ventet å få god kjørevei over isen, men vannstanden sank fordi dammen ikke var tett. Isen ble hengende uregelmessig og tildels "løkte" på stener og ujenvheter på bunnen.

Denne ulempe skulle imidlertid avhjelpes, hvis det ble sørget for at vannstanden på dammen kan opprettholdes etter at lukene blir stengt.

2. Det fremgår av tabell X, at reguleringen av Barduelven i overensstemmelse med late byggetrin kan komme til å øke vannføringen i Målselven nedenfor sammenløpet med opptil ca. 90%, samt at Kraftverkets reguleringer vil frembringe rett betydelige variasjoner i vannføringen. På grunn av det ubetydelige fall vil neppe en vannføringsøkning av en slik størrelse som det her kan bli tale om, influere synderlig på isforholdene.

Da jeg ikke er i besiddelse av midler til å finne hvor store vannstandsvariasjoner der svarer til gitte vannføringsendringer, kan jeg for tiden ikke uttale meg om, hvorvidt og i hvilken grad reguleringen av Barduelv vil føre til oppvatninger eller andre ulemper i Målselven.

Oslo 7 Sept. 1956.
L. Hegard

Beretning om befaring av Barduelv 28.februar til 3 mars 1956.

Ankom til Bardufoss Hotell 28.2. Onsdag holdt skjønnsretten møte på Hotellet under ledelse av sorenskriver Kaare Nørdrum.

Ekspropriantens prosessfullmektig h.r.advokat Hans Holmboe redegjorde for regulering og de anlegg som knytter seg til den. Han gjorde blandt annet oppmerksom på, at reguleringen av Altevatn med 3 meters senkning ikke var bragt i orden vinteren 1953/54, og uttalte at overtredelse av reguleringsforutsetningene de første vintre var å betrakte som barnesykdommer, som ville bli overvunnet når en fikk mere øvelse og erfaring.

I tilknytning til advokat Holmboe ga direktør Hveding en del opplysninger om tekniske anordninger og de hittil høstede erfaringer i forbindelse med Kraftverkets drift. Med hensyn til reguleringsplan og tappingsreglement henvises til sakens dokumenter.

Saksøkeren var nu stemt for at skjønnet, også for såvidt angår ferdiselen på elva, skulle omfatte begge reguleringsstrin altså drift av to aggregater med en samlet maksimal ytelse på 26000 KW, og et største vannforbruk av 72 m³/sek.

Grunneiernes prosessfullmektig or.sakfører Torolv Hustad hadde deretter ordet og uttalte blandt annet at han allerede tidligere hadde foreslått at begge reguleringsstrin skulle medtas ved dette skjønn når det gjaldt tiltak og erstatninger for ulemper ved ferdiselen.

Ian Evjen redegjorde for målinger av vannstandsvariasjoner og iakttagelser av isforholdene ved Evjan etter at Kraftverket med tilhørende reguleringsmagasin ble satt i drift vinteren 1952/53. Der foreligger en utførlig skriftlig beretning som jeg har mottatt.

Gårdbruker Oliver Strand (formannen i grunneiernes utvalg) redegjorde for isforholdene før og etter at det nye Kraftverk ble satt i drift. Hans iakttagelser var vesentlig hentet fra elvestrekningen forbi Strand. Skriftlige redegjørelse er fremlagt og mottatt.

Befaringen 1. mars.

Lufttemperatur ved Bardufoss hotell kl. 8 var + 3,5°C.

Deltagerne i befaringen bilte til Evjan, hvor militærvesenet hadde stillet til rådighet weaseler, som ble brukt vesentlig for snørkjøring på elven oppover til Setermoen, hvor dagens befarings ble avsluttet. Tilbakereisen til Hotellet skjedde med buss. På en rekke steder oppover i elven møtte grunneierne og interesserte fram og ga opplysninger om ulemper, samt fremkom med krav om tiltak og erstatninger.

