Olaf Devik og Carl A. Boe

"Oppsamlingsskjønn Norsjø"

OVENFORLIGGENDE REGULERINGERS VIRKNING PÅ ISFORHOLDENE I NORSJØ, SAUARELVA OG NEDRE DEL AV BØELVA

	Side
Forord	2
Hydrologi	3
Opplysninger om isforhold og vanntemperatur for Norsjø og Sauarelva	5
Isforhold i Bøelva	11
En vurdering av isforholdene før og etter reguleringene	13
Norsjø	
Sauarelva	
Bøelva	

Oslo/Bodø, januar 1971

FORORD

I denne betenkning har vi vurdert isforholdene i Norsjø med og uten de ovenforliggende utførte og planlagte reguleringsanlegg. Betenkningen skulle også omfatte en vurdering av isforholdene i Sauerelva og Bøelva så langt opp som elvene er påvirket av vannstandsforholdene i Norsjø, men da spesielt Bøelvas elveprofil om vinteren vil bli sterkt påvirket av kjøving når Sundsbarm kraftverk settes i drift, måtte dette bli behandlet i et eget avsnitt. - Norsjø forutsettes regulert mellom LRV 15,15 og HRV 15,30.

Av det materiale vi har benyttet ved vurderingen, vil vi her nevne:

1) NVE, Hydrologisk avd., Iskontoret, rapport nr. 2/68: "Oversikt over vinterforholdene i Vestvannene, Bandak- Norsjøkanalen og Norsjø". (Her kalt "Rap. 2/68").

2) NVE, Hydrologisk avd., rapport nr. 6/69, bind I-IV, som omhandler vannstands- og vannføringsforhold i Norsjø (Her kalt "Rap. 6/69").

3) Sivilingeniør Erik Ræstad A/S: "Oppsamlingsskjønn Norsjø. Ovenforliggende reguleringers virkning." Datert 10/9 1970. (Her kalt "Ræstad 10/9").

4) Sivilingeniør Erik Ræstad A/S: "Oppsamlingsskjønn Norsjø. Tillegg til rapport datert 10/9 1970." Datert 28/9 1970. (Her kalt "Ræstad 28/9").

5) Sivilingeniør Erik Ræstad A/S: Brev til de sakkyndige av 23/11 og 30/11 1970 vedrørende vannstand og vannføring i Sauarelva og Bøelva. (Her kalt "Ræstad 23/11" og "Ræstad 30/11").

6) Sivilingeniør Erik Ræstad A/S: Brev til de sakkyndige med korreksjoner av "Ræstad 23/11" og "Ræstad 30/11." Datert 7/12 1970. (Her kalt "Ræstad 7/12").

I Rap. 2/68 side 11 finnes dybdekart over Norsjø. Sammen med kartet og på den etterfølgende siden finnes bl.a. også følgende morfometriske data for Norsjø:

Nedbørfelt	9975	km²
Overflate	59	"
Volum	5100	mill. m³
Midlere dyp	86	m
Største målte dyp .	176	m
Største lengde	29.2	km
Største bredde	4.1	km

I "Rap. 6/69" og"Ræstad 10/9" oppgis at Norsjø overflate er 56 km².

HYDROLOGI

Norsjø har sitt nedslagsfelt fordelt på:

1. Øst-Telemarkvassdraget, som ble regulert hovedsakelig i tiden 1907-47.
2. Hjartdøla/Heddøla, som ble regulert i 1958.
3. Bøelva, som inntil nå har vært praktisk talt uregulert, men hvor Sundsbarm Kraftverk ventes igangsatt inneværende vinter.
4. Eidselv (Tokke-Vinjevassdraget og Vestvannene), som er regulert hovedsakelig etter 1961.
5. Et lokalt og lite nedslagsfelt.

De hydrologiske data som antas å være av interesse ved vurderingen av isforholdene i Norsjø finnes i utredningene fra Sivilingeniør Erik Ræstad A/S.

Vi vil i første omgang bare henlede oppmerksomheten på et utdrag av data fra "Ræstad 10/9" som vi har samlet i nærværende tabell 1. Tabellen viser karakteristiske data for uregulert og regulert tilløp til Norsjø, beregnet på grunnlag av avløpsdata fra perioden 1938-67. Tabellen omfatter avløpet fra de 5 ovenfor nevnte delfeltene samt samlet tilløp til Norsjø for ukenumrene 1 til 15, dvs. for tidsrommet fra 1. januar til 15. april. - Som vi senere skal komme tilbake til, er dette den mest aktuelle tid for islegging på Norsjø.

Som nevnt i "Ræstad 9/10" side 49 og 57 er Norsjøs selvregulering så liten at vi kan sette Norsjø avløp lik tilløpet, når vi regner med ukemidler av vannføringen.

