

JARÐHITAEILDIN

KÍSILGÚRVINNSLA
ÚR LEÐJU MÝVATNS

Niðurstöður athugana gerðra að tilhlutan
Jarðhitadeildarinnar til ársloka 1957

5. eintak af 10

Baldur Líndal
tók saman

Reykjavík í Apríl 1958

JARÐHITAEILD

KÍSILGÚRVINNSLA
ÚR LEDJU MÝVATNS

Niðurstöður athugana, gerðra að tilhlutan
jarðhitadeildarinnar til ársloka 1957

Baldur Línðal
tók saman

Reykjavík,
í apríl 1958

EFNISYFIRLIT

	Bls.
INNGANGUR	1
I. LEDJAN Í MÝVATNI	3
1) Greinargerð Tómasar Tryggvasonar 1955	3
2) Mælingar T.T. 1957	7
3) Efnainnihald leðjunnar í Mývatni	9
4) Gróðrarskilyrði kísilþörungna í Mývatni	11
II. DÆLING OG FLUTNINGUR Á LEDJUNNI TIL VINNSLU	15
A. Dæling á leðju úr vatnsbotninum	15
B. Áætlanir Jóns Steingrímssonar um dælingu og flutninga á leðju úr Mývatni	20
III. TILRAUNIR MED VINNSLU	40
A. Hreinsun með vatnsslemmingu	40
B. Lofthreinsun	42
IV. MARKAÐSATHUGANIR	51

INNGANGUR

Boranir fyrir gufu á Námafjallssvæðinu hófust 1951 og var þá í fyrstu einkanlega miðað við vinnslu brennisteins og annarra efna úr gasi því sem gufunni fylgdi. Sem kunnugt er, voru þessar boranir gerðar í rannsóknna skyni, og það varð brátt ljóst, að mikla áherzlu þyrfti einnig að leggja á athugun möguleika til hagnýtingar varma gufunnar. Ekki virtist ástæða til að leggja mikla áherzlu á raforkuvinnslu þarna, því öðru megin er Laxá, en hinu megin Jökulsá á Fjöllum. Árið 1951 var þegar hugað að hráefnum þarna í grennd, sem til mála gætu komið til vinnslu. Meðal annars var lauslega athugað um mótekju. Vitað var um góðar mómyrar í Reykja-hverfi og allt niður undir Húsavík, en nær fannst ekki verulegt magn.

Út frá þessum móathugunum fór athyglin að beinast að Mývatni og sú spurning vaknaði hve mikið af lífrænum efnum væru í leirnum í vatninu. Ég tók þá sýnishorn af leirnum og fann þar nokkuð af lífrænum efnum, en minna en ég bjóst við. Dr. Finnur Guðmundsson var manna kunnugastur um eðli Mývatns og því spurði ég hann um leðjuna í vatninu. Sagði hann mér mikið um dýpi vatnsins, enda hafði hann sjálfur mælt það nokkru áður. (Laxárgljúfur og Laxárhraun, Sigurður Þórarinnsson, bls. 4.) Hins vegar taldi hann af og frá, að mikið lífrænt efni væri í leðjunni, því sýnishorn, sem hann hafði tekið þarna hefði haft óvenju hátt kísilmagn. Taldi hann ástæðuna kísilþörungagróður vatnsins.

Ég varð því í fyrstu fyrir vonbrigðum af þessari leðju, þótt ég teldi hugsanlegt að hún kynni að vera hagnýt sem kísill. Málið lá þó niðri þangað til vorið 1953, að ég heimsótti Batelle-stofnunina í Bandaríkjunum. Ég sýndi sérfræðingunum þar sýnishorn af þessari leðju úr Mývatni og sögðu þeir mér þá, að hún myndi hafa hagnýta þýðingu sem kísiljörð. Þeir gátu samt ekki bent á aðferðir til að hreinsa leðjuna. Við það sat þangað til við Tómas Tryggvason ræddum um þetta nokkru síðar. Tók þá málið

nokkuð að skýrast og lagði Tómas málinu lið með uppörvun um að rannsaka þyrfti þarna gaumgæfilega. Um sama leyti tók ég saman athuganir mínar um þessa leðju og afhenti jarðhitadeildinni skýrsluna.

Seint á sumrinu 1954 var gerð fyrsta tilraun með að dæla leðjunni upp úr vatninu. Var útbúinn til þess fleki og á hantum var höfð 4" dæla með sogröri niður í leðjuna. Dæling leðjunnar virtist þá auðveld, en tilraunin var ekki fullnægjandi. Þetta önnuðust þeir Júlíus Þórarinsson og Ólafur Pálsson, verkfr.

Í nóv. 1954 fór síðan Tómas Tryggvason norður og mældi þykkt leirsins og tók prufur af honum. Sýnishornin voru síðan efnagreind á Atvinnudeildinni og var þá fengið bráðabirgðayfirlit um leðjuna, en þó einkanlega í Ytri-Flóanum.

Nokkrar hreinsunarathuganir gerði ég 1954, en aðallega þó settlunartilraunir í vatni. Sumarið 1955 var tekið allstórt leirsýnishorn úr Mývatni, það þurrkað við gufuna fyrir norðan og hófust síðan aftur hreinsunartilraunir hér á rannsóknastofu Jarðhitadeildarinnar. Sýnishorn af þeim kísilsalla, sem þannig fékkst verusíðan sendu til umsagnar erlendis og kom þá fram eindreginn áhugi fyrir þessari framleiðslu í Evrópu. Tómas Tryggvason benti á þá staði, sem helzt væri að senda sýnishorn til.

Sumarið 1956 dvaldist við Mývatn próf. Konrad Richter frá Amt für Bodenforchung, Þýzkalandi. Próf. Richter gerði nokkrar athuganir á leðjunni, sem vikið verður að síðar.

Vorið 1956 fór Tómas Tryggvason aftur til Mývatns á vegum Jarðhitadeildarinnar. Gerði hann þá yfirlitsmælingar á þykkt leðjunnar í öllu vatninu og tók sýnishorn.

Sumarið 1956 var svo gerð tilraun með að dæla verulegu magni af leðju upp. Lánuð var 6" dæla hjá Vitamálaskrifstofunni, henni komið fyrir á fleka á vatninu og leiðslur settar á land. Dælt var upp um 900 m³ af leðju miðað við rúmmál það sem hún hefir í vatninu sjálfu.

I. LEÐJAN Í MÝVATNI

Mývatn mun vera 38 km^3 að flatarmáli og er umlukið hraunum á þrjá vegu. Nú orðið er það einkar grunnt og veldur því að nokkru þykkt leðjulag á botni vatnsins, sem hefir fyllt upp og jafnað misfjellur upprunalega botnsins. Dýpt vatnsins var mæld af Dr. Finni Guðmunds- syni og birtust niðurstöður hans í Laxárgljúfur and Laxár- hraun, eftir Sigurð Þórarinsson 1951. Tómas Tryggvason mældi einnig dýpi vatnsins um leið og hann athugaði leðju- þykktina 1954. Á línunni Álftagerði - Syðri-Neslönd reyndist 3,0 - 3,7 m dýpi nema næst landi við Álftagerði, þar sem það var nokkru grynna. Í Ytri-Flóanum mældist dýptin mest 1,5 m og minnst 0,5 m, enda er nokkur gróður þar í botni sem myndar torfur, sem eru hærri en leðjan umhverfis.

Í sniði ~~frá~~ frá Álftagerði - Syðri-Neslönd er meðal þykkt leðjunnar 5,05, en mælingarnar benda til 4,5 m meðal þykktar í Ytri-Flóanum á línunni Slúttnes-Bjarg. Mesta þykkt leðju í Syðri-Flóanum var þá mæld 8,7 m, en í Ytri- Flóanum fannst 9,6 m þykkt mest. Leðjan hefir nokkuð jafnt yfirborð og sléttar út misfjellurnar á botninum. Mælingar þessar voru þó ekki fulnægjandi til að gefa endanlega hugmynd um magn leðjunnar.

Síðari mælingar Tómasar Tryggvasonar voru gerðar vorið 1957. Eins og hinar fyrri, voru þær gerðar gegnum ís á vatninu. Náðist nú mun betra yfirlit en í fyrra sinnið, og því má telja að frummælingum á leðjumagninu sé þá lokið. Skýrslur Tómasar fara hér á eftir.

1. Greinargerð Tómasar Tryggvasonar 1955

Dagana 26. okt. - 3. nóv. s.l. ferðaðist undirritaður á vegum Jarðborana ríkisins norður í Mývatnssveit til þess að rannsaka botnleðjuna í Mývatni.

Rannsókn þessi var hafin með það fyrir augum, að mæla þykkt botnleðjunnar, einkum í Ytri-Flóanum og að taka sýnishorn úr leðjunni á mismunandi dýpi; svo að unnt sé að ákveða samsetningu hennar.

Mest áherzla var lögð á að mæla og taka sýnishorn fram undan Reykjahlíð og skammt frá norðurlandinu milli Reykjahlíðar og Grímsstaða.

Þá var mælt á línu þvert yfir flóann milli Reykjahlíðar og Syðri-Neslanda, ein mæling gerð milli Hrauneyjar og Slúttness, og mælt á línu milli Slúttness og Reykjahlíðar. Ennfremur var botninn athugaður á allstóri svæði fram undan Vogum og út fyrir Birgistanga og mæld botnleðjan í Helgavogi og Kálfstjörn. Að lokum var þykkt botnleðjunnar mæld með 500 m millibili á línu milli Syðri-Neslanda og Álftagerðis.

Borholur, sem sýnishorn voru tekin úr, eru merktar rómverskum tölum.

Blandað var saman sýnishornum úr holunum nr. I-XI og aftur úr XII-XVII. Er hverjum dýptarmeter leðjunnar haldið sér í sýnishorni. Með þessu er hægt að fá yfirlit yfir meðalsamsetning leðjunnar á allstórum spildum í vatninu og þær breytingar, sem hún kann að taka með dýptinni.

Sérsýnishorn voru tekin úr holunum nr. XVII og XIX en tvö úr holu nr. XX, annað úr efri hlutanum, en hitt úr neðri hlutanum.

Við mælingarnar og töku sýnishorna var notaður mýrabor Búnaðardeildar.

Eftirfarandi tafla sýnir staðsetningu mælinganna, vatnsdýpi og þykkt botnleðju.

Tafla yfir botnmælingar í Mývatni 1955

	<u>Vatn í m.</u>	<u>Leðja í m.</u>
Hola I. ca. 100 m frá norðurlandi, 250 m V-við Brautarenda	1,5	2,5
Hola II, ca. 100 m frá Brautarenda	1,0	4,75
Hola III, ca. 150 m framan við Bjarg, 200 m frá Höfðanum	1,35	3,55
Hola IV. um 200 m utar, ca. 300 m frá landi	1,0	5,20
Hola V. ca. 300 m vestur af Höfðabarði, og svipaða vegalengd N-af mynni Helgavogs	1,1	5,0

	<u>Vatn í m</u>	<u>Leðja í m</u>
Hola VI. nær miðjun firði N-af holu V .	0,8	4,5
Hola VII. 200-250 m fram af Stóruvík ..	0,7	4,7
Hola VIII. fram af Hrauntanga	0,5	4,5
Hola IX. vestur af Hrauntangahorni	0,65	6.15
Hola X. milli Slúttness og Hrauntanga- víkur	0,8	6,45
Hola XI, norðan við Hrauntangavík	1,0	6,50
Hola XII, 250-300 m WNW af Hrutavogs- tanga	1,0	5,0
Hola XIII, ca. 200 m beint fram af Helgavogi	1,3	7,2
Hola XIV. 500 m W-við holu XIII	1,1	6,0
Hola XV. 500 m nær S-Neslöndum	1,4	4,6
Hola XVI. 500 m nær S-Nesl.	1,5	1,0
Mæling milli Holu XVI. og XVII	1,4	0,7
Hola XVII. 500 m nær S-Neslöndum ca. 100 m undan Skáley	1,3	0,7
Mæling 200 m SE Skáley	1,3	0,8
" 300 " " "	1,3	0,8
" 200 " " Hrauney	1,35	0,8
" mitt á milli Hrauneyjar og Suðurodda Slúttness	1,30	1,1
Mæling ca. 100 m S af austurodda Slútt- ness	1,05	1,75

Mælingar á línu frá S-odda Slúttness að Hótel Reykjahlíð

Mæling ca. 100 m frá Slúttnesi	1,3	1,45
" " 200 " " "	1,1	3,0
" " 300 " " "	1,05	3,5
" " 400 " " "	0,85	3,6
" " 500 " " "	0,8	3,7
" " 600 " " "	0,8	4,45
" " 700 " " "	0,7	3,5
" " 800 " " "	0,6	9,4
" " 900 " " "	0,5	4,7
" " 1000 " " "	0,5	8,5

	<u>Vatn í m</u>	<u>Leöja í m</u>
Mæling rétt austan við Birgistanga	1,5	1,15
Hola XVIII í Kálfstjörð norðanverðri	0,75	3,0
Mæling við norðurland Kálfstj.	0,7	2,8
" " norðausturland Kálfstj.	0,7	4,8
" inni á miðjum Helgavogi	0,9	4,95
" í mynni Helgavogs	1,0	4,5
Hola XIX. ca. 100 m utan við mynni Helgavogs	1,5	6,65

Mælingar á línu frá Syðri-Neslöndum í Álftagerði

Mæling 120 m frá landi undan Syðri-Neslöndum	3,7	1,8
Mæling 500 m frá S-Nesl.	3,7	2,05
" 1000 " " "	3,5	5,5
" 1500 " " "	3,7	7,3
Hola XX 2000 m frá S-Nesl.	3,3	4,7
Mæling 2500 " " "	3,5	7,0
" 3000 " " "	3,25	4,9
" 3500 " " "	3,4	5,1
" 4000 " " "	3,3	8,7
" 4500 " " "	3,0	5,5
" 5000 " " "	3,0	5,5
" 5500 " " "	2,9	4,9
" á miðjum Álftavogi	2,25	2,75

Í sumum mælingunum varð vart við þétt millilög, og er sennilegt, að þar sé kísiljörðin blönduð eldfjallaösku.

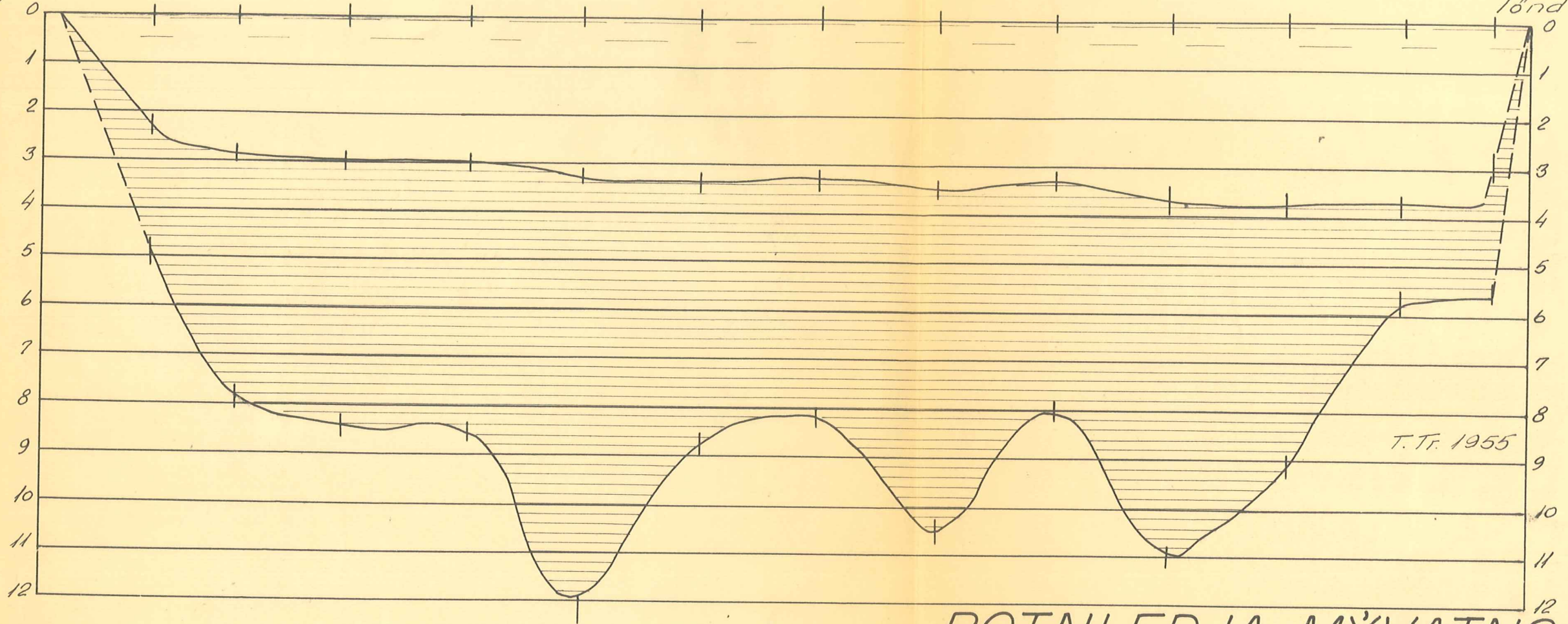
Mælingar sýna ljóslega, að fram undan Reykjahlíð og vestur með norðurlandinu í áttina til Grímsstaða er stórt svæði, sennilega því sem næst 2 km², með 4-6 m þykkri botnleöju. Þegar vestar dregur þynnkar botnleöjan mjög, og er víða undan Neslandatanga sunnanverðum ekki nema tæpur m. á þykkt.