Ved Evjan var der sne og et sørpelag på isen. Vannet (sørpen) var kommet i løpet av de siste dagene. Snedybden (innbefattet sørpelaget) var 35 cm. Istykkelsen under snelaget var ca. 70 cm. Det øverste parti var sørpeis, resten nedover stålis. Kanaven uttalte, at mesteparten av sneen var kommet i løpet av de siste 14 dager. På det snefri areal var istykkelsen 114 cm.

En provisorisk landgangsbros ble besiktiget. Den var 18 m lang og delt i tre seksjoner. Jam Evjan mente den var altfor kort. Ved lav vannstand stod den steilt ned mot isen, og dette gjorde at det var vanskelig og tildels umulig å kjøre ut på isen.

Kanavin nevnte, at der ofte var oppvatning der hvor broen støtte an mot isdekket, isen ble stuvt ned, mente han. Vegard bemerket hertil, at dette i såfall synes å tyde på, at de provisoriske broer som var prøvet ikke var egnet for formålet. På grunn av variasjoner i vannstand og i isforholdene måtte broen av og til flyttes.

Ved utløpet av Skoelv (ca. 6.5 km ovenfor Bardufossdammen) på en strek^{knag} av 2 - 2,5 km var der opplagt isflak etter en isgang i Skoelv, som gikk natten mellom 5 - 6 januar i forbindelse med mildvær. I Skoelv går gjerne flere isgange hver vinter. De synes å være typiske vinterisgange, som skyldes dannelse av bundis og isdammer oppover i strykene.

Ved Bjørnstad (nær Nymoen) (ca- 11 km ovenfor K.V.) Kristian Bjørnstad opplyste at det her var hyppig overvatning etter at reguleringsdammen var tatt i bruk. Han rognet med at der i vinter hadde vært 40 - 45 døgn med overvatning. Der er ikke vann på isen nu (til tross for snedekket). Siste

gang det var 6 - 7 februar da det kom ca. 6 tommer vann på isen. Der iakttoges en forhøyning midt i elva (antagelig i strømfaret).

Ved Stormo nær Bjørnesund og Iselvmo (13,5 km ovenfor dammen). Her er et stryk, og under mildværet i januar braut isen opp.

Nær vestre land er en øre, hvor elven bunnfryser, og ved øket vannstand kan ikke isen heve seg og det blir overvatning. På østsiden derimot flyter isen opp.

Høsten 54 var det en tid lav vannstand. Så ble vannstanden i reguleringsmagasinet øket og det ble overvatning på isen. Før disse vannstandsvariasjoner, som skyldes reguleringen av inntaksmagasinet, kunne en regne med fin is uten overvatning.

Her er elven nu tildels bunnfrosset og vannstanden holdes forholdsvis høy på kote 56,20. Så lenge ikke magasinets vannstand heves skulle der ikke være fare for overvatning.

Fossland (ca. 15,5 km ovenfor dam). Strand - Langstrand (ca. 15,5 km ovenfor dam). Reidar Fossland: 19.12.55 kjørtes avling, men kjøringen ble vanskeliggjort ved overvatning. Isforholdene er usikre og isen må undersøkes før en kan våge seg til å kjøre over elven. Elven deler seg her i to løp. Det østre islegges senest.

Husker ikke at her har gått vinterisgang.

Ved Fjelstad (ca. 16 km ovenfor dam)- Her ble klaget over, at reguleringen forårsaket utgravning av elvemelen på grunn av høyere og mere varierende vannstand og større vannføring om vinteren.

Ved Blomli (16,5 km ovenfor dam). Her dannet seg etterhånden en isdam ved at sarr og issørpe strømmet nedover, og i hvertfall delvis ovenpå isen. Sørpelagets tykkelse var ca. 35 - 40 cm. Denne sørpetransport tok til litt ovenfor Rønningen og stoppet litt ovenfor Fjelstad. Det hadde således en lengde på ca. 2½ km. Isdammen begynte å danne seg i januar og var størst i april måned.

Ved Rønningen og Tune (19,5 km ovenfor reg. dam)- Jon

Rønningen opplyste at sørpe transporten på isen, som tok til her, var særlig utpreget i mars - april.

Ved Teigland (20,5 km ovenfor dam)- Emil Teigland forklarte: Her kunne merkes forandring i isforholdene fra høsten 1953. Etter reguleringen vil der om vinteren her danne seg en evje, hvor isen er så dårlig, at den ikke er kjørbar. Isdekkets brukbarhet pålegges i det hele av issørpe, som kommer ovenfra. Isforholdene her før reguleringen karakteriseres som gode.

Freitag 2den mars 1956.

Lufttemperatur utenfor Bardufoss hotell kl. 8: + 4,5°C.

Denne dag ble brukt til besiktigelse av Kraftverket, og isforholdene nedover fra flomlukene til Barduelva sammenløp med Maalselv. Om aftenen holdtes et avsluttende rettsmøte.

Det nye Kraftverk. Deltagerne i befaringen ble omvist i Kraftverket av kraftverksjef Holm og verksingeniøren. Jeg merket meg blandt annet, at vannstanden i dammen såvel som energiproduksjonen registreres. Kraftproduksjonen fås direkte i Megawatt = 1000 kW. Herav kan vannforbruket (q) beregnes av formelen:

$$q = (3 + 2,2 m_v) \text{ m}^3/\text{sek.}$$

Idet dynamoen på tomgang bruker 3 m³/sek., m_v er antall megawatt.

Ovenfor inntaksdammen var elven is- og snedekket. Der sås ingen råker.

Hølen mellom fot Kvernfoss og inntaket for det gamle Kraftverk. Her hadde det før det nye Kraftverk kom i drift vært kjørbar is om vinteren.

Etter at reguleringsdammen ble tatt i bruk har isforholdene, ifølge de interesserte grunneieres utsagn, blitt forverret, så hølen i lange tider har vært ufarbar. Hølen var nu is- og snedekket. Men tildels tykke isflak var opp lagt lange breddene.

Siste vinter 1955/56 hadde der gått isgang i oktober, november og mellom 5te og 6te januar. De opplagte isflak er et resultat av disse isganger. Isveien over denne hølen var nødvendig for flere grunneiere på østsiden og nødvendig fremkomstvei for skolebarn.

Det forklartes av de interesserte, at en før reguleringen kunne stole på å ha god is. Et mildvær kunne nok vanskelig gjøre ferdseien, men isvanskeligheten forsvant hurtig, når mildværet opphørte.

Etter at reguleringsmagasinet var tatt i bruk, opptratte store isvanskeligheter. Til å begynne med om høsten, så lenge der gikk rikelig med vann gjennom flomlukene, ble "hølen" islagt på høy vannstand. Så snart flomlukene ble stengt og vannføringen gjennom "hølen" praktisk talt forsvant, sank vannstanden, mens isen ble liggende igjen tildels hengende i luften. Under disse omstendigheter ble isen skjør, fikk liten bæreevne og ble ufarbar.

Tilslutt lå isen og hvilte på stener og fjellknatter.

Direktør Hveding fremholdt, at disse isvanskeligheter, som resulterte i at isen hang i luften eller hvilte på sten og fjell, berodde på en lekasje, som han forutsatte ville bli stoppet så der ville holde en passende minimumsvannstand ut over vinteren.

Grunneiernes talsmenn fremholdt at isgangene som løsnet i Kvernfossen hadde fått en mere skadelig virkning på isforholdene etter at reguleringsmagasinet og vannslippingen gjennom flomlukene var tatt i bruk.

Før reguleringsmagasinet ble anlagt gikk der også vinterisganger i Kvernfossen, men ismassene stoppet foran øset i hølen og vannet fant veien under isen, som hevet seg.

Etter reguleringen forplanter isgangebølgen seg gjennom "hølen", bryter isen opp og etterlater isblokker ved breddene, slik som vi nu kan se etter de isganger, som gikk denne vinter.

Fra inntaksbassenget for det gamle Kraftverk gikk deltagere på ski ned til Elveskiftene. Harder Lorensen og Ole Elveskiftene redegjorde for reguleringens virkninger på isforholdene. Her var mengder av tildels store isblokker oppstuvet langs land etter isgang, som var stoppet ved Barduelvens utløp i Målselven. Store masser oppstuvete isblokker kunne iakttas ved breddene på en strekning av flere kilo-

meter. Isoppstuvingen skyldtes vesentlig isgangen, som opptrådte i begynnelsen av januar.

Det antas at elven tidligere på vinteren har gått et par meter høyere enn nu.

Bortsatt fra de isvanskeligheter, som skyldtes isganger, hadde det vist seg, at Barduelven nedenfor Kraftverket og på det stille strøk forbi Elveskiftnes isla seg tidligere ~~==~~ før reguleringen.

Før reguleringsdammen og de forandringer i vannføringen som dermed følger kunne en regne med at Barduelven på dette sted fikk brukbar is 14 dager tidligere enn i Målselven på den annen side av Nesset. Nu skjer isleggingen i Barduelven ca. 14 dager senere enn i Målselv. Den tid da elven er ufremkommelig skulle således om høsten bli øket med ca. 1 måned, og hertil kommer så de avbrytelser i ferdselen på isen som skyldes isgangsvirksomhet, overvatning og tidligere isløsning.

Eieren av Elveskiftnes uttalte, at hvis der ikke ble tatt effektive foranstaltninger til å skaffe veiforbindelse over elven om vinteren, så han ingen annen utvei enn å fløtte fra eiendommen.

Deltagerne gikk nu veien forbi gården til Målselv og fortsatte nedover denne elv til sammenløpet, hvor isgangen hadde stoppet og lagt opp masser av isblokker. Herunder var enisvei langs nordre land av Målselven blitt ødelagt, så den ikke kunne kjøres.

Vi stoppet ved Aarskog, hvor eieren Garås opplyste, at der nu var inntrått en forandring i elveprofilen. Der hadde dannet seg en bank midt i Målselva litt nedenfor sammenløpet med Barduelv. Hovedløpet hadde nu flyttet seg til nordsiden.

Fra Aarskog kjørte vi i bil til hotellet.

Om aftenen 2.3. ble holdt et kort avsluttende rettsmøte.

Saksøkerens representanter meddelte, at det av forskjellige grunner var nødvendig at dette skjønn måtte avgjøre tiltak og erstatning for skader og ulemper for ferdsel på basis av 1ste reguleringsstrin. Det vil si drift med et

aggregat i Kraftverket og 3 meters sekning i Altevatn, samtidig som reguleringsmagasinet utnyttes som foreskrevet i konsesjonsbetingelsene og de tidligere oppstilte skjønnsforutsetninger, med hensyn til varieringen av reguleringsmagasinets vannstand og tappingen fra Altevatn.

Osla 24/4 56
L. Vegard.

Nedlegg La (Vegard)

Bardufoss (78 m.o.h.) Temperaturen kl. 19 samt døgnet's nedbørshøjde (i mm) med nedbørslags.

1953/54			Oktober			November			Desember.		
Datum	Temp.	Nedbøren	Temp.	Nedbøren	Temp.	Nedbøren	Temp.	Nedbøren	Temp.	Nedbøren	
1	8,7	0,0 regn	- 4,6		- 0,8	4,0 snø					
2	6,7	3,0 regn	- 3,4		- 0,5	9,7 snø					
3	3,9	6,0 regn	- 7,6	0,1 rim	- 1,6	6,4 snø					
4	2,8	0,3 regn	- 1,8	0,4 rim	- 4,4	3,0 snø					
5	2,0	0,0 regn	1,4	0,1 rim	- 2,4	2,0 snø					
6	1,4		- 6,0		- 2,6	10,0 snø					
7	2,4	1,0 snø, regn	2,7		5,6	3,5 snø, regn					
8	8,6	0,1 regn	5,6	1,7 regn	6,0	5,3 snø, regn					
9	5,0	3,7 regn	4,0	2,3 regn	1,8	13,7 regn					
10	- 0,8	4,6 regn, snø	0,1	5,4 regn	- 2,4						
11	- 6,4	12,0 snø	- 3,6	0,9 regn	- 0,6						
12	2,2	2,3 snø	- 3,2	0,0 snø	- 3,3	0,0 regn					
13	3,2	0,7 regn	0,0	0,2 snø	6,1						
14	1,8	0,3 regn	- 1,3	1,3 snø	2,3						
15	1,0	3,4 sludd, snø	- 4,7	3,4 snø	- 0,7	0,0 regn					
16	2,7	10,6 sludd, regn	0,2	2,0 snø	0,1						
17	1,0	0,0 regn	3,4	0,6 snø	- 7,6	1,7 snø, regn					
18	7,4	0,4 regn	0,6	30,4 regn,slud	-11,3						
19	8,8	9,4 regn	0,9	16,3 regn, snø	0,1	0,4 snø					
20	8,5	4,1 regn	- 0,4	8,9 snø	- 3,0						
21	6,3	7,7 regn	0,8	22,0 snø	2,9	0,0 snø					
22	5,6	7,7 regn	-11,8	2,9 snø	2,8	1,1 regn					
23	4,7	2,7 regn	- 1,0	0,0 snø	- 4,6	0,0 regn,sludd					
24	5,2	0,0 regn	- 1,8	0,1 hagl	- 1,4						
25	-0,4	0,2 regn	- 0,2		- 2,2						
26	4,2	0,0 regn	5,2		- 8,6	3,0 snø					
27	- 0,6	0,2 regn	0,8	0,8 regn	-12,6						
28	3,8		- 1,2	2,8 regn	-16,8						
29	6,6		-14,6	4,0 regn, snø	- 8,6						
30	1,1		- 2,7		- 3,3						
31	- 3,2				- 0,3	0,7 snø					

Gjennemsnit (temp.) 3,3 90,4 mm -1,5 109,1 mm -2,3 65,0 mm
(sum nedbør)

Bardufoss fortsatt.

1953/54		Januar		Februar		Mars	
Datum	Temp.	Nedbøren		Temp.	Nedbøren	Temp.	Nedbøren
1	1,9	1,6	sns, sludd	-11,6	1,0 sns	-17,6	
2	-9,4	7,6	sns	-9,6		-17,6	
3	-14,0			-2,8	0,2 sns	-13,8	
4	4,3	1,1	sns	-5,2	6,2 sns	-8,4	
5	4,2	8,8	regn, sns, sl.	2,3	1,4 sns	-14,0	0,3 sns
6	-3,4	5,6	regn, sludd	-3,0	14,4 sns, sludd	-6,0	
7	-6,0	5,1	sns	-5,3	11,8 sns	-9,0	0,0 sns
8	-5,0	8,8	sns	-8,7	0,6 sns	2,4	
9	-18,4	6,7	sns	-16,3		3,2	
10	-22,9	0,6	sns	-14,9		2,8	0,9 regn, sludd
11	-4,4	0,3	sns	-18,4		-2,9	2,9 regn, sns
12	-9,6	7,7	sns	-16,8	0,3 rim	-7,0	5,5 sns
13	-10,8	6,9	sns	-10,4	1,8 sns	-3,8	3,6 sns
14	-5,2	1,6	sns	-6,6	5,8 sns	-3,4	24,6 sns, regn
15	-5,7	1,4	sns	-6,4	1,4 sns	-5,3	16,2 sns, regn
16	-12,2	4,3	sns	-15,4	0,0 sns	-5,0	7,7 sns
17	-7,6	2,6	sns	-16,4	0,1 rim	-10,0	0,7 sns
18	-9,7	1,5	sns	-22,1		-11,1	
19	-14,5	7,4	sns	-21,7		2,8	
20	-24,6	0,0	sns	-22,2		4,0	0,8 sns, regn
21	-5,2	0,8	sns	-11,0		3,6	1,0 regn
22	0,8	2,6	sns	-4,9	0,4 sns	3,8	0,0 regn
23	-8,8	2,7	sns	-8,7		-3,2	4,3 regn, sns
24	4,0	0,0	sns	-0,4		-5,6	3,0 sns
25	-7,2	0,2	regn	-5,9		-9,1	3,2 sns
26	-10,5			-17,7		-5,2	0,1 sns
27	-3,7			-16,5		-8,9	
28	-5,2	1,5	sns	-12,4		-8,1	
29	-6,3	0,0	sns			-4,8	
30	-8,6	0,2	sns			-4,6	
31	-4,9	1,2	sns			-2,1	

Mid.
(temp) - 7,4 38,1 mm -10,9 45,4 mm - 5,3 74,8 mm
Sum
(nedbør)

Nedlegg 2 b. (Vegard)

Jardufoss (76 m.o.h.) Temperaturen kl. 19 samt døgnet's nedbørshøyde (i mm) med nedbørslags.

1954/55						
Oktober			November		Desember	
Datum	Temp.	Nedbøren	Temp.	Nedbøren	Temp.	Nedbøren
1	3,2	13,2 regn	- 1,0	0,0 snø	- 6,4	
2	2,8	0,0 regn	- 2,1	2,4 snø	- 1,4	
3	3,7	1,8 regn	-12,6	1,9 snø	2,0	
4	3,1	1,6 regn	0,4		4,0	0,1 regn
5	3,3	0,9 regn	- 0,6		0,4	0,5 regn
6	2,7		- 4,9	0,3 snø	- 4,2	0,6 regn
7	2,2		-11,8		- 6,6	
8	3,4	1,0 regn	-14,7		0,4	
9	2,2	2,7 regn	- 6,4		- 9,9	
10	1,7	1,1 regn	-11,1		0,3	
11	4,1	0,0 regn	-12,4		2,0	
12	3,8	0,7 regn	-16,8		- 4,7	0,2 sludd
13	3,8	0,2 regn	- 7,1		0,0	
14	2,8	2,8 regn	- 6,5	0,1 hagl	- 1,4	
15	0,6	1,6 regn	- 3,2	4,1 snø	- 6,2	0,1 snø
16	- 1,0	0,3 snø	- 1,1	6,6 snø	- 5,4	
17	- 1,8		-16,7	6,6 snø	0,0	
18	- 5,4	4,8 snø	-15,4		4,8	0,7 regn, snø
19	- 8,8	0,6 snø	- 7,0		2,9	1,4 regn, snø
20	- 8,1		-13,2		0,8	18,8 regn, snø
21	- 2,4		- 9,4		- 0,2	2,4 snø
22	- 1,6	0,2 snø	- 6,5		- 9,6	4,0 snø
23	1,2	2,6 snø	- 6,1		-14,8	0,4 snø
24	- 4,5	1,7 snø	-13,2		-17,6	
25	- 6,8	2,2 snø	-17,3		-15,8	
26	- 8,2	0,0 snø	-13,2		-11,1	0,1 snø
27	0,2	0,0 snø	- 3,8		-17,5	0,5 snø
28	- 5,6	2,8 snø, sludd	0,0		-15,8	0,1 regn
29	- 7,8		- 2,0		-18,6	
30	- 4,0		- 3,1		- 3,7	
31	0,3				0,7	