Som et resymé av hva tabell 1 sier om samlet tilløp (og avløp) for Norsjø vil vi sitere "Ræstad 9/10" fra avsnittet "Oppsummering" på side 59:

> "Reguleringene ovenfor Norsjø medfører at fra uregulert til regulert vassdrag vil: vintervannføringen ut av Norsjø fordobles for maksimalverdiene, tredobles for øvre kvartilverdiene, firedobles for medianverdiene, seksdobles for nedre kvartilverdiene og sjudobles for minimalverdiene".

Lokalfeltets avløp er selvsagt upåvirket av reguleringene.

Den store økning i vintervannføringen illustreres også godt på figurene i bilag 16 og 16A i "Ræstad 28/9".

Tabell 2 viser full produksjonsvannføring ved samtlige kraftverk. Verdiene er hentet fra "Ræstad 9/10" side 53. For de tilfelle at samtlige kraftverk skulle kjøre med full produksjonsføring, ville dette i følge "Ræstad 9/10" side 59 tilsvare "en flomsituasjon i vassdraget, og avløpet fra Norsjø er større enn under den normale vårflom (medianverdi) i regulert vassdrag. Den er ikke så svært mye under øvre kvartilverdi av vårflom for regulert vassdrag".

Tabell 1

Beregnet tilløp til Norsjø i m³/s. (Utdrag av "Ræstad 10/9", tabell 4-13)

Karakteristiske data. Ukemidler, uke nr. 1-15. (1/1-15/4).

		Sauarelva				Lokalfelt	Sum
		Øst-Telemark	Hjartdøla	Bøelva	Eidselva	Norsjø	tilløp Norsjø
Maks.	Ureg.	30,1- 92,7	9,6-71,1	7,1-55,1	62,6-155,4	19,2-53,1	132,2-365,2
	Reg.	92,7-107,3	17,9-48,5	28,8-34,9	111,7-139,6		298,9-351,0
Øvre kvartil	Ureg.	20,9- 36,0	7,1-19,0	4,7-12,6	34,6- 54,5	11,7-20,8	80,6-142,9
	Reg.	92,8-103,6	16,2-21,0	17,8-29,6	104,8-133,7		258,9-295,6
Med.	Ureg.	15,8- 25,5	4,3-12,4	3,5- 8,0	20,3- 42,7	8,3-13,4	57,3- 92,2
	Reg.	93,0-103,0	14,1-17,4	13,6-28,0	100,0-126,0		233,7-286,7
Nedre kvartil	Ureg.	10,0- 20,8	2,4- 6,2	2,4- 3,2	12,4- 22,6	4,8- 8,8	33,8- 60,4
	Reg.	82,5- 94,4	12,5-15,0	2,7-26,5	99,0-123,6		202,8-259,1
Min.	Ureg.	4,7- 13,2	0,8- 2,2	0,9- 2,2	7,2- 12,8	2,5- 5,1	17,3- 34,9
	Reg.	50,5- 68,0	8,9-11,7	1,0-22,4	69,3- 91,0		134,8-188,6

Tabell 2

Maksimal produksjonsvannføring i m³/s (Etter "Ræstad 10/9", side 53).

Øst-Telemark	Hjartdøla	Bøelva	Eidselva	Lokalfelt Norsjø	Sum tilløp Norsjø
160	25	54	170	(14-18)	ca. 425

Ifølge "Ræstad 9/10" tabell 14 kan vi betrakte vintervannstanden i Norsjø som konstant (på kote 15,30) både ved uregulerte og regulerte forhold. Skulle derimot samtlige kraftverker kjøre med full produksjonsvannføring (d.v.s. tilløp til Norsjø nær 425 m³/s) ville vannstanden stige til kote 15,40 ("Ræstad 9/20", side 53).

I "Ræstad 23/11" og "Ræstad 7/12" er Sauarelva og Bøelva behandlet. Beregningene gjelder for isfri elv.

Da Sauerelva er bred og har et relativt dypt løp blir falltapet meget lite. Mellom profil 7 og profil 1 som har en avstand på ca. 4,3 km er det således 0,10 m falltap ved en vannføring på 100 m³/s.

Er Sauerelva islagt kan man regne med at falltapet blir omtrent fordoblet, til ca. 0,20 m i vårt eksempel, men det er så moderat at beregningen for isfri Sauerelv kan betraktes som representativ også for islagt eller delvis islagt Sauerelv.

Av beregningens tabeller kan vi da noe summarisk slutte, at om vi antar at vintervannføringen øker fra uregulert 25 m³/s til regulert 125 m³/s, så vil vannhastigheten i de fleste snitt i Sauerelva øke omtrent tilsvarende, altså til omkring det femdobbelte.

For Bøelva derimot vil forholdene vintertid bli helt annerledes, fordi strekningen fra Seljordvatn til Norsjø har slike fallforhold at en øking av vintervannføringen fra uregulert 5 m³/s til regulert 30 m³/s vil føre til uvanlig stor kjøving og sarrproduksjon. Dette vil så gi stor vannstandsøkning også på den lavest liggende elvestrekningen fordi sarr som følger med strømmen blir avleiret der. Vi må derfor behandle Bøelva i et særskilt avsnitt.

OPPLYSNINGER OM ISFORHOLD OG VANNTEMPERATUR.

Fra Andreas Holmsens bok "Isforholdene ved de norske indsjøer" (1902) gjengir vi følgende data som var blitt meddelt av overingeniør Borchgrevink, Skien, om isleggingen og isløsningen på Norsjø i 36 vintre, fra perioden 1863-99:

Tabell 3

Vinteren	Islegging	Isløsning	Vinteren	Islegging	Isløsning
1863-64	1.2.	15.4.	1880-81	12.1.	10.5.
64-65	3.2.	22.4.	81-82	åpent	
65-66	åpent		82-83	23.2.	14.4.
66-67	8.1.	29.4.	83-84	åpent	
67-68	10.1.	30.3.	84-85	23.2.	15.3.
68-69	åpent		85-86	is i mars	
69-70	9.2.	26.4.	86-87	åpent	
70-71	13.1.	10.4.	87-88	9.2.	3.5.
71-72	åpent		88-89	23.2.	23.4.
72-73	åpent		89-90	åpent	
73-74	åpent		90-91	12.2.	20.4.
74-75	19.1.	20.4.	91-92	is i febr. og mars	
75-76	7.1.	21.4.	92-93	3.2.	6.4.
76-77	31.12.	3.5.	93-94	åpent	
77-78	åpent		94-95	9.2.	17.4.
78-79	22.1.	25.4.	95-96	åpent	
79-80	15.1.	1.4.	96-97	4.2.	15.4.
			97-98	åpent	
			98-99	noen is i febr. og mars	

I 13 av disse 36 vintre var Norsjø åpen, men det er ikke opplyst om det gjelder hele innsjøen. Holmsen nevner at når han sammenliknet disse data med tilsvarende data for Mjøsen - som også er en dyp innsjø - viste det seg at i de samme år som Mjøsen var åpen, hadde også Norsjø vært åpen.

Når det av 36 vintre var 23 isvintre for Norsjø blir forholdstallet 23/36= 0,64, d.e. i ca. 64 % av vintrene var Norsjø islagt.

Teller vi opp antall isdager for Norsjø blir det tilsammen 1469 isdager i 23 isvintre, altså 1469/23 = 64 isdager pr. isvinter.

Holmsens tabell er gjengitt i Rapport Nr. 2/68, s. 59, og på den etterfølgende side i rapporten er ført opp tilsvarende data for isdannelse og isløsning på Vestvannene og på Norsjø (midtpartiet) for tidsrommet 1940-67. Videre er det for vintrene 1943-67 notert opplysninger fra Gvarv met.st., og for hver vinter er notert summen av kuldegrader (for pentader) som vi kalder "frostmengden".

I tabell 4 nedenfor har vi tatt ut de data som angår Norsjø (midtpartiet), og dessuten er "frostmengden" for Gvarv ført opp. Ved å sammenholde de foreliggende data med frostmengden betegner vi med x de vintre da Norsjø antas å være islagt.

Tabell 4. Isforhold på Norsjø i perioden 1940-67.

27 vintre:		Frostmengde Gvarv	Isdannelse Norsjø	Isløsning Norsjø	Isdager (notert)
1940-41	x		11.1.	29.4.	106
41-42	x		18.1.	28.4.	99
42-43	-		0	0	0
43-44	-	91,3	0	0	0
44-45	-	88,0	-	-	-
45-46	-	97,5	0	0	0
46-47	x	166,7	10.2.	28.4.	76
47-48	x	167,6	15.2.	30.3.	44
48-49	-	68,6	0	0	0
49-50	-	93,3	0	0	0
1950-51	x	126,5	0	30.3.	-
51-52	-	92,3	0	0	0
52-53	x	127,6	2.2.	1.3.	27
53-54	x	106,4	26.12.	0	-
54-55	x	137,6	6.1.	20.4.	103
55-56	x	191,6	6.1.	22.4.	106
56-57	-	75,0	16.2.	-	-
57-58	x	173,0	16.1.	17.4.	90
58-59	x	155,8	17.1.	26.3.	68
59-60	x	90,1	15.2.	11.4.	57
1960-61	-	98,2	16.1.	0	-
61-62	x	127,5	-	-	-
62-63	x	245,2	16.1.	-	-
63-64	x	130,3	16.2.	-	-
64-65	-	99,1	-	0	-
65-66	x	235,2	26.12.	26.4.	121
66-67	x	128,9	15.1.	4.4.	79
	17 x				976

I denne perioden 1940-67 med 27 vintre regner vi etter tabell 4 med 17 isvintre for Norsjø, og forholdstallet blir 17/27=0,63, altså i ca. 63 % av vintrene var Norsjø islagt. Det er praktisk talt det samme forholdstall som for perioden 1863-99, da Norsjø var islagt i ca. 64 % av vintrene.

I det følgende skal vi gi en del nærmere opplysninger om lokale isforhold.

