



VERKFRÆÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf
ÁRMÚLI 4 REYKJAVÍK SÍMI 84499

VIRKJUN HÉRAÐSVATNA II

Hönnunaráætlun um 30 MW virkjun
við VILLINGANES

Skýrsla samin fyrir ORKUSTOFNUN
OS-ROD-7706

V I R K J U N H É R A Ð S V A T N A

I I

Hönnunaráætlun um
30 MW virkjun við
VILLINGANES

Skýrsla samin fyrir
ORKUSTOFNUN
OS-ROD-7706

VST 75.018

Reykjavík, marz 1977

EFNI

FORMÁLI

EFNISYFIRLIT

GREINARGERÐ

FYLGISKJÖL

ORKUSTOFNUN

Laugavegi 116

Reykjavík.

75.018

15. marz 1977

Frumáætlun um virkjun Héraðsvatna við býlið Villinganes var fullgerð í maímánuði 1975. Niðurstöður gáfu til kynna, að virkjunin væri það álitleg, að rétt væri að halda áfram rannsóknum á þeim stað. Var þeim haldið áfram þá um sumarið.

Í árslok 1975 var VST falin gerð hönnunaráætlunar um virkjunina, þar sem byggt yrði á frumáætlun, jarðfræðirannsóknum sumarið 1975 og nýjum uppdráttum í mælikvarða 1 : 2.000 af fyrirhuguðu virkjunarsvæði. Vinna við gerð hönnunaráætlunar hófst vorið 1976, en þá lágu fyrir bráðabirgðaniðurstöður jarðfræðirannsókna.

Raunfallhæð fyrirhugaðrar virkjunar er 58 m, sem að mestu leyti fæst með stíflu í árfarvegi. Virkjað rennsli er ráðgert 59 kl/s og uppsett afl 30 MW. Stofnkostnaður vinnsluvirkja er áætlaður 3900 Mkr. miðað við verðlag eins og það var í maí 1976.

Niðurstöður áætlunar staðfesta fyrri ályktanir um Villinganesvirkjun. Áætluð orkuvinnsla í samtengdu landskerfi, 180 GWh/a, jafngildir 6000 nýtingarstundum á ári, og áætlað orkuverð við stöðvarvegg er nálægt 2,84 kr/kWh miðað við, að árlegur kostnaður verði 13,13 af hundraði stofnkostnaðar.

Nú kann að verða talið æskilegt að setja upp meira afl en 30 MW, ef ráðizt verður í virkjunarframkvæmdir. Má í því sambandi benda á hugsanlegar virkjanir ofar á vatnasviðinu ásamt vatnsmiðlun, sem auka myndi afkastagetu Villinganes-virkjunar. Um þessi atriði er rætt nokkru nánar í 8. kafla greinargerðar og m.a. gerð áætlun um 40 MW virkjun með einni vélasamstæðu. Stofnkostnaður þeirrar virkjunar er áætlaður 4.245 Mkr. Viðbótarkostnaður verður því 345 Mkr. eða 34,5 Mkr/MW, þannig að líta má á 10 MW aflviðbót, sem hagkvæmt vara- og toppafl, áður en kæmi til frekari orkunýtingar.

Virkjun við Villinganes verður því sem næst hrein rennslis-virkjun, þar sem nýtileg miðlun verður einungis nálægt 13 Gl. Þrátt fyrir það teljum við eðlilegt rekstraröryggi verða fyrir hendi, þar sem vetrarrennsli er mjög jafnt. Fer það sjaldan niður fyrir 40 kl/s, sem er nálægt vatnsnotkun við meðalálág. Hér ber þó að geta þess, að ályktunin byggist einungis á fimm ára rennslismælingum árin 1971 til 1976, en samanburður við rennsli nokkurra annara vatnsfalla á Norður-landi allt aftur til ársins 1949 styður hana þó einnig.

Kostnaðaráætlanir hafa verið miðaðar við verðlag í maí 1976, eins og áður er minnzt á. Er þetta gert til að auðvelda samanburð við áætlanir um aðrar virkjanir, sem undanfarið hefur verið unnið að, sbr. skýrslu um „VATNSAFL ÍSLANDS“ frá júní 1976. Þegar byggingarkostnaður fer ört vaxandi, eins og verið hefur undanfarið, er nauðsynlegt að endurskoða kostnaðaráætlanir í heild öðru hverju, og þá einkum eftir almennar hækkunar á vinnulaunum og leigugjaldi vinnuvéla. Slík endurskoðun verður væntanlega gerð síðar á þessu ári. Í þessu sambandi er rétt að minnast á, að undanfarið hefur verið komið til móts við vaxandi sérkröfur starfsmanna á virkjunarstöðum að því er varðar kaup, aðbúnað og ýmis hlunnindi. Við endurskoðun kostnaðaráætlana þarf að taka tillit til þessa þáttar, sem líklega verður til þess að hækka virkjunarkostnað eitthvað meira en almennar verðbreytingar segja til um.

Kostnaðaráætlun um vélbúnað virkjunarinnar er byggð á bráðabirgðatilboðum frá vélaframleiðendum í Vestur-Pýzkalandi, Noregi og Svíþjóð. Verkfræðistofan Rafteikning hf. hefur verið til ráðuneytis um rafbúnað og hefur áætlað innlendan kostnað við vélbúnað.

Umrædd áætlun um virkjun Héraðsvatna við Villinganes verður að teljast fullnægjandi til ákvarðanatöku um framkvæmdir. Við teljum, að óvissuþættir séu fáir og engir mikilvægir, en samhliða gerð útboðsgagna, ef til kemur, þurfa að fara fram viðbótarathuganir á jarðlagaskipan og líklegum byggingar-efnum. Þá þarf að gera líkanprófanir á framhjärennslisgöngum og botnrás, bæði að því er varðar falltöþ og rof neðan botnrásar.

Við viljum þakka gott samstarf við Orkustofnun við áætlanagerðina og eru reiðubúnir til frekari samvinnu hér að lútandi.

Virðingarfyllst,

Sigurjón Helgason
Sigurjón Helgason

Loftur Þorsteinsson
Loftur Þorsteinsson

KOSTNAÐARYFIRLIT

Stíflur	660	Mkr.
Yfirfall	150	"
Inntak og botnrásargöng	385	"
Stöðvarhús, hús á botnrás, stigahús og útvirki	245	"
Frárennslisskurður	58	"
Vegagerð	90	"
Stöðvarvarðahús	32	"
Vélar og búnaður	945	"
	Samtals:	2.565 Mkr.
Ófyrirséð 5% af 760 Mkr.	38	"
Ófyrirséð 15% af 1.805 Mkr.	271	"
	Samtals:	2.874 Mkr.
Verðhækkanir	230	"
	Samtals:	3.104 Mkr.
Hönnunar- og umsjónarkostnaður	310	"
	Samtals:	3.414 Mkr.
Undirbúningskostnaður	130	"
	Samtals:	3.544 Mkr.
Vextir á byggingartíma	356	"
	Samtals:	3.900 Mkr.
	<u>Heildarkostnaður:</u>	<u>3.900 Mkr.</u>

Stofnkostnaður á afleiningu: $\frac{3900}{30} = 130$ Mkr/MW

Stofnkostnaður á orkueiningu: $\frac{3900}{180} = 21,67$ kr/kWh/a

Orkuverð við stöðvarvegg: $\frac{3900}{180} \cdot 0,1313 = 2,84$ kr/kWh

HELZTU EINKENNISTÖLURVatnasvið:

Eystri-Jökulsá við Skatastaði (vhm 144)	1.100	km ²
Vestari-Jökulsá við Goðdalabrá (vhm 145) ...	808	km ²
Vatnasvið til virkjunarinnar	2.050	km ²

Rennsli:

Meðalrennsli (reiknað)	62,1	kl/s
Hönnunarflóð á yfirfalli (áætlað)	1.800	kl/s
Aftakaflóð (áætlað)	2.500	kl/s
Mesta mælt rennsli (að hluta áætlað)	550	kl/s

Inntakslón:

Flatarmál við yfirfallshæð 151,8 m y.s.	1,7	km ²
Rúmmál við yfirfallshæð	33,5	G1
Miðlunarrými frá 151,8 að 142,5 m y.s.	13	G1

Yfirfall:

Lengd	200	m
Krónuhæð	151,8	m y.s.
Vatnsborð í lóni við 1800 kl/s rennsli	154,5	m y.s.

Jarðstíflur:

Heildarlengd	900	m
Krónuhæð	156,5	m y.s.
Krónubreidd	6	m
Mesta hæð	60	m
Flái vatnsmegin	1:1,7	
Flái loftmegin	1:1,5	

Framhjärennslisgöng:

Lengd	270	m
Flatarmál	72,7	m ²
Vatnshraði við fullt álag	0,81	m/s
Stærð botnrásarops	2,5x3,6	m ²
Flutningsgeta við vb. í lóni 151,8 m y.s. ..	300	kl/s

Inntak:

Stærð ristaops	6x10	m ²
Vatnshraði við fullt álag	1,0	m/s

Frárennslisskurður:

Lengd	2.200	m
Botnbreidd	8	m
Fláar	1:2	
Vatnshraði við fullt álag	1,3	m/s

Stöðvarhús:

Gerð: venjuleg ofanjarðar		
Lengd	22,5	m
Breidd	14	m
Hæð	30	m
Uppsett afl	30	MW

Vatnsvélar:

Franscishverfill á lóðréttum ás	1	stk.
Rennsli	59,1	kl/s
Raunfallhæð	58,0	m
Afl	42.050	Hö
Snúningshraði	250	sn/mín
Nýtni við ástimplað afl	0,92	

Rafali:

Þriggja fasa á lóðréttum ás	1	stk.
Afl	37,5	MVA

cos ϕ	0,8	
Snúningshraði	250	sn/mín
Spenna	11	kV
Nýtni við ástimplað afl	0,975	
Tíðni	50	HZ

Spennar:

30/40 MVA, 132/11 kV	1	stk.
630 kVA, 11/0,4 kV	2	stk.

Afl og orka:

Virkjað rennsli	59,1	kl/s
Hönnunarfalhæð	58,0	m
Afl	30	MW
Rennslisorka (áætluð)	270	GWh/a
Viðbót orkuvinnslu eftir tengingu Norður- og Suðurlandskerfis	180	GWh/a

HELZTU MAGNTÖLUR

Gröftur	248.000	m ³
Sprengingar	77.000	"
Sprengingar, göng	22.000	"
Fyllingar	819.000	"
Steinsteypa	12.400	"
Bein mót	12.900	m ²
Hvelfd mót	4.400	"
Steypustyrktarstál	332.000	kg
Stálfóðrun	17.000	"

E F N I S Y F I R L I T

Bls.

FORMÁLI

Bréf	i
Kostnaðaryfirlit	iv
Helztu einkennistöflur	v
Helztu magntöflur	viii

GREINARGERÐ

1.	Inngangur	1
2.	Lýsing mannvirkja	6
	2.1 Heildaryfirlit	6
	2.2 Stífla og yfirfall	7
	2.3 Inntak, aðrennsli og botnrás	10
	2.4 Stöðvarhús	11
	2.5 Vélar og rafbúnaður	13
	2.6 Vegagerð, stöðvarvarðahús	15
3.	Vatnafræði	17
	3.1 Rennslishættir og orkuvinnsla	17
	3.2 Flóð	21
	3.3 Aurburður	27
	3.4 Ísamál	28
4.	Kostnaðaráætlanir	30
	4.1 Grundvöllur kostnaðaráætlana	30
	4.2 Kostnaðaryfirlit	31
	4.3 Sundurliðaðar kostnaðaráætlanir	32
5.	Jarðfræði	36
	5.1 Inngangur	36
	5.2 Heildaryfirlit	36
	5.3 Jarðfræðirannsóknir	37
	5.4 Stíflustæði	38
	5.5 Jarðgöng	42
	5.6 Stöðvarhús	43
	5.7 Frárennslisskurður	44

E F N I S Y F I R L I T frh.

	Bls.
6. Byggingarefni	45
6.1 Yfirlit	45
6.2 Steypuefni	45
6.3 Kjarnaefni	47
6.4 Síuefni	48
6.5 Stoðfyllingarefni	49
6.6 Grjótvarnir	50
7. Framkvæmd verksins	51
8. Aðrar virkjunarstærðir	53

FYLGISKJÖL

Fylgiblöð

Teikningar

1. INNGANGUR

Í árslok 1975 var Verkfræðistofunni falin vinna við hönnunaráætlun um virkjun Héraðsvatna við Villinganes, þar sem byggt yrði á frumáætlun frá maí 1975, jarðfræðilegum athugunum sumarið 1975 og nákvæmari uppdráttum í mælikvarða 1 : 2.000 með 1 m mun milli hæðarlína. Vinna við gerð hönnunaráætlunar hófst í maí 1976, en þá lágu fyrir bráðabirgðaniðurstöður jarðfræðirannsókna.

Í fyrstu var unnið að ýmsum samanburðarathugunum. Sérstök ástæða þótti til að athuga, hvar hagstæðast yrði að stífla, þar sem boranir sumarið 1975 gáfu til kynna, að berg væri traust og þétt og að því leyti ekki munur á, hvort stíflað yrði lítið eitt ofar eða neðar en ráð hafði verið fyrir gert í frumáætlun. Niðurstöður þessara athugana voru, að hagkvæmast yrði að stífla árgljúfur nálægt 270 m ofar en fyrirhugað var í frumáætlun frá maí 1975.

Yfirfalli hefur verið valinn sami staður og ráðgerður var í frumáætlun, og virðast ekki koma til álita neinar breytingar að því leyti. Hönnunarflóð hefur verið ákveðið 1800 kl/s, en yfirfall getur flutt allt að 2500 kl/s í takmarkaðan tíma án þess að hættuástand skapist. Ítarlegur samanburður var gerður á mismunandi lengd og hæð yfirfalls og hagkvæmast talið, að miða við 200 m yfirfallslengd og yfirfallshæð 151,8 m y.s.

Í frumáætlun var þess getið, að líklega yrði hagkvæmara að lengja frárennslisskurð í árgljúfri og lækka undirvatn fram yfir það, sem ráðgert hafði verið. Þetta hefur nú verið athugað nánar ásamt ákvörðun á líklegri undirvatnshæð í mestu flóðum.

Rennsli um yfirfall mun skila sér niður í árfarveginn eftir gili, sem er rúmlega 1200 m neðan við stíflu-stæðið mælt eftir árgljúfri. Fall árinna á þessum stað er nálægt 2,5^o/oo, en fer síðan vaxandi í 5^o/oo, þar til áin skilar sér út úr gljúfrunum nálægt þremur km neðar. Komið hefur verið upp merkjum til vatns-hæðarathugana í gljúfrunum.

Einkennisstærðir frárennslisskurðar hafa verið ákvarðaðar með tilliti til hagkvæmni, en þær eru, fall 0,4^o/oo, botnbreidd 8 m, fláar 1 : 2 og vatnsdýpt 3,5 m við virkjað rennsli 59,1 kl/s. Vatnshraði í skurðinum verður þá 1,3 m/s. Heildarlengd skurðar er nálægt 2 km. Ráðgerð undirvatnshæð við stöðvarhús er 93,0 m y.s., þegar ekki rennur um yfirfall og virkjað rennsli er 59,1 kl/s. Við hönnunarflóð, 1800 kl/s, er áætluð undirvatnshæð 100,7 m y.s., en nálægt 102,5 m y.s. í aftakaflóði, 2500 kl/s.

Gerður hefur verið samanburður á tilhögunum með stöðvarhúsi ofanjarðar og neðanjarðar og á aðrennsli um skurð og pípu annarsvegar og jarðgöng hins vegar. Ekki kom fram verulegur kostnaðarmunur á hinum mismunandi tilhögunum. Boranir sumarið 1975 gáfu til kynna að traust og þétt berg væri í vestari árbakka, og m.a. með hliðsjón af því er talið álitlegast að hafa aðrennsli um jarðgöng þar. Ráðgert er að sameina aðrennslis- og botnrásargöng, en um göngin verður jafnframt framhjárennsli á byggingartíma. Að lokinni stíflugerð verður komið fyrir botnrásarloku í neðri enda ganganna og stutt hliðargöng sprengd að stöðvarhúsi, sem ráðgert er ofanjarðar við vestari árbakka. Aðalaðkoma að stöðvarhúsi verður austan að um hlað við rætur jarðstíflu.

Einstökum mannvirkjum er lýst nánar í næsta kafla (2. kafla) og þar er jafnframt gerð ítarlegri grein fyrir forsendum áætlunargerðar.

Raunfallhæð virkjunar verður nálægt 58 m eða tveimur metrum meiri en fyrirhugað var í frumáætlun. Aukning á fallhæð verður vegna lengingar frárennslisskurðar, en yfirvatn er hins vegar 1,2 m lægra en áður var fyrirhugað.

Þegar frumáætlun var gerð lágu einungis fyrir skýrslur um þriggja ára rennsli Eystri- og Vestari-Jökulsár, þ.e. árin 1971-1974. Miðað við mælt rennsli þau ár og rennsli Blöndu, Skjálfandafljóts og Svartár í Skagafirði allt aftur til ársins 1949 var reiknað líklegt rennsli til Villinganesvirkjunar í 25 ár, þ.e. frá 1949 til 1974. Nú eru til viðbótar fyrir hendi tveggja ára rennslismælingar vatnsáranna 74/75 og 75/76, en samanburður við þær að svo miklu leyti, sem við var komið, hefur ekki þótt gefa tilefni til frekari athugana að þessu leyti.

Orkuvinnslugeta Villinganesvirkjunar var athuguð í samrekstri Norðurlandskerfis og kerfis Landsvirkjunar eftir að Sigölduvirkjun og Kröfluvirkjun hefðu hafið orkuvinnslu. Niðurstöður þeirra athugana voru, að viðbótarorkuvinnsla heildarkerfis yrði 175 GWh/a með tilkomu Villinganesvirkjunar. Ekki hefur þótt ástæða til að endurtaka þessa athugun, en vegna fallhæðaraukningar má nú gera ráð fyrir viðbótarorkuvinnslu, sem nemur nálægt 180 GWh/a.

Fyrir rennslisháttum og líklegri orkuvinnslu er gerð nánari grein í 3. kafla.

Í 4. kafla þessarar greinargerðar er fjallað um stofnkostnað virkjunarinnar. Miðað er við verðlag eins og það var í maí 1976. Eins og kunnugt er hefur verðbólga verið mikil undanfarið og er virkjunarkostnaður t.d. talinn hafa aukizt um rúmlega 30 af hundraði á tíma-

bilinu frá maí 1975 til maí 1976. Ekki hefur þótt ástæða til að miða við núverandi verðlag, en áformað er, að endurskoða áætlaðan stofnkostnað Villinganes-virkjunar og nokkurra annarra fyrirhugaðra virkjana síðar.

Afl ráðgerðrar virkjunar, 30 MW, miðast við 6000 nýtingarstundir á ári, en jafnframt hefur verið gerð áætlun um stofnkostnað 40 og 60 MW virkjana.

Jarðfræðirannsóknir, sem lágu til grundvallar frumáætlun, voru að mestu bundnar við yfirborðsathuganir, en jafnframt var þykkt yfirborðslaga ákvörðuð með hljóðhraðamælingum. Sumarið 1975 var borað með kjarnabor á fyrirhuguðu athafnasvæði og voru borholur lektarprófaðar.

Í 5. kafla greinargerðarinnar er jarðfræðirannsóknnum lýst í heild samkvæmt upplýsingum starfsmanna Orkustofnunar, sem önnuðust þær. Ekki er að vænta að neitt óvænt komi í ljós að því er varðar jarðgrunn, en þó hvílir nokkur óvissa á, hvernig hagkvæmast er að haga þéttingu undir stíflu í árgljúfri. Óvissa þessi skiptir þó ekki verulegu máli, þar sem gljúfurbotn er einungis um það bil 35 m breiður.

Til grundvallar frumáætlun lágu verulegar athuganir á nærtæku byggingarefni, bæði steypu- og stífluefni. Rannsaka þarf frekar eiginleika kjarnaefnis. Þrátt fyrir það er ekki talin nein óvissa um gerð jarðstíflu, þar sem eiginleikar jökulruðnings til þéttingar eru nú orðið vel þekktir. Nærtækt steypuefni hefur verið prófað frekar.

Rannsóknnum á byggingarefni og eiginleikum þess er lýst í 6. kafla greinargerðarinnar, og er þar að nokkru leyti endurtekið það, sem áður er gerð grein fyrir í frumáætlun.

Í 7. kafla greinargerðarinnar er gerð ítarleg áætlun um, hvernig framkvæmdum verði háttað. Áætlaður framkvæmdatími er 3,5 ár, en að meðtöldum undirbúningstíma má gera ráð fyrir, að orkuvinnsla geti hafizt 4,5 árum eftir ákvarðanatöku um framkvæmdir.

Æskilegt hefði verið að kanna nánar, virkjunaraðstæður og veitumöguleika á efri hluta vatnasviðanna með tilliti til hugsanlegra áhrifa á virkjun við Villinganes. Í 8. kafla er rætt frekar um þessi atriði, en heimildir til slíkrar könnunar eru af skornum skammti enn.

Um umhverfismál er ekki rætt sérstaklega í þessari greinargerð. Miðað við hönnunarflóð, 1800 kl/s, verður vatnsborð í 154,5 m hæð y.s. og í 155,2 m hæð y.s. í aftakaflóði, 2500 kl/s.

Miðað við 155 m hæð y.s. verður flatarmál lónsins tæpir 2 km². Ofan ármóta Eystri- og Vestari-Jökulsár takmarkast lónið að mestu við árgljúfur. Lágur ræktaðar flatir frá býlinu Byrgisskarði á bökkum Vestari-Jökulsár munu þó fara undir vatn. Neðan ármóta fara um 0,7 km² utan árfarvegjar undir vatn og er hluti þess lands ræktaður. Ennfremur munu nálægt 0,5 km² í landi Villinganess neðan stíflu leggjast undir virkjunina að mestu vegna framhjárennslis um yfirfall.

Ekki verður séð fram á nein teljandi umhverfisáhrif önnur en þau, sem hér hefur verið minnzt á.

2. LÝSING MANNVIRKJA

2.1 Heildaryfirlit

Lega virkjunarstaðarins í innanverðum Skagafirði og vatnasviðs virkjunarinnar á hálendinu norðan Hofsjökuls er sýnd á teikn. 2.01.

Yfirlitsmynd af virkjunarsvæðinu er á teikn. 2.02. Héraðsvötn eru stífluð um 2 km neðan ármóta Eystri- og Vestari-Jökulsár. Vötnin renna þarna eftir gljúfri með um það bil 5^o/oo halla, en fossar eða flúðir eru ekki á þessum slóðum. Fallhæð virkjunarinnar skapast því einvörðungu við þá vatnsborðshækkun, sem af stíflugerðinni leiðir auk nokkurrar dýpkunar á farveginum neðan stíflunnar.

Af 59 m heildarfallhæð fást um 55 m með stíflugerðinni en um 4 m með dýpkun farvegar. Hvorttveggja hefur verið ákvarðað með hagkvæmnisreikningum.

Stíflulónið verður um 1,7 km² að flatarmáli og rúmar um 33,5 Gl með vatnsborði í yfirfallshæð (151,8 m y.s.)

Þar sem inntak virkjunarinnar verður við botn lónsins takmarkast niðurdráttur í því aðeins af hagkvæmnisástæðum, þ.e. jafnvægi milli notagildis miðlunar og fallhæðar. Ljóst er, að lónið er of lítið til rennslis- miðlunar að marki umfram dægursveiflur og að hagkvæmast muni því vera að halda sem hæstu vatnsborði í því að jafnaði. Möguleikinn á niðurdrætti er þó mikilvægur til að tryggja full afköst virkjunarinnar um stundarsakir í neyðartilvikum þótt aðrennsli sé í lágmarki. Þannig má t.d. halda 30 MW afli í um það bil 5 sólarhringa með 13 Gl miðlun, þegar lágrennsli er í vötnunum. Svarar það til rúmlega 9 m niðurdráttar í stíflulóninu.

Rekstur virkjunarinnar sem rennslisvirkjunar byggist á lindáreinkennum Jökulsáanna, sem nánar er vikið að í kaflanum um vatnafræði.

Virkjunartilhögun er annars í aðaldráttum sem hér segir:

Aðalstíflan er jarðefnastífla með þéttikjarna úr mórenu, en steipt yfirfall verður á vesturbakka, og rennur flóðvatn frá því eftir nýjum farvegi á kafla en skilar sér aftur í farveg Héraðsvatna um 1 km neðan virkjunar.

Á byggingartíma verður rennslinu veitt fram hjá stíflustæðinu um jarðgöng í vesturbakkanum. Á síðasta byggingarstigi verður lokuvirki komið fyrir við útstreymisopganganna og stutt hliðargöng lögð frá þeim að stöðvarhúsinu, sem verður ofanjarðar í gljúfrinu neðan stíflu.

Göngin verða þannig bæði aðrennslisgöng virkjunarinnar og botnrásargöng auk þess að flytja framhjärennslí á byggingartíma. Um 2 km langur frárennslisskurður er ráðgerður frá stöðvarhúsinu niður eftir árfarveginum.

Mannvirkjum verður lýst nánar hér á eftir.

2.2 Stífla og yfirfall

Í frumáætlun um virkjunina var lega aðalstíflunnar fyrst og fremst byggð á kortum í mælikvarða 1 : 20.000 með 5 m mun milli hæðarlína. Í þessari áætlunargerð er hins vegar byggt á kortum í mkv. 1 : 2.000 með 1 m mun milli hæðarlína. Gerður var samanburður á þremur líklegustu stíflustæðunum, því sem ráðgert var í frumáætlun og öðrum tveimur, um 120 m neðan við og 270 m ofan við það. Efnismagn stíflu á efsta stæðinu reyndist verulega minna en á hinum, auk þess, sem aðstæður fyrir stöðvarhús eru þar beztar.

Gerðar voru hagkvæmniathuganir á stífluhæð bæði með tilliti til lengdar yfirfalls og hæðar þess og þannig fundin hagkvæmasta lausn þessara þátta. Með ákveðinni yfirfallshæð er ljóst að alstíflur hækka með styttingu yfirfalls og hagkvæmasta lengd ákveðst af lægstum orku-kostnaði. Er þá miðað við hönnunarflóð og ákveðna yfirhæð alstíflu umfram tilsvarendi flóðvatnsborð í lóninu. Með ákveðinni yfirfallslengd ber hins vegar að velja yfirfallshæð með tilliti til jaðarkostnaðar afls og orku. Niðurstöður þessara athugana urðu að velja yfirfallslengd 200 m og yfirfallshæð 151,8 m y.s. Til samanburðar má nefna, að tilsvarendi stærðir voru 240 m og 153,0 m y.s. í frumáætlun.

Gert er ráð fyrir jarðstíflu með þéttikjarna úr jökulurð (mórenu). Aðalhluti stíflunnar er í árgljúfrinu, en auk þess þarf að stífla yfir mýrarsund í gömlum farvegi vestan árinna. Afstaða þessara mannvirkja er sýnd á teikn. nr. 2.05. Steypt yfirfall verður á flötu klapparholti vestan gljúfranna og loks er stutt jarðstífla í lægð austan við yfirfallið.

Heildarlengd á jarðstíflum verður um 900 m og mesta hæð um 60 m. Hæð á jarðstíflu er ráðgerð 156,5 m y.s., krónubreidd 6,0 m, flái 1 : 1,7 vatnsmegin og 1 : 1,5 loftmegin.

Gerðar hafa verið rannsóknir á jarðefnum og má af þeim ráða, að allt efni til stíflugerðar sé nærtækt, sjá 6. kafla í þessari greinargerð. Í þéttikjarna er gert ráð fyrir að nota mórenu, sem víða má finna báðum megin árinna, en í kostnaðaráætlun er gert ráð fyrir um 3,5 km flutningsleið frá hlíðinni ofan við býlið Stekkjarflatar. Hins vegar virðist vel mögulegt að fá mórenu nær t.d. í hlíðinni rétt ofan vegarins á mótis við Tyrfingsstaði.

Í síuefni og stoðfyllingu er gert ráð fyrir að nota ármöl frá eyrum við Norðurá. Flutningsleið þaðan er um 5 km. Einnig kann að reynast mögulegt að nota hluta af því efni, sem grafið verður úr frárennslisskurðinum í gljúfrinu neðan stíflunnar.

Efni í grjótvörnir er fyrirhugað að fá úr þeim sprengingum, sem framkvæmdar verða, bæði í gögnum, stöðvarhússgrunni og við vegagerð. Á teikningu nr. 2.06 eru sýnd snið í stífluna.

Jarðfræðiathuganir benda til að bergið, sem stíflan stendur á sé mjög þétt. Boraðar voru kjarnaholur báðum megin gljúfursins um 270 m neðan við stíflustæðið og einnig ein hola á eyri niður við vatnsborð árinna skammt ofan við fyrirhugað stíflustæði. Niðurstöður þessara borana eru sýndar á teikn. nr. 2.17. Þar kemur fram, að í gljúfrinu er allþykkt lag af hnallungamöl, lausum hálf-samlímdum setlögum og e.t.v. mórenu. Er því gert ráð fyrir þéttingu með leðjuskurði niður í gegnum þessi lög. Í kostnaðaráætlun er einnig reiknað með að gera þurfi þéttingar með bergíðælingu, en allar líkur benda til að þær þurfi ekki að verða umfangsmiklar.

Byggingu stíflunnar er að öðru leyti lýst í 7. kafla þessarar greinargerðar. Á teikningum 2.21 og 2.22 er sýnt á hvern hátt er ráðgert að veita vatni úr farvegi árinna meðan á stíflugerðinni stendur.

Yfirfall er á sama stað og gert var ráð fyrir í frum-áætlun. Við könnun á þykkt lausra jarðlaga á yfirfallsstæðinu reyndist hún verulega meiri en áður var reiknað með. Sú niðurstaða er þó fremur óviss að mati jarðfræðinga þeirra, sem að henni unnu. Berggrunnurinn á þessum stað er hins vegar talinn mjög þéttur og ekki ástæða til frekari rannsókna þar að lútandi. Er þar byggt á niðurstöðum kjarnaborunar, sem gerð var við eystri

enda yfirfallsins (sjá teikn. 2.17). Á teikningu nr. 2.07 er sýnd yfirlitsmynd og snið af yfirfallinu. Það er byggt sem þungastífla, lengd 200 m, krónuhæð 151,8 m y.s. og mesta hæð þess um 7 m á 80 m löngum kafla. Hönnunarflóð á yfirfalli er ákveðið 1800 kl/s og er þá reiknað með, að vatnsborð lónsins verði í 154,5 m hæð yfir sjó, en yfirfallið getur flutt allt að 2500 kl/s í takmarkaðan tíma án þess að stíflunni sé hætta búin. Á teikningu 2.07 er markað svæði, sem gert er ráð fyrir, að flóðvatnið renni um. Það fer eftir gömlum farvegi og skilar sér aftur niður í gljúfrið um 1100 metrum neðan við stöðvarhúsið. Á þessu svæði er víðast allþykkur mýrarjarðvegur, sem að hluta hefur verið ræstur fram og ræktaður. Búast má við að hann skolist burt með flóðvatninu að verulegu leyti. Í kostnaðaráætlun er ekki gert ráð fyrir að grafa hann burt nema rétt neðan við yfirfallið.

2.3. Inntak, aðrennsli og botnrás

Botnrásargöngin eru sprengd inn í vesturbakka árgljúfursins og liggja í sveig fram hjá stíflu- og stöðvarhússtæði. Þau verða um 270 m löng, $72,7 \text{ m}^2$ að þverskurðarflatarmáli. Hvelving er hálfhringlaga en neðri hluti rétthyrningur, breidd 7,5 m, hæð í miðju þversniði 10,5 m. Á 30 m kafla efst er hæðin þó 12,0 m, þar sem botninn er sprengdur 1,5 m dýpra. Við botnhæðarbreytinguna er gert ráð fyrir steypu inntaki með fölsum fyrir lokubúnað (varaloku) og inntaksrist.

Lóðrétt upp frá inntakinu er sprengdur stokkur, steypufóðraður og með innsteypum brautum fyrir loku og rist. Yfir stokknum er gert ráð fyrir húsi með rafknúnu spili, sem lyft getur bæði lokunni og ristunum. Stærð rista- og lokuops er $6,0 \times 10,5 \text{ m}^2$ (bxh).

Botnhæð ganga ofan inntaks er 95,5 m y.s., en inntaksbotn er í 97 m hæð y.s. og þaðan verður 30°/oo halli að útstreymisopi ganganna. Þar tekur við opinn skurður með 7,5 m botnbreidd og botnhæð 90 m y.s.

Samkvæmt niðurstöðum jarðfræðiathugana munu göngin liggja í gömlu þéttu basalti með þunnum millilögum alla leiðina. Syðra gangaop nær þó upp í all þykkt setlag (sjá teikn. 75.018.2.19). Steypufóðrun er þó aðeins ráðgerð á um 60 m kafla neðst, þar sem þykkt jarðlaga yfir göngum er minni en um það bil 3/4 af tilsvarandi vatnshæð í lóninu, en setlögin virðast traust, sbr. bls. 42.

Á síðasta byggingarstigi verður göngunum lokað með því að setja varaloku inntaks niður. Hliðargöng að stöðvarhúsi verða þá tengd botnrásargöngunum, lokuvirki steyppt við gangaopið og botnrásarlokum komið fyrir. Hliðargöngin verða um 24 m löng, fóðruð með innsteyptri 3,6 m víðri stálpípu. Botnrásarlokann er vökvadrifin geiraloka, lokuop 3,6 x 2,5 m² að flatarmáli. Til vara er gert ráð fyrir renniloku ofan við geiralokuna, einnig vökvadrifinni.

Yfir lokuvirkinu verður hús yfir stjórnþúnað lokanna, og þar er einnig ráðgert að hýsa neyðarrafstöð virkjunarinnar, 400 kVA dísilsmæði.

2.4 Stöðvarhús

Stöðvarhúsið er ofanjarðar af venjulegri gerð, og er valinn staður niðri í árgilinu að vestanverðu neðan stíflunnar. Stöðvarhússtæðið er sprengt nokkuð inn í gljúfurbakkann upp af allbreiðri nokkuð gróinni malar-eyri.

Sprengrja þarf fyrir neðsta hluta hússins niður í um það bil 82,5 m hæð y.s. Lægsti punktur er botn á dælubrunni í 82,8 m hæð y.s. og sográsarbotn 0,5 m ofar.

Neðsta gólf (hverfilsgólf) er 12,8 x 14,4 m² að grunnfleti í 92 m hæð y.s., einum metra undir venjulegu undirvatnsborði við stöðvarhúsið. Í vesturhorni þess verður 5,2 x 6,2 m² gryfja fyrir hraðloka vatnsvélar. Botnhæð gryfjunnar verður 87,8 m y.s., og að henni liggja 24 m löng þrýstivatnsgöng frá botnrásargöngum. Þau eru fódruð með innsteyptri 3,6 m víðri stálpípu, sem þrengist í 3,0 m aftan við lokann.

Til þess að hindra, að botnlægur aur berist inn í þrýstivatnsgöngin, er gert ráð fyrir um 2 m hæðarmun á gangabotnum við greininguna.

Á hverfilsgólfinu verður gangráður vélarinnar með tilheyrandi þrýstilofts- og olíugeymum. Þaðan verður einnig aðgangur að dælubrunni og gangi undir snigli, en úr þeim gangi verður mannop inn í sográsina undir hverflinum. Tvær dælur verða í dælubrunninum og verður tæming lekavatns sjálfvirk. Tæmipípur frá sográs og snigli liggja inn í brunninn.

Rafalagólf verður í 95,6 m hæð y.s., 12,8 x 15,0 m² að grunnfleti. Þar verður meginhluta rafbúnaðar stöðvarinnar komið fyrir, svo sem 11 kV búnaði, skápum fyrir úttak frá rafala, 0-pkt. og stöðvarnotkun auk stöðvarspenna, segulmögnunarspennis og -rofa.

Á vélasalargólfi í 99,2 m y.s. verða segulmögnunarskápar, liðaskápar og 110 V búnaður. Á þeirri hæð verður einnig verkstæði og varahlutageymsla (undir uppsetningarrými) og herbergi fyrir loftræsistöki og rafhlöður (undir sográsarbrú). Heildarflatarmál þessarar hæðar er 375 m².

Uppsetningarrými er í 102,8 m hæð y.s., 12,8 x 7,5 m² að flatarmáli. Þar verða ökudyr á gafl, 5,5 x 6,0 m², með flekahurð.

Gert er ráð fyrir, að stöðvarhúsið verði steyppt að klöpp upp í 98,8 m hæð y.s., en þar fyrir ofan verði útveggir steypptir í tvöföldum mótum. Þykkt útveggja neðan kranabita er ráðgerð 60 cm og án sérstakrar einangrunar. Ofan kranabita eru veggir hins vegar 25 cm þykkir, einangraðir að utanverðu og klæddir með riffluðum álplötum á timburgrind.

Þak er ráðgert úr verksmiðjuframleiddum rifjaplötum með 5 - 10 cm ásteypu, einangrun þar ofan á og létt timburþak álklætt stólað niður á plötuna.

Stjórnherbergi verður á neðri hæð í sérstöku þjónustuhúsi, tvílyftu, sem byggt er við suðausturgafll stöðvarhússins. Á þeirri hæð er einnig anddyri, snyrtiaðstaða, skrifstofa og geymsla. Á efri hæð er gert ráð fyrir þjónusturými með snyrtingum, eldunaraðstöðu, stofu, og litlu herbergi.

Úr stöðvarhúsinu verður innangengt í botnrásar- og dísilhús eftir steypptum gangi sem sprengdur er niður í stöðvarhlaðið. Þar verða einnig brautir fyrir rafkapla og stýristrengi. Frá botnrásarhúsinu er svo gert ráð fyrir steypptu stigahúsi upp á gljúfurbrúnina við úti- virkið. Verður þar aðkomuleið í stöðina þótt ófært verði niður í gljúfrið, t.d. vegna fannfergis.

2.5 Vélar og rafbúnaður

Villinganesvirkjun tengist stóru orkuveitusvæði, þ.e. samtengdu Norðurlands og Landsvirkjunarsvæði, og hefur því ekki þótt ástæða til að gera ráð fyrir nema einni vélasamstæðu.

Vatnsvélin er Francishverfill á lóðréttum ás með innsteiptum stálsnigli og venjulegri sográs, stálfóðraðri ofan til. Afl hverfilsins við staðalaðstæður, þ.e. 58,0 m raunfallhæð og 59,1 kl/s vatnsnotkun, verður 42.050 hö. Snúningshraði er 250 sn/mín.

Hæð á miðlínu snigils er með tilliti til öryggis gagnvart „kavitasjón“ valin 90,0 m y.s., 3 m undir venjulegu undirvatni við fullt álag.

Vökvadrifinn hraðloki (spjaldloki) verður á þrýstivatnsþípunni við hverfilinn og varaloka í inntaki botnrásarganga.

Rafali er samása hverfli, 37,5 MVA við $\cos\phi = 0,8$, snúningshraði 250 sn/mín, spennan 10,5 kV, segulmögnun statísk. Um annan rafbúnað vísast til einlínummyndar (teikn. 2.19) og teikninga af stöðvarhúsi (teikn. 2.10-.12).

Af ýmsum vélabúnaði má nefna stöðvarkrana með allt að 100 t lyftigetunni, kælikerfi vélasamstæðu með tilheyrandi dælum og þípulögnum, eldvarnarkerfi, loftþjöppur og þrýstiloftskerfi, loftræsikerfi, sográsarlokur og vatnshæðarmæla. Vegna aurburðar Héraðsvatna er gert ráð fyrir að kælikerfið verði lokað hringrásarkerfi með millikæli í undirvatni.

Neyðarraffstöð virkjunarinnar, 400 kVA dísilsmæði, verður í sérstöku húsi yfir botnrás eins og fyr segir.

Aðalspennni virkjunarinnar, 30/40 MVA, 11/132 kV, er komið fyrir á stöðvarhlaði um 15 m frá norðurhorni stöðvarhússins. Olíuþró verður undir spenninum og kapalrás milli spennis og stöðvarhúss.

Útivistirkið verður eins og áður segir, uppi á vesturbrún gljúfursins í rúmlega 130 m hæð y.s. og tengist spenninum með 60 m langri 132 kV loftlínu. Stýri-strengir verða lagðir eftir ganginum milli stöðvarhúss og botnrásarhúss og þaðan í pípum upp eftir stiga-húsinu að útivistirkinu.

Stærð útivistirkisins verður um 15 x 20 m², og er allur búnaður þess venjulegur, sbr. einlínummynd.

Gert er ráð fyrir einni 132 kV háspennulínu frá útivistirkinu til tengingar við „byggðalínuna“ í mynmi Norðurárdals.

Ráðgjafi um rafbúnað, Rafteikning h.f., hefur einnig bent á þann möguleika að leggja byggðalínuna um útivistirki Villinganesvirkjunar, og yrði allur tengibúnaður þá þar.

Kæmi þá væntanlega lína frá Egilsá um Villinganesvirkjun að Norðurárbrú í stað núverandi línukafla milli þessara staða.

2.6 Vegagerð, stöðvarvarðahús

Vegasamband við virkjunarsvæðið er greiðast austan frá, þar sem vegurinn fram Kjálka liggur fram hjá því. Vegalengdin á Norðurlandsveginn í mynmi Norðurárdals er um 5 km, en þaðan eru um 45 km til Sauðárkróks og 70 km til Akureyrar.

Gert er ráð fyrir vegagerð niður í gljúfrið að stöðvarhússtaðinu af aðalveginum um 600 m norðan eyðibýlisins Tyrfingsstaða. Þessi heimreið verður um 500 m löng með 12,5% halla lengst af. Einnig er ráðgert að leggja veg af aðalveginum um stíflukrónuna að útivistirkinu á vesturbakka árgilsins.

Nú er einnig akfært að virkjunarstaðnum vestan frá um veginn að býlinu Villinganesi. Það vegasamband rofnar, þegar botnrásargöngum verður lokað og rennslinu veitt fram hjá vestan vinnusvæðisins.

Gert er ráð fyrir tveimur íbúðarhúsum fyrir gæzlumenn virkjunarinnar, og hefur þeim verið valinn staður í túni Tyrfingsstaða skammt neðan gömlu bæjarhúsanna. Stærð hvors húss er ráðgerð um 500 m³, og kostnaðaráætlun miðast við hefðbundið byggingarlag.

3. VATNAFRÆÐI

3.1 Rennslishættir og orkuvinnsla

Héraðsvötn eiga upptök sín við norðanverðan Höfsjökul í 8 til 900 m hæð yfir sjó. Nálægt 50 km frá sjó greinast þau í tvær megin kvíslar, Eystri- og Vestari-Jökulsá. Eystri-Jökulsá er mun vatnsmeiri og lengri en Vestari-Jökulsá og er lengd hennar frá ármótum að upptökum nálægt 80 km. Vatnsföllin eru því samtals 130 km löng frá upptökum til ósa, þar sem vatnasviðið er talið 3650 km², þar af 225 km² á jökli. Við ármót er vatnasvið Eystri-Jökulsár talið 1200 km² en vatnasvið Vestari-Jökulsár 825 km². Frá ármótum að sjó falla Héraðsvötn um 110 m, þar af nálægt 30 m á efsta 6,5 km löngum kafla, þar sem áin fellur í gljúfrum. Fyrirhugað er að stífla gljúfur þessi upp í tæplega 152 m hæð yfir sjó og nýta nálægt 60 m fallhæð.

Héraðsvötn eru mæld við Grundarstokk (vhm 77) í 9 m hæð y.s. 23 km frá árósum. Vatnasviðið er þar talið 2690 km². Vatnshæðarmæli var komið fyrir á árinu 1953, en vegna ístruflana er hann ekki nothæfur til rennslis-ákvörðunar á lágrennslistímabilum, og mun höfuðmarkmið mælinganna vera ákvörðun vatnshæða með tilliti til vegagerðar í héraðinu.

Á árinu 1970 voru settir síritar í Eystri-Jökulsá við Skatastaði (vhm 144) og í Vestari-Jökulsá við Goðdala-brú (vhm 145). Eru til samfelldar mælingar á báðum mælistöðum frá miðju ári 1971. Ístruflanir hafa nær engar verið síðan og er nákvæmni mælinga talin ágæt. Vatnsvið við Skatastaði er nálægt 1100 km² en við Goðdalabrú 808 km². Vatnasvið Héraðsvatna ofan fyrirhugaðrar stíflu við Villinganes er talið 2050 km², og gert er ráð fyrir, að með nægilegri nákvæmni megi

reikna rennsli á virkjunarstað sem samanlagt rennsli við vatnshæðarmæla 144 og 145 að viðbættu 5,87 af hundraði vegna þess rennslis, sem til fellur neðan mælistaðanna.

Samkvæmt framansögðu hefur rennsli til fyrirhugaðrar virkjunar vatnsárin 71/72 til 75/76 verið ákvarðað og eru vikumeðaltöl rennslis skráð á fylgiblaði 3.1.1. Á þessu tímabili hefur lægsta vikumeðalrennsli orðið 36,2 kl/s í lok janúar 1975 og lægsta dægurmeðalrennsli einungis óverulega minna eða tæpir 36 kl/s. Mesta flóð hefur orðið 27. maí 1976, líklega nálægt 550 kl/s. Þá viku varð meðalrennsli 307 kl/s eða nær tvöfalt hærra en meðalrennsli nokkurrar annarrar viku frá því mælingar hófust á árinu 1971.

Á fylgiblaði 3.1.2 eru línurit, sem sýna meðaltal vikurennslis ásamt mesta og minnsta vikurennslis á mælingatímabilinu (vatnsárin 71/72 til 75/76). Á lágrennslistímabili, sem að jafnaði er frá nóvember-byrjun til marzloka, er rennslið tiltölulega jafnt minnkandi frá um það bil 50 kl/s í 40 kl/s. Að jafnaði má búast við sumarrennsli nálægt 100 kl/s og vikumeðalrennsli sjaldan yfir 150 kl/s.

Héraðsvötn eru talin dragá með verulegu jökulvatni, en í aðalupptakakvísl þeirra, Eystri-Jökulsá, er þáttur jökulvatns talinn ráðandi. Eins og hið tiltölulega jafna vetrarrennsli ber með sér er þó talsverður þáttur rennslis við Villinganes lindarvatn bæði úr Eystri- og Vestari-Jökulsá, þó einkum úr hinni fyrr nefndu.

Á fimm ára mælingatímabili hefur meðalrennsli við Villinganes reynzt 67,9 kl/s samkvæmt þeim ákvörðunarmáta, sem lýst hefur verið. Einungis síðasta vatnsár

75/76 sker sig þar úr með meðalrennsli 76 kl/s, en meðalrennsli hinna er tiltölulega jafnt nálægt 66 kl/s.

Þegar frumáætlun um virkjun við Villinganes var gerð í upphafi árs 1975 lágu einungis fyrir skýrslur um þriggja ára rennsli Eystri- og Vestari-Jökulsár, þ.e. vatnsárin 71/72 til 73/74. Miðað við mælt rennsli þau ár og rennsli Blöndu, Skjálfafljóts og Svartár í Skagafirði allt aftur til ársins 1949 var reiknað líklegt rennsli til Villinganesvirkjunar í 25 ár, þ.e. frá 1949 til 1974. Reiknað meðalrennsli á því tímabili reyndist 62,1 kl/s. „Mælt“ og reiknað rennsli vatnsárin 71/72 til 74/75 hefur verið borið saman og sá samanburður hefur ekki þótt gefa tilefni til endurskoðunar. Vegna mikilla truflana á rennslismælingum Skjálfafljóts var ekki unnt að taka vatnsárið 75/76 með í þennan samanburð, en niðurstaðan bendir til þess að rennslið hafi verið fremur hagstætt síðan rennslismælingar hófust.

Engin veðurathugunarstöð er á úrkomusvæði Villinganesvirkjunar en nálægar stöðvar eru Nautabúi í Lýtingsstaðahrappi og Sandbúðir við Sprengisandsleið. Athuganir á Nautabúi (og áður Mælifelli) eru nær samfelldar frá árinu 1934. Í Sandbúðum hófust þær í okt. 1973, en áður höfðu veðurathuganir verið gerðar á hálendisbrúninni upp af Eyjafirði (Nýjabæ) um átta mánaða skeið. Afstaða þessara stöðva til vatnasviðsins er sýnd á teikn. 2.01 og niðurstöður veðurathugana frá og með árinu 1971 eru á fylgiblaði 3.1.3.

Í eftirfarandi töflu er skráð ársúrcoma, sem mældist á Nautabúi og Akureyri vatnsárin 71/72 til 75/76 og til samanburðar meðalrennsli við Villinganes samkvæmt mælingum við Skatastaði og Goðdalabrú.

Úrkoma í Sandbúðum er tekin með þau 3 ár, sem mælingar þar hafa staðið yfir.

Vatnsár	Ársúrkoma, mm			% af meðalt. '49 - '75		MaQ kl/s	% af reiknuðu MaQ '49 - '75
	N.bú	Ak.	S.b.	N.bú	Ak.		
71/72	657	507	-	135	104	64,7	104
72/73	545	622	-	112	127	65,1	105
73/74	471	572	476	97	117	68,6	110
74/75	532	538	386	109	110	65,1	105
75/76	722	430	501	148	88	76,0	122
Meðaltal	585	534	-	120	109	67,9	109

Ekki er unnt að greina skýra fylgni milli úrkomu og rennslis frá ári til árs, enda varla við því að búast, að þessar stöðvar geti gefið rétta mynd af vatnasvæðinu í heild. Hitafar hefur einnig áhrif á afrennsli af jökli og þar með meðalrennslið. Frávik síðustu 5 ára í heild frá meðalúrkomu árána 1949-75 benda þó í sömu átt og niðurstöður rennslisreikninga, þ.e. að síðustu 5 vatnsár hafi verið fremur hagstæð.

Reiknað meðalrennsli, 62,1 kl/s, svarar til rúmlega 950 mm meðalársúrkomu sé gert ráð fyrir að öll úrkoman skili sér. Samkv. úrkomukorti Veðurstofu Íslands er meðalársúrkoma á vatnasviðið tæplega 900 mm. Munurinn er óverulegur, þegar haft er í huga að úrkomukortið er byggt á mælingum á strjálum stöðvum utan vatnasviðsins.

Sá tími, sem liðinn er, síðan rennslismælingar í Eystri- og Vestari-Jökulsá hófust, er skammur, og framangreindar athuganir benda til þess, að þann tíma hafi rennslið verið fremur hagstætt með tilliti til virkjunar. Með hliðsjón af því hefur ekki verið talin ástæða til að

að endurtaka ákvörðun á líklegri orkuvinnslugetu, sem að sjálfsögðu er bæði háð rennslisháttum og eiginleikum þess orkuveitukerfis, sem virkjunin tengist við.

Í frumáætlun er gerð grein fyrir áætlunum um orkuvinnslu, en í samtengdu „landskerfi“ var hún talin nema nálægt 175 GWh/a. Ráðgerð raunfallhæð virkjunar er 58 m eða tveimur metrum meiri en fyrirhugað var í frumáætlun. Með tilliti til þess má nú áætla orkuvinnslugetu 180 GWh/a, eða nálægt 66 af hundraði rennslisorku miðað við reiknað meðalrennsli 62,1 kl/s.

3.2 Flóð

Síðan reglubundnar rennslismælingar hófust á árinu 1971, hafa mestu flóð í Eystri- og Vestari-Jökulsá mælt 292 og 238 kl/s hinn 27. maí 1976 eða samtals 530 kl/s, en mesta flóð varð þá nær samtímis í ánum að kvöldi dags. Sex stundum síðar mældist hámark flóðs við Grundarstokksbrú nálægt 580 kl/s.

Eins og áður er minnzt á eru til samfelldar vatnshæðarmælingar við Grundarstokk í 23 ár eða frá árinu 1953, en vatnshæðir eru oft truflaðar af ís. Tvisvar á þeim tíma hefur rennslið þar með vissu orðið meira en í maí 1976, þ.e. í maí 1956, nálægt 600 kl/s, og í júlí 1954, nálægt 740 kl/s. Síðar nefnda flóðið, sem er lang mest, hefur líklega að verulegu leyti komið úr Norðurá, en þá urðu skemmdir á þjóðveginum í Norðurárdal vegna vatnavaxta, brúna tók af Valagilsá, og túnið á Fremri-Kotum stórskemmdist af skriðuföllum.

Ákvörðun á mesta líklega flóði við Villinganes verður ekki byggð á vatnamælingum. Til þess er mælingatímabil of stutt, mælingar við Grundarstokk of óvissar og flóðrennsli þar of frábrugðið flóðum í Eystri- og Vestari-

Jökulsá. Hönnunarflóð (sem hefur verið ákveðið 1800 kl/s) hefur því verið grundvallað á stærð og öðrum einkennum úrkomusvæðis ásamt mestri líklegri úrkomu og er gerð nánari grein fyrir þeim reikningum síðar. Enda þótt öll flóð á mælingatímabilinu hafi verið vorleysingaflóð er hér gert ráð fyrir regnflóði, en ástæða er til að ætla að þau geti orðið mun meiri en leysingaflóðin.

Á fylgiblaði 3.2.1 er dregin lína, sem sýnir hlutfallslega hæð vatnasviðs Héraðsvatna við Villinganes og til samanburðar sömu einkenni vatnasviðs Hvítár í Árnessýslu ofan við Árhraun. Af línuritinu sést, að vatnasviðið er að 90 hundraðshlutum ofan við 600 m hæð y.s. og helmingur þess er milli 600 og 800 m hæðar yfir sjó. Hæðarlega vatnasviðs bendir til þess, að leysingar- eða úrkomuflóð að vetrarlagi, sem algeng eru í Hvítá, séu fágæt í Héraðsvötnum, eins og vatnamælingar hafa raunar gefið til kynna. Leysingarflóð að vorlagi eru hins vegar tíð á tímabilinu apríl til loka maímánaðar, en stærsta „mælt“ flóð á þeim tíma er nálægt 550 kl/s.

Varnarstíflur eru miðaðar við, að mesta flóð á byggingartíma verði nálægt 600 kl/s.

Verður nú vikið nánar að forsendum ákvarðana um hönnunarflóð.

Í vatnafræðiritum er að finna ýmsar aðferðir til að áætla flóð í vatnsföllum, þar sem ekki liggja fyrir nægilega langvarandi rennslismælingar til að tölfræðileg flóðaspá sé möguleg.

Aðferð sem byggist á reiknuðu einingargrafi rennslis (kennd við Snyder) mun einna algengust, enda er þar

leitazt við að taka tillit til sem flestra þátta, sem skipta máli, svo sem til gerðar og lögunar vatnasviðsins og líklegs mesta úrfellis.

Reiknað einingargraf fyrir rennsli Héraðsvatna við Villinganes er á fylgibl. 3.2.2. Seinkun flóðtoppsins ($t_p=12$ h á grafinu) hefur verið áætluð með hliðsjón af tveimur línuritum, sem byggð eru á bandarískum mælingum, en halli og lögun vatnasviðsins eru þar lögð til grundvallar.

Annað línuritið gefur $t_p = 15$ h fyrir einkennistöður vatnasviðs Héraðsvatna (byggt á mælingum í Texas) en hitt $t_p = 11$ h (mælingar frá Californíu).

Nokkur hugmynd um seinkun á flóðtoppi fæst einnig með athugun á dægursveiflum rennslis á mælistöðunum í Eystri- og Vestari-Jökulsá í sumarhitum. Seinkun rennslis frá jökulbráð í ágústmánuði sýnist vera 10 - 12 h, og þegar þess er gætt, að vatnið fer þar langa en einnig greiða leið virðist ekki fjarri lagi að áætla seinkun flóðtopps á einingargrafi svipaða.

Flóðtoppur einingargrafsins er reiknaður samkv. jöfnu Snyders $q_p = 2,75 \frac{C_p \times A}{t_p}$ kl/s með $C_p = 0,65$

(Tölustuðli hefur verið breytt yfir í metrakerfi, og svarar til 10 mm úrkomu á 3 h).

A = flatarmál vatnasviðs, km^2

t_p = seinkun flóðtopps í h.

Samkv. Snyder liggur stuðullinn C_p á bilinu 0,56 til 0,69.

Næsta vandamál er að áætla mesta líklegt úrfelli á vatnasviðið.

Í tímaritinu „Veðrið“ (2. hefti 1968) birti Páll Bergþórsson, veðurfræðingur, niðurstöður tölfræðilegra athugana á því hve mikillar úrkomu megi vænta víðs vegar á Íslandi á sólarhring eða skemmri tíma.

Eins og fyrr segir hafa engar veðurathuganir verið gerðar á vatnasvæði Villinganesvirkjunar, en meðalársúrcoma hefur verið áætluð um 950 mm. Á veðurathugunarstöðvum með svipaða meðalúrkomu er „100 ára úrfelli“ samkv. línuriti Páls á bilinu 80 til 100 mm á sólarhring, þ.e. úrfelli sem vænta má að komi á 100 ára fresti að meðaltali. Línuritið nær ekki lengra, en með fram- lengingu má leiða líkur að því að „1000 ára úrfelli“ fari vart yfir 140 mm á sólarhring, á stöðvum með meðal- ársúrkomu á bilinu 900 - 1000 mm. Með hliðsjón af amerískum athugunum á sambandi úrfellis og stærðar vatnasviðs er þessi tala lækkuð niður í 110 mm á sólarhring fyrir vatnasviðið í heild.

Með þessu áætlaða „1000 ára úrfelli“ að viðbættu 80 kl/s grunnrennsli fæst flóðtoppur 2450 kl/s við Villinganes sbr. fylgibl. 3.2.3. Þess ber að geta, að flóðlíkurnar eru væntanlega mun minni en líkurnar á úrfellinu, þar sem sérstakar aðstæður þurfa að vera á vatnasviðinu til að flóðið skili sér á þann hátt, sem einingargrafið gerir ráð fyrir.

Til samanburðar hefur flóð verið reiknað samkv. jöfnu

$$\text{Creagers: } Q = 1,3 \times C \left[\frac{A}{2,59} \right]^{0,935A^{-0,048}}$$

Þar sem Q er rennslið í kl/s

A er flatarmál vatnasviðs í km^2

C = tölustuðull háður aðstæðum á vatnasviðinu.

Samkvæmt athugunum Verkfræðipjónustu dr. Gunnars Sigurðssonar hafa mestu mæld flóð í íslenskum ám svarað til Craegersstuðuls frá $C \approx 5,9$ til $C \approx 22,2$. Athuganirnar ná til vatnsfalla frá Borgarfirði um Suðurland til Austfjarða, en ekki til hinna þurrari svæða Norðanlands.

Niðurstöður þessara athugana er að finna í skýrslu frá maí 1972 um miðlun í Þjórsárverum (ISLE LAKE STORAGE Project Planning Report) og þar er eftirfarandi skrá yfir mestu mæld flóð.

Vatnsfall	Dagur	Vatnasvið (A) km ²	Mælt flóð (Q) kl/s
Þjórsá v. Urriðaf.	05.03.'48	7200	2530
Hvítá v. Árhraun	01.03.'30	4360	3000
Þjórsá v. Norð- lingaöldu	10.12.'70	2020	1600
Hvítá v. Gullfoss	07.02.'60	2000	2000
Þjórsá m. vhm 30 og 97	28.02.'68	875	850
Grímsá í Skriðdal	13.11.'68	500	790
Norðurá í Borgarf.	10.12.'70	518	1000
Ellidaár	28.02.'68	278	215
Fjarðará Seyðisf.	21.09.'53	71	110
Skógá u. Eyjafj.	24.08.'66	34	89
Fjarðará (hluti)	21.09.'53	24	67
Smyrlabjargaá	28.02.'68	20	67
Eyrará í Reyðarf.	11.12.'68	13	60
Hrúta í Reyðarf.	11.12.'68	7	45
Fossá í Reyðarf.	11.12.'68	5	32,5

Betri nálgun á umræddum flóðum en með jöfnu Craegers fæst með veldisjöfnu,

$$Q = C A^{0,665} \text{ kl/s,}$$

þar sem líklegasta gildi á stuðli C er 9,67. Mæld flóð samsvara stuðli á bilinu frá 5,1 til 15,7.

Fyrir Héraðsvötn við Villinganes fæst flóð með jöfnu Craegers og $C = 22,2$ nálægt 2190 kl/s, en með veldisjöfnu og stuðli $C = 15,7$ nálægt 2500 kl/s og nálægt 1540 kl/s með $C = 9,67$.

Að lokum skal minnzt á aðferð til að áætla flóð, þar sem byggt er á niðurstöðum norskra mælinga. Þar er aðeins tekið tillit til stærðar vatnasviðs og meðalafrennslis. Þessi aðferð gefur $Q = 1300$ kl/s, við Villinganes, en þess ber að gæta að stærstu mæld flóð eru lögð til grundvallar en ekki áætluð eða reiknuð aftakaflóð.

Á grundvelli ofangreindra athugana eru mannvirki hönnuð til að standast flóð sem hér segir:

Hönnunarflóð 1800 kl/s. Öll mannvirki eiga að standast þetta flóð ásamt mestu líklegri ölduhæð með fyllsta öryggi í ótakmarkaðan tíma.

Aftakaflóð 2500 kl/s. Öll mannvirki eiga að standast flóðið, en slakað er á öryggiskröfum, t.d. er leyft að vatnsborð stígi upp í malarsíur yfir þéttikjarna jarðstíflunnar.

Varðandi öryggi stíflunnar í takmarkaðan tíma er þó engin áhætta tekin.

Þá er enn fremur gert ráð fyrir að vatnsborðshækkun neðan stíflu í aftakaflóði valdi ekki spjöllum á stöðvarhúsi né heldur öðrum mannvirkjum í gljúfrinu.

Tekið skal fram, að ekki er reiknað með rennsli um botnrás hér að framan, en þar má hleypa fram um 300 kl/s til viðbótar.

3.3 Aurburður

Aurburðarmælingar hafa verið gerðar frá árinu 1974 í Jökulsánum í Skagafirði, og einnig í Héraðsvötnum við Grundarstokk. Út frá mælingunum í Eystri- og Vestari-Jökulsá má áætla, hve mikill framburður berst árlega inn í uppistöðulón Villinganesvirkjunar og hve langan tíma það taki að fylla lónið með framburði við núverandi aðstæður.

Á fylgiblaði 3.3.1 eru birtar bráðabirgðaniðurstöður byggðar á aurburðarmælingum í Vestari-Jökulsá við Goðdalabrú. Lykillinn, sem notaður er við útreikningana, var fundinn út frá 15 aurburðarsýnum teknum í mánuðunum apríl-október á árunum 1974-1976. Niðurstöður mælinga á aurburðarsýnunum eru settar inn á log/log pappír, þar sem rennsli (kl/s) er á X ás, en aurburður (kg/s) á Y ás. Því næst er dregin lína milli punktanna og línuritið notað sem lykill yfir samband aurburðar og rennslis. Í þessu tilfelli dreifast punktarnir mjög óreglulega. Samband aurburðar og rennslis er því ekki gott.

Línurit á fylgiblaði 3.3.2 er byggt á sömu frumgögnum. Sýnir það glögglega hve aurburður (mg/l) er breytilegur eftir árstíma og að rennsli hefur ekki afgerandi áhrif á svifaur.

Ef aurflutningur Vestari-Jökulsár við Goðdalabrú er reiknaður eftir línuritinu reynist svifaurburður vera um 130 þús. tonn á ári að meðaltali og verður við það miðað hér á eftir.

Gizka má á, að svifaur sé rúmlega 3/4 af heildarframburði Jökulsáanna í Skagafirði. Má því gera ráð fyrir u.þ.b. 40 þús. tonnum á ári af botnskriði í Vestari-Jökulsá við Goðdali, eða aurburði alls u.þ.b. 170 þús.

tonn á ári að meðaltali. Mjög fáar aurburðarmælingar hafa verið gerðar í Eystri-Jökulsá, en þar er meðalrennsli nálægt tvöfalt meira en í Vestari-Jökulsá og þáttur jökulvatns í rennslinu einnig meiri. Í Eystri-Jökulsá, má því gera ráð fyrir aurburði, sem nemur a.m.k. 340 þús. tonnum á ári að meðaltali, eða samtals a.m.k. 510 þús. tonn á ári í Héraðsvötnum við Villinganes.

Ef gert er ráð fyrir, að u.þ.b. 70% af aurburðinum setjist til í uppistöðulóninu og þurr rúmpýngd í setinu sem aurburðurinn myndar verði nálægt $1,4 \text{ tonn/m}^3$, þá er heildarsetmyndun nálægt 250 þús m^3 á ári, eða 0,25 Gl. Ef magn aurburðar er rétt áætlað, má því gera ráð fyrir, að 33 Gl lón fyllist á um það bil 130 árum við núverandi aðstæður. Verði hins vegar ráðizt í að virkja Jökulsárnar ofan af hálendisbrúninni niður í Austur- eða Vesturdal mun mikill hluti aurburðarins setjast til í uppistöðulónum á hálendinu.

3.4 Ísamál

Kerfisbundnar ísaathuganir á virkjunarstaðnum munu ekki hafa verið gerðar. Yfirleitt er talið að vatnsföll í Skagafirði valdi sjaldan verulegum skaða vegna ístruflana (S. Rist: Ísalög - Almennt yfirlit - Raforkumálaskrifstofan, Vatnamælingar, Skilagrein 180, 17. nóv. 1959).

Ístruflanir við rekstur virkjunarinnar verða væntanlega hverfandi litlar. Inntakslónið verður lagt í frosta-köflum og vatnsvegir eru það djúpt, að grunnstingulstruflanir geta varla orðið nema í verstu veðrum um skamman tíma, áður en lónið leggur.

Ef mikið skrið er í ánum ofan virkjunarinnar, gætu myndast hrannir í efri endum lónsins í Eystri og Vestari-Jökulsá og valdið vatnsborðshækkun þar upp fyrir lónið. Þetta þarf að athugast jafnframt öðrum umhverfisáhrifum.

4. KOSTNAÐARÁÆTLANIR

4.1 Grundvöllur kostnaðaráætlana

Eftirfarandi kostnaðaráætlanir eru að mestu leyti byggðar á magntölum. Leitast hefur verið við að hafa þær sem sambærilegastar við aðrar áætlanir, sem verkfræðistofan hefur unnið við að undanfögnu.

Við ákvörðun einingarverða er tekið tillit til sérstakra aðstæðna. Þannig verða einingarverð við vinnu í jarðgöngum að jafnaði hærri, en lægri einingarverð fást t.d. þegar unnt er að flytja grafin eða sprengd efni beint í stíflufyllingu.

Áætlanir miðast við verðlag eins og það var í maílok 1976. Miðað er við eftirfarandi kostnað við þá þætti, sem helzt hafa áhrif á einingarverð.

Dagvinnulaun verkamanns (6. taxti)	340	kr/h
Jarðýta, Cat. D9G	16.180	kr/h
Jarðýta með rifjara	19.320	kr/h
Hjólaskófla, 5½ cu. yd	10.120	kr/h
Grjótvagn, 15 t	3.130	kr/h
Borvagn með loftþjöppu	11.500	kr/h
Bílkranir, 10 t	2.810	kr/h
Sprengiefni	400	kr/kg
Sement	16,56	kr/kg
Steypustyrktarstál	110	kr/kg
Timbur, 25 x 150 mm	170	kr/m
Steypa án sements frá steypustöð	4.650	kr/m ³

Þar sem við á eru tollar meðreiknaðir svo og 20% söluskattur og allt að 30% álag vegna erfiðra skilyrða.

Verð á vélum og rafbúnaði er ákvarðað með hliðsjón af verðupplýsingum frá framleiðendum. Í verði véla og rafbúnaðar eru hvorki söluskattur né aðflutningsgjöld meðtalin.

Í kostnaðaráætlunum eru gjöld til landeigenda ótalin.

4.2 Kostnaðaryfirlit (30 MW)

Stíflur	660	Mkr.
Yfirfall	150	"
Inntak og botnrásargöng	385	"
Stöðvarhús, hús á botnrás stigahús og úttiv.	245	"
Frárennslisskurður	58	"
Vegagerð	90	"
Stöðvarvarðahús	32	"
Vélar og búnaður	945	"
	<hr/>	
	Samtals	2.565 Mkr.
Ófyrirséð 5% af 760 Mkr.	38	"
Ófyrirséð 15% af 1805 Mkr.	271	"
	<hr/>	
	Samtals	2.874 Mkr.
Verðhækkningar	230	"
	<hr/>	
	Samtals	3.104 Mkr.
Hönnunar- og umsjónarkostnaður	310	"
	<hr/>	
	Samtals	3.414 Mkr.
Undirbúningskostnaður	130	"
	<hr/>	
	Samtals	3.544 Mkr.
Vextir á byggingartíma	356	"
	<hr/>	
	<u>Heildarkostnaður:</u>	<u>3.900 Mkr.</u>

4.3 Sundurliðuð kostnaðaráætlun (30 MW)

<u>Stíflur</u>				kkf.
Efri varnarstífla, fylling	38.000 m ³ á kr.	410 ..		15.580
Efri varnarstífla, þétting	11.000 m ³ á kr.	715 ..		7.865
Neðri varnarstífla, fylling	2.000 m ³ á kr.	410 ..		820
Gröftur, mold og mýri	110.000 m ³ á kr.	200 ..		22.000
Gröftur, sandur undir mýri	5.000 m ³ á kr.	300 ..		1.500
Gröftur, möl í árgljúfri	6.000 m ³ á kr.	200 ..		1.200
Kjarnafylling, jökulruðningur	138.000 m ³ á kr.	850 ..		117.300
Síufylling, möl	67.000 m ³ á kr.	710 ..		47.570
Grjótvörn, gangagrjót	59.000 m ³ á kr.	600 ..		35.400
Grjótvörn, sprengigrjót (raðað)	37.000 m ³ á kr.	850 ..		31.450
Stoðfylling, möl ...	410.000 m ³ á kr.	710 ..		291.100
Fylling, mold	14.000 m ³ á kr.	200 ..		2.800
Fylling, möl	2.000 m ³ á kr.	680 ..		1.360
Leðjuskurður	900 m ³ á kr.	50000 ..		45.000
Bergþéttingar				30.000
Hreinsun				2.000
Vatnsvarnir o.fl.				7.055
			<u>Samtals:=====</u>	<u>660.000</u>

<u>Yfirfall</u>				kkf.
Steinsteypa	5.240 m ³ á kr.	18000 ..		94.320
Hvelfd mót	1.520 m ² á kr.	8160 ..		12.403
Bein mót	1.710 m ² á kr.	4760 ..		8.140
Steypuskilamót	640 m ² á kr.	4760 ..		3.046
Steypustyrktarstál ..	52.000 kg á kr.	215 ..		11.180
			Flyt:	129.089

<u>Yfirfall frh.</u>			kkf.
		Flutt:	129.089
Gröftur, laus yfirborðslög			
	10.200 m ³ á kr.	200 ..	2.040
Sprengingar	1.230 m ³ á kr.	1400 ..	1.722
Hreinsun undir steypu	1.610 m ² á kr.	4500 ..	7.245
Bergpétting			5.000
Lokræsi, steypuskilapéttingar o.fl.			4.904
		<u>Samtals:</u>	<u>150.000</u>

<u>Inntak og botnrásargöng</u>			kkf.
Gröftur, yfirborðslög	2.000 m ³ á kr.	300 ..	600
Sprengingar	12.000 m ³ á kr.	1400 ..	16.800
Sprengingar, göng ...	20.100 m ³ á kr.	2750 ..	55.275
Sprengingar, lokustrokkur			
	1.800 m ³ á kr.	4400 ..	7.920
Steypa í göngum og strokk			
	2.350 m ³ á kr.	28000 ..	65.800
Steypa í lokuvirki ..	1.250 m ³ á kr.	19000 ..	23.750
Mót í göngum	2.600 m ² á kr.	6800 ..	17.680
Mót í strokk	1.000 m ² á kr.	5700 ..	5.700
Bein mót	800 m ² á kr.	4760 ..	3.808
Steypustyrktarstál í göngum			
	80.000 kg á kr.	315 ..	25.200
Steypustyrktarstál í lokuvirki			
	45.000 kg á kr.	215 ..	9.675
Bergpéttingar, hreinsun o.fl.			5.000
Inntaksrist og ristabrautir			20.000
Inntaksloka, lokuspil og brautir			55.000
Botnrásarloka með öllum búnaði			65.000
Ymis frágangur			7.792
		<u>Samtals:</u>	<u>385.000</u>

Stöðvarhús, hús á botnrás, stigahús

og útvirki

kkf.

Gröftur, yfirborðslög	2.000 m ³ á kr.	300 ..	600
Sprenningar	34.000 m ³ á kr.	1400 ..	47.600
Sprenningar, stöðvargöng	450 m ³ á kr.	4000 ..	1.800
Steinsteypa	3.060 m ³ á kr.	19000 ..	58.140
Steinsteypa, stöðvargöng	200 m ³ á kr.	28000 ..	5.600
Bein mót	7.900 m ² á kr.	4760 ..	37.604
Hvelfd mót	300 m ² á kr.	8160 ..	2.448
Steypustyrktarstál	140.000 kg á kr.	215 ..	30.100
Stálfóðring í göng	17.000 kg á kr.	460 ..	7.820
Þök og frágangur veggja utanhúss			12.000
Loftræsing, hitun og lýsing			15.000
Málmstigir, handrið og ýmsir málmhlutir			7.000
Innréttingar og ýmis frágangur			19.288

Samtals:=====245.000

Frárennslisskurður

kkf.

Gröftur	50.000 m ³ á kr.	400 ..	20.000
Gröftur í vatni	20.000 m ³ á kr.	500 ..	10.000
Gröftur með rifjun	40.000 m ³ á kr.	600 ..	24.000
Sprenningar	2.000 m ³ á kr.	1400 ..	2.800
Ýmis frágangur			1.200

Samtals:=====58.000

Vegagerð

kkf.

Gröftur, laus jarðlög	3.000 m ³ á kr.	300 ..	900
Sprenningar	28.000 m ³ á kr.	1400 ..	39.200
Fylling, mól	30.000 m ³ á kr.	680 ..	20.400
Fylling í hlað	8.000 m ³ á kr.	680 ..	5.440
Ofaníburður	2.000 m ³ á kr.	800 ..	1.600

Flyt: 67.540

<u>Vegagerð frh.</u>	kkf.
	Flutt: 67.540
Akrið, ræsi o.fl.	5.460
Bráðabirgðabruú	17.000
	<u>Samtals: 90.000</u>

<u>Stöðvarvarðahús</u>	kkf.
Tvö hús á kr. 16.000.000	32.000
	<u>Samtals: 32.000</u>

<u>Vélar og búnaður</u>	kkf.
Vatnshverfill ásamt loka og búnaði	376.000
Rafali	355.000
Spennar	47.000
Annar raf- og vélbúnaður	128.000
Stöðvarkrani	39.000
	<u>Samtals: 945.000</u>

5. JARÐFRÆÐI

5.1 Inngangur

Jarðfræðirannsóknir Orkustofnunar á fyrirhuguðu virkjunarsvæði við Villinganes hófust sumarið 1973 og var haldið áfram sumarið 1975 undir stjórn Birgis Jónssonar jarðfræðings.

Hér á eftir fer lýsing hans á rannsóknunum og niðurstöðum þeirra með tilliti til mannvirkjagerðar.

5.2 Heildaryfirlit

Áður hefur verið fjallað nokkuð um yfirlitsjarðfræði virkjunarsvæðisins í skýrslu Orkustofnunar, OS-ROD-7501, Villinganesvirkjun, Jarðfræðiyfirlit, eftir Björn Jóhann Björnsson. Jarðfræðikort af virkjunarstaðnum á teikn. 75.018.2.16 er úr ofangreindri skýrslu, sbr. einnig frumáætlun frá maí 1975, OS-ROD-7522.

Allt svæðið upp með Héraðsvötnum og Jökulsánum, allt til jökla, hefur verið kortlagt jarðfræðilega á vegum Raforkudeildar Orkustofnunar á árunum 1973-76, en skýrslur þar að lútandi hafa enn ekki verið gefnar út.

Berggrunnurinn, sem Héraðsvötn hafa grafið sig niður í, er blágrýtismyndun frá tertiertíma. Berglöggin eru að mestu basaltlög með frekar þunnum millilögum og hallast u.p.b. 5° til ASA. Á virkjunarsvæðinu og í grennd þess er einkum um að ræða svokallað þóleít basalt, yfirleitt óreglulega stuðlað, oft straumflögótt með þunnu gjallkenndu lagi á efra og neðra borði. Við Villinganes eru þessi þunnu gjalllög samlímd og þétt, eins og önnur berglög á svæðinu, og lektarprófanir í borholum sýndu mjög lítinn leka.

Á svæðinu umhverfis fyrirhuguð mannvirki er mikill hluti bergs á yfirborði og í efri hluta gljúfurveggjanna báðum megin ár í þykku og sprungnu lagi. Er það að öllum líkindum andesít (sjá tekn. 75.018.2.16). Mestur hluti stíflustæðis er á þessu bergi. Þrátt fyrir hversu sprungið andesítið er, var kjarnaheimta góð og reyndist það svo til alveg vatnsþétt við lektarprófun.

Stefna Héraðsvatna er mjög mótuð af brotalínum (sjá tekn. 75.018.2.16) og mikið af berggöngum og misgengjum sést í gljúfurveggjunum.

Í gljúfrinu er 10-15 m þykkt lag af jökulruðningi og ármöl. Líklega hafa gljúfrin grafizt í lok síðasta hlýskeiðs og byrjun síðasta jökulskeiðs ísaldar.

Ein borhola, VN-4, hefur verið boruð í setið í gljúfrinu og einnig hafa hljóðhraðamælingar verið gerðar á nálægum malareyrum í gljúfrinu. Neðsti hluti setsins gæti verið mórena eða mjög vel samlímd ármöl. Þar ofan á kemur svo lag með hljóðhraða 1,5-2,5 km/s, svo að hér er ekki einungis vatnsósa lag heldur jafnframt hálf-samlímt. Er þetta sennilega hálf-samlímd ármöl frá síðjökultíma. Efstu metrarnir eru svo laus ármöl, að mestu þurr.

5.3 Jarðfræðirannsóknir

Á tekn. 75.018.2.17 sést staðsetning á þeim borholum og mælingum, sem gerðar voru á virkjunarstaðnum 1974 og 75. Boraðar voru 5 kjarnaborholur, VN-1 til -5, samtals 141,3 m, 17 borrhólar, samtals 121,3 m auk hljóðhraða- og viðnámsmælinga. Hljóðhraðamælingar VJ-1 til 6 voru gerðar haustið 1974. Tekn. 75.018.2.18 og 19 sýna jarðlagasnið á stíflustæði og jarðgangaleið.

Sumarið 1975 var aðallega rannsókuð sú virkjunartilhögun, sem ráðgerð var í frumáætlun um Villinganesvirkjun frá maí 1975. Í skýrslunni var gert ráð fyrir stíflustæði um 270 m norðan þess, sem nú er fyrirhugað. Á teikn. 75.018.2.17 sést, að borholur VN-1 og 5 ásamt nokkrum hljóðhraðamælinganna eru á nyrðra stíflustæðinu. Vorið 1976 var lokið við gerð nákvæmra korta í mælikvarða 1:2.000 með 1 m mun milli hæðarlína. Kom þá í ljós, að mun minna efni þarf í stíflu, sem væri á syðra stíflustæðinu. Eins hafði komið í ljós við boranirnar 1975, að andesítlagið, sem kemur meira við sögu á syðra stíflustæðinu, er álíka vatnspétt og basaltið, sem undir er.

5.4 Stíflustæði

Þar sem engar borholur eru á þeim hluta stíflustæðisins, sem næstur er gljúfrinu, eru jarðlög ákvörðuð af því, sem fram kemur í gljúfurvegg og borholum VN-1, 4 og 5, sem eru utan stíflustæðisins.

Austan ár er þykkt yfirborðslaganna óregluleg. Eru yfirborðslögin sennilega moldarjarðvegur, en er fjær dregur gljúfrunum gæti verið mórena ofan á klöppinni. Hljóðhraðamælingar hafa verið gerðar þarna (sjá teikn. 75.018.2.17 og 2.18), en næsta kjarnaborhola er VN-5, sem er á nyrðra stíflustæðinu um 270 m neðar með ánni. Þar er örgrunnt á fast berg, sem er andesít, en það er á yfirborði á stórum hluta svæðisins (sjá teikn. 75.018.2.16).

Hæð neðra borðs andesítlagsins var mæld á nyrðra stíflustæðinu, en ekki á því syðra. Ríkir því nokkur óvissa um jarðlagamörk þessi eins og þau eru sýnd á sniði A-B á teikn. 75.018.2.18, en þar er andesítið sýnt langleiðina niður að vatnsborði Héraðsvatna í eystri gljúfurveggnum. Þar undir eru basaltlög,

og er gizkað á, að það séu sömu lög og eru undir andesítinu í vesturvegg gljúfursins. Borhola VN-5 náði ekki niður úr andesítinu, sem er mjög sprungið, en þó sérstaklega þétt, eins og lektarmælingar í borholum VN-5, 2 og 3 sýna.

Því sem næst 30 m misgengi er eftir gljúfri Héraðsvatna á stíflustæðinu, þannig að jarðlögin liggja mun hærra á vestari bakka en austan ár. Á teikn. 75.018.2.19 eru jarðlögin í vestari gljúfurvegg dregin upp eftir ljósmyndum og varpað yfir á jarðgangaleiðina, sem er allt að 60 m frá gljúfrinu. Jarðlögin, sem sjást ofan árborðsins samsvara ágætlega því, sem kom fram í borholu VN-1, en hún er um 270 m norðan stíflustæðisins. Jarðlögin, sem ekki sjást neðan árborðsins, eru ákvörðuð af því sem fram kom í neðri hluta borholu VN-1.

Frá gljúfrinu og vestur að borholu VN-2 eru engin laus yfirborðslög ofan á andesítklöppinni, nema í einni djúpri lægð, sem liggur eftir misgengi, þar sem jarðlögin austan megin hafa lyfzt a.m.k. 45 m. Í þessari lægð, sem er greinilega gamall ár- eða flóðfarvegur, er moldarjarðvegur u.þ.b. 5 m þykkur samkvæmt hljóðhraðamælingum (sjá teikn. 75.018.2.18).

Nálægt borholu VN-2 beygir stíflustæðið og stefnir nú nærri beint norður-suður. Grunnt jarðvegssund er sunnan við VN-2 og samkvæmt hljóðhraðamælingum gæti jarðvegsþykktin farið upp í 5 m. Yfirfallið, sem á að verða 200 m langt og steinsteypt, verður á þessu svæði. Mun það standa á andesíti, sem var mjög þétt í borholu VN-2 þótt það sé sprungið, en athuga þarf betur þykkt lausa yfirborðslagsins. Sem dæmi um hve sprungið andesítið er, þá var venjuleg kjarnaheimta úr því alls staðar 100%, en svokölluð RQD-kjarnaheimta (Rock Quality Designation), þar sem ekki eru taldir með

kjarnabútar styttri en 10 cm, var aðeins 50-70%. Andesítið er mjög hart berg og ætti að þola vel vatnsrennsli. Tvö sýni af andesítinu hafa verið brotþolsprófuð hjá fyrirtækinu Robbins Co í Seattle og reyndist brotþolið 2000 og 3200 kg/cm², sem er eins og alsterkasta basalt. Slitþolsprófun hjá sama fyrirtæki sýndi herra slitþol en mældist í basalti. Basaltlögin undir andesítinu voru mun mýkri í borun og hafa því sennilega snöggum lægra brotþol og slitþol en andesítið.

Frá suðurenda yfirfallsins og suður að lögðinni, sem túnið á Villinganesi er í, virðist vera þunnt grýtt yfirborðslag ofan á andesítinu, en í lögðinni sjálfri (sjá teikn. 75.018.2.18) var þykkt yfirborðslaganna könnuð nokkuð ítarlega með borrhóborunum, hljóðhraðamælingum og viðnámsmælingum, auk þess sem ein kjarnahola VN-3 var boruð nálægt 30 m vestan við miðlínu stíflunnar.