id. temp) - 0,6 42,3 mm - 7,8 22,0 mm - 5,0 29,9 mm
um
edbr

Bardufoss fortsatt

1954/55			1954/55			1954/55		
Januar			Februar			Mars		
Datum	Temp.	Nedbøren	Datum	Temp.	Nedbøren	Datum	Temp.	Nedbøren
1	-0,6	0,8 regn	1	-25,2		1	-1,4	0,7 snø
2	2,0	5,5 regn, snø, sl.	2	-22,6		2	-4,4	0,0 snø
3	3,8	1,1 snø	3	-20,2	0,2 rim	3	2,0	0,1 snø
4	-1,2	0,0 regn	4	-9,7		4	0,4	3,9 snø, regn
5	-11,5	7,3 regn, snø, sl.	5	-6,5	0,7 snø	5	0,2	
6	-2,8	5,4 snø	6	-5,1	0,1 snø	6	1,4	2,3 snø
7	-14,0	5,3 snø	7	-5,1	0,1 snø	7	0,6	20,3 snø
8	-17,0	2,4 snø	8	-12,3	0,3 snø	8	-14,4	1,6 snø
9	-8,1	4,3 snø	9	-7,5		9	-15,6	
10	-15,7	9,3 snø	10	-6,1	2,9 snø	10	-10,8	
11	-12,3		11	-19,4	3,5 snø	11	2,9	0,8 snø
12	-2,5	0,9 snø	12	-6,4		12	-0,2	15,1 snø, regn
13	-19,4	5,2 snø	13	-13,6	15,4 snø	13	-1,2	4,5 snø
14	-10,7		14	-17,4	1,2 snø	14	-5,3	3,7 snø
15	-13,7		15	-11,0		15	-7,1	3,3 snø
16	-16,6		16	-22,8		16	-10,6	0,0 snø
17	-14,0	1,8 snø	17	-17,4		17	-15,6	
18	-24,4	0,1 snø	18	-22,1		18	-12,1	
19	-26,5		19	-8,2	10,8 snø	19	-8,8	
20	-21,6		20	-8,8	3,8 snø	20	-12,0	
21	-22,8		21	-20,6	3,3 snø	21	-6,8	
22	-1,6	0,2 rim	22	-14,8		22	-10,3	5,3 snø
23	-1,6	0,7 snø	23	-20,7	0,3 snø	23	-4,9	0,7 snø
24	-7,8	9,2 snø	24	-11,2		24	-4,7	1,0 snø
25	-4,6	0,0 snø	25	-6,8	3,0 snø	25	-11,0	
26	-11,5	3,8 snø	26	-2,8	0,8 snø	26	-11,6	
27	-19,6		27	-2,8	0,2 snø	27	-11,3	
28	-14,0		28	-5,4	6,8 snø	28	-9,9	
29	-24,1	1,9 snø	29			29	-0,5	0,5 snø
30	-22,3	0,4 snø	30			30	-6,8	7,6 snø
31	-24,4		31			31	-5,0	0,4 snø

Mid. temp. -12,2 65,6 mm -12,6 53,4 mm -6,3 72,3 mm
Sum nedbør

Nedlegg 2c (Vegard)

Bardufoss (76 m.o.h.) Temperaturen kl. 19 samt døgnet's nedbørshøyde (1 mm)
med nedbørslags.

1955/56					
Oktober			November		
Datum	Temp.	Nedbøren	Temp.	Nedbøren	Temp.
1	6,4	2,6 regn	- 9,6		-28,2
2	2,4	9,7 regn	- 4,9	0,6 snø	-20,0
3	1,4	23,2 snø, regn	-13,5	0,5 snø	- 9,7
4	0,8	7,3 snø, sl., regn	-16,8		-11,4
5	- 1,6	1,6 snø, regn	-16,4		-11,2
6	1,0	0,1 sludd, regn	-17,2		- 8,4
7	0,1		-11,7		- 6,1
8	4,7	0,0 regn	- 4,8		-11,8
9	5,8	2,2 regn	- 2,8	0,1 snø	-24,4
10	5,9	6,0 regn	- 7,8	0,9 regn	-22,4
11	5,5	5,0 regn	-10,0		-17,2
12	3,5	11,7 regn	1,9		-18,7
13	6,6	1,3 regn	1,4	0,1 regn	-28,5
14	0,8	1,0 regn	- 9,0	0,1 snø	-15,3
15	1,6	9,5 regn, snø	1,0	1,9 snø	-25,0
16	1,7	2,5 snø	5,1	1,9 regn, snø	-27,5
17	- 6,3	0,0 regn, snø	5,1	8,3 regn	-24,5
18	-10,7		- 2,6	13,8 regn	-21,9
19	-12,3		- 4,4	8,3 snø	-21,0
20	- 6,8		- 5,1		-20,5
21	- 2,4	1,8 snø	- 1,6	5,8 snø	-23,8
22	- 0,3	0,0 snø	- 1,2	2,2 snø	-18,7
23	7,4	0,8 snø, regn	- 3,3	8,8 regn, snø	-12,8
24	2,9	0,2 regn	- 7,8	0,9 snø	-17,6
25	- 0,3	1,1 regn	-18,6	7,4 snø	-23,6
26	- 1,2	0,0 regn	- 9,6		- 8,6
27	- 0,9		-22,4		-12,3
28	- 9,6		-15,4	0,6 snø	-10,6
29	-13,8	0,0 snø	- 9,4	0,0 snø	- 1,3
30	- 6,2		-15,8	4,2 snø	- 1,0
31	- 9,3	0,2 snø			- 7,2
id.					
emp.	- 0,7	87,8 mm	- 7,6	68,4 mm	-16,4
um					28,9 mm
edber					

Bardufoss fortsatt.

1955/56		Januar		Februar		Mars.	
Datum	Temp	Nedbøren	Temp	Nedbøren	Temp.	Nedbøren	
1	-14,8		- 8,3	0,1 snø	- 7,5	2,0 snø	
2	-16,3	0,5 snø	-12,1	0,1 snø	- 3,8	0,5 snø	
3	1,0		-14,2		- 8,7	1,5 snø	
4	0,6	27,3 snø, sludd	- 5,9		-17,0	1,8 snø	
5	6,3	8,1 sludd, regn	-14,2	3,1 snø	- 5,0	0,0 snø	
6	0,5	29,3 regn	- 3,1	3,3 snø	- 7,5	9,2 snø	
7	- 1,5	11,6 regn, snø	- 8,4	0,0 snø	- 6,3	14,3 snø	
8	- 4,6	7,8 snø	- 7,4	4,7 snø	- 3,0	5,2 snø	
9	- 9,9	2,1 snø	- 6,2	1,0 snø	4,7	1,5 snø, regn	
10	- 5,2	0,1 rim	- 7,0		5,8	0,6 regn	
11	- 9,6		- 5,2	8,4 snø	5,6	0,0 regn	
12	- 6,6		-18,2	8,3 snø	5,3	0,0 regn	
13	-12,1		-23,8		- 0,7		
14	-13,2		-22,6		2,3		
15	-14,1		-11,7		0,6	0,1 regn	
16	-11,6	0,1 rim	- 5,7		- 1,3		
17	-18,0		- 6,7		- 2,2		
18	-24,2		-12,3		- 4,5		
19	-20,8		-11,0		- 3,9		
20	-12,2	0,3 snø	-19,2		- 5,1		
21	- 9,2	0,4 snø	-12,2		- 4,0		
22	-17,8		0,3		- 3,0		
23	-17,9		- 8,7	2,6 snø	- 2,7		
24	-21,9	0,3 snø	- 8,8	13,0 snø	- 0,9		
25	-24,7		- 5,0	12,0 snø	0,3		
26	-18,6		- 5,2	8,7 snø, hagl	4,8		
27	-17,4	0,1 rim	- 9,2	2,2 snø	- 1,3	0,6 regn, snø	
28	-20,4	0,2 snø	-12,8	1,8 snø	- 2,2	5,2 regn, snø	
29	-15,6		- 5,0	0,5 snø	3,3	8,5 sludd, snø	
30	-14,4				- 4,6	8,6 regn, snø	
31	-17,6				- 2,3	6,5 snø	

Mid. temp	-12,3	88,2 mm	-10,1	69,8 mm	- 2,1	67,1 mm
Sum nedbør						