

3

ORKUSTOFNUN  
MÁLASAFN  
442.3 /Laxi

ORKUSTOFNUN MÁLASAFN  
Rapport 2  
den 28 november 1952  
rörande  
Åtgärder för avhjälpande av  
issvårigheter i Mývatns utlopp

IS ORKUSTOFNUN

MÁLADAFN

442.31

LAXA



# VATTENBYGGNADSBYRÅN (VBB)

KONSULTERANDE INGENJÖRER OCH ARKITEKTER

LEDAMÖTER AV SVENSKA KONSULTERANDE INGENJÖRERS FÖRENING

## LAXÁ VATTENKRAFT (ISLAND)

Rapport

rörande

åtgärder för avhjälpande av issvårigheter

i Mývatns utlopp

Avgiven

den 28 november 1952

av

VATTENBYGGNADSBYRÅN

Stockholm

## INNEHÅLLSFÖRTECKNING

	Sid.
ALLMÄNT . . . . .	2
Orientering . . . . .	2
Hydrologiska förhållanden . . . . .	2
Topografiska förhållanden . . . . .	5
Grundförhållanden i utloppet och Breida . . . . .	6
ISSVÄRIGHETER I UTLOPPSOMRÅDET . . . . .	7
Isdämningen den 7-11 dec. 1949 . . . . .	10
Isdämningen den 22-23 jan. 1950 . . . . .	11
Värmebalansen i utloppet vid nordlig storm . . . . .	13
Värmebalansen i utloppet vid sydlig storm . . . . .	16
Isförhållandena i Breida . . . . .	18
Hur skola issvärigheterna minskas eller undvikas? . . . . .	19
ALTERNATIVET GEIRASTADAKVÍSL . . . . .	20
Värmebalans . . . . .	22
Tekniska synpunkter . . . . .	23
Alternativa möjligheter . . . . .	25
ALTERNATIVET BEINAVÍK . . . . .	
Värmebalans . . . . .	30
Tekniska synpunkter . . . . .	33
ISSVÄRIGHETER VID ÖSTLIG VIND . . . . .	35
SAMMANFATTNING . . . . .	36

- Bilaga 1      Undersökningar av botten i 'Alar och Breida.  
                 Jordprovningar.
- Bilaga 2      Erosions- och sedimenteringsdiagram enligt  
                 F. Hjulström
- Bilaga 3      O. Deviks formler för värmebalansen i vatten.
- 
- Textpl. 1      Översiktsplan av Mývatns utlopp
- Textpl. 2      Principskiss över serpentinisering
- Textpl. 3      Alternativt utförande av rensning vid Rifid
- Textpl. 4      Beinavfökurkanalen
- Textpl. 5      Principskiss över islänna



# VATTENBYGGNADSBYRÅN (VBB)

KONSULTERANDE INGENJÖRER OCH ARKITEKTER

LEDAMÖTER AV SVENSKA KONSULTERANDE INGENJÖRERS FÖRENING

Kopia

## LAXÁ VATTENKRAFT (ISLAND)

### Rapport

den 28 november 1952

rörande

åtgärder för avhjälpande av issvårigheter

i Mývatns utlopp

Raforkumálastjórnin har i skrivelse den 31 juli 1952 uppdragit åt VBB att yttra sig rörande vissa förslag till åtgärder för avhjälpande av issvårigheter i utloppet av sjön Mývatn i Island. Med anledning därav besöktes Island under tiden 1-8 september 1952 av civilingenjör Nils Berg, som den 3-5 september besiktigade Laxákraftverken och Mývatnområdet tillsammans med generaldirektör Jakob Gíslason och konsulterande ingenjören, civilingenjör Sigurdur Thoroddsen i Reykjavík. Under ingenjör Bergs vistelse i Island diskuterades frågan ytterligare med bl.a. ordföranden i styrelsen för Laxárvirkjun, civilingenjör Steinn Steinsen, och Raforkumálastjórnins hydrolog, civilingenjör Sigurjón Rist. Till alla dessa ävensom till direktör Eiríkur Briem i Raforkumála-

stjórnin fá vi framföra vårt tack för all värdefull hjálp och alla de synpunkter pá isproblemen i Mývatn och deras lösning, som framförts under diskussionerna och varit av synnerligen stort värde vid utarbetandet av denna rapport.

## ALLMÄNT

### Orientering

Álven Laxá i Nordur-Thingeyjarsýsla, norra Island, rinner i nordlig riktning från sin källsjö Mývatn, belágen pá niván ca + 277 m över havet. Álvens längd mellan sjön och utloppet i havet (Skjálfandi) är ca 50 km. Ca 25 km nedströms om Mývatn ligger kraftverket Laxá I, vilket utnyttjar fallhöjden mellan + 107 och + 69. Utbyggnadsvattenföringen är ca 16 m<sup>3</sup>/s och generatoreffekten 4 600 kW. F.n. är därjámte under utbyggnad kraftverket Laxá II strax nedströms om Laxá I och avsett att utnyttja fallhöjden mellan + 69 och + 40.

Den totala utbyggnadsvärda fallhöjden i Laxá anses uppgá till 230 m, varav den viktigaste ännu outbyggda delen har ca 100 m fallhöjd pá en sträcka av 6 km och är belágen vid Hólkotsgil strax nedströms om utloppet ur Mývatn.

### Hydrologiska förhållanden

Nederbördsområdets storlek vid Laxákraftverken uppges till 1 650 km<sup>2</sup> och medelvattenföringen till 43 m<sup>3</sup>/s. Enligt av ingenjör Sigurjón Rist den 16 och 17 augusti 1949 utförda vattenmängdsmätningar, refererade i hans rapport av den

4 februari 1950, torde i stort sett av den angivna medelvattenföringen ca 30 m<sup>3</sup>/s (70 %) härröra från Mývatn, ca 7 m<sup>3</sup>/s från den strax nedströms om Laxás utflöde ur sjön inkommande ån Kráká och resten, ca 6 m<sup>3</sup>/s, från nedanförliggande nederbördsområde. Laxás vattenföring är relativt jämn, i det under naturliga, ostörda förhållanden lågvattenföringen utgör 33 m<sup>3</sup>/s och högvattenföringen omkring 150 m<sup>3</sup>/s.

Den jämna avrinningen ur sjön sammanhänger med de hydrologiska och geologiska förhållandena vid Mývatn. Sjön har en areal av 37 km<sup>2</sup> och dess nederbördsområde uppges till ca 1 450 km<sup>2</sup>. Sjön är belägen i en flack sänka mitt i den mäktiga lavabädd (Laxárhraun), som emanerat från eruptioner i områdena öster och sydost om sjön. Lavan är omkring sjön synnerligen ojämn i ytan, porös och söndersprucken och har därför stor vattengenomsläpplighet, vilket bl.a. yttrar sig i att vattenståndet i sjöar och vattensamlingar i Mývatns närhet endast obetydligt avviker från sistnämnda sjös vattenstånd.

Mývatn saknar praktiskt taget synliga tillflöden. Tillrinningen till sjön försiggår väsentligen som grundvattenströmning i lavabädden. Det är uppenbart, att detta förhållande verkar mycket starkt utjämnande på vattenföringen i Mývatns utlopp såväl vad beträffar stegringen vid häftig snösmältning och regnstormar som den långsammare avsänkningens dessemellan. Sjöns vid långsammare variationer effektiva vattenmagasin bör därför vara avsevärt större än vad dess fria vattenyta anger. En uppskattning med ledning av den av dr Sigurdur Thorarinsson<sup>1)</sup> angivna utbredningen och tjock-

<sup>1)</sup> Sigurdur Thorarinsson, "Laxárgljúfur and Laxárhraun", Stockholm 1951.

leken av lavabäddarna tyder på att grundvattenmagasinet i lavan runt sjön kan ha en bruttoareal av 50 km<sup>2</sup> eller mera. Man torde därför ha anledning att räkna med att sjöns magasineringsförmåga vid långsammare vattenståndsförändringar överstiger den av dess fria areal beräknade med i runt tal 50 %.

Dagliga observationer av vattenståndet i Mývatn föreliggande från slutet av sept. 1944 vid Grímsstadir i sjöns norra del och från mitten av 1948 vid Haganes i den västra delen nära utloppet (se diagram Fnr. 1625 av den 28.8.1952 och nr. 1649 av den 23.9.1952 från Raforkumálastjórinn). Om till en början bortses från höga vattenstånd under vintern, har under denna period vattenståndet vid Haganes varierat mellan högst + 277,37 (maj 1951) och lägst + 277,01 (oktober 1950 och 1951). Medelvattenståndet därstädes uppges till + 277,14.

Vattenståndet påverkas ganska kraftigt av vind. Vid sydlig storm kan sålunda vattenståndet vid Grímsstadir vara mera än 30 cm högre än vid Haganes (exempelvis i november 1950 vid en vind av SSO 10). Vid nordliga och östliga vindar kan förhållandet vara det omvända, ehuru i mindre utpräglad grad. I augusti-september 1950 var sålunda vid en vind av N 8 vattenståndet 10 å 12 cm högre vid Haganes än vid Grímsstadir.

Denna med hänsyn till Mývatns ringa djup -- i medeltal blott 3 m -- lätt förklarade påverkan av vinden har viss betydelse i samband med isförhållandena i utloppet, vartill vi återkomma i det följande.

En viss, ehuru obetydlig, reglering av sjöns vattenstånd, huvudsakligen med hänsyn till strandägarnas önskemål, sker sedan år 1946 medelst en dammbyggnad vid Dragsey i sjöns utlopp. Dammen kontrollerar dock blott en av utloppets tre huvudgrenar.



## Topografiska förhållanden (textpl. 1)

Mývatn bildar på västra sidan en 2 å 3 km lång och 1 å 1,5 km bred fjärd, 'Alar, med längdriktning öster-väster. I västra delen av 'Alar är vattendjupet omkring 2,5 m, men botten stiger hastigt upp mot utloppet vid Rifshöfdi, där det största vattendjupet blott är ca 1 m; utloppets bredd är omkring 150 m. Utloppets i strömriktningen vänstra begränsning utgöres av en mycket vackert utbildad strandsporre (Rifid) med ett par hundra meters längd och knappt höjande sig över vattenytan. Denna formations tillkomst är tydligen beroende av inverkan av våg- och strömerosion i den tephra<sup>1)</sup>, varav Rifshöfdi består.

Nedströms om utloppet vid Rifid vidgar sig vattendraget till en grund sjö, kallad Breida. Arealen av denna är 0,55 km<sup>2</sup> och vattendjupet synes icke överstiga 1,5 m. Breida är av tillgängliga pejlingsresultat att döma uppdelad ungefär på mitten (mellan nordöstspetsen av Helgey och Rifshöfdi) av en låg bottenröskel, över vilken det största vattendjupet är ungefär 1 m.

Från södra änden av Breida utgå två grenar av älven, den ena i västlig, sedermera sydlig riktning (Middkvísl), den andra i sydlig, sedermera västlig riktning (Sydstakvísl). Älvgrenarna gå fram över lavabäddar och falla successivt ca 4,5 m till föreningspunkten ett par km nedströms om Breida.

Från nordvästra delen av Breida utgår ännu en gren i västlig riktning, Geirastadakvísl. Närmast Breida utgöres

<sup>1)</sup> I enlighet med dr Thorarinssons terminologi användes här uttrycket tephra som sammanfattande benämning för vulkaniskt ejekterat löst material ("slagg", grus, sand och "aska"), till skillnad från den fasta lavan.

dess bädd av tephra, vilken efter 300 å 400 m avlöses av lava. Strax söder om gården Geirastadir förenar sig Älvgrönen med Midkvísl.

### Grundförhållanden i utloppet och Breida

Med hänsyn till den väsentliga betydelsen för bedömning av såväl isbildningens förlopp som eventuella skyddsarbeten i sjöns utlopp och i Breida skola bottenförhållandena därstädes något närmare beröras. Vid rekognosceringen den 4 september undersöktes botten i ett flertal punkter i Breidas norra del och i 'Alar i närheten av utloppet (jfr textpl. 1). Vissa bottenprover upptogs och undersöktes sedermera på VBBs geotekniska laboratorium i Stockholm. Resultatet redovisas i bilaga 1.

Bottenmaterialet i 'Alar och Breida utgöres av tephra. Denna har sannolikt till övervägande del direkt utkastats från de "pseudokratar", som i stort antal på stränderna praktiskt taget helt omgiva Breida. På uppströmssidan av Rifid är materialet i ytan närmast av gruskaraktär och bevuxet med vattenväxter; det finare materialet har bortsköljts av vågor och ström. Typiska för detta område äro de i bilagan med 1, 2 och 3 betecknade proven. Tämmligen nära bottenens överyta kan emellertid materialet konstateras bli finare, ehuru några närmare undersökningar därav ej gjorts i detta område.

Botten mitt ute i Breidas norra del består av ett mycket finkornigt material av moig-njällig karaktär, jämför prov 4. Detta material förekommer, ehuru mellanlagrat med ett eller annat tunnare sandigt-grusigt lager, åtminstone

till ett djup av 2,5 å 3 m under bottenens nivå. Endast i närheten av stränderna är materialet i ytan mera grusigt, tydligen betingat av närheten till kratrarna. Men även ända invid dessa konstaterades tämligen nära intill ytan lösare lager av samma finkorniga karaktär som ute i Breida, ett material som sannolikt delvis även underlagrar själva kraterkägglorna<sup>1)</sup>.

Finmaterialets verkliga specifika vikt är 3,0 å 3,1 g/cm<sup>3</sup>, alltså ca 15 % högre än för de svenska sediment, på vilka ingående erosionsundersökningar verkstälts av F. Hjulström (se bilaga 2). Skillnaden är emellertid så obetydlig, att för förevarande ändamål ingen större hänsyn behöver tagas härtill. I stort sett kan därför uttalas, att materialet bör anses vara tämligen lättroderat, om vattenhastigheten överstiger 0,2 å 0,3 m/s. Den finare huvudmassan av materialet transporteras mycket lätt med strömmande vatten och sedimenterar praktiskt taget endast i lugnvatten; de mellanlagrande sand- och grusskikten däremot sedimentera lätt, då vattenhastigheten avtager. Huru dessa materialets egenskaper påverka de förutsedda byggnadsarbetena i Breida, behandlas längre fram i rapporten.

#### ISSVÅRIGHETER I UTLOPPSOMRÅDET

I sin utmärkta rapport av den 4 februari 1950 om is-svårigheterna i Myvatns utlopp anger ingenjör Rist tre orsaker

<sup>1)</sup>Jfr Thorarinssons förutnämnda arbete.

till att utloppet kan sättas igen av is, med driftinskränkingar eller totalstopp för Laxákraftverken som följd. Dessa orsaker äro:

I. Vid nordöstlig-nordvästlig snöstorm, åtföljd av stark kyla, bildas issörja i Breida, som tillsammans med neddriven snö och grundis (bottenis) i utloppsgrenarna sätter igen dessa. Ofta fylles härvid hela Breida med issörja på kort tid.

II. Vid sydlig-sydvästlig vind, klart väder och kyla bildas grundiströsklar i utloppsgrenarnas lavabäddar med igensättning som följd. Mest utsatta härför äro Midkvísl och Sydstatkvísl.

III. Vid östlig storm och töväder kan den fasta isen på Mývatn brytas upp och driva in mot Rifid och Breida och helt igensätta utloppet.

Av dessa tre orsaker synas de båda förstnämnda vara de vanligaste. I det följande göres en sammanställning av sannolika och verkliga ishinder, såsom de framgå av de förutnämnda observationerna för tiden 1947-1952.

Tidpunkt	Vind	Temperatur	Väderlek	Anm.
<u>I. Nordliga vindar</u>				
1947, 8-22.11	N 8	- 10°	snöfall	Laxá igensatt
20-26.11	N 6	- 16°	snöfall	
1948, 8-14.12	N 4	- 7°	snöfall	Laxá igensatt
1949, 3- 6.1	NV 9	- 13°	kraftigt snöfall	(igensättning?)
7-11.12	N 7	- 14°	snöfall	Laxá igensatt
1950, 9-15.2	NO 5	- 10°	snöfall	Laxá igensatt
1- 3.12	N 4	- 1°		
7-11.12	NV 6	- 12°	snöfall	Laxá igensatt

Tidpunkt	Vind	Temperatur	Väderlek	Anm.
1951, 21-27.1	N 3	- 7°		
1952, 1-12.1	N 6			Laxå igensatt

### II. Sydliga vindar

1947, 26.1-7.2	S 3		snöfall	(igensättning?)
1948, 4-8.12	SV 5	- 6°		
1949, 23-26.1	S 6	- 8°		Laxå igensatt
29-30.11	SV 6	- 2°		Midkväsl igensatt
1950, 22-23.1	SV 7	- 10°	klart	Laxå igensatt

### III. Östliga vindar

1951, 17-28.12	O 3	+ 0,8°		
1952, 5-10.2	NO 3	+ 3,9°	hagel	Laxå igensatt

Under den observerade perioden av 5 1/2 år ha alltså allvarsamma issvårigheter (stopp i Laxå) inträffat sammanlagt åtminstone 9 gånger, varav i 2/3 av antalet fall orsaken varit nordlig snöstorm i förening med stark kyla. Inklusive de tillfällena, då mera betydande, ehuru för kraftverksdriften icke fullt så allvarsamma inskränkningar i Älvens vattenframrinning varit för handen, synes man kunna uppskatta frekvensen av isdämningar i Myvatns utloppsområde till i medeltal 3 gånger per vinter. Deras inverkan vid Laxåkraftverken kan med föreliggande material icke säkert bedömas för annat än år 1950, för vilket år dagliga observationer över vattenföringen därstädes ställts till förfogande. Av dessa framgår följande:

Nordostliga stormen 9-15.2.1950: Vattenföringen sjönk från ett medelvärde av ca 45 m<sup>3</sup>/s dagarna före den 9.12 till 28,9 m<sup>3</sup>/s den 12.12 och steg därifrån ånyo till 45 m<sup>3</sup>/s den 14.12.

Nordliga stormen 1-3.12.1950: Vattenföringen sjönk från omkring 30 m<sup>3</sup>/s till ca 15 m<sup>3</sup>/s den 4-5.12 och steg därefter åter hastigt till över 40 m<sup>3</sup>/s.

Nordvästliga stormen 7-11.12.1950: Från ca 42 m<sup>3</sup>/s dagarna förut sjönk vattenföringen till 26 & 27 m<sup>3</sup>/s den 11-12.12 för att därefter stiga till ca 37 m<sup>3</sup>/s.

Sydvästliga stormen 22-23.1.1950: Vid den av grundis härörande igensättningen sjönk vattnet från omkring 40 m<sup>3</sup>/s den 22.1 till 22,6 m<sup>3</sup>/s den 25.1 och steg därefter ånyo snabbt.

Uppgifterna tyda på att igensättningarna i Myvatn bruka reducera vattenföringen i Laxá med 15 & 20 m<sup>3</sup>/s under en eller flera dagar.

I ingenjör Rists förutnämnda rapport återfinnes en detaljerad beskrivning dels av den vid nordlig storm uppkomna isdämningen den 7-11 december 1949, dels av de båda vid sydlig storm inträffade dämningarna den 29-30 november 1949 och 22-23 januari 1950. För belysning av frågorna ges i det följande ett sammandrag av de vid de båda typiska dämningarna i december och januari gjorda iakttagelserna.

#### Isdämningen den 7-11 december 1949

Den 7 december var vinden N 6 (ca 11 m/s) med hagel-skurar och snöyra; temperaturen var - 10°. Myvatn var isbelagd men med en vak utanför Rifid. Breida och älvgrenarna voro

till en början isfria så när som på fast is utmed stränderna. Vattenståndet i sjön vid Haganes var + 277,13, dvs. praktiskt taget medelvattenstånd. - Den 8 december hade vinden ökat till N 7 (ca 14 m/s) och temperaturen sjunkit till - 14°.

Under dagen den 7.12 drevo stora mängder snö ned i det öppna vattnet. Bottenis bildades på lavabädden i Älvgrenarna, framför allt vid Mjósund i Breidas sydspets, och därtill fogades neddrivande issörja, så att vattenföringen vid Mjósund blev rätt obetydlig. Breida fylldes under dagen med issörja, vilken frös samman. I sjöutloppet vid Rifid fanns dock hela tiden en öppen vak, som -- när den var som minst -- hade en storlek av i runt tal 600 x 150 m (se textpl. 1).

Sedan Breida tillfrusit, började grundisvallarna vid Mjósund att förtäras underifrån och efter ett dygn föreföll vattenföringen i Midkvísl vara normal (sedan vissa isvallar avlägsnats med sprängladdningar). Vattenföringen i Sydastakvísl ökade långsamt under de 5 närmaste dyggen. I Geirastadakvísl fanns en del issörja, men grenen blev aldrig helt tilltäppt.

Under isdämningens förlopp steg vattenståndet i sjön med 13 cm under 4 dygn, vilket med 37 km<sup>2</sup> sjöareal motsvarar en magasinering av i medeltal ca 14 m<sup>3</sup>/s. (Med hänsyn till viss grundvattenmagasinering torde dock denna siffra vara något för låg.)

#### Isdämningen den 22-23 januari 1950

Väderleksförhållandena under den kritiska tiden i januari 1950 voro:

	Vind	Temperatur	Väderlek
22 jan.	SV 10 (ca 23 m/s)	- 5°	
23 "	SV 7 (ca 14 m/s)	- 10°	klart
25 "	SV 5 (ca 9 m/s)	- 2°	
26 "	0 5	+ 1°	

Dagarna före den 22 januari voro efter töväder såväl Breida som Älvgrenarna isfria så när som på viss strandis; utanför Rifid sträckte sig en vak omkring 1 km ut i Alar. Den kalla stormen den 22 rakt emot strömriktningen hindrade vattnet att obehindrat passera Rifid och sänkte vattentemperaturen i Breida från omkring + 0,5° vid inloppet till 0° längre ner. Isnålar bildades i vattnet (kravis) och på lavabäddarna vid de översta forsstråken nedanför Mjósund. Grundisen därstädes och issörjan byggde upp tvärgående vallar med mellanliggande smärre lugnvatten. Sedan vallarna nått Myvatns nivå, istäcktes lugnvattensträckorna. De båda södra grenarna voro torrlagda på morgonen den 24 januari men öppnades sedermera genom sprängning av isvallarna. Vattenföringen i Laxá sjök som förut nämnts med i medeltal omkring 15 m<sup>3</sup>/s i jämförelse med tiden före dämningens inträde.

I Geirastadakvíals nedre del uppträdde ävenledes grundis inom lavacmrådet, men fåran blev dock icke helt igensatt.

Sedan avrinningen ur sjön starkt nedsatts genom isdämningen i Älvgrenarna, bildades istäcke på Breida den 23 jan. En öppen vak låg dock hela tiden i sjöutloppet vid Rifid; dess minsta utsträckning den 23 jan. var omkring 1 000 m i längd och 300 m i bredd (se textpl. 1).



### Värmebalansen i utloppet vid nordlig storm

När Mývatn islägges, vilket som regel sker i oktober-november, blir den termiska vattenskiktningen i sjön den för vinterförhållanden normala, med nollgradigt vatten omedelbart under istäcket och tilltagande temperatur mot djupet. På grund av sjöns ringa djup och genom omblandning av vattnet vid höststormarna före den definitiva isläggningen torde botten temperaturen dock i regel icke bli särskilt hög. De av Rist refererade mätresultaten från januari 1950 visa sålunda på skilda ställen ute i sjön botten temperaturer på något över  $+ 2^{\circ}$  i lugna delar (Langanes  $+ 2,2^{\circ}$ , Svidinsey  $+ 2,1^{\circ}$  och  $+ 2,3^{\circ}$ , Skipeyri  $+ 2,4^{\circ}$ ), under det att temperaturen som väntat var lägre inom områden med ström (Geitey  $+ 1,4^{\circ}$ , Hrdtey  $+ 1,9^{\circ}$ ). Sedan isen lagt sig, brukar den termiska skiktningen i en sjö under för- och högvintern vara mycket stabil. Det vatten, som då tillföres 'Alar från Mývatns yttre områden, kan därför antagas ha en temperatur, som visserligen på grund av strömförhållanden och 'Alars mindre djup (omkring 2,5 m) är något lägre än sjöns medeltemperatur, men vattnet är dock alltjämt termiskt skiktat. Det är sannolikt, att botten skikten i 'Alar ha en temperatur, som icke mycket skiljer sig från  $+ 1^{\circ}$ . (Rists mätning i vaken ovan Rifid den 26 jan. 1950 visade  $+ 0,6^{\circ}$  å  $+ 0,7^{\circ}$  vid botten och  $+ 0,3^{\circ}$  å  $+ 0,4^{\circ}$  vid ytan, men som framgår av sistnämnda siffror torde vattnet redan ha varit utsatt för viss omblandning.)

När detta temperaturskiktade vatten i inre delen av 'Alar hastigt pressas upp mot ytan vid botten tröskeln i förlängningen av Rifid, blir vattentemperaturen i ytskikten så hög, att is icke kan bildas ens vid mycket stark kyla. Det är

tydligt, att issvärigheterna i Myvatns utloppsområde primärt härröra av att denna del av vattendraget praktiskt taget alltid går öppen under vintern och därigenom åstadkommer stora värmeförluster på grund av dels värmestrålning till rymden samt avdunstning och värmeutbyte med luften, dels direkt avkylning genom i vattnet neddrivande snö.

Det kan vara av intresse att jämföra detta resonemang och erfarenheterna från utloppsområdet med en beräkningsvägen vunnit uppfattning av värmebalansen. De som underlag använda formlerna härför äro hämtade ur docent Olaf Deviks kända arbeten<sup>1)</sup> och återgivna i bilaga 3.

Sålunda antages ungefär i enlighet med förhållandena den 8 december 1949, att vaken vid Rifid har en storlek av ca 90 000 m<sup>2</sup>, att vinden är nordlig med ca 14 m/s hastighet (vindstyrka 7) och att lufttemperaturen är - 15°C. Värmeförlusterna från vakens yta enligt Deviks formler bli då ungefär följande:

1. På grund av värmestrålning mot molntäckt himmel (molnighetstal 10, luftfuktigheten nära mätningsgränsen):

$$s_N = 7,0 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h}, \text{ totalt } 1,8 \text{ teal/s.}$$

2. På grund av värmeutbyte med luften:

$$s_2 = 27,8 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h}, \text{ totalt } 7,0 \text{ teal/s.}$$

3. Den av Devik behandlade värmeförlusten på grund av avdunstning ( $s_1$ ) ävensom värmetilskott av skilda slag försummas i detta sammanhang. Däremot tillkomma värmeförluster på grund av snö, varvid snöfallet, eller rättare snödriften ned i vattnet, i brist på andra uppgifter antages motsvara en nederbörd av 5 mm/h = 5 kg/m<sup>2</sup>·h.

<sup>1)</sup> Se t.ex. Olaf Devik, "Über die Eisbildung eines Wasserlaufes und ihren Einfluss auf das Längenprofil", Publikasjoner fra Chr. Michelsens Institutt, Nr 23.

4. Uppvärmning till  $0^{\circ}$  av den kalla snön (snöns specifika värme 0,50 cal):

$$\frac{0,005 \cdot 15 \cdot 90\ 000}{3\ 600} \cdot 0,50 = 0,9 \text{ teal/s}$$

5. Snöns smältning till nollgradigt vatten (snöns smältvärme 80 cal):

$$\frac{0,005 \cdot 80 \cdot 90\ 000}{3\ 600} = 10,0 \text{ teal/s.}$$

Bortsett från snöns smältning skulle sålunda värmeförlusten från vaken bli ca 9,7 teal/s. Vid en vattenföring av säg 33 m<sup>3</sup>/s sänkes därför vattnets temperatur i medeltal  $0,3^{\circ}$  vid passagen förbi vaken. Tages hänsyn till snöns smältning, blir motsvarande temperatursänkning ca  $0,6^{\circ}$ . Om värmeutbytet skall balansera och vaken alltså varken öka eller minska i storlek, bör sålunda det ankommande vattnet ha en temperatur av omkring  $+0,6^{\circ}$ . Enligt Rists förutnämnda mätningar kan vattnet vid ankomsten till utloppet beräknas ha haft en medeltemperatur av omkring  $+0,5^{\circ}$ , vilket ganska väl stämmer med den beräknade värmebalansen.

Slutsatsen av det anförda blir tydligen, att vid svår nordlig storm med snödrift vattnet i utloppet avkyles så kraftigt, att det redan vid ankomsten till Breida kan vara nollgradigt och eventuellt uppblandat med snö, som icke kunnat smälta. Som framgår av det föregående är snön som sådan ansvarig för en mycket stor del av vattnets värmeförlust, i det undersökta fallet omkring 50 %.

Om Breida, såsom vid stormen i dec. 1949, i huvudsak är isfri, kommer under ovannämnda förhållanden där att produceras mycket stora kvantiteter is. Antages den öppna delen

av Breida ha en areal av  $0,45 \text{ km}^2$ , dvs. vara 5 gånger så stor som vaken ovan, blir vattnets värmeförlust där vid ifrågasvarande väderleksförhållanden  $5 \cdot 9,7 = 48,5 \text{ tcal/s}$ , vilket motsvarar en nybildning av ca 50 000 ton is per dygn förutom den snömängd, som samtidigt driver ned i vattnet. Isen nybildas överallt i vattenmassan, genom att det på ytan underkyllda vattnet av strömmar och den kraftiga vågrörelsen föres ned och kristalliseras mot förekommande kristallisationscentra (iskrystaller, snö, sandkorn o.dyl.). Den så bildade kravisen har som bekant en mycket stor vidhäftningsförmåga till de fasta kroppar, med vilka den kommer i beröring. Eftersom Breidas botten i huvudsak består av mycket finkornigt material, vilket icke kan kvarhålla isen, utan tvärtom medföres av denna, komma grundisavsättningarna att inträffa först när det isbemängda vattnet når fasta lavabäddar, dvs. i trakten av Mjósund. De grunda och smala fårorna här igenställas snabbt, och den neddrivande kravisen och snön fyller på kort tid upp Breida.

#### Värmebalansen i utloppet vid sydlig storm

Som framgår av det föregående, spelar vid nordlig storm den i vattnet neddrivande snön en avgörande roll för vattnets värmebalans. Vid sydlig vind i förening med kyla och klart väder dominera i stället vattnets värmeförluster på grund av utstrålning och värmeomsättning med luften, vilket framgår av följande kalkyl på basis av Deviks formler. Även i detta fall ha vi förutsatt en vindstyrka av ca 7 (14 m/s) och en lufttemperatur av  $-15^{\circ}$ .

1. Värmeförlust genom strålning mot den molnfria rymden  
 $s_N = 16,7 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h.}$

2. Värmeförlust genom avdunstning vid en relativ luftfuktighet av ca 50 %

$$s_1 = 9,1 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h.}$$

3. Värmeförlust genom värmeutbyte med luften

$$s_2 = 27,8 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h.}$$

De sammanlagda förlusterna (med bortseende från värmekost av mindre storleksordning) utgöra sålunda  $53,6 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h}$  eller ca  $13,5 \text{ tcal/s}$  per  $90\,000 \text{ m}^2$  vattenyta. En jämförelse med den i föregående avsnitt gjorda kalkylen för nordlig snöstorm visar vid den senare en värmeförlust av  $19,7 \text{ tcal/s}$  per  $90\,000 \text{ m}^2$  eller omkring 50 % mera än vid sydlig storm.

Den valda vindstyrkan och temperaturen överensstämmer icke alldeles med förhållandena den 22-23 jan. 1950. Insättning av vid detta tillfälle gällande data i formlerna ger vid handen, att (om vattenföring och vattentemperatur varit desamma som vid stormen den 7 dec. 1949), vaken vid Bifid den 22 jan. borde ha varit ungefär dubbelt så stor som den 7 dec. för att värmebalans skulle äga rum. I betraktande av de osäkra premisserna och de svårigheter, som förelegat att mäta vakarnas verkliga storlek, måste resultatet sägas väl överensstämma med de observerade förhållandena.

Det är sålunda uppenbart, att avkylningen även vid sydlig storm kan bli så kraftig, att Breidas vatten blir nollgradigt redan i den nordligaste delen. Förhållandena bli därefter med undantag för snödriften tämligen analoga med vad

som äger rum vid nordlig storm. Genom den kraftiga värmeförlusten blir vattnet underkylt och stora massor grundis bildas, som snabbt sätta igen älvgrenarna. Vindens riktning och förträngningarna i älvgrenarna minskar vattenföringen förbi Rifid, vilket medför isläggning av Breida. Sedan detta har skett, komma issvårigheterna liksom vid nordlig vind att tämligen snart försvinna.

#### Isförhållandena i Breida

I det föregående har nämnts, att Breida i huvudsak varit isfri vid början av stormtillfällena, vilket i hög grad bidragit till att isförhållandena i utloppet blivit så svårartade. Ehuru underlaget för en behandling av isfrågorna i Breida är föga omfattande, torde det dock vara av intresse att något stanna därvid.

Som framgår av textpl. 1 är uppgrundningen utanför Rifid mycket markerad med en övergång från 2,5 m till 1,0 m vattendjup på en kort sträcka. Vattnet omblandas därför ganska kraftigt, så att dess yttemperatur före passagen förbi Rifid är avsevärt högre än  $0^{\circ}$ . Den temperaturmätning, som utfördes av Rist den 25 jan. 1950 i Breida, sedan isen där lagt sig under stormen strax förut, visar också en yttemperatur (10 cm under isen) av  $+0,3^{\circ}$  och en botten temperatur (på 90 cm djup) av  $+0,4^{\circ}$  å  $+0,5^{\circ}$ . Ännu en omblandning och utjämning av temperaturdifferenserna i vattnet, ehuru mindre kraftig, äger rum över uppgrundningen mellan nordöstspetsen av Helgey och Rifshöfði.

Den kraftiga blandningen av yt- och botten vatten vid Rifid bestyrkes även av ortsbefolkningens utsägo, att vatten-

området där ytterst sällan tillfryser och då endast för kort tid. Hur förhållandena ställa sig i Breida i övrigt är oss icke bekant. En kalkyl enligt förut angivna riktlinjer visar dock, att värmeförlusten i Breidas norra del (ned till Helgey) vid klart och lugnt väder och en temperatur av  $-5^{\circ}$  är av storleksordningen 10 tcal/s, vilket innebär en avkylning av den genomrinnande vattenmängden med i medeltal  $0,3^{\circ}$ . Ca 80 % av denna värmeförlust hänför sig till värmestrålningen mot en molnfri rymd; vid helmulet väder nedgår under i övrigt oförändrade förhållanden den totala värmeavgivningen till inemot  $1/3$  av det angivna värdet. Isförhållandena i Breida kunna därför bedömas vara synnerligen labila, så att, beroende av den aktuella väderlekssituationen under vintern, vattnet än går öppet, än fryser till.

Hur skola issvårigheterna  
minska eller undvikas?

Som framgår av den hittills förda diskussionen, uppkomma issvårigheterna vid nordliga och sydliga stormar väsentligen därigenom att vattnet från Alar, vilket normalt under vintern torde ha en medeltemperatur av omkring  $+0,5^{\circ}$ , vid utloppet omblandas och kraftigt avkyles. Breidas vatten torde därför vid sådana tillfällen redan i norra delen bli nedkyllt ända till  $0^{\circ}$ . Breida går ofta isfri eller ock brytes isen lätt upp, och därefter verkar Breida som en kravisproducent med hög kapacitet.

Därav framgår, att åtgärder, som skola vidtagas för att minska eller hindra uppkomsten av grundis i älvens utloppsgrenar, primärt böra inriktas på antingen att förbättra

möjligheterna för bildning av fast is i Breida eller att på annat sätt förhindra att vattnet nedkyles till  $0^{\circ}$ , innan det når utloppsgrenarna. Det förra villkoret innebär i princip, att området vid Rifid fördjupas -- genom rensning och/eller uppdämning -- i sådan omfattning, att vattnet icke nämnvärt omblandas vid inträdet i Breida utan där bibehåller sin termiska skiktning. Det senare villkoret får till konsekvens, att vattnet från 'Alar skall föras kortast möjliga väg fram till Laxás huvudfåra, dvs. genom Geirastadakvísl, eller ock att Breida helt undvikas och ett artificiellt utlopp anordnas på annat ställe.

Båda de sistnämnda förslagen ha framlagts av ingenjör Thoroddsen och skola närmare diskuteras i det följande.

#### ALTERNATIVET GEIRASTADAKVÍSL

Den tankegång, som ligger till grund för ingenjör Thoroddsens förslag till arbeten vid Geirastadir, är följande.

Breidas norra del avskiljes med en vall från den södra delen. Under normala förhållanden skall vattnet uttagas genom Breidas södra del till Sydstakvísl, under det att den norra delen och Geirastadakvísl skola hållas avstängda. Därigenom avses sistnämnda partier snabbt bli täckta med fast is under senhösten. Vid stormtillfällen, då Sydstakvísl kan igensättas av grundis, öppnas Geirastadakvísl och vattnet utsläppes denna väg skyddat av ytisen.



Följande av ingenjör Thoroddsen utarbetade ritningar över Geirastadaalternativet ha ställts till vår disposition.

A 697, Översiktsplan

A 694 a och b, Plan av rensningen

A 690, Längdprofil av rensningen

F 1283 och F 1284, Tvärsektioner (Raforkumálastjóri)

A 702, Utskov och utloppsanordningar

A 693, Detaljer av do

A 696, Spärrdammar i de södra utloppen

Enligt dessa ritningar avses att utvidga Geirastadakvísls nedre del i lavabädden till en kanal med 3 m vattendjup och 11 m bredd, avstängbar med ett lika djupt men 7 m brett utskov med en uppåtgående segmentlucka. Framför utskovet anordnas en ledmur (isskyddsmur), med vilken eventuell lös is i kanalen kan avledas till ett mindre sidoutskov med dimensionerna 5,5 x 1,2 m.

I de lösa avlagringarna i Geirastadakvísls uppströmsdel och genom Breida och Rifid uppmuddras en kanal med i huvudsak 30 m bottenbredd och ca 2,85 m djup. De uppmuddrade massorna placeras i en vall utmed kanalens östra sida, varigenom Breida helt avskäres.

Södra delen av Breida öppnas mot 'Alar med en kort kanal genom den lägsta delen av Rifshöfdi. Midkvísl och bifårar till Sydstakvísl igensättas med jorddammar och huvudfåran regleras med en (befintlig) utskovsdamm vid Dragsey.

Den principiella överensstämmelsen mellan förslaget och de allmänna synpunkter, efter vilka problemet enligt vår mening bör lösas, har redan berörts. Kanalens läge är i stort sett tillfredsställande, i det den längre delen genom Breida ligger i ost-nordostlig riktning och alltså icke mycket avviker från de

förhärskande vindriktningarna vid snöstorm; snödriften ned i kanalen, om den går öppen, blir därigenom begränsad. Den kortare delen tvärs för vindriktningen ligger tämligen väl skyddad i lä av en rad kraterkägglor utmed stränderna. Vissa detaljer av förslaget kunna dock förenklas; så t.ex. synes det särskilda isutskovet med tillhörande isskyddsmur vara onödigt. I stället bör huvudutskovet göras bredare för att kunna avbörda is och snö utan risk för igensättning.