Í holu VN-3 (sjá teikn. 75.018.2.18) var efst 6 m þykkt moldarlag, mómold efst, en lagið virðist vera eitthvað blandaðra er neðar dregur eftir borrhóborunum að dæma. Á 6-10 m dýpi er svartur foksandur, e.t.v. dálítið pakkaður. Ofan á andesítinu er um 1 m þykkt svart set, hart og fínkornótt (siltsteinn), sem gaf 100% kjarnaheimtu. Sennilegt er, að setberg þetta tilheyri ekki bergstaflanum en sé yngra og liggi ofan á honum. Svona siltsteinn sést ekki annars staðar á svæðinu. Andesítið er þarna undir með sömu eiginleika og annars staðar á svæðinu.

Samkvæmt jarðfræðikortinu á teikn. 75.018.2.16 er misgengi í þessari lögð, og ætti andesítið að hafa lyfzt meira en 30 m sunnan við misgengið miðað við það, sem sést í gljúfrinu. Því er mögulegt, að basalt eða rautt gjóskuberg sé undir yfirborðslögunum sunnan til í

lægðinni, en ekki andesít. Ekki virðist ástæða til að óttast lekavandamál við þetta misgengi fremur en önnur misgengi á svæðinu, og einnig eru öll lagamót þétt, sem lektarprófuð hafa verið. Lagamótin við neðra borð andesítsins hafa þó ekki verið prófuð. Ef boruð verður kjarnahola, þar sem stíflustæði og jarðgangaleið mætast, verður hægt að prófa þessi lagamót auk þess sem nákvæmari hæð fæst á lagamótunum á jarðgangaleiðinni.

Er hljóðhraðamælingar voru gerðar í gljúfri Héraðsvatna sumarið 1975 kom í ljós að lag, sem var meira en 10 m þykkt og hafði hljóðhraða frá 1,6 - 2,5 km/s, var alls staðar í gljúfrinu, þar sem mælt var. Vatnsósa ármöl hefur hljóðhraða rúmlega 1,5 km/s, en ef mölin er farin að límast nokkuð saman eykst hljóðhraðinn.

Ein kjarnahola, VN-4, var boruð á eyri í gljúfrinu, um 200 m ofan við stíflustæðið, og er setfyllingin á stíflustæðinu áætluð í samræmi við það, sem kom fram í þessari holu og við hljóðhraðamælingar. Efst var alveg laus ármöl, sem þéttist er neðar dró; í 6-7 m dýpi varð nokkuð fastara fyrir og á 13 m dýpi enn harðara lag. Enginn kjarni náðist úr þessum lögum, aðeins einstakir hálfvelktir steinar. Á 16,5 m dýpi var komið í fast berg, rautt heillegt millilag og basalt undir því. Bergið neðst í holunni reyndist þétt við lektarprófanir, en setfyllingin mjög lek.

5.5 Jarðgöng

Á teikn. 75.018.2.19 er jarðlagasnið af jarðgangaleiðinni og eru jarðgöngin merkt inn á sniðið. Lega jarðlaganna í sniðinu er áætluð út frá ljósmyndum af gljúfurveggnum og kjarnaborholu VN-1, sem er rúmlega 100 m norðan við nyrðri gangamunna. Hæð lagamótanna er því ekki nákvæm-

lega mæld í gangaleiðinni og getur skakkað nokkru þar um.

Jarðgöngin verða u.þ.b. 300 m löng og liggja skáhallt gegnum basalt- og millilögin, sem eru undir andesítinu (sjá teikn. 75.018.2.19). Tvö millilög sameinast í eitt nokkurra metra þykkt lag ofan við suðurhluta ganganna, og ná göngin upp í þetta setlag við syðri gangamunnann. Borhola VN-1 nær gegnum þessi lög nokkru norðar við ána. Í borkjarnanum úr VN-1 sést, að millilögin eru mjög vel samlímd og límast einnig sérstaklega vel við basaltlögin. Erfitt er að segja til um, hvort um mikla hrúnhættu sé að ræða þar sem gangapakið er nálægt lagamótum, en útlit borkjarnans bendir ekki til þess, t.d. brotnuðu kjarnabútar við borun ógjarnan á mótum millilaga og basalts, en frekar í sjálfum millilögunum eða í basaltinu.

Norðurhluti ganganna er að mestu leyti í rúmlega 20 m þykku basaltlagi, sem er nokkuð óreglulega stuðlað og með hálfgerðum gjallpokum. Einnig vottar nokkuð fyrir lagskiptingu í þessu lagi.

Göngin liggja í gegnum 2 bergganga, sá syðri er 3-4 m á þykkt og sá nyrðri 6-8 m. Gangarnir eru smástuðlaðri en basaltlögin og liggja stuðlarnir lárétt. Berggangarnir eru yfirleitt úr harðara og þéttara bergi en basaltlögin umhverfis.

Hæð á efri hluta jarðlagastaflans er ákvörðuð með ljósmyndum af bergveggnum og kortum í mælikvarða 1:2.000, en neðri hlutinn er ákvarðaður með hliðsjón af borholu VN-1. Má því búast við ónákvæmni á hæð lagamóta.

Á jarðlagasniðunum er gert ráð fyrir, að jarðlögin liggi lárétt út frá gljúfrinu, en jarðgöngin eru lengst u.þ.b. 60 m inni í berginu. Þó að halli jarðlaganna á stíflustæðinu virðist vera til suðurs, þ.e. samsíða gljúfrinu, þá verður einnig vart við SA-lægan halla þarna í grennd og gætu berglögin því hallast lítið eitt til austurs, þ.e. þvert á gljúfrið og jarðgangaleið.

5.6 Stöðvarhús

Stöðvarhúsið verður niðri í gljúfrinu á stalli, sem sprengdur verður að mestu inn í basaltið rétt austan við nyrðri gangamunnann. Mun þurfa að sprengja fyrir sográs niður undir 82 m hæð y.s.

Þar sem stöðvarhússtæðið sjálfst hefur ekki verið rannsakað, er erfitt að segja til um jarðlögin þar, en setfyllingin í gljúfrinu nær samkvæmt hljóðhraðamælingum niður í 87 m hæð y.s. yzt á eyrinni við stöðvarhússtæðið og sennilega dýpra niður úti í miðju gljúfri. Dýpst verður á fast berg undir austurhorni stöðvarhússins, þar sem það skagar lengst út frá gljúfurveggnum. Nær gljúfurveggnum verður stöðvarhússtæðið sprengt inn í basaltlögin eins og áður sagði.

Eitt rautt millilag gengur sennilega gegnum stöðvarhússtæðið í u.þ.b. 90 m hæð y.s. (sjá teikn. 75.018.2.19). Er lag þetta næst undir þykka basaltlaginu, sem norðurhluti jarðganganna verður að mestu í. Millilagið er aðeins tæpur 1 m á þykkt í borholu VN-1 og mjög heillegt. RQD-kjarnaheimta úr millilagini er 100% og er það vel samlímt við basaltlögin fyrir ofan og neðan.

5.7 Frárennslisskurður

Frárennslisskurðurinn verður um 2 km langur. Gerðar voru hljóðhraðamælingar á áreyrunum frá stöðvarhús-

stæðinu og u.þ.b. 900 m niður eftir skurðstæðinu. Samkvæmt þessum mælingum nær skurðbotninn hvergi niður í basaltið, heldur er allur í setfyllingunni, nema e.t.v. alveg við stöðvarhúsið. Að vísu voru ekki gerðar mælingar á nyrðri hluta skurðarins, en þar er hann orðinn svo grunnur, að mjög ólíklegt er að skurðbotninn nái niður í basaltið.

Mældur hljóðhraði í setinu er um 2,3 km/s, sem er, samkvæmt upplýsingum frá Caterpillar fyrirtækinu, alveg við hámark hljóðhraða í jarðlögum, sem stór jarðýta með riftönn getur unnið á. Hins vegar er setið alveg vatnsmettað, þar sem það er neðan jarðvatnsborðs og við það eykst hljóðhraði nokkuð, svo líklegt er, að unnt sé að vinna á þessum setlögum með riftönn.

6. BYGGINGAREFNI

6.1 Yfirlit

Eins og fram kom í skýrslu VST frá maí 1975 um virkjun Héraðsvatna við Villinganes var gerð skipulögð efnisleit vegna virkjunarinnar sumarið 1974. Á yfirlitsupprætti 2.20 eru sýndir helztu sýnistökustaðir.

Töluverðar rannsóknir voru gerðar á þessum sýnum og kom í ljós að fá mætti nýtileg byggingarefni í nágrenni virkjunarstaðarins. Steypuefni verður tekið á áreyrum milli Héraðsvatna og Norðurár nokkru utan við Flata-tungu. Mölin þar hæfir einnig í síur og einnig stoðfyllingar að hluta. Mjög miklar mórenur eru á virkjunarsvæðinu og má ætla, að víða sé þar að finna hæft kjarnaefni. Fyrirhugað er hins vegar að taka efni í stíflukjarnann úr námu við Stekkjarflatir, sem er skammt innan við stíflustæðið. Allt efni, sem losnar við gangagerð og aðra sprengingarvinnu við framkvæmdirnar, má nýta í stoðfyllingar og grjótvarnir, eftir því sem henta þykir, og loks má væntanlega nýta í stoðfyllingar mest af því efni, sem losnar við gröft frárennslisskurðar. Frekari rannsóknir á steypuefni staðfesta, að efnið er nýtilegt, en hins vegar hafa ekki enn verið gerðar fullkomnar rannsóknir á kjarnaefninu, þar sem sýnin, sem tekin voru 1975, hafa glatazt. Þetta kemur þó varla að teljandi sök, þar sem helztu efniseiginleikar mórenu hér á landi eru yfirleitt svipaðir. Nauðsynlegt er þó að fullnaðarrannsóknir fari fram, áður en framkvæmdir hefjast.

6.2 Steypuefni

Samkvæmt niðurstöðum fyrri rannsókna á hugsanlegu steypuefni vegna virkjunarinnar þótti álitlegasta svæðið til

steypuefnisnáms vera í tungunni milli Héraðsvatna og Norðurár. Í berggreiningu efnisins er það almennt kallað núíð basalt nokkuð fínefnasmurt en í heild ferskt og sterklegt, þó í því séu frá 5 - 10% óæskilegra steinefna fyrir veðrunarþolna steypu. Haustið 1976 voru tekin tvö sýni til viðbótar á þessu svæði og þá til frekari rannsókna. Voru þau tekin úr haug rétt neðan við brúna á Norðurá.

Á fylgiblaði 6.1 eru sýndir sáldurferlar þessarra sýna en þeir eru nánast eins. Helzti munur á sýnunum er, að hlutfall sora er 0 í öðru en 7,3% í hinu. Eftir sigtun var sýnunum blandað saman og sandur og mól skilin að, en því næst gerð blanda, sem notuð var í prófsteypur. Á neðri hluta fylgiblaðs 6.1 eru sýndir sáldurferlar sandsins, malarinnar og blöndunnar. Neðst á fylgiblaðinu eru svo taldir upp nokkrir þættir, sem máli skipta. Þar skal sérstaklega bent á mettivatnshlutfallið, sem í prófblöndunni hefur væntanlega verið rúmlega 3%, en æskilegt er að mettivatnshlutfall steypunnar verði ekki öllu hærra.

Steyptir voru sívalningar til brotstyrksprófunar og strendingar til frostþolniprofunar. Niðurstöður ásamt helztu einkennistöllum prófsteypunnar eru sýndar á fylgiblaði 6.2. Samkvæmt þeim er brotþol sívalnings eftir 28 daga 233 kg/cm² fyrir 304 kg af sementi í m³ af steypu, sem er ágætt. Niðurstöður frostþolniprofana voru, að endingarstuðull mældist 98 eftir 300 umferðir, en það bendir til þess að engar sprungur hafi verið í strendingunum þá. Hins vegar flysjaðist lítilllega utan af þeim, sem líklega veldur þessari lækkun endingarstuðulsins, en hann getur hæst orðið 100.

Að lokum þykir rétt að benda á, að sorahlutfall allflestra sýna úr tungunni hefur reynzt frá 5 - 8%.

6.3 Kjarnaefni

Stór svæði í grennd við virkjunarstaðinn eru þakin mórenu, sem nýtileg er sem kjarnaefni. Sýni voru tekin víða og reyndist efnið nokkuð misgróft, en kornadreifing allra sýna var ákvörðuð. Sýnin voru hins vegar flest tekin úr eða a.m.k. mjög nærri yfirborði og gefa því ef til vill ekki rétta mynd af kornadreifingu mórenunnar á hverjum stað. Ítarlegri rannsóknir voru gerðar á sýnum frá tveimur stöðum, annars vegar sýnum 11, 12 og 13, sem tekin voru í námum milli bæjanna Tunguháls og Villinganess, og hins vegar sýnum 22 og 23, sem tekin voru sunnan og ofan við bæinn Stekkjarflatir. Í fyrstu voru gerð þjöppunarpróf á hverju sýni fyrir sig (sbr. skýrslu frá 1975), en síðar voru gerð þjöppunar- og lektarpróf á blöndu sýna frá hvoru svæði.

Á fylgiblaði 6.3 er sýnt svæði sáldurferla sýna 11, 12 og 13, efst á fylgiblaðinu eins og sýnin voru, en í miðju svæði þess hluta sýnanna, sem hefur kornastærð undir 19 mm. Neðst á fylgiblaðinu er sýndur meðalferill sýnanna þriggja og er hann áætlaður neðan við 0,074 mm kornastærð. Út frá meðalferlinum eru þau síumörk ákvörðuð, sem sýnd eru, og loks er þar teiknaður ferill malarsýnis, sem fullnægir síukröfunum.

Á fylgiblaði 6.4 eru sýndir sáldurferlar sýna 22 og 23 á sama hátt og gert er fyrir hin sýnin á fylgiblaði 6.2. Sýni 22 og 23 eru nokkru grófari en hin, en út frá meðalferlinum eru ákvörðuð síumörk, og sáldurferill malarsýnisins liggur innan þeirra marka.

Á fylgiblaði 6.5 er sýndur þjöppunarferill og lektarferill blöndu úr sýnum 11, 12 og 13. Eins og sést eru báðir ferlarnir með litlum krappa, þannig að svipuð gildi lektarstuðuls fást fyrir þjöppunarrakastig frá

13 upp í 16%, sem hentar mjög vel við framkvæmdir. Samkvæmt lektarferlinum fæst lágsti lektarstuðull 5×10^{-7} cm/s við um 14,5% þjöppunarrakastig. Hæsta þurr rúmpýngd miðað við Proctor standard þjöppun er samkvæmt þjöppunarferlinum $2,06 \text{ t/m}^3$ og fæst við um 12,5% rakastig.

Á fylgiblaði 6.6 eru sýndar niðurstöður þjöppunar- og lektarprófs á blöndu úr sýnum 22 og 23. Niðurstöður eru nokkuð frábrugðnar þeim, sem sýndar eru á fylgiblaði 6.5. Þannig er hæsta þurr rúmpýngd $2,17 \text{ t/m}^3$ fengin við 10,5% rakastig og lágsti lektarstuðull fékkst hér 1×10^{-6} cm/sek við um 12,5% rakastig. Þá eru báðir ferlarnir hér krappari og efnið því viðkvæmara gagnvart rakabreytingum.

Þó þessi munur hafi komið fram á mórenu frá Stekkjarflötum annars vegar og Tunguhálsi hins vegar má telja, að hvort efni sem er hæfi allvel sem kjarnaefni í stífluna.

Áður en lengra verður haldið, er nauðsynlegt að gerðar verði frekari rannsóknir á væntanlegu kjarnaefni til ákvörðunar helztu efniseiginleika þess svo sem viðnámshorns, samloðunar o.fl. Æskilegt hefði verið, að þessar niðurstöður lögju fyrir á þessu stigi, en eins og áður segir eru þessir eiginleikar almennt þekktir í mórenu, þannig að ekki kemur að teljandi sök þó stíflan sé nú hönnuð út frá meðalgildum fyrri rannsókna á mórenu af svipuðum uppruna. Þá er og nauðsynlegt að kanna, hvort magn kjarnaefnis í hvorri námu sem er sé nægilegt og að efniseiginleikar þeir, sem fengizt hafa út úr rannsóknum sýna, gefi rétta mynd af námunum.

6.4 Síuefni

Mjög mikið er um malarhjalla og áreyrar í grennd við virkjunarstaðinn, þar sem eflaust má finna nýtilegt síuefni. Allmörg sýni voru tekin á svæðinu sumarið

1974 og sáldurferlar þeirra ákvarðaðir. Þar sem nú þykir sýnt, að hagkvæmast verði að flytja efni í síur norðan frá áreyrunum á mótum Héraðsvatna og Norðurár hefur hér verið valið að athuga sáldurferla nokkurra sýna þaðan, bera þá saman við síukröfur, sem fram koma af sáldurferlum væntanlegs kjarnaefnis.

Á fylgiblaði 6.7 ofantil er sýnt svæði sáldurferla fjögurra malarsýna frá nefndu svæði. Nærri miðju þess svæðis er dreginn meðalferill sýnanna, sem ætti að öðru óbreyttu að vera sáldurferill jafnrar blöndu þeirra. Þar er einnig markað svæði hæfs síuefnis skv. meðalferli kjarnaefnis, þ.e. sýna 22 og 23. Eins og sjá má liggur meðalferill síuefnanna innan síumarka, en þó alveg í neðri mörkum og svæði sáldurferla síuefnanna vikur niður fyrir síumörk á nokkrum kafla. Á neðri hluta fylgiblaðsins er sýndur meðalferill malarsýnanna fjögurra og svæði hæfs síuefnis ákvarðað út frá sáldurferlum sýna 22 og 23 hvorum um sig. Sameiginlegt svæði er skástrikað, en meðalferill malarsýnanna liggur verulega miklu neðar.

Ekki þykir ástæða til að fjölyrða um þessa þætti hér, þar sem vafasamt er að sýnin gefi rétta heildarmynd af svæðinu og því er nauðsynlegt að náíð verði fylgzt með efnispáttum kjarna- og síuefna, þegar til framkvæmda kemur.

6.5 Stoðfyllingarefni

Helztu kröfur, sem gera verður til stoðfyllingarefnis eru, að það sé slitsterkt og með þá kornadreifingu, að síur skolist ekki að marki út í stoðfyllinguna, og jafnframt, að hún skolist ekki út úr grjótvvarnarlagi. Hér er því um mjög víð mörk að ræða, þannig að stoðfylling getur verið mismunandi t.d. vatnsmegin og loft-

megin kjarnans. Almennt þarf sáldurferill stoðfyllingar-
efnis að liggja milli ferla síuefnis og grjótvornarefnis.

Ferlar ýmissa þeirra sýna, sem tekin voru, fullnægja
þessu skilyrði og eru jafnframt slitsterk og því nýtileg.
Hins vegar losnar mikið efni við mannvirkjagerðina, sem
trúlega má nýta að mestu leyti í stoðfyllingar.

6.6 Grjótvornir

Stærð stærstu steina í grjótvörnum er ákvörðuð út frá
vætanlegri öldu á lóni, en stærðadreifing verður að
vera slík, að grjótið sitji vel og að stoðfyllingarefni
skolist ekki út úr grjótvörninni. Til þess að tryggja
það, að grjótvörnin virki eins og til er ætlað, verður
hún byggð upp í tveimur lögum. Verulegur hluti innra
lagsins fæst úr aðrennslisgöngunum, en það sem á vantar
þarf að velja úr sprengingum fyrir öðrum mannvirkjum.
Efni í ytra grjótvornarlagið fæst að mestu úr öðrum
sprengingum, sem nauðsynlegar verða vegna framkvæmdanna.
Hugsanlegt er þó að sérsprengja þurfi í efsta hluta ytra
lagsins, þar sem þörf er stærstra steina, og má þá opna
grjótnám þar sem henta þykir á virkjunarsvæðinu.

7. FRAMKVÆMD VERKSINS

Samkvæmt verkáætlun (teikn. 2.20) er gert ráð fyrir, að verkið taki um $4\frac{1}{2}$ ár frá ákvörðunartöku, þar af er undirbúningstími nálægt 1 ári en framkvæmdatími um $3\frac{1}{2}$ ár. Til þess að sú tímaáætlun geti staðizt, er nauðsynlegt, að þeir verkþættir, sem mestu ráða um framvinduna í heild, séu rétt tímasettir og gangi samkvæmt áætlun. Ber þar fyrst að nefna gerð framhjärennslisganga og stíflu í árgljúfri, og í öðru lagi smíði stöðvarhúss að því marki, að uppsetning véla geti hafizt.

Á teikningu 2.20 eru framkvæmdaárin tölusett 1 til 5, og miðað er við, að ákvörðun um framkvæmdir sé tekin í upphafi 1. árs. Á teikningum nr. 2.21 og 2.22 eru yfirlitsmyndir af virkjunarsvæðinu, sem sýna verkið á þremur byggingarstigum. Framvinda helztu verkþátta er annars ráðgerð þannig í stórum dráttum:

Á 1. ári er unnið að gerð útboðsgagna og verkið boðið út um haustið, bæði byggingarvirki og vélar. Þá verði einnig unnið við aðstöðusköpun á vinnustað á vegum verkkaupa, þ.e. smíði vinnubúða að hluta til, lagningu vegar niður í árgljúfrið ofan stíflustæðis og smíði vinnubrúar.

Ráðgert er, að framkvæmdir verktaka hefjist að vori 2. árs, og verði þá unnið við gerð botnrásarganga, auk jarðvinnu á stöðvarhússtæði (teikn. 2.21, 1. byggingarstig). Gangagerðinni verði lokið og rennsli árinna veitt um göngin fyrir árslok.

Stíflugerð í árgljúfrinu hefist að vori 3. árs, en jafnframt verður unnið við smíði stöðvarhúss og það gert fókheld á árinu, (teikn. 2.21, 2. byggingarstig).

Á 4. ári hefst uppsetning vélabúnaðar og jarðstíflugerð er haldið áfram. Gert er ráð fyrir, að stíflan verði það langt komin seinni hluta sumars, að loka megi botnrásargöngum við inntak (varaloka sett niður) og rennslinu verði veitt framhjá vinnusvæðinu um mýrarsundið vestan yfirfallsstæðisins (teikn. 2.22, 3. byggingarstig). Þá getur smíði botnlökuvirkis og gröftur frárennslisskurðar hafizt.

Á fyrsta fjórðungi 5. árs er ráðgert, að uppsetningu vélbúnaðar ljúki og einnig öðrum verkþáttum að því marki, að gangsetning virkjunarinnar verði möguleg. Stíflugerð lýkur þó ekki fyrr en sumarið eftir, og þá fyrst kemst vatnsborð stíflulónsins í fulla hæð, þegar yfirfall er fullgert og stíflugerð í mýrarsundinu þar fyrir vestan lokið. Gert er ráð fyrir, að verkinu verði að fullu lokið 1. sept. á 5. ári.

Á teikn. 2.20 er einnig stallarit yfir áætlaða þörf mannafla við verkið á hverjum tíma. Hámarkið er um 190 manns á 4. sumri.

8. AÐRAR VIRKJUNARSTÆRÐIR

Í þessari skýrslu hefur verið gert ráð fyrir 30 MW virkjun með einni vélasamstæðu, og miðast sú virkjunarstærð við 6000 h árlegan nýtingartíma. Nú kann önnur virkjunarstærð að verða talin æskilegri, þegar til endanlegrar ákvörðunar kemur, einkum ef gert er ráð fyrir virkjunum ofar á vatnasviðinu síðar ásamt vatnsmiðlun, sem mundi auka orkuvinnslugetu Villinganesvirkjunar. Kemur þá tvennt til greina, annarsvegar óbreytt tilhögun að öðru leyti en því, að vélasamstæða yrði stærri; hins vegar virkjun með tveimur samstæðum, sem skipta mætti í áfanga.

Stærð virkjunar með einni vélasamstæðu takmarkast fyrst of fremst af nýtni hverfilsins við lágrennsli í Héraðsvötnum, en það hefur verið nálægt 40 kl/s undanfarin fimm ár. Af þeim sökum er varla hagkvæmt að virkja meira en um það bil 40 MW með einni vélasamstæðu. Vatnsnotkun yrði þá um 80 kl/s við fullt álag og nýtni hverfils að líkindum yfir 90% niður í um það bil 50 kl/s vatnsnotkun og nálægt 85% við 40 kl/s.

Kostnaðaráætlanir hafa verið gerðar um 40 MW virkjun með einni vélasamstæðu og einnig 40 og 60 MW með tveimur samstæðum. Kostnaðaryfirlit um þessar tilhaganir fylgir hér á eftir og línurit yfir stofnkostnað sem fall af virkjunarstærð er á fylgiblaði 8.1.

Jaðarkostnaður afls er tiltölulega lágur, eða 34.500 kr/kW, og byggist það að sjálfsögðu á því, að mikill hluti byggingarvirkja er óháður virkjunarstærð. Breyting frá einni vélasamstæðu í tvær hefur hins vegar talsverðan kostnaðarauka í för með sér eða nálægt 400 Mkr við 40 MW.

Kostnaðaryfirlit (40 MW)

Stíflur	660	Mkr.
Yfirfall	150	"
Inntak og botnrásargöng	385	"
Stöðvarhús, hús á botnrás, stigahús og útvirki	295	"
Frárennslisskurður	65	"
Vegagerð	90	"
Stöðvarvarðahús	32	"
Vélar og búnaður	1.130	"
	<hr/>	
	Samtals:	2.807 Mkr.
Ófyrirséð 5% af 900 Mkr.	45	"
Ófyrirséð 15% af 1.907 Mkr.	286	"
	<hr/>	
	Samtals:	3.138 Mkr.
Verðhækkningar	251	"
	<hr/>	
	Samtals:	3.389 Mkr.
Hönnunar- og umsjónarkostnaður	339	"
	<hr/>	
	Samtals:	3.728 Mkr.
Undirbúningskostnaður	130	"
	<hr/>	
	Samtals:	3.858 Mkr.
Vextir á byggingartíma	387	"
	<hr/>	
	<u>Heildarkostnaður:</u>	<u>4.245 Mkr.</u>

Kostnaðaryfirlit (2x20 MW)

Stíflur	660	Mkr.
Yfirfall	150	"
Inntak og botnrásargöng	385	"
Stöðvarhús, hús á botnrás, stigahús og útvirki	340	"
Frárennslisskurður	65	"
Vegagerð	90	"
Stöðvarvarðahús	32	"
Vélar og búnaður	1.370	"
	<hr/>	
	Samtals:	3.092 Mkr.
Ófyrirséð 5% af 1.080 Mkr.	54	"
Ófyrirséð 15% af 2.012 Mkr.	302	"
	<hr/>	
	Samtals:	3.448 Mkr.
Verðhækkningar	276	"
	<hr/>	
	Samtals:	3.724 Mkr.
Hönnunar- og umsjónarkostnaður	372	"
	<hr/>	
	Samtals:	4.096 Mkr.
Undirbúningskostnaður	130	"
	<hr/>	
	Samtals:	4.226 Mkr.
Vextir á byggingartíma	424	"
	<hr/>	
	<u>Heildarkostnaður:</u>	<u>4.650 Mkr.</u>

Kostnaðaryfirlit (2x30 MW)

Stíflur	660	Mkr.
Yfirfall	150	"
Inntak og botnrásargöng	420	"
Stöðvarhús, hús á botnrás, stigahús og útvirki	410	"
Frárennslisskurður	75	"
Vegagerð	90	"
Stöðvarvarðahús	32	"
Vélar og búnaður	1.750	"
	<hr/>	
	Samtals:	3.587 Mkr.
Ófyrirséð 5% af 1.385 Mkr.	69	"
Ófyrirséð 15% af 2.202 Mkr.	330	"
	<hr/>	
	Samtals:	3.986 Mkr.
Verðhækkanir	319	"
	<hr/>	
	Samtals:	4.305 Mkr.
Hönnunar- og umsjónarkostnaður	430	"
	<hr/>	
	Samtals:	4.735 Mkr.
Undirbúningskostnaður	130	"
	<hr/>	
	Samtals:	4.885 Mkr.
Vextir á byggingartíma	490	"
	<hr/>	
	<u>Heildarkostnaður: =====</u>	<u>5.375 Mkr.</u>

F Y L G I S K J Ö L

Skrá yfir fylgiblöð og teikningar

Fylgiblöð

	Nr.
Vikumeðaltöl rennslis við Villinganes	3.1.1
Vikumeðalrennsli 1971 til 1976	3.1.2
Veðurathuganir 1971 til 1976	3.1.3
Hlutfallsleg hæð vatnasviðs	3.2.1
Einingarvatnsrit	3.2.2
Úrkomu- og flóðaferill	3.2.3
Skrá yfir aurburð í Vestari-Jökulsá við Goðdalabrá	3.3.1
Vestari-Jökulsá í Skagafirði, við Goðdali aurburður	3.3.2
Steypuefni. Sáldurferlar	6.1
Steinsteypa. Prófblanda	6.2
Kjarnaefni. Kornadreifing. Sýni 11, 12 og 13	6.3
Kjarnaefni. Kornadreifing. Sýni 22 og 23	6.4
Kjarnaefni. Þjöppunarpróf. Sýni 11, 12 og 13	6.5
Kjarnaefni. Þjöppunarpróf. Sýni 22 og 23	6.6
Síuefni. Sáldurferlar. Sýni 18, 19, 20a og 20b	6.7
Stofnkostnaður sem fall af uppsettu afli .	8.1

Teikningar

Afstöðumynd	2.01
Yfirlitsmynd	2.02
Virkjunarsvæði	2.03
Rennsli og vatnsborð	2.04
Stífla. Yfirlitsmynd og langsníð	2.05
Stífla. Þversníð	2.06

Teikningar frh.

	Nr.
Yfirfall. Grunnmynd og snið	2.07
Stöðvarhús og botnrás. Yfirlitsmynd	2.08
Inntak og botnrásargöng	2.09
Stöðvarhús. Snið	2.10
Stöðvarhús. Grunnmynd. Neðri hluti	2.11
Stöðvarhús. Grunnmynd. Efri hluti	2.12
Botnrás og stöðvargöng	2.13
Frárennsli. Grunnmynd og snið	2.14
Stöðvarhús. Útlit	2.15
Jarðfræðikort	2.16
Borholur. Hljóðhraðamælingar. Jarðlaga- snið	2.17
Jarðlagasnið á stíflustæði	2.18
Jarðlagasnið á gangaleið	2.19
Efnisnámur	2.20
Einlínummynd	2.21
Framkvæmdaáætlun og mannaflapörf	2.22
I. og II. byggingarstig	2.23
III. byggingarstig	2.24

Vikumeðaltöl rennslis við Villinganes í kl/s

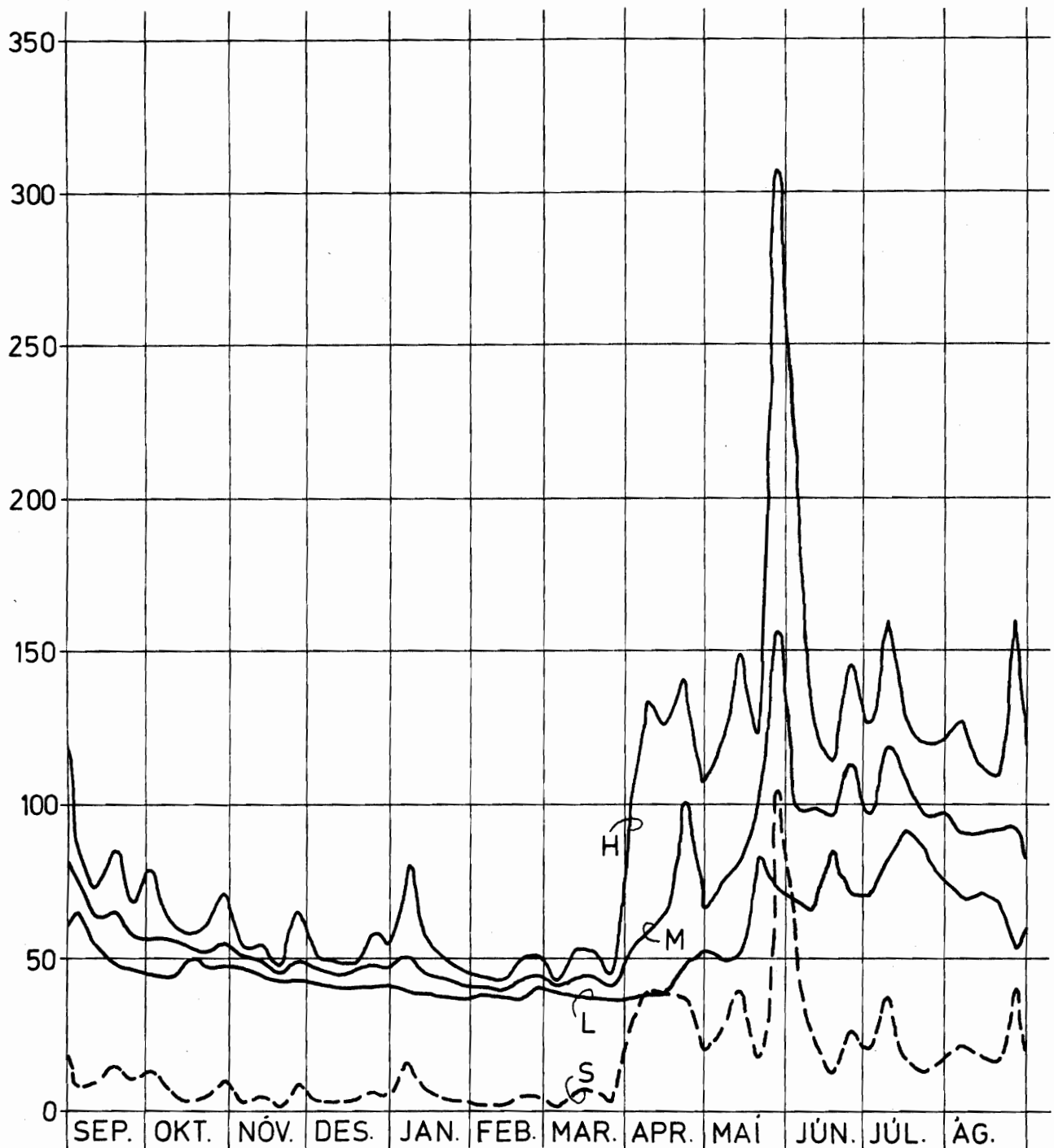
Mán	Vika	71/72	72/73	73/74	74/75	75/76
Sept.	1	65,3	86,1	75,1	77,7	69,0
	2	72,1	60,4	73,6	56,9	54,6
	3	74,4	67,6	85,6	49,5	51,1
	4	55,9	68,1	67,8	46,6	47,4
	5	56,7	57,9	78,9	46,2	45,5
Okt.	6	61,8	58,9	62,5	45,2	55,5
	7	52,7	57,2	50,4	52,3	58,1
	8	52,7	49,6	51,8	47,4	59,5
	9	71,9	47,6	62,2	48,7	49,2
Nóv.	10	49,1	46,8	53,4	52,7	52,2
	11	54,6	44,8	47,6	45,0	54,3
	12	46,0	45,3	46,8	42,4	47,4
	13	65,6	47,1	46,1	43,4	44,5
	14	50,6	46,0	48,8	41,7	43,9
Des.	15	49,6	44,3	45,0	41,0	45,0
	16	48,1	48,3	45,0	40,4	45,5
	17	46,1	47,6	46,0	40,4	58,5
	18	54,9	45,6	45,3	41,8	46,4
	19	46,0	80,2	42,5	38,9	44,5
Jan.	20	44,0	57,2	41,7	38,7	44,8
	21	42,7	49,6	41,7	37,3	44,3
	22	43,3	45,8	41,0	36,2	42,2
	23	42,5	44,0	39,8	39,2	39,9
Feb.	24	41,3	42,2	37,5	37,5	39,6
	25	42,2	43,2	40,0	37,1	49,0
	26	46,0	42,2	51,6	41,7	42,5
	27	40,7	41,5	43,2	39,2	43,2
Mar.	28	40,0	45,0	53,4	37,3	39,6
	29	49,8	52,4	42,0	37,8	39,2
	30	44,1	45,1	41,7	36,2	38,9
	31	40,8	40,5	102,3	43,9	37,3
	32	39,4	41,5	133,8	40,3	39,6
Apr.	33	40,0	83,8	125,8	39,7	38,3
	34	77,5	126,3	141,9	48,8	111,9
	35	60,2	57,0	96,6	42,5	82,4
	36	107,6	52,1	67,0	101,7	49,9
Maí	37	149,0	57,9	87,3	56,0	51,5
	38	121,2	83,2	113,9	89,1	122,5
	39	97,1	81,3	71,3	224,8	307,0
	40	83,2	68,3	89,3	71,8	187,3
Jún.	41	86,3	65,1	93,6	120,1	126,7
	42	86,3	104,5	91,1	84,2	114,5
	43	71,6	130,0	106,0	145,3	115,7
	44	85,8	93,4	70,8	126,9	109,1
Júl.	45	92,6	100,7	83,0	159,6	159,5
	46	91,8	128,5	92,9	116,4	124,8
	47	90,8	94,4	85,6	92,8	119,2
	48	105,5	98,0	74,9	86,5	120,6
Ágú.	49	69,6	83,3	80,0	97,3	126,2
	50	70,8	75,6	88,8	113,6	106,3
	51	70,8	68,9	68,9	83,3	108,7
	52	75,4	95,7	52,9	83,1	159,1
Meðalrennsli		64,7	65,1	68,6	65,1	76,0

Héraðsvötn við VILLINGANES (V)

Vhm 144 (JE) Vhm 145 (JV)

$$V = (JE + JV) \times 1,0587$$

Víkumeðalrennsli 71/72 til 75/76
kl/s



M: meðalrennsli
H: mesta
L: minnsta
S: staðalfrávik

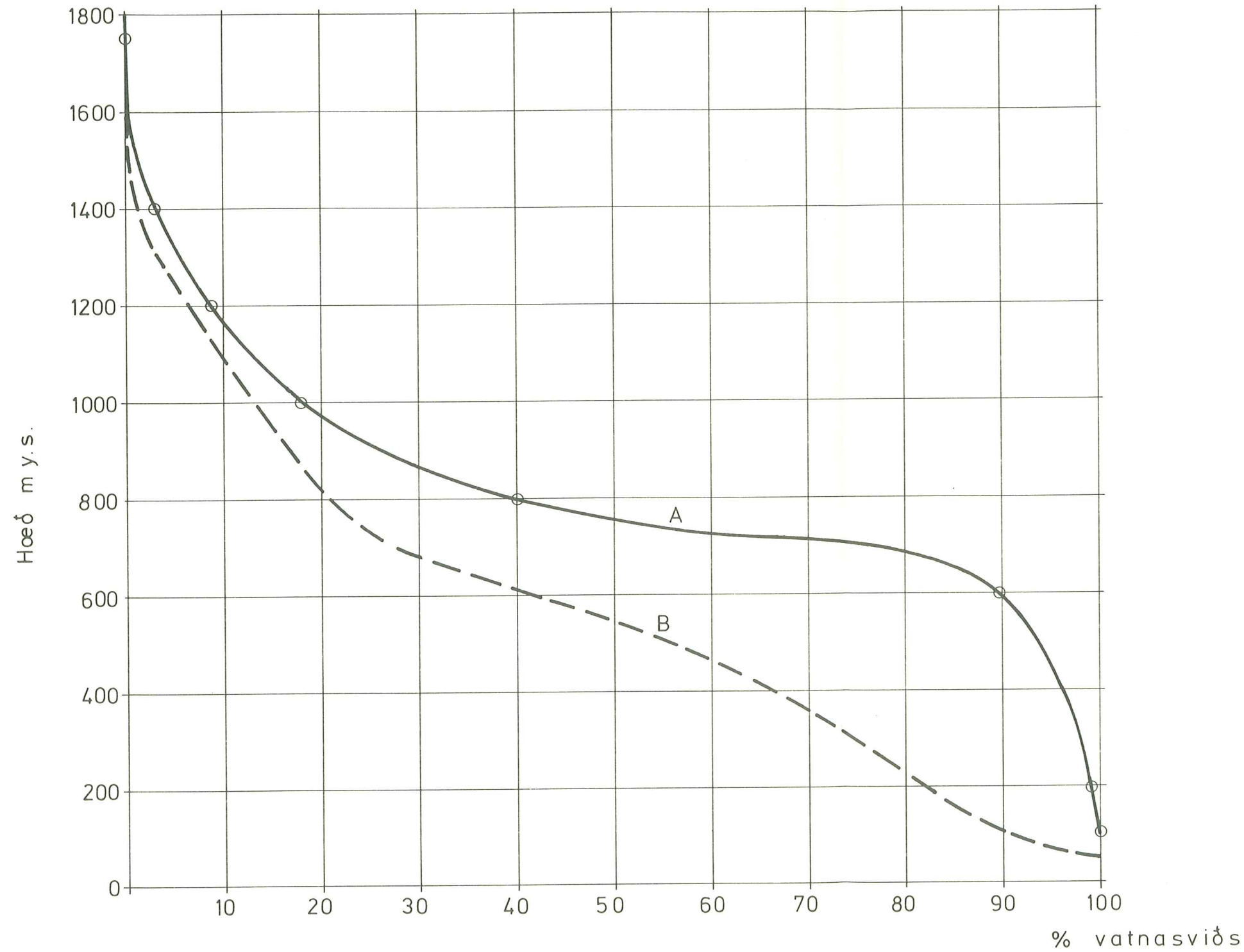
VILLINGANESVIRKJUN

Veðurathuganir 1971 - 1976

Nautabú												
Ár	1971		72		73		74		75		76	
	Mán.	tm °C	Úrk mm	tm °C	Úrk mm	tm °C	Úrk mm	tm °C	Úrk mm	tm °C	Úrk mm	tm °C
Jan.	-6,5	14,2	1,8	20,4	2,0	40,6	-0,4	19,2	-6,2	100,1	-4,4	48,1
Feb.	-1,6	68,5	0,8	15,5	-5,5	95,0	-2,5	57,5	1,6	41,9	-0,8	59,4
Mar.	-0,8	40,1	0,8	55,4	0,4	36,3	3,1	21,5	-1,7	51,4	0,6	35,8
Apr.	1,2	47,6	1,2	44,6	1,5	50,4	5,6	44,0	0,4	28,6	1,6	62,6
Maí	5,0	37,6	7,2	2,0	3,8	21,5	7,0	15,9	5,6	7,9	4,6	32,4
Jún.	7,4	7,5	6,9	73,8	5,8	46,8	8,7	48,5	6,4	47,6	9,4	38,4
Júl.	9,2	79,3	9,6	50,6	9,5	33,7	9,8	30,2	10,1	40,3	11,6	67,7
Ág.	7,9	63,3	8,4	66,1	9,0	26,2	7,9	20,3	9,6	53,5	11,0	60,0
Sep.	6,4	96,4	7,6	55,0	7,9	25,3	4,0	35,5	3,9	66,1	8,2	15,6
Okt.	2,0	68,9	3,0	57,5	2,6	63,4	3,6	53,2	4,1	58,4	4,6	42,3
Nóv.	-1,2	75,3	-1,9	49,2	-4,5	51,4	0,6	18,3	0,5	40,9	1,7	38,5
Des.	-2,0	87,6	-0,1	33,2	-6,5	74,0	-4,8	53,4	-2,8	152,2	-3,6	19,9
Árið	2,3	686	3,7	512	2,2	565	3,6	418	2,6	689	3,7	521

Sandbúðir (Nýibær)		73		74		75		76	
Jan.	Nýibær	- 4,1	23,4	-5,2	31,1	-10,9	63,4	-10,1	20,2
Feb.		-11,0	62,1	-7,1	60,9	- 3,7	36,1	- 6,2	66,2
Mar.		- 5,5	103,7	-2,5	38,3	- 7,7	20,6	- 4,9	32,2
Apr.		- 4,3	116,2	-0,2	29,3	- 5,6	33,3	- 4,3	14,5
Maí		- 3,1	55,8	1,3	19,0	- 1,1	16,4	- 0,9	13,2
Jún.		- 0,3	40,5	4,5	62,4	0,4	25,6	4,3	20,4
Júl.		4,9	22,5	5,4	61,1	6,1	26,1	7,6	64,0
Ág.		4,3	87,7	4,3	48,5	6,8	42,0	5,6	111,3
Sep.		-	-	-0,7	35,3	-1,4	23,5	3,1	11,0
Okt.		- 2,5	49,2	-1,9	36,0	-0,5	37,8	-0,9	26,3
Nóv.		-10,0	22,6	-4,4	24,4	-4,6	41,3	-3,8	30,3
Des.		-11,6	24,1	-10,2	26,8	-8,0	56,0	-8,8	14,1
Árið				-1,4	473	-2,5	422	-1,6	423

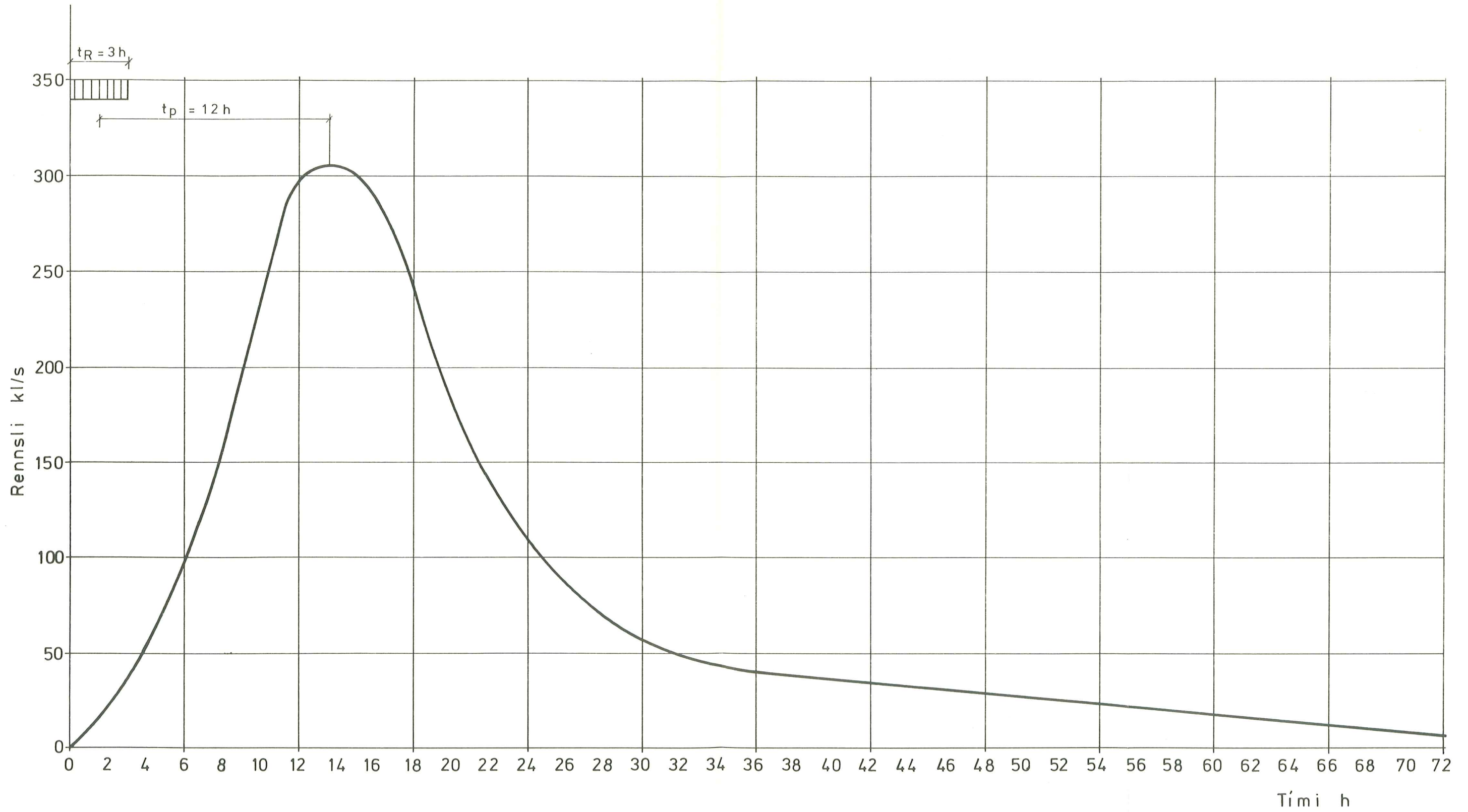
HÉRAÐSVÖTN VIÐ VILLINGANES
 Hlutfallsleg hæð vatnasviðs



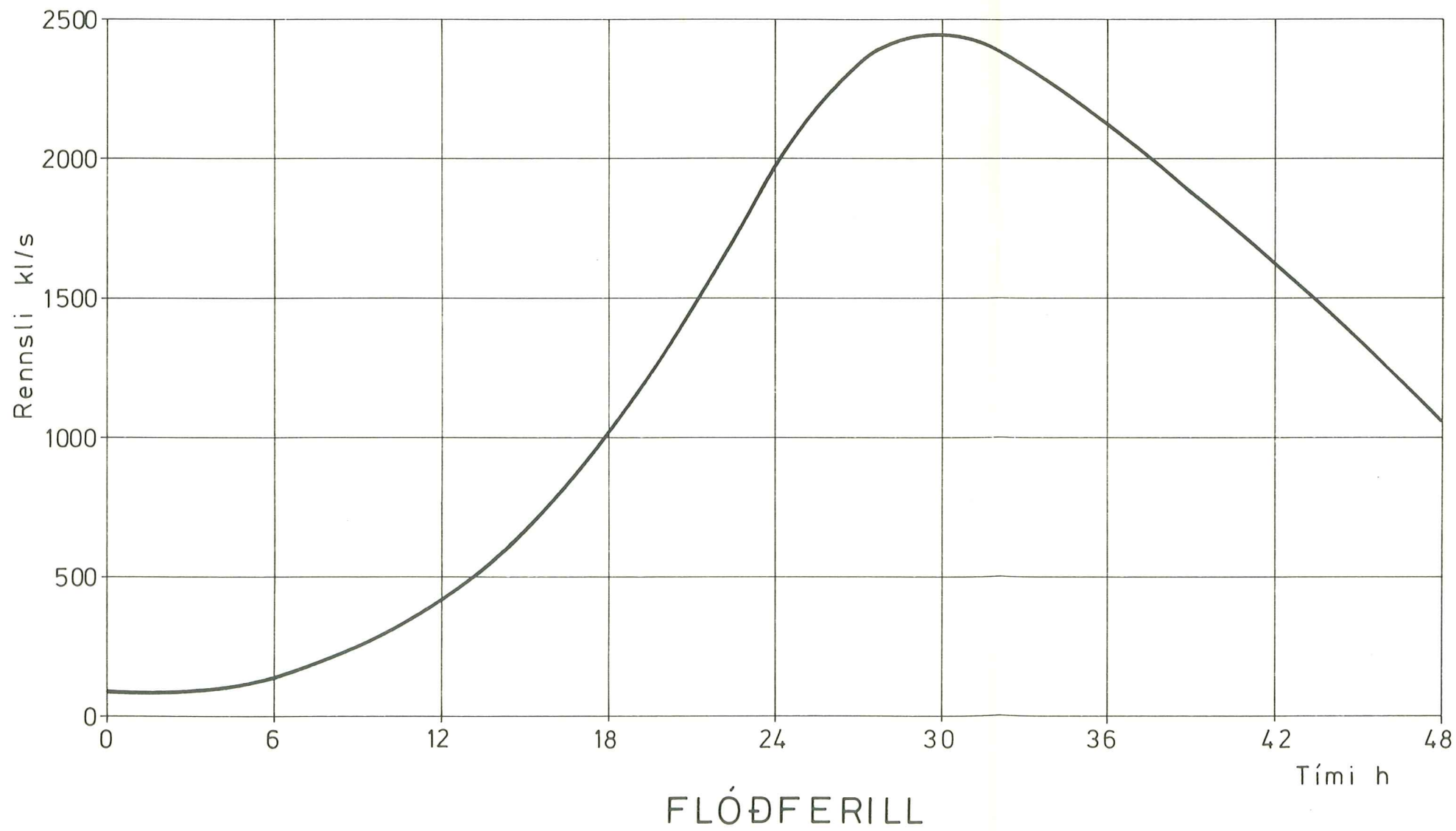
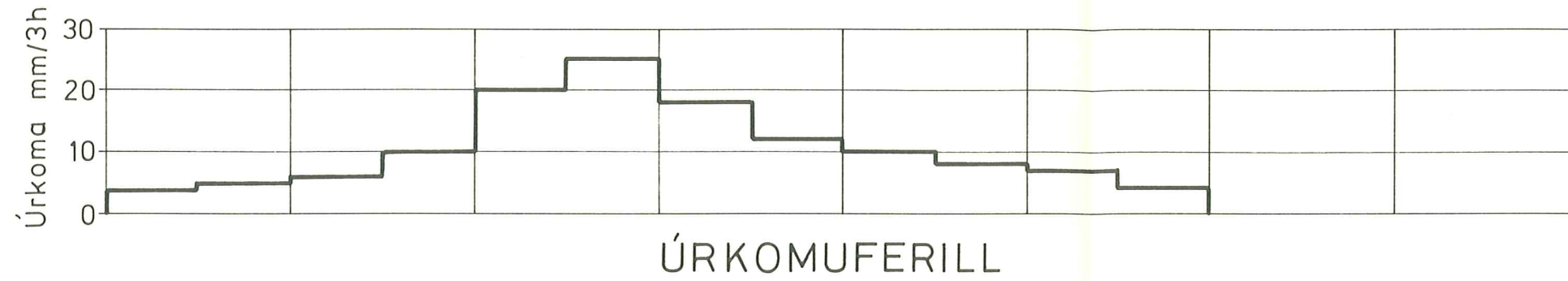
A Héraðsvötn við Villinganes, vatnasvið 2050 km²

B Hvítá við Árhraun, vatnasvið 4360 km² (S. Rist, 1961)

HÉRAÐSVÖTN VIÐ VILLINGANES
Einingarvatnsrit



HÉRAÐSVÖTN VIÐ VILLINGANES
 Úrkomu- og flóðferill



Skrá yfir aurburð í Vestari-Jökulsá við Goðdalabrú
(með fyrirvara um smábreytingar á kl/s)

kl/s	Jan.	Feb.	Marz	Apríl	Maí	Júní	Júlí	Agúst	Sept.	Okt.	Nóv.	Des.	Árið
kl/s	15,5	14,8	15,1	22,2	35,5	18,7	26,0	24,1	24,9	19,3	16,4	15,6	samt.
Tonn s	2700	2200	2500	8100	37000	4700	13800	10900	11700	5400	3100	2700	104.800
Tonn g	900	700	800	3400	21800	1700	6500	4800	5300	2000	1000	900	49.800
Tonn f	1900	1600	1800	4400	14600	2900	6800	5600	5900	3200	2100	1900	52.700
kl/s	20,0	14,6	16,6	30,8	23,0	23,2	24,2	25,5	25,5	21,2	16,5	13,2	102.500
Tonn s	6000	2000	3300	23000	9400	9300	11000	13000	12600	7200	3200	2500	45.600
Tonn g	2300	600	1100	12200	4000	4000	4900	6000	5800	2900	1000	800	53.400
Tonn f	3500	1500	2200	10000	5000	4900	5700	6400	6200	4100	2100	1800	170.800
kl/s	14,1	15,5	17,6	50,4	19,7	21,4	26,1	25,6	19,8	16,0	15,2	13,2	107.700
Tonn s	2000	2400	4000	109200	5700	7200	14000	13200	5600	3000	2400	1600	68.600
Tonn g	600	800	1400	82600	2200	2900	6600	6100	2200	1000	800	500	154.200
Tonn f	1500	1700	2600	33800	3400	4000	6800	6500	3300	2000	1700	1300	87.000
kl/s	13,1	13,3	13,5	16,7	44,5	22,8	27,8	32,8	18,7	17,9	15,7	17,1	66.100
Tonn s	1600	1500	1700	3300	76000	8800	17100	28900	4700	4200	2700	3700	154.200
Tonn g	500	400	500	1100	50900	3800	8400	16000	1700	1500	900	1300	87.000
Tonn f	1200	1200	1300	2200	25600	4700	8000	12000	2900	2700	1900	2400	66.100

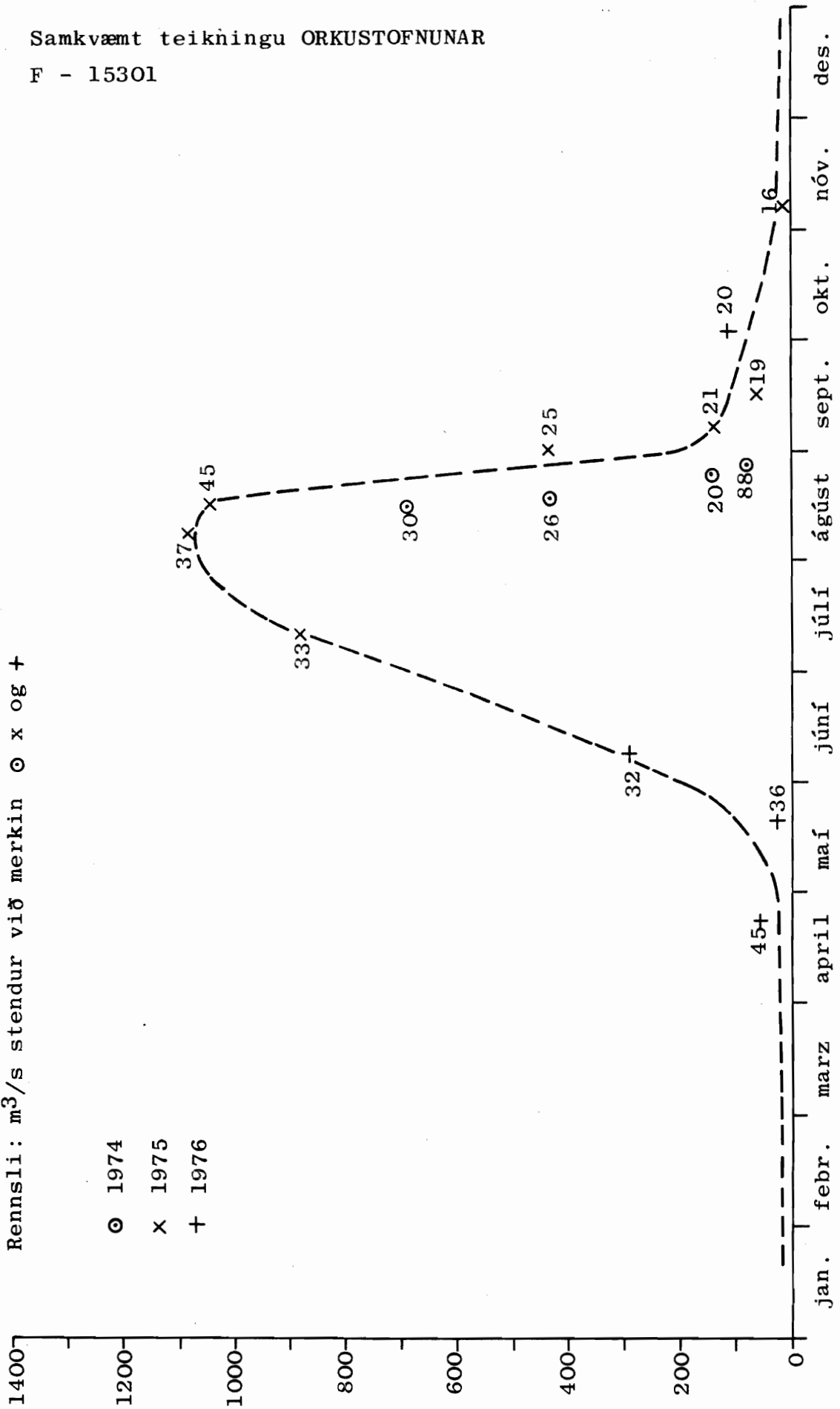
Í þessari töflu eru birtar bráðabirgðaniðurstöður byggðar á aurburðarmælingum í Vestari-Jökulsá við Goðdalabrú. Lykillinn sem notaður er við útreikningana var fundinn út frá 15 aurburðarsýnum teknum í mánuðunum apríl - október á árunum 1974-1976. Niðurstöður mælinga á aurburðarsýnum eru settar inn á log/log pappír, þar sem rennsli (m³/s) er á X ás en aurburður (kg/s) á Y ás. Því næst er dregin lína milli punktanna og línuritíð notað sem lykill yfir samband aurburðar og rennslis. Í þessu tilfelli dreifast punkturnir mjög óreglulega. Samband aurburðar og rennslis er því ekki gott. Tölurnar í töflunni verður að skoða sem bráðabirgðaniðurstöður þar til gerðir hafa verið betri lykjar.

Vestari-Jökulsá í Skagafirði, við Goðdali
AURBURÐUR

Samkvæmt teikningu ORKUSTOFNUNAR

F - 15301

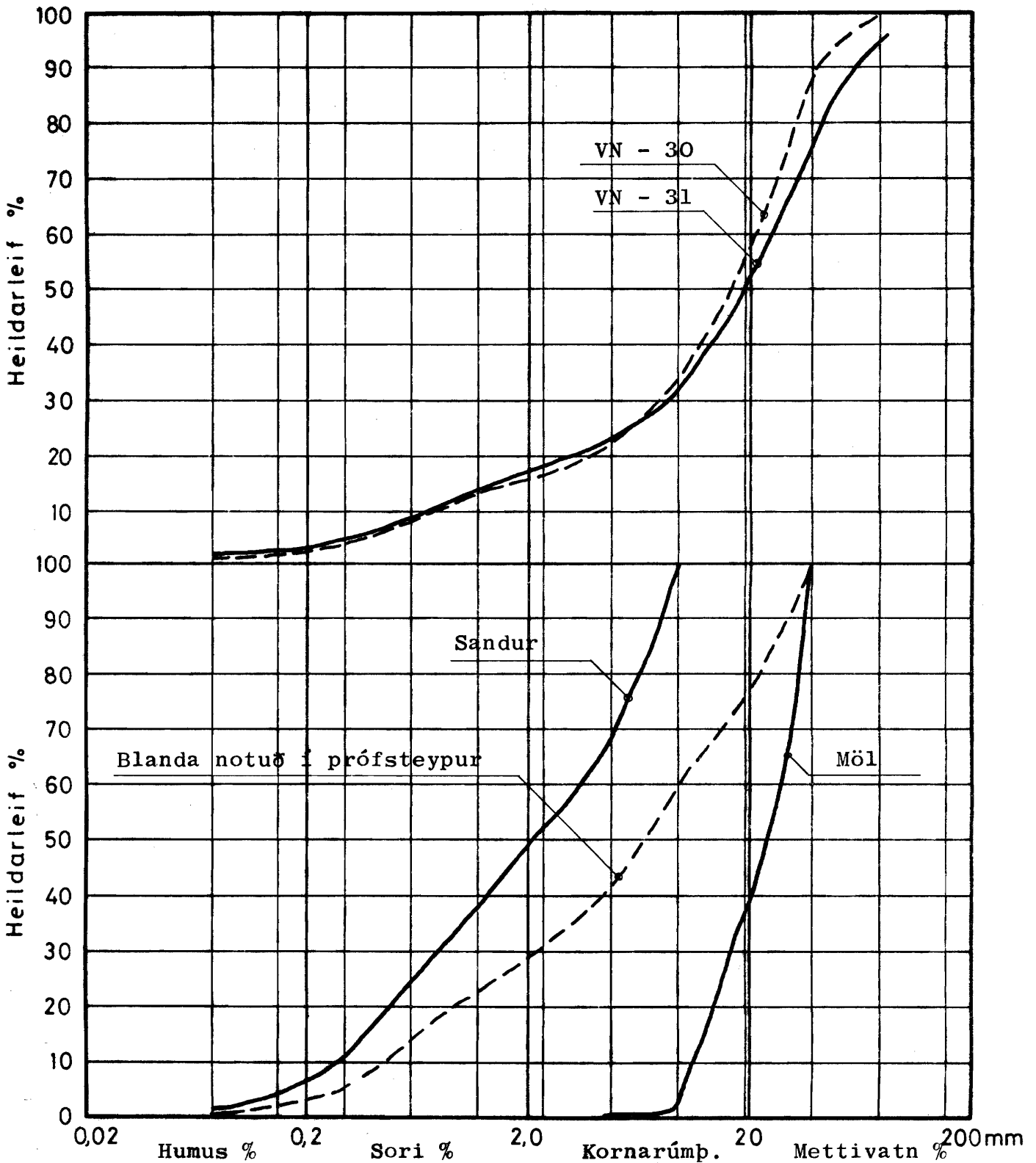
Vestari - Jökulsá í Skagafirði, við Goðdali
Aurburður mg/l (þyngd korna > 0.02 mm í þvermál, er dregin frá)
Rennsli: m³/s stendur við merkin ⊙ x og +



VILLINGANESVIRKJUN

STEYPUEFNI

SILTUR		SANDUR				MÖL			GRJÓT			
US Std sikti	200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1 1/2"	3"	6"



	Humus %	Sori %	Kornarúmp. t/m³	Mettivatn %
VN-30	0	1		
VN-31	0	7,3		
Blanda	0	4,6		
Sandur			2830	3,45
Möl			2850	2,56

PRÓFBLANDA

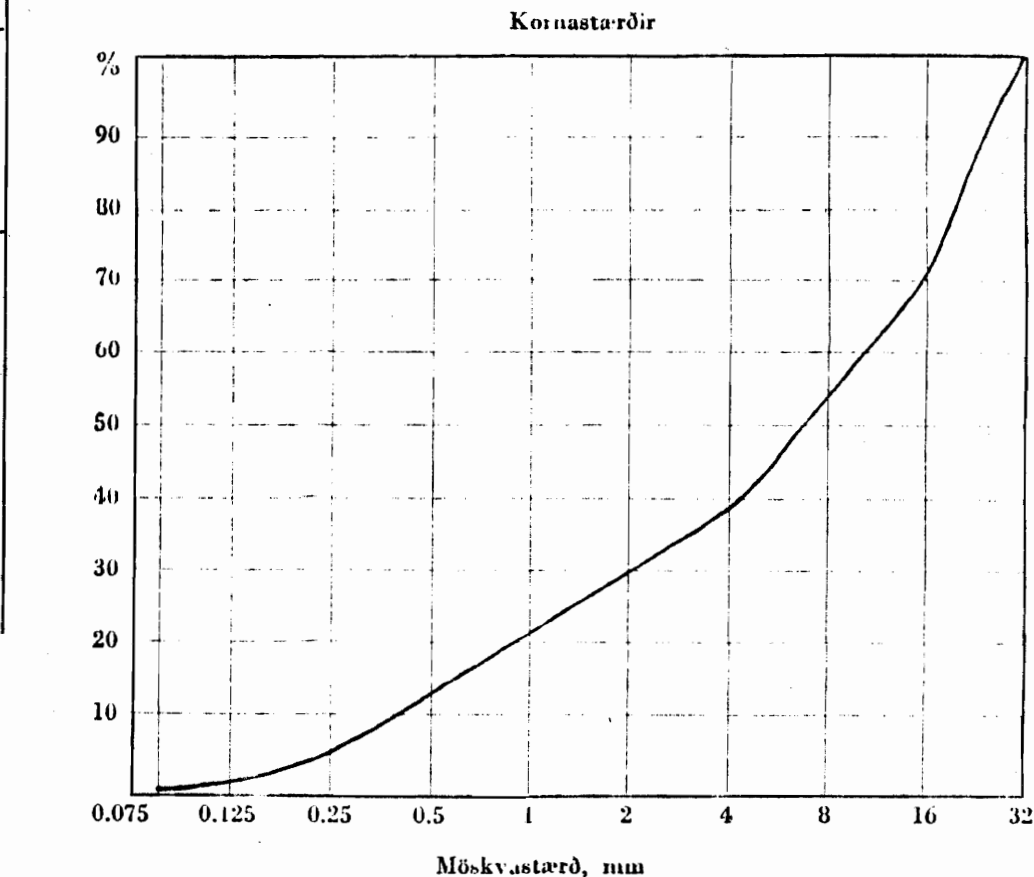
Fyrir Verkfæðistofu Sigurðar Thoroddsen
Vegna Villingarnesvirkjun
Náma

Dags. 17. 1976

Blanda, kg/m³ A 40		Signál, cm	6	Raki % I II III IV
	R. y. p.	Loft %	3.4	
Cement	304	Rúmþ. útr. kg/m ³	2460	Frostþýðupróf umferðir 300 endingarst. 98
Vata	178	v/s - tala	0.59	
Mettivata		(v + l)/s - tala	0.70	
I sandur	1187	Max.stærð, mm	32	
II möl	791	Rúmþ. mular		Vatnsþéttl.próf
III		Prýstíþol sements	portland	
IV		7 d 324	28 d 432	
Rúmþngd	2460			

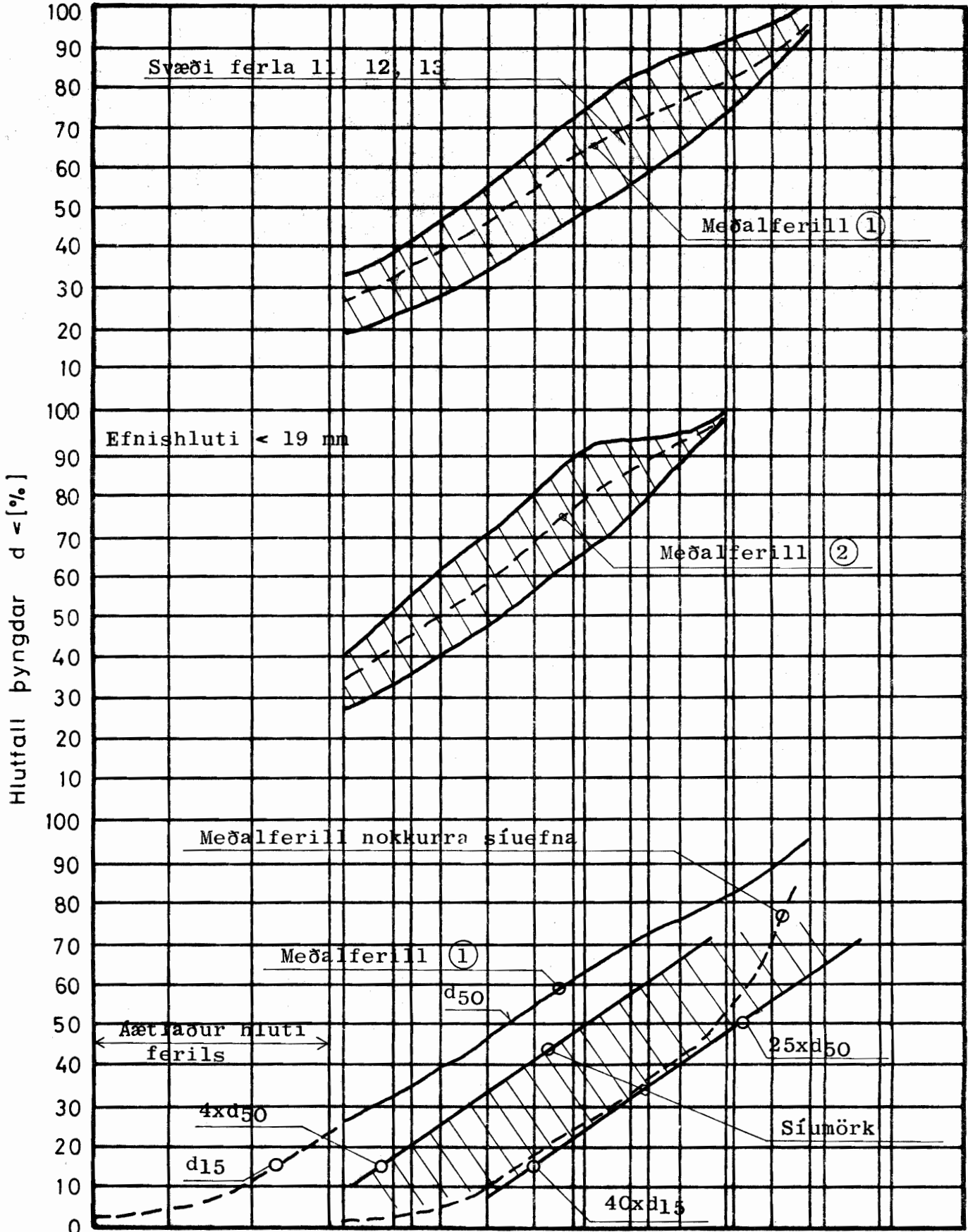
Steypuæfni	Korna-rúmþ. kg/dm ³	Mettivata %	G	Athugasemdir
I sandur	2.83	3.45		
II möl	2.85	2.56		
III				
IV				

Aldur dagur	Brötþol kg/cm ²
7	167
	172
	<u>165</u>
	168
28	237
	232
	<u>230</u>
	233

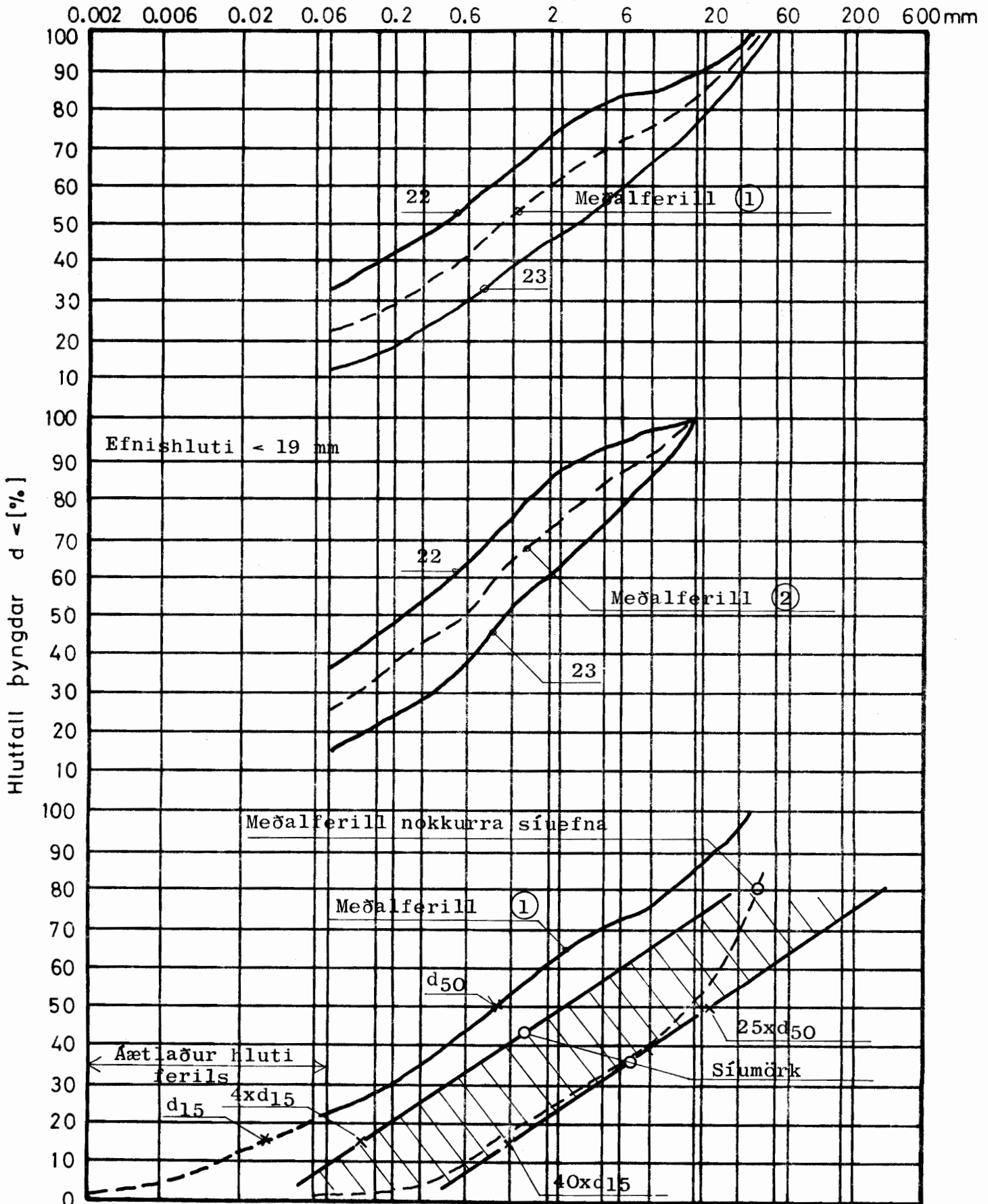


Leir	Siltur	Sandur					Möl					Steinar	
U.S. Standard sieves	200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1 1/2"	3"	6"	

0.002 0.006 0.02 0.06 0.2 0.6 2 6 20 60 200 600 mm



Leir	Siltur	Sandur					Möl				Steinar		
		200	100	50	30	16	8	4	3/8"	3/4"	1 1/2"	3"	6"

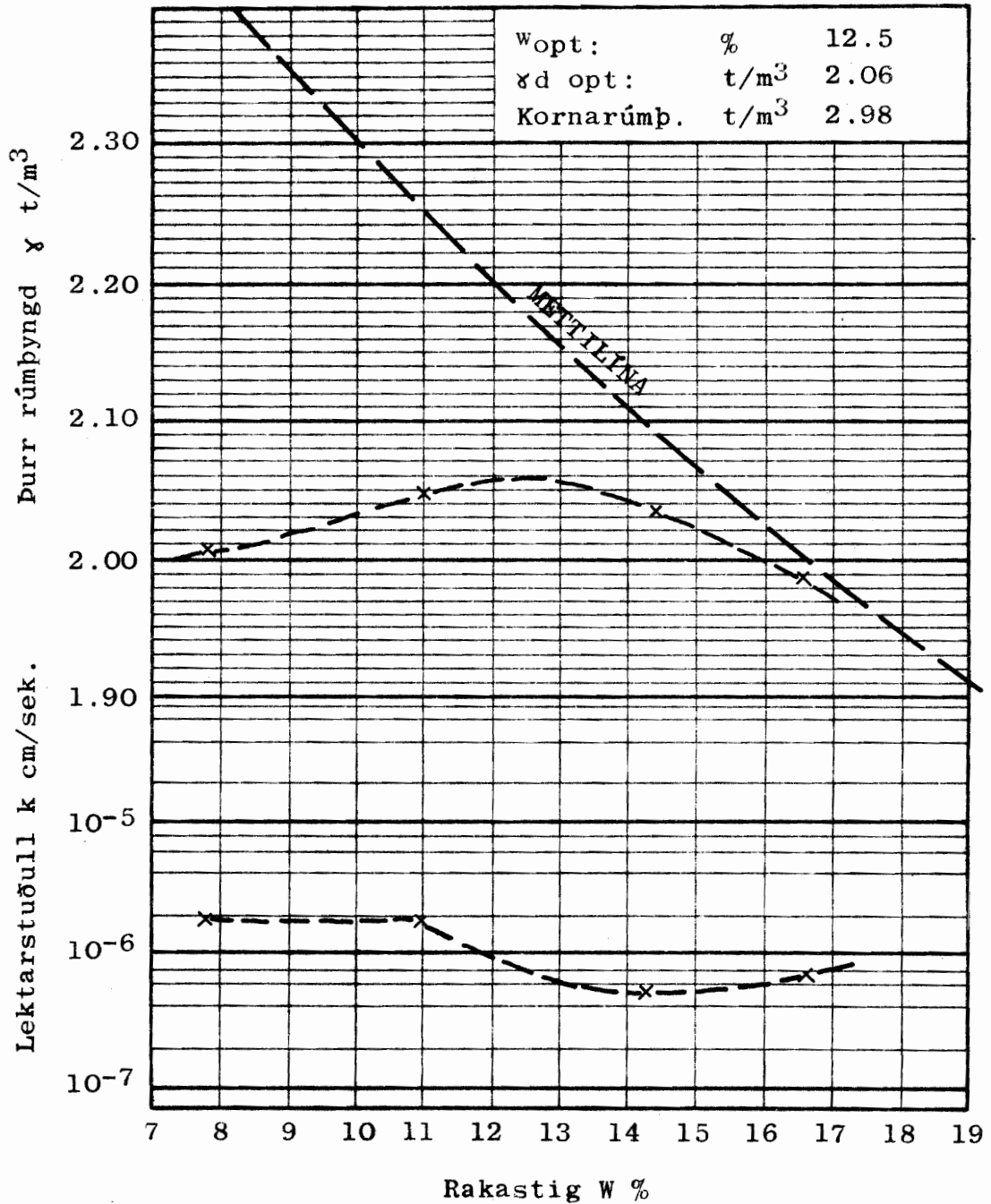




ÞJÖPPUNARPRÓF - LEKTARPRÓF
Proctor Standard

Verk: VILLINGANESVIRKJUN

Efni: Mórena, sýni: 11, 12, 13

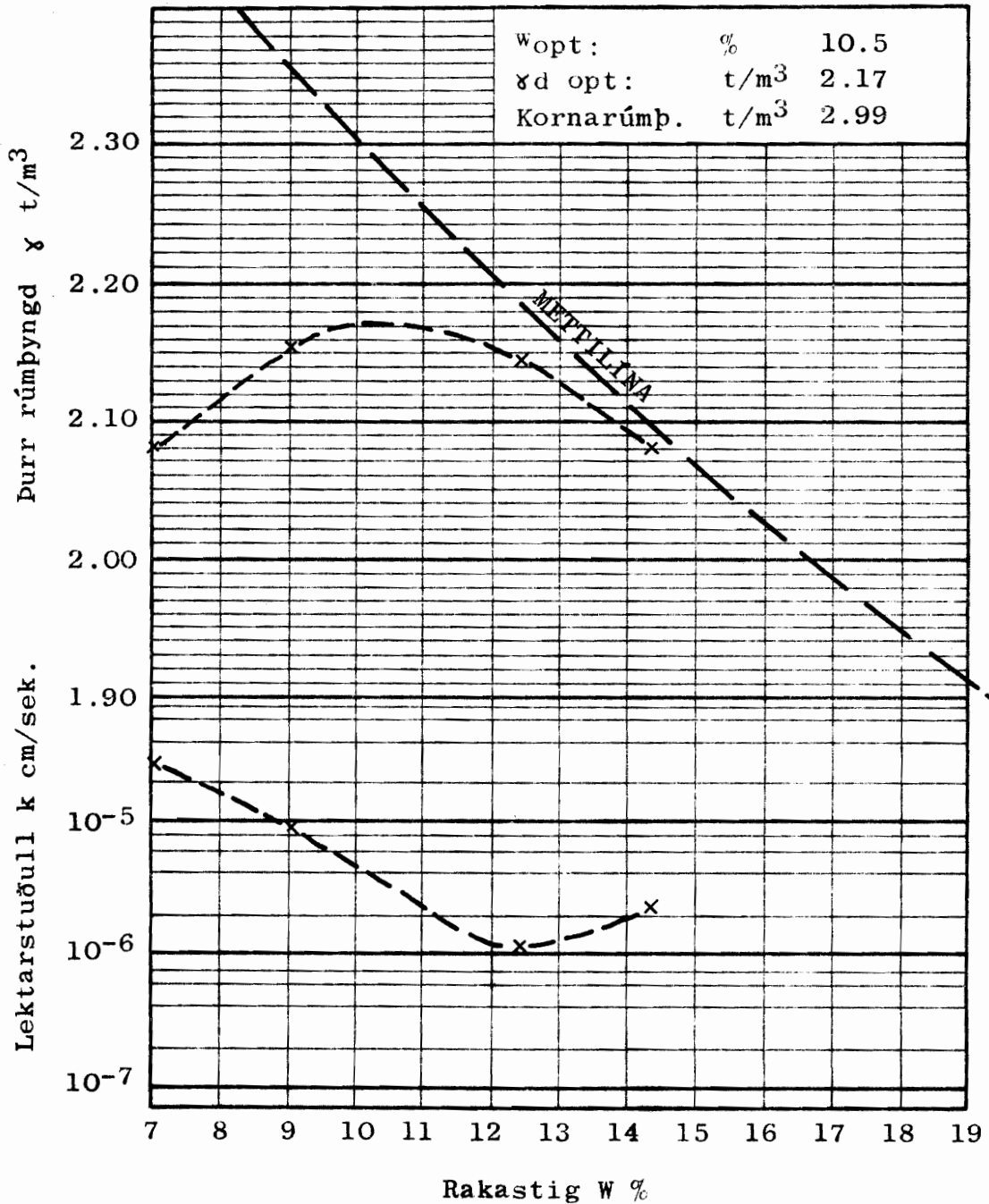




ÞJÖPPUNARPRÓF - LEKTARPRÓF
Proctor Standard

Verk: VILLINGANESVIRKJUN

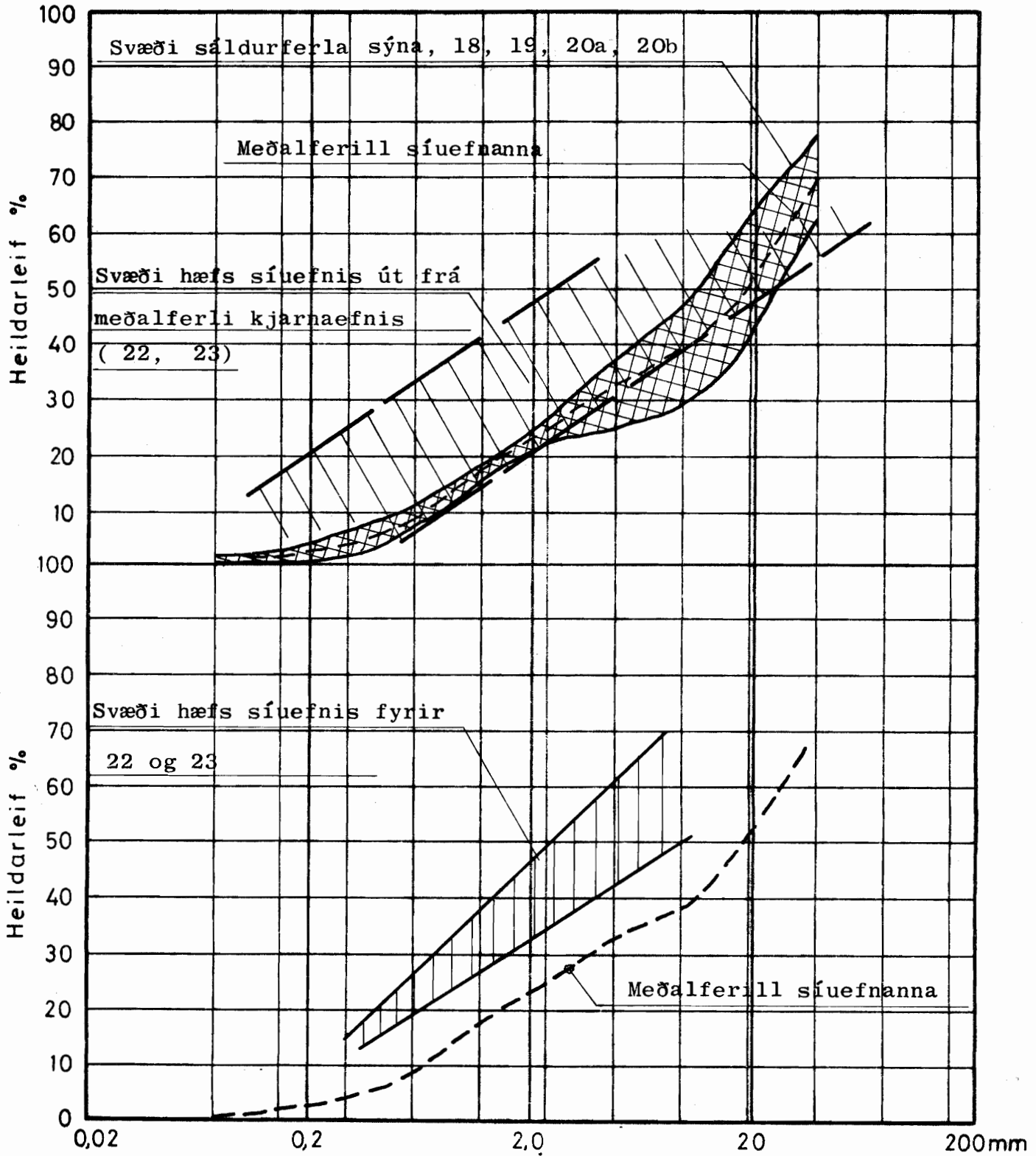
Efni: Mórena, sýni 22, 23



VILLINGANESVIRKJUN

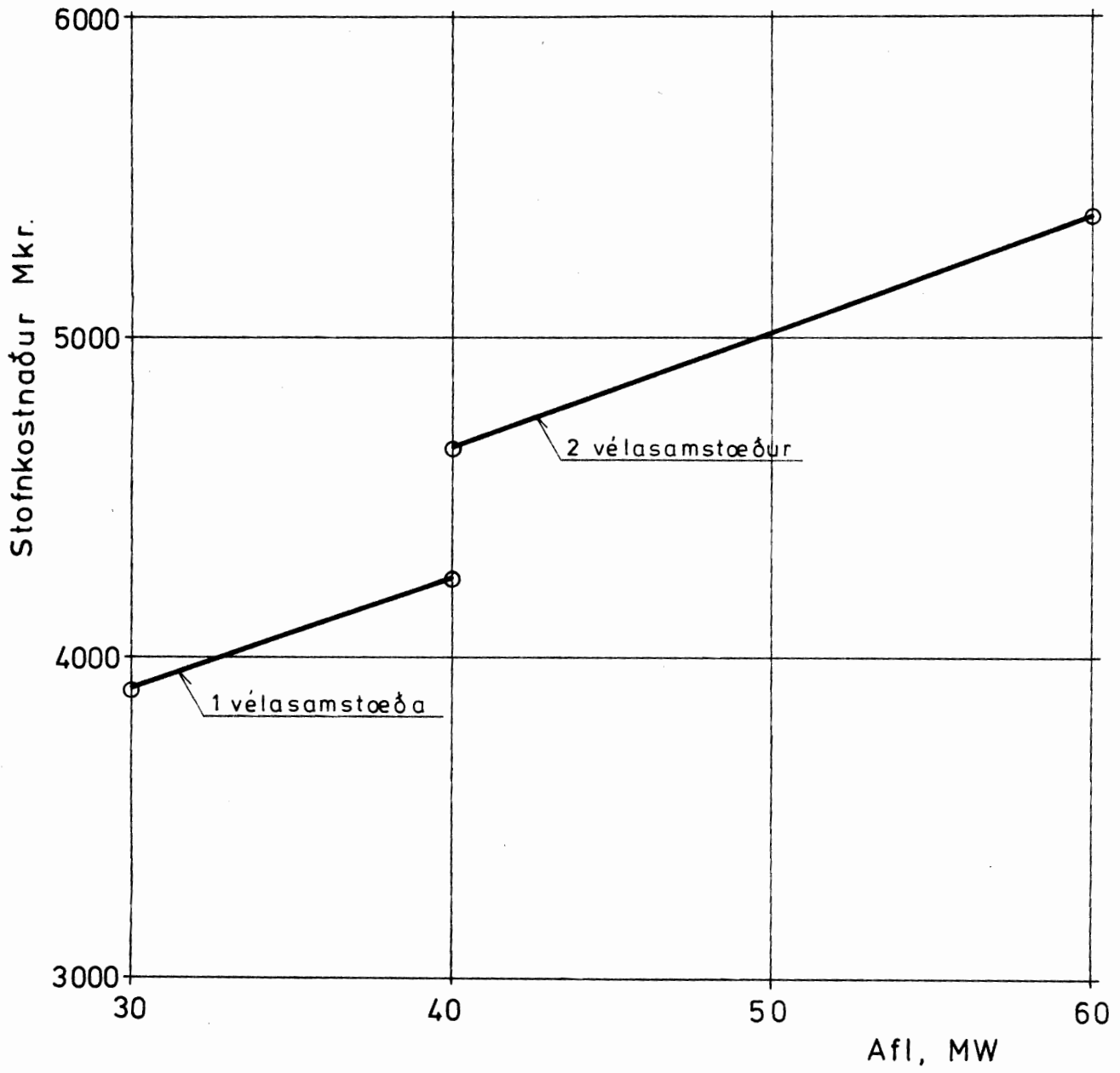
SÍUEFNI

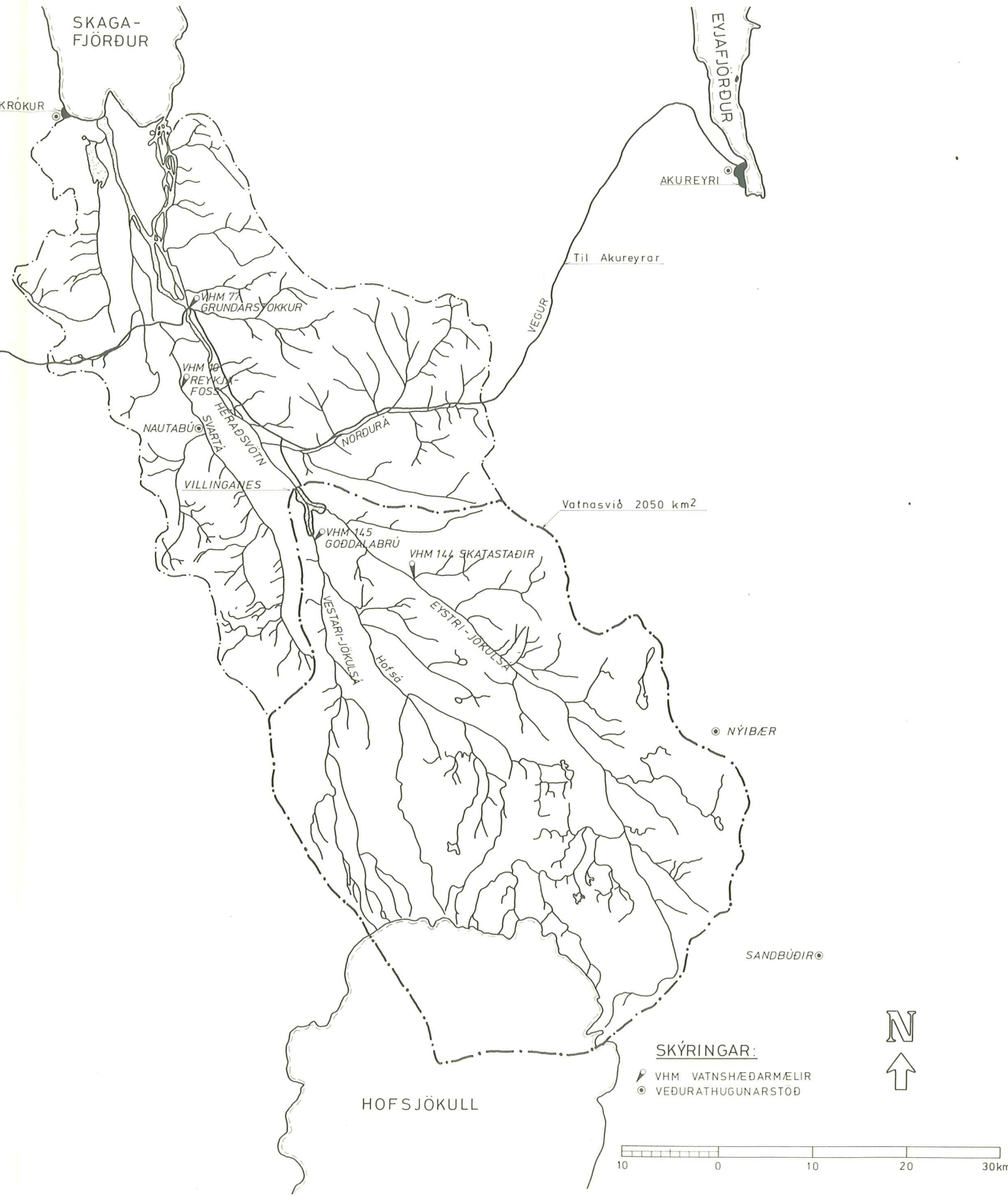
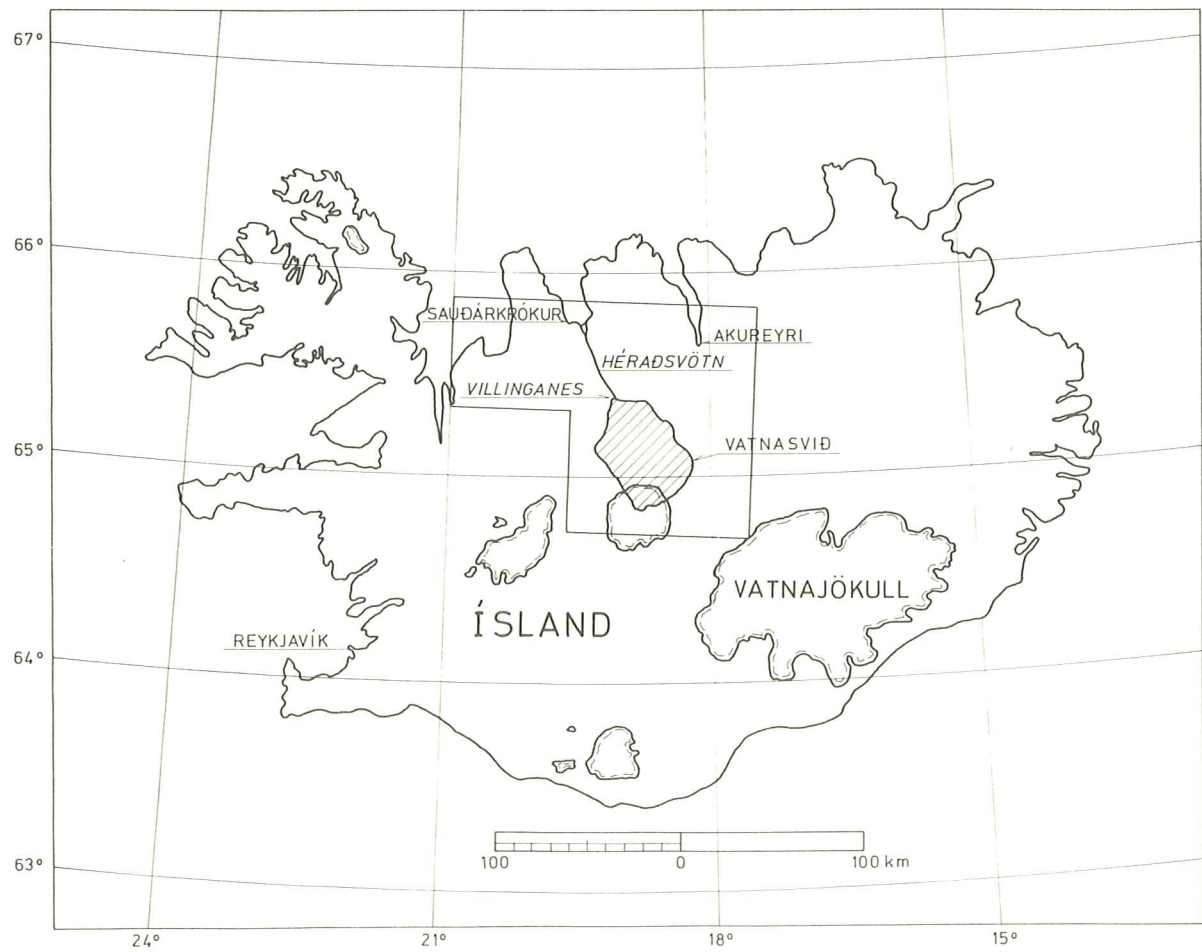
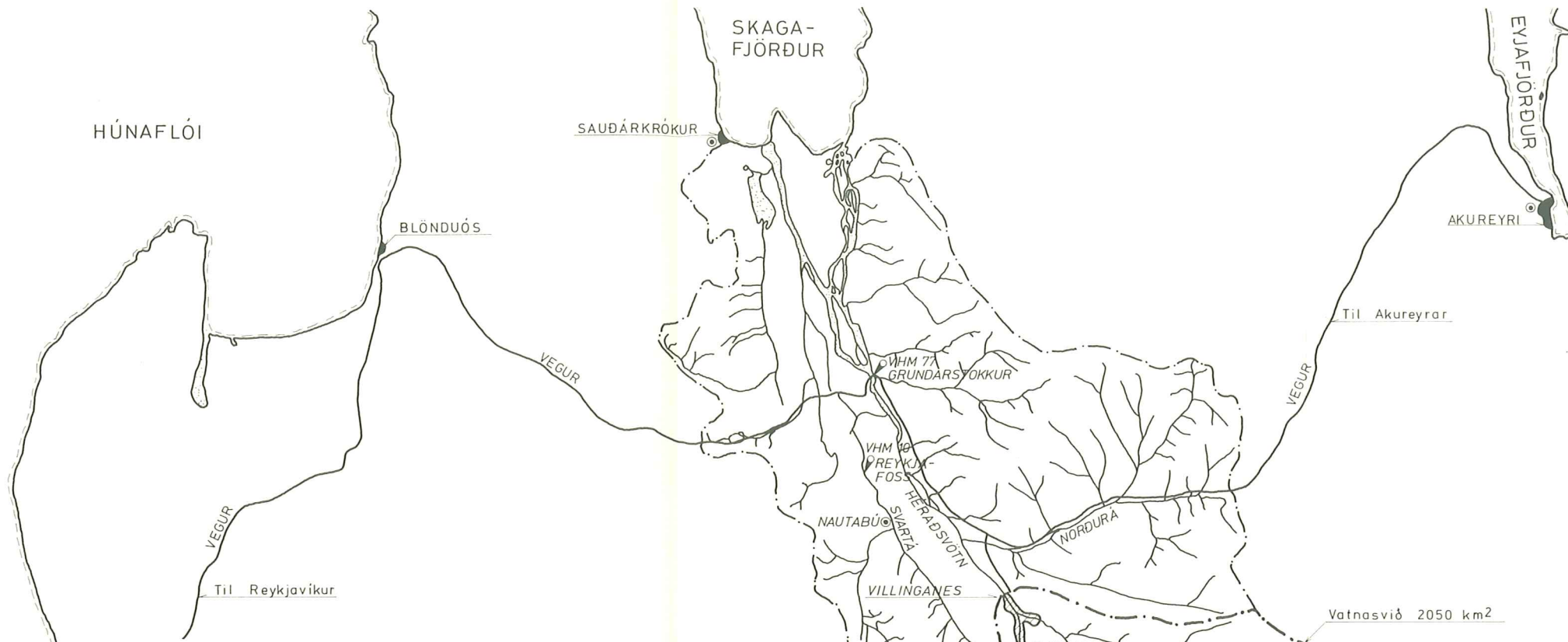
SILTUR	SANDUR					MÖL			GRJÓT
US Std sikti	200	100	50	30	16	8	4	3/8" 3/4" 1 1/2"	3" 6"



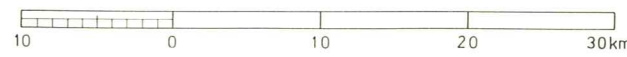
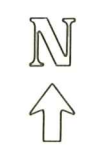
VILLINGANESVIRKJUN

Stofnkostnaður sem fall af
uppsettu afli

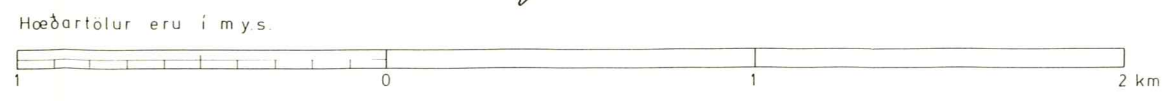
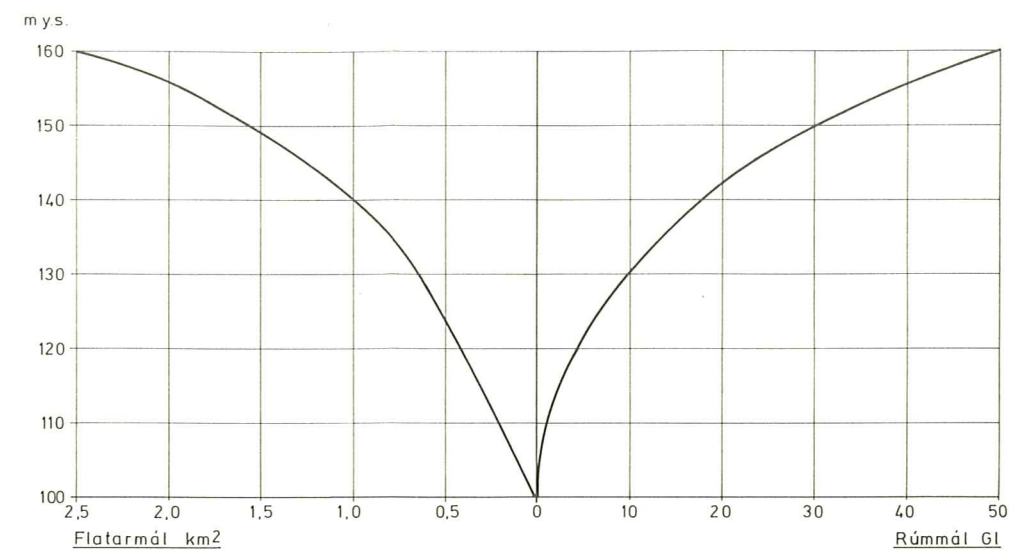
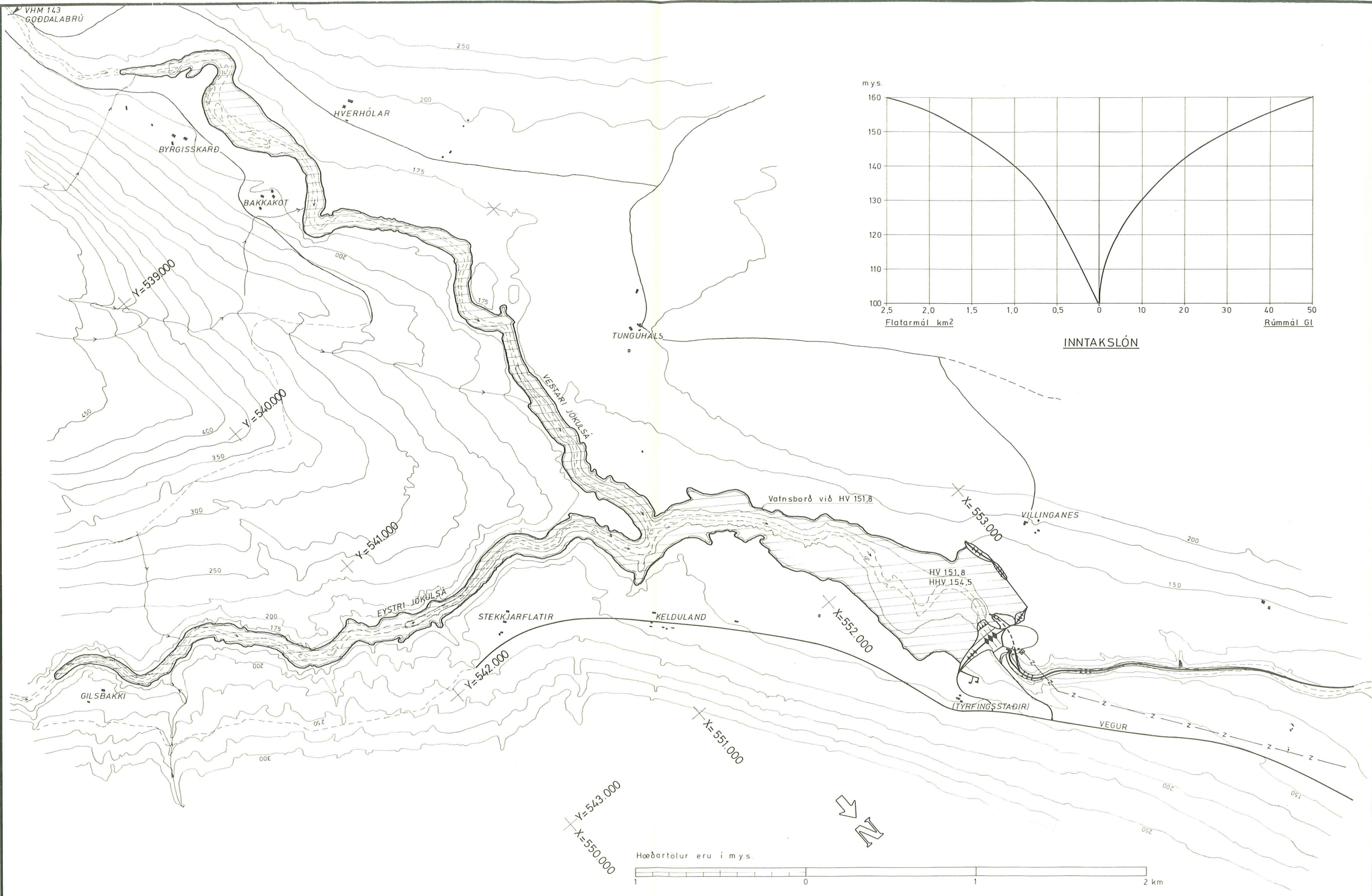




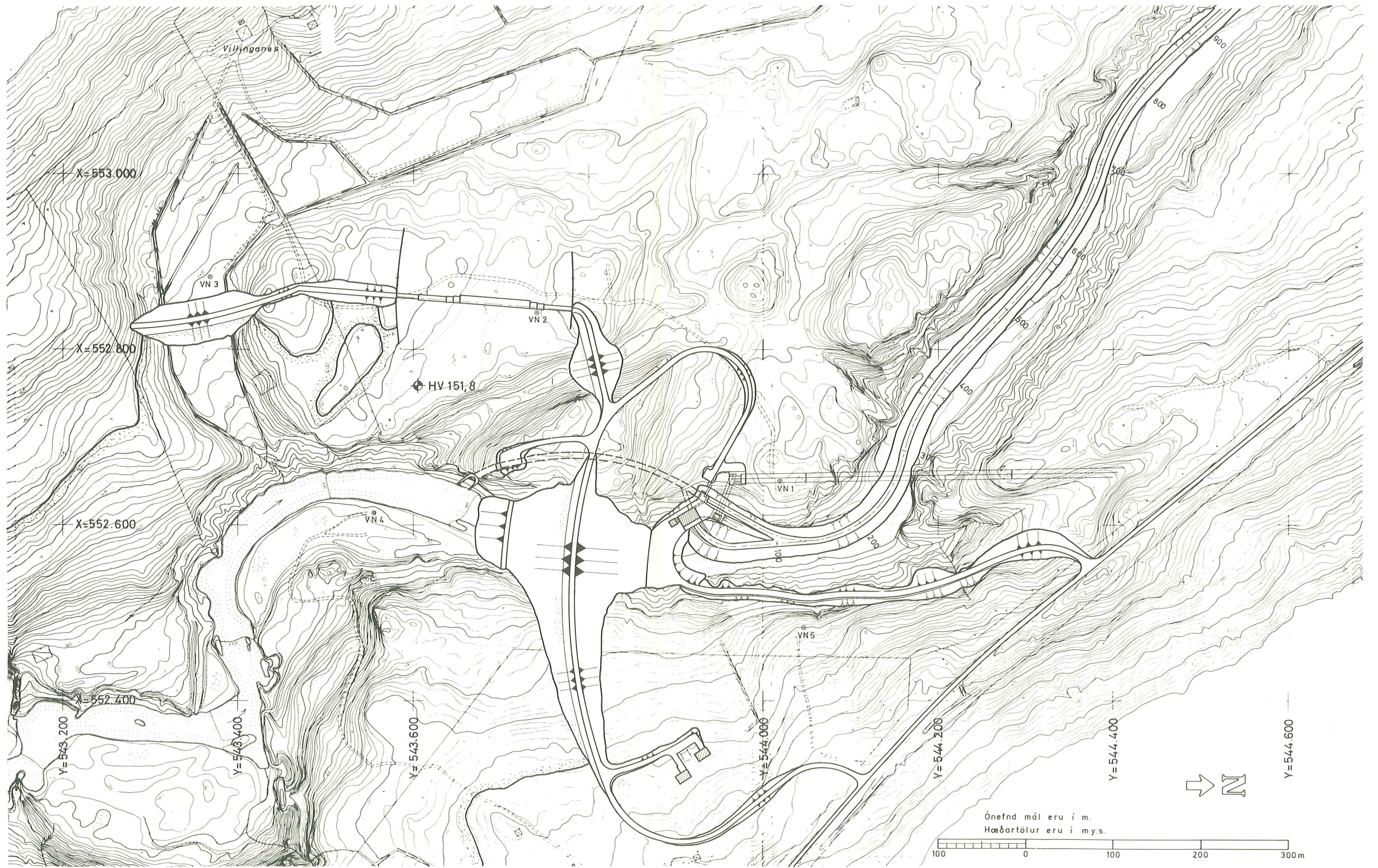
SKÝRINGAR:
 P VHM VATNSH/EDARMELIR
 ● VEDURATHUGUNARSTÖÐ



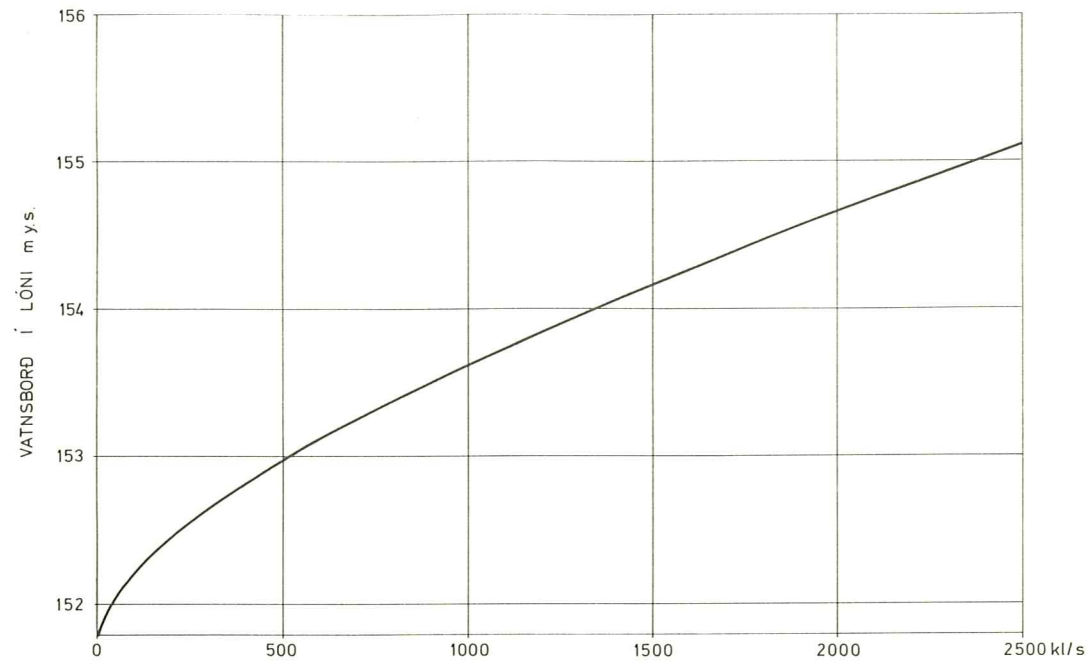
								VERKFRÆDISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf. REYKJAVÍK ÁRMÚLI 4 SIMI (91) 84499 AKUREYRI GLERÁRGATA 36 SIMI (96) 22543 BORGARNES KVELDULFGATA 2a SIMI (93) 7317 ISAFJÖRDUR AUSTURVEGUR 2 SIMI (94) 3708		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN AFSTOÐUMYND					
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS	EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS	EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HANNAÐ K M S	TEIKNAD M H	YFIRFARID S F	SAMBYKKT Lofur Þorsteinsson	DAGSETNING SEPT 1976	MÆLIKVARDI	VERK NR. 75.018	TEIKN. NR. 2.01



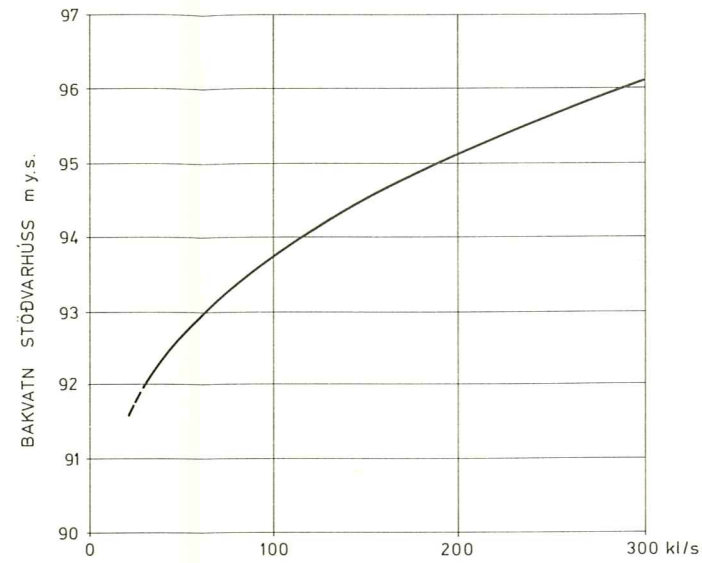
								VERKFRÆÐISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf. REYKJAVÍK ÁRMOULI 4 SIMI (91) 84499 AKUREYRI GLERÁRGATA 36 SIMI (96) 22543 BORGARNES KVELDULFGATA 7a SIMI (93) 7317 ISAFJÖRDUR AUSTURVEGIR 2 SIMI (94) 3708		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN YFIRLITSMYND					
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS	EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS	EDLI BREYTINGAR	GR. YF. SMP	MANNAD. KM S	TEIKNAD. M H	YFIRFARID. S F	SAMBYKKT. <i>[Signature]</i>	DAGSETNING. JAN 1977	MÆLIKVÁRDI	VERK NR. 75 018	TEIKN. NR. 2 02



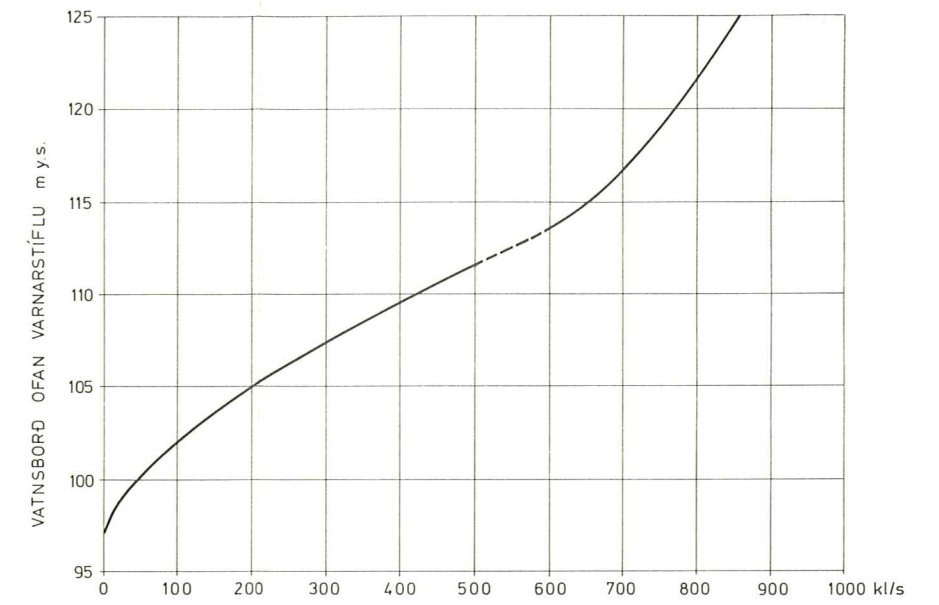
								VERKFRÆDISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ÍSAFJÖRDUR ARMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDULFGATA 2a AUSTURVEGUR 2 SIMI (91) 84499 SIMI (96) 22543 SIMI (93) 7317 SIMI (94) 3708		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN VIRKJUNARSVÆÐI			
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMR	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMR	HANNAÐ K M S	TEIKNAD M H	YFIRFARID S F	SAMÞYKKT	DAGSETNING FEBR. 1977	MELIKVARDI	VERK NR. 75.018.	TEIKN. NR. 2.03



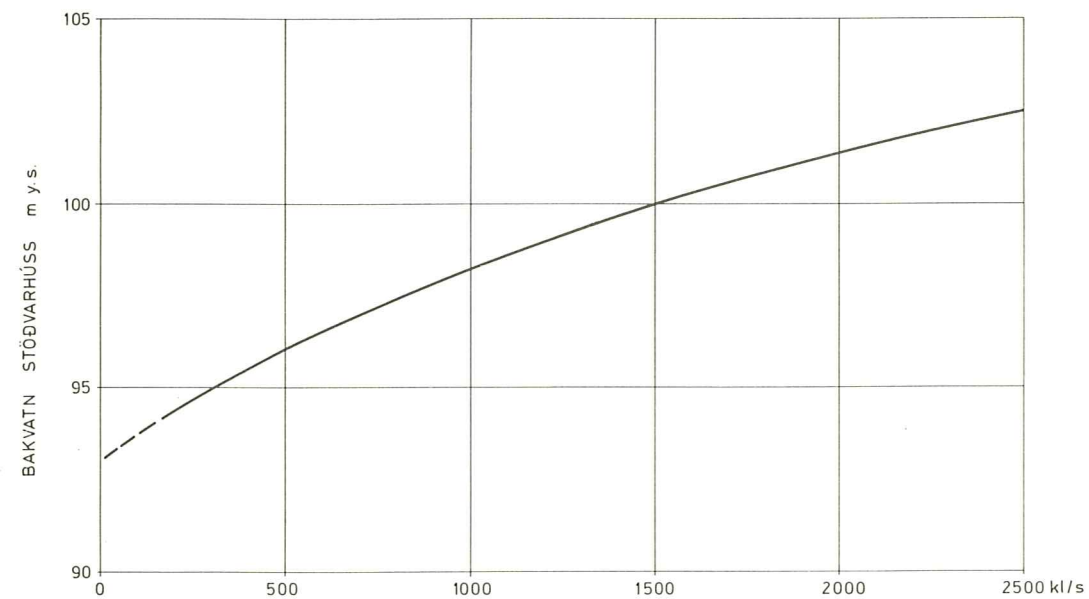
RENNSLI UM YFIRFALL



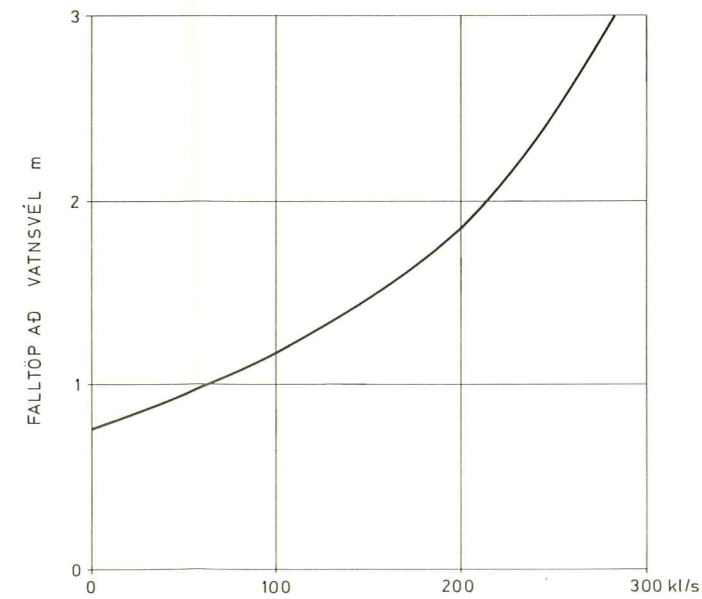
RENNSLI UM STÖÐVARHÚS OG BOTNRÁS



RENNSLI UM FRAMHJÁRENNSLISGÖNG Á BYGGINGARTÍMA

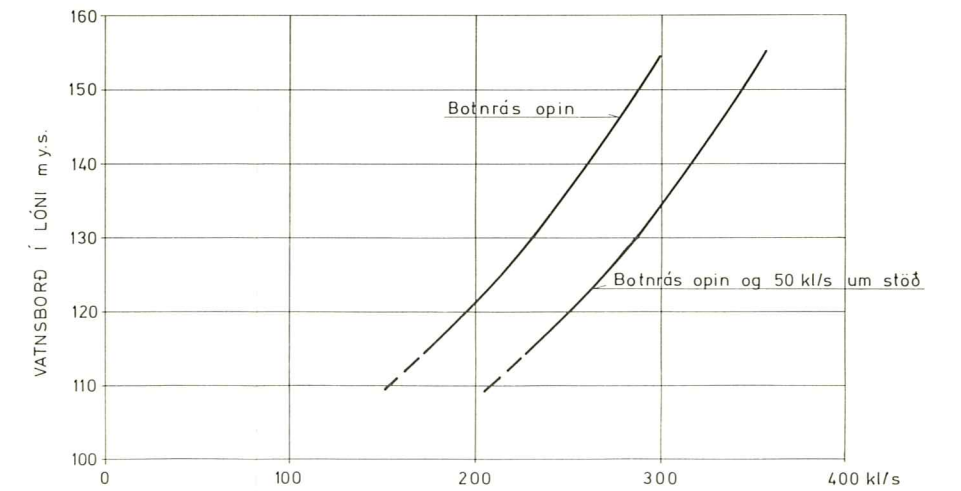


RENNSLI UM YFIRFALL



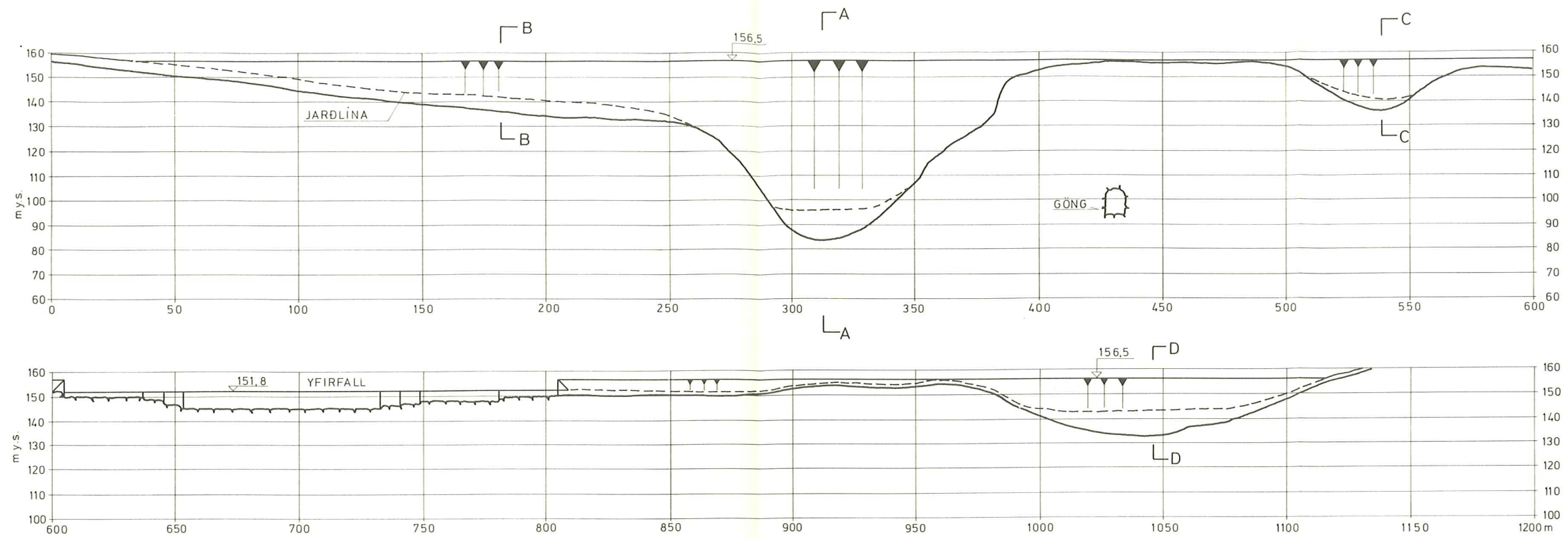
RENNSLI UM BOTNRÁS

RENNSLI UM STÖÐ: 59 kl/s.

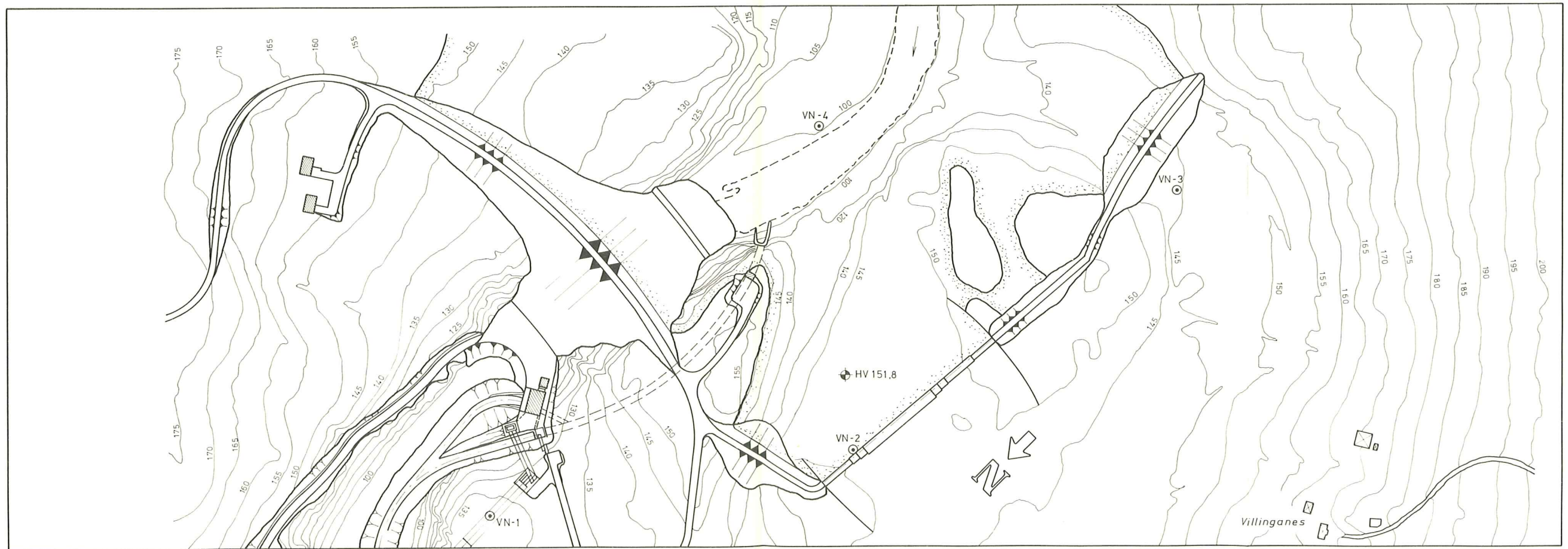


RENNSLI UM BOTNRÁS

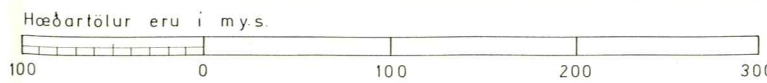
								VERKFRÆÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf REYKJAVÍK ÁRMULI 4 SIMI (91) 84499 AKUREYRI GLERÁRGATA 36 SIMI (96) 22543 BORGARNES KVELDÚLFSGATA 2a SIMI (83) 7317 ISAFJÖRDUR AUSTURVEGUR 2 SIMI (94) 3708		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN RENNSLI OG VATNSBORD			
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HANNAÐ K M S	TEIKNAD M H	YFIRFARID S F	SAÐBYKKT S F	ÞAÐSETNING JAN 1977	MÆLIKVAFDI	VERK NR. 75.018.	TEIKN. NR. 2.04



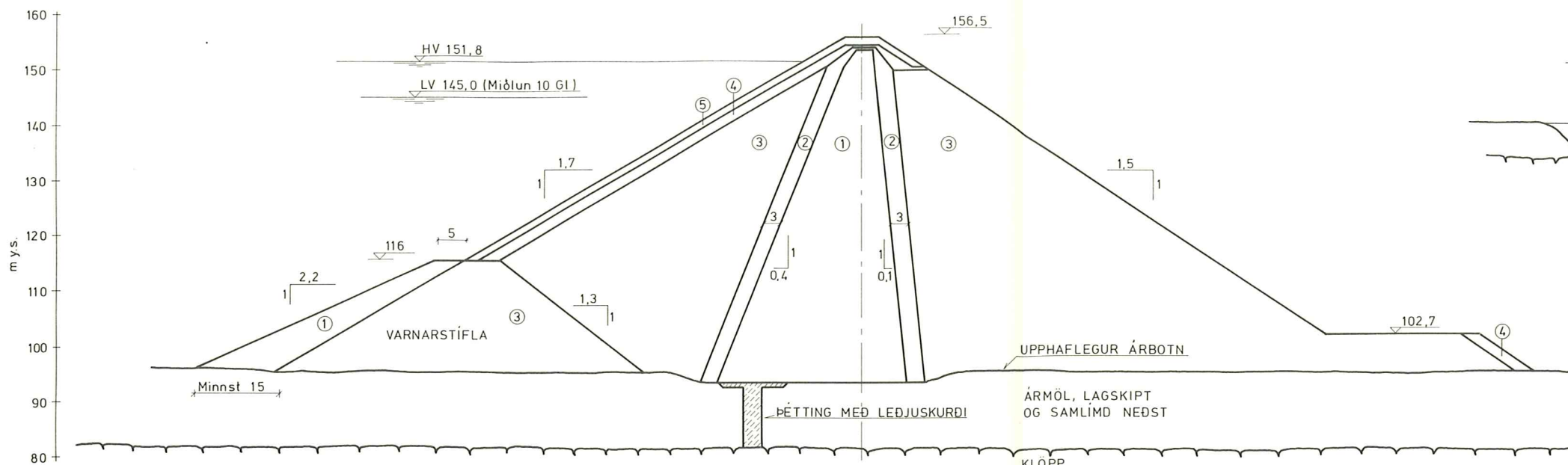
STÍFLA OG YFIRFALL LANGSNIÐ



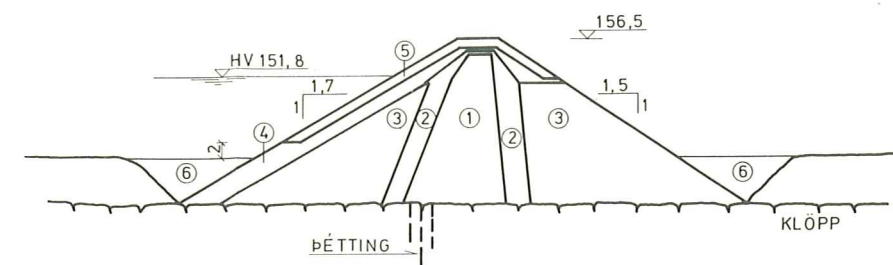
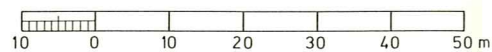
YFIRLITSMYND



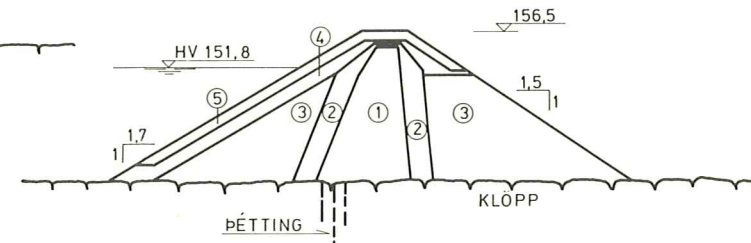
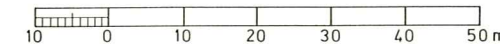
								VERKFRÆÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ISAFJÖRDUR ARMULI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDULFSGATA 2n AUSTURVEGUR 2 SIMI (91) 84499 SIMI (96) 22543 SIMI (93) 7317 SIMI (94) 3708		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN STÍFLA, LANGSNIÐ OG YFIRLITSMYND			
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP.	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP.	HANNAÐ K M S	TEIKNAD M H	YFIRFARIÐ S F	SAMBYKKT <i>Sigrún Þorsteinsdóttir</i>	DAGSETNING JAN 1977	MÆLIKVARDI	VERK NR. 75 018	TEIKN. NR. 2 05



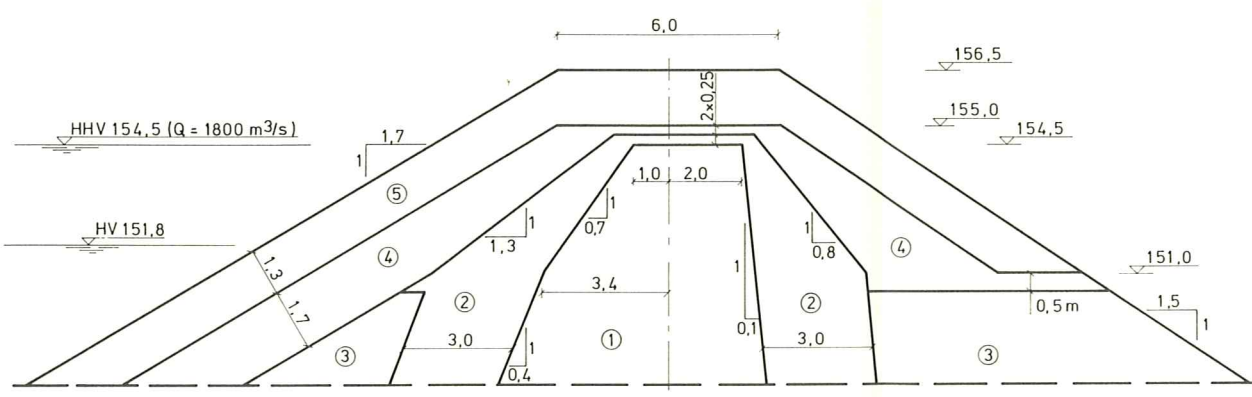
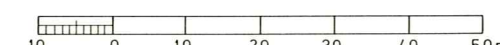
SNID A-A



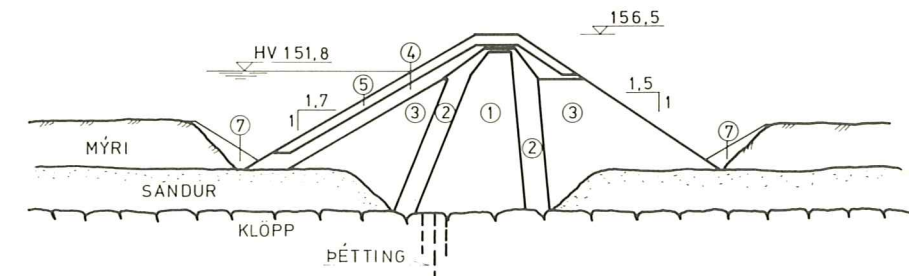
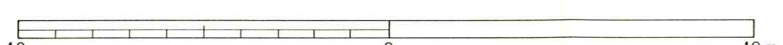
SNID B-B



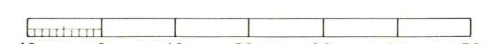
SNID C-C



SNID UM STÍFLUTOPP

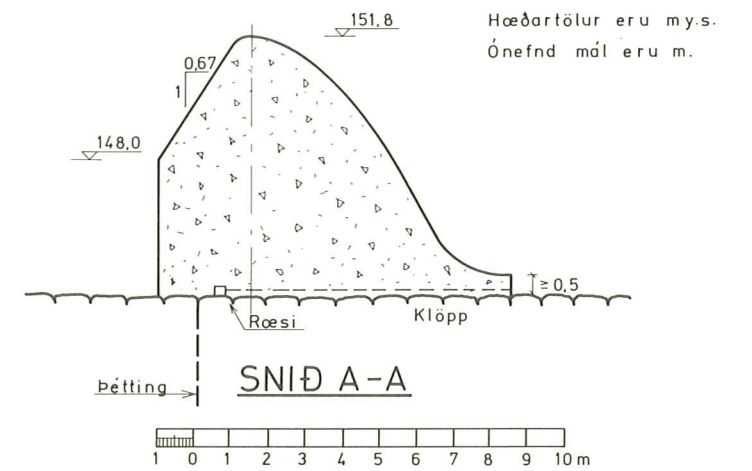
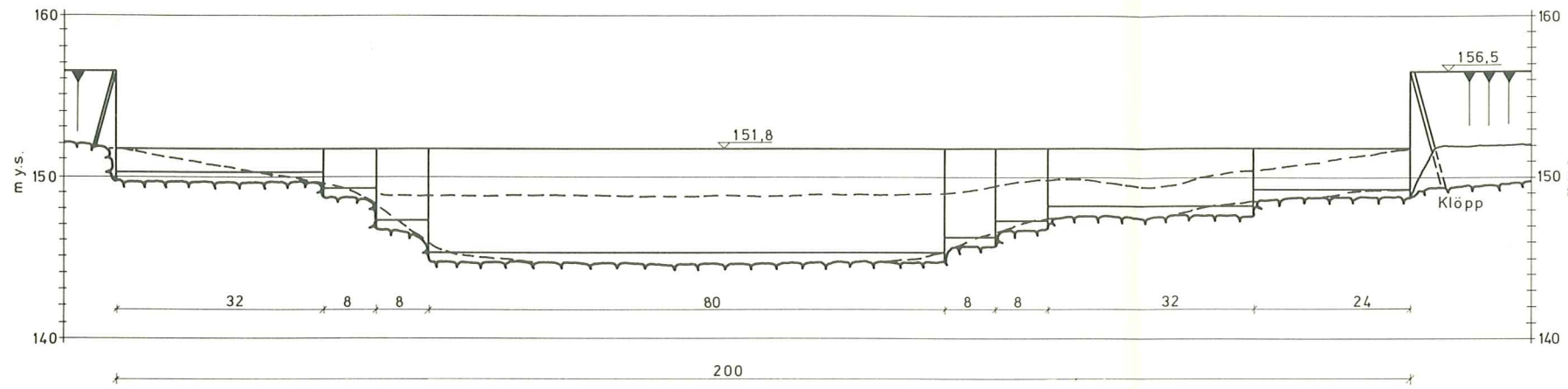
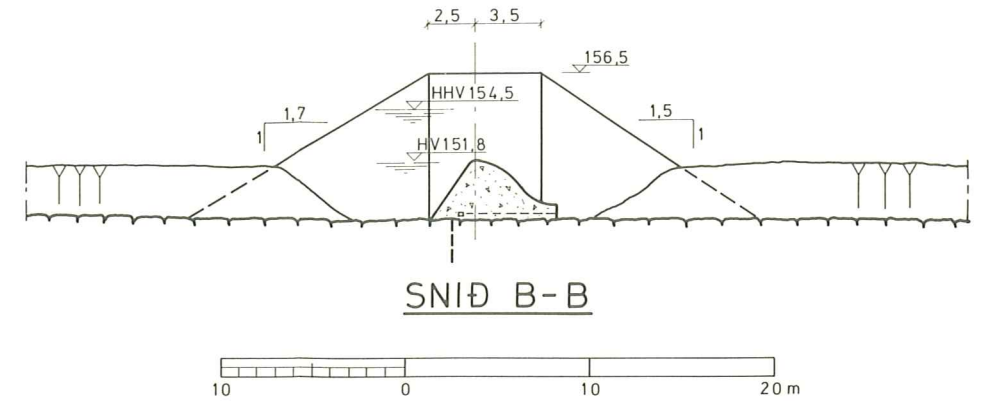
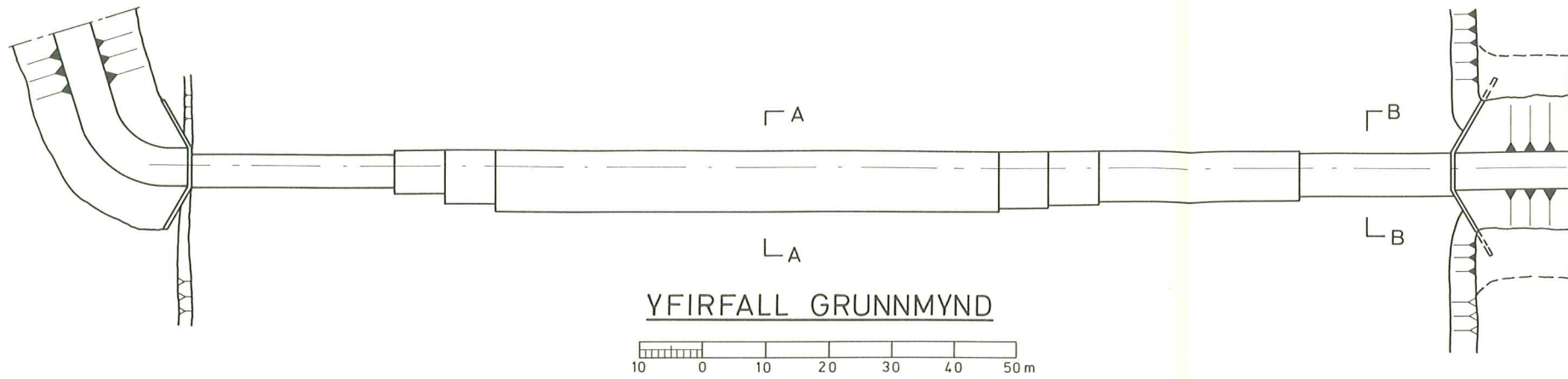


SNID D-D

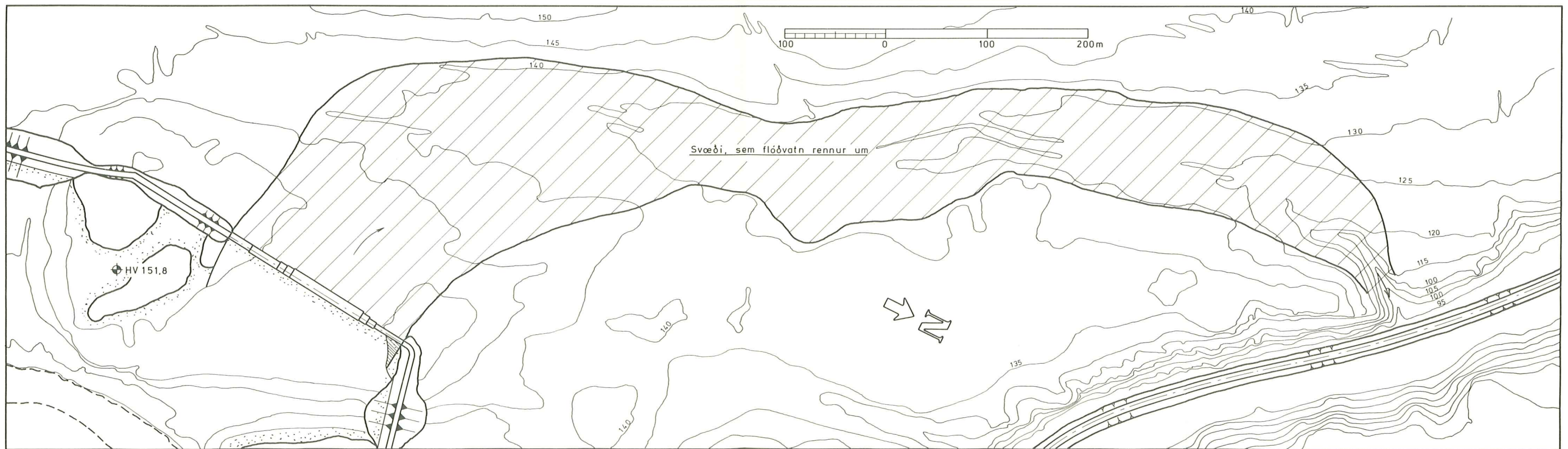


STÍFLUHLUTI	EFNI	FYLLING	MAGN m ³
①	KJARNI	Mórena Leggist út í 0,5m lögum og þjappist við ákv. rakastig	138.000
②	SIUR	Möl Leggist út í 0,5m lögum, vatnist og þjappist nokkuð	67.000
③	STODFYLLING	Möl Leggist út í 1,0m lögum, vatnist og þjappist	447.000
④	GRJÓTVÖRN OG STODFYLLING	Gangagrjót Leggist út í 1-2m lögum, vatnist og þjappist nokkuð	59.000
⑤	GRJÓTVÖRN	Sprengigrjót Raðist út í 1-2m lögum og holur fyllist með minni steinum	37.000
⑥	FYLLING	Mold Ýtist út og sáist í	14.000
⑦	FYLLING	Möl Ýtist út	2.000

Hæðartölur eru í m.y.s.
Ónefnd mál eru í m.
Staðsetning sniða sjá teikn.
nr. 75 018 2 05.



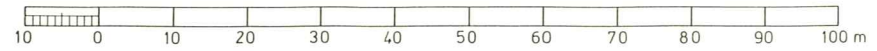
YFIRFALL OG FARVEGUR GRUNNMYND



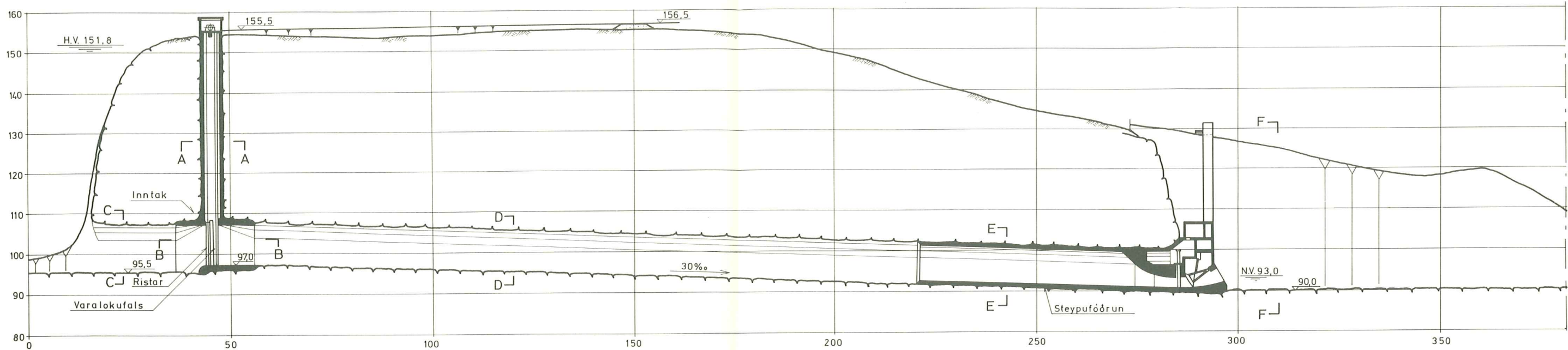
TEIKN. NR.		TILVISUN Á TEIKNINGU		BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR		BR. YF. SMÞ		BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR		BR. YF. SMÞ		VERKFRÆÐISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf. REYKJAVÍK ARMÚLI 4 SIMI (91) 84499 AKUREYRI GLERÁRGATA 36 SIMI (96) 22543 BORGARNES KVELDULFGATA 2a SIMI (93) 7317 ÍSAFJÖRDUR AUSTURVEGUR 2 SIMI (94) 3708		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN YFIRFALL. GRUNNMYNDIR OG SNID.	
												HANNAÐ K. M. S. TEIKNAD M. H. YFIRFARID S. F. SAMBYKKT <i>Rafn Stefánsson</i> DAGSETNING JAN. 1977 MELIKVARDI VERK NR. 75.018. TEIKN. NR. 2.07			



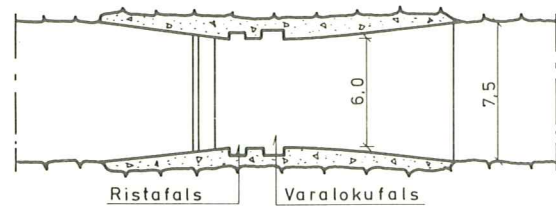
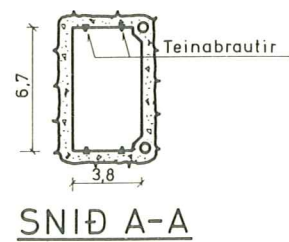
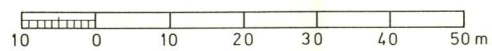
Hæðartölur eru í m.s.



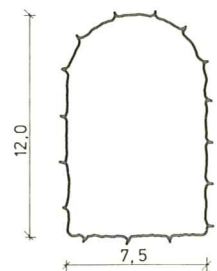
						VERKFRÆÐISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN STÖÐVARHÚS OG BOTNRÁSARGÖNG YFIRLITSMYND															
						REYKJAVÍK ÁRMULI 4 SIMI (91) 84499 AKUREYRI GLERÁRGATA 36 SIMI (96) 22543 BORGARNES KVELDULFSGATA 7a SIMI (93) 7317 ÍSAFJÖRDUR AUSTURVEGUR 2 SIMI (94) 3708																	
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR.	DAGS.	EDLI.	BREYTINGAR	BR.	YF.	SÍM.	BR.	DAGS.	EDLI.	BREYTINGAR	BR.	YF.	SÍM.	HANNAÐ	TEIKNAD	YFIRFARID	SAMÞYKKT	FRAGSETNING	MF. LITVARDI	VERK NR.	TEIKN. NR.
																K.M.S./S.H.	M.H.	S.F.		DEÞ.	1976	75 018	2 08



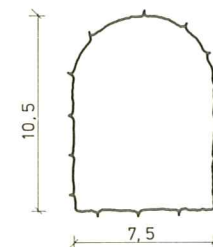
BOTNRÁSARGÖNG, LANGSKURÐUR



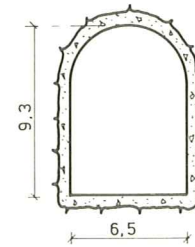
SNID B-B



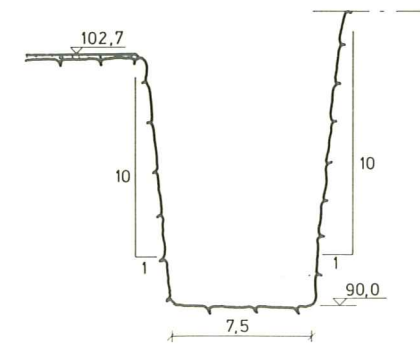
SNID C-C



SNID D-D



SNID E-E

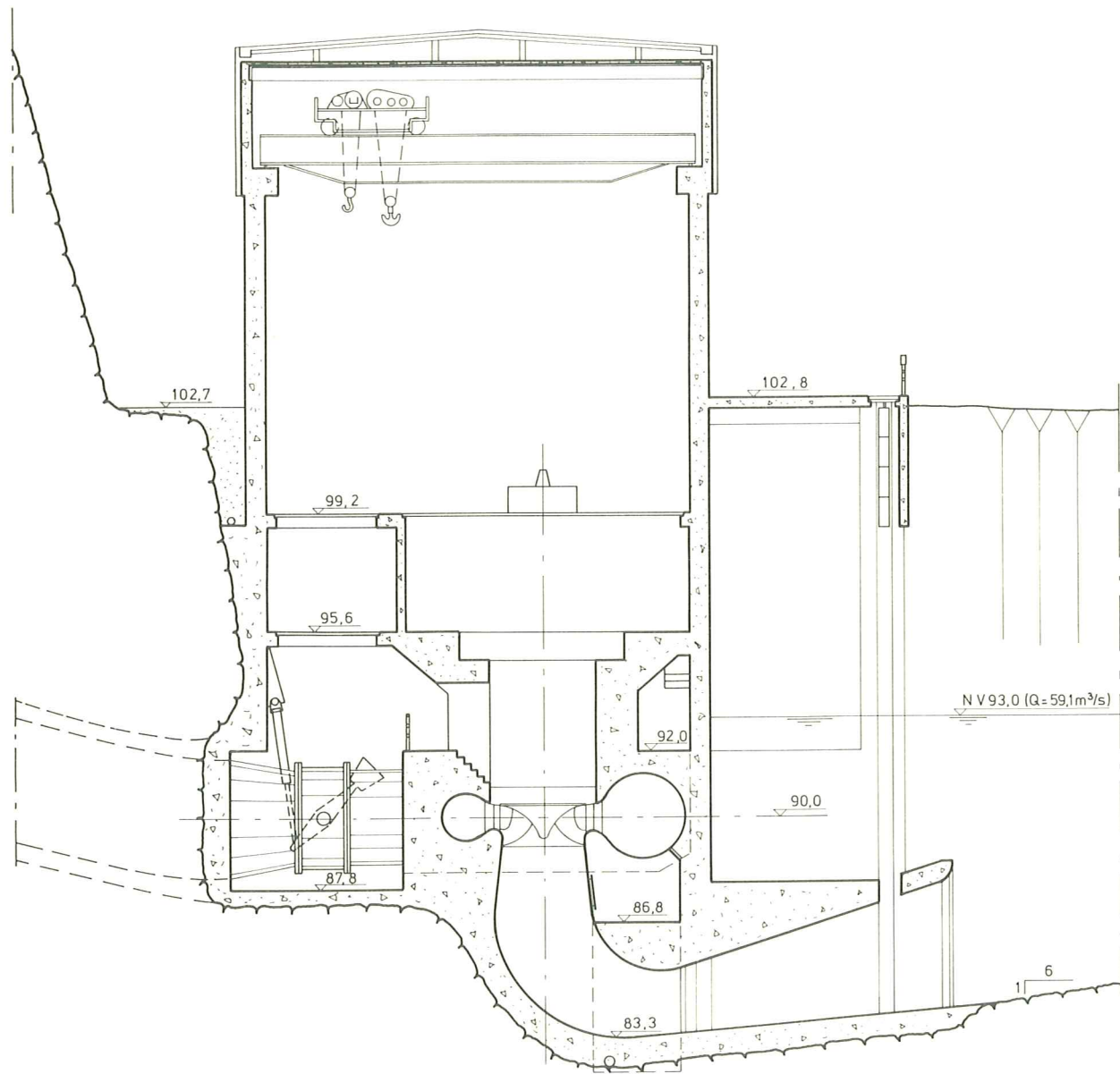


SNID F-F

Hæðartölur eru í m.y.s.
Ónefnd mál eru í m.

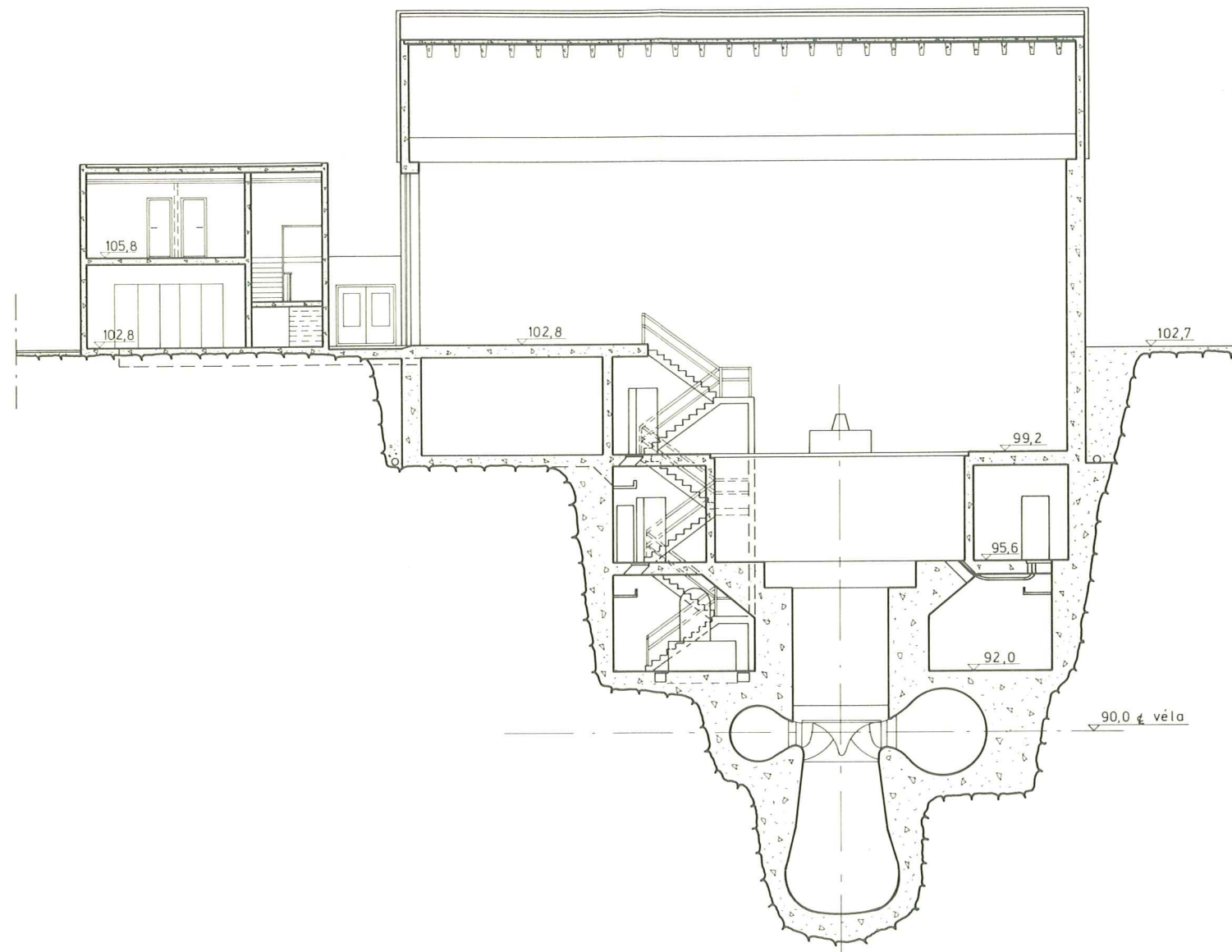
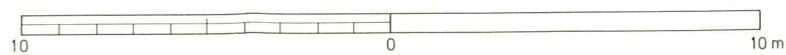


						VERKFRÆÐISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf.		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN INNTAK OG BOTNRÁSARGÖNG					
						REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ÍSAFJÖRÐUR		ARMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDÚLFSGATA 2a AUSTURVEGUR 2					
						SIMI (91) 84499 SIMI (96) 22543 SIMI (93) 7317 SIMI (94) 3708							
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HANNAÐ S.H.	TEIKNAD M.H.	YFIRFARID S.F.	SAMBYKKT S.F.	DAGSETNING JAN. 1977	MÆLIKVARDI	VERK NR. 75.018.	TEIKN. NR. 2.09



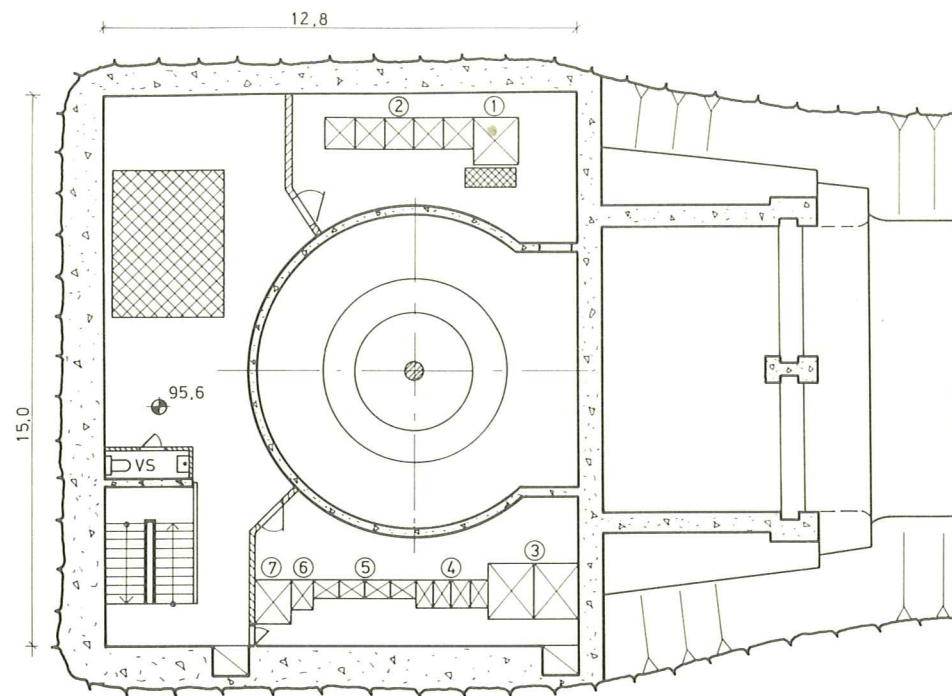
SNID UM MIÐLÍNU VÉLA

Hæðartölur í m.s.

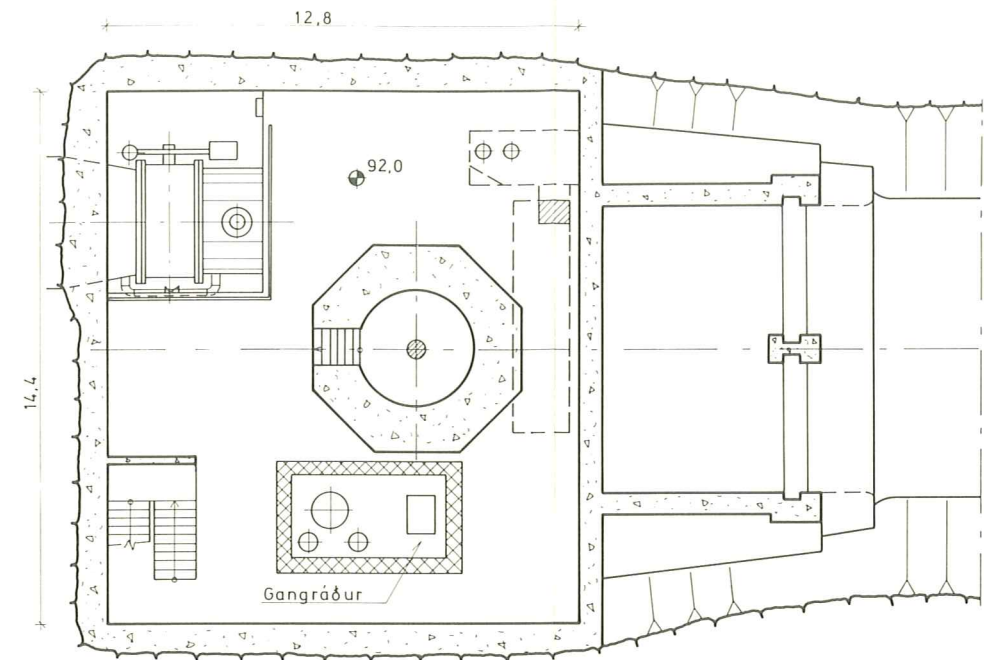


LANGSNID UM MIÐLÍNU VÉLA

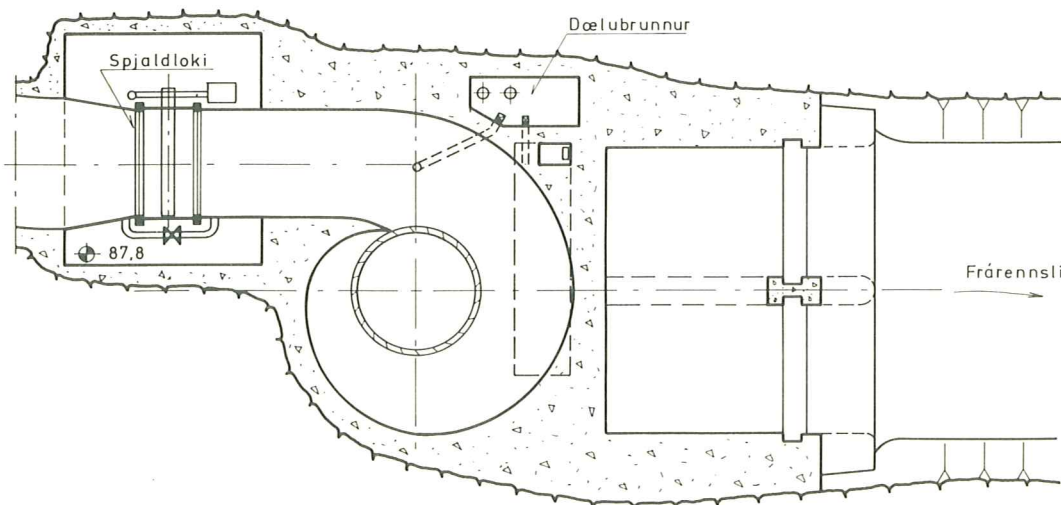
						VERKFRÆÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN STÖÐVARHÚS, SNID							
						REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ÍSAFJÖRDUR		ÁRMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDÚLFSGATA 2a AUSTURVEGUR 2							
						SÍMI (91) 84499 SÍMI (96) 22543 SÍMI (93) 7317 SÍMI (94) 3708									
TEK.NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS.	EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS.	EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HANNAÐ	TEIKNAD	YFIRFARID	SAMÞYKKT	DAGSETNING	MÆLIKVARÐI	VERK NR.	TEIKN. NR.
								K M S / S. H	M H	S. F.	<i>Isafron</i>	JAN 1977		75.018.	2.10



RAFALAGÓLF



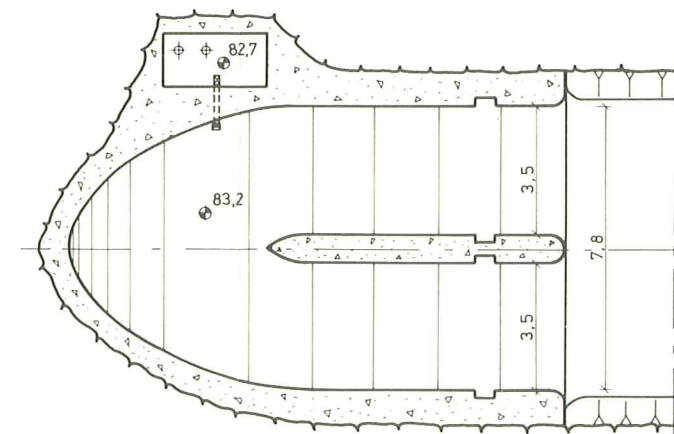
HVERFILSGÓLF



SNIGILL, SNIÐ Í HÆÐ 90,0

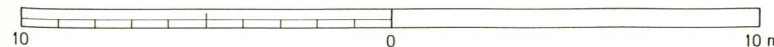
Rafbúnaður



- ① Miðleiðarabúnaður
- ② 11 kV búnaður
- ③ Stöðvarspennar
- ④ 0,4 kV aðalrofar
- ⑤ " dreifing
- ⑥ Segulmagnunarrofi
- ⑦ Segulmagnunarspennir

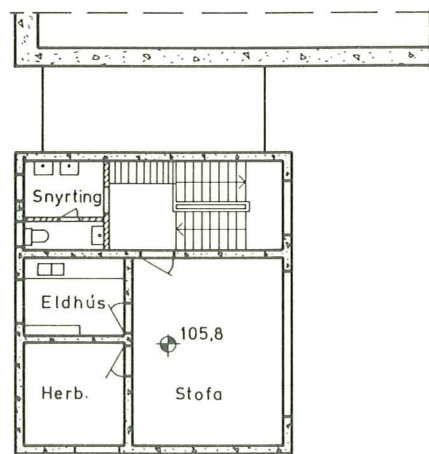


SOGRÁS, SNIÐ Í HÆÐ 85,0

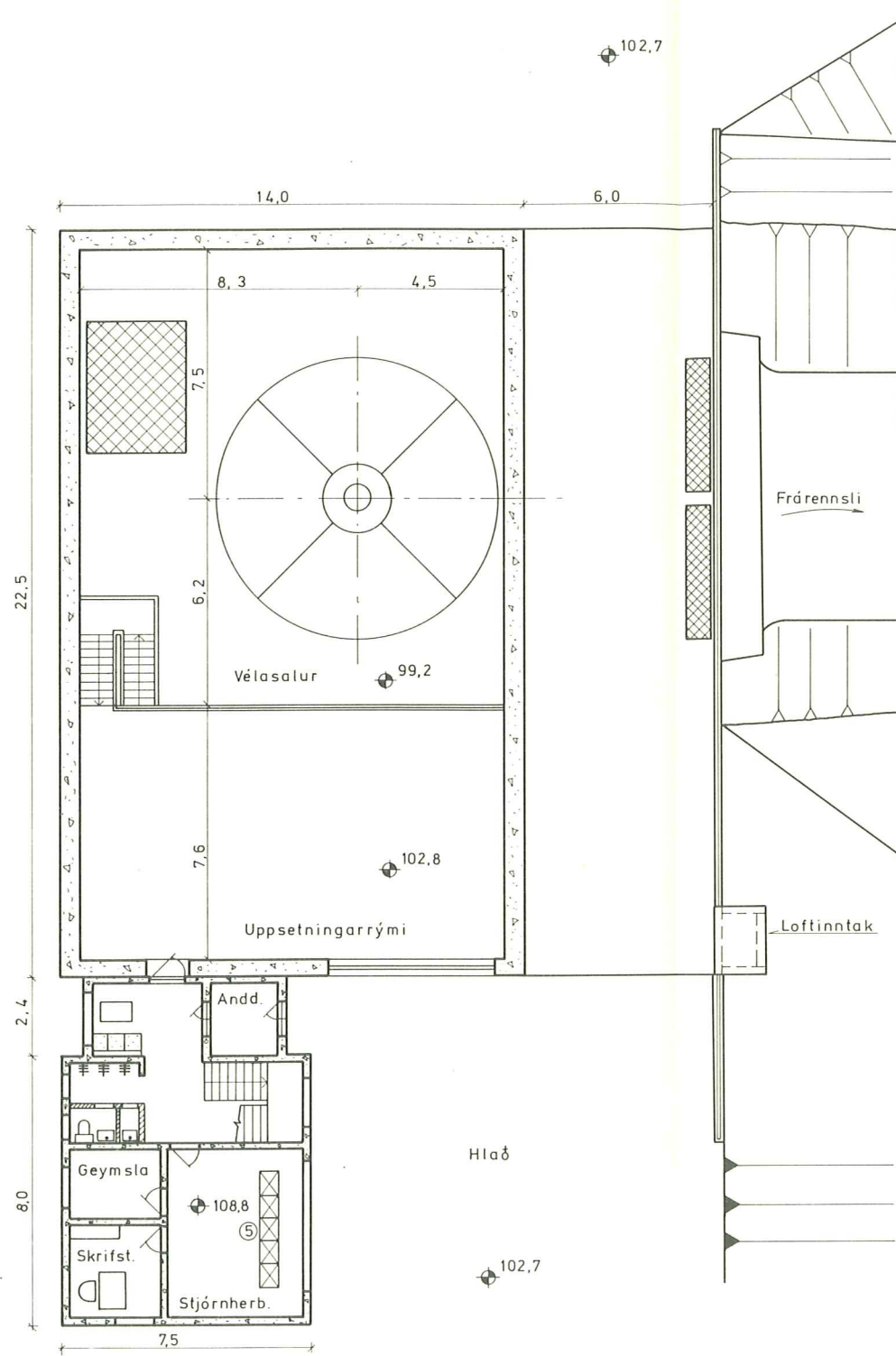
Ónefnd mál eru í m.
Hæðartölur eru í m.s.



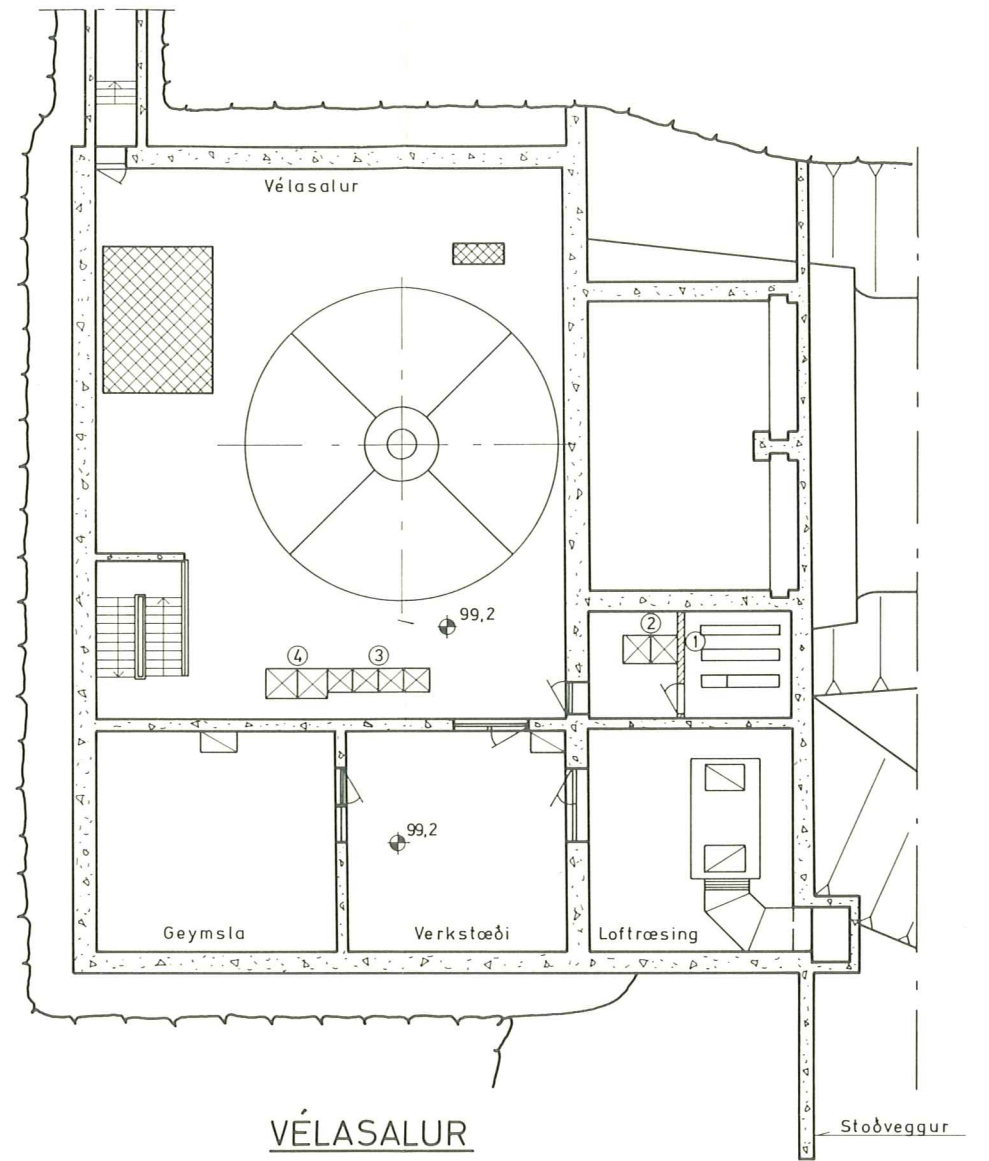
TEIKN. NR.		TILVÍSUN Á TEIKNINGU		BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR		BR. YF. SMP		BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR		BR. YF. SMP		 VERKFRÆDISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN STÖDVARHÚS GRUNNMYNDIR. NEÐRI HLUTI													
REYKJAVÍK		AKUREYRI		BORGARNES		ISAFJÖRDUR		ÁRMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDÚLFSGATA 2a AUSTURVEGUR 2		SIMI (91) 84499 SIMI (96) 22543 SIMI (93) 7317 SIMI (94) 3708		HANNAÐ S H		TEIKNAD M H		YFIRFARID S.F.		SAMÞYKKT 		DAGSETNING JAN 1977		MÆLIKVARDI		VERK NR. 75.018.		TEIKN. NR. 2.11	



AFDREP

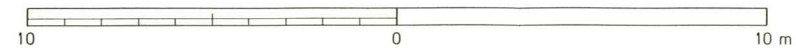


STÖÐVARHÚS



VÉLASALUR

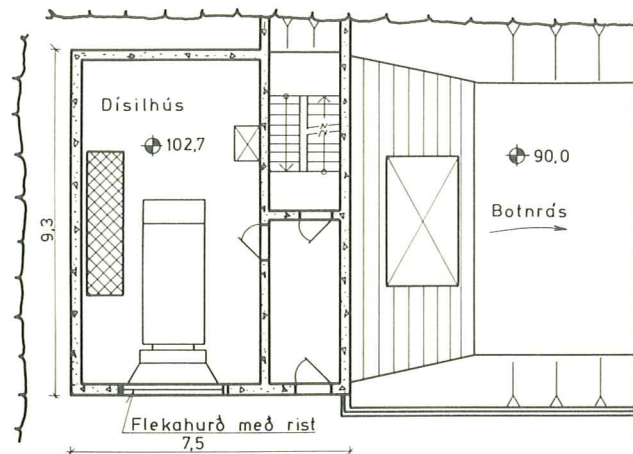
Ónefnd mál eru í m.
Hæðartölur eru í m.y.s.



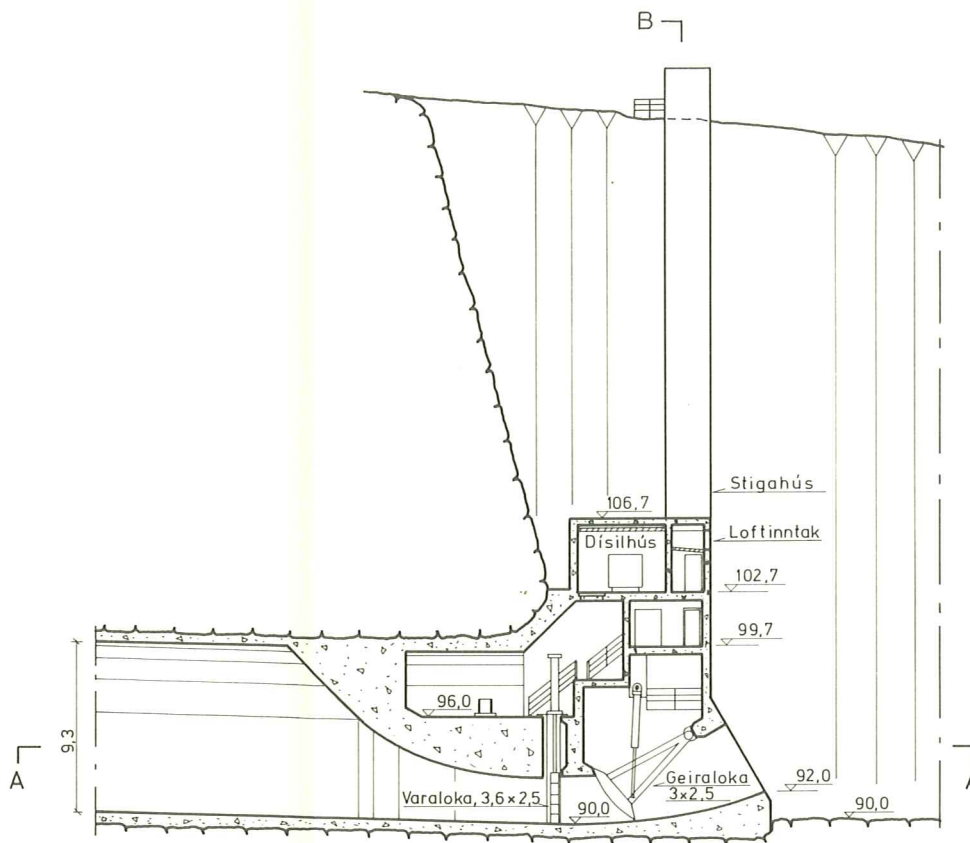
Rafbúnaður

- ① Rafhlöður
- ② Hleðslutæki
- ③ Stjórntafla
- ④ Liðabúnaður
- ⑤ Stjórnborð

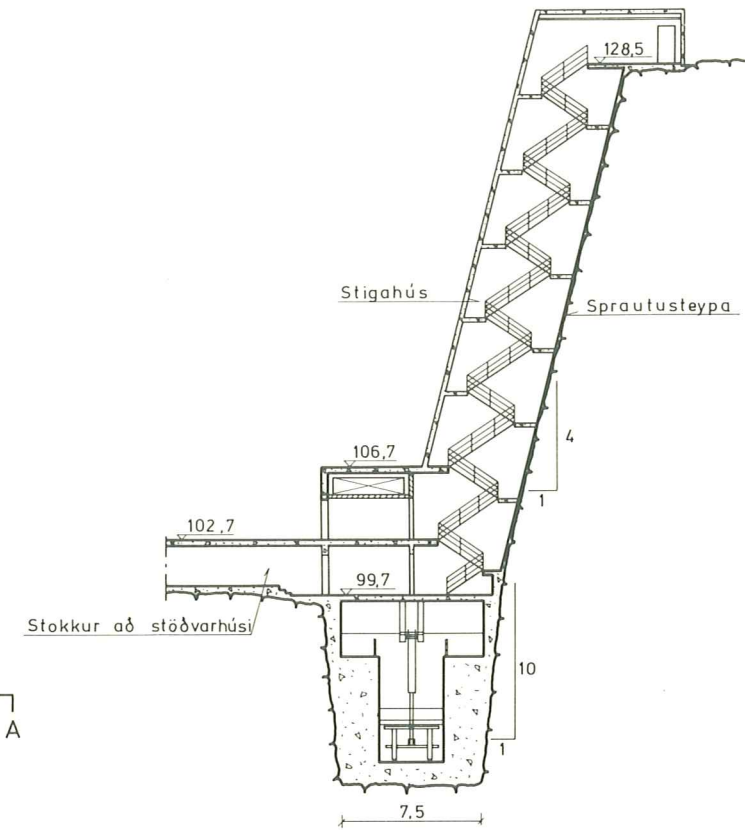
								VERKFRÆÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf.		ORKUSTOFNUN			
						REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ÍSAFJÖRDUR		ÁRMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDÚLFSGATA 2a AUSTURVEGUR 2		SÍMI (91) 84499 SÍMI (96) 22543 SÍMI (93) 7317 SÍMI (94) 3708			
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMR	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMR	HANNAÐ S. H.	TEIKNAD M. H.	YFIRFARID S. F.	SAMÞYKKT Eftir Þorstein	DAGSETNING JAN 1977	MÆLIKVARDI	VERK NR. 75.018.	TEIKN. NR. 2.12



JARÐHÆÐ



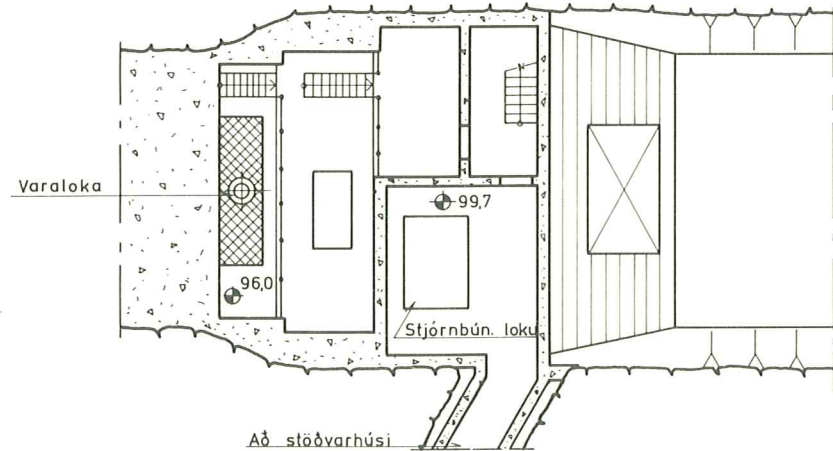
BOTNRÁS, LANGSNIÐ



SNIÐ B-B

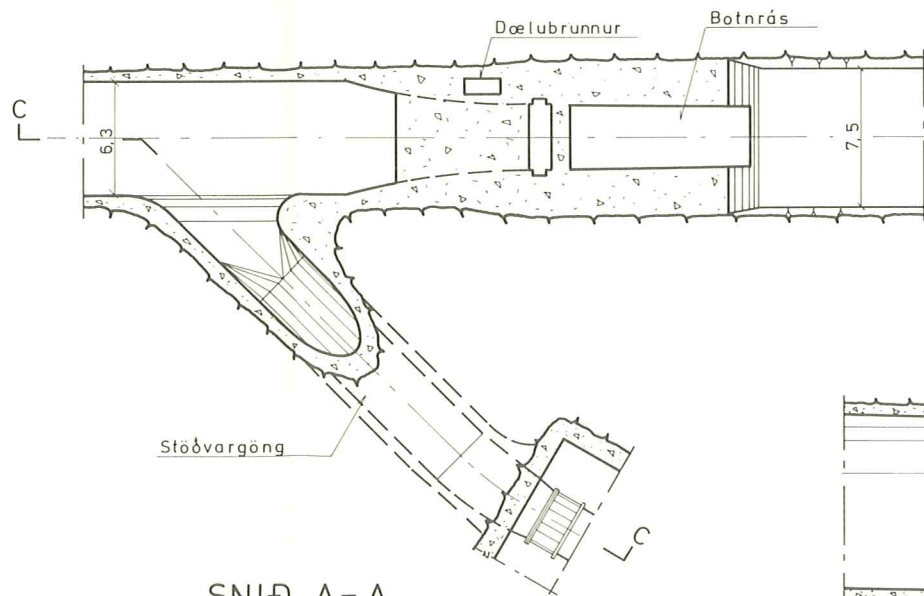
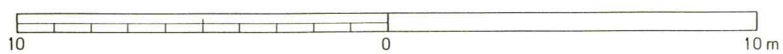


Hæðartölur eru í m.s.
Ónefnd mál eru í m.

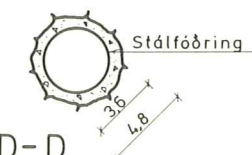


NEDRI HÆÐ

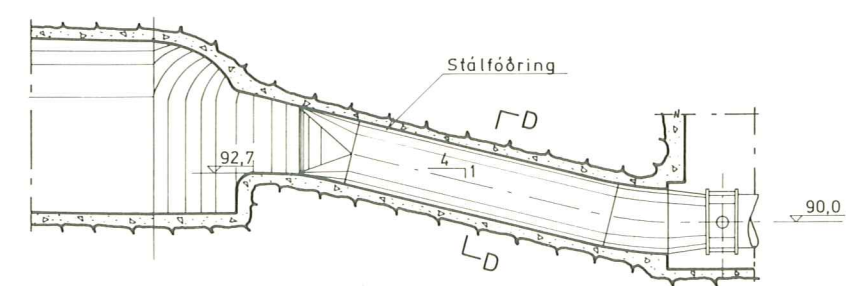
HÚS YFIR BOTNRÁS, GRUNNMYND



SNIÐ A-A

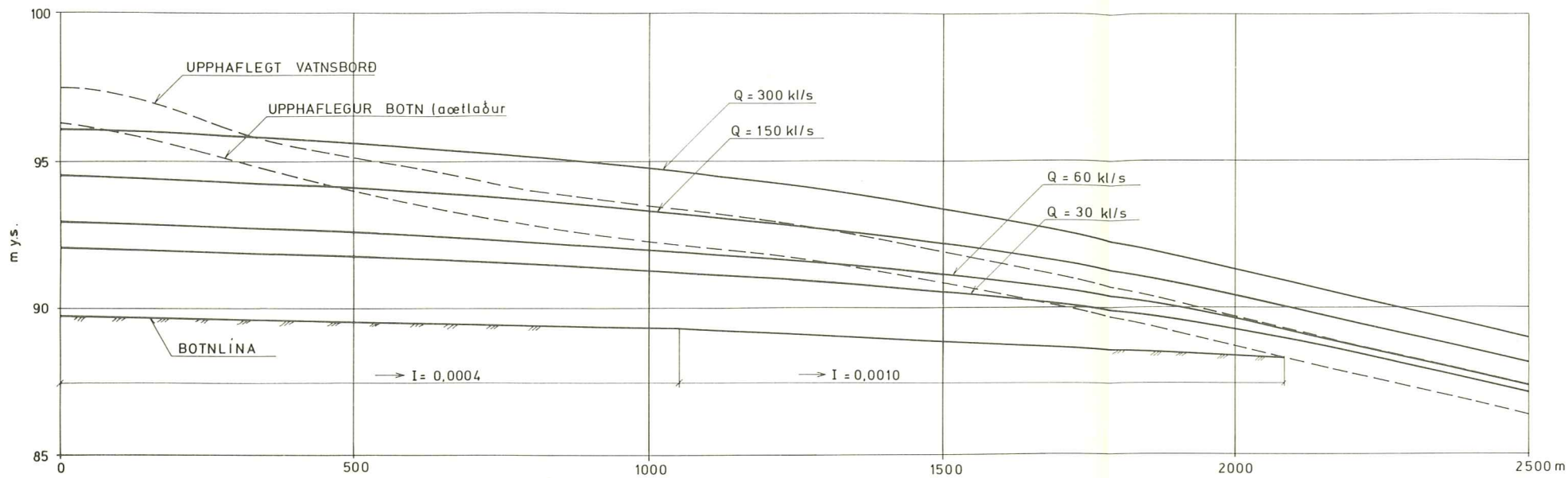


SNIÐ D-D

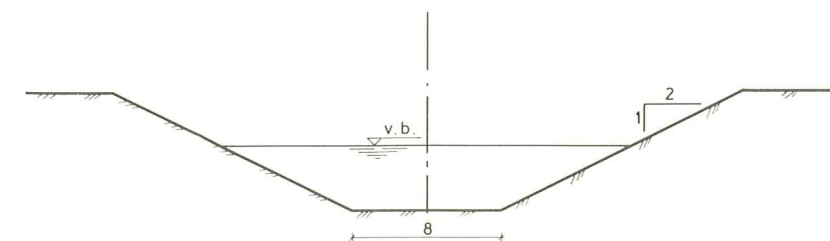


SNIÐ C-C

						VERKFRÆÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf.		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN BOTNRÁS OG STÖÐVARGÖNG	
						REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ÍSAFJÖRÐUR		ÁRMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDÚLFSGATA 2a AUSTURVEGUR 2	
						SÍMI (91) 84499 SÍMI (96) 22543 SÍMI (93) 7317 SÍMI (94) 3708			
HANNAÐ	TEIKNAD	YFIRFARID	SAMÞYKKT	DAGSETNING	MÆLIKVARDI	VERK NR.	TEIKN. NR.		
S.H.	M.H.	S.F.	<i>Leifur Guðlaugsson</i>	JAN 1977		75 018	2.13		
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMÞ	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMÞ				

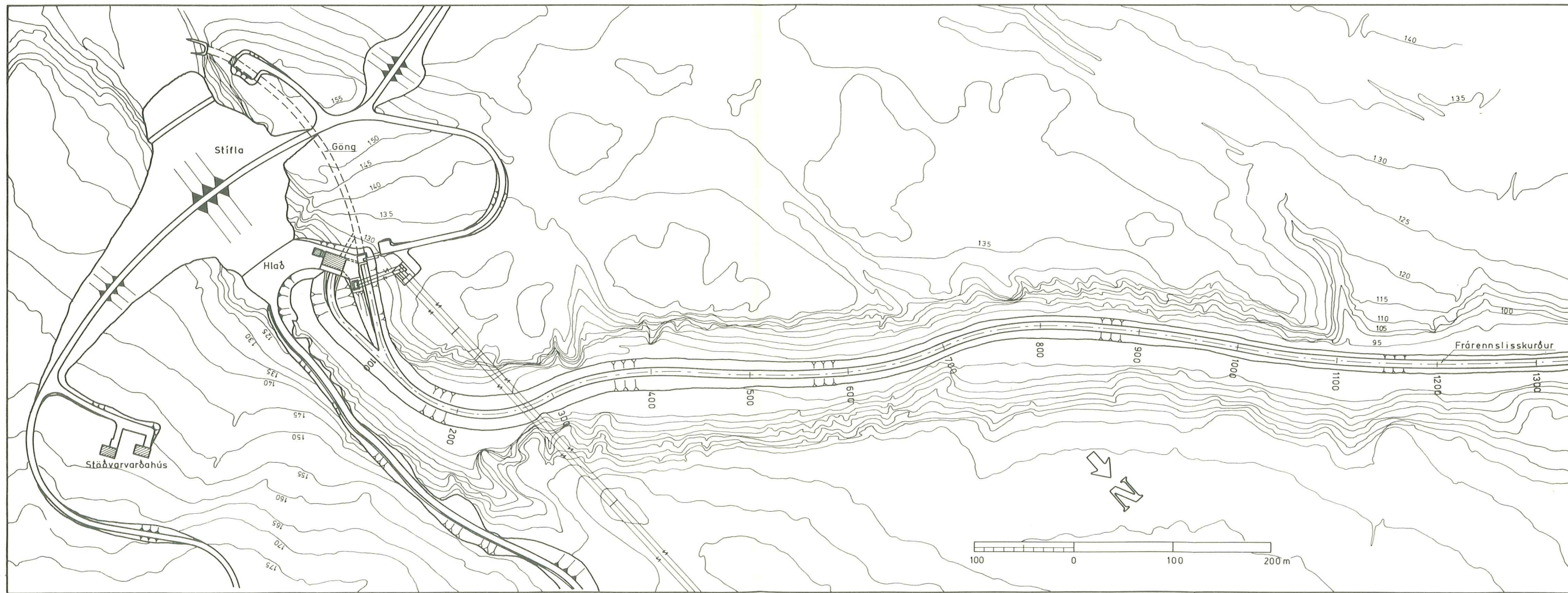


FRÁRENNSLISSKURÐUR LANGSNIÐ

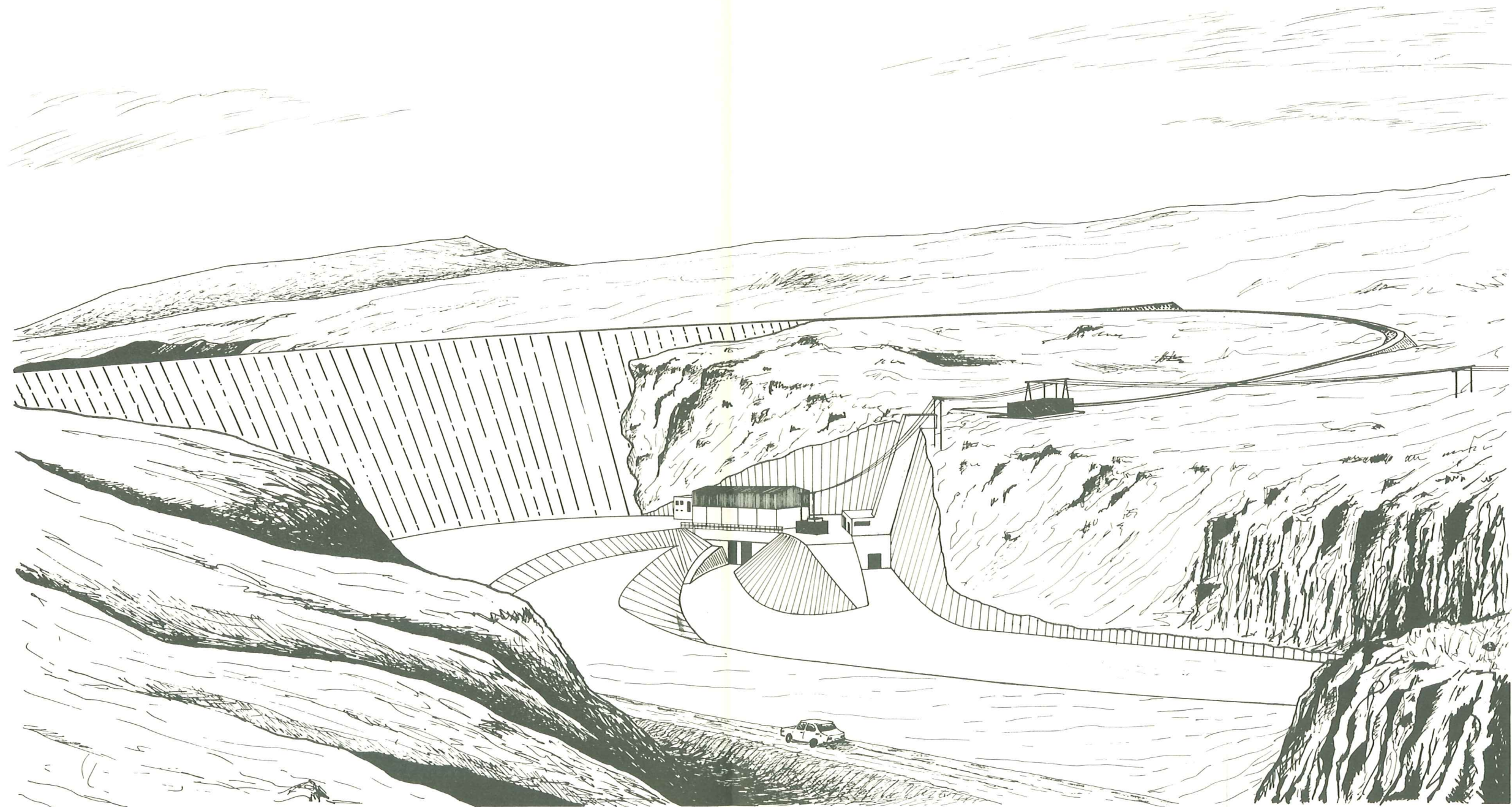



FRÁRENNSLISSKURÐUR ÞVERSNIÐ

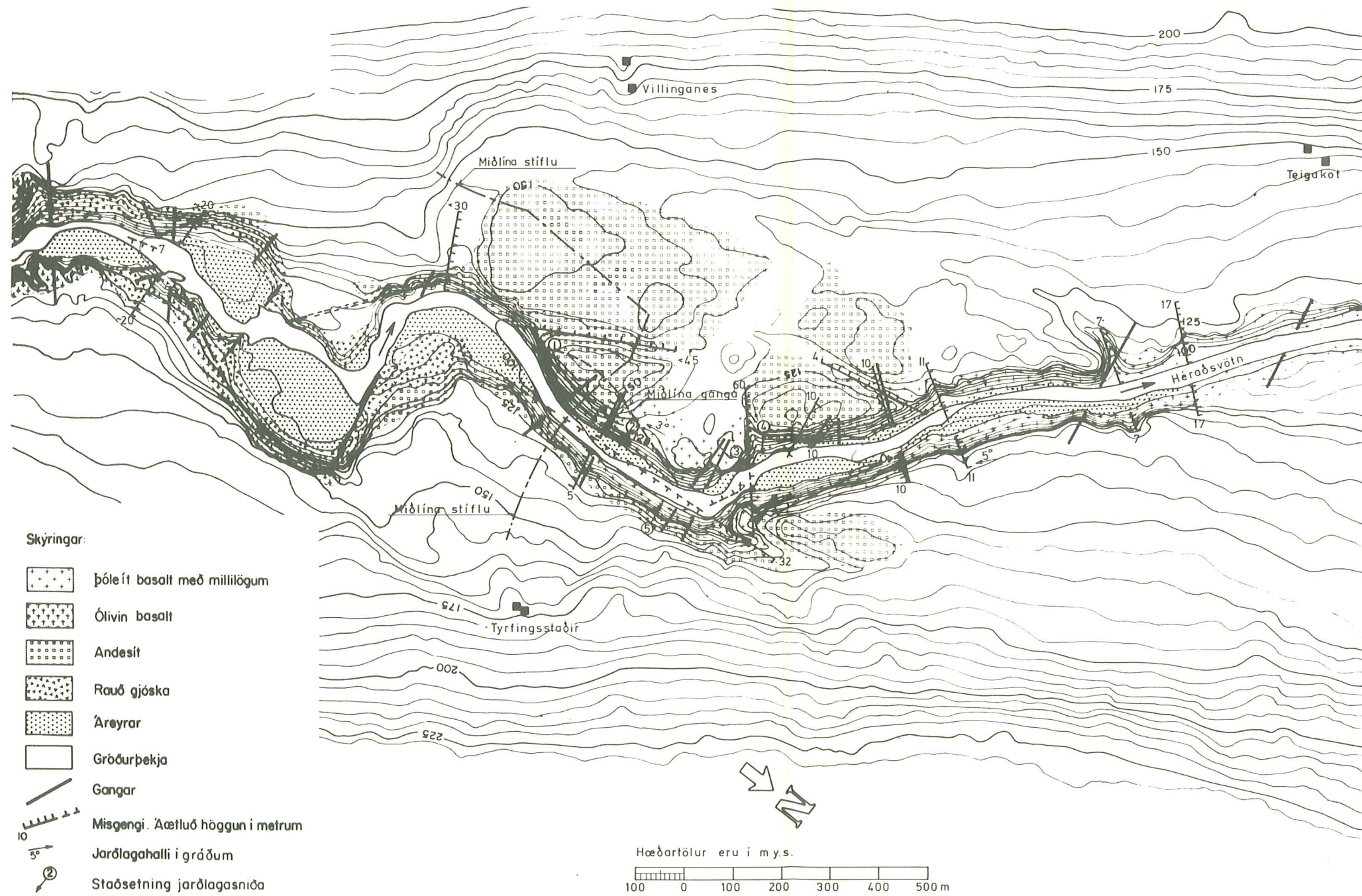
Hæðartölur eru í m.y.s.
Ónefnd mál eru í m.



								VERKFRÆÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf. REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ÍSAFJÖRÐUR ÁRMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDÚLFGATA 2a AUSTURVEGUR 2 SÍMI (91) 84499 SÍMI (96) 22543 SÍMI (93) 7317 SÍMI (94) 3708		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN FRÁRENNSLI GRUNNMYND OG SNIÐ			
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HANNAÐ K.M.S.	TEIKNAD M.H.	YFIRFARIÐ S.F.	SAMÞYKKT <i>Einar Þorvaldsson</i>	DAGSETNING DES 1976	MÆLIKVARÐI	VERK NR. 75.018	TEIKN. NR. 2.14

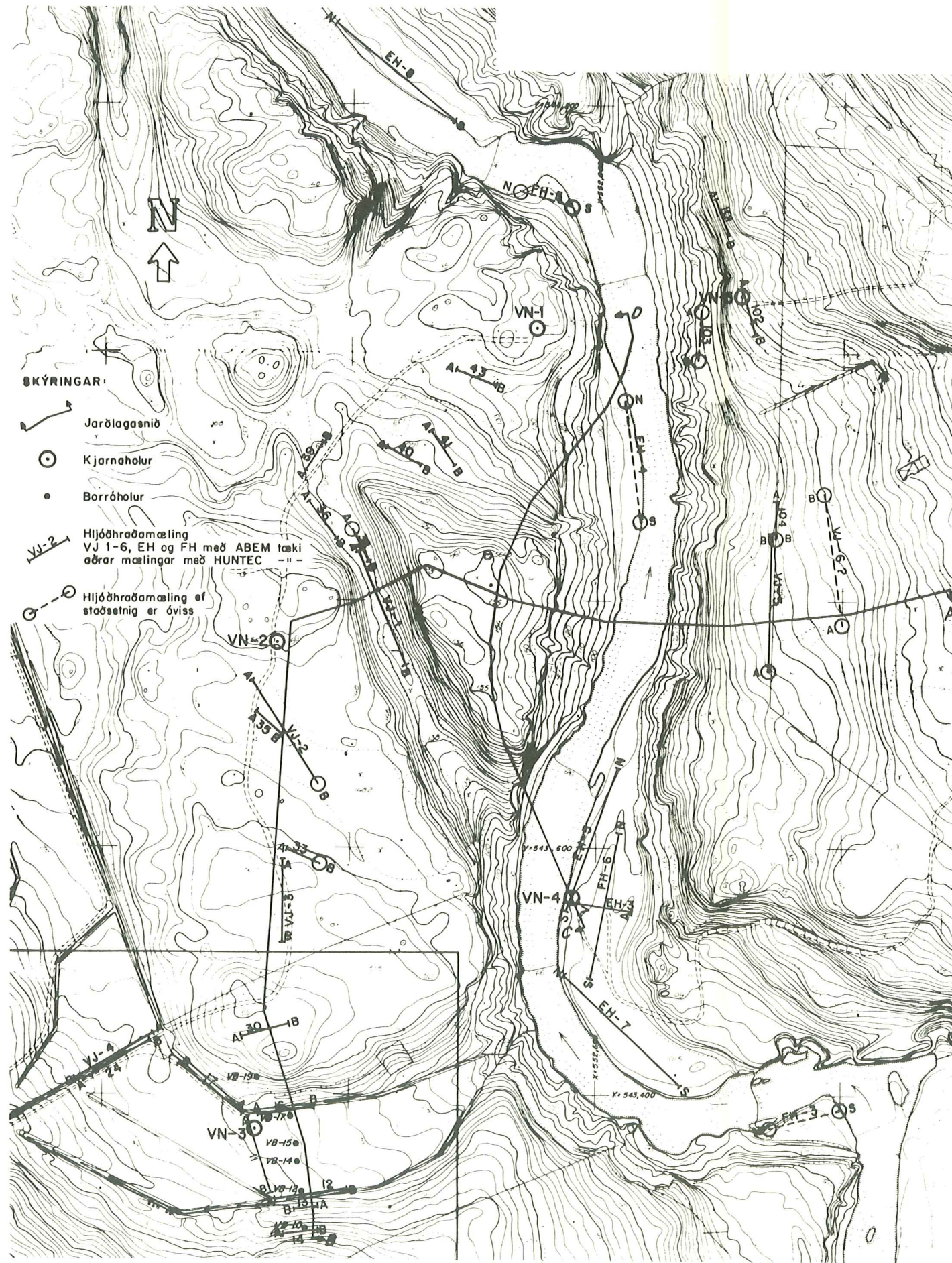


										 VERKFRÆÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf.		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN ÚTLITSMYND	
										REYKJAVÍK ARMÚLI 4 SÍMI (91) 84499 AKUREYRI GLERÁRGATA 36 SÍMI (96) 22543 BORGARNES KVELDÚLFGATA 2a SÍMI (93) 7317 ÍSAFJÖRDUR AUSTURVEGUR 2 SÍMI (94) 3708			
										HANNAÐ TEIKNAD YFIRFARID SAMÞYKKT DAGSETNING B.B. B.B. S.F. <i>Riflu Þorsteinsson</i> FEBR. 1977		MÆLIKVARDI VERK NR. TEIKN. NR. 75.018. 2.15	
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR.	DAGS.	EDLI BREYTINGAR	BR.	YF.	SMB	BR.	DAGS.	EDLI BREYTINGAR	BR.	YF.	SMB



Skv. uppdraetti ORKUSTOFNUNAR
Fnr. 11746.

						VERKFRÆDISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN JARDFRÆDIKORT	
REYKJAVÍK	ÁRMÚLI 4	SÍMI (91) 84499							
AKUREYRI	GLERÁRGATA 36	SÍMI (96) 22543							
BORGARNES	KVELDULFGATA 2a	SÍMI (93) 7317							
ÍSAFJÖRDUR	AUSTURVEGUR 2	SÍMI (94) 3708							
HANNAD	TEIKNAD	YFIRFARID	SAMÞYKKT	DAGSETNING	MÆLIKVARDI	VERK NR.	TEIKN. NR.		
S F				FEBRÚAR 1977		75.018.	2.16		
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP				



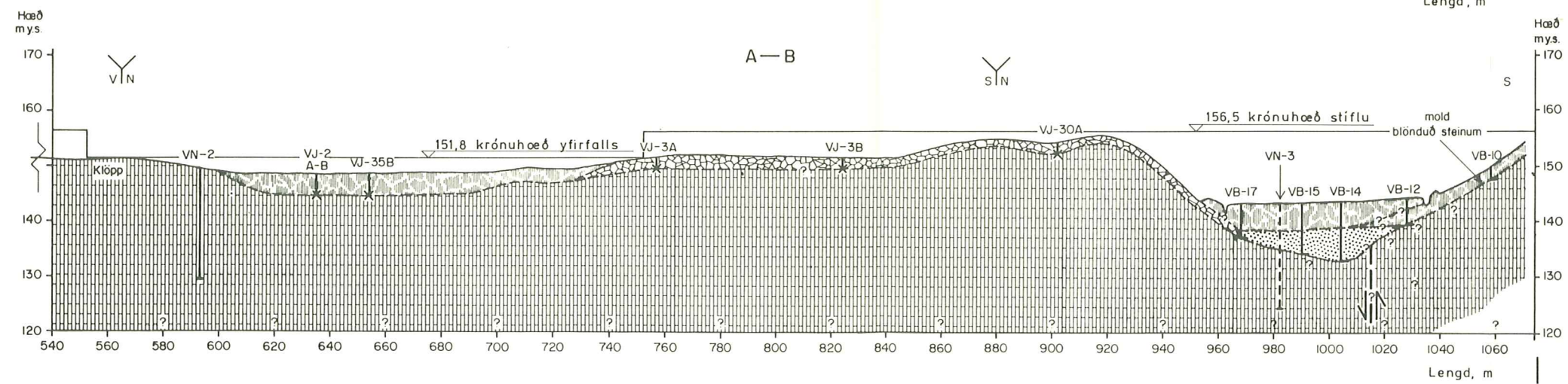
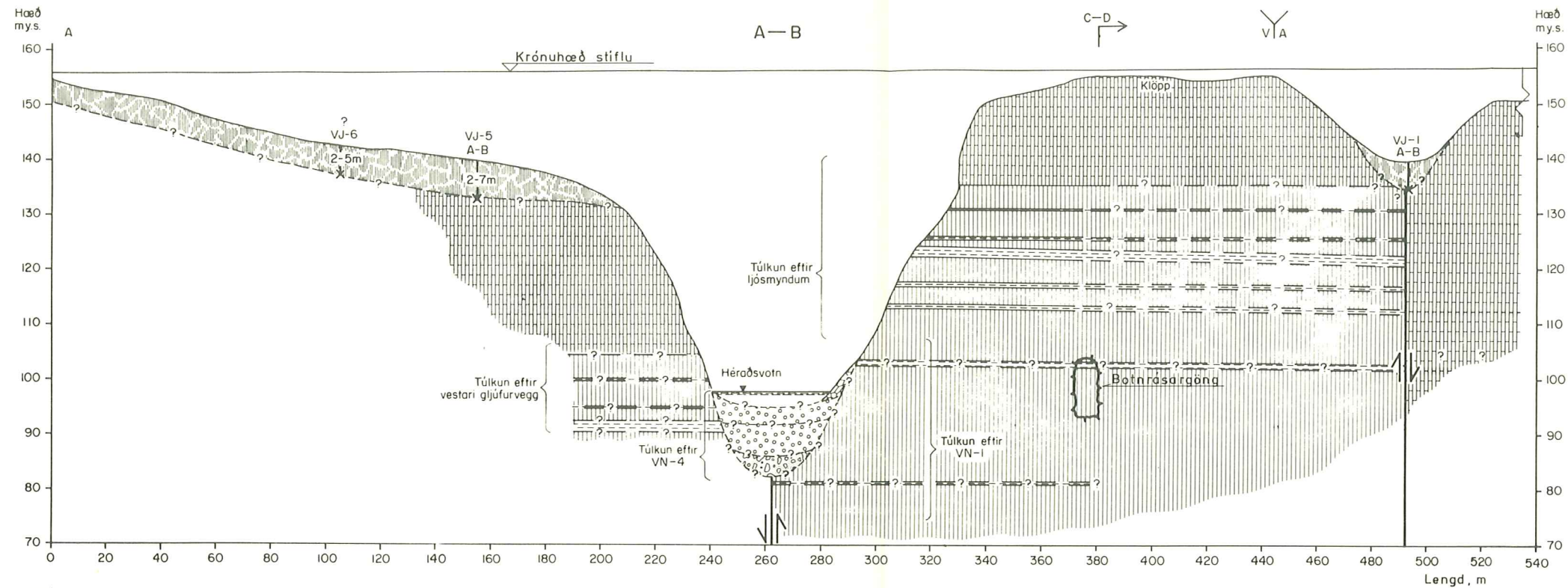
SKÝRINGAR:

- Jarðlagasnið
- Kjarnaholur
- Borróholur
- Hljóðhraðamæling VJ 1-6, EH og FH með ABEM tæki
öðrar mælingar með HUNTEC - - -
- Hljóðhraðamæling ef staðsetning er óviss



Skv. uppdætti Orkustofnunar Fnr. 14357
Snið A-B sjá teikn. nr. 75.018.2.18.

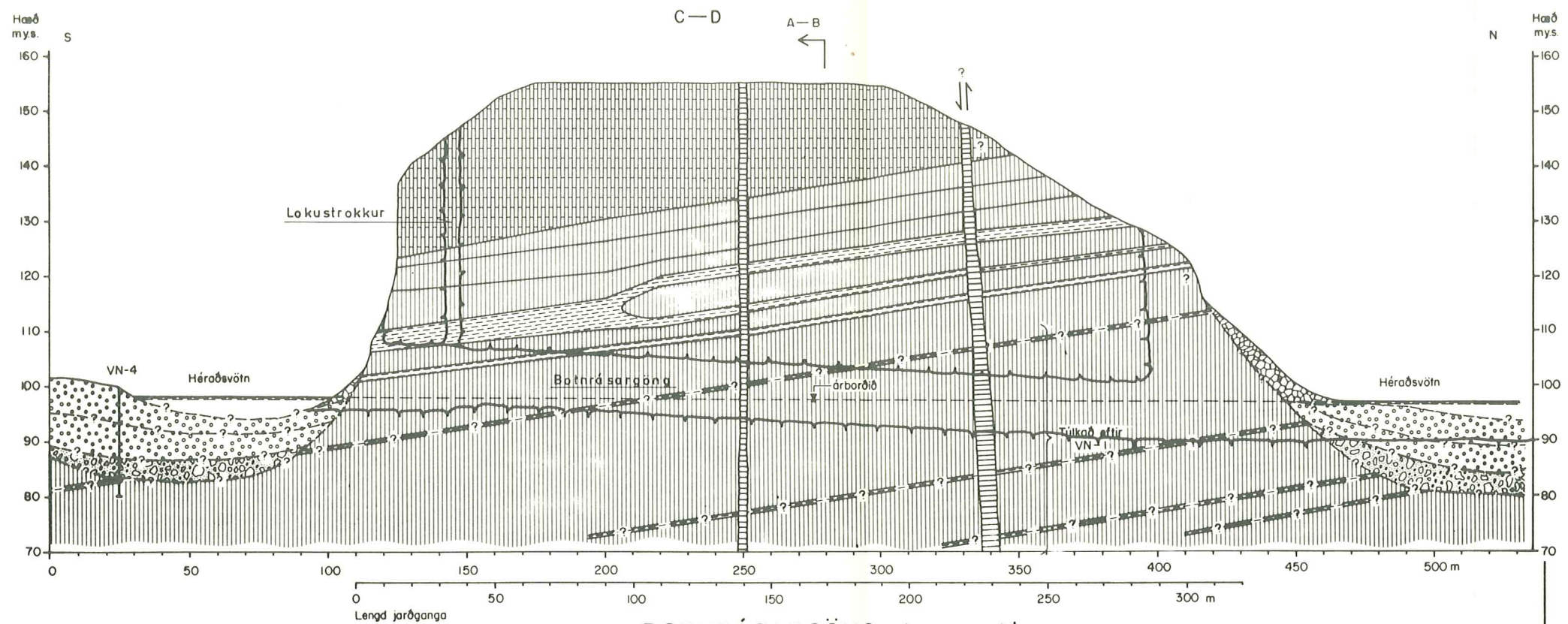
						VERKFRÆDISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf.		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN BORHOLUR, HLJÓÐHRAÐAMÆLINGAR OG JARÐLAGASNIÐ, YFIRLITSMYND					
TEIKN. NR.	TILVISUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HANNAÐ	TEIKNAD	YFIRFARID S. F.	SAMBYKKT	DAÐSETNING	MÆLIKVARDI	VERK NR.	TEIKN. NR.
									ÁRMÚLI 4 AKUREYRI BORGARNES ÍSAFJÖRDUR	FEBRÚAR 1977	75.018	2.17	



STÍFLUSTÆÐI Langsnið

Samkvæmt uppdætti Orkustofnunar
Fr. 15219.
Staðsetning sniða er sýnd á
teikn. nr. 75.018.2.17.
Skýringar, sjá teikn. nr. 75.018.2.19

						VERKFRÆÐISTOFA SIGURÐAR THORODDSEN hf.			ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN JARLAGASNIÐ Á STÍFLUSTÆÐI				
						REYKJAVÍK ÁRMÚLI 4 AKUREYRI GLERÁRGATA 36 BORGARNES KVELDÚLFGATA 2a ÍSAFJÖRDUR AUSTURVEGUR 2			SÍMI (91) 84499 SÍMI (96) 22543 SÍMI (93) 7317 SÍMI (94) 3708				
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HANNAÐ	TEIKNAD	YFIRFARID SF	SAMÞYKKT	DAGSETNING	MÆLIKVARDI	VERK NR.	TEIKN. NR.
									Reitur Þorsteinsson	FEBRUAR 1977		75.018.	2.18



BOTNRÁSARGÖNG, Langsnið

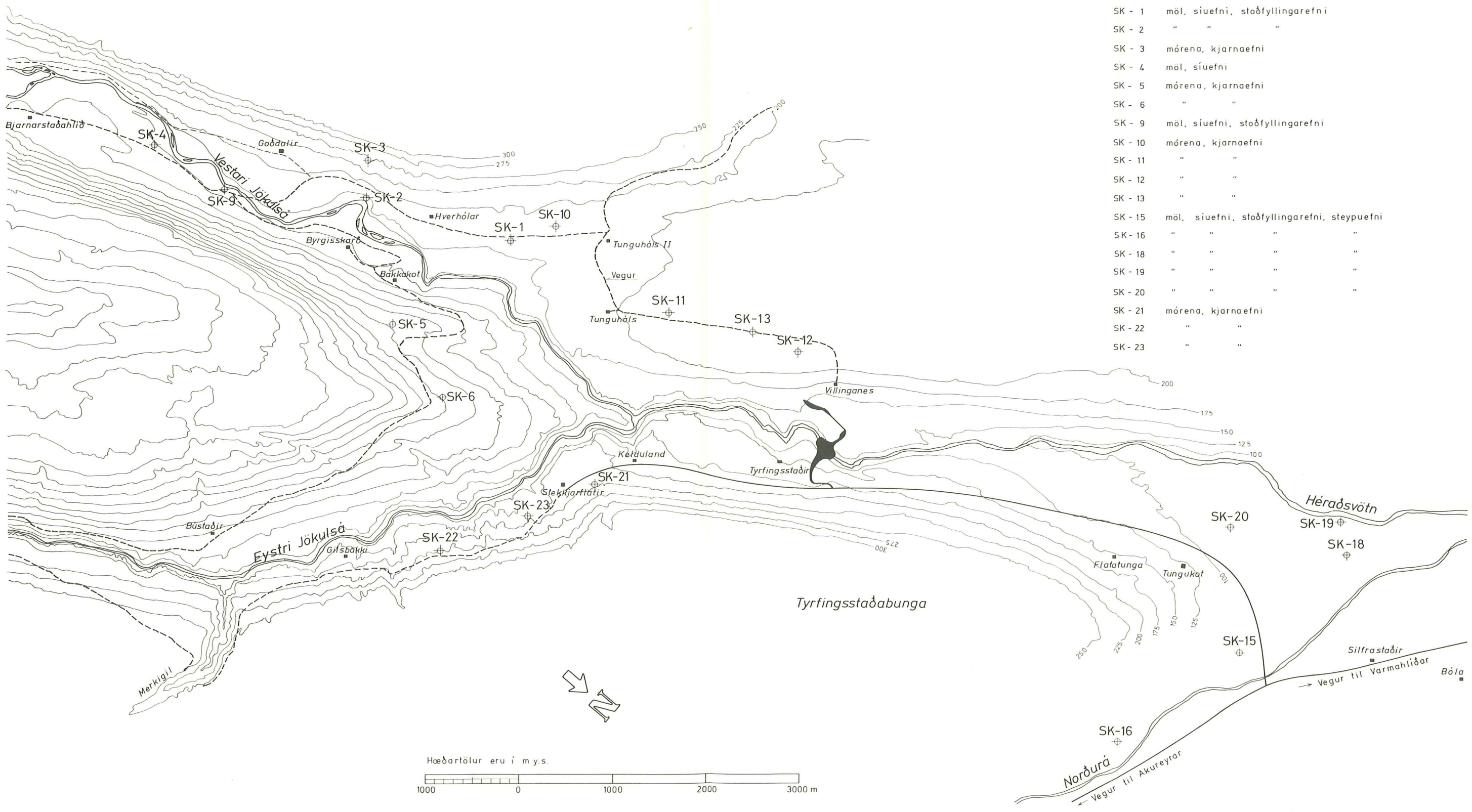
SKÝRINGAR:

- | | |
|--|--|
| Moldarjarðvegur | Basalt |
| Grýtt yfirborðslag og skriða | Millilög |
| Sandur | Berggangur og misgengi |
| Ármöl laus ofar, en samliðdari neðar (s.t.v. mórena) | Kjarnaborhola, (slitin lína ef hola er utan jarðlagasniðs) |
| Hörð mórena eða samliðað mól | Borrahödur |
| Andesít | Hljóðhraðamælingar |

Snið breytir stefnu
 Snið skerast

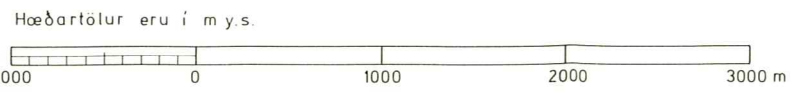
Samkvæmt uppdr. Orkustofnunar
Fnr. 15220.
Staðsetning sniðs er sýnd
á teikn. nr. 75.018.2.17.

				VERKFRÆÐISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf.				ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN JARÐLAGASNIÐ Á GANGALEIÐ			
REYKJAVÍK		ÁRMÚLI 4		SÍMI (81) 84499		SÍMI (81) 84499		SÍMI (81) 84499		SÍMI (81) 84499	
AKUREYRI		GLERÁRGATA 36		SÍMI (96) 22543		SÍMI (96) 22543		SÍMI (96) 22543		SÍMI (96) 22543	
BORGARNES		KVELDÚLFSGATA 2a		SÍMI (93) 7317		SÍMI (93) 7317		SÍMI (93) 7317		SÍMI (93) 7317	
ÍSAFJÖRDUR		AUSTURVEGUR 2		SÍMI (94) 3708		SÍMI (94) 3708		SÍMI (94) 3708		SÍMI (94) 3708	
HANNAD	TEIKNAD	YFIRFARID	SAMÞYKKT	DAGSETNING	MÆLIKVARDI	VERK NR.	TEIKN. NR.				
		S. F.	<i>[Signature]</i>	FEBRÚAR 1977		75.018	2.19				
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP						

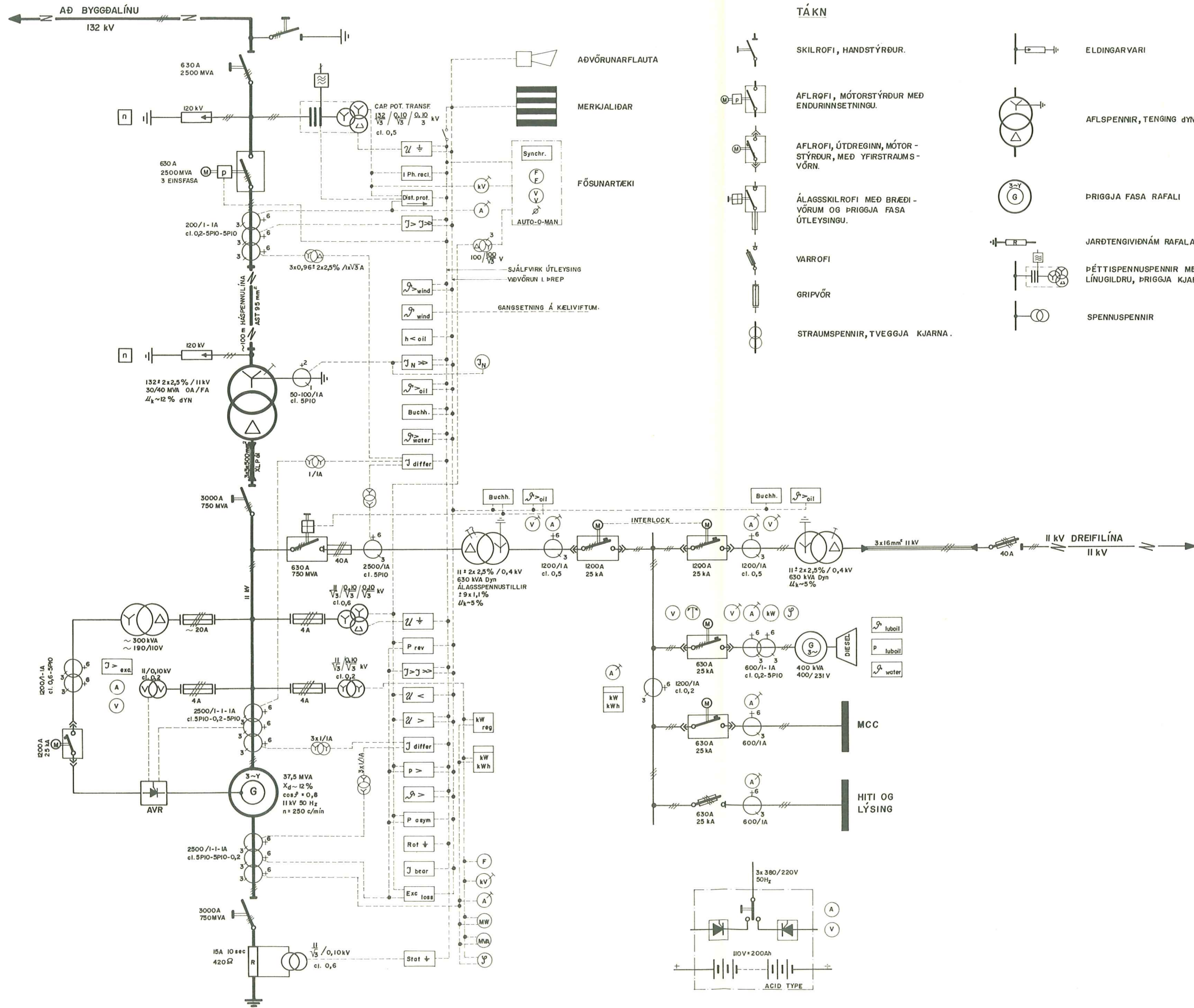


SÝNI TEKIN 1974:

- SK - 1 mál, síuefni, stoðfyllingarefni
- SK - 2 " " "
- SK - 3 mórena, kjarnaefni
- SK - 4 mál, síuefni
- SK - 5 mórena, kjarnaefni
- SK - 6 " "
- SK - 9 mál, síuefni, stoðfyllingarefni
- SK - 10 mórena, kjarnaefni
- SK - 11 " "
- SK - 12 " "
- SK - 13 " "
- SK - 15 mál, síuefni, stoðfyllingarefni, steypuefni
- SK - 16 " " " "
- SK - 18 " " " "
- SK - 19 " " " "
- SK - 20 " " " "
- SK - 21 mórena, kjarnaefni
- SK - 22 " "
- SK - 23 " "



						VERKFRÆDISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN EFNISNÁMUR					
						REYKJAVÍK ÁRMÚLI 4 SIMI (91) 84499 AKUREYRI GLERÁRGATA 36 SIMI (96) 22543 BORGARNES KVELDULFGATA 2a SIMI (93) 7317 ISAFJÖRDUR AUSTURVEGUR 2 SIMI (94) 3708							
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HANNAÐ K M S	TEIKNAD M H	YFIRFARID S. F.	SAMÞYKKT R. Þ. Þ. Þ.	DAGSETNING JAN 1977	MÆLIKVARÐI	VERK NR. 75.018	TEIKN. NR. 2.20



TÁKN

- SKILROFI, HANDSTÝRÐUR.
- AFLROFI, MÓTORSTÝRÐUR MED ENDURINNSETNINGU.
- AFLROFI, ÚTDRIGINN, MÓTOR - STÝRÐUR, MED YFIRSTRÁUMS-VÖRN.
- ÁLAGSSKILROFI MED BRÆDI - VÖRUM OG ÞRIGGJA FASA ÚTLEYSINGU.
- VARROFI
- GRIPVÖR
- STRÁUMSPENNIR, TVEGGJA KJARNA.

- ELDINGARVARI
- AFLSPENNIR, TENGGING ΔYN.
- ÞRIGGJA FASA RAFALI
- JARÐTENGINNÁM RAFALA
- ÞÉTTISPENNUSPENNIR MED LÍNUGLDRU, ÞRIGGJA KJARNA.
- SPENNUSPENNIR

SKÝRINGAR

- YFIRSTRÁUMS-VÖRN, TÍMA- OG SNÖGGÚTLEYSING.
- JARÐSTRÁUMS-VÖRN.
- MISMUNASTRÁUMS-VÖRN.
- LEGUSTRÁUMS-VIÐVÖRUN
- SEGULMÖGNUN, YFIRSTRÁUMS-VÖRN.
- YFIRSPENNUVÖRN.
- UNDIRSPENNUVÖRN.
- JARÐSPENNUVÖRN.
- BAKAFLSVIÐVÖRUN
- YFIRÁLAGSVÖRN.
- ÓJÖFN ÁLAGSVÖRN.
- JARÐSTRÁUMS-VÖRN SNÚÐS.
- JARÐSTRÁUMS-VÖRN SÁTURS.
- FJARLEGGJAVÖRN.
- EINSFASA ENDURINNSETNING.
- YFIRHITAVÖRN VAFNINGA.
- VAFNINGAHITI TIL INNSETNINGAR KELVIFTA.
- YFIRHITAVÖRN OLÍU.
- YFIRHITAVÖRN KÆLIVATNS.
- YFIRHITAVÖRN.
- OLÍUHEDARVIÐVÖRUN
- GASMYNDUNARVÖRN (BUCHHOLZ).
- VÖNTUN Á SEGULMÖGNUN.
- ÞÚLSTELJARI
- kWh-MELIR MED kW TOPPMELINGU.
- ÁLAGSSÍRITI.
- A-MELIR MED VALROFA.
- kV-MELIR MED VALROFA.
- NÚLLSTRÁUMSMELIR.
- RIDMELIR.
- RAUNAFLSMELIR.
- SÝNDARAFLSMELIR.
- FASVIKSMELIR.

RAFTEIKNING H.F. VERKFRÆÐISTOFA
 SÍÐUMÚLI 23
 SÍMI 83088

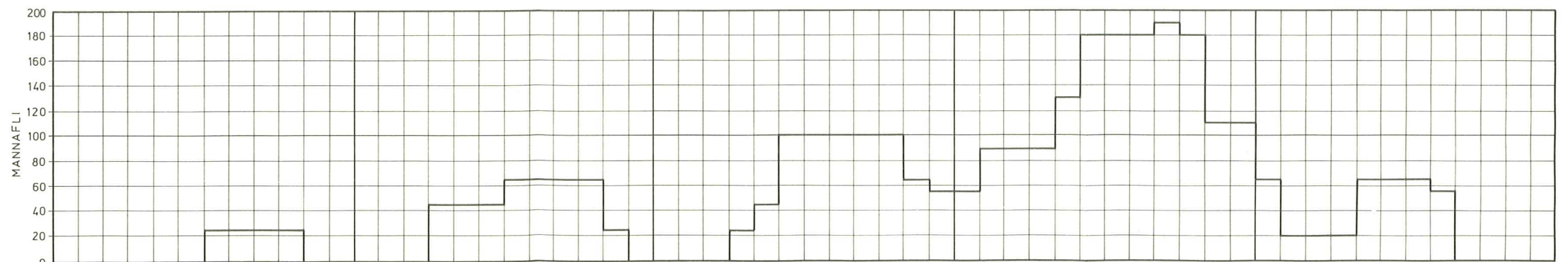
VST VERKFRÆÐISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf.
 REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ISAFJÖRDUR
 ARMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDULFSGATA 2a AUSTURVEGUR 2
 SÍMI (91) 84489 SÍMI (96) 22543 SÍMI (93) 7317 SÍMI (94) 3708

ORKUSTOFNUN
 VILLINGANESVIRKJUN
 EINLÍNUMYND

TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS	EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HÁNNAD E.B.	TEIKNAD S.Æ.	YFIRSEIÐI / S.	SAMÞYKKT <i>Þótt Skuli Þótt</i>	DAGSETNING 1976-10-01	HÁNNAD	TEIKNAD	YFIRSEIÐI	SAMÞYKKT	DAGSETNING	MÆLIKVARDI	VERK NR. 75.018.	TEIKN. NR. 2.21
------------	----------------------	----------	-----------------	-------------	-------------	--------------	----------------	---------------------------------	-----------------------	--------	---------	-----------	----------	------------	------------	------------------	-----------------

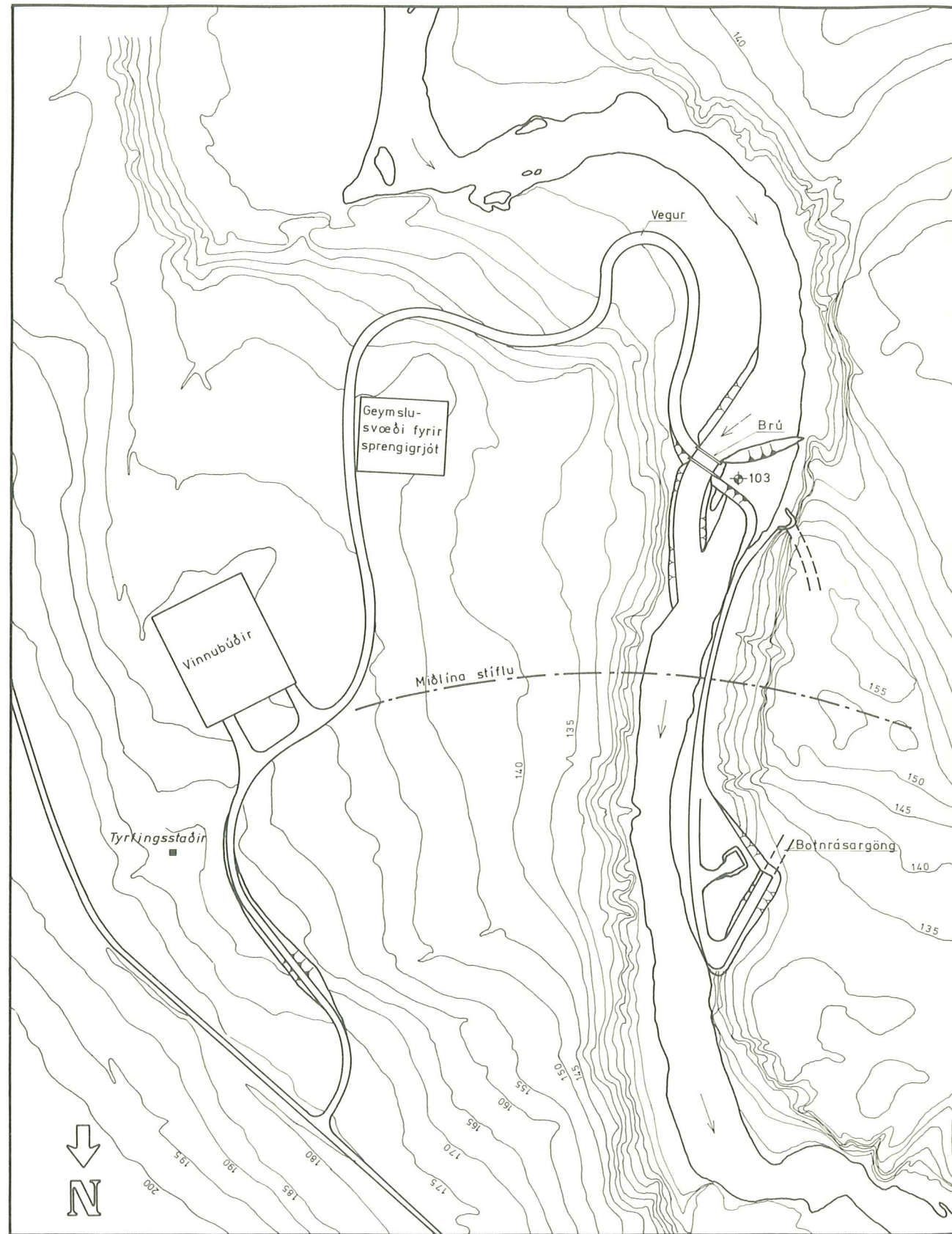
Verkpættir	Magn	1. ÁR					2. ÁR					3. ÁR					4. ÁR					5. ÁR													
		J	F	M	A	M	J	J	Á	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	Á	S	O	N	D	J	F	M	A	M	J	J	Á	S	O
Gerð útboðsgagna		[Gantt chart bars]																																	
Útboð og verksamningar		[Gantt chart bars]																																	
Aðstoðusköpun (verkkaupi)		[Gantt chart bars]																																	
Aðstoðusköpun (verksali)		[Gantt chart bars]																																	
Botnrásargöng, inntak, lokuvirki		[Gantt chart bars]																																	
Botnrásargöng, sprengingar	20 100 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Botnrásarskurður, sprengingar	12 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Lokustrokkur, sprengingar	1 800 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Inntak, steypuvinna	600 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Lokustrokkur, steypuvinna	630 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Lokun árfarvegjar. Veita um göng		[Gantt chart bars]																																	
Lokun ganga (Varaloka sett niður)		[Gantt chart bars]																																	
Steypufóðrun ganga	1 120 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Lokuvirki, steypuvinna	1 250 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Botnrásarlökur, uppsetning		[Gantt chart bars]																																	
Stífla og yfirfall		[Gantt chart bars]																																	
Varnarstíflur, efri og neðri	51 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Gröftur, hreinsun, bergþéttingar	121 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Þéttiskurður í árfarvegi	900 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Stíflufylling, aðalstífla	680 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Stíflufylling, hjástífla	44 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Yfirfall, jarðvinna	11 500 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Yfirfall, steypuvinna	5 240 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Stöðvarhús		[Gantt chart bars]																																	
Jarðvinna	36 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Stöðvarhús, steypuvinna	2 670 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Þjónustuhús, steypuvinna	100 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Dísil- og stigahús	185 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Innréttingar og frágangur húsa	6 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Frárennslisskurður		[Gantt chart bars]																																	
Jarðvinna	112 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Uppsetning véla og búnaðar		[Gantt chart bars]																																	
Stöðvarkrani		[Gantt chart bars]																																	
Vatnsvél		[Gantt chart bars]																																	
Rafall		[Gantt chart bars]																																	
Ýmis véla- og rafbúnaður		[Gantt chart bars]																																	
Rafbúnaður í útivirki		[Gantt chart bars]																																	
Vegagerð, útivirki o.fl.		[Gantt chart bars]																																	
Vegur að stöðvarhúsi, gröftur	3 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Vegur að stöðvarhúsi, sprengingar	28 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Vegur að stöðvarhúsi, fylling í hlað	20 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Vegur að útivirki og stöðvarvarðah.	20 000 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Útivoriki, jarðvinna	1 500 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Útivoriki, steypuvinna	100 m ³	[Gantt chart bars]																																	
Stöðvarvarðahús		[Gantt chart bars]																																	
Ýmis frágangur á vinnusvæði		[Gantt chart bars]																																	

FRAMKVEMDAÁÆTLUN

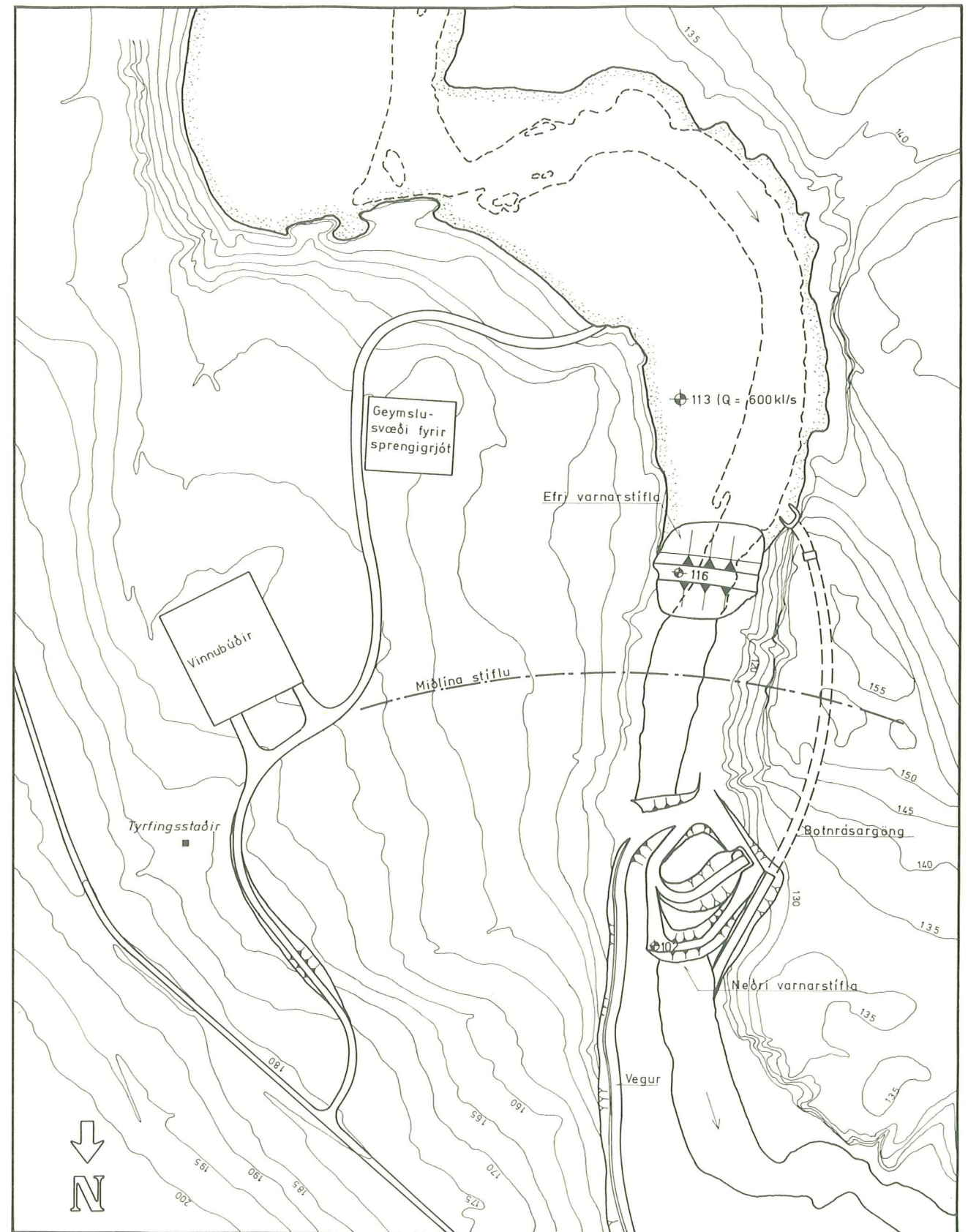


MANNAFLAÞÖRF

								VERKFRÆDISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf REYKJAVIK AKUREYRI BORGARNES ISAFJÖRDUR ARMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDÚLFSGATA 2a AUSTURVEGUR 2 SIMI (91) 84499 SIMI (96) 22543 SIMI (93) 7317 SIMI (94) 3708		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN FRAMKVEMDAÁÆTLUN OG MANNAFLAÞÖRF			
TEIKN. NR.	TILVIÐUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	HANNAÐ KMS/SH	TEIKNAD M H	YFIRFARID S.F.	SAMÞYKKT <i>[Signature]</i>	DAGSETNING JAN. 1977	MÆLIKVARDI	VERK NR. 75 018	TEIKN. NR. 2 22

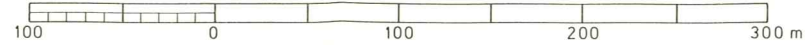


I. BYGGINGARSTIG

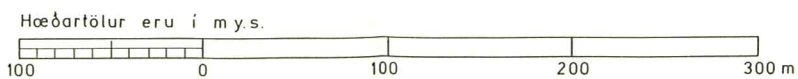
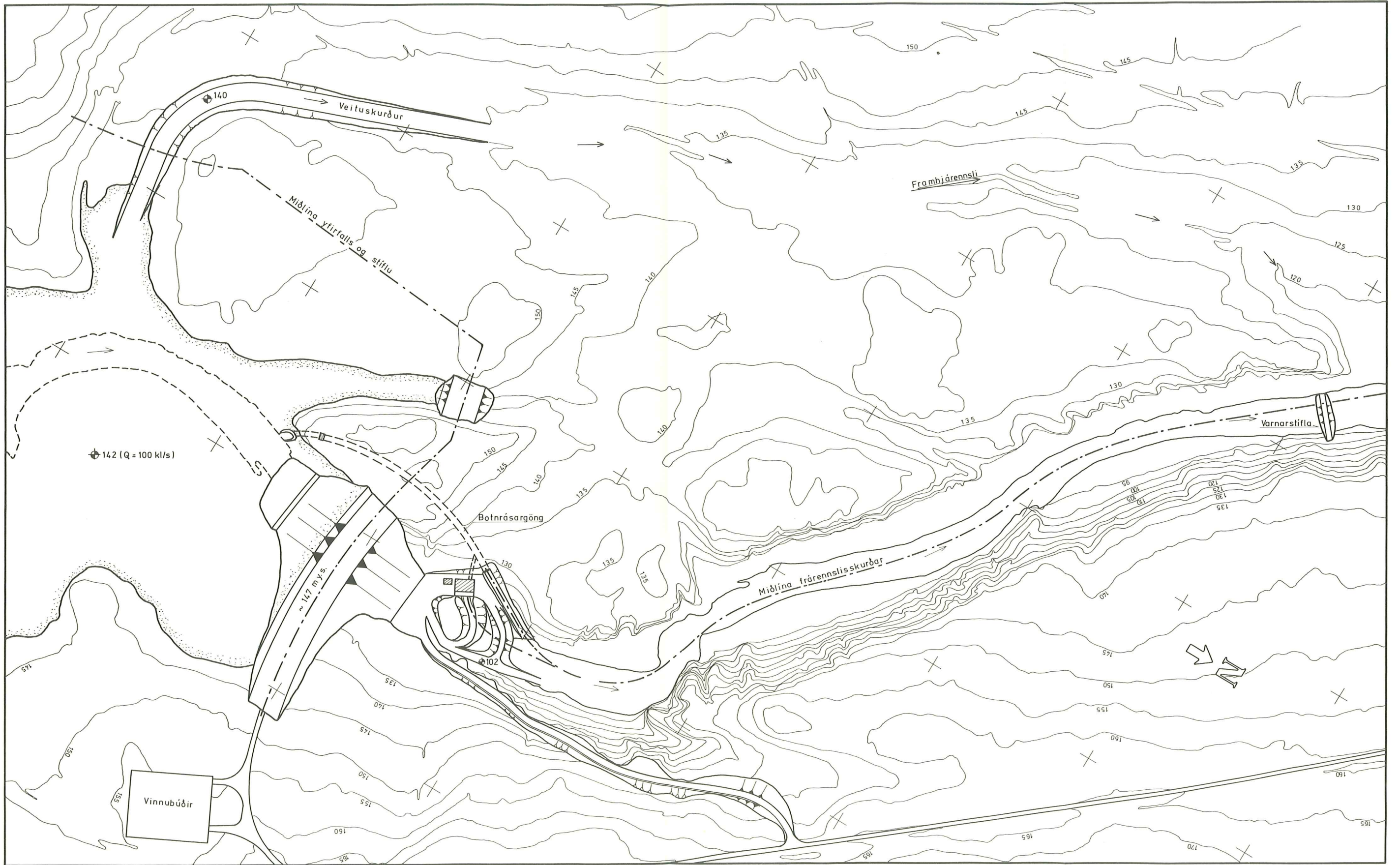



II. BYGGINGARSTIG

Hæðartölur eru í mys.



						VERKFRÆÐISTOFA SIGURDAR THORODDSEN hf.		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN I. OG II. BYGGINGARSTIG	
						REYKJAVÍK AKUREYRI BORGARNES ISAFJÖRDUR		ARMÚLI 4 GLERÁRGATA 36 KVELDÚLFSGATA 2a AUSTURVEGUR 2	
						HANNAÐ K M S		TEIKNAD M H	
						YFIRFARID S F		SAMÞYKKT 	
						DAGSETNING JAN 1977		MÆLIKVARDI	
TEIKN.NR.		TILVÍSUN Á TEIKNINGU		BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR		BR. YF. SMP		VERK NR. 75.018	
								TEIKN.NR. 2.23	



								 VERKFRÆÐISTOFA SIGURDAR THORODDSEN h.f.		ORKUSTOFNUN VILLINGANESVIRKJUN III. BYGGINGARSTIG	
REYKJAVÍK	ÁRMÚLI 4	SÍMI (91) 84499									
AKUREYRI	GLERÁRGATA 36	SÍMI (96) 22543									
BORGARNES	KVELDÚLFSGATA 2a	SÍMI (93) 7317									
ÍSAFJÖRDUR	AUSTURVEGUR 2	SÍMI (94) 3708									
HANNAÐ	TEIKNAD	YFIRFARID	SAMÞYKKT	DAGSETNING	MÆLIKVARDI	VERK NR.	TEIKN. NR.				
K.M.S.	M.H.	S.F.	<i>Leifur Þorsteinsson</i>	JAN 1977		75.018	2.24				
TEIKN. NR.	TILVÍSUN Á TEIKNINGU	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP	BR. DAGS. EDLI BREYTINGAR	BR. YF. SMP						