Vassdrag 16
ISUNDERSØKELSER
ARKIV
Lappen. 9

Olaf Devik og Carl A. Boe

OM VIRKNINGEN av RENDALSOVERFØRINGEN på ISFORHOLDENE i VASSDRAGET fra UTLØPET av RENDALEN KRAFTVERK til SAMMENLØPET med OSA.

Oslo/Bodø, januar 1969

1. Materiale.

1.1. Brukseierforeningens redegjørelse nr. 6 (20. mars 1968) og nr. 7 (10. mai 1968).

Kartmateriale og fotomosaik.

1.2. Utarbeidet av Iskontoret ved Hydrologisk avdeling, Norges Vassdrags- og elektrisitetsvesen:

Rapport nr. 11/68: "Temperatur- og isforhold i Lomnessjøen og Storsjøen i Rendal."

Rapport nr. 5/68: "Vinterisganger i Trysilelv og Mistra."

1.3. Fra Sigurd Hagen, observatør ved Kværnes vannmerke, Rendal, har vi fått en tabell bygget på notater om tidspunktene for islagt og isfritt for Lomnessjøen ved Oppstu, for 100 vintre i tidsrommet 1846-1968. Tabellen er gjengitt i vedlegget. Ordnes dagene for "islagt" i rekke blir midtverdien (medianen) 13. november. Tidligste datum var 9. oktober og seneste var 18. desember.

1.4. Månedsmidlet for lufttemperatur i november ved Ytre Rendal er -2,2 °C. Lufttemperaturen vil normalt komme under null 4. november, og en kan regne med at under uregulerte forhold har elvevannet som kommer inn i Lomnessjøen hatt en temperatur som er praktisk talt null grader fra det tidspunkt da Lomnessjøen var islagt.

En kan videre regne med at fra samme tidspunkt vil etter reguleringen også avløpsvannet fra Rendal kraftverk ha en temperatur som er meget nær null grader.

2. Avløpet fra Lomnessjøen under uregulerte forhold.

Rena fører til Lomnessjøen en vannføring som vi kan sette lik avløpet fra sjøen og iflg. rapport nr. 11/68, s. 20 er medianvannføringen for 1921-40:

November	12,4 m³/s
Desember	7,3 "
Januar	5,2 "
Februar	3,9 "
Mars	3,7 "

I desember-mars vil det rundt regnet være omkring 5 m³/s.

3. Varmeutveksling i Lomnessjøen og i Akrestrømmen under uregulerte forhold.

I rapport 11/68 foreligger det på s. 28 gitt en tabell for perioden 1910-60, hvoretter mediandatum for islagt sjø var 19. november, tidligste

datum 28. oktober, og seneste datum 8. desember. (Det er noe senere enn i perioden 1846-1968, se avsnitt 1.3. foran).

På de følgende sider 30-38 i rapporten er behandlet en rekke målinger i tiden 1960-68. Temperatursnittene i Lomnessjøen er tatt i en profil på det bredeste og dypeste av sjøen, mellom Samfunnshuset og Hole. I Akrestrømmen er alle daglige målinger av vanntemperatur tatt ved gangbrua som er ca. 3,5 km fra utløpet av Lomnessjøen.

Det er ikke tatt så mange temperatursnitt på islagt Lomnessjø i en og samme vinter at noen nøyaktig analyse av varmeutvekslingen i sjøen kan bli gjort. Men hovedtrekkene kommer likevel frem når man gjennomgår materialet.

Vi tar f.eks. for oss målingene på s. 33 fra to tidspunkter, 17.2.1966 og 18.4.1966. Det var da tykk is på sjøen. Mellom overflaten og 10 m dyp er volumet ca. 30 mill. m^3, og vannmengden er ca. 30 milliarder kg. Den 17. februar var varmeinnholdet av dette laget ca. 61 milliarder kilokalorier. Den 18. april var det ca. 54 milliarder kilikalorier, men en del av dette, ca. 3 milliarder kilokalorier, var varmetilførsel i de øverste vannlag, og det skyldes nok innstråling i mars-april. Nettotapet i varmebeholdningen fra 17.2. til 18.4. 1966 skulle da ikke være mindre enn ca. 10 milliarder kilokalorier.