Fra Tinnfoss Fabrikker i Notodden har vi gjennom transportsjef Sigurd Flaten fått en del opplysninger om de isvansker denne bedriften har og de erfaringer bedriften har gjort med isen på Norsjø. Tinnfoss Fabrikker frakter som kjent sine produkter vannveien gjennom Heddalsvann, Sauarelva, Norsjø og videre gjennom kanalen og elva ned til Porsgrunn hvorfra utskipningen foregår.

Tinnfoss fabrikker hadde tidligere en rekke mindre slepebåter som gikk flere turer ukentlig med relativt små slep. Nå er slepebåtene større og kraftigere og går bare to turer ukentlig med slep til Porsgrunn.

Transportsjef Flaten opplyste at islegging og isløsning på Norsjø er merkbart mer avhengig av vindforholdene enn f.eks. islegging og isløsning på Heddalsvatn. Bedriftens erfaring var at de årene Norsjø islegger seg, foregår dette i regelen i siste halvdel av januar, ca. 3 uker etter at Heddalsvatn har islagt seg.

Isleggingen på Norsjø tar i regelen til i nedre del, dvs. sør for Munken. For Tinnfoss Fabrikker melder imidlertid de største isvanskene seg først etter at isen legger seg nord for Ulefoss. Isvanskene er erfaringsmessig størst rundt månedsskiftet januar/februar. Fra midten av mars regner man med at isvanskene stort sett er over.

Isløsningen på Norsjø tar til ved utløpet av Sauarelva.

På vårt spørsmål om man mente å ha merket endringer i isforholdene ved den gradvis tiltakende regulering, var Flatens svar at man nok fremdeles var av den oppfatning man hadde hatt fra gammelt av, at stor vintervannføring ga dårlig is. Dette var særlig merkbart der det var sterk strøm, f.eks. i Sauarelva, mens endringene på Norsjø ikke var særlig påtakelige. Man mente imidlertid i de senere år å ha merket seg en noe tidligere islegging og senere isløsning.

I den forbindelse er det av interesse å notere, at ifølge tabell 4 var det i perioden 1940-67 etter direkte notater 976 isdager i 12 isvintre, altså gjennomsnittlig 976/12= 81 isdager pr. isvinter. Da det ifølge tabell 3 for perioden 1863-99 var notert 64 isdager pr. isvinter tyder det på at den økte vintervannføring etter reguleringene har gitt en noe tidligere islegging og noe senere isløsning.

Av store isvintrer de senere år husket Flaten spesielt godt vinteren 1963-64 da isen på Norsjø hadde vært va. 30 tommer. "Vrangfoss" hadde da først skadet og siden mistet propellen under isbryting.

Tømmermåler Torjus Vålanes, Akkerhaugen, har p.g.a. sin eiendoms beliggenhet og gjennom sitt virke som tømmermåler skaffet seg godt kjennskap til isforholdene på nordre del av Norsjø.

Han mener isen vanligvis legger seg i dette området rundt månedsskiftet januar/februar, eventuelt i første halvdel av februar. Isen brer seg under isleggingen nordover fra Norsjøs midtparti og opp mot Sauarelvas utløp.

Ifjor vinter (1969-70) la isen seg allerede 10. januar på nordre del av Norsjø. Vålanes refererte til O.T. Haukvik (75 år) som ikke kunne huske at isen noen gang tidligere hadde lagt seg så tidlig. -Det kom imidlertid snø på

ganske tidlig, så kvaliteten ble dårlig.

Så vidt Vålanes husket, hadde det vært is på Norsjø hver vinter de siste 10-15 år. Tidligere kunne han huske årrekker uten is av betydning. Vålanes husket spesielt at han som unggutt hadde benyttet motorbåt vinteren gjennom så å si hvert år i tiden 1927-35 mellom Vålanes og Otternes, en strekning på ca. 5 km langs Norsjøs østside.

Man hadde den erfaring at når isen først legger seg på Norsjø, blir den i regelen sterk og nesten alltid kjørbar.

Tidligere gikk det foruten slepebåter også daglige rutebåter på Norsjø. Nå er vintertrafikken innskrenket til to ukentlige turer hver vei med slepebåter fra Tinnfoss Fabrikker.

Vålanes mente å ha konstatert at isen de siste årene hadde gått opp senere enn tidligere, nærmere bestemt i månedsskiftet april/mai mot at man før kunne ta til med klubbing av tømmer allerede i april. Tilsvarende srbeid ville de siste år ikke ha kunnet ta til før omkring 10. mai, mente han.

I "Rap. 2/68" finnes på side 78 en grafisk fremstilling av vanntemperatur bl.a. i Norsjø ved Ulefoss og Skotfoss. Disse vanntemperaturkurvene må ses i sammenheng med lufttemperaturkurven fra Gvarv met.stasjon for samme vinter i "Rap. 2/68" side 79.

Som vi tidligere har påvist i vår betenkning, "Om innflytelsen av Tokke-Vinjereguleringen på isforholdene i kanalen mellom Hogga dam og Ulefoss dam," varierer vanntemperaturen ved Ulefoss i takt med lufttemperaturen. Dette kommer tydelig frem her om man sammenligner vanntemperaturkurven for Ulefoss på side 78 med lufttemperaturkurven for Gvarv på side 79.

Vanntemperaturen ved Skotfoss varierer også i takt med lufttemperaturen før Norsjø islegges, men utslagene er ikke så store ved Skotfoss som ved Ulefoss. Avkjøling og oppvarming skjer ikke like raskt for det store Norsjømagasinet som for en åpen elv hvor vannmassene er i stadig omrøring.

Lufttemperaturens innvirkning på vanntemperaturen ved Skotfoss avtar gradvis etter som større og større deler av Norsjø islegges. Dette får man godt frem ved å sammenligne de tidligere omtalte vann- og lufttemperaturkurvene for januar 1967. Vi ser her hvordan både fall og stigning i lufttemperaturen gjenspeiles i vanntemperaturen ved Ulefoss måneden gjennom, mens den med stadig mindre utslag gjenspeiles i vanntemperaturen ved Skotfoss, inntil isleggingen etter alt å dømme blir så omfattende at den andre markerte temperaturstigningen som er tydelig ved Gvarv met.stasjon og ved Ulefoss, helt

uteblir ved Skotfoss. Etter at Norsjø er islagt så å si i sin helhet, stabiliserer vanntemperaturen ved Skotfoss seg på ca. 1,0 °C.

Av temperaturkurven på side 79 fremgår det at værtypen var usedvanlig mild fra 20. februar og videre utover vinteren. Etter 1. mars lå morgentemperaturen på Gvarv hele tiden over 0 °C. Temperaturstigningen er tydelig allerede fra 20. februar ved Ulefoss. Ved Skotfoss holdt vanntemperaturen seg konstant nær 1,0 °C inntil 7. mars, da den steg 0,2-0,3°. Det var sannsynligvis en del is som gikk i oppløsning nettopp da. Vanntemperaturen ved Skotfoss holdt seg imidlertid fortsatt stabil, denne gang omkring 1,3 °C, frem til en av de siste dagene i mars. Fra da av er det tydelig at stadig mer is har gått i oppløsning på Norsjø, idet vanntemperaturen f.o.m. dette tidspunkt var stadig stigende. -I "Rap. 2/68", vedlegg 2 side 5, er dette kommentert i en rapport fra Iskontorets befaring i vassdraget 30/3 og 1/4 1967. Vi siterer:

> "Norsjø: Isen gikk i slutten av mars, noe som maskinmestrene på Ulefoss fabr. karakteriserte som meget uvanlig. Vanligvis går ikke isen på Norsjø før i slutten av april. Det langvarige mildværet er nok største grunnen til den tidlige isløsningen."

I en rapport fra Iskontorets befaring bl.a. til Norsjø 16/2 og 17/2 1967, referert i "Rap. 2/68", vedlegg 2 side 3 og 4, er gjengitt resultatene fra vanntemperaturmålinger både ved Skotfoss og Ulefoss og fra en måling helt ned til en dybde av 105 m utenfor Helgen.

Målingene ved Helgen viste: 0 cm snø, 10 cm sørpeis og 23 cm stålis. Vanntemperaturen steg fra 0,46° på 0,5 m dybde til 1,00° på 25 m dybde. Videre nedover steg temperaturen ganske raskt til 3,13° på 70 m dybde og 3,63° på 105 m dybde. Den vertikale temperaturfordelingen tyder på at den vesentlige gjennomstrømning skjer i vannlagene over 25 m dybde. Dette tilsvarer nok omtrent dybden i utløpet ved innsnevringen ovenfor Skotfoss.

Samme dag var vanntemperaturen ved inntaket til kraftstasjonen i Skotfoss 0,94 °C og praktisk talt den samme ved Ulefoss, hvor den de foregående dagene hadde ligget på 0,3-0,5 °C. Siden 0,94 °C er en temperatur som ligger noe over gjennomsnittstemperaturen i det som synes å være det strømførende lag på målestedet ved Helgen, kan forklaringen dels være at det under gjennomstrømningen videre nedover mot utløpet har funnet sted en ytterligere oppblanding, med underliggende varmere vannlag, og dels at måleresultatene fra Helgen ikke var representative for temperaturfordelingen i hele tverrsnittet av Norsjø utenfor Helgen.

Isforhold i Bøelva.

Formannen i Nes Grunneigarlag, Torkild Sannes, Gvarv, nevner på vår henvendelse at isen på den grunne Årnesbukta utenfor Gvarv inntil nå har lagt seg lenge før isen på Norsjøs midtparti, vanligvis i november. På dette tidspunkt legger også Bøelva seg. Bare unntaksvis er Bøelva åpen til jul. Elveisen går i regelen opp i begyndelsen av april.

Vi gjengir nedenfor en tabell over islegging og isløsning i Bøelva ved Farøya (ovenfor jernbanebroen) etter notater av Ole Skjeslien, Gvarv, meddelt til NVE av H.R.advokat Thorstein Vale (29.5.1970).