### Värmebalans

Norra Breida och kanalen avses som nämnt normalt bli isbelagda och skola avbörda vatten endast om det södra utloppet kräver igen. När luckan vid Geirastadir då öppnas, kommer varmt vatten från Álur att inledas i kanalen. Vid en vattentappning av  $30 \text{ m}^3/\text{s}$  blir utan hänsyn till istäckets tjocklek medelhastigheten i kanaldelen genom Breida uppskattningsvis ca  $0,25 \text{ m/s}$ . I den upprepade Geirastadakvisl varierar hastigheten i jordkanalen mellan  $0,3$  och  $0,7 \text{ m/s}$  och utgör i den genom lavan sprängda delen ca  $0,9 \text{ m/s}$ .

Hur länge kan nu ett eventuellt istäcke beräknas ligga kvar? Det är ganska klart, att det vatten, som ledes in från Álur och har en genomloppstid genom kanalen av uppskattningsvis omkring  $1 \frac{1}{2}$  timme, icke vid de förekommande hastigheterna kommer att bibehålla sin termiska skiktning utan omblandas, varigenom ytvattnet blir varmt och isen successivt avsmältes underifrån. En uppfattning om den hastighet, med vilket detta sker, kan nås genom följande resonemang.

Den värmemängd, som införes i kanalen vid en vattentappning av  $33 \text{ m}^3/\text{s}$ <sup>1)</sup> och säg  $+ 0,5^\circ$  medeltemperatur hos vatt-

<sup>1)</sup> Samma värde som antogs för beräkningarna på sid. 15.

net, utgör ca 60 000 tcal/h. Denna värmemängd förmår smälta 750 ton is per timme. Den isyta på kanalen, som kan komma i beröring med strömmande vatten, kan uppskattas utgöra omkring 60 000 m<sup>2</sup>, vilket sålunda innebär, att isens tjocklek till en början skulle avtaga med en hastighet av i medeltal 1 1/4 cm per timme.

Kanalen blir emellertid sannolikt mycket snart isfri vid Rifid, där inverkan av det varma sjövattnet blir starkast. På grund av värmeförlusterna i den vak, som här bildas, kommer det inströmmande vattnet att bli nedkyllt och den kvarvarande isens avsmältningshastighet längre ned utefter kanalen avtager, alltefter det vaken förstoras. I det föregående beräknades, att vid de förhållanden, som rådde vid den nordliga snöstormen den 7 dec. 1949, värmebalans skulle upprätthållas vid en storlek av vaken av omkring 90 000 m<sup>2</sup>. Detta skulle med andra ord innebära, att, trots att man kan förvänta, att isen på kanalen successivt kommer att gå upp vid påbörjad vattentappning, man ändock ej skulle behöva befara nämnvärd kravisbildning i Geirastadakvissl, förutsatt att isen i Breida på sidan om kanalen genom lämpliga åtgärder hindras från att brytas upp av vinden. Vid sydliga stormar bör Geirastadaprojektet av allt att döma ge en mycket god säkerhet mot igensättning genom iskravning i utloppet.

#### Tekniska synpunkter

Om sålunda ur termisk synpunkt projektet synes vara genomförbart, finnas invändningar att göra av teknisk art.

Som förut nämnts är Breidas botten till åtminstone 2,5 å 3 m djup uppbyggd av finkorniga jordarter, vilka tämligen

lätt eroderas och mycket lätt transporteras av strömmande vatten. Deras hållfasthet in situ mot vertikala belastningar kan bedömas vara låg. De uppmuddrade massorna kunna icke användas som material till den utmed kanalens östra sida tänkta vällen över Breida, då de dels icke kunna utläggas annat än med ytterst flacka släntlutningar, dels icke äro motståndskraftiga mot ström- och vågerosion. Icke heller synes Breidas botten utan vidare vara tillräckligt bärkraftig för att tillåta uppläggning av exempelvis en stenbank med massor tagna från sprängningarna vid Geirastadir.

Slutligen är det tvivel underkastat, huruvida en uppmuddrad ränna i detta bottenmaterial kommer att visa sig vara stabil mot sidoerosion, s.k. meandring eller serpentinisering av den typ, som ofta förekommer vid flackt lutande floder eller kanaler. Den enda förutsättning, som anses nödvändig för att meanderbildning skall komma till stånd, är, att flodbäddens material skall kunna eroderas vid förekommande vattenhastigheter. Om fåran från början är rak, och om vattenströmmen ursprungligen är centrerad till fårans mittlinje eller icke, anses i princip icke påverka uppkomsten av meandrar, ehuru sidoerosionen inträder snabbare, om vattenströmmen redan från början är snett orienterad i fåran. I sistnämnda avseende äro inloppsförhållandena vid Rifid ogynnsamma, i det tilloppshastigheten till kanalen här är riktad snett emot kanalens huvudriktning. Härför talar bl.a. läget av strandporren, Rists observation, att veken vid Rifid brukar ligga förskjuten åt Rifshöfdi till, samt vissa uppskattningar av vattenhastigheten vid Rifid och i Breida vid besiktningen den 4 september.

Det har i det föregående nämnts, att Breidas bottenmaterial icke torde eroderas i nämnvärd omfattning vid lägre vattenhastigheter än 0,2 å 0,3 m/s. Vattnets medelhastighet torde ligga ungefär i detta register vid normal tappning, men den ovan antydda sneda inströmningen gör det sannolikt, att hastighetsfördelningen i kanalsektionen är tämligen ojämn, med värden som lokalt såväl över- som understiga de nämnda. Vid högre vattenföringar bli dessa förhållanden ytterligare accentuerade. Den eroderade mjälan och finnen är så lättransportabel, att den sannolikt icke kommer att avsättas i Myvatns utloppsområde eller i älven utan följa med till havs. Det inlagrade grövre materialet (grovmo och sand) sedimenterar däremot nedströms om erosionspunkterna och bygger upp mindre banker där, se textpl. 2. På grund av att sålunda endast en mindre del av det eroderade materialet deltagar i återuppbyggnaden av banker, torde serpentiniseringen icke helt gå efter det normala mönstret utan sannolikt stagnera efter en viss tid, då så mycket finmaterial bortförts, att den högsta vattenhastigheten icke längre blir tillräcklig för fortsatt erosion. Hur mycket serpentiniseringen innan dess har utvecklats är emellertid omöjligt att ange.

#### Alternativa möjligheter

Svårigheterna att anordna en bestående kanal i Breida äro sålunda betydande. Det ligger då nära till hands att överväga att -- åtminstone försöksvis -- slopa rensningarna i själva Breida och tills vidare nöja sig med arbetena i den egentliga Geirastadakvissl. Beröende på strömningsförloppets

utveckling i Breida efter rensningen i älvgrenen skulle därefter en kanal sedermera kunna utföras i ett läge, som skulle kunna bedömas ge minsta erosionsskador och underhållsarbeten<sup>1)</sup>. Idén med en med vall avgränsad nordlig del av Breida kan dock alltjämt icke förordas. Enär vattenströmmen från 'Alar visserligen i stort sett komme att följa kanalen i Breidas botten men även få en viss utbredning i sidled, är det tvivelaktigt, om man skulle kunna påräkna fast is ens på sidorna om den fördjupning, där vattnets huvudmassa skulle gå fram. Vissa medel att underlätta bildandet av ett dylikt istäcke finnas visserligen, exempelvis utläggning av djupbommar över Breida för att avgränsa den kraftigare strömmen samt tvärgående länsor på sidorna med ändamål att kvarhålla bildad is. Deras verkan är dock alltför svårbedömbär för att man skall våga basera dyrbara arbeten därpå. Inför den eventualiteten att Breidas hela norra del även fortsättningsvis skulle kunna gå öppen och fungera som kravisproducent till Geirastadakvísl synes man icke kunna bibehålla Geirastadaprojektet heller i denna modifierade form.

Vi återkomma då till den punkt i vårt principresonemang, som gick ut på att förbättra möjligheterna till bildning av ett fast istäcke i Breida genom att förhindra vattnets omblandning och söka bibehålla dess termiska skiktning. Ett studium av nivåförhållandena i 'Alar och Breida gör det sannolikt, att en förhållandevis djup och bred upprensning av området vid Rifid, så som i princip antytts på bifogade textpl. 3,

<sup>1)</sup> Denna tanke framfördes av ingenjör Berg vid diskussionerna i Island som en möjlighet till successiv utbyggnad.

skulle kunna åstadkomma en dylik effekt. Den ofrånkomliga vak, som bildas, när det varma bottenvattnet slutligen omblandas med ytvattnet vid inträdet i en smal utloppssektion, skulle därigenom möjligen kunna bli nedskjuten ända till norra stranden av Helgey, varigenom den sammanlagda storleken av de isfria vattenytorna i Geirastadakvíal och Breida skulle kunna bli mera måttliga. Ehuru vi hysa rätt små förhoppningar rörande möjligheterna att åstadkomma isläggning av norra Breida på grund av det förhållandevis ringa vattendjupet därstädes, skulle dock, om så visar sig önskvärt, effekten av en sådan rensning sannolikt kunna bedömas på basis av modellförsök, där stabiliteten undersöktes hos ett exempelvis med hjälp av saltlösning och färgämnen horisontalskiktat vatten.

Den frågan blir naturlig, om vattendjupet i Breida kan ökas genom en viss uppdämning av Mývatn, eventuellt endast under vintern. Av diskussionerna i Island framgick, att någon större permanent uppdämning av sjön är helt utesluten med hänsyn till bl.a. den odlade jordens belägenhet samt det särregna fågellivet i sjön. Ingenjör Rist antyder emellertid i sin rapport möjligheterna till en mindre vinterdämning, 10 å 20 cm. Det är troligt, att en sådan dämning, framför allt i förbindelse med den antydda rensningen av bottenröskeln vid Rifid, skulle förbättra förhållandena i Breida. Om dämningen -- vilket av diskussionerna i Island att döma icke skulle vara alldeles ogenomförbart -- skulle kunna göras så stor som 50 cm, skulle vattendjupen förbi Rifid och i Breida röra sig om 2 m eller något mera, dvs. ganska nära lika med de nuvarande vattendjupen längre ut i 'Alar. Det är icke

osannolikt, att dessa djup -- trots vissa risker för omblandning av botten- och ytvatten vid den krökta passagen förbi Rifshöfði och Breidas i jämförelse med 'Alar avsevärt mindre bredd -- skulle kunna vara tillräckliga att bilda ett fast istäcke ända ned emot den plats, där den definitiva sammanträngningen till Älvfåran börjar.

Eftersom det är synnerligen vanskligt att bedöma dessa möjligheter utan särskilt erfarenhetsunderlag från platsen, kan man ifrågasätta, om icke lämpligen vissa försök i full skala skulle kunna utföras under innevarande vinter med upp-dämning av sjön och observationer av huru Breida då beter sig under svåra förhållanden. Dammen vid Dragsey skulle därvid påbyggas provisoriskt för att dämna sjön till lämplig nivå och vattnet skulle uttagas i första hand genom Geirastadakvísl och Midkvísl och i mån av behov förbi Dragsey-dammen. Erfarenheterna från en vinters drift skulle kunna bli av avgörande betydelse för bedömningen av om issvårigheterna vid utloppet vid Rifid och Breida över huvud taget kunna bemästras.

#### ALTERNATIVET BEINAVÍK

Ingenjör Thoroddsens andra alternativ -- ursprungligen framfört av borgmästare Steinsen -- innebär, ävenledes i överensstämmelse med de i det föregående fremlagda principerna för problemets lösning, att de ur issynpunkt vanskliga förhållandena vid Breida helt undvikas och ett nytt utlopp ur sjön upptages på annan plats. Ett lämpligt läge för en sådan



kanal anses vara mellan Beinavík við Mývatn och den i östvästlig riktning gående delen av Sydstakvísl. Projektets huvudanordningar äro antydda på ingenjör Thoroddsens översiktsplan A 697. Terränguppmätningar redovisas på Raforkumálastjórnins följande, till vårt förfogande ställda ritningar:

F 1128 och F 1129, Plan av Sydstakvísl

F 1302, F 1303 och F 1483, Kanalens linjesträckning

F 1304 och F 1484, Längdprofil.

Kanalens längd, räknat mellan stranden vid Beinavík och den punkt, där den förenar sig med Sydstakvísl, uppgår till ca 1 100 m; Sydstakvísl rensas därjämte på en sträcka av ytterligare ca 700 m. Kanalens dimensioner i övrigt eller detaljer av avstängningen i dess övre ände ha icke meddelats oss. Bortsett från en sträcka av ca 150 m i närheten av Beinavík är lavabäddens överyta i kanalsträckningen nästan horisontell på en nivå av + 275,0 å + 275,5. Skall kanalen kunna avbörda säg 40 m<sup>3</sup>/s (se nedan), beräknas fallhöjdskillnaden mellan Mývatn och rensningens ändpunkt 1 800 m nedströms därom utgöra ca 2,1 m. Kanalens normalsektioner med ett antaget vattendjup av 3,5 m bli då de på textpl. 4 visade; vattenytans bredd utgör i medeltal omkring 15 m.

Kanalens nedströmsdel avses bli framförd genom en vattenfylld sänka ("Vogatungur"), vilken står i förbindelse med Sydstakvísl. Sänkans bredd är ställvis ganska stor (intill 150 m). Om bergmassorna från sprängningen på denna del uppläggas som vallar tätt intill kanalen, vinner man även här, att vattenytans bredd inom själva kanalsektionen kan begränsas till ca 15 m, vilket är av stort värde med hänsyn till kanalens värmebalans vintertid.

### Värmebalans

Mývatns djup vid Beinavík synes av ritning F 1304 att döma vara omkring 3 m redan ca 150 m utanför stranden. Vattnet torde därför ha högre medeltemperatur vid inloppet till Beinavíkurkanalen än vid Rifid. Med ledning av de i det föregående refererade temperaturmätningarna synes man med en försiktig uppskattning kunna antaga, att medeltemperaturen här kan vara  $+ 0,7^{\circ}$  å  $+ 0,9^{\circ}$  jämfört med  $+ 0,5^{\circ}$  å  $+ 0,7^{\circ}$  vid Rifid. Vattenhastigheten i kanalen blir med de ovan gjorda förutsättningarna mer än 1 m/s, vilket innebär, att fast is icke torde bildas på kanalen, även om vattentemperaturen genom avkylning skulle nedgå till  $0^{\circ}$ .

Vattenytans areal är i själva kanalen (räknat mellan stranden vid Beinavík och mynningen i Sydstakvísl) ca 15 000 m<sup>2</sup>. Vid inloppet till kanalen kommer vattnet från Mývatn att sammanträngas och en omblandning av yt- och bottenvatten att ske. Med all sannolikhet kommer därför att bildas en mynningsvak i istäcket, vilken dock torde bli betydligt mindre än den vak, som under nuvarande förhållanden bildas i 'Alar. Med hänsyn därtill synes man kunna uppskatta den isfria vattenytan under de mest svårartade stormförhållandena till sammanlagt säg 50 000 m<sup>2</sup>. Under samma förutsättningar som ovan kan då värmeförlusten vid sydlig storm (klart väder och  $- 15^{\circ}\text{C}$  temperatur) enligt Deviks formler beräknas till följande:

1. Strålning mot rymden  
 $s_N = 16,7 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h} = 2,3 \text{ tcal/s}$
2. Avdunstning<sup>1)</sup>  
 $s_1 = 9,1 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h} = 1,3 \text{ "}$
3. Värmeutbyte med luften<sup>1)</sup>  
 $s_2 = 27,8 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h} = \frac{3,9 \text{ "}}{7,5 \text{ tcal/s}}$

Den tillgängliga värmemängden vid en framrinning av  $33 \text{ m}^3/\text{s}$ <sup>2)</sup>  $0,8$ -gradigt vatten utgör ca  $26,5 \text{ tcal/s}$ , vartill kommer ett visst mindre värmetilskott, ca  $1,5 \text{ tcal/s}$ , bl.a. på grund av fallförlusternas inverkan. Vid ett stormtillfälle av förevarande slag skulle därför vattnet sannolikt avkylas blott omkring  $0,2^\circ$  vid passagen genom kanalen.

Huru förhållandena komma att ställa sig vid nordlig storm med kraftigt snöfall är svårare att bedöma, eftersom kanalen framgår i ost-västlig riktning genom en tämligen flack terräng, som icke torde erbjuda större skydd mot en intensiv snödrift. Bortsett från snöns inverkan blir emellertid värmeförlusten i kanalen under samma förutsättningar som i det föregående:

1. Strålning mot rymden  
 $s_N = 7,0 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h} = 1,0 \text{ tcal/s}$
2. Värmeutbyte med luften  
 $s_3 = 27,8 \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h} = \frac{3,9 \text{ "}}{4,9 \text{ tcal/s}}$

<sup>1)</sup> Ingenhänsyn har tagits till att vinden blåser tvärs kanalen och att den effektiva vindstyrkan invid vattenytan därigenom torde bli något reducerad.

<sup>2)</sup> Samma värde som antogs för beräkningarna på sid. 15.

Härtill kommer snöns inverkan. På sid. 15 beräknades den erforderliga värmemängden för smältning av 5 mm/h nederbörd i form av 15° kall snö till 10,9 tcal/s på en yta av 90 000 m<sup>2</sup>. Om, som i föreliggande fall, ytan anses vara 50 000 m<sup>2</sup>, blir motsvarande värmemängd 6 tcal/s, vilket skulle innebära, att vattentemperaturen icke skulle sänkas till 0°, förrän snödriften ned i kanalen motsvarar en nederbörd av ca 20 mm per timme, räknat på den öppna vattenytan.

Även om sistnämnda siffra synes vara hög, bör man med hänsyn till kanalens ogynnsamma riktning icke alldeles bortse från möjligheten att vattenföringen kan vara otillräcklig för att smälta all neddriven snö. Det synes dock icke vara särskilt kostsamt att med hjälp av lämpligt placerade snöskärmar utmed kanalsträckningen erhålla en betydande reduktion av snödriften, ehuru verkan i viss mån blott blir temporär. Gentemot Geirastadaalternativet har Beinavíkurkanalen dessutom den fördelen att åtminstone på en viss del av längden helt kunna överbyggas med en takkonstruktion som ytterligare skydd mot neddrivande snö.

I det föregående har kanalens avbördningsförmåga utan särskild motivering angivits till 40 m<sup>3</sup>/s. För kraftverkens del är detta värde onödigt högt och skulle kunna begränsas till omkring 30 m<sup>3</sup>/s. Man torde emellertid vara väl betjänt av en viss marginal i avbördningsförmåga, framför allt för renspolning av kanalen och älven nedströms därom från eventuellt neddrivna större snömassor. Merkostnaden för den angivna högre avbördningsförmågan är av storleksordningen 20 %, vilket icke synes avskräckande i betraktande av den ökade säkerhet för kraftverksdriften, som därmed vinnes. Om vid

begynnande risk för issvårigheter kanalens avbördningsförmåga redan från början till fullo utnyttjas, förefaller dess värmebalans vara sådan, att en igensättning med all rimlig säkerhet borde vara utesluten.

#### Tekniska synpunkter

Lavaområdet, i vilket kanalen skall framgå, är som tidigare nämnts synnerligen starkt grundvattenförande. Sprängningsarbetet torde därigenom till övervägande del få ske i vatten eller -- om fångdammar och pumpning tillgripes -- under starkt vattentillflöde. Det har därför övervägts, om kanalen och rensningarna i Sydstakvísl skulle kunna göras så grunda, att någon fördjupning av själva Älvbottenen icke skulle behöva tillgripas. Under dessa förhållanden blir emellertid kanalens bredd mycket stor och dess värmebalans därigenom sämre. Man bör eftersträva att göra kanalen så smal och djup som möjligt.

Avstängningsluckan har i förslaget antytts vara belägen vid stranden av Mývatn. Det synes emellertid vara av fördel att draga tillbaka luckan så långt som möjligt. Dels torde därvid länshållningssvårigheterna bli mindre vid utförandet, dels vinner man, att en längre del av kanalen normalt befinner sig under vatten, även om luckan skulle vara stängd, varigenom risken minskas för igensättning av kanalen genom hopfrusen snö och svallis. Emellertid synes det icke vara möjligt att med hänsyn till sidoanslutningarna lägga luckan längre nedströmsåt än ca 400 m från Beinavík. (Den närbelägna "Vogatungur" synes kunna mer eller mindre torrläggas, om

rensningsarbetena i Sydstakvísl utföras i första hand.) Det är av vikt, att luckan blir av driftsäker konstruktion och värmd, så att den är funktionsduglig även under sträng köld.

I kanalens uppströmsände vid Beinavík anordnas en enkel avstängning med sättar.

Med hänsyn till den ovan antydda risken för svallisbildning i kanalen nedströms om avstängningsluckan torde det vara lämpligt att under vintern hålla dammen vid Dragsey stängd och tappa det vatten, som erfordras utöver den naturliga framrinningen i Mídkvísl och Geirastadakvísl, genom Beinavíkurkanalen.

Vi ha även övervägt, om ett nytt utlopp med större fördel skulle kunna anordnas i något annat läge än från Beinavík, och ha därvid närmast uppmärksammat en sträckning mellan Mývatn och Blátjörn samt ett genombrott till Sydstakvísl vid Blátjörns sydvästra hörn. Eftersom enligt tillgängliga uppgifter dock även Blátjörn är mycket grund, synes icke heller denna väg utan vidare vara framkomlig, enär man då blott skulle komma att ersätta de nuvarande svårigheterna i Breida med liknande svårigheter i Blátjörn.

Av översiktsplanerna att döma skulle måhända en dylik kanal dock kunna utföras i ett läge strax söder om gården Haganes, om Blátjörns sydligaste del kan invallas och avskiljas på i princip samma sätt som av ingenjör Thoroddsen föreslagits för Breida. Vi ha emellertid inga som helst uppgifter tillgängliga rörande terrängens utseende eller bottenbeskaffenheten hos Blátjörn i detta avsnitt och kunna därför icke bedöma, om den antydda möjligheten är av något värde i sammanhanget.

## ISSVÅRIGHETER VID ÖSTLIG VIND

De issvårigheter, som uppträda vid östlig vind i Mývatnområdet, äro av helt annan natur än de hittills i rapporten behandlade, i det de hänföra sig till att uppbruten ytis från själva sjön driver in i 'Alar och sätter igen de grunda utloppen. Issvårigheter av detta slag torde, vad områdena vid Rifid eller Beinavík beträffar, bli mera ovanliga, om vattendjupet här ökas genom rensningar. Helt torde de emellertid icke kunna undvikas på annat sätt än att isen med hjälp av lämpligt placerade pিরer, stenbankar eller kraftiga flytande länsor hindras från att nå den trånga utloppssektionen. Principiellt äro emellertid i förevarande fall bottenfasta pিরer eller bankar icke att rekommendera, eftersom de alltid komma att föranleda, att bottenvatten och ytvatten omblandas vid de ställen, där strömmen viker runt ändarna av byggnadsverken. Ytvattnet nedströms om byggnadsverken blir härigenom varmt vintertid, bildning av fast istäcke försvåras och kravningsrisken vid utloppet kan ökas.

Enligt vår åsikt böra därför skyddsanordningarna -- i den mån sådana anses erforderliga -- bestå av flytande ialänsor av timmer, som utläggas utanför kanalinloppet och helst anordnas så, att isen kan ledas åt sidorna. Om som vid Beinavík detta icke är möjligt, böra länsorna göras så kraftiga och förankras så väl, att de med någorlunda säkerhet kunna bedömas ligga kvar även vid svårare isgång.

Textpl. 5 visar i princip ett förslag till ialänsa vid inloppet till Beinavíkurkanalen. Länsan är där visad som en 5-stocksboim men kan givetvis, om så visar sig lämpligt,

utföras med ett annat antal stockar. Förankringarna i sjön i form av sänken och stenkistor böra i den mån så är möjligt sänkas ned i de lösa bottenlagren, så att de därigenom prestera större motstånd mot sidkrafter.

Det kan icke förväntas, att en flytande länsa av det angivna enkla utförandet kommer att bereda ett fullständigt skydd mot drivis under de svåraste förhållanden. Det kan emellertid antagas, att länsan håller tillbaka isen så mycket, att kanalen förmår avbörda de isblock, som pressas under eller över länsan in mot mynningen. Länsan bör icke läggas för långt ut, enär den då blir onödigt lång och eventuellt mera exponerad för isgången, ej heller så långt in, att strömmen vid kanalmynningen hjälper isen att passera under länsan.

Länsans livslängd blir större, om den upptages ur vattnet för torkning under den varma årstiden.

#### SAMMANFATTNING

Som av det föregående framgår, är den primära orsaken till issvårigheterna i Myvatns utlopp (bortsett från drivis vid östlig storm) att söka i den omblandning av ytvatten och bottenvatten, som sker vid vattnets passage förbi Rifid, och som medför, att ett varaktigt fast istäcke icke kan bildas i Breida. Vid stormtillfällen vintertid avkyles Breidas vatten mycket kraftigt; om värmeförlusten blir större än vad som motsvarar nedkylning till  $0^{\circ}$ , underkyles vattnet, kravis och grundis bildas och Älvens utloppsgrenar kunna igensättas.



De åtgärder, som kunna vidtagas för att förbättra isförhållandena, böra inriktas på antingen att genom rensning och uppdämning fördjupa området vid Rifid och i Breida, så att vattnets termiska skiktning bibehålles och fast is kan bildas där, eller att vattnet från 'Alar föres kortast möjliga väg genom Breida och Geirastadakvísl till Älvens huvudfåra, eller slutligen att Breida undvikas och ett nytt utlopp anordnas vid Beinavík.

Hur förhållandena komma att gestalta sig efter en rensning vid Rifid i kombination med en måttlig uppdämning vintertid av Mývatn är synnerligen vanskligt att bedöma i förväg. En viss ledning vid frågans bedömning kan erhållas, om Mývatn om möjligt redan i vinter försöksvis uppdämnes så högt omständigheterna tillåta och verkan på isförhållandena observeras.

Upprensning av Geirastadakvísl och avstängning av Breidas södra del med en bank synes ge ett ur termisk synpunkt någorlunda tillfredsställande resultat. Projektet är emellertid på grund av Breidas bottenbeskaffenhet icke tekniskt utförbart utan större extra kostnader. Om banken över Breida slopas, blir å andra sidan issituationen mycket svårbedömbär; sannolikt erhålles icke ett fullgott skydd mot iskravning i utloppsgrenarna.

Anordnandet av ett nytt utlopp i form av en kanal mellan Beinavík och Sydstakvísl synes ur såväl termisk som teknisk synpunkt -- trots kanalens för snödrift utsatta läge -- vara överlägset Geirastadaalternativet.

Anläggningskostnaden för Beinavíkurkanalen uppges vara väsentligt högre än för Geirastadakanalen, men därvid

ha då icke medräknats de komplikationer med hänsyn till Breidas bottenbeskaffenhet, som anförts i det föregående. Vi ha icke på nuvarande stadium sökt bedöma vare sig anläggningskostnader eller underhållskostnader för någotdera alternativet. Vår uppfattning är nämligen att -- om kostnader nu skola nedläggas för att förhindra issvärigheterna i utloppsområdet -- Beinavfjukkanalen i första hand bör ifrågakomma såsom varande ett såvitt möjligt termiskt betryggande och tekniskt säkert projekt utan svårbedömbara framtida ekonomiska komplikationer.

Vi kunna emellertid icke underlåta att framhålla, att enligt vår åsikt issvärigheterna för Laxákraftverken i viss utsträckning torde bestå, även om Mývatns utloppsområde elimineras som störningskälla. I den drygt 150 m höga outbyggda forssträcken mellan Mývatn och kraftverket Laxá I kommer vid de tillfällen, då kalla nordliga eller sydliga vindar blåsa, vattnet alltjämt att bli kraftigt nedkylt. Även om detta knappast torde föranleda annat än lokala isdämningar och vallar i Älvens brantare delar, kan möjligen en mera allvarsam igen-sättning ske på forsacken nedströms om det långsträckta lugnvattnet Birningastadaflói samt framför allt i kraftverkens intagsgrindar, om dessa icke äro tillräckligt värmda. Enligt vårt förmenande torde dessa issvärigheter knappast kunna bemästras på annat sätt än genom att Älven utbygges och profilregleras mer eller mindre fullständigt. Skulle därför en utbyggnad av forssträcken vid Hólkotegil vara nära förestående, synas oss arbetena i Mývatnutloppet f.n. böra begränsas till

det minsta möjliga (exempelvis vinterdämning av Mývatn) och det nämnda kraftverkets tillopp om möjligt anordnas direkt från Mývatn vid 'Alar, varigenom det nuvarande utloppet med dess svårigheter helt undvikas.

Stockholm den 28 november 1952

FÖR VATTENBYGGNADSBYRÅN

A. Frey Samsioe

Nils Berg

LAXÅ VATTENKRAFT

Undersökningar av botten i 'Alar och Breida  
Jordprovningar

Läget av undersöknings- och provtagningsplatserna framgår av textpl. 1 till rapporten.

A. Observationer vid undersöknings-  
tillfället den 4 sept. 1952

- 'Alar: Punkt A: Vattendjup 90 cm. Bottenytan grusig med vattenväxter; kunde genomborras med en åra. Därunder på ringa djup finare material (sand och mo).
- Punkt B: Vattendjup 90 cm. Botten av grovt grus med växtlighet; kunde ej genomborras med åran.
- Rifid: Punkt 1: I vattenytan. Grus, se prov 1 nedan.
- Punkt 2: Vattendjup 20 cm. Grusigt-sandigt material, se prov 2 nedan.
- Punkt 3: Vattendjup 60 cm. Mjälligt-sandigt grus, se prov 3 nedan.
- Breida: Punkt 4: Vattendjup 130 cm. I ytan 25 cm packat grus, därunder fint löst material 25 cm (se prov 4 nedan);

Punkt 4  
(forts.)

tunt något fastare lager; fint löst material intill 2,5 m under vattenytan.

Punkt 5:

Vattendjup 150 cm. Fint löst material i likhet med prov 4 intill 4,5 m under vattenytan.

Punkt 6:

Vattendjup 150 cm. I ytan 40 cm fint löst material; 25 cm fastare grusigt; fint löst intill 3,60 m under vattenytan; tunt fast lager; löst intill 4,50 m under vattenytan.

Punkt 7:

Vattendjup 120 cm. I ytan sand 20 cm; 90 cm fint löst material; tunt fast lager; lös sandig mjäla intill 4 m under vattenytan.

Punkt 8:

Vattendjup 110 cm. Grus och sand 20 cm; 30 cm grovt grus; sand och grus intill 2,60 m under vattenytan. Omöjligt att för hand trycka ned en ca 20 mm tjock stålsond djupare.

B. Jordprovningar på VBBs  
geotekniska laboratorium

Prov 1 (Rifid)

Kornstorleksfördelning (bestämd på Laxåbyggets betonglaboratorium) se diagram 1826.

Prov 2 (Rifid)

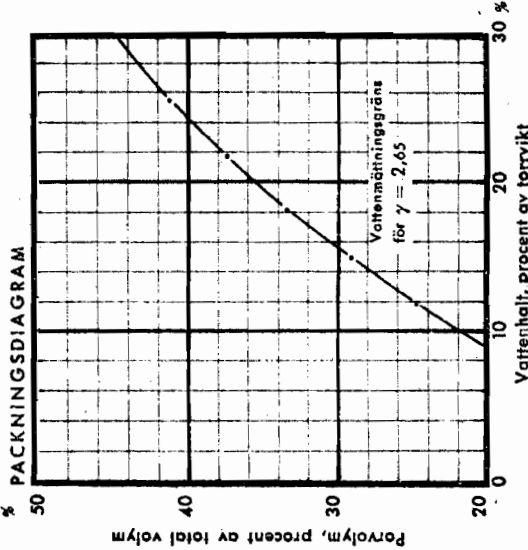
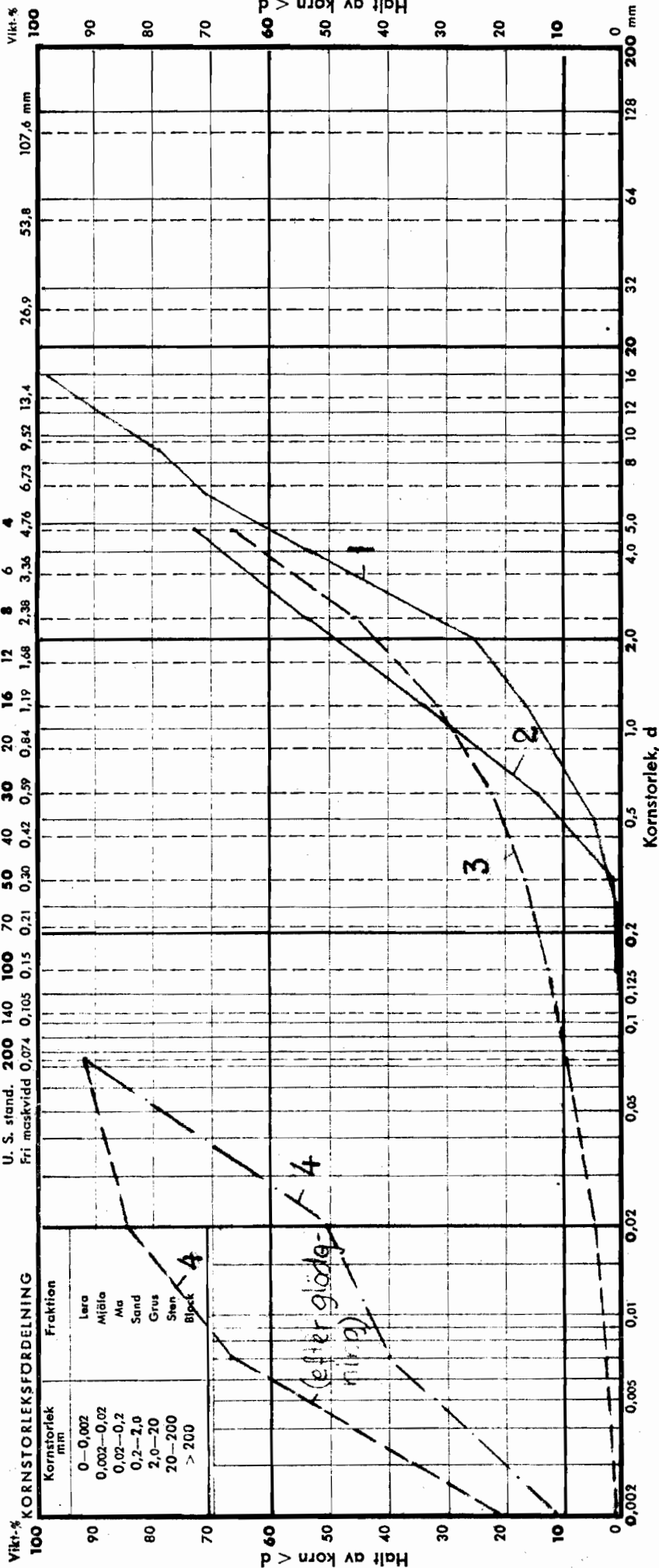
Kornstorleksfördelning, se diagram 1826. Skenbar specifik vikt hos det naturliga materialet 2,86 - 2,92 g/cm<sup>3</sup>. Verklig specifik vikt på material, nedkrossat till 0,2 mm kornstorlek 3,0 - 3,1 g/cm<sup>3</sup>. Porvolym ca 5 %.

Prov 3 (Rifid)

Kornstorleksfördelning, se diagram 1826. Halt av organiska inblandningar, bestämd såsom glödgningsförlust: 1,3 % av provets torra vikt (efter torkning vid 105°C).

Prov 4 (Breida)

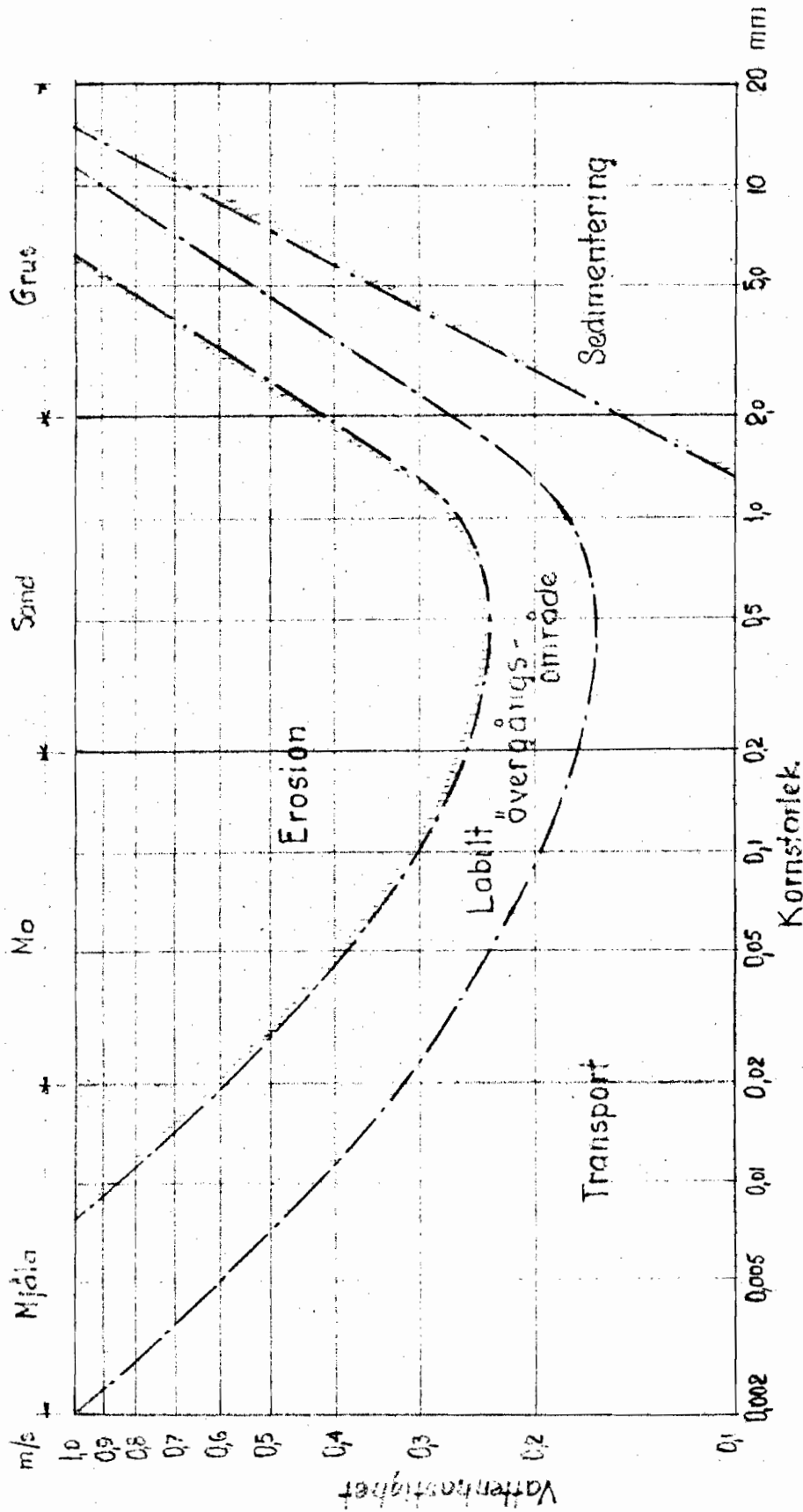
Kornstorleksfördelning före och efter glödning, se diagram 1826. Glödgningsförlust 7,5 %. Fördelningskurvan efter glödning torde vara den säkraste (det skiljaktiga resultatet före och efter glödning torde bero på att det naturliga materialet sammanbundits av de organiska inblandningarna).



**KARAKTERISTISKA DATA**

Prov	mm
Effektiv kornstorlek, $d_{10}$	mm
$d_{60}$	mm
Olikformighet, $\lambda = d_{60} : d_{10}$	—
Fimmaterialhalt, $f, \% < 0,074$	%
Lerhalt, $\% < 0,002$	%
Naturlig vattenhalt, $W_0$	%
Naturlig porolvym, $n_0$	%
Frictionsvinkel, $\varphi^\circ$	—
Kohesion, $\tau_s$ (eni)	kg/cm <sup>2</sup>
Strykmodul, $E'$	kg/cm <sup>2</sup>
Vattengenomsäpplighet, $k$	m/s
Porolvym vid	%
Idealt vattenhalt för packning	%

<del>Provens beteckning</del>	1	Sandigt grus
Provens nr. och geotekniska benämning	2	Mojigt sandigt grus
	3	Mojig mjåla
	4	Allt material av tephra - typ
<b>LAXÅ VATTENKRAFT</b>		
Jordprover från Myvatns utlopp		
Jordprovingsprotokoll nr.	1826	VATTENBYGGNADSBYRÅN STOCKHOLM
Den	19 19	Bil. till rapport
Sign.		Jan



LAXÁ VATTENKRAFT – MÝVATN  
 Erosions – sedimentationsdiagram  
 enligt F. Hjulström



LAXÅ VATTENKRAFT

Sammanställning av O. Deviks formler för  
värmebalansen i ett vattendrag

Enligt "Publikationer fra Chr. Michelsens Institutt", nr 23

1. Värmestrålning från en fri vattenyta

$$s_N = 10,8 (1 - 0,09 N) + 0,38 (t_w - t_1) \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h}$$

N = molnighet (i skala 0 - 10)

$t_w$  = vattenytans temperatur °C

$t_1$  = luftens temperatur °C

Formeln gäller med god noggrannhet vid temperaturer mellan 0° och - 20° och ångtryck i närheten av mättning.

2. Värmeförlust genom avdunstning

$$s_1 = \frac{5,04 L T}{1000 p} \cdot \sqrt{v + 0,3} (f_0 - f) \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h}$$

L = latent ångbildningsvärme = 595 cal vid 0°C

T = de lägsta luftskiktens absoluta temperatur

(=  $t_1 + 273$ )

p = barometerstånd mm

v = vindhastighet m/s

$f_0$  = vattenångans mättningstryck = 4,7 mm vid 0°

f = mätt ångtryck

3. Värmeförlust genom värmeutbyte med luften

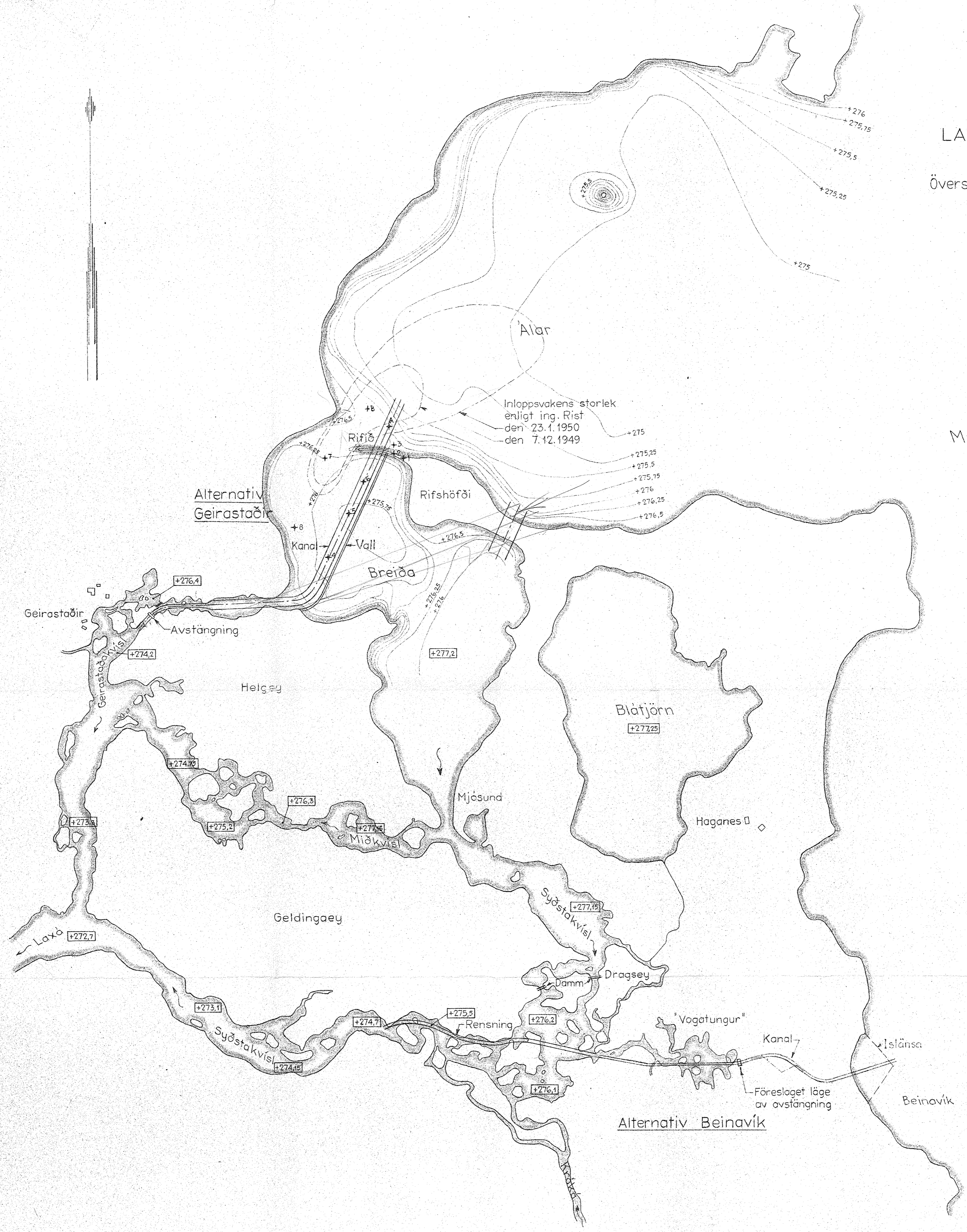
$$s_2 = 1,83 T \sqrt{v + 0,3} (t_w - t_1) \text{ gcal/cm}^2 \cdot \text{h}$$

# LAXÁ VATTENKRAFT MÝVATN

Översiktsplan av utloppsområdet

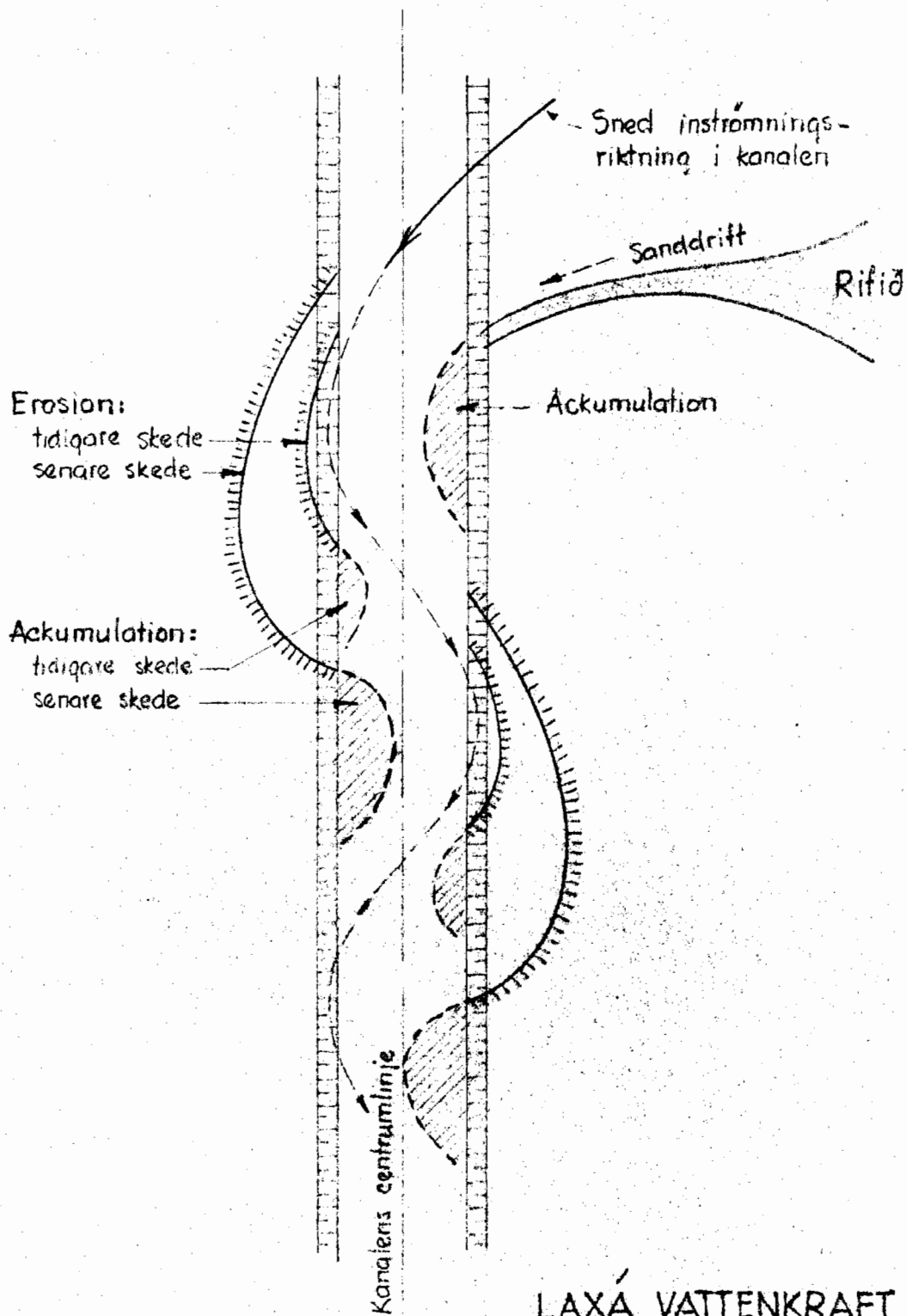
Skala 1:8000

Teckenförklaring:  
+277,2 Vattenstånd  
+ 4 Jordprov

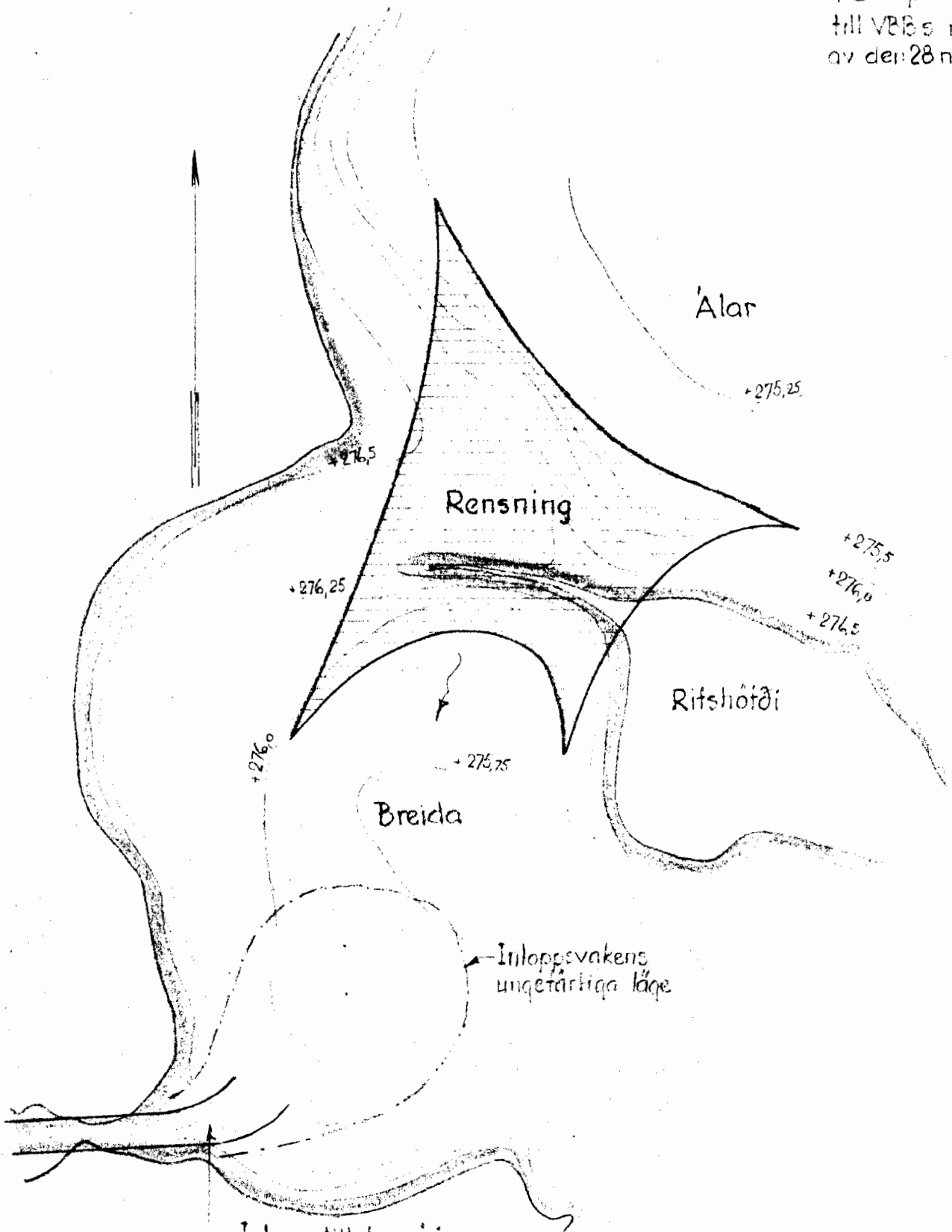


Mývatn +277,25

Alternativ Beinavík



LAXÁ VATTENKRAFT — MÝVATN  
Principskiss över serpentiniseringens  
början i en rensad kanal  
förbi Rifiö



- Inlopp till karni i  
Geirastaðokvísl

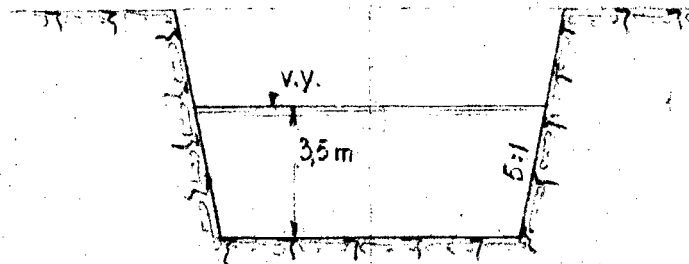
HELGEY

LAXÁ VATTENKRAFT — MÝVATN

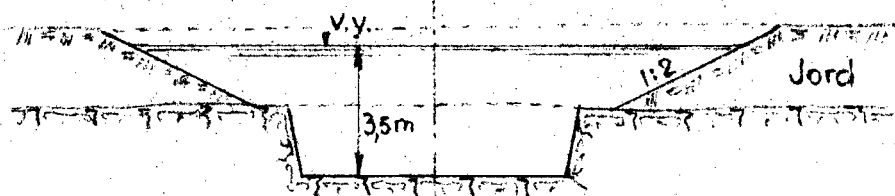
Alternativt utförande av  
rensningen vid Rifið

Skala 1:5000

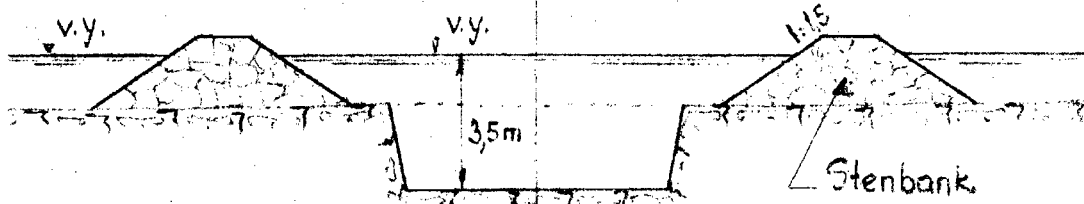
KANAL I LAVA



KANAL I LAVA OCH JORD



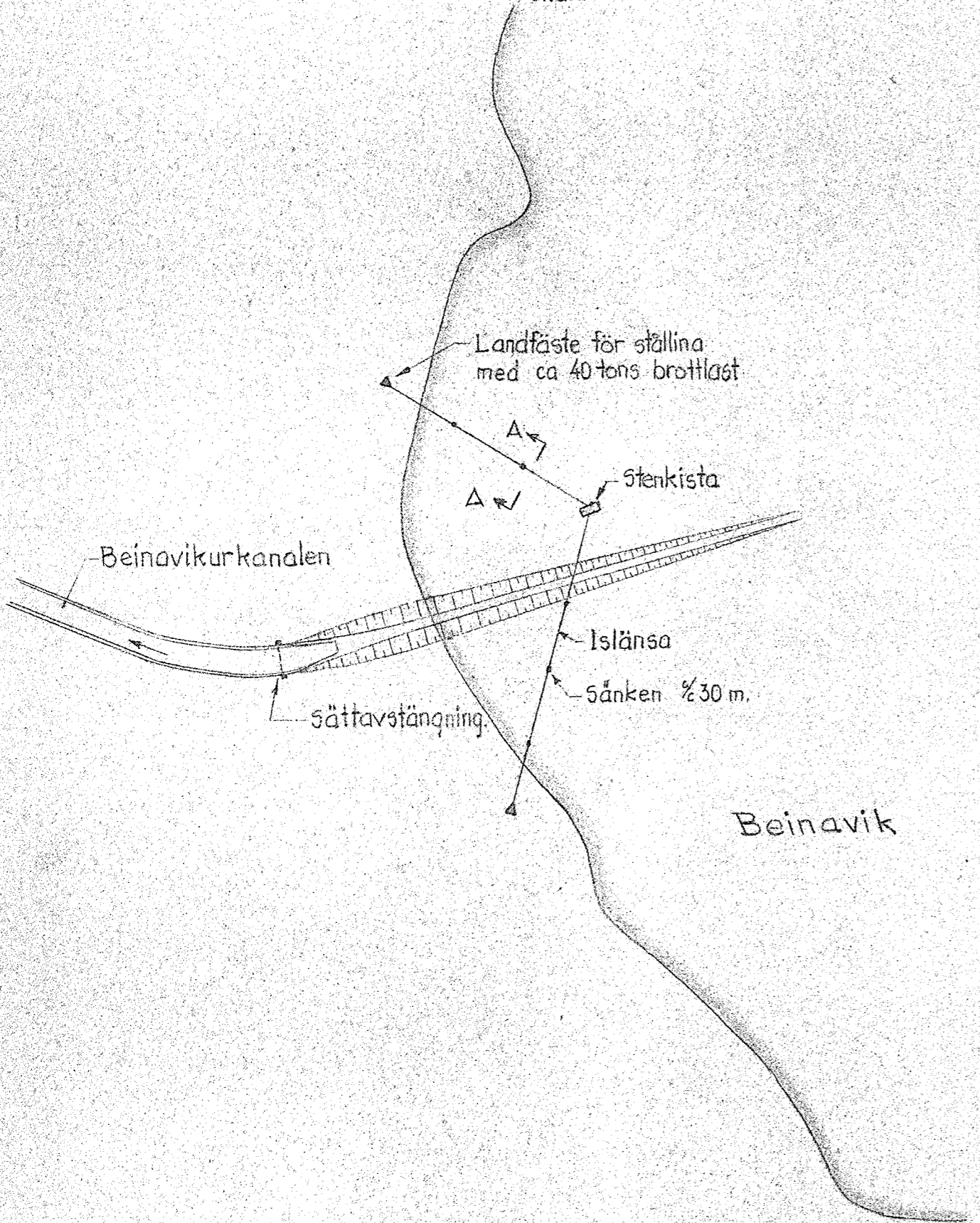
KANAL GENOM "VOGATUNGUR"



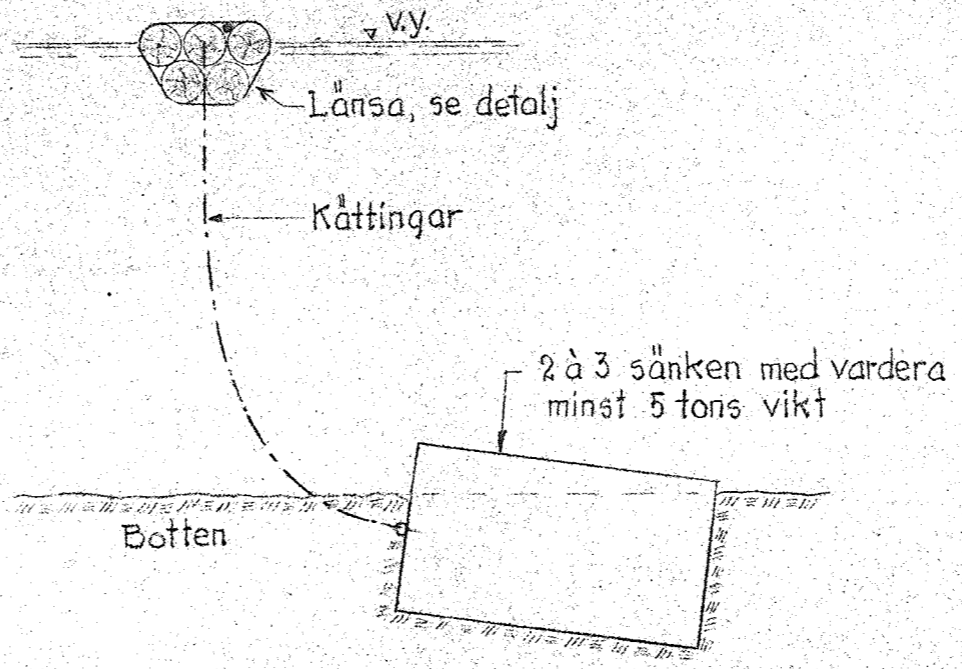
LAXÁ VATTENKRAFT - MÝVATN  
Normalsektioner för  
Beinavíkurkanalen  
Skala 1:200



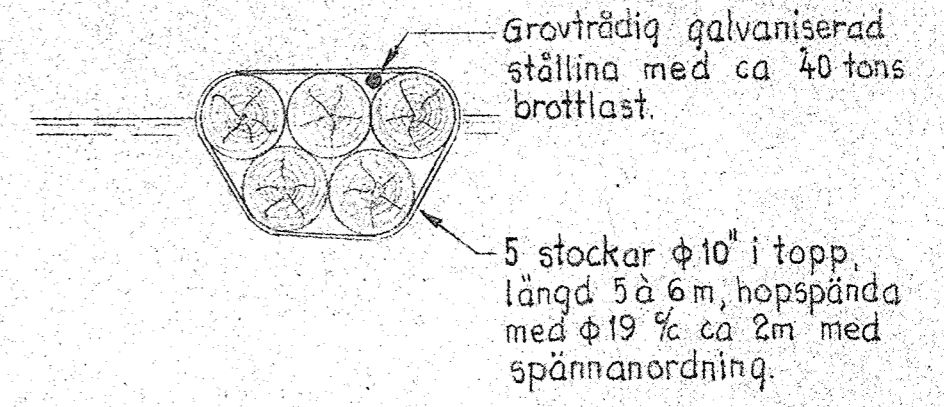
ÖVERSIKTSPLAN  
Skala 1:2000



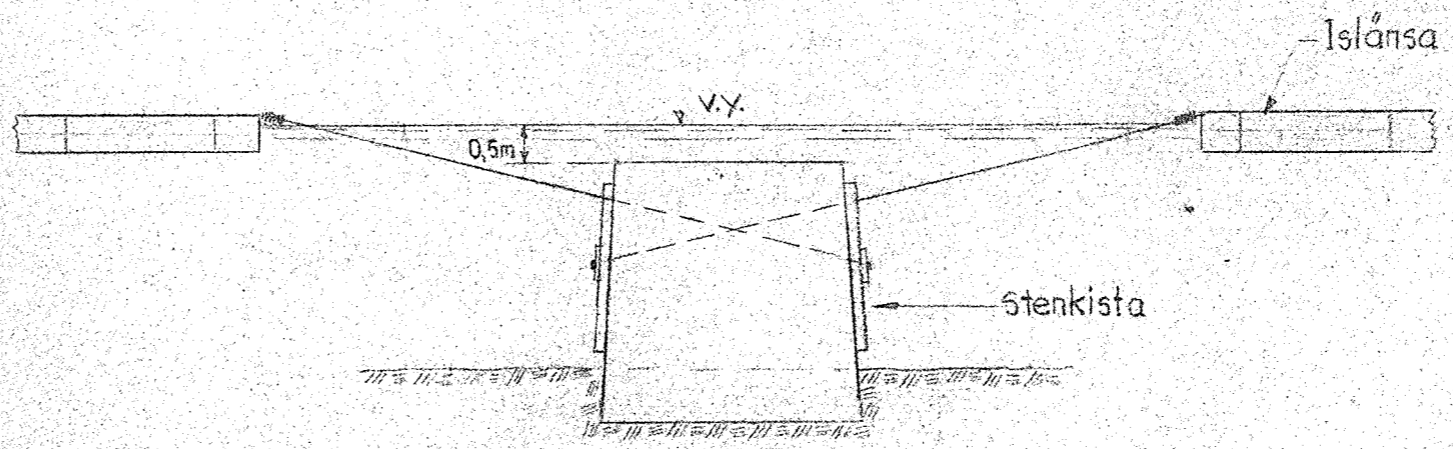
SEKTION A-A  
Skala 1:50



DETALJ AV LÅNSA  
Skala 1:25



STENKISTA  
Skala 1:100



LAXÁ VATTENKRAFT - MYVATN  
Principritning till islånsa vid Beinavik.