På grunnlag av daglig vannføring (opplyst av NVE) og daglig vanntemperatur i Akrestrømmen (se s. 35 i rapport 11/68) beregner vi at det ved gangbrua har passert en varmemengde på ca. 8,6 milliarder kilokalorier i tiden mellom 17. februar og 18. april 1966. På vegen fra Lomnessjøen til gangbrua har det også vært et varmetap som svarer til at vannet avkjøles et par tiendels grader underveis. Dermed finner vi at varmemengden som avløpet fra Lomnessjøen inneholder, er av samme størrelsesorden som den varmemengde Lomnessjøens varmemagasin har avgitt i samme tidsrom fra skiktet 0-10 m dyp.

Det overslag som her er gitt har forutsatt at det er samme temperaturfordeling over hele Lomnessjøen. Det er en forenklet forutsetning, men overslaget viser tydelig følgende resultat:

Under uregulerte forhold vil varmeinnholdet i avløpet fra Lomnessjøen i desember-februar først og fremst skrive seg fra varmemagasinet i Lomnessjøen.

Men dette varmemagasin kan variere betydelig fra vinter til vinter, slik det også viser seg på avløpsvannets temperatur, jfr. tabellene s. 34-36.

4. Varmeutveksling og isforhold i Lomnessjøen og i Akrestrømmen under drift av Rendalen kraftverk.

I den tid Lomnessjøen er islagt vil - som nevnt i avsnitt 1.4. - både det uregulerte tilløp og vannet fra Rendalen kraftverk ha en temperatur som er meget nær null grader. Med den sterke økning av vannføringen vil

gjennomstrømningen i Lomnessjøen bli 10-15 ganger større enn den uregulerte gjennomstrømning, i enkelte vintre enda større. Dermed vil utskiftningen av sjøens eget varmemagasin gå tilsvarende raskere. I virkeligheten vil utskiftningen av dette varmemagasin begynne allerede før sjøen er islagt, nemlig når elvevannet fra Glomma er blitt kaldere enn de øvre vannlagene i Lomnessjøen. Det er derfor sannsynlig at det vil gå ganske kort tid, neppe over en uke, etter islegging av Lomnessjøen, før avløpet fra Lomnessjøen holder en temperatur som er noen få tiendeler over null grader. At temperaturen ikke avtar helt til null kommer av at de dypere og varmere lag i Lomnessjøen langsomt blir satt i bevegelse og bringer varme med seg oppover til de øvre lag. Dette forhold kommer også tydelig frem under uregulerte forhold.

I rapport nr. 11/68 foreligger et temperatursnitt s. 38 som er tatt så tidlig som 3. november 1966, mens isleggingen såvidt var begynt. Gjennomsnittstemperaturen var ca. 2,6 °C i laget mellom 0 og 10 m dybde, og varmeinnholdet der var ca. 78 milliarder kilokalorier. Vannføringen var da ca. 16 m^3/s, altså ca. tre ganger større enn den vanlige vannføring midtvinters.

Den 3. november 1966 var vanntemperaturen i Akrestrømmen ved gangbrua 2,21° hvilket gir en indikasjon på temperaturen i Lomnessjøen. Følger vi derfor hvordan vanntemperaturen ved gangbrua avtar, får vi også et bilde av hvordan varmemagasinets temperatur avtar på grunn av gjennomstrømningen i Lomnessjøen, se tabellen s. 38. Det kom en mildværsperiode i dagene 7.-10. november, hvor vanntemperaturen steg, men fra 11. november (da sjøen ble islagt) begynner senkningen. I begynnelsen av desember passeres 1 °C og i begynnelsen av januar 0,5 °C. Vanntemperaturen i selve utløpet av Lomnessjøen har da vært noen få tiendels grader høyere. Den laveste temperatur ved gangbrua var 0,32 °C målt 22. januar 1967. Den videre gang, se tabellen s. 38, illustrerer hvordan solstrålingen etter hvert gjør seg gjeldende.

