

Fra ekspedisjonssjef dr. Olaf Devik.

Om isforholdene på strekningen Vågavatn - Vinstra etter overføringen av Veo til Tessa-vassdraget.

1. Økningen i vintervannføringen.

Overføringen av Veo-vassdraget representerer i vintermånedene november-mars et tilskudd på 4,5 m³/sek til Ottas vannføring. Den uregulerte vannføringen er i middel:

	Nov.	Des.	Jan.	Febr.	Mars	
Lalm Vm	23,9	14,7	11,5	10,3	9,2	m ³ /sek
Lågen nedenfor						
Otta	35,8	22,2	16,4	14,4	12,8	

Med tidligere reguleringer er vannføringen:

Lalm Vm	40,5	41,4	38,8	38,0	31,1	
Lågen nedenfor						
Otta	52,4	48,9	43,7	42,1	34,7	

Med tilskuddet fra Veo, 4,5 m³/sek, blir summen:

Lalm Vm	45,0	45,9	43,3	42,5	35,6	
Lågen nedenfor						
Otta	56,9	53,4	48,2	46,6	39,2	

Man ser av disse tall at eksempelvis i januar vil den midlere vannføring stige på grunn av Veo-overføringen 11,6% ved Lalm og 10,3% ved Lågen nedenfor Otta.

2. Isproduksjon i vassdrag. Råker og åpne strømfar.
Kritiske strøm- og temperaturforhold.

Avgjørende for isproduksjonen i et vassdrag er vanntemperaturen og vannhastigheten.

Isdannelse kan først finne sted når vannet er avkjølt til null grader og når dette er oppnådd vil arten av isproduksjonen avhenge av strømhastigheten. I en elv som er islagt vil strømmen kunne tære på isen

hvis vannet har litt overtemperatur, det kan bli råk i isen, og råken kan holde seg åpen selv i kaldt vær. Erfaringene fra målinger over disse forhold, utført av Vassdragsvesenet, viser at strømmens evne til å tære på isen, eller til å holde en råk åpen, avhenger av strømhastigheten og av vanntemperaturen på følgende måte:

Strømhastighet	Kritisk vanntemperatur
0,2 - 0,3 m/sek	ca 0,20 °C
ca 0,4 "	0,06 "
" 0,6 "	0,02 "
over 0,8 "	0,01 "

Hvis f.eks. strømhastigheten öker på grunn av en regulering til 0,6 m/sek, vil råkene holde seg åpne selv om vannet bare har en temperatur på ca 0,02 °C. Og såpass overtemperatur vil vannet få ved å passere et fall på ca 8 m.

I en hvirvlende elv vil vannet bli omrørt effektivt, og når kulden setter inn vil vannet først bli avkjølt til null grader praktisk talt i hele dybden, men deretter vil vannet bli underkjølt i overflaten, og det underkjølte vann - det dreier seg om hundredels grader under null - hvirvles fra overflaten og nedover mot bunnen. Underveis vil svevende faste partikler starte dannelsen av iskrystaller, sarrdannelse, men noe krystalliseres også på bunnen, hvor det dannes svampaktig is som kalles bunnis. Dannelsen av sarr og bunnis kalles kjøving.

Under sterk kulde kan veksten av bunnis bygge opp en hel isdam, som ~~danner~~ opp en strekning med roligere vann og mindre strømhastighet, slik at det blir bedre betingelser for dannelsen av overflateis. Elveprofilen kan på den måten bli islagt i trappetrinn, med åpne strykpartier i mellom. Hvor det er overflateis opphører underkjølingen, og da slutter her også dannelsen av sarr og bunnis. Da begynner varmetilførselen å gjøre seg gjeldende - fra bunnen, fra falloppvarming ovenfor, fra innstråling - og vannet vil tære på isdammen, "skjære seg ned", isdammen tømnes og vannet går i et smalt løp. På den måten foregår stabiliseringen av isforholdene for resten av vinteren under uregulerte forhold.

Det sarr som er dannet i åpne elvepartier vil dels kunne feste seg til iskantene, og dels kunne føres videre nedover elven, inntil det stanses mot en iskant, så isdekket vokser oppover elven. Men her kommer en kritisk grense for strømhastigheten inn. Ved hastigheter som er større enn ca 0,6 m/sek vil flytende sarr og drivis ikke lenger kunne feste seg til strandkantene og heller ikke stoppe mot isfronten, men

dukke under isdekket til de blir avleiret oppe under isdekket på nedenfor liggende islagte strøk, i kulper eller stillere elvepartier. Det er en avsetning som likner avsetning av grus og sand på bunnen i elveløpet. Slike "sarrbanker" under isen kan forandre strømingene under isen, minske tverrsnittet, og gi årsak til oppvatning, råkdannelse i strømfaret og økt erosjon i elvemelen.

En regulering som öker vintervannføringen og lokalt gir ström-hastigheter over den kritiske grensen vil ofte forårsake at de strie elvepartiene blir mer åpne enn før, og produksjonen av sarr og bunnis vil öke tilsvarende. Hvorledes dette virker i det enkelte tilfelle vil avhenge av elvas fallforhold, bredde og forandringer i vannhastigheten på hvert sted.

Det vil fremgå av dette at det for bedömmelse av en regulerings virkning på isforholdene på en gitt elvestrekning, er særlig viktig å undersøke hvor vannhastigheten vil bli større enn den kritiske, 0,6 m/sek, og likeså undersøke hvor det bör regnes med noen overtemperatur på vannet, så de kritiske grenser for råkdannelse vil kunne overskrides.

Når et elveparti med moderat vannhastighet blir islagt med jevnt isdekke og ved uforandret vannføring, vil vannstanden stige omtrent svarende til istykkelsen. Men hvis vannhastigheten er så stor at det blir kjøving, bunnis og pakkisdannelse, vil vannstanden kunne bli betydelig høyere. Forskjellen mellom denne aktuelle vannstand og vannstand ved samme vannføring og isfri elv kalles "isoppstuing". Vi skal i neste avsnitt bl.a. omtale slike forhold ved Lalm vannmerke.

3. Vannstand, avløps- og isforhold ved Lalm Vm. Isgang 29/1 1954.

Iskontoret ved NVE, Hydrologiske avdeling, har utarbeidet en oversikt over observasjonsmateriale fra Otta ved Lalm Vm, (bilag). For isfri elv viser den grafiske tabell s. 6 at hvis vannføringen eksempelvis öker fra 38 m³/sek til 43 m³/sek vil vannstanden ved Lalm Vm stige 6 cm.

Tabellen s. 1-2 viser isforholdene i tiden 1900-1960 ved Vm. Vi noterer at etter 1952-53 har det vært 6 vintre hvor det er notert råk ved Vm. Man kan derfor regne skissen på s 3 for 18/2 1955 for typisk for isforholdene ved vannmerket under de nåværende reguleringer. Det opplyses følgende:

"Det er sjelden at Otta islegger seg helt. Fra ca 50 m nedenfor brua og til svingen ca 300 m nedenfor går elva for det meste åpen. Etter værromslag til sterk og langvarig kulde dannes det en isdam i svingen som forårsaker oppstuing ved Vm. Observatören forteller at råken er blitt noe større de siste vintrene og strekker seg et stykke oppover fra brua, som vist på skisse. Dette öker risikoen for dannelse av isdammer nedenfor brua".

De nevnte isdammer forårsaker isoppstuing og vannstanden stiger. Eksempler på slik økning av vannstanden viser tabellen s. 4-5. Her er målt vintervannstanden H_V og vintervannføringen Q_V , men bare en eller to ganger pr. vinter. Den tilsvarende sommervannstand H_S avleses av vannføringskurven for isfri elv, og forskjellen $H_V - H_S$ blir isoppstuingen på det tidspunkt da målingen ble foretatt.

Man ser av tabellen at isoppstuinger over 30 cm ble målt i 1921, 1922, 1942, 1945, 1947, 1955, 1957, med høyeste verdi 64 cm 15/12 1945. Det kan naturligvis ha vært større isoppstuinger til andre tider på vinterene.

Av særlig interesse er isoppstuingen ved Lalm Vm vinteren 1953/54, da det gikk en isgang 29/1 1954. På s. 7 i oversikten er denne isgang nærmere beskrevet. De meteorologiske forhold 15. - 31. januar ved Vågåmo met. st. er gjengitt på s. 8, på s. 9 er gjengitt en figur som gir lufttemperatur, vannstand, isforhold og vannføring ved Lalm. Man ser at det ble en betydelig isoppstuing, ca 70 cm, fra nyttår, men fra ca 10. januar skar elven seg ned på grunn av mildere vær. Derpå kom streng kulde og isoppstuingen ved Lalm økte atter til ca 70 cm omkring 1. februar, hvorpå den etter hvert gikk ned til ca 20 cm.

Forut for isgangen gikk det en kuldeperiode 22. - 28. januar, men observasjonene ved Vågåmo (s.8) viser at det skyet over 29. januar og temperaturen steg fra $-22,5^{\circ}$ til $-13,2^{\circ}$. Den tilsvarende minskning i avkjølingen av elvevannet i de åpne partier har sannsynligvis forårsaket brudd på isdammer oppe ved grensen til Vågå og dermed forårsaket isgangen 29. januar på strekningen til Åsarkleiven, en lengde på ca 3,5 km.

4. Råker og isoppstuing mellom Lalm og Otta.

Slik som elvens topografi er mellom Lalm og Otta, er det rimelig å anta at målingene ved Lalm gir et brukbart bilde av den typiske isproduksjon og av vannstandsforholdene på denne strekning, med de korrekasjoner som de lokale forhold vil medføre.

Som nevnt i avsnitt 2 ovenfor har vannhastigheten og falloppvarmingen avgjørende innflytelse på arten av isproduksjon og særlig på råker og isoppstuing. Av kurvebladet s. 6 i oversikten for Lalm Vm vil man se at den maksimale vannhastighet i måleprofilen stiger fra 1,06 m/sek til 1,18 m/sek - dvs. med ca 10% - når vannføringen øker fra 38 m^3 /sek til 43 m^3 /sek. Det er hastigheter som ligger betydelig over de kritiske verdier som er nevnt i avsnitt 2. Man vil se av samme kurveblad at den kritiske hastighet på 0,6 m/sek inntreffer ved Lalm Vm ved en vannføring på ca 14 m^3 /sek, (sml. den uregulerte vannføring som er oppgitt her i avsnitt 1).

Skal man bruke disse målinger som veiledning for bedømmelsen av den virkning Veo-overføringen vil få på isoppstuing i vassdraget mellom Lalm og Otta, er det nødvendig å gjøre det forbehold at isoppstuing er en meget uregelmessig prosess, så det er dristig å angi tall. En isoppstuing vil i alle tilfelle komme som et tillegg til den økning av den regulære vannstand som en vannføringsøkning på 4,5 m³/sek vil medføre. Ved Lalm er dette ca 7 cm (se s. 6 i isoversikten), og av denne størrelsesorden vil den regulære vannstandsøkning også bli mellom Lalm og Otta på de bredere partier dog neppe mer enn ca 5 cm.

Tar man i betraktning Ottas lengdeprofil, breddeforhold og den regulerte vannføringsstørrelse er det nok så sannsynlig at det åpne sarrproduerende areal (råkene) vil øke i samme forhold som vannhastigheten tiltar, og at den økte sarrmengde også vil øke den lokale isoppstuing tilnærmet i samme forhold.

Anvendt på overføringen av Veo som betyr en økning av vannføringen i januar/februar på ca 10%, ville det si at en antakelig kan ventes at lokalt opptredende isoppstuinger vil øke med omkring 10%, som kommer i tillegg til en alminnelig heving av vannstanden på ca 5-7 cm.

M.h.t. den innflytelse de nåværende reguleringer påregnes å ha vises til det referat som er gitt av min uttalelse til Tiltaksskjønnet av 16. mars 1950, rettsboken s. 7, pkt. 7.

5. Strekningen Lågen Otta st. til Vinstra.

Denne strekning er 31,5 km lang, har 50 m fall og under de nåværende reguleringer har den alt overveiende del vannhastigheter som ligger over de kritiske som er omtalt i avsnitt 2. Det betinger råkdannelse, kjöving, isoppstuing og overvatning på liknende vis som på ströket mellom Lalm og Otta. Innflytelsen av overføringen av Veo vil bli av liknende karakter og størrelsesorden som omtalt i foregående avsnitt.

En strekning som har svakt fall og stille löp vil på grunn av Veo-overføringen bli utsatt for en noe ökt tilförsel av sarr fra ovenfor liggende stryk, og tillegget i vannhastighet vil i noen grad utvide de usikre områder og korte av brukstiden av isen. Den ca 5 km lange strekning hvor Sandbu jernbanestasjon ligger, blir påvirket på denne måten. På de övrige korte strekninger med svakt fall må man være forberedt på ökte vanskeligheter på grunn av råkdannelse og overvann.

Oslo, 5. september 1960.

17/12 1959

Om regulering av Vinstra

	Nedborfält km ²	Magasin mill. m ³	Gf. m. avløp			Magasin %
			l/s, km ²	m ³ /sek	mill. m ³	
1. Bygdin	308	350	41.6	12.8	404	86.5
2. Vinsteren	162	100	29.6	4.8	150	66.5
3. Sandvann og Øyv.	1014	76	24.0	2.5	79	95.0
4. Hinnelavann	128	15	29.0	3.2	100	15.0
5. Øyangen	42	7	24.0	1.0	32	22.0
Total til Ø. Vinstra	744	548		24.3	765	71.5
6. Østappen	551	31	20.5	11.3	358	8.7
Total til N. Vinstra	1295	579		35.6	1123	51.6

Diverse reguleringer

	Magasin mill m ³	Reg. vassføring m ³ /sek
Mesta	98	4.3
Moelv	26	1.5
Brumunda	3	0.8
Svartelv	10	1.1
Hunnelv	40	2.4
Andelv	122	9.0
Sagelv	?	1.5
Einuenda	17	2.0