Elven islagt fra	22. nov. 1956	til	31. mars 1957	130	isdager
	30. nov. 1957		22. april 1958	142	"
	7. des. 1958		24. mars 1959	108	"
	10. jan. 1960		1. april 1960	82	"
	6. jan. 1961		12. mars 1961	65	"
	8. des. 1961		16. april 1962	129	"
	28. nov. 1962		22. april 1963	145	"
	6. des. 1963		18. april 1964	133	"
	16. des. 1964		7. april 1965	113	"
	14. nov. 1965		26. april 1966	163	"
	17. des. 1966		22. mars 1967	95	"
	17. des. 1967		1. april 1968	105	"
	5. des. 1968		13. april 1969	130	"
	26. nov. 1969		19. april 1970	144	"
				1684	isdager

Det blir gjennomsnittlig for denne delen av Bøelva ca. 1684/14=120 isdager pr. isvinter, før Sundsbarmreguleringen.

Torkild Sannes hadde sammen med Olav H. Sandsdalen fra Sundsbarm Kraftverk gjort en del ismålinger i Bøelva 23/2 og 23/3 1970. Vi har fått kopi av deres felles rapporter, samt av en kommentar til rapporten av 23/2 fra Sannes, datert 4/3 1970. Rapportene viser at det var målt istykkelse i en rekke snitt, for det meste tre målinger i hvert snitt på tvers av elva. Snittene skrev seg fra:

Isveien Teksten-Gvarv, i veibanen og ved siden,
overgangen Laskemoen-Gvarv,
utenfor eiendom nr. 82/1 tilhørende Torkild Sannes,
overgangen Østtveit-Hallen,
ved Pinknapp,
overgangen Søtveit-Kolatangen og tre målinger opp mot neste sving,
nedre overgang ved Leikvang.

Istykkelsen var fra 45 til 100 cm, for det meste mellom 55 og 80 cm. Tykkest var isen i veibanen mellom Teksten og Gvarv, mens den utenfor veibanen

sammesteds var tynnere enn i de fleste andre snitt som ble målt. -Ved samtlige målinger ble det 23/2 observert et vannlag av noen centimeters tykkelse mellom et tykt underliggende islag og et tynnere overliggende lag. Den 23/3 fant man mellom ett og tre vannlag.

Etter hva Torkild Sannes forteller er målingene 23/2 og 23/3 d.å. ganske representative for isforholdene slik de til vanlig har artet seg på Bøelva nå, med nær uregulert vintervannføring.

Da Seljordvatnet har et stort magasin vil avløpet ha en betydelig overtemperatur i vintertiden. I tabell 5 er gitt en oversikt over islegging og isløsning, og dessuten målinger av vanntemperatur i utløpet (for tre vintre), begge deler før reguleringen.

Tabell 5. Seljordvatn. (Etter oversikt februar 1970 ved Iskontoret, NVE).

A. Isforhold 1950-70.

	Isdannelse	Isløsning
Tidligst	8.12.	26.3.
Median	25.12.	20.4.
Senest	24.1.	10.5.

B. Vanntemperatur målt i utløpet:

1964-65		1967-68		1968-69		
27. des.	2,49	28. des.	2,08	29. des.	1,55	°C
10. jan.	1,82	8. jan.	1,30	9. jan.	1,09	"
24. "	1,61	30. "	1,20	30. "	1,20	"
	-	3. febr.	1,70	8. febr.	0,90	"
28. mars	1,90	16. mars	1,20	17. mars	0,98	"
17. april	2,27	12. april	2,50	13. april	1,80	

Summarisk: Ved årsskiftet utløpstemperatur ca. 2 °C, avtagende til 1,5°a 1,0° i løpet av januar-mars, deretter stigende i april.

Fra Seljordvatn som ligger på kote 116 har Bøelva et løp på 34 km lengde til Norsjø, og den samlede fallhøyde er praktisk talt 100 m (dette representerer en falloppvarming svarende til 110/427=0,23°). Mesteparten av fallet er samlet i stryk og fosser på strekningen mellom Sagafoss og Haugen, og på disse 14 km er fallet ca. 80 m. Bare en liten del (ca. 20 m av fallet) er bygget ut i Oterholtfoss kraftstasjon som utnytter den uregulerte vannføring.

På den første halvmilen nedenfor Seljordvatn er det et strykparti med Herrefossen (tilsammen ca. 15 m fall), og deretter kommer en strekning på omtrent en mil hvor elven har et rolig løp og en middelbredde på nær 50 m. Fra Seljordvatn og hit er det da en effektiv kjøleflate om vinteren. Men så kommer en strekning på nesten en mil hvor elven går i stryk og fosser

med overveiende smalt løp, der middelbredden er ca. 25 m. Her vil en isproduksjon overveiende bestå i kjøving og produksjon av sarr som delvis kan føres videre nedover og avleires på den siste elvestrekning på lavlandet. Der går elven 7 km i brede buktninger (middelbredde på 70-80 m) til Norsjø. Den slags isavleiring vil tilta når det blir regulert vintervannføring.

Bøelva har stor likhet med Hjartdølas fallforhold på strekningen fra Hjartsjø til Heddalsvannet. Hjartdøla har her først en lang strekning med svakt fall, så en strekning med stryk og foss, og deretter en flatlendt strekning til utløpet i Heddalsvann. På denne siste strekningen er det blitt urolige isforhold med ofte betydelige isvansker etter at Hjartdøla kraftverk kom i drift, så vintervannføringen ble meget større enn før og dessuten hadde en overtemperatur i avløpet fra Hjartsjø.

Når Sundsbarm kraftverk blir satt i drift vil vannføringen komme opp til 30 m^3/s, og avløpet fra kraftstasjonen vil ha en overtemperatur som vil være omtrent som i avløpsvannet fra Seljordvatnet (tabell 5) før reguleringen. Etter reguleringen kan vi derfor regne med at Bøelva i utløpet av Seljordvatn vil ha praktisk talt samme overtemperatur i vintertiden som før reguleringen.

Det er nå opplyst at Sundsbarm kraftverk ble satt i drift 11. nov. 1970, og det vil derfor snart foreligge erfaringer fra inneværende vinter om hvordan isforholdene i Bøelvas nedre del blir påvirket av reguleringen. Den økning av vintervannstanden som da vil komme på grunn av økning i vannføringen og på grunn av sarravleiring vil da overveiende være en virkning av Sundsbarmvassdragets regulering.

EN VURDERING AV ISFORHOLDENE FØR OG ETTER REGULERINGEN.

Norsjø

Reguleringene av vassdragene ovenfor Norsjø har gitt en meget større gjennomstrømning i Norsjø vinterstid. Vi viser i den forbindelse til den oversikt over uregulerte og regulert tilløp, som er samlet i tabell 1.

I likhet med hva vi tidligere har påpekt ved vurderingen av isforholdene på Vestvannene, er det klart at også i Norsjø har den økte gjennomstrømning gitt dårligere is rundt odder og nes, gjennom trange sund og over grunne partier der det er strøm av betydning.

Slik tæring på isens underside blir mer og mer merkbar jo mer snø det legger seg på isen.

Som det fremgår av tabell 1, hadde Norsjø også før reguleringene en betydelig gjennomstrømning, så helt ukjent med tæring på isen der strømmen var striest, har man selvsagt ikke vært. Reguleringene har imidlertid fler-doblet tilløpet (ca. firedobling av medianverdiene), så gradvis er denne svekking av isen blitt mer og mer merkbar etter som den ene regulering etter den andre er blitt en realitet.

Utenfor utløpet av de regulerte vassdragene har den økte vintervannføringen ført til at blandings- og bremsesonen er blitt større.

Vanntemperaturen vinterstid ved Bøelvas utløp i Norsjø vil bli uendret, like ved null grader. I Eidselva er det nærliggende å anta at iallfall i mildvær når varmetapet mellom Flåvann og Norsjø er lite, er vanntemperaturen ved utløpet blitt hevet et par tiendels grader i og med reguleringen. I Sauarelva, som er ganske kort, antas temperaturen ved utløpet å være et par tiendels grader høyere nå enn før reguleringen.

På grunn av Norsjøs eget store varmemagasin har nok vanntemperaturen både før og etter reguleringen vært nær 1 °C ved utløpet i Skotfoss etter at sjøen har islagt seg.

Vintervannstanden i Norsjø holder seg praktisk talt konstant på kote 15,30, med mindre de ovenforliggende kraftverker kjører med full produksjonsvannføring. Full kjøring ved samtlige kraftverker gir en vannstand på 15,40. - De vannstandsendringer som kommer på tale er m.a.o. så beskjedne at det p.g.a. disse alene ikke er grunn til å vente øket isbrekk og overvann langs kantene.

Skipstrafikken på Norsjø har helt fra før århundreskiftet hindret fast bruk av isen for tverrgående trafikk. Bare i særlig harde vintrer er isbrytingen blitt oppgitt noen uker. Riktig nok har skipstrafikken avtatt en del de senere år, men isen på Norsjø brytes fortsatt flere ganger ukentlig.

Det fremgår av tabell 3, for islegging og isløsning på Norsjø i perioden 1863-95, at det i disse 36 vintrene var 23 isvintre, d.v.s. i ca. 64 % av vintrene var Norsjø islagt.

For perioden 1940-67 viser tabell 4 at da var Norsjø islagt i ca. 63 % av vintrene, altså praktisk talt uforandret hyppighet av islegging.

Vi kan m.a.o. slutte at sannsynligvis har ikke reguleringene forandret hyppigheten av isvintrene for Norsjø.

Om vinterens varighet viser perioden 1863-99 at det da var 1469 isdager fordelt på 23 isvintre, eller 64 isdager pr. isvinter.

For perioden 1940-67 var det notert 976 isdager fordelt på 12 noterte isvintrer , eller 81 isdager pr. isvinter. Det tyder på noe lengere varighet av isen i den siste perioden, slik som det også er blitt antydet av enkelte. Det kan forøvrig ha sammenheng med det faktum at det i 1960-årene har vært en rekke relativt strenge vintrer som følgelig har ført til forlenget islegging. -Dette er forresten et forhold vi tidligere har behandlet i forbindelse med Tokke-Vinje reguleringens innvirkning på isforholdene i Vestvannene.

Sammenfatning

1. Hyppigheten av isvintrene har sannsynligvis ikke forandret seg påviselig for Norsjø. I omtrent 60 % av vintrene har Norsjø vært islagt såvel før som etter reguleringene. Lengden av de enkelte isvintre har antakelig økt noe i perioden 1940-67, men da var det også en rekke relativt strenge vintre.

2. Skipstrafikken har alltid hindret tverrgående trafikk på Norsjø når innsjøen var islagt.

3. En større gjennomstrømning vinterstid har ført til dårligere is rundt odder og nes, i trange sund og over grunner der det er mye strøm. I snørike vintrer er en slik svekkelse av isen mest merkbar.
Naturlig nok er isen blitt dårligst i de trange sundene nær utløpet. Svekkelsen av isen er stedvis merkbar nær land også videre nordover langs sjøens hovedparti, særlig sør for Ulefoss.

4. Hovedsakelig som følge av større vannføring, men også p.g.a. noe høyere vanntemperatur i de regulerte tilløpene, er blandings- og bremsesonen utenfor Sauarelva og Eidselva større enn tidligere. Norsjø islegges sist og går først opp rundt disse råkene. Utenfor Bøelvas utløp vil isen også bli svekket frem mot Nesodden. -Det grunne partiet i Årnesbukta vil derimot fortsatt islegges tidlig og være lite påvirket av den økte vannføring i Bøelva.

5. Reguleringene har ikke medført økte vannstandsvariasjoner eller økning av de isvansker som oppstår p.g.a. variasjonene.

6. Vi er kjent med at isen på Fjærekilen brukes en del som lekeplass og for langs- og tverrgående trafikk. Vi anser det ut fra ovenstående ikke for sannsynlig at isforholdene i dette området er blitt påvirket merkbart av reguleringene.

S a u a r e l v a

1. Sauarelva har ikke vært benyttet for tverrgående trafikk p.g.a. båttrafikken til og fra Notodden.

2. Øket vintervannføring og litt høyere vanntemperatur, p.g.a. øket blanding med dypereliggende varme vannmasser i Heddalsvatn, har gitt dårligere is langs hele elvestrekningen.

B ø e l v a

1. Avløpsvannet fra Seljordvannet vil etter reguleringen ha omtrent samme overtemperatur i vintertiden som før reguleringen, nemlig ved årsskiftet ca. 2 °C, avtagende til 1,5 °C a 1,0 °C i løpet av januar-mars, deretter stigende i april.

   Med den nevnte overtemperatur vil en regulert vannføring på 30 m³/s trenge en seks ganger så stor kjøleflate som en uregulert vannføring på 5 m³/s trenger for å bli avkjølt til frysepunktet. Den åpne elveflaten fra Seljordvatn og nedover blir etter reguleringen tilsvarende større. Antakelig kan man regne med at elven etter reguleringen kommer til å holde seg overveiende åpen helt nedover til den lange strykstrekningen, hvor isproduksjon vil foregå overveiende som kjøving og sarrproduksjon, med lite stabile isforhold.

2. Nedenfor strykstrekningen går elven bred og med svakt fall. Der vil vannstanden bli hevet betraktelig på grunn av den økte vannføring, men også på grunn av at sarr vil bli oppsamlet under isen, ført dit fra strykstrekningen. I den utstrekning Sundsbarm kraftverk kjøres med ukeregulering vil dette gi vannstandsvariasjoner og varierende oppstuing, og det kan lokalt gi isbrekk langs kantene og overvann på isen. Perioder med varierende kaldere og mildere vær vil også direkte påvirke isproduksjonen på strykstrekningen, og indirekte gjøre isforholdene på den flatlendte elvestrekningen vekslende, så det kan bli flere islag over hverandre med vann imellom, så ferdsel på isen blir risikabel.

   Etter at det har fallt snø på isen vil isveksten her praktisk talt opphøre, og ferdsel over elven vil være forbundet med ytterligere økt risiko. Bruk av de faste isveiene ved Gvarv bør midtvinters bare finne sted med fortløpende preparering og kontroll.

3. Siden Bøelva heretter vil føre regulert vannføring ville en full utbygging av fallet kunne eliminere isvanskene i hele elveløpet, og ble avløpet fra kraftstasjonen ført ut i elven på flatlandet, ville elven derfra til Norsjø holde seg åpen om vinteren.

Oslo/Bodø, januar 1971

Olaf Devik

Carl A. Boe