

NVE, hydr. avd.
Iskontoret

Om TERSKELBYGGING i ELVER med NEDSATT VASSFÖRING

ISATTHOLDS DAMMER og andre KUNSTIGE ISSPERRINGER i ELVELÖP

På de strekninger hvor elva føres i tunnel etter utbygging er det vanlig at regulanten blir pålagt å slippe en vassføring i det gamle elveleiet svarende til minste vintervassføring. Denne vannmengden som således går til spille gir et økonomisk tap for regulanten, men gir ikke alltid den ønskede effekt for andre næringsgrener som landbruk, fiske, flötning o.s.v.

I utlandet, bl.a. i Sverige, har en i den senere tid eksperimentert med terskelbygging og kanalisering i elvelöpet. Det er delvis for å oppnå bedre og hurtigere stabilisering av isforholdene med mindre vassføring enn den alminnelige minste vassføring, men det tar også sikte på i vår- og sommertiden om mulig å oppnå bedre flöttningsforhold, regulering av grunnvannstanden, bevare fiske og skjönhetsverdier i dalen o.s.v. med en atskillig mindre vassføring enn under naturlige forhold hvor vassføringen er større. Erfaringer fra svenske vassdrag med moderat fall er her av interesse.

Her i landet er det samlet et betydelig materiale om isforholdene i våre vassdrag, og de kan gi en nyttig vegledning m.h.t. både naturlige og kunstige issperringer i elvelöp. Disse erfaringer må man i alle tilfeller ta i betraktning når kunstige terskler av permanent natur blir diskutert.

1. Stabilisering av isforholdene i strie elvepartier under naturlige forhold

De fleste norske vassdrag er sammensatt av større og mindre sjøer, rolige elvepartier og strykparter, med varierende dybde-, fall- og strømforhold. På sjøene og de rolige elvepartiene foregår utviklingen av isdekket hurtig, tidlig på vinteren. På strykparteriene derimot er utviklingen av fast isdekke i høy grad vanskeliggjort p.g.a. strømhastigheten. Under kuldeperioder dannes det på elvas bunn en ismasse som ikke er kompakt, men minner om et filter som bare delvis slipper vann igjennom. Under langvarig kulde kan denne bunnis vokse til et tykt lag over hele elvebunnen. Derved løftes vannspeilet og oversvømmer tidligere strandis. Samtidig dannes det stadig flytende sarr som lett kitter seg sammen til større drivende isklumper. De har lett for å sette seg fast på grunne steder og danne oppdemninger.

Et typisk eksempel av isleggingen i en stri elv er vist på fig. 1 a.



Fig. 1. Islegging i Sevilla 10/12 1958. Vassføring ca 1,5 m³/sek.

Elveprofilen er omdannet med bunnisdammer til et trappeformig profil. Fallet samles på korte strekninger med mellomliggende rolige partier. På de rolige partiene vokser så isdekket fra breddene mot midten og varmetapet nedsettes derved sterkt.

En isdemming kan bli et par meter høy og demme opp forholdsvis store vannmengder. Dette er naturens egen måte å regulere isleggingen på, med hjelp av "isterskler".

Erfaringen viser at det alt etter vassføringens størrelse kreves en viss ismengde på de strie elvepartiener før vannstanden blir stuert opp så isleggingen kan fortsette oppover. Ved liten vassføring består elva av flere mindre, stillere partier med kortere strykpartier imellom. Dette gir muligheter for hurtig "avtrapping" med mindre isdammer og isansamlinger, d.v.s. med flere isfronter under kaldt vintervær. Ved stor vassføring renner elva mer i sammenhengende stryk og det kreves atskillig større ismengder og derfor vil stabilisering av isforholdene foregå senere.

Under isleggingen, særlig ved vekslende værforhold, forekommer det ofte brudd på en eller annen isdam. Vannet strømmes da ned i nedenforliggende dammer, som også kan brytes o.s.v. En får da en såkalt v i n t e r - i s g a n g . Etter isgangen ligger elva like åpen, og det samme spillet kan gjenta seg. I uheldige tilfelle kan en få elva gående åpen hele vinteren, til tross for sterk kulde. Stor isproduksjon, hovedsakelig i form av sarr og bunnis er da uunngåelig.

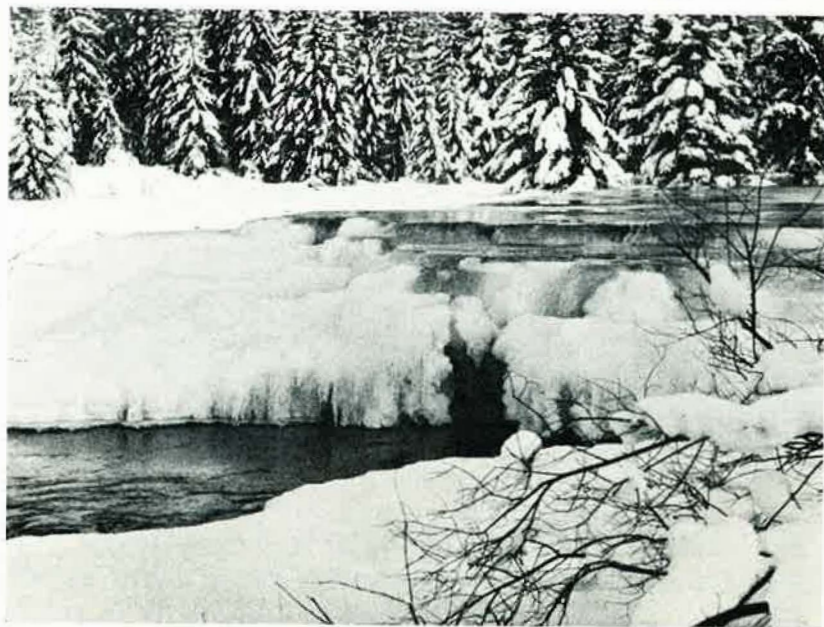
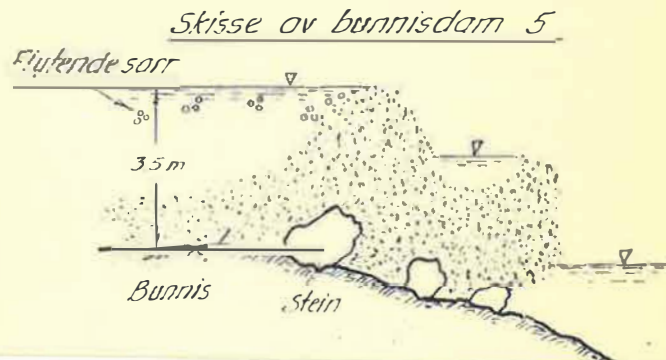
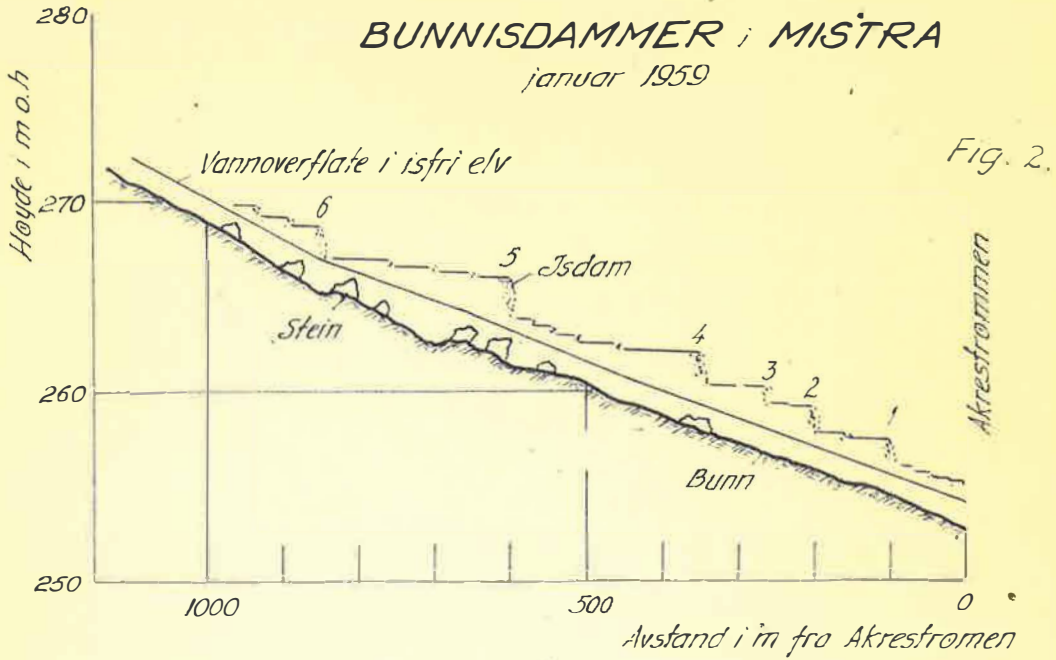
I flere vassdrag er det på visse strekninger foretatt en kvantitativ kartlegging av ismassene, d.v.s. det foretas ismengdemålinger en eller flere ganger om vinteren. Undersøkelsene viste at større opphopninger av sarr kan samle seg på strøk beliggende nedenfor et strykparti, f.eks. under isen i kulper eller på brede partier med moderat vannhastighet.

På fig. 1 b er vist en isdam i Trysilelv ovf. Sagnfossen.



Elvebredde 75-100 m. Vassføring 40-45 m³/sek. Like ovf. brua der selve stryket begynner steiner i elveleiet. På disse steinene bygges det i isleggingstida opp en bunnisdam. Strømhastigheten ovenfor som før isdammen var for stor for islegging, minkes og islegging kan foregå.

På fig. 2 er det gitt en oversikt over bunnisdammer i Mistras nedre løp i januar 1959.



17/12 1958.
store isdam
Vannstanden
gjerder.

gang den
innet 6
4 m/sek.
de stein-

Når isdekket er sammenhengende opphører sarr- og bunnisdannelsen, og hvis utviklingen får foregå uforstyrret (f.eks. uten isganger) vil vannet samle seg i et hovedløp. Varmetilførselen p.g.a. fallenergien er medvirkende til det. Elva får på den måten et dypere og smalere løp enn før, synlig eller mer eller mindre skjult under ismassene. I slike tilfeller er varmelikevekt oppnådd, varmetap og varmetilførsel er like store. Isforholdene har stabilisert seg.

Et eksempel på stabilisering av isforholdene i Glomma ved Koppang er vist på fig. 3.



1. Glomma ved Sundfloen, des. 1958.

2. " " Björånes, febr. 1959.



På den ca 10 km lange strekningen i Stor-Elvdal ved Koppang er det hver vinter store ansamlinger av sarr og drivis. Vassføringen i isleggingstida er ca 40-50 m³/sek. Ved Björånes dannes det en smal, åpen kanal 10-15 m bred i strömdraget. Iskantene langs kanalen er 1-2 m höye og vannhastigheten vel 1 m/sek. Vanntemperaturen var meget nær 0°C.

På fig. 4 kan en se at vannet midtvinters har samlet seg i et hovedløp skjult under ismassene. Bildet er tatt fra Hallingdalselva ved Nesbyen.



Våre undersøkelser viser at på en strekning hvor elva fører null-graders vann med drivende sarr vil en vannhastighet som er større enn ca 0,6 m/sek. være kritisk for isleggingen. Ved mindre hastigheter vil det drivende sarr bli stanset mot iskanten på et allerede islagt område, og isdekket vil derfra vokse oppover elva (se fig. 5 a).

Men hvis vannhastigheten blir ca 0,6 m/sek. eller større vil sarr og isklumper dukke under iskanten og føres videre under isen (se fig. 5 b).



Fig. 5 a



Fig. 5 b

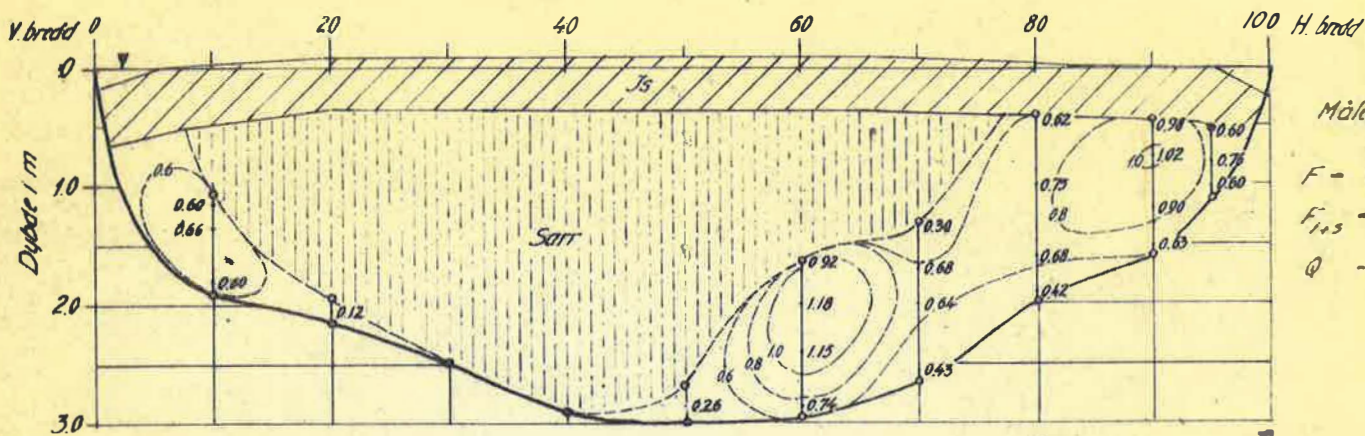
Oppsamling av sarr under isen er en prosess som likner avsetning av grus og sand i elveløpet. "Sarrbanker" under isen kan forandre vannets løp så det blir annerledes enn i isfri elv. Eksempler på sarrmasser under isen i Nea er vist på fig. 6.

Sarransamlinger under isen er som regel årsak til oppvatning, råkdannelse i strømfaret og kan forårsake økt erosjon i elvemæl og andre jordskader.

ISMÅLINGER I NEA ved GJELBAKKEN vinteren 1956-57

Fig. 6

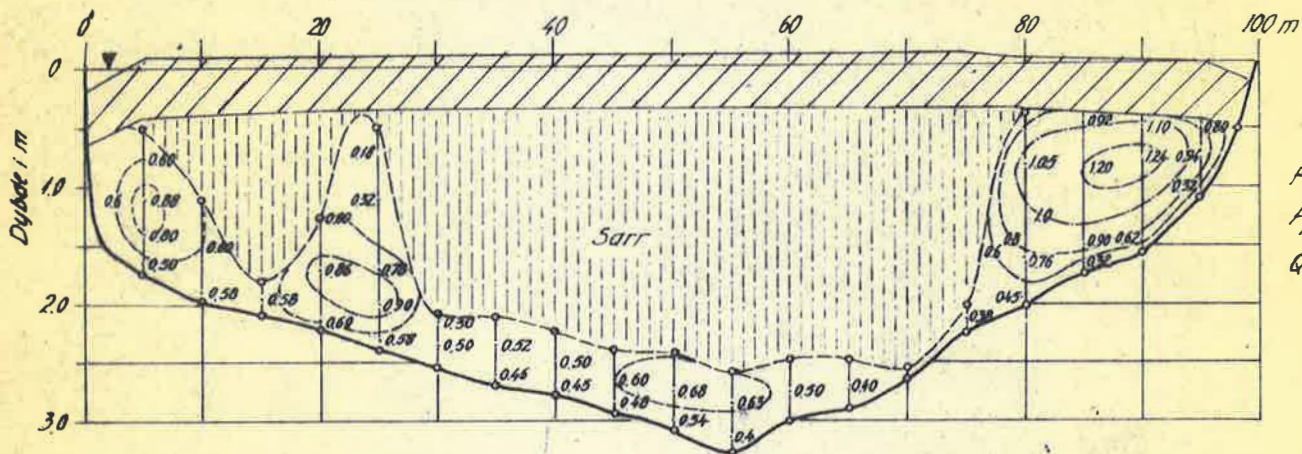
5/1 1957 Vsf. 164.87 m på Kulset Vm



Måleresultater:

$F = 223 \text{ m}^2$
 $F_{i+s} = 155 \text{ m}^2$
 $Q = 52.2 \text{ m}^3/\text{sek.}$

6/1 1957 : Vsf. 164.87 m på Kulset Vm



$F = 230 \text{ m}^2$
 $F_{i+s} = 165 \text{ m}^2$
 $Q = 52.3 \text{ m}^3/\text{sek.}$

9/1 1957 : Vsf. 164.92 m på Kulset Vm

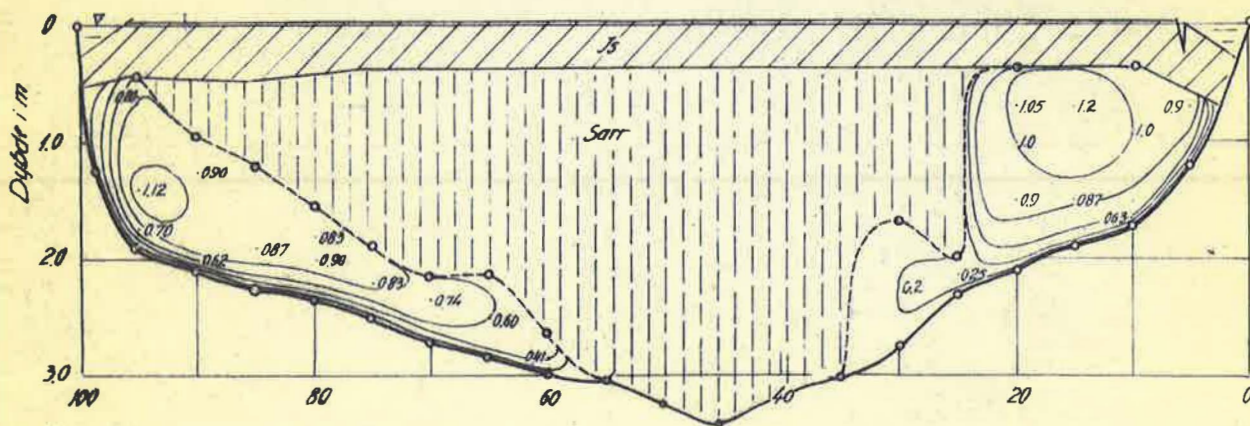


Fig c-2

Måleresultater $F = 230 \text{ m}^2$ $Q = 58.1 \text{ m}^3/\text{s} \cdot \text{k}$
 $F_{i+s} \text{ i vann} = 160 \text{ m}^2$

Sammenfattende kan en si at det er 3 typer av isleggingen som er avhengig av elvas fallforhold: a) på relativt dype og langsomt flytende elvepartier med fall som er under 0,5 m/km b) på middelsdype strekninger med betydelig strømhastighet (fall opptil 1,5 a 2 m/km) og c) i grunnestryk med fall over 2 m/km.

a. Rolige elvepartier med svakt fall pleier å islegges med jevnt isdekke tidlig på vinteren. På strök med noe sterkere fall legger isen seg ofte på den måten at flytende sarr og drivis stanses mot nedenforliggende iskant, så isdekket vokser oppover elva.

b. På strök med vannhastighet ca 0,6 m / sek. eller mer vil det først bli dannet strandis. Strömfaret vil gå åpent og produsere sarr som blir ført nedover så lenge kulden varer. Strandisen blir ofte oversvømmet og forsterkes fra oversiden.

c. Der hvor elva går i stryk, starter isproduksjonen med sterk kjøving (sarr- og bunnisdannelse, oppbygging av isdammer m.v.). I slike tilfelle fylles elveleiet etter hvert mer og mer med avleirete og sammenpakkede ismasser inntil elva nærmer seg en stabilisering med avtrapping av isdekket og en vannstand som ofte når flomvannstand.

I våre elver forekommer disse typer av islegging ofte samtidig. Noen skarpe grenser mellom disse isleggingstyper kan en således ikke trekke.

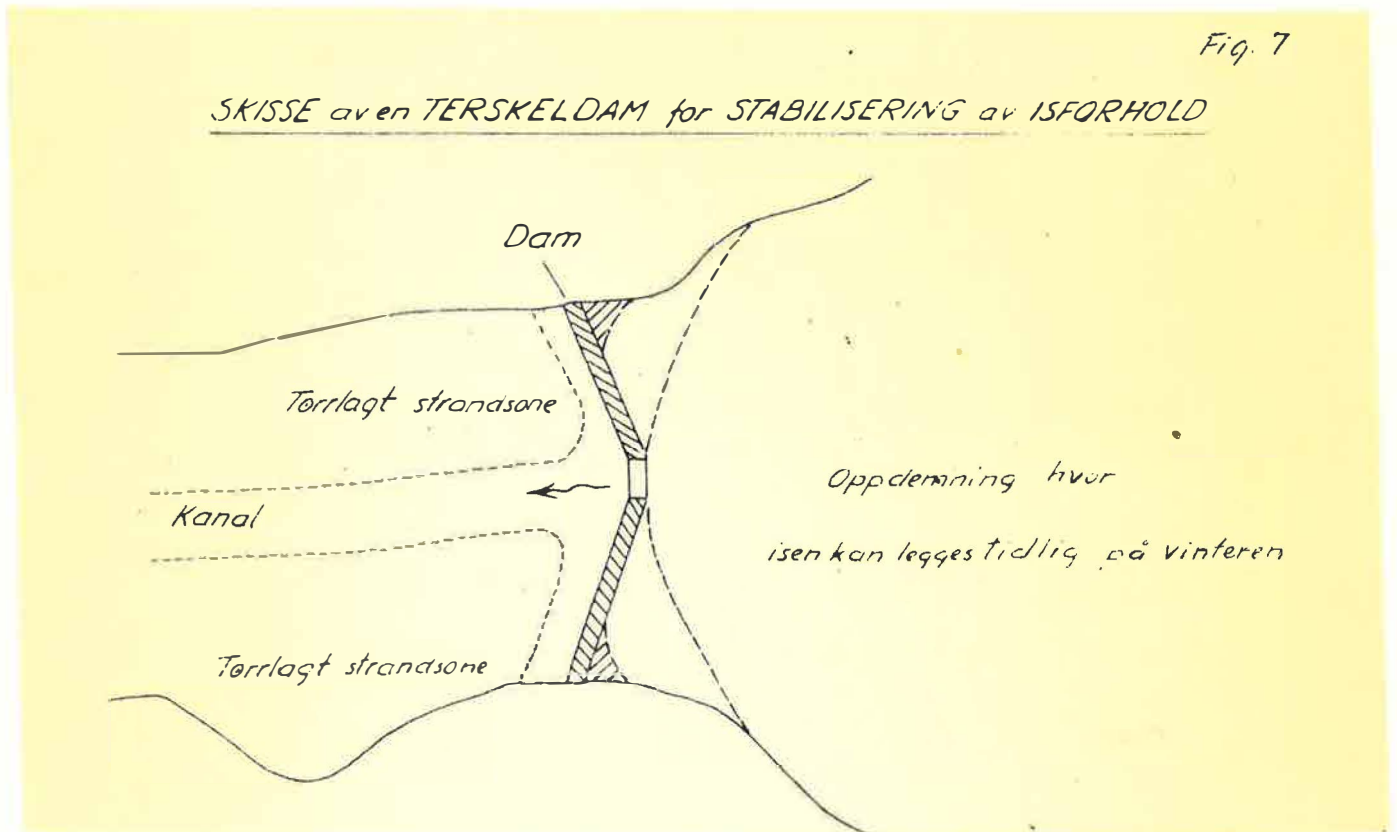
2. Muligheter for stabilisering av isforholdene ved kunstige hjelpemidler (ved hensiktsmessig avtrapping, kanalisering og opprensning av elveleiet)

Erfaringer bl.a. fra Östersjöländene viser at det er visse muligheter for på kunstig måte å oppnå hurtig stabilisering av isforholdene i en stri elv, t.eks. ved bygging av lave terskler i elveleiet på hensiktsmessige steder.

Ved valg av steder for terskeldammer bör en fortrinnsvis feste oppmerksomheten på slike steder som naturen selv peker ut som gunstige for å oppnå de tilsiktede virkninger. En får en god pekepinn om de steder som kan komme på tale hvis en studerer forholdene i vassdraget under isleggings-tiden når vassføringa er liten.

Ved bygging av selve terskelen bör en ta særlig hensyn til utforming og overslöpets størrelse. Avløpet fra dammen må konsentreres mest mulig, men dessuten må det sørges for stort nok overlöp for eventuelle flommer.

På fig. 7 er gitt en skisse for utforming av en slik terskel.



Som det framgår av skissen må en på det midterste parti ha et passende avlöp for minste vassføring under vinterforhold. Den buete formen ved overgangen til stranden skal tjene til å lede strömmen i overlöpet ved eventuelle flommer mest mulig mot elvas midtparti for å unngå graving. Landfestene må på oversiden forsterkes best mulig for å motstå virkningen av hvirveldannelse som kan oppstå her under flom.

Til byggemateriale for slike dammer kan brukes kulesten som på de fleste steder finnes i elveleiet i nærheten.

På fig. 8 er vist en planketerskel i en kanal.

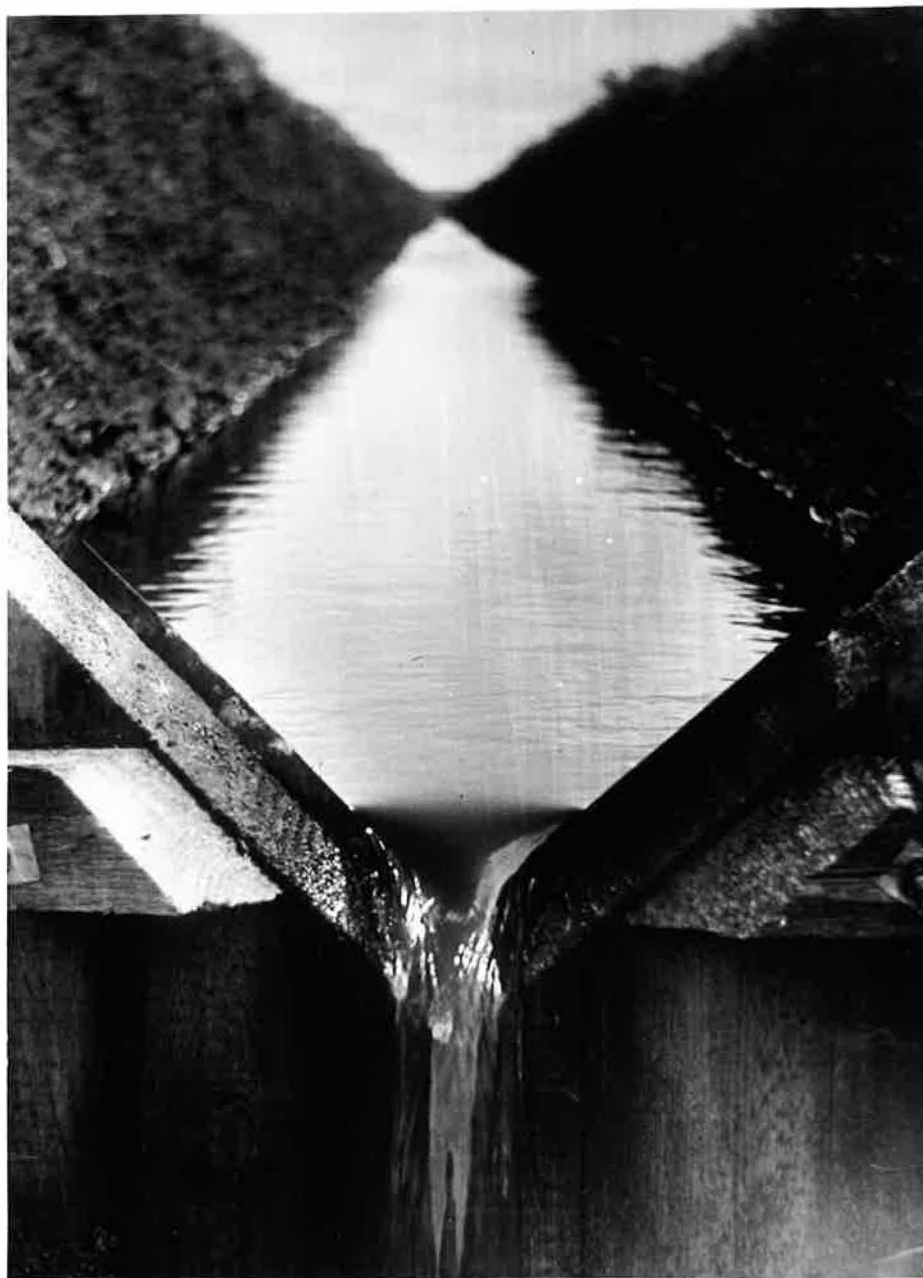


Fig. 8. En trekantformet terskel av planker.

Ved vurderingen av hvor mange terskler som skal bygges og størrelsen av dammene bør en særlig ta i betraktning hva som kan oppnåes for stabilisering av isforholdene. Avstanden mellom dammene må tilpasses slik at sarr- og bunnisproduksjon blir så liten som mulig i det mellomliggende parti. Av den grunn er det meget viktig med opprensning og kanalisering av elveleiet mellom dammene. Dessuten må dammene være dype nok så bunnfrysing unngås.

Ved terskelbyggingen bør tas i betraktning at både dammene og kanaliseringen nedenfor vil virke på grunnvannstanden. Dammene vil heve grunnvannstanden og det kan være til skade for nærliggende jord- og skogbruk. Ved kanalisering og opprensning av elveleiet vil grunnvannstanden synke en viss grad.

Da isforholdene i høy grad er avhengig av elveleiets topografi og av de klimatiske forhold, kan en ikke uten videre utnytte erfaringer som er høstet under delvis andre forhold (t.ske. fra Kultsjöelvrens regulering i Sverige). I hvert tilfelle må en nærmere undersøke forholdene for å bedømme hvilke muligheter det fins for å stabilisere isforholdene og hvilke tiltak som bør settes i verk.

Det bør bemerkes at en ikke kan vente at en terskelbygging for å bevare t.eks. skjönhetsverdier i dalen i alle deler også skal være gunstig for isleggingen i elva.

3. Isattholdsdammer i sarrproduserende elvestrekninger for å få gunstigere fordeling av ismassene. Forholdsregler som kan skaffe mere stabile bunnisdammer i elveleiet.

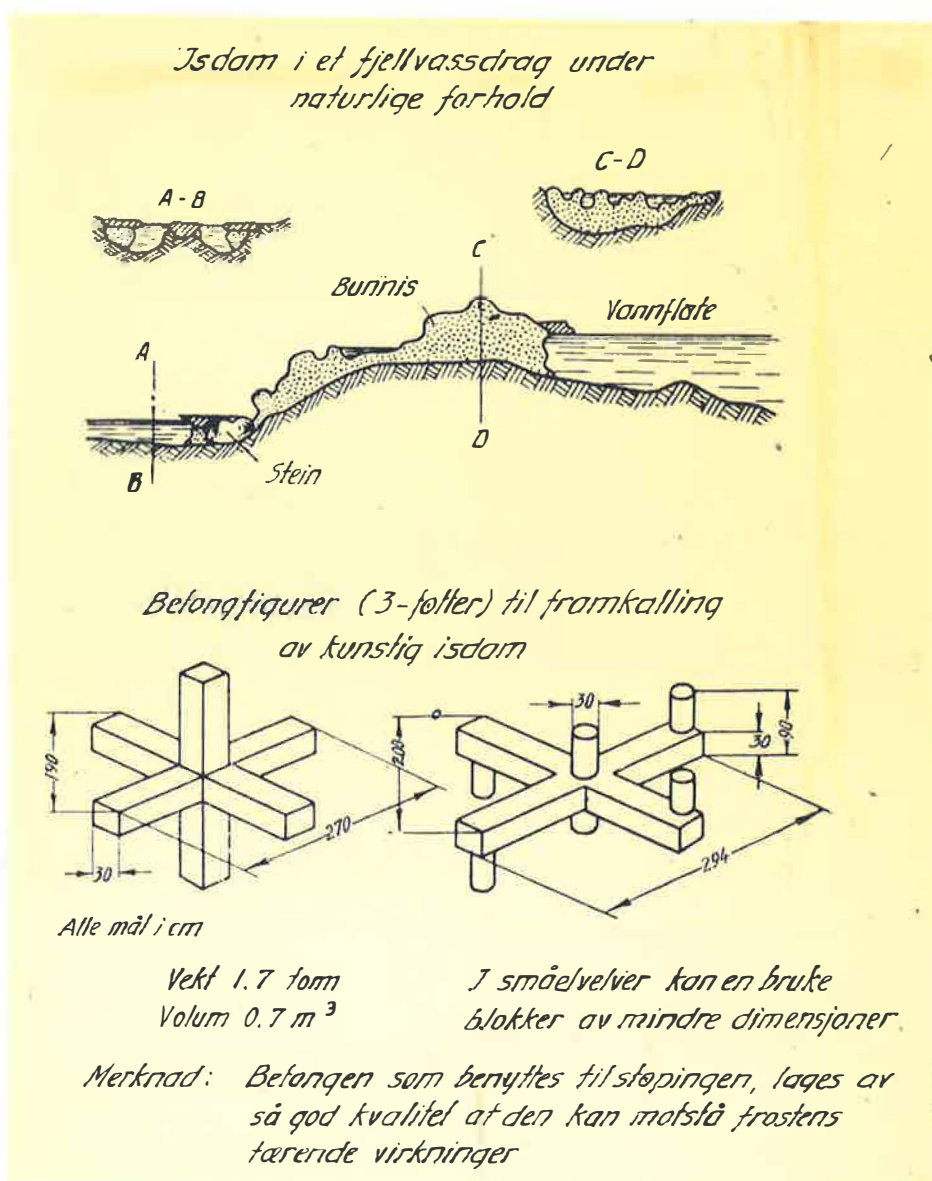
I de senere år har Iskontoret samlet inn en god del observasjoner om fordelinger av ismasser i sarrproduserende elver og har forsøkt å finne noen lokale botemidler mot isvansker, forårsaket av ugunstig fordeling av ismassene, og samtidig mest mulig unngå skadevirkninger.

Erfaringer fra Nea, Hallingdalselv, Namsen og fra flere andre vassdrag viser at reguleringen kan forårsake isproduksjon av betydelig større dimensjoner enn tidligere selv med en godt utjevnet vintervassføring. Forandringene avhenger i høy grad av vassføring, elvas topografi og av værforholdene.

Erfaringer fra utlandet viser at i sterkt sarrproduserende elver kan det lønne seg å bygge mer eller mindre solide permanente dammer i betong eller i lettere konstruksjoner. Slike dammer er i stand til å holde tilbake en god del flytende sarr og drivmasser. I mindre fjellvassdrag med trangt elveleie er det praktisert å bygge opp isattholdsdammer av rullestein eller løse ferdigstøpte betongblokker. Slike anordninger slipper

vannet igjennom før kulden kommer, men tettes om vinteren av is og demmer opp vannet ovenfor. På den oppdemte strekningen samles sarr og drivis og det dannes etterhvert et fast isdekke med en isfront hvor isleggingen kan fortsette oppover elven. Prinsippet er det samme som ved terskelbygging i elveleiet.

På skisse 9 er vist betongfigurer (3-fötter) til fremkalling av kunstig isdam.



Takttakelser viser at i flere tilfeller er det oppnådd gode resultater med lette tømmerlenser eller ved isflak som er saget ut av strandisen og lagt tvers over elva (strandisbro). Nærmere om dette, se kort referat av E. Kanavins foredrag om kunstig issperring i elvelöp, trykt i Teknisk Ukeblad nr. 44 og 45, 1951.

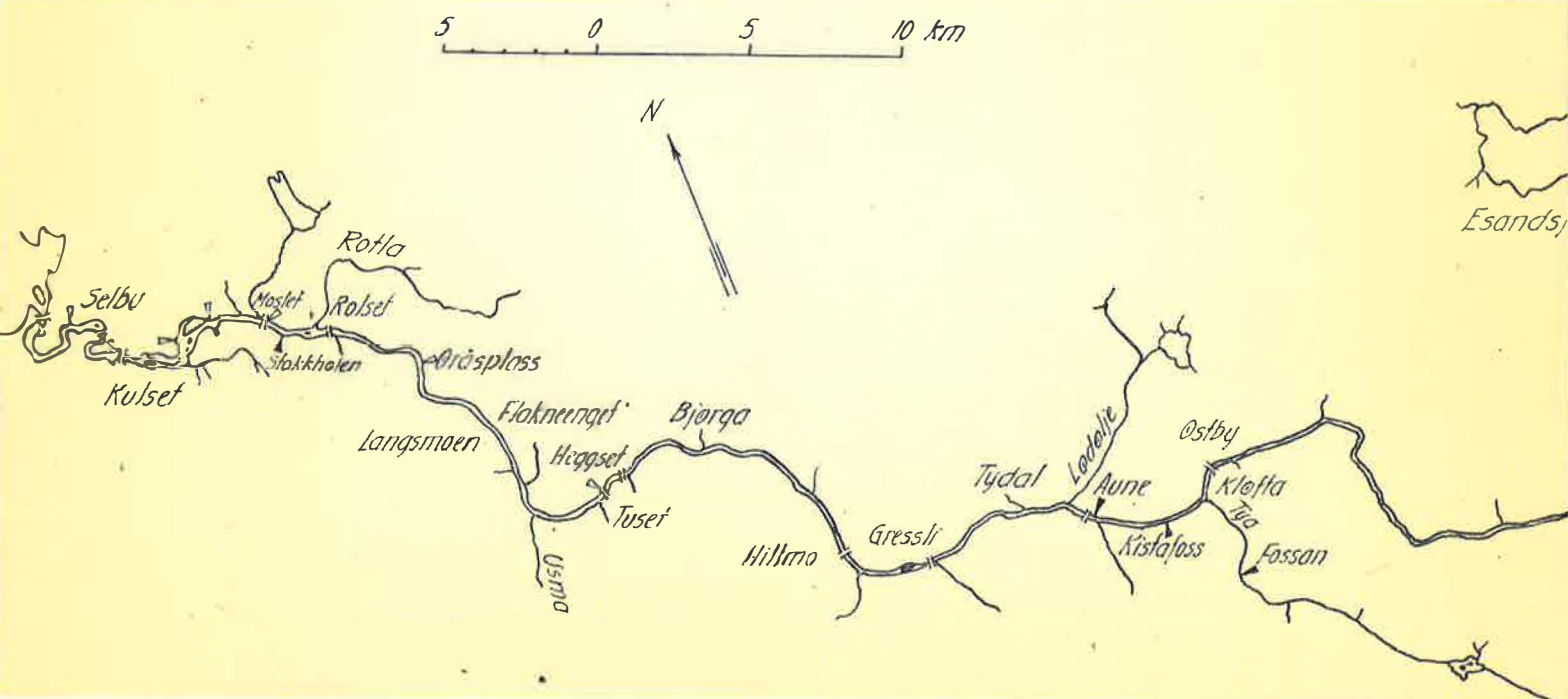
I flere vassdrag her i landet har en praktisert med godt resultat å stoppe drivis med lenser og strandisbroer. På fig. 10 er vist en slik isbro i Begna ved Langedrag.



Begna ved Langedrag, januar 1957.

Isbru settes her ut nesten hvert år og viser seg å ha god virkning.

I enkelte sterkt sarrpoduserende elver kan en skarp sving i elveleiet virke som en attholdsdam uten noen kunstige hjelpemidler. Dette var f.eks. tilfelle i Nea ved Eet nedenfor Örås vinteren 1957-58. Skisse av Nea og resultater av de foretatte ismengdemålinger er vist på fig. 11.



Ismålinger i Nea foretatt 12. og 13/1 1958
(Vassføring ca 40 m³/sek.)

| Måleprofil | Tverrsnitt | | | $h_m = F/B$ | $h_i = f_{i+s}/B$ | Merknad |
|--------------------|-----------------------|-----------------------------|----------|-------------|-------------------|-----------------------|
| | F m ² | F_{i+s} m ² | B m | | | |
| Gjelbakken | 170 | (80) | 102 | 1,67 | (0,8) | Flytende sarr u. isen |
| Kulset bru | 290 | 150 | 90 | 3,22 | 1,67 | " " " |
| Bogstadhölen | 196 | (120) | 85 | 2,31 | (1,4) | Lite strøm |
| Lille Evjen | 282 | 189 | 90 | 3,13 | 2,10 | Flytende sarr u. isen |
| Moslet bru | (180) | (150) | 93 | (1,9) | (1,6) | Råk i midten |
| Stokkhölen | 206 | 129 | 80 | 2,58 | 1,61 | Flytende sarr u. isen |
| Storsteinen | (160) | (130) | 95 | (1,7) | (1,4) | " " " |
| Öråsvoll Ov.f. Est | 173 | 177 | 85 | 2,03 | 2,08 | " " " |
| Langsetenget | (220) | (200) | 100 | (2,2) | (2,0) | |

Merknad: Tall i parentes angir omtrentlige verdier.

Etter de foretatte målinger er så ismengden beregnet i følgende tabell:

Ismengder i nedre del av Nea,
etter målinger 12. og 13/1 1958

| Elvestrekningen etter lengdeprofil i km fra Selbusjøen | Ismengde i måleprofil km ² | Ismengde på strekn. i tusen m ³ | Merknad angående isforholdene |
|---|--|---|-------------------------------------|
| km 0 - 7 | 80 | 560 | Jevnt isdekke, lite sarr under isen |
| " 7 - 10 | 150 | 300 | " " mer sarr under |
| " 10 - 12 | 190 | 380 | Sammenfrosset drivisdekke |
| " 12 - 14 | 150 | 300 | Mye sarr under isen |
| " 14 - 18 | 130 | 520 | Råk i strömdraget |
| " 18 - 21 | (130) | 390 | Sammenfrosset drivisdekke |
| " 21 - 23 | 180 | 360 | Store drivis- og sarransamlinger |
| " 23 - 25 | (200) | 400 | - " - |
| " 25 - 27 | (150) | 300 | - " - |
| På hele strekningen | | 3.610 | |

d.v.s. ca 130 000 m³ pr. km.

På strekningen Selbu - Stokkhölen 1.540 000 m³

" " Stokkhölen - Flakne 2.070 000 "

Et meget interessant tilfelle ble iaktatt i Unsetåa. Under arbeide med opprensning hadde Vassdragsvesenet bygget en provisorisk bru på trebukker. På fig. 12 et foto av isdam.



Provisorisk bru på trebukker over Unsetåa i Övre Rendal. Den 10/12 1957 hopet det seg i løpet av et døgn opp en ismengde på ca 50 000 m³ ovenfor brua. Vassføring ca 2 m³/sek.

Liknende tilfelle er observert flere ganger ved en gammel stenbro i Gya i Hellelandsvassdraget. (Se foto.)



40 m. Elveleiet er meget grunt og fylt med rullestein.

I isleggingstida ble de smale åpningene under brua tett med is og vannet ble stuet opp og rant over brua.

Erfaringer viser at dannelsen av bunnisdammer med etterfølgende brudd ofte er årsak til isgang. Det er derfor viktig å undersøke om det ved kunstige forholdsregler kan skaffes mere stabile bunnisdammer uten at det hindrer vannets løp når isen går bort under isløsningen. Vassdragslaboratoriet ved NTH er interessert i å gjøre forsøk med spesielle isatt-holdsdammer i elveløpet og arbeider med innledende forsøk inneværende vinter.