Når Rendalen kraftverk kommer i drift vil isforholdene på Lomnessjøen bli påvirket av den sterkt økte gjennomstrømning og av variasjonene i vannstande på grunn av varierende avløp fra kraftverket. Avløpet fra kraftverket vil i vintertiden ha ubetydelig overtemperatur, men nok til at kanalen og elven videre til innløpet i Lomnessjøen vil holde seg åpen.

Det vil bli et betydelig innløpsos og en blandings- og bremsesone med usikker is som antakelig vil strekke seg over mot Lomnes. Det er mulig at deretter vil denne langsomme hovedstrømmen svinge over i retning av høyre side av sjøen og bli forholdsvis mest merkbar i det vestlige område av sjøen på grunn av jordrotasjonens virkning (temperatursnittet 3. november 1966 (s. 38) tyder på det). På slutten av vinteren, fra midten av mars, vil solstrålingen gjøre seg gjeldende og da kan den gjennomgående strøm forårsake usikre områder særlig der hvor stranden og bunntopografien er ujevn.

Isforholdene langs land kan bli påvirket av variasjoner i vannstanden. På bratte strandkanter blir det mer risiko for isbrekk og overvann langs sprekkene enn på langgrunn strand hvor 10-15 cm vannstandsvariasjon i døgnet regnes for å være uten betydning. Den slags variasjoner kan skyldes døgnregulering i kraftproduksjonen.

Enkelte ganger kan vannstanden stige fordi det blir oppstuing i Akrestrømmen på grunn av ishindringer i sammenløpet med Mistra, særlig når det kommer isgang i Mistra. Disse vil bli behandlet i neste avsnitt. Her kan vi nevne at isganger fra Mistra er hyppig i desember, men sjelden i januar.

Da vannføringen til Lomnessjøen vil være meget større enn før reguleringen, vil en eventuell oppstuing ved Mistra virke mye raskere enn før på vannstanden i Lomnessjøen (og i elven og kanalen fra kraftverket).

Isforholdene i Akrestrømmen blir annerledes når kraftverket kommer i drift. Den store vannføringen vil bare ha en ubetydelig overtemperatur i utløpet av Lomnessjøen og elvevannet vil under vanlig vintertemperatur bli avkjølt til praktisk talt null grader før den kommer til sammenløpet med Mistra. Økningen av vannhastigheten vil holde elvefaret åpent mellom Lomnessjøen og Storsjøen. I sterkere kuldeperioder må en vente at det blir produksjon av sarr - aktivt sarr - og underkjølt vann, fra Løvfjorden og videre nedover til Storsjøen. Sammen med den store vannføring betyr dette et ekstra isproblem for sammenløpet med Mistra.

5. Isproblemene ved Akrestrømmen bro.

I rapport 11/68 og 5/68 har Iskontoret behandlet utførlig isganger i Mistra og de isvansker som disse har ført med seg under uregulerte forhold, spesielt ved Akrestrømmen bro og vegen langs vestsiden der.

Under rettsmøtet 8.6.1968 fremhevet Devik at den sterkt økte vannføring og det faktum at Akrestrømmen etter overføringen ville føre nullgraders vann til sammenløpet med Mistra, ville bety en økt risiko for isopphopning ved sammenløpet, når det inntraff en isgang i Mistra. For å minske denne risiko ville det være nødvendig å utvide elveprofilet i dybden og bredden, heve Akrestrømmen bro og forhøye vegbanen. I den tid som siden er gått har disse spørsmål vært drøftet av Brukseierforeningen med Veivesenet og Vassdragsvesenets forbygningsavdeling. I et møte 23.12.68 i Vassdragsvesenet med Brukseierforeningens fagfolk, hvor også Devik deltok, ble det gjennomgått planer som tar sikte på å gjennomføre så langt som mulig de nevnte forholdsregler.

6. Isforholdene på Storsjøen og i Søndre Rena til sammenløpet med Osa.

Den første regulering av Storsjøen ble gjennomført fra vinteren 1940-41 med en provisorisk dam som ble satt opp hvert år på ettersommeren og fjernet under uttappingen på ettervinteren. Reguleringshøyden var 1,50 m og magasininnholdet var ca. 72 mill. m³.

I rapport 11/68 inneholder tabellen s. 22 månedstilsiget til Storsjøen for perioden 1940-60. Det dreier seg i januar-mars om vannføringer mellom ca. 7 og 13 m³/s. Hertil kommer så magasintilskuddet som dreier seg om 3-4 m³/s.

Den regulering som nå skal avløse den første regulering, vil gjennomføre en reguleringshøyde på 3,64 m, jfr. Brukseierforeningens redegjørelser nr. 6 og 7. Den nye dam blir bygget ca. 4 km nedenfor utløpsoset så vannstanden på denne strekningen følger Storsjøens vannstand.

Magasintilskuddet i januar-mars vil for avløpet bety en økning på ca. 7-10 m³/s. Denne magasintapningen gir en gjennomstrømning som er null i et tverrsnitt i nordenden av Storsjøen og tiltar sydover, inntil sydenden (hvor den blir 7-10 m³/s). Som vi før har nevnt er det uregulerte tilsig til Storsjøen omtrent like så stort i januar-mars. Hertil kommer så den gjennomstrømningen som vil komme fra Rendalen kraftverk og denne kan i vinterens løp ligge i området 20-60 m³/s. Under regulær vinterkjøring kan det bli døgnregulering mellom f.eks. 45 og 33 m³/s (jfr. redegjørelse nr. 7 s. 4).

Tilsammen betyr den nye regulering av Storsjøen og enda mer Rendalsoverføringen en sterk økning av gjennomstrømningen i Storsjøen. På liknende måte som vi har gjennomgått for Lomnessjøen, vil en slik økt gjennomstrømning føre til en raskere utskiftning av de øvre vannlag enn før, og det vil også spille en rolle at den store vannføringen fra Øvre Rena kommer inn i Storsjøen som nullgraders vann, som er lettere enn varmere vann og derfor vil flyte øverst.

Øvre Renas innstrømning i Storsjøen vil forårsake en stor bremse- og blandingssone der store vannmasser settes i bevegelse, mens hastigheten avtar. Har f.eks. Øvre Rena en vannføring på 50 m³/s, så strømmer det 50 ton vann ut i sjøen med en hastighet på f.eks. 1 m/s. Når da virvlingen har satt hastigheten ned til f.eks. 0,1 m/s vil ca. 500 ton vann være satt i bevegelse, og det vil si at også underliggende vannlag føres inn i den langsomme gjennomstrømning.

Tregheten gjør at vannstrømmens retning til å begynne med stort sett fortsetter i elveutløpets retning, men etter hvert vil jordrotasjonen gjøre at

strømmen stadig blir dreiet noe mot høyre. Dessuten vil Storsjøens strandbredder dirigere strømningen, og dette samspil kan føre til at hovedstrømmen nok vil merkes mest på vestsiden, men også på enkelte steder på østsiden.

Når det er stille vær vil den store tilførsel av nullgraders vann fra Øvre Rena kunne bety en noe tidligere islegging enn før i det nordlige område av Storsjøen, utenfor innløpsoset og strømfaret. Etter at Storsjøen er islagt vil blandings- og bremsesonen forårsake et stort åpent innløpsos og et tilgrensende område med svak og usikker is, som tilsammen antakelig vil strekke seg 1-2 km utover fra elveutløpet. Den østlige bukten i nordenden vil neppe påvirkes direkte av dette, men det kan tenkes at det der settes i gang en svakere bakevjestrøm som ut på ettervinteren kan bidra til å svekke isen der.

Isveksten på Storsjøens dype hovedparti foregår i januar og februar, og i dette tidsrom vil den økte gjennomstrømning nok kunne sinke isveksten noe i snørike vintre.

Når solstrålingen får virkning, fra midten av mars og videre utover, vil økningen av gjennomstrømningen kunne svekke isen, særlig nær fremspringende odder og over grunnere partier. Det er tilførsel av varmere vann fra dypere vannlag som da får betydning.

I den sydligste delen av Storsjøen hvor sjøen blir smalere og grunnere vil den økte gjennomstrømning gjøre isen usikker i høyere grad enn før, og strekningen fra det gamle utløp til den nye dam vil ha åpent strømfar.

Den nye regulering av Storsjøen betyr også en større senkning av vannstanden i løpet av vinteren enn under den første regulering. Dette betyr at en bredere strandsone enn før får slike ulemper med isbrekk og overvann som er kjent fra den første regulering.

På strekningen fra den nye dammen til sammenløpet med Osa vil den økte vintervannføring føre til at det blir åpent strømfar der vannhastigheten blir større enn ca. 0,6 m/s, og ellers kan en ikke regne med at det blir trafikksikker is. Nederst på strekningen kan det i kuldeperioder bli landis og sarrproduksjon som kan gi noe stigning av vannstanden p.g.a. isoppstuing.

7. Sammenfatning

7.1. Etter Rendalsoverføringen vil avløpsvannet fra Rendal kraftverk antakelig ha en temperatur vinterstid omkring 0,1 °C og på veien til Lomnessjøen vil vannet under kuldeperioder avkjøles til meget nær 0 °C. Kanalen og elven vil gå åpen, bare med landis på sidene i den nederste delen.

7.2. Den økte innstrømning i Lomnessjøen vil gi et stort innløpsos med tilgrensende område med usikker is, som antakelig vil strekke seg 1-2 km videre, omtrent til linjen Otnes-Lomnes. Nær utløpet blir det også et usikkert område. Der hvor strømdraget blir gående vil det bli større tæring på isen under mildvær og etter sterkere snøfall, og bare under særlig gunstige vinterforhold kan det bli trafikksikker is der. Isforholdene blir antakelig usikre for all slags kjøring tverrsover, mens det i kalde og snøfattige vintre skulle kunne bli sterkt nok isdekke på det midterste parti for gående og skiløpere i tida fra desember til begynnelsen av mars. Etter hvert som den økende solstråling i mars og april gjør seg gjeldende vil det usikre belte strekke seg over hele det bredeste parti og all tverrgående trafikk over sjøen innstilles.

Variasjoner i vannstanden på grunn av varierende belastning i kraftstasjonen har lite å si for isforholdene langs strendene så lenge variasjonene holder seg under 10-15 cm. Derimot kan en eventuell isoppstuing ved sammenløpet med Mistra føre til en stor stigning av vannstanden i Lomnessjøen, meget raskere enn det forekom tidligere.

7.3. Elveløpet fra Lomnessjøen vil praktisk talt hele vinteren ha åpent strømdrag og i kuldeperioder kan det bli produksjon av sarr og underkjølt vann nedenfor Løvfjorden. Dette vil, sammen med den store vannføring, etter vår oppfatning gi økt risiko for isopphopning i sammenløpet med Mistra når det går isgang i Mistra. Det anbefales utført korreksjoner av elveløpet, løfting av Akrestrømmen bro og hevning av vegen langs vestsiden.

7.4. Den økte gjennomstrømning i Storsjøen vil når Storsjøen er islagt gi et stort innløpsos og et usikkert område som strekker seg mot syd og sydvest til en avstand på 1-2 km. Isveksten på østre bukten i øvre enden av sjøen vil antakelig foregå omtrent som før eller litt tidligere i januar-februar, men det kan bli mer tæring enn før fra mars og utover.

Isveksten i januar-februar på Storsjøens dype hovedparti vil kunne bli litt påvirket av gjennomstrømningen i snørike vintre. Fra midten av mars vil solstrålingen komme i tillegg til den tilførsel av varmere vann

fra dypere lag som gjennomstrømningen skaffer. Det kan svekke isen særlig nær odder og over grunne partier.

I den sydligste delen av Storsjøen blir isen mer usikker enn før, og strekningen fra det gamle utløpet til den nye dammen vil ha åpent strømfar.

7.5. At vannstanden i Storsjøen senkes mer i løpet av vinteren enn før betyr at det blir en bredere strandsone som får slike ulemper med isbrekk og overvann som er kjent fra den første regulering.

7.6. Elven fra den nye dammen til sammenløpet med Osa vil gå med åpent strømfar eller usikker is og en kan ikke påregne tverrgående trafikk.

Vi finner det ikke riktig på det nåværende tidspunkt å ta standpunkt til eventuelle klimaendringer i dalføret, all den stund det f.t. foregår en større klimatologisk undersøkelse.

Oslo/Bodø, januar 1969.

Olaf Devik Carl A. Boe

Vedlegg.

..... m.o.h. **ISFORHOLD** i Lomnessjøen..... ved Oppstu. Kvænes..... Vm. Rendal....

Vinter	Islegging	Islagt	Isløsning	Isfritt	Vinter	Islegging	Islagt	Isløsning	Isfritt
1846				16/5	1891		20/11		18/5
1847		ingen notater			1892	4/11	6/11		
1848		" "		12/5	1893	1/11	4/11	9/5	
1849		" "		25/5	1894	30/10	25/11		2/5
1850		13/11		18/5	1895		31/10		8/5
1851		ingen notater			1896		2/11		
1852		" "			1897		9/11		2/5
1853		" "			1898		22/11		18/5
1854		" "			1899		ingen notater		
1855		" "			1900		19/11		10/5
1856		" "			1901		5/11		
1857		" "		19/5	1902		15/11		10/5
1858		" "		13/5	1903		9/11		15/11
1859		" "			1904		9/11		17/11
1860		7/11		17/5	1905		30/10		18/5
1861		18/11		8/5	1906		2/12		12/5
1862		25/11		16/5	1907		29/11		10/5
1863				5/5	1908	12/11	21/11		17/5
1864		1/11		14/5	1909		12/11		1/6
1865		8/11		14/5	1910		12/11		2/5
1866		11/11		22/5	1911		18/11		8/5
1867		17/11		6/6	1912		6/11		11/5
1868		9/11		13/5	1913		6/12		10/5
1869				15/5	1914		13/11		5/5
1870		ingen notater			1915		27/10		15/5
1871		" "			1916		16/11		12/5
1872		" "			1917		18/11		24/5
1873		" "			1918	16/11	20/11		8/5
1874		" "			1919		8/11		13/5
1875		28/10		13/5	1920		18/11		3/5
1876		10/11		12/5	1921		4/11		27/4
1877		25/11		24/5	1922	31/10	15/11		17/5
1878		8/11		10/5	1923		8/11		15/5
1879		15/11		21/5	1924		17/11		21/5
1880		22/10		2/5	1925	22/10	7/11		15/5
1881		29/10		26/5	1926	26/11	31/11		9/5
1882		13/11		14/5	1927		24/10		22/5
1883		23/11		21/5	1928		7/11		14/5
1884		16/11		13/5	1929		19/11		15/5
1885		30/10	4/5		1930		16/11		29/4
1886		20/11	15/5		1931		1/12		15/5
1887					1932		9/10		14/5
1888		3/11	19/5		1933		13/11		11/5
1889		12/11		17/5	1934		19/11		7/5
1890		17/11		7/5	1935		4/12		14/5

..... m.o.h. **ISFORHOLD** i ...Lomnessjøen..... ved Oppstu.. Kvænes..... Vm. Rendal...

Vinter	Islegging	Islagt	Islösning	Isfritt	Vinter	Islegging	Islagt	Islösning	Isfritt
1936		18/11		9/5					
1937		17/11		6/5					
1938		18/12		28/4					
1939		19/11		10/4					
1940		6/11		14/5					
1941		2/11		23/5					
1942		23/11		13/5					
1943		20/11		3/5					
1944		22/11		15/5					
1945				3/5					
1946									
1947		14/10		9/5					
1948		13/11							
1949		16/11		4/5					
1950		17/11		27/4					
1951		30/11		16/5					
1952		7/11		3/5					
1953		13/11		6/5					
1954		7/11		12/5					
1955		25/11		23/5					
1956		15/11		14/5					
1957		10/11		17/5					
1958		24/11		27/5					
1959		8/12		17/5					
1960		21/11		17/5					
1961		22/11							
1962		17/11		16/5					
1963		15/11		11/5					
1964		11/11		8/5					
1965		9/11		14/5					
1966		11/11		20/5					
1967		11/11		12/5					
1968		6/11							