Fram undan Vogum, Birgistanga og Kálfstjörð er botninn ýmist grýttur eða botnleöjan þunn.

Á línunni yfir Syðri-Flóann milli Syðri-Neslanda og Álftagerðis, er botnleöjan víðast hvar 5-7 m. þykk.

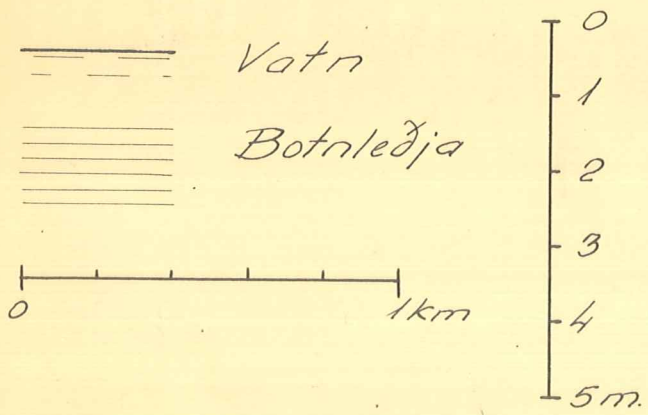
1
Álf-
gerði

5. Nes-
lönd



BOTNLEÐJA MÝVATNS

Snið Álfagerði - 5. Neslönd



KÍSILJÖRD í MÝVATNI

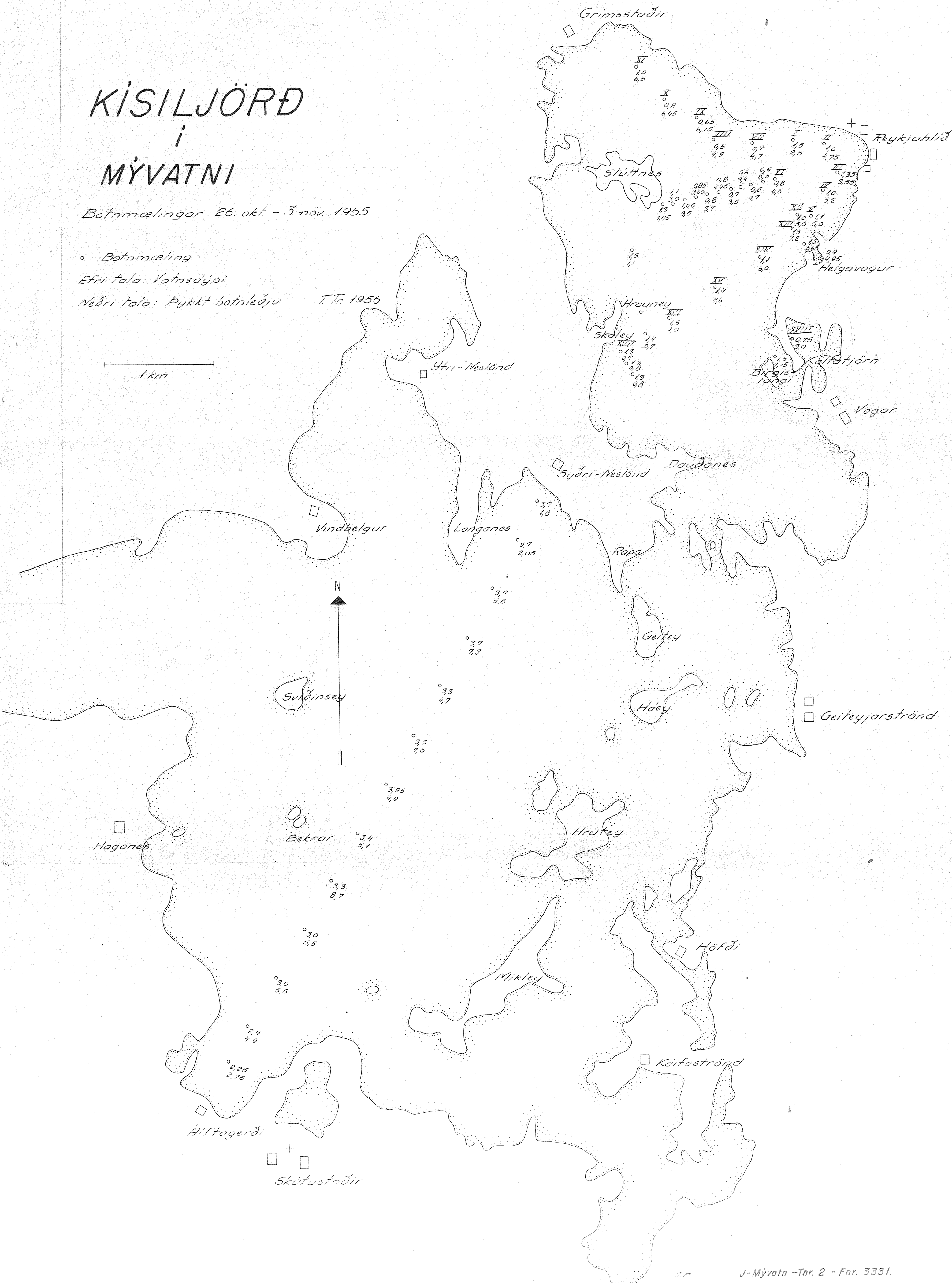
Botnmælingar 26. okt. - 3. nov. 1955

• Botnmæling

Efri tala: Vatnsdýpi

Neðri tala: Þykkt botnleðju T.Tr. 1956

1 km



2. Mælingar Tómasar Tryggvassonar 1957

Mælingar þessar voru framkvæmdar í því skyni að afla vitneskju um þykkt og útbreiðslu leðjunnar á botni vatnsins, ýtarlegri en þeirrar, sem fékkst við mælingarnar haustið 1955. Auk þess voru tekin nokkur sýnishorn til efnagreiningar. Haustið 1955 voru einkum tekin yfirlitssýnishorn, þar sem blandað var saman sýnishornum úr mörgum holum úr ákveðinni dýpt undir vatnsborði. Í þetta sinn voru sýnishornin tekin úr einstökum holum, og efri og neðri hluta venjulega haldið sér til efnagreiningar.

Mest áherzla var lögð á mælingar í Ytri-Flóa, enda er gert ráð fyrir, að þar yrði hafizt handa um vinnslu leðjunnar, ef til kæmi. Mælt var með 200 m bili á línu milli nýbýlisins Bjargs og Hjálmutanga sunnan við Grímsstaði, en þverlínur með 400 m millibili voru mældar um flóann. Þá var mælt á línu frá Káraströnd norðvestan við Slúttnes í stefnu að Lambeyri norðan við Kálfstjörn, en ekki varð komizt nema rösklega hálfra leið vegna ótryggs íss. Einnig var mæld lína milli Hrauneyjar og Dauðaness. Fram undan Helgavogi var bætt við nokkrum mælingum og sýnishorn tekið um það bil 300 m frá landi. Fram undan Vogum voru og nokkrir punktar mældir.

Mælingarnar á Ytri-Flóa staðfesta með litlum breytingum niðurstöður mælinganna haustið 1955. Fram undan Reykjahlíð og milli Reykjahlíðar og Grímsstaða eru stór svæði í flóanum, þar sem þykkt botnleðjunnar nemur 3-6 m. Undan Grímsstöðum eru sker og grynningar, og botnleðjan því fremur þunn. Einnig er grynningasvæði undan Hrauntanga. Þegar nær dregur Slúttnesi þynnkar botnleðjan og er svo um allt svæðið þar vestur og suðvestur af. Í flóanum suðvestur af Vogum mun leðjan einnig vera fremur þunn og slitrótt.

Í svokölluðum Bolum, milli austurlandsins og eyja suður af Geiteyjarströnd, virðist aftur á móti vera að finna óvenjulega þykkt lag af fremur hreinni botnleðju. Á tveggja km langri línu, sem mæld var milli Krókhólma undan Geiteyjarströnd og Þorlákseyrar vestan við Höfða, reyndist þykkt leðjunnar víðast hvar 6-9 m og þar yfir. Á þessari línu varð ekki heldur vart við þétt millilög. Svæðið suðaustur af Mikley er slitróttara. Þar reyndist botnleðjan 3,4-4,6 m þykk í sex stöðum af sjö, sem mældir voru.

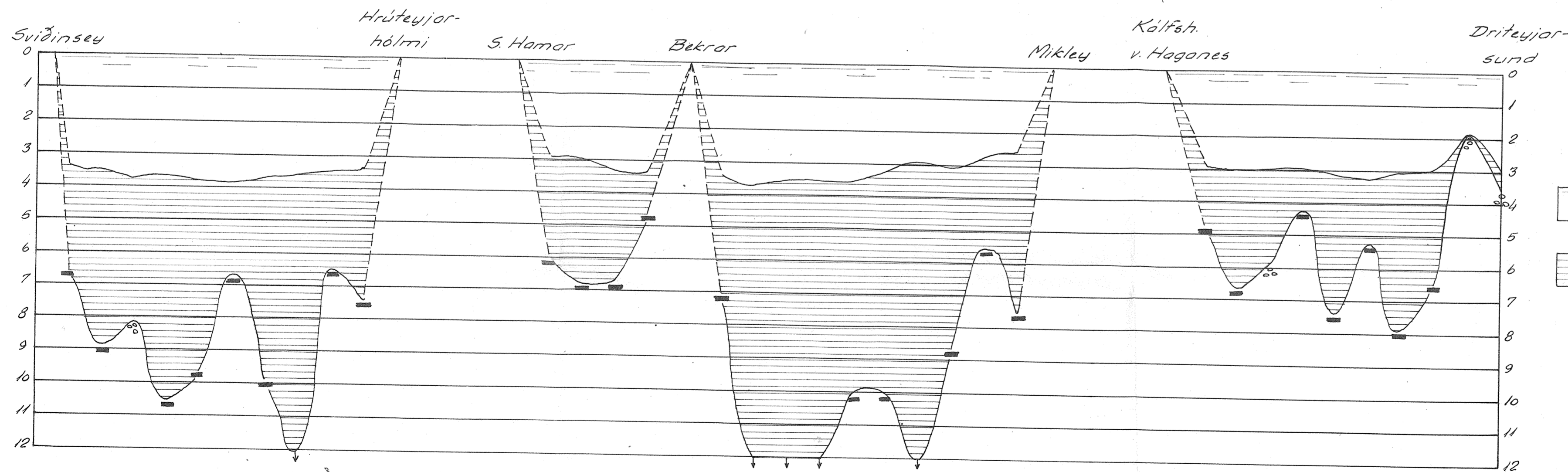
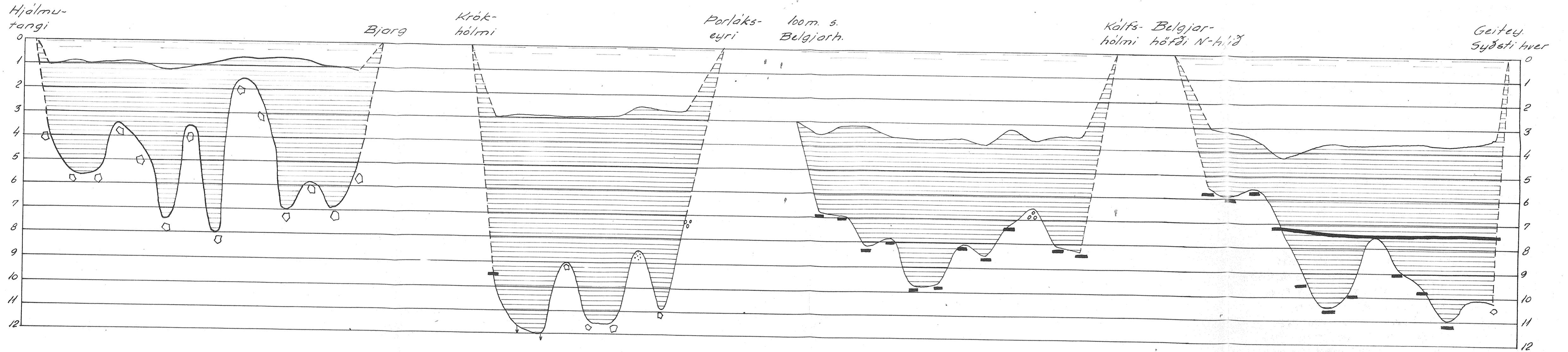
Á Syðri-Flóa voru mældar fimm þverlínur yfir flóann milli WNW og ESE. Vatnsdýpið er víðast hvar 3,0-3,5 m og botnleðjan þykk að öllum jafnaði.

Austan eyja og í Ytri-Flóa er botnleðjan fremur jöfn og lítið um millilög. Í Syðri-Flóa er þessu nokkurn annan veg farið. Verður þar allvíða vart þunnra millilaga, og þegar kemur 3-6 m niður í botnleðjuna tekur við millilag svo þétt, að erfitt er að komast gegnum það með borinn. Undir þessu millilagi skiptast á mýkri og þéttari lög með skömmu milli-bili og voru flest talin fimm þétt lög í einni mælingu.


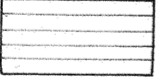





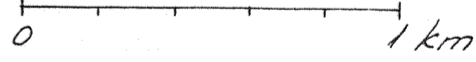
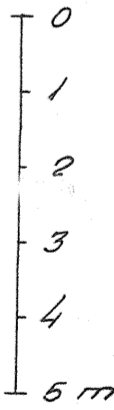
Vafasamt er, að unnt sé að vinna harðasta millilagið með dælu, en auk þess má gera ráð fyrir, að undir því sé botnleðjan fátækari að kísiljörð, sem hún er ofan á því. Þegar lokið var fyrstu línunni yfir Syðri-Flóa, var þess vegna látið nægja, að mæla þykkt botnleðjunnar niður að þetta millilagini. Reyndist hún víðast hvar 3-6 m.

Nokkuð skortir ennþá á, að unnt sé að gera örugg þykktarkort af botnleðjunni. Til þess væri nauðsynlegt, að gera mælingakerfið mun þéttara, en enn er orðið, helzt svo þétt, að hvergi væri lengra bil en 100 m milli mælistöðva. Tilraun sú, sem hér er gerð til þess að skugga jafnþykktar-svæði í Ytri-Flóa er þess vegna ekki sem öruggust. Samkvæmt kortinu má gera ráð fyrir því, að í flóanum sé 2-3 km² svæði, þar sem leðjan er þykkri en 2 m, og að á því sem næst helmingi þess sé þykktin yfir 4 m, en nái 6 m á nokkrum hö., eða í mesta lagi á nokkrum tugum ha.

Lauslega áætlað má gera ráð fyrir allt að 4 m þykkri botnleðju á 12-15 km² svæði í vatninu, og nemur það samanlagt 50-60 milljónum teningsmetra.



SNID FRÁ MÝVATNI

-  Vatnsdýpi
 -  Botnleja
 -  Grjótbót
 -  Malarbót
 -  Sandbót
 -  Þétt lag, finn sandur eða eldfjallaaska
 -  Föstum botni ekki náð
-  0 1 km
 0 1 2 3 4 5 m

3. Efnainnihald leðjunnar í Mývatni

Leðjan í vatninu er það gljúp **að** hún veitir litla mótstöðu er stöng er ýtt niður í gegnum hana allt til botns. Það er ekki með vissu vitað hve mikil föst efni eru pr. rúmeiningu, en nokkrar mælingar hafa sýnt 17-20% í óhreyfðum leir nálægt yfirborði. Nokkur, oftast þunn sand, eða vikurlög hafa fundist sums staðar í vatninu.

Leðjan er samsett að langmestu leyti af skeljum kísilþörungum, sem fallið hafa til botns í vatninu. Saman við þær er svo dálítið af leir, sandi eða vikri, rætur og önnur organísk efni. Skeljarnar sjálfar nema yfirleitt 50-60% af þunga þurrefnisins, en þær eiga langmestan þátt í rúmtaki þessarar leðju.

Efnagreiningar í leirnum í Mývatni, sem gerðar voru á sýnishornum T.T., benda til þess að leðjan sé nokkru ríkari af framandi efnum, svo sem sandi og leir, næst grunnbergi vatnsins. Samt er hreinasta kísiljörðin víða ekki efst, heldur neðan við miðja þykkt. Kísilsýruinnihaldið, sem efst er víða 72-74% af þurrefni, hefir mest mælt tæp. 76% neðar í leðjunni. Sé gengið út frá tölunni 74% og bundin kísilsýra reiknuð frá, samkvæmt því, að sennilega bindur Al_2O_3 þrefalt magn kísilsýru, er óbundin kísill 55%.

Glæðitap á þurrefni í leðjunni er 9-12% miðað við yfir 70% SiO_2 , en hlutfallslega minna í kísilsýrusnauðari leðju. Þetta glæðitap stafar frá organískum efnum, karbónati og bundnu vatni í kísilskeljunum, en þær eru amorft kísilsýru anhydrat.

Járnnoxid (Fe_2O_3) nemur yfirleitt 4-6% af þurrefni og alúminium oxid (Al_2O_3) 5-8%.

Kísilþörungaskeljarnar í Mývatni virðast flestar af tveimur megin tegundum. Er önnur staflaga og hin með belg, sem gengur fram í **hala** að aftan og framan. Myndir hafa verið teknar og stærð ákvörðuð.

Samkvæmt athugun dr. Ira Williams fer 34,2% Mývatnsleirs ekki gegnum 325 möskva sikti og er því **stærri** en 44 mikrón á þann mælikvarða. Þessi grófasta stærð, sem hér er átt

við er sennilega einungis sandur, ef dæmt er út frá hliðstæðum athugunum hér. Síðan slemmaði dr. Williams upp í vatni það sem í gegnum sigtið fór og af því féllu 19,0% fljótt til botns og kallar hann það miðstærðina í eftirfarandi töflu.

Grófi hlutinn, yfir 44 μ	34,2%
Miðstærðin	19,0%
Fíni hlutinn	46,7%

Leirinn er dökkgrár er hann er tekinn úr vatninu, en ljósgrár eftir þurrkun. Eðlisþungi hefir verið mældur eftirfarandi:

(1) Blautur - siginn leir, eðlisþ.	1,10-1,15
(2) " " " , þurrefni	18-26%
(3) Eðlisþungi samfellds þurrefnis	0,4-0,5

Hér fara á eftir efnagreiningar Atvinnudeildar Háskólans á sýnishornum þeim, sem Tómas Tryggvason tók árið 1957:

Niðurstöður rannsóknar

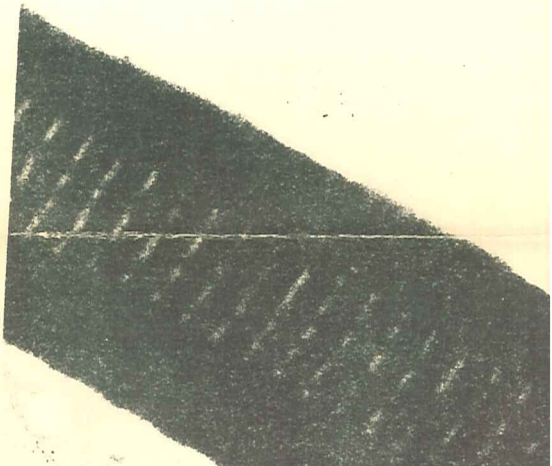
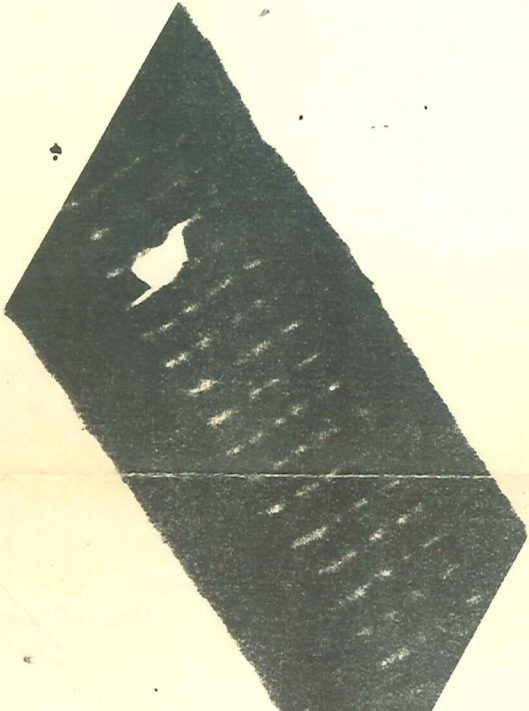
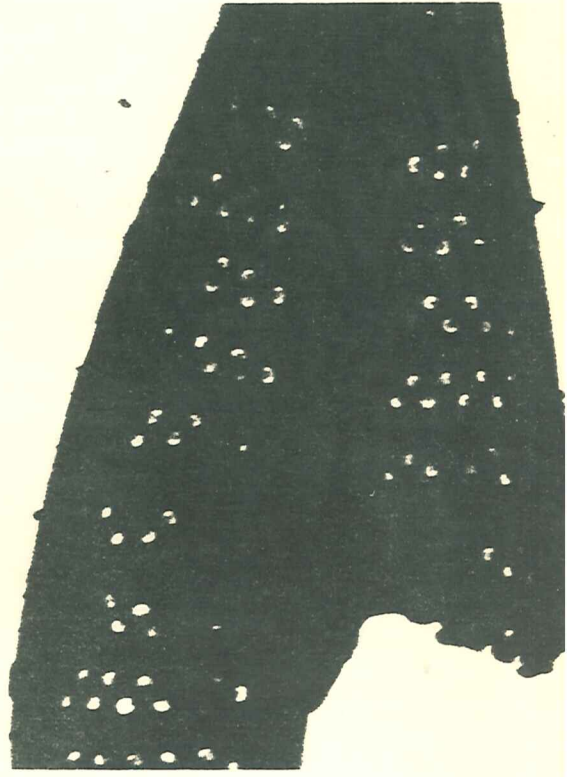
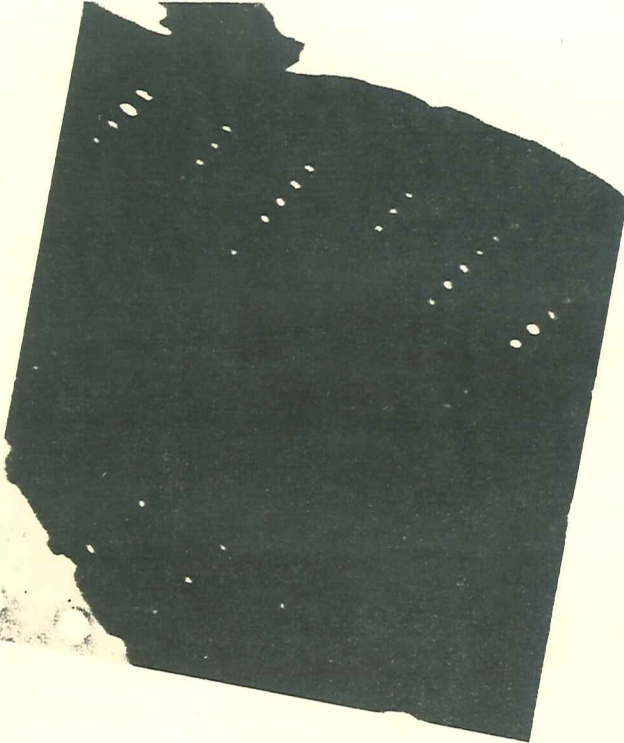
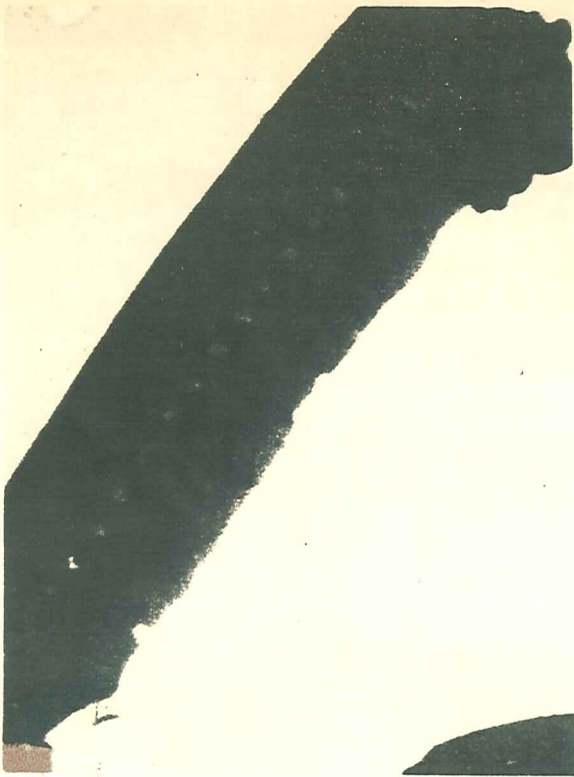
Sýnishorn

Miðað við þurref. (105°C) I)	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
Kísilsýra, SiO ₂ , %	73,07	75,69	70,77	74,76	72,02	69,27	73,22	75,38
Járnnoxid, Fe ₂ O ₃ , %	4,94	3,94	5,44	4,28	6,02	6,63	4,93	3,83
Alumíníum, Al ₂ O ₃	6,85	4,84	7,48	6,23	7,53	8,08	6,93	5,24
Glæðitap V/1000°C%	9,86	11,35	11,44	10,02	8,19	9,08	9,08	10,28
do V/500°C%	7,53	9,22	9,68	7,88	6,31	7,06	7,42	9,52
Rýrnun við upphitun frá 105°C - 180°C%	1,76	1,56	1,65	1,36	1,58	1,64	1,44	1,68

Lykill að merkingum:

I.	300m undan Helgavogi	Dýpi	1,5 - 3,5 m
II.	Samí staður	Dýpi	3,5 - 6,8 m
III.	1000 m austan við Bekra		7,5 - 8,0 + 9,0 - 9,5
IV.	Samí staður		4,5 - 4,0 + 5,0 - 5,5 + 6,0 - 6,5
V.	Vestur af Hagaeyri		3,5 - 4,0 + 5,0 - 5,5 + 6,0 - 6,5
VI.	1000 m austur af Belgjarhöfða syðst (100 m S)		4,0 - 9,5
VII.	Krókh.- Þorlákseyri x Nón-tanga-Kálfshólmi. Bolir		3-6 m dýpi
VIII.	Samí staður, 6-9 m dýpi		
	I) Þurrefni við mótt.		I. 17,5 % II. 17,3 %

Stækkun 11000



4. Gróðrarskilyrði kísilþörungna í Mývatni

Athuganir Tómasar Tryggvasonar o.fl. hafa sýnt, að kísiljörðin í botni Mývatns hefir myndast á tiltölulega skömmum tíma. Það virðist sennilegt að lag, sem nemur 2-3 metrum að meðaltali hafi myndast á um það bil 2500 árum. Sé svo, hefir aukningin að meðaltali numið 0,8-1,2 mm á ári eða í öllu vatninu 30-45.000 m³ árlega. Ástæðan til hins mikla þörungagróðurs hefir verið rannsökuð að nokkru undanfarin ár.

Auk birtu og hinna venjulegu næringarefna, svo sem köfnunarefnis, fosfórs og ýmsra smáefna, er vöxtur kísilþörungna háður kísilsýrumagni og sulfat-magni vatnsins og því að nægilegt loft sé í því. Það virðist sér í lagi vera vöxtur kísilskelinnar sjálfrar, sem krefst hins síðarnefnda, en þörungarnir eru taldir notfæra sér kísilsýru vatnsins með hjálp brennisteinsefnanna ¹⁾. Þessi skilyrði virðast vera ríkuleg í Mývatni og skýra að nokkru hinn öra þörungagróður þar, en að því verður nú vikið.

Ljós og loft. Meginhluti Mývatn er nú 3-4 metra djúpur samkv. mælingum Tómasar Tryggvasonar 1955. Nyrðri-Flóinn er þó ennþá grynri, eða víðast hvar um 1 meter að dýpt. Ljóss gæti því vel til botns, nema þegar svifgróður verður sérlega mikill. Bylgjuhreyfinga gætir einnig örugglega til botns enda er mörgum kunnugt, sem við Mývatn hafa verið, að í hvassviðri ýfist botninn töluvert og vatnið verður gruggugra en ella. Bylgjuhreyfingar að botni ættu hins vegar að valda verulegri blöndun, svo að súrefni sé alls staðar fyrir hendi. Ennfremur mun það eiga mikinn þátt í súrefnisgnægi Mývatns, að töluverður straumur er í gegnum það. Laxá, sem úr Mývatni rennur ber fram um 39 m³/sek²⁾. Þetta vatn rennur mestmegnis í Mývatn undan hraunum, austan til við vatnið, víða á strandlengjunni norður að Reykjahlíð.

1) Joyce C. Lewin, The Journal of General Physiology, Vol. 37, no. 5, pp 589-599, 1954.

2) Sigurjón Rist, Íslensk Vötn, bls. 96 (Reykjavík 1956)

Þetta vatn er án efa súrefnisríkt og það stöðvast vart svo lengi í Mývatni að um verulega súrefnisrýrnun sé að ræða. Miðað við núverandi dýpi ætti það að taka um það bil 1 til 1 1/2 mánuð að vatn, sem í Mývatn rennur að austan komist í Laxá.

Nokkrar súrefnismælingar í Mývatni voru framkvæmdar árið 1934 af þýzkum manni ¹⁾. Tók hann sýnishorn gegnum ís á Mývatni og fann 5,82 ccm/l, sem styður mjög að sjaldan gæti nú súrefnisskorts þarna.

En í fyrstu hefir Mývatn að sjálfsögu verið mun dýpra og þá víða 8-10 metra djúpt. Mun minni hreyfing hefir verið við botn vatnsins þá og gróðurskilyrði eitthvað verri að þessu leyti. Hins vegar hafa tilraunir sýnt, að súrefnisskortur háir vexti kísilþörunga og að loftýfing á vatninu örvar hann²⁾.

Næringarefni Mývatns. Það er alkunna að steinefnaríkt vatn hefir örvandi áhrif á gróður. Í því er oft töluvert af kalí og fosfór, sem undir venjulegum skilyrðum nægir til áburðar, auk margra nauðsynlegra smáefna. Bundið köfnunar-efni mun þá venjulega vera tiltölulega lítið í slíku vatni og sulfat og kísilsýra mun minna en á sér stað við Mývatn.

Í Mývatn rennur að kalla má tvenns konar vatn, og eru báðar tegundir efnaríkar. Í fyrsta lagi vatn, sem hefir orðið efnaríkt á að sitra gegnum unghraun og foksand á Mývatn⁵öræfum og í öðru lagi vatn frá jarðhitasvæðum í grenndinni. Hátt magn uppleystra efna virðist einkenni vatns á norðanverðum Mývatnsöræfum og þó einkanlega áberandi hátt sulfatmagn.

Sunnantil við Mývatn rennur Grænilækur í vatnið og einnig koma í það vatnsmiklar lindir undan hrauninu við Grjótavog norð-austan Garðs. Þetta vatn er mjög líkt því sem venjulegt er í norðanverðum Mývatnsöræfum svo sem í Kráká, Hrossaborgarlind og Svartá í Bárðardal. Í Garðslindunum nema uppleyst efni um 95 mg/l, kísilsýra (SiO₂) 21 kg/l og sulfat 8-10 mg/l (og leiðnin er um 0,121).

1) Lambe, Karljosef, Zeitschrift für Fisherei und deren Hilfswissenschaften, xxix, 5 1941

2) Lewin, Loc. cit.

RAFORKUMÁLASTJÓRI

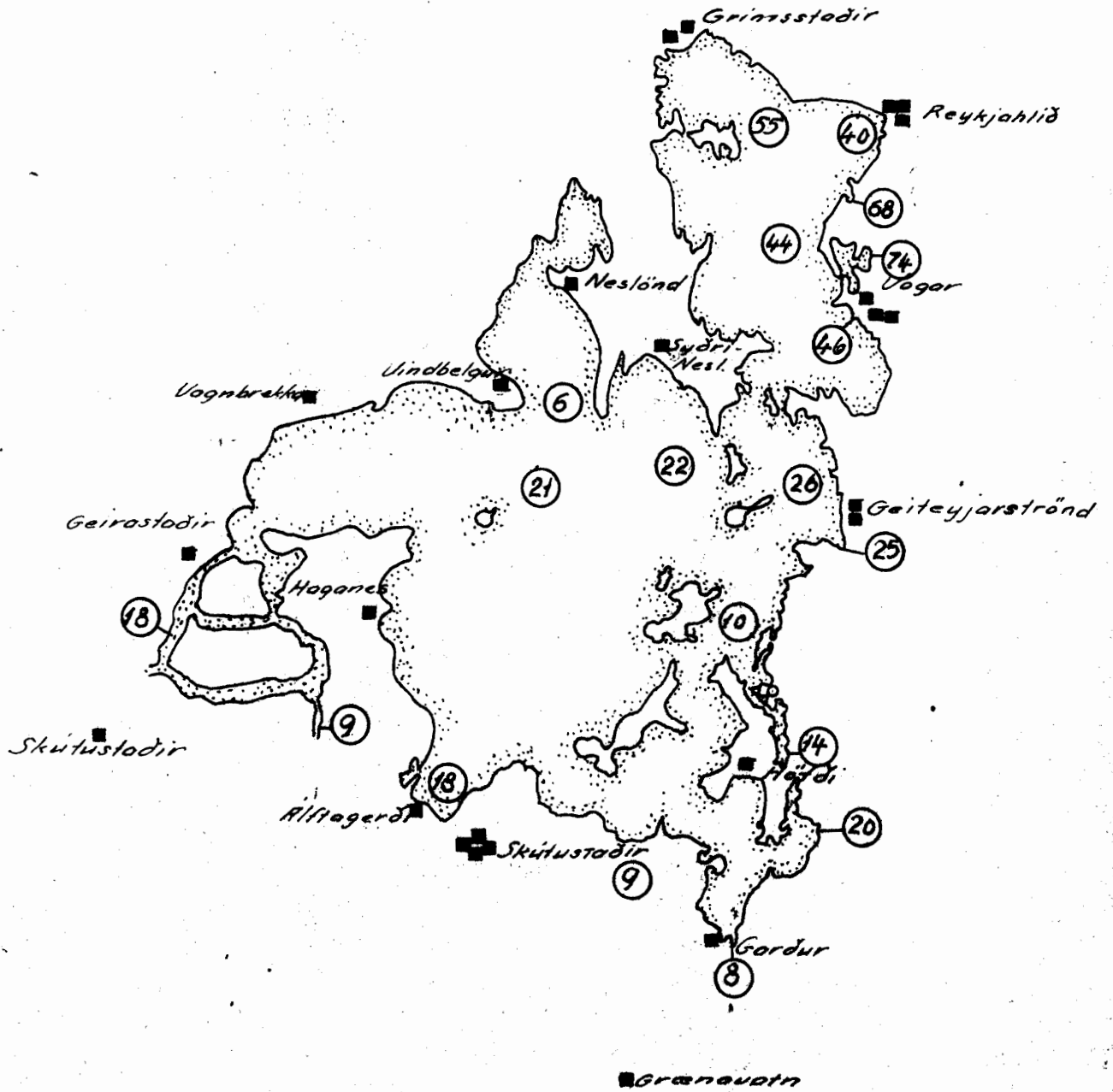
Mývatn

26.4.58 B.Lind./PJ

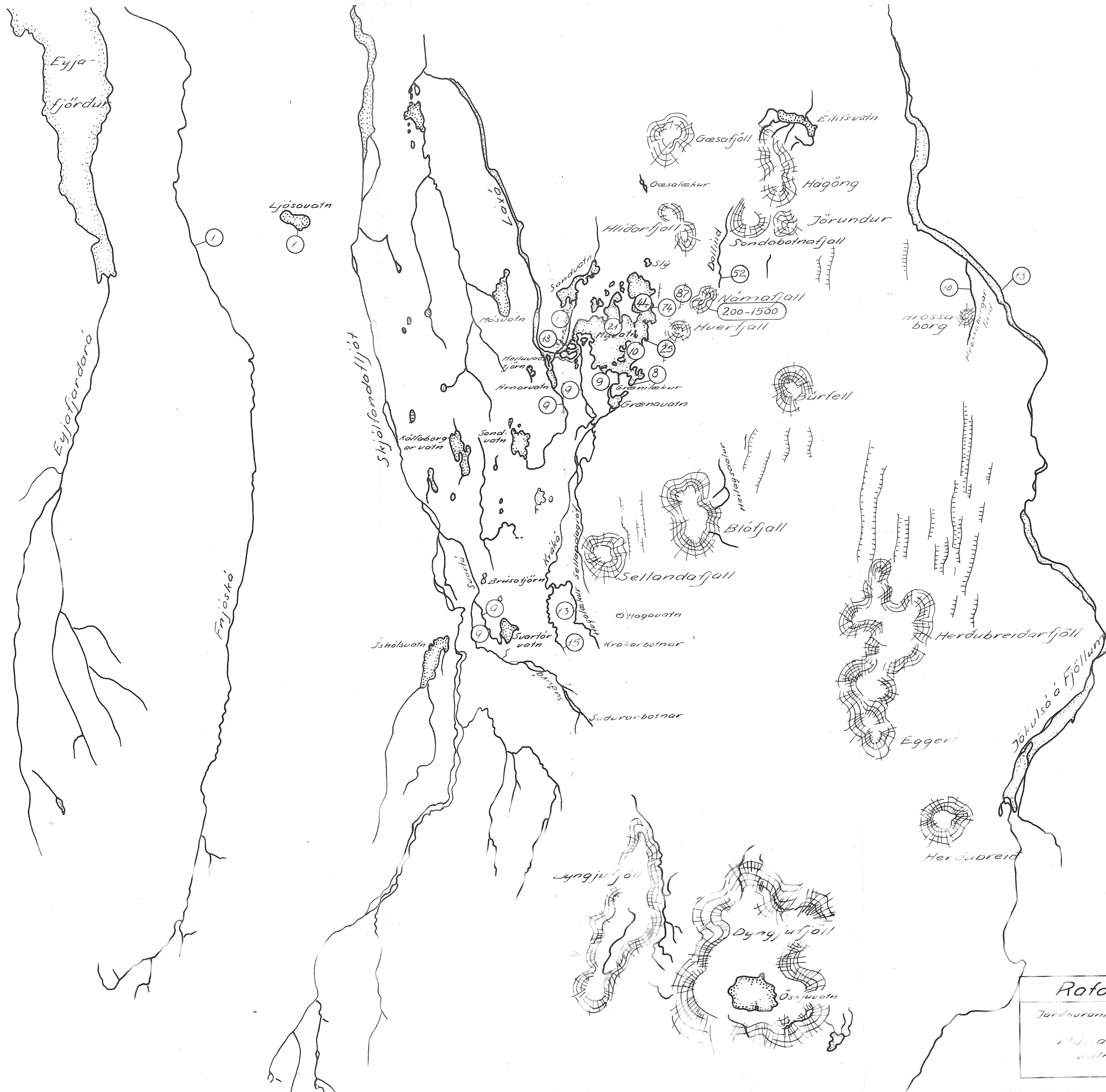
Tnr. 4

J- Mývatn

Fnr 3961



○ Sulfat í mg/l
Sýnishorn í Mývatni 8.4.'54



- sulfat mofl
- ~ ár
- ⊂ vörn
- ⊗ fjöll
- ⊥ sprungur

Roforkumálastjóri	
Jarðhorningar rit	174v. 25 37 BL/p
Mývatn og nágr vatna mofl	1:50000 Tr. 3 J Mývatn Fnr 3644

Á sama hátt hefir sulfat í Grænalæk mælt frá 7-10 mg/l árin 1953-1955 (og leiðnin verið um 0,130). Í Kráká hefir sulfat mælt 9-11 mg/l. Í Svartá og Suðurá 9 mg/l. Í Hrossaborgarlind 10 mg/l. Hins vegar er sulfatmagn vatna á hálendi Íslands venjulega aðeins 1-3 mg/l og uppleyst efni samtals aðeins 50-80 mg/l. Í næsta nágrenni Mývatnssvæðisins má finna eðlilegt sulfatmagn svo sem í Fnjóská, þar sem sulfat hefir mælt 1 mg/l og í Ljósavatni einnig 1 mg/l. Einnig má geta þess, að í Sortulæk, sem ennur úr Sandvatni norðan Mývatns mældist sulfat aðeins 1 mg/l, enda hefir það vatn ekki aðrennsli frá ungum hraunum né miklum foksöndum.

Önnur vatnstegundin, sem í Mývatn rennur virðist eindregið blönduð jarðhitavatni. Strax þegar komið er á austurströnd Mývatns tekur steinefnamagn að hækka. Sulfat nemur 15-20 mg/l við Geitabjarg og Óhappatjörn. Við Geitastrandarvog er það 20-26 mg/l og við Kálfatjörn allt að 74 mg/l og við Helgavog 69 mg/l. Þessir síðarnefndu staðir eru við Ytri-Flóa og hafa 23-26 stiga heitt vatn sem er að einhverju leyti afrennsli Námafjallsjarðhitavæðisins. Þetta vatn inniheldur enn fremur 70-80 mg/l af kísil (SiO_2), sem er 4 sinnum herra en venjulegt er um ferkst vatn, og um það bil 5 sinnum meira af uppleystum efnum samanlagt. Er hér um að ræða verulegt vatnsmagn sem sjá má af því, meðal annars, að sulfatmagn Laxár er helmingi herra en í Grænalæk, og mun þetta vatn úr Ytri-Flóanum einkanlega eiga þátt í því.

Loks er svo vatnið í Mývatni sjálfu, sem er sambland af þessum áður nefndu lindum. Sulfatmagn Ytri-Flóans hefir mælt 40-55 mg/l, en Syðri-Flóans frá 10-26 mg/l, og eru þá undanskyldar víkur og vogar, þar sem blöndunar gætir lítið. Laxá (Hólskvísl) inniheldur venjulega 18-20 mg/l sulfat sem fyrr segir.

Áberandi eiginleikar vatnsins í Mývatni eru því hátt magn uppleystra efna og þó sér í lagi hátt sulfat magn. Auk þess kann að vera fyrir hendi óvenjulegt magn af bundnu köfnunarefni, sem stafar frá Námafjallsjarðhitavæðinu, en í gufunni þar er vottur af ammoniaki.

Nú mun talið að vöxtur kísilþörunga sé sérlega háður kísilmagni og sulfatmagni þess vatns sem þeir vaxa í. Augljóslega er kísillinn jafnvel takmarkandi fyrir vöxt skeljarinnar jafnvel þótt önnur vaxtarefni séu öll fyrir hendi. En þótt sulfat taki ekki beinan þátt í vexti, hefir verið sannað að brennisteinssambönd eiga einnig þátt í kísilupptöku þörunganna ¹⁾. Gerum t.d. ráð fyrir að meðal kísilinnihald vatns, sem rennur í Mývatn væri 60 mg/l og að allt færi að til uppbyggingar kísilþörungaskelja, næmi það um 3000 tonnum hálf t. árið. Það myndi samsvara um 30.000 m³ af leðju, sem er líkt magn og mælingar benda til á leðjumagninu sjálfu, svo kísilmagn vatnsins gæti verið takmarkandi atriði á vöxtinn.

1) Lewin, Loc. cit.

Vatn sem rennur í Mývatn og vatn á Mývatnssvæðinu

Staður	Dags.	Efnagr. af	Tekið af	Hita- stig	Leiðni	Uppl. efni	Harka mg/l CaCO ₃	Ca mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	CO ₃ ⁼ mg/l	CO ₃ mg/l	pH
Dallind, Hlíðard.	15-10-55	B.L.	B.L.		0,340		204		1	52				7,5
Grjótagjá	8-8-49	S.H.		42	0,43		63		21	87	111			
Stóragjá	8-8-49	S.H.		26	0,390		75		16	73	80			
Helgavogslind	11-10-53	B.L.	B.L.							48				7,9
"	19-5-57	Atv.d.	S.R.			292,8	60,4	20,6	9,2	68,1	69,6		152,9	8,50
"	5-7-56	"	S.R.			281,2	63,1	19,4	10,2	68,8	73,6	7,2	106,1	8,38
Kálfatjarnarlindir	11-10-53	B.L.	B.L.		0,392					54				8,0
"	25-9-54	B.L.	S.P.	23	0,387					74				
Vogalind	11-10-53	B.L.	B.L.	12	0,360					46				8,1
G.strandarvogslind	11-10-53	B.L.	B.L.		0,182					20				8,0
"	8-11-54	B.L.	B.L.							25				
"	25-9-55	B.L.	S.P.	7	0,187					25				
"	19-5-57	Atv.d.	S.R.			124,8	40,6	11,1	3,2	26	18,8	22,2	39	9,1
K.strandarvogur, nyrðri										14				8,0
Lind við Geitabjarg	11-10-53	B.L.	B.L.											
Lind við Óhappatjörn	11-10-53	B.L.	B.L.							15				
" " "	8-11-54	B.L.	S.P.	3						20				
Grjótagur v. Garð	8-11-54	B.L.	B.L.		0,135					10				
" "	25-9-55	B.L.	S.P.		0,121					8				
" "	10-5-57	Atv.d.	S.R.			100,4	16	6,3		7,9	25,2			
Grænillækur	11-10-53	B.L.	B.L.		0,130					10				7,5
"	8-11-54	B.L.	S.P.							9				
"	25-9-55	B.L.	S.P.		0,129					7				
"	19-5-57	Atv.d.	S.R.			142,4	20,4	10,0	2,8	8,6	47,6			
Mývatn-Ytri-Flói, undan R-hlíð	8-11-54	B.L.	S.P.							40				
" " Eldhr.-Slúttnes	8-11-54	B.L.	S.P.							55				
" " undan S-Höfða	8-11-54	B.L.	S.P.							44				
" Syðri-Fl.Nesl. vík	8-11-54	B.L.	S.P.							6				
" " undan Geitey	8-11-54	B.L.	S.P.							22				
" " undan Sviðinsey	8-11-54	B.L.	S.P.							21				
" " undan Sýreyjum	8-11-54	B.L.	S.P.							26				
" " innan Hróteyjar	8-11-54	B.L.	S.P.							10				
" " Álftavogur	8-11-56	B.L.	S.P.							18				
" " Mikleyjarsund	19-5-57	Atv.d.	S.R.			146,0	26,0	11,7	3,2	11,0	58,0	(27,0)	(23,2)	(10,42) pH vafasamt v.geymslu
" " hjá Sviðinsey	18-5-57	Atv.d.	S.R.			191,2	31,4	20,6	4,2	10,7	82,8	(30,0)	(17,1)	(10,48) pH " " "

Staður	Dags.	Efnagr. af	Tekið af	Hita- stig	Leiðni	Uppl. efni	Harka mg/l CaCO ₃	Ca mg/l	Cl mg/l	SO ₄ mg/l	SiO ₂ mg/l	CO ₃ ⁼ mg/l	CO ₃ mg/l	pH
Laxá, Hólskvísl	18- 5-57*	Atv.d.	S.R.			183,2	13,7	31,6	2,7	12,5	70,4	(25,8)	(22,6	(10,08)pH vafasamt v.geymsl
" "	8-11-54	B.L.	S.P.							20				
" "	7- 9-55	B.L.	B.L.							18				*Þessi sýnish. tekin
Sortulækur	8-11-54	B.L.	S.P.							1				í leysingum, svo
Helluvaðsá	7- 9-55	B.L.	B.L.		0,151					10				eflaust er um
Kráká, við veg	25- 9-55	B.L.	B.L.		0,122					9				þynningu að ræða
Kráká framan engja	8-11-54	B.L.	S.P.							11				
Kráká, lækur Sellandsfj.	17- 7-55	B.L.	B.L.		0,071					2				
Kráká, Hagalækur	17- 7-55	B.L.	B.L.		0,120					13				
Kráká, drög	17- 7-55	B.L.	B.L.		0,132					15				
Kráká, við veg	18- 5-57	Atv.d.	S.R.			98,4	19,4	8,6	1,2	10,5	19,2	(27,0)	(7,3)	(10,66)
Reykjadalsá	7- 9-55	B.L.	B.L.		0,130					1				
Svartá, Bárðard.	3- 9-55	B.L.	B.L.		0,098					9				
Suðurá, Bárðard.	3- 9-55	B.L.	B.L.		0,104					9				
Ljósavatn	26- 8-55	B.L.	B.L.		0,055					1				
Fnjóská	26- 8-55	B.L.	B.L.		0,055					1				
Hrossaborgarlind	4-9 -55	B.L.	B.L.		0,143					10				

II. DÆLING OG FLUTNINGUR Á LEDJUNNI TIL VINNSLU

Til þess að kísilleöjan hafi beint hagnýtt gildi, þarf að hreinsa hana. Þessi hreinsun er einkanlega falin í því, að losa hana við vatn, sand, leir og lífræn efni. Auk þess er kísilgúrinn svo sérstaklega unninn til mismunandi nota.

Við Mývatn þarf fyrst að dæla leirnum upp úr vatninu, svo að flytja hann að jarðhitasvæðinu með dælingu eða á annan hátt, þá þurrka hann, skilja frá sand og önnur óvirk efni o.s.frv.

(A) Dæling á leöju úr vatnsbotninum

(1) Dæling á leöjunni var í fyrsta sinn reynd í snáum stíl árið 1955 af þeim Júlíusi Þórarinssyni, dælingamanni og Ólafi Pálssyni, verkfr. Búin var til allstór tunnufleki og prófað var að dæla leöju í tunnur á flekanum með 4" vatnsdælu. Sogrör hennar var látið síga niður í leöjuna og sogaðist hún auðveldlega inn írörið eftir því sem séo var þá. Í skýrslu Júlíusar segir svo: Það er mjög líkt að dæla þessum leir og vatni. Ég tel að það megi dæla alltaf 50% leir af því sem fer í gegnum dæluna, ef dælan er góð og heppileg til að dæla þessum leir upp.

(2) Tilraun með dælingu var aftur gerð sumarið 1957.

Var nú gerð tilraun til að dæla nokkru magni af leöju upp í svonefndar Sandlágur við Helgavog. Útbúnaður var líkur og áður, nema nú var notuð 6" dæla með flotleiðslu í land og ennfremur framhaldsleiðslu upp í Sandlágur. Var nú vandinn mun meiri vegna 150 metra flotleiðslu og þar að auki 7 metra lyftihæðar upp í lágarnar. Skýrsla Ólafs Pálssonar, verkfr., sem hafði umsjón með dælingunni fer hér á eftir:

(3) Skýrsla Ólafs Pálssonar, dags. í okt. 1957

Leirþró við Mývatn

Þann 7. maí s.l. fór undirritaður með Baldri Línal, verkfræðingi til Mývatns, til að velja stað fyrir þró, sem dæla mætti leir úr Mývatni í til reynslu. Jafnframt athuguðum við aðstæður með tilliti til dælunar o.fl.

Leizt okkur bezt á tvö stæði í námunda við Helgavog sunnan Reykjahlíðar.

Mældi undirritaður upp bæði þróarstæðin og gerði uppdrætti að þeim, sem hér fylgja með.

Þau atriði, sem æskilegt var að fá vitneskju um með reynsludæluninni voru þessi:

- 1) Er auðvelt að dæla leirnum upp?
- 2) Hvernig hagar leirinn sér í því ástandi sem hann er í vatninu og hvernig er auðvelt að ná honum inn í sogleiðsluna?
- 3) Hve langan tíma tekur það leirinn að botnfalla í þró, sem búið er að dæla honum í?
- 4) Hvert er ástand leirsins eftir að meginhluti vatnsins er horfinn úr honum?

Ein aðalkostnaðarhlið við leirvinnslu verður byggingarkostnaður þróna, sem leirinn á að setjast í. Þótti því æskilegt að fá nokkra vitneskju um, hvernig mætti gera þrær fyrir leirinn með sem minnstum kostnaði. Svo hagar til víða við Mývatn, að hraun er þar undir og ofan á því nokkurt lag af jarðvegi, sem er grasi gróinn.

Koma þá fram spurningarnar:

- 5) Er hægt að nota slíkan grasbotn í þrónum og hversu ört sígur vatnið niður í gegn um leirlag á botninum?
- 6) Er hægt að hafa varnargarða úr sandi og möl, sem hliðar í þrónum?

Eins og áður getur komu tveir staðir til greina fyrir þrærnar. Annar var í kvos inn af Helgavogi. Suðurhlið þróarinnar myndar hraunjaðar, sem nær þar út að vatninu, Botn, norður og austurhlið eru grasi vaxin, en að vestan er snýr að vatninu þurfti að gera 40-50 m langan varnargarð. Full átti þróin að geta rúmað 7300 m³ af vatni og leir.

Hinn staðurinn var í svonefndum Sandlágum við Helgavog um 140 m frá vatninu. Þær eru umluktar grasbrekkum á þrjá vegu en loka þurfti þrónni með um 50 m löngum varnargarði úr sandi og möl að vestan. Rúmmál þróarinnar fullrar átti að vera 8100 m³,

Ákveðið var að gera þróna í Sandlágunum, einkum vegna þess að ekki þótti nægilega öruggt að nota hraunjaðarinn sem hlið í þrónni, sömuleiðis var botn hennar lítið yfir

vatnsborði og hefði þá ekkert svar fengist við 5. spurningu. Hinsvegar hafði þróin í Sandlágunum þann mikla ókost að þar þurfti að lyfta efninu upp í 9 m hæð yfir vatnsborð Mývatns í stað 3,5 m á hinum staðnum,

Þegar þrónni hafði verið valinn staður var hafist handa um undirbúning tilraunarinnar. Leitað var eftir dælu til verksins. Talið var að 8" við dæla með leiðslum yrði of þung í vöfum til þess að hafa úti á opnum fleka úti á vatninu. Var því fengin 6" dæla eign Vitamálaskrifstofunnar, þungi hennar með hjólum var 5,5 tonn. Aflvél hennar var talin 40 hestöfl, en ekkert skal fullyrt um það hér hvort svo hafi verið, eða hvort fullt samræmi hafi verið milli aflvélar og dælu, en aflvélin virtist ganga mjög þunglega að sögn.

Þá var smíðaður fleki úr trégrind, sem hvíldi á tunnum, fyrir dæluna, einnig grindur undir flotleiðsluna frá flekanum í land.

Síðast í júlí var undirbúningi lokið og var þá gerð tilraun til að dæla, en þá sprungu samtengingar á flotleiðslunni, sem orsökuðu nokkra töf á framkvæmdum. Dælun hófst ekki fyrr en 9. ágúst og var hætt 24. sept., á þeim tíma var verið við dælun í 122 klst.

Dælt var upp leir skammt undan Hrútavogstanga, var flotleiðslan um 100 m á lengd og leiðslan alls því yfir 200 m. Þykkt leirlagsins var þarna um 6 m. Soghæð dælnnar var um 2 m, en þrýstihæð 7 m. Vegna mikillar þrýstihæðar var sogkrafturinn lítil. Segja má, að við dælunina hafi komið í ljós, að ekki var eins mikil orka fyrir hendi og æskilegt hefði verið.

Eins og áður var getið, var dælunni komið fyrir á tréfleka. Sogrörið var fest við gálga og hreyft með handafli, sem gekk erfiðlega. Var því ekki hægt að starfa við dælunina nema þegar veður var kyrrt og skýrir það að nokkru hve dælutímarnir voru fáir.

Dælt var mest um 3 m niður í leirlagið, virtist leirinn verða þéttari fyrir eftir því sem neðar dró. Í honum var lag af vikri eða sandi um 5 sm á þykkt, eins fannst vottur af smásteinum.

Þegar dælt var í rásun, virtist bakkin til hliðar síga seint eða mjög lítið niður. Betri raun gaf að taka fyrir stærri svæði í einu og láta sogendann hreyfast í fleti.

Þar sem vatnið og leirinn komu í þróna, myndaðist dálítil tjörn, en vatnið seig að mestu jafnóðum niður gegn um grasrótina og leirinn varð eftir. Kom nokkur hluti vatnsins fram undan brekkunni vatnsmegin við þróna. Ekkert vatn fór í gegn um garðinn. Mestur hluti þess hefur því farið niður gegnum jarðveginn og hraunið, sem undir þróarbotninum er. Lekinn gegnum grasrótina virtist minnka eftir því sem lengur var dælt. Hefur því nokkurt leirmagn sett að í henni og þétt hana.

Hve mikill hluti af hinu dælda efni hefur verið leir er ekki mögulegt að geta sér til um. Leirmagnið mun hafa aukizt að því er virtist, eftir því sem leið á dælunina. Einu sinni, við meðal afköst, var vatnsfata sett undir bununa í þrónni. Vatnið var síðan þurrkað burt og reyndist leirmagnið þá vera um 16% af heildarrúmmálinu. Gefur þetta lítilsháttar vísbendingu um leirinnihald vatnsins. Að lokinni dælun í haust voru um 700 m³ af signum leir í þrónni. Er hann í jarðröku ástandi, svo auðvelt mun vera að moka honum upp. Afköst hafa því orðið um 6 m³ af signum leir á dældan tíma, sem má teljast allgott eftir atvikum.

Árangur verður að miðast við það, að þessi tilraun var gerð með ófullkomnum tækjum og varð að notast við það sem fékkst til hennar, þótt betri útbúnaður hefði verið nauðsynlegur til að draga ákveðnar ályktanir af henni.

Júlíus Þórarinnsson verkstjóri annaðist undirbúning dælu-
búnaðarins og lagði á ráð hvernig haga skyldi dæluninni, en verkstjórn á staðnum hafði Snæbjörn Pétursson í Reynihlíð.

Að lokum skal reynt að gefa fyllri svör við spurningunum hér að framan, en þegar hefur verið gert.

- 1) Auðvelt er að dæla leirnum. Ef um stærri dælun er að ræða ætti þvermál leiðslu ekki að vera þrengra en 8".
- 2) Eins og áður getur urðu nokkrir erfiðleikar við að soga leirinn inn í leiðsluna vegna þess að leirbakkimí vatninu féll ekki niður vegna seigju leirsins. Ef nægur sogkraftur hefði verið fyrir hendi og pramminn og sogrörið verið hreyft með vélarkrafti (spilum), hefði verið hægt að rífa bakkann niður. Hinsvegar er líklegt að afköst dælnnar verði mest með því að hafa hnífa til að skera leirinn framan við enda sogrörsins.

- 3) Tilraunin gaf ekkert svar við þessari spurningu.
 4) Er þegar svarað.
 5)
 6) Tilraunin hefur svarað þeim jákvætt svo langt sem hún nær.

Ef þetta, að hægt er að skilja meginhluta vatnsins frá leirnum gegnum grasrótina, reynist einnig rétt, þegar um mikið magn er að ræða, gefur það vonir um hagkvæmari lausn á einum dýrasta hluta vinnslunnar, en reikna hefði mátt með að óreyndu.

(4) Prufa sú, sem Ólafur Pálsson vísar til í ofangreindri skýrslu og innihélt 16% leöju miðað við sigið efni, reyndist innihalda 3,2% þurrefni. Það svarar til 80% vatns í signu leöjunni og er það mjög nálægt því sem er í óhreyfðri leöju í Mývatni (efsta lagið).

Sýnishorn voru tekin af leöju þeirri sem dælt var upp um líkt leyti og Ólafur Pálsson mældi rúmmál hennar, benda til að rúmmál það sem honum mældist 700 m^3 myndi samsvara 900 m^3 miðað við óhreyfða leöju í vatninu. Leöjan dregst saman við vatnsmissi.

Síðasta dæling fór fram hinn 24. sept., en 10. okt. var leöjan mikið sigin og breiðar sprungur höfðu myndast, sem náðu langt niður í leöjuna. Sýnishorn voru þá tekin í mismunandi fjarlægð frá leiðsluendanum. Efnagreining sýndi eftifarandi:

Sýnish. nr.	Fjarlægð frá leiðslu	Raki %	Kísilsýra %	Glæðitap
1	4 m	62,5	59,5	4,58
2	8 m	72,6	66,5	9,78
3	12 m	76,0	72,0	13,10
4	16 m	76,0	70,7	14,43
5	20 m	76,2	73,3	13,84
6	36 m	81,7	78,8	12,10

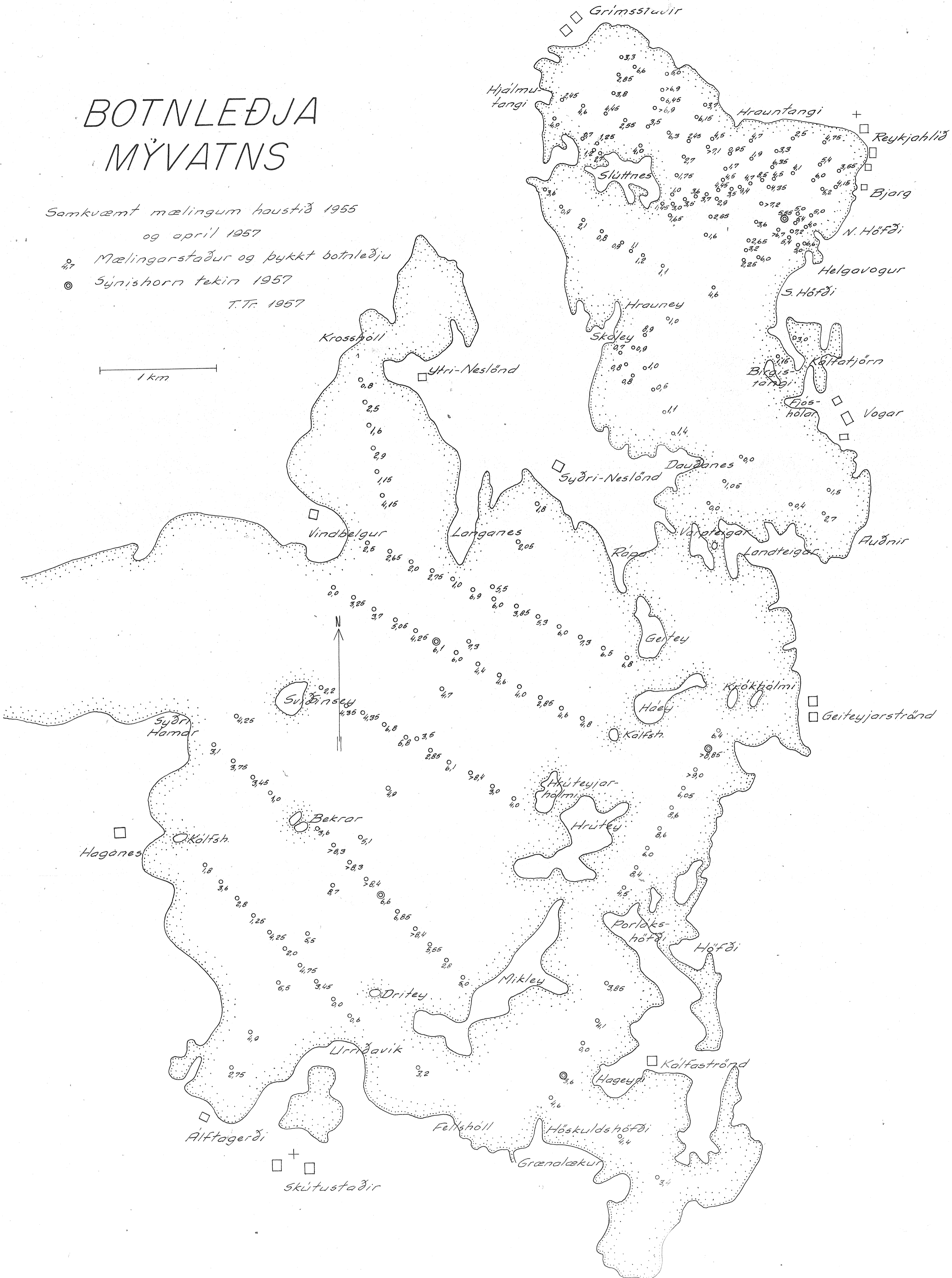
BOTNLEDJA MÝVATNS

Samkvæmt mælingum haustið 1955
og apríl 1957

- Mælingarstaður og þykkt botnledju
- ⊙ Sýnishorn tekin 1957

T.T. 1957

1 km



(B) Áætlanir Jóns Steingrímssonar, verkfr., um dælingu á leöju úr Mývatni og flutninga á henni

Mánuðina febrúar - marz 1957 vann Jón Steingrímsson, verkfr. hjá jarðhitadeildinni og gerði þá útreikninga varðandi dælingu og flutning á leöju úr Mývatni.

Fara skýrslur hans hér á eftir:

(1) Leirtaka við Mývatn

Yfirlit yfir stofnkostnað og rekstrarkostnað dælu-kerfis og flutningatækja fyrir 20, 50 og 100 þús. tonn af þurrefnum árlega frá Ytri-Flóa í Mývatni að hverasvæðunum vestan og austan Námafjalls.

	Árlegt magn þurrefna þús.tonn	Hverasvæði vestan eða austan	Stofnkostnaður millj.kr.		Rekstrarkostn. kr/tonn þurrefni	
			Dæling	Akstur	Dæling	Akstur
AI	20	vestan	4,65	1,62	59,00	35,74
BI	50	"	7,65	2,99	36,40	27,08
CI	100	"	10,13	4,98	23,89	23,99
AII	20	austan	6,88	1,92	97,50	48,83
BII	50	"	11,49	3,59	53,70	38,98
CII	100	"	15,38	6,48	36,52	37,02

Dæling

Yfirlit - Niðurstöður

Athugaðir eru möguleikar á að dæla mismunandi magni af leir til hverasvæðanna beggja megin Námafjalls. Er gert ráð fyrir að nota dælupramma, sem sagnar leirinn af botni vatnsins og skilar honum í þró við vatnið. Tekur aðaldælan þar við leirnum og dælir honum gegn um stálpípur í þrær eða tjarnir á hverasvæðunum.

Stofnkostnaður mannvirkisins og einingarverð leirsins er áætlað miðað við, að dælt sé (A) 20.000 tonnum og (B) 50.000 tonnum af þurrefnum árlega til hverasvæðanna (I) vestan fjalls og (II) austan fjalls, Niðurstöðurnar eru sýndar í töflu I.

Tafla I.

Áætlaður stofnkostnaður dælukerfis og einingarverð leirs við dælingu frá Mývatni að hverasvæðunum við Námafjall.

	Árlegt magn þurrefna tonn	Hverasvæði	Stofnkostn. millj. kr.	Verð pr. tonn þurrefni kr.
A I	20,000	vestan	4,65	59,00
A II	20,000	austan	6,88	97,50
B I	50,000	vestan	7,65	36,40
B II	50,000	austan	11,49	53,70

Leirinn

Samkvæmt mælingum, sem gerðar voru í Mývatni í okt. og nóv. 1955, má ætla, að á 6,5 km² svæði í Ytri-Flóa séu 16-20 millj. m³ af kísilleir. Þessi leir er um 14-15% þurrefni, en við dælingu sogast vatn með leirnum þannig, að þurrefna hlutfall þess leirs, sem dælt er, mun vera nálægt 7%.

Eðlisþyngd leirsins eins og hann er á botni vatnsins, (þ.e. 14% þurrefni) er 1,09. Hagar blandan sér mjög líkt þixotropískum vökva, sem hefur seigju (viscosity):

$$\mu = \mu_v \cdot (1 + 2,5)$$

þar sem μ_v er seigja vatnsins og μ rúmmálahlutfall þurrefnanna í blöndunni (= 0,022 við 7% þyngdarhlutfall og eðlisþyngd 1,05). Verður þá seigjan 5,5% meiri en í vatni, en þar sem eðlisþyngdin er 5% meiri, verður hlutfallið milli seigju og eðlisþyngdar (kinematic viscosity) það sama og vatns (1,77-10⁶ m²/sek við 0°C), og má því líta á þessa leirdælingu sem um dælingu vatns væri að ræða.

Lýsing á dælukerfi

Í áætlun þessari er gert ráð fyrir að taka leir af botni Mývatns og dæla honum í þrær á hverasvæðunum við Námafjall. Þar er leirinn látinn setjast til, unz hagkvæmt er að taka hann og þurrka við hverahita, en um þann hluta verksins verður ekki fjallað hér.

Dælukerfið skiptist aðallega í 5 hluta: flekadælu, þró, við Mývatn, aðaldælu og dæluhús, leiðslu og þrær á hverasvæðunum.

Flekadælan sogar leirinn upp úr vatninu og dælir honum á einn stað við vatnið. Er hægt að flytja hana úr stað án mikillar fyrirhafnar, þar eð hægt er að lengja eða stytta þrýstleiðslu hennar eftir þörfum með fáeinum handtökum.

Safnþróin við Mývatn tekur við afköstum flekadælunnar. Er hún nokkurs konar forðabúr fyrir aðaldæluna vegna ójafnra afkasta flekadælunnar, svo sem fram kemur við lengingu eða styttingu leiðslunnar frá flekanum, svo og vegna misjafns starfstíma dælanna ef einhver yrði. Ekki er gert ráð fyrir að leirinn nái að setjast til að neinu ráði í þessari þró.

Aðaldælan tekur leirinn úr einum stað í þrónni og dælir honum í einum áfanga að hverasvæðunum. Gert er ráð fyrir, að hún sé rafknúin, en þó gæti verið heppilegt að knýja hana með dieselhreyfli, einkum ef skortur er á nægilegu og öruggu rafmagni til dælingarinnar.

Utan um aðaldæluna og stjórnþæki hennar þarf að vera vandað hús með fullnægjandi vinnuskilyrðum fyrir allar minni háttar viðgerðir og eftirlit.

Leiðslan myndi vera rafsoðin saman úr stálpípum. Myndi hún vera ofanjarðar að mestu og hvíla á steypum undirstöðum með nokkru millibili. Hún þarf að vera tengd við vatnsleiðslu þannig, að skola megí leirnum burt áður en dælingu er hætt. Að sjálfsögðu þurfa að vera hanar á hæstu og lægstu stöðum leiðslunnar vegna tæmingar og áfyllingar hennar. Ekki er gert ráð fyrir að einangra leiðsluna gegn frosti.

Þróin á hverasvæðinu gegnir tveimur hlutverkum. Í fyrsta lagi er hún forðabúr verksmiðjunnar yfir vetrarmánuðina, þegar ekki er dælt vegna frosta, og í öðru lagi færir leirinn þarna tækifæri til að setjast til. Þarf hún að vera útbúin með yfirfalli, sem hækka má eða lækka eftir þörfum, svo að fleyta megí burtu vatninu, sem sezt ofan á leirinn. Þrónni þyrfti að skipta í a.m.k. 3 hólf þannig, að fylla megí eitt meðan annað er tæmt og leirinn að setjast til í því þriðja.

Stærð og kostnaðaráætlun

Gert er ráð fyrir að flekadælan starfi í 16 stundir á sólarhring í 4 mánuði á ári, eða í 1750 stundir árlega, og þá gert ráð fyrir nokkurri reksturstruflun vegna bilana og breytinga á leiðslu. Þar eð dælan þarf að skila frá sér 20000 (50000) tonnum af þurrefnum árlega, þarf hún að afkasta 43,4 (109) l/sek miðað við 7% þurrefnainnihald, 1750 stunda starfstíma og eðlisþyngd 1,05. Samsvarandi pípuþærðir og þrýstitöþ verða þá:

Bezta pípuþærð:	(A) 8,6"	(B) 12,9"
Næsta standard stærð:	10 "	14 "
Þrýstitap, mVS/km:	5,1"	5,3"

Sé miðað við 2000 m leiðslu, 5 m hæðarmun og 70% dælu-nýtni, verður aflþörfin:

$$\begin{aligned} \text{(A) } h_f &= 2 \times 5,1 = 10,2 \\ h_s &= \underline{5,0} \\ &= 15,2 \\ \text{aflþörf} &= \frac{43,4 \times 15,2}{0,7 \times 75} = \underline{12,6 \text{ hö}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{(B) } h_f &= 2 \times 5,3 = 10,6 \\ h_s &= \underline{5,0} \\ &= 15,6 \\ \text{aflþörf} &= \frac{109 \times 15,6}{0,7 \times 75} = \underline{32,4 \text{ hö}} \end{aligned}$$

Verð flekans með öllum útbúnaði er áætlað 0,7 millj. kr. fyrir afkastaminni flekann, en 1 millj. kr. fyrir þann afkastameiri.

Með því að loka mynni Helgavogs, þar sem það er þrengst (55-60 m) fæst um 5000 m² tjörn. Dýpi í voginum hefir mælt 0,9 m niður að leirlaginu og 4,95 djúpt leirlag eða alls 5,85 m. Sé gert ráð fyrir 3 m meðalhæð á garðinum og þá um 6 m² meðalþverssniði, yrði rúmmál garðsins um 350 m³, sem kosta myndu um 0,25 millj. kr.

Starfstími aðaldællunnar er áætlaður 90% af 4 mánuðum eða 2630 stundir. Er þá gert ráð fyrir, að dælt sé allan sólarhringinn og að nokkrar reksturstruflanir komi fyrir vegna bilana, o.þ.h. Afköst dællunnar þurfa þá að vera 28,9 (72,2) l/sek miðað við 20 000 (50 000) tonn af þurrefnum árlega, 7% þurrefnainnihald, 2630 stunda dælutíma og eðlisþyngd 1,05.

Hagkvæmstu standard pípustærðir og þrýstitöp verða þá:

Pípustærð: (A) 8" (B) 12"

Þrýstitap: 7,0 VS/km 5,3 m VS/km

Lengd leiðslunnar og mesti hæðarmunur frá Mývatni að hverasvæðunum er

(I) að hverasvæðinu vestan fjalls:

$$L = 3,8 \text{ km}, h = 55 \text{ m}$$

(II) að hverasvæðinu austan fjalls:

$$L = 7,0 \text{ km}, h = 148 \text{ m}$$

Verður þá aflþörf dællunnar, miðað við 70% nýtni:

(A) 28,9 l/sek

(I) $L = 3,8 \text{ km}, h = 55 \text{ m}$

$$h_f = 3,8 \times 7,0 = 26,6$$

$$h_s = 55,0$$

$$h_t = 81,6$$

$$\text{aflþörf} = \frac{28,9 \times 81,6}{0,7 \times 75} = 44,9 \text{ hö.}$$

(II) $L = 7,0 \text{ km}, h = 148 \text{ m}$

$$h_f = 7,0 \times 7,0 = 49,0$$

$$h_s = 148,0$$

$$h_t = 197,0$$

$$\text{aflþörf} = \frac{28,9 \times 197}{0,7 \times 75} = 108 \text{ hö}$$

(B) 72,2 l/sek

(I) $L = 3,8 \text{ km}, h = 55 \text{ m}$

$$h_f = 5,31 \times 3,8 = 20,2$$

$$h_s = 55,0$$

$$h_t = 75,2$$

$$\text{aflþörf} = \frac{72,2 \times 75,2}{0,7 \times 75} = 104 \text{ hö}$$

(II) $L = 7,0 \text{ km}, h = 148 \text{ m}$

$$h_f = 5,31 \times 7,0 = 37,2$$

$$h_s = 148,0$$

$$h_t = 185,2$$

$$\text{aflþörf} = \frac{72,2 \times 185,2}{0,7 \times 75} = 255 \text{ hö}$$

Verð á dælum, 50-300 ha, er áætlað 750-800 kr/ha með öllum nauðsynlegum útbúnaði. Verður þá verð þessara dæla í millj. kr.:

A I	0,04	B I	0,08
A II	0,08	B II	0,23

Verð dæluhúss er áætlað 0,5 - 0,7 millj. kr. eftir stærð dællunnar.

Þyngd 8" stálpípu er talin 43,3 kg/m. Sé reiknað með að pípan kosti uppsett 15 kr/kg, þar sem af eru 7 kr/kg efnis-kostnaður, verður verð hennar 650 kr/m. Samsvarandi tölur fyrir 12" leiðslu eru 76,8 kg/m og 1150 kr/m.

Fæst þá heildarverð pípunnar í millj. kr.:

A I	2,47	B I	4,25
A II	4,56	B II	7,84

Þar eð dælan við Helgavog starfar aðeins í 4 mánuði ársins, þarf að vera þró eða tjörn á hverasvæðinu, sem geymt getur forða hand verksmiðjunni þá 8 mánuði, sem dælan starfar ekki. Heildarmagnið, sem dælt er yfir árið er 273.000 (680.000)m³. Verður þá 8 mánaða forði 182.000 (453.000) m³. Ef gert er ráð fyrir, að ná megi burt þriðjungi vatnsins með því að láta leirinn setjast til (þ.e. 2/3 af vatni því sem blandast við leirinn við dælinguna), þarf rúmmál tjarnarinnar að vera 120.000 (300.000)m³. Miðað við 2 metra dýpi í þrónni þarf flatarmálið að vera 60.000 (150.000) m² og kantlengdin 250 x 250 (400 x 400) m. Ef þrónni er skipt í 3 hólf, verður lengd hleðslunnar eða garðsins 6 sinnum kantlengdin eða 1500 (2400) m. Gert er ráð fyrir að garðurinn sé 2 m hár, 3 m breiður að ofan og 15 m breiður að neðan (flái beggja megin 1 : 3) og verður þá flatarmál þverskurðarins 18 m² og rúmmálið 27.000 (43,000) m³. Samkvæmt upplýsingum frá Vegamálaáskrifstofunni kostar 3-4 krónur að ýta upp hverjum m³ af jarðvegi upp í allt að 2 m hæð. Eftir því kostar garðurinn alls kr. 108.000 (kr. 172.000). Sé garðurinn þakinn 10 cm þykku malarlagi og jafnþykkt lag í botn uppistöðunnar, þarf til þess 8,250 (18,600) m³. Sé reiknað með 70 kr/m³ af mölinni, kostar hún kr. 578.000 (kr. 1.302.000) og þróin alls kr. 686.000 (kr. 1.474.000).

Tafla 2 sýnir helztu stærðir þessa dælukerfis og tafla 3 kostnaðaráætlunina.

Tafla 2. Helztu stærðir dælukerfis

	A I	A II	B I	B II
Árlegt magn þurrefna, tonn	20,000	20,000	50,000	50,000
Hverasvæði	vestan	austan	vestan	austan
Fleki:				
Afköst, l/sek	43,4	43,4	109	109
Pípustærð	10"	10"	14"	14"
Aflþörf, hö	12,6	12,6	32,6	32,4
Þró við Mývatn:				
Lengd á garði, m	60	60	60	60
Aðaldæla:				
Afköst, l/sek	28,9	28,9	72,2	72,2
Aflþörf, hö	44,9	108	104	255
Leiðsla:				
Stærð	8"	8"	12"	12"
Lengd, km	3,8	7,0	3,8	7,0
Þyngd, tonn/km	43,3	43,3	76,8	76,8
Þró á hverasvæði:				
Rúmmál, þús. m ³	120	120	300	300
Flatarmál, þús. m ²	60	60	150	150
Lengd á garði, m	1500	1500	2400	2400

Tafla 3. Kostnaðaráætlun dælukerfis

Upphæðir eru millj. kr.

	A I	A II	B I	B II
Árlegt magn þurrefna, tonn	20,000	20,000	50,000	50,000
Hverasvæði	vestan	austan	vestan	austan
Fleki	0,70	0,70	1,00	1,00
Þró við Mývatn	0,25	0,25	0,25	0,25
Aðaldæla	0,04	0,08	0,08	0,23
Dæluhús	0,50	0,60	0,60	0,70
Leiðsla	2,47	4,56	4,25	7,84
Þró á hverasvæði	0,69	0,69	1,47	1,47
Samtals,	4,65	6,88	7,65	11,49
=====				

Rekstursáætlun

Við áætlun reksturskostnaðar er hér gert ráð fyrir 10% fyrningu, 7-8% vöxtum (þ.e. 4% af stofnkostnaði til jafnaðar) og 3% viðhaldskostnaði öðrum en vinnulaunum, eða alls 17% af stofnkostnaði. Vinnulaun eru miðuð við 25 kr/klst og 48 stunda vinnuviku. Gert er ráð fyrir að við flekann starfi 3 vaktir og séu 2 menn á vakt í senn. Auk þess er gert ráð fyrir 1 aðstoðarmanni. Við dælustöðina þarf 4 vaktir með 1 manni og auk þess aðstoðarmann. Loks er reiknað með 1 starfsmanni fyrir bæði dælustöðina og flekann sameiginlega. Verður starfsliðið þá alls um 13 menn, ef til vill nokkuð meira fyrir stærstu dælustöðina og nokkuð minna fyrir þá minnstu. Rafmagn er talið sérstaklega og reiknað á 0,25 kr/kwst. Ýmis kostnaður er talinn 10% af öðrum kostnaði, einkum vegna þess að í áætlun stofnkostnaðar er ekki gert ráð fyrir neinum óvissum kostnaði.

Í töflu 4 er sýnt yfirlit yfir reksturskostnaðinn og einingarverð leirsins í þró á hverasvæðinu.

Tafla 4 Áætlaður reksturskostnaður og einingarverð leirsins í þró á hverasvæðinu.

	A I	AII	BI	BII
1. Afskriftir, vextir og viðhald, annað en vinnulaun, 17% af stofnkostnaði, þús. kr.	790	1238	1300	1953
2. Vinnulaun, ca. 13 menn í 4 mánuði, miðuð við 25 kr/klst. og 48 stunda vinnuviku, þús.kr.	250	270	270	290
3. Rafmagn á 25 aura/kwst, þús.kr.	33	82	82	198
Samtals,	1073	1590	1652	2441
4. Ýmis kostnaður, ca. 10% af öðrum kostnaði, þús. kr.	107	160	168	244
Samtals,	1180	1750	1820	2685
Verð pr. tonn þurrefni,	kr. 59,00	87,50	36,40	53,70

Leirtaka við Mývatn - Leirflutningur með bílumNiðurstöður

Í þessari athugun er gert ráð fyrir, að leirnum sé dælt af botni Ytri-Flóa eins og áður, en í stað þess að dæla honum í Helgavog eins og áður er gert ráð fyrir, er nú gert ráð fyrir að honum sé dælt í haug við vatnið og látinn setjast þar til, unz fært þykir að flytja hann á bílum til hverasvæðanna.

Miðað er við sama magn þurrefna og áður, (A) 20.000 tonn og (B) 50.000 tonn árlega og sömu hverasvæði og áður, (I) vestan Námafjalls og (II) austan Námafjalls.

Stofnkostnaður þessa fyrirtækis og einingarverð leirsins á hverasvæðinu er áætlaður eins og sýnt er í töflu I.

Tafla I

Áætlaður stofnkostnaður leirflutnings og einingarverð leirs á hverasvæði við Námafjall.

	Árlegt magn þurrefna tonn	Hvera- svæði	Stofn- kostnaður millj. kr.	Einingarverð kr/tonn þurrefni
A I	20.000	vestan	1,62	35,74
A II	20.000	austan	1,92	48,83
B I	50.000	vestan	2,99	27,08
B II	50.000	austan	3,59	38,98

Lýsing á tækjum

Í þessari athugun er gert ráð fyrir að dæla leirnum af botni Mývatns í haug við vatnið. Er gert ráð fyrir því að leirinn nái þar að setjast til, unz þurrefnainnihald hans er orðið allt að 30%. Síðan er leirnum nokað með vél-skóflu á bíla og fluttur til hverasvæðanna.

Flekadælunni, sem skilar leirnum á land, hefir verið lýst í fyrri hluta þessarar áætlunar. Við þá lýsingu þarf ekki öðru að bæta, en því, að þrýstleiðsla dælnnar lengist ef til vill um 500 metra, úr 2 í 2,5 km.

Ámokstur yrði framkvæmdur með vélskóflu, sem bezt henta mjúkum jarðvegi. Þessar vélskóflur eru útbúnar skúffum sem ýtt er inn í hauginn og síðan lyft og snúið. Skúffurnar eru tæmdar með því að hvolfa þeim. Afköst slíkra véla er um 1 m^3 eða 1 tonn í hverri ferð.

Vörubílar yrðu notaðir til flutnings á leirnum að hverasvæðunum. Þyrfti hvor bíll að geta borið 10 tonn í ferð og geta affermt sig sjálfur.

Vegalagning eða endurbætur á vegi hljóta að verða einhverjar og verður gert nánari grein fyrir því síðar.

Afköst tækja og kostnaðaráætlun

Gert er ráð fyrir að flekadælan dæli sama magni á sama tíma og áður, en þurfi að vinna gegn nokkuð hærri mótþrýstingi vegna lengri leiðslu og þurfi þess vegna að vera nokkuð aflmeiri. Er gert ráð fyrir að verð hennar hækki um 25% af þessum orsökum og verði þá 0,875 millj. kr. fyrir afkastaminni flekann (20.000 tonn af þurrefnum árlega) og 1,25 millj. kr. fyrir hinn (50.000 tonn þurrefni).

Afköst og kostnaður vélskóflu byggist hér fyrst og fremst á tímaáætlun. Er hér gert ráð fyrir, að skóflan sé 1,5 mín. með hverja ferð og taki 1 tonn í ferð, eða að hún sé 15 mín. að fullferma hvern bíl. Fjöldi skóflanna og starfstími er hins vegar háður fjölda bílanna.

Flutningur

Verður hér sýndur helzti útreikningur fyrir flutning á 20.000 tonnum af þurrefnum árlega til svæðisins vestan Námafjalls, en allar niðurstöður sýndar í töfluformi í töflu 2.

Flytja þarf 67.000 tonn af blautum leir árlega eða 22,2 tonn/klst miðað við 3000 stunda starfstíma á ári. Sé miðað við 20 km/klst meðalhraða bíls með fullfermi og 50 km/klst meðalhraða óhlaðins bíls, 45 mín. raunverulegan vinnutíma hvers bíls á klst., finnst áætlaður ferðafjöldi hvers bíls á klst., sem hér segir:

Ámokstur	0,25 klst.
Afferming	0,08 "
Akstur, hlaðinn (ekin vegalengd)/(hraði) = $3/20 = 0,15$	"
Akstur, tómur = $3/50 = 0,06$	"
Samtals, klst./ferð	<u>0,54 "</u>
Ferðir/klst = $1/0,54 = 1,85$ (60 mín/klst)	
Ferðir/klst = $0,75 \times 1,85 = 1,39$ (45 mín/klst)	
Nauðsynlegur bílakostur verður þá: $\frac{22,2}{10 \times 1,39} = 1,6$	

(þ.e. tonn/klst deilt með (10) tonnum pr. bíl pr. ferð og (1,39) ferðum/klst).

Sé bílafjöldinn ákveðinn 2 bílar, stýttist vinnutími hvors bíls í $\frac{1,6}{2} \times 3000 = 2400$ klst/ár.

Hvor bíll ekur 1,39 ferðir á klst. eða 8,32 km/klst eða 20.000 km/ári. Sé reiknað með 150.000 km "ævi" endist bíllinn í 7 1/2 ár. Kaupverð 10 tónna vörubíls er um 300.000 kr. og verður fyrningarkostnaður hvers bíls þá 40.000 kr/ári. Sé reiknað með 5% ársvöxtum eða meðalvextir 8000 kr. á ári. Eldsneyti og olíur er áætlað 0,6 kr/km, eða 16.000 kr. á ári. Laun ökumanns eru talin 30 kr/klst m.a. vegna vaktavinnu, eða 72.000 kr. á ári. Verður þá árlegur reksturskostnaður hvers bíls 148,500 kr/ári eða beggja (allra) bílanna 297.000 kr/ár. Verður þá flutningskostnaðurinn á hvert tonn ar þurrefni $\frac{297.000}{20.000} = 14,85$ kr/tonn þurrefni.

Ámokstur

Hér verða sýndir útreikningar á kostnaði við ámokstur fyrir 20.000 tonn af þurrefnum árlega til hverasvæðisins vestan fjalls, en allar niðurstöður sýndar í töflu 3 á svipaðan hátt og áður.

Gert er ráð fyrir að hver vélskófla sé 15 mín. að lesta hvern bíl. Hver bíll fer 1,39 ferðir á klst. eða er 0,72 klst. með hverja ferð, en það jafngildir því að bílar komi með 0,36 klst. millibili. Þar sem skóflan er aðeins 0,25 klst. að ferma hvern bíl, er ein skófla nægjanleg. Sé reiknað með 10.000 klst. ævi og 120.000 kr. kaupverði, fyrnist skóflan um 12 kr/klst. eða 28.800 kr/ári. Meðalársvextir verða, miðað við 5% ársvexti, um 3.800 kr. þar eð ævi skóflanna er mjög

Tafla II

Útreikningur á flutningskostnaði

	AI	AII	BI	BII
1. Árlegt magn þurrefna, þús. tonn	20	20	50	50
2. Hverasvæði, vestan eða austan Námafjalls	v	a	v	a
3. Árlegt magn blausts leirs, þús. tonn	67	67	167	167
4. Afköst, miðað við 3000 klst/ári, tonn klst	22,2	22,2	55,6	55,6
5. Ekin vegalengd, hvor leið, km	3	7	3	7
6. Ámokstur, hver bíll, klst.	0,25	0,25	0,25	0,25
7. Afferming, hver bíll, klst.	0,08	0,08	0,08	0,08
8. Akstur, hlaðinn bíll, klst.	0,15	0,35	0,15	0,35
9. " tómur bíll, klst.	0,06	0,14	0,06	0,14
10. Samtals klst./ferð	0,54	0,82	0,54	0,82
11. Ferðir á klst. 60 mín. klst.	1,85	1,22	1,85	1,22
12. Ferðir á klst. 45 mín. klst.	1,39	0,91	1,39	0,91
13. Bílafjöldi, reiknaður	1,6	2,44	4,0	6,1
14. Bílafjöldi, ákveðinn	2	3	5	7
15. Starfstími hvers bíls klst/ári	2400	2440	2400	2610
16. Ekin vegalengd hvers bíls, þús. km/ári	20	31	20	33,2
17. Ævi hvers bíls, ár	7 1/2	5	7 1/2	4 1/2
18. Fyrning, þús. kr./ári	40	60	40	66,7
19. Vextir, þús. kr./ári	8,5	9,0	8,5	3,0
20. Eldsneyti og olíur, þús. kr./ári	12,0	18,6	12,0	19,9
21. Viðhald, þús. kr./ári	16,0	24,8	16,0	26,6
22. Laun ökumanns, þús. kr./ári	72,0	73,2	72,0	78,3
23. Reksturskostn. pr. bíl þús. kr./ári	148,5	185,6	148,5	194,5
24. Reksturskostn. allra bíla, þús. kr./ári	297,0	556,8	742,5	1316,5
25. Flutningskostn. kr/tonn þurrefni	14,85	27,84	14,85	26,33

nálægt 4 árum. Sé eldsneyti og viðhald tekið hlutfallslega á við bílana, þ.e. 70% af fyrningu, verður sá kostnaður 20.200 kr/ári. Ökumaður kostar það sama og á bílana, eða kr. 72.000 árlega. Verður þá árlegur kostnaður við hverja skóflu kr. 124.800 og heildarkostnaður við ámokstur þar með kr. 124.800, en það jafngildir því að kostnaður við ámokstur sé 6,24 kr/tonn þurrefni.

Dæling

Stofnkostnaður dælu og fleka með öllum nauðsynlegum útbúnaði er áætlaður 0,9 millj. kr. fyrir 20.000 tonna afköst af þurrefnum árlega. Fyrning, vextir, viðhald og orka er tekið 17% af stofnkostnaði, eða 150.000 kr/ári. Mannahald er í samræmi við fyrri hluta þessarar áætlunar talið 140.000 kr/ári. Verður þá reksturskostnaður dæluinnar 293.000 kr/ári, eða dælingarkostnaður 14,65 kr/tonn þurrefni. Samsvarandi niðurstöður fyrir hina möguleika þessarar áætlunar eru sýndar í töflu 4.

Tafla III.

Kostnaður við ámokstur

	AI	AII	BI	BII
1. Árlegt magn þurrefna, þús. tonn	29	20	50	50
2. Hverasvæði vestan eða austan Námafjalls	v	a	v	a
3. Ámoksturstími pr. bíl, klst.	0,25	0,25	0,25	0,25
4. Tími milli bíla, klst.	0,36	0,37	0,14	0,16
5. Nauðsynlegur skóflufjöldi	1	1	2	2
6. Starfstími hverrar skóflu klst/ári	2400	2440	2400	2610
7. Fyrning hverrar skóflu, þús/kr/ári	28,8	29,3	28,8	31,3
8. Vextir, þús. kr/ári	3,8	3,8	3,8	3,8
9. Eldsneyti og viðhald, þús. kr/ári	20,2	20,5	20,2	21,9
10. Stjórnandi, þús. kr/ári	72,0	73,2	72,0	78,3
11. Kostnaður, hver skófla, þús. kr/ári	124,8	126,8	124,8	135,3
12. Kostnaður við ámokstur, þús. kr/ári	124,8	126,8	249,6	270,6
13. Kostnaður við ámokstur, kr/tonn þurrefni	6,24	6,34	4,99	5,41

Tafla IV.

Kostnaður við dælingu

	AI	AII	BI	BII
1. Árlegt magn þurrefna, þús. tonn	20	20	50	50
2. Hverasvæði, vestan eða austan Námafjalls	v	a	v	a
3. Stofnkostnaður, millj. kr.	0,90	0,90	1,25	1,25
4. Fyrning, vextir, viðhald, orka, þús.kr/ári	153	153	212	212
5. Vinnulaun, þús. kr/ári	140	140	150	150
6. Kostnaður við dælingu, þús. kr/ári	293	293	362	362
7. Kostnaður við dælingu, kr/tonn þurrefni	14,65	14,65	7,24	7,24

Stofnkostnaður og reksturskostnaður þessara tækja er sýndur í töflu 5.

Tafla V.

Stofnkostnaður og reksturskostnaður flutningatækja

	AI	AII	BI	BII
Árlegt magn þurrefna, þús. tonn	20	20	50	50
Hverasvæði, vestan eða austan fjalls	v	a	v	a
Stofnkostnaður, millj. kr.:				
Dæla	0,90	0,90	1,25	1,25
Vélskóflur	0,12	0,12	0,24	0,24
Bílar	6,60	0,90	1,50	2,10
Stofnkostnaður samtals	<u>1,68</u>	<u>1,92</u>	<u>2,99</u>	<u>3,59</u>
Reksturskostnaður, kr/tonn þurrefni:				
Dæling	14,65	14,65	7,24	7,24
Ámokstur	6,24	6,34	4,99	5,41
Akstur	14,85	27,84	14,85	26,33
Reksturskostnaður, samtals	<u>35,74</u>	<u>48,83</u>	<u>27,08</u>	<u>38,98</u>

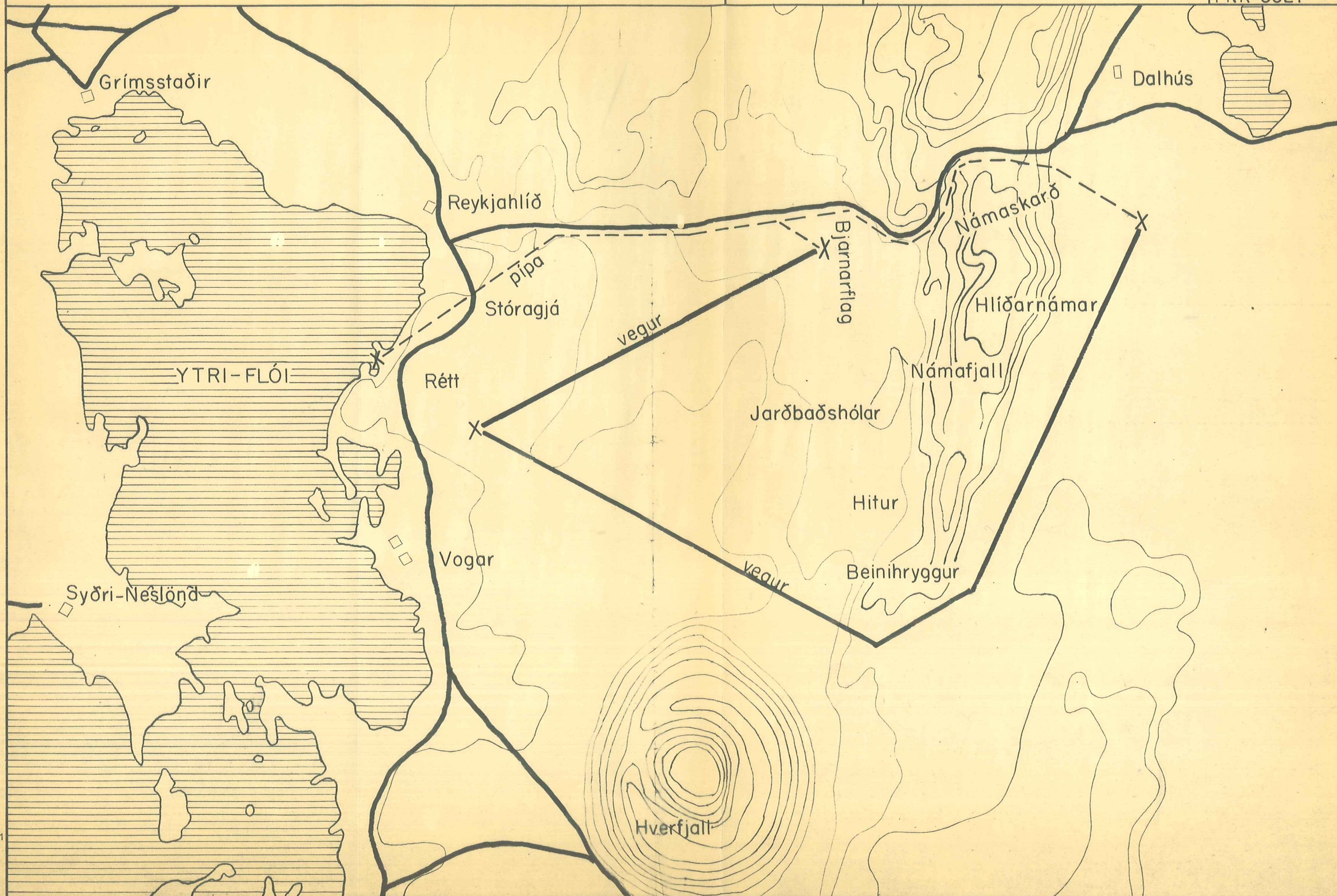
Vegalagning

Í áætlun þessari um stofnkostnað og rekstursútgjöld vinnuvélanna, hefir kostnaði við vegalagningu og viðhald verið sleppt vegna óvissu. Tveir möguleikar virðast koma til greina:

(1) nýr vegur frá Mývatni stytztu leið að hverasvæðinu vestan fjalls og vegur sunnan Námafjalls að hverasvæðinu austanfjalla, eins og sýnt er á meðfylgjandi uppdrætti af þessu svæði, eða;

(2) endurbætur á núverandi vegi frá Mývatni yfir Námaskarö.

Nýi vegurinn yrði lagður að verulegu leyti yfir hellu-
hraun og er því hætt við að hann yrði nokkuð kostnaðarsamur. Endurbæturnar kæmu hins vegar einkum fram í breikkun núverandi vegar og lagfæringar á veginum um Námaskarö. Gæti Námaskarö orðið nokkuð erfitt viðfangs. Mun ákvörðun um vegarstæði og kostnaðaráætlun bezt gerð í samráði við Vegamálaskrifstofuna.



Leirtaka við MývatnDæling og flutningur á 100.000 tonnum þurrefna árlega

Gert er ráð fyrir að dæla eða flytja með bílum 100.000 tonn af þurrefnum árlega til hverasvæðanna vestan og austan fjalls.

Gerð tækja og mannvirkja og fyrirkomulagi hefur verið lýst áður. Niðurstöður eru sýndar í töflu 1.

Tafla I. Stofnkostnaður og rekstrarkostnaður leir-dælingar og flutnings 100.000 tonna þurrefnis árlega.

	Dæling eða flutningur	Hvera- svæði	Stofnkostn. millj. kr.	Verð pr. tonn þurrefni kr.
C I	Dæling	V	10,13	23,89
C II	Dæling	A	15,38	36,52
C I	Flutningur	V	4,98	23,99
C II	Flutningur	A	6,48	37,02

Dæling

Flekdælan þarf að skila 220 l/sek. Sé gert ráð fyrir 18" pípu, verður vatnshæðin 1,35 m/sek og þrýstiopið 5,8 m VS/km.

Aflþörfin verður þá $h_f = 2 \times 5,8 = 11,6$

$$h_s = \frac{5,0}{16,6}$$

$$\text{Aflþörf} = \frac{220 \times 16,6}{0,7 \times 75} = 69,6 \text{ hö}$$

Verð þessa fleka með öllum útbúnaði er áætlað 1,25 millj. kr.

Tjörn við Mývatn er áætluð eins og áður á 0,25 millj. kr.

Aðaldælan þarf að skila 144,4 l/sek. Sé miðað við 16" pípu verður vatnshæðin 1,12 m/sek og þrýstiopið 4,8 m VS/km.

Aflþörfin verður þá:

$$\begin{aligned}
 \text{I } H_f &= 3,8 \times 4,8 = 18,2 \\
 h_s &= \frac{55,0}{73,2} \\
 h_f &= \frac{144,4 \times 73,2}{0,7 \times 75} = 202 \text{ hö}
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \text{II } h_f &= 7,0 \times 4,8 = 33,6 \\
 h_s &= \frac{148,0}{181,6} \\
 \text{Aflþörf} &= \frac{144,4 \times 181,6}{0,7 \times 75} = 500 \text{ hö}
 \end{aligned}$$

Verð slíkra dæla er áætlað

200 hö: = 150.000 kr.

500 hö: = 375.000 kr.

Dæluhús er áætlað á 0,7 - 1,0 millj. kr. eftir stærð dælnnar

Stálpípa, 16" dia, er talin vega 93,4 kg/m og kostar þá 1400 kr/m. Heildarverðið verður þá 5,32 millj. kr. til svæðisins vestan fjalls og 9,80 millj. kr. til svæðisins austan fjalls.

Þró á hverasvæðinu þarf að rúma 600.000 m³. Verður þá flatar-
málið 300.000 m² og kantlengdin 650 x 550. Hleðslulengd
3300 m og rúmmál 59,500 m³. Verð: 238.000 kr. Grjóthleðsla:
35.200 m³ á 70 kr. = 2,46 millj. kr. Þróin kostar þá alls
2,70 millj. kr.

Tafla II. Kostnaðaráætlun dælukerfis - 100.000 tonn af þurrefni
árlega. Upphæðir eru millj: kr.

Hverasvæði	Vestan fjalls	Austan fjalls
Fleki	1,25	1,25
Þró við Mývatn	0,25	0,25
Aðaldæla	0,15	0,38
Dæluhús	0,70	1,00
Leiðsla	5,32	9,80
Þró á hverasvæði	2,46	2,70
Samtals	10,13	15,38

Rekstrarkostnaður er áætlaður á sama hátt og áður, að öðru leyti en því, að mannhald er talið nokkuð meira eða 14-15 menn í stað 12-14. Verður þá rekstrarkostnaðurinn eins og sýnt er í töflu 3.

Tafla III. Rekstrarkostnaður við dælingu 100.000 tonna þurrefnis árlega. Upphæðir í þús. kr.

<u>Hverasvæði</u>	<u>vestan</u>	<u>austan</u>
1. Afskriftir etc.	1722	2610
2. Vinnulaun	290	310
3. Rafmagn	160	400
	<u>Samtals</u>	<u>3320</u>
4. Ýmislegt	217	332
	<u>Samtals</u>	<u>3652</u>
<u>Verð pr. tonn þurrefni</u> kr.	23,89	36,52

Tafla IV. Flutningur með bílum

<u>Flutningskostnaður</u>	<u>C I</u>	<u>CII</u>
1. Árlegt magn þurrefna, þús. tonn	100	100
2. Hverasvæði	V	A
3. Árlegt magn blauts leirs, þús. tonn	333	333
4. Afköst, miðað við 3000 klst/ári, tonn/klst	111	111
5. Ekin vegalengd, hvor leið, km	3	7
6. Ámokstur, hver bíll, klst.	0,25	0,25
7. Afferming, hver bíll, klst.	0,08	0,08
8. Akstur, hlaðinn bíll, klst.	0,15	0,35
9. " tómur bíll, klst.	0,06	0,14
10. Samtals klst/ferð	0,54	1,22
11. Ferðir á klst. 60 mín klst.	1,85	1,22
12. Ferðir á klst. 45 mín. klst.	1,39	0,91
13. Bílafjöldi, reiknaður	8,99	12,2
14. Bílafjöldi ákveðinn	10	15
15. Starfstími, hvers bíls, klst/ári	2400	2440
16. Ekin vegalengd hvers bíls, þús km/ári	20	31
17. Evi hvers bíls, ár	7,5	5
18. Fyrning, þús. kr/ári	40	60

	<u>CI</u>	<u>CII</u>
19. Vextir, þús. kr. ári	8,5	9,0
20. Eldsneyti og olíur, þús. kr. ári	12,0	18,6
21. Viðhald, þús. kr/ári	16,0	24,8
22. Laun ökumanna, þús. kr/ári	72,0	73,2
23. Rekstrarkostnaður pr. bíl. þús. kr./ári	148,5	185,6
24. Rekstrarkostnaður allra bíla, þús.kr/ári	1485	2780
25. Flutningskostnaður, kr/tonn þurrefni	<u>14,85</u>	<u>27,80</u>

Tafla V. Ámokstur

	<u>CI</u>	<u>CII</u>
1. Árlegt magn þurrefna, þús. tonn	100	100
2. Hverasvæði, vestan eða austan Námafj.	V	A
3. Ámoksturstími pr. bíl. klst.	0,15	0,25
4. Tími milli bíla, klst.	0,072	0,074
5. Nauðsynlegur skóflufjöldi	4	4
6. Starfstími hveurrar stíflu, klst/ári	2400	2400
7. Fyrning, þús. kr/ári	28,8	29,3
8. Vextir, þús. kr/ári	3,8	3,8
9. Eldsneyti og viðhald, þús. kr/ári	20,2	20,5
10. Stjórnandi, þús. kr/ári	72,0	73,2
11. Rekstrarkostnaður pr. skóflu, þús.kr/ári	124,8	126,8
12. Rekstrarkostnaður allra skóflna, þús. kr/ári	499,2	507,2
13. Kostnaður við ámokstur, kr/tonn þurrefni	4,99	5,07

Tafla VI. Dæling

1. Árlegt magn þurrefna, þús. tonn	100	100
2. Hverasvæði, vestan eða austan Námafjalls V	V	A
3. Stofnkostnaður, millj. kr.	1,50	1,50
4. Fyrning, vextir, viðhald, orka, þús. kr/ári	255	255
5. Vinnulaun, þús. kr/ári	160	160
6. Kostnaður við dælingu, þús. kr/ári	415	415
7. Kostnaður við dælingu, kr/tonn þurrefni	4,15	4,15

Tafla VII. Stofn- og rekstrarkostnaður flutningstækja

	CI	CII
Árlegt magn	100	100
Hverasvæði	V	A
<hr/>		
Stofnkostnaður millj. kr.		
Dæla	1,50	1,50
Vélskófla	0,48	0,48
Bílar	3,00	4,50
	<hr/>	<hr/>
Samtals	4,98	6,48
<hr/>		
Rekstur kr/tonn þurrefni		
Dæla	4,15	4,15
Vélskófla	4,99	5,07
Bílar	14,85	27,80
	<hr/>	<hr/>
Samtals	23,99	37,02
<hr/>		

Flutningur á kísilméli frá Námaskarði
til Evrópulanda

Samkvæmt upplýsingum frá Áburðarverksmiðjunni kostaði flutningur á kísilméli með Gullfossi frá Danmörku í marz 1957 kr. 340,- pr. tonn, uppskipun, hafnargjöld og vátrygging innifalið. Að vísu er um tiltölulega lítinn flutning að ræða til Áburðarverksmiðjunnar, sem myndi gera hann tiltölulega dýrari, en hinsvegar er efni það, sem flutt var, þyngra en framleiðsla verksmiðjunnar við Námaskarð mun verða. Ennfremur virðist þessi upphæð vera sambærileg við flutningskostnað á sementi, þegar tillit er tekið til rúmþyngsla sementsins og kísilmélsins.

Flutningskostnaður með 10 tonna vörubílum mun vera nálægt 0,8 kr/tonn-km, miðað við góða nýtni bílanna. Verður flutningskostnaðurinn þá um 50 kr/tonn miðað við nýjan veg frá Námaskarði, norðan Mývatns að Laxárvirkjuninni eða í Reykjahverfið. Þessi vegalengd er um 60 km, þar af 30 km nýr, en sennilega auðlagður vegur. Yrði flutt um núverandi veg, yrði kostnaðurinn um 72 kr/tonn, en þó myndu verulegar endurbætur þurfa að fara fram á veginum.

Ferming bílanna er áætluð 10 kr/tonn og virðist sambærilegt við kostnað Áburðarverksmiðjunnar þegar tillit er tekið til aðstæðna. Afferming myndi kosta annað eins, eða alls kr. 20,- pr. tonn. Er gert ráð fyrir, að ferming fari fram á þann hátt, að pokarnir með kísilmélinu, séu teknir úr geymslu við verksmiðjuna og látnir á grindur, 40 pokar eða 1 tonn á hverja grind, sem síðan yrðu teknar með lyftivagni (fork lift) og látnar á bílana. Þessar grindur yrðu ekki losaðar fyrr en í lest skipsins, enda þótt kísillinn þyrfti að fara í geymslu á Húsavík um skeið. Þetta fyrirkomulag krefst allmargra grinda í umferð, en bæði flýttir og auðveldar fermingu til mikilla muna.

Samkvæmt framanskráðu er flutningskostnaður á framleiðslunni frá verksmiðju á Evrópumarkað áætlaður kr. 410,- pr. tonn.

III. TILRAUNIR MEÐ VINNSLU

(A) Hreinsun með vatnsslemmingu

Slemmun á leðjunni fyrir og eftir glæðingu var reynd með nokkrum aðferðum:

- (1) Slemmun og settlun sands úr blautri leðju í margföldu vatnsmagni miðað við rúmmál leðju: Samloðun hindrar fulla sundurgreiningu og leðju "aggögötin" falla til botns með sandinum.
- (2) Sama aðferð og (1) að viðbættri suðu í vatni gefur betri dreifingu, en samt þarf að endurslemma 2-3 sinnum til að fá botnfallið sæmilega gísilgúr frítt. Úr slíkri slemmun fékkst gúr, sem innihélt 73,6% SiO_2 og hafði 13,1% glæðitap. Alls var notað 80 falt rúmmál leðjunnar við þessa slemmun.
- (3) Sé leðjunni dælt inn í uppistöðu, fellur grófasti sandurinn mikið til botns næst inntakinu, sem sjá má af efnagreiningum í leðju frá dælingunni við Mývatn sumarið 1957. Þá reyndist leðja sú, sem safnaðist 12 m frá inntaki innihalda 72% SiO_2 en leðjan við það tæplega 60% SiO_2 . Hér nam leðjan 16% af vatni því, sem dælt var. Sundurgreiningin myndi verða minni, væri um hærri hlutfallslegt leðjumagn að ræða, en væntanlega nokkuð meiri, ef leðjumagnið væri minna og uppistaðan vel til fallin.
- (4) Slemmun á leðju, sem hefir verið þurrkuð, er erfið sökum samloðunar.
- (5) Slemmun með undanfarandi jarðgufu hitun og blöndun, gefur góða dreifingu. Árangur er þó ekki mikið betri en í tilraun (2).
- (6) Slemmun samfara suðu og brennisteinssýru í vatninu gefur bezta greiningu, og leysir sýran þá að sjálfsögðu mikið upp.
- (7) Reynt var að slemma leðjuna að undanfarandi glæðingu við 650°C . Við það brenna lífræn efni í burtu og bundið vatn rýkur úr. Sé gúrin slemmaður í vatni á eftir, fellur sandurinn mun örur til botns og sundurgreiningin er því skarpari. Hinsvegar veldur það erfiðleikum, að gúrin loðir töluvert saman og þarf því mölun áður en slemmað er.

Ein slemmun gefur góða sundurgreiningu eftir handmölun á gúrnum. Miðað við þunga þess gúrs, sem endanlega fæst, þarf þó 80 falt vatnsmagn við slemmingu þessa. Eftir endurglæðingu við 900°C hefir þannig fengizt 96% SiO_2 í gúrnum. Það hefir reynzt eins hvort leðjan var settluð fyrir glæðingu. Útkoman varð endanlega hin sama.

Settlun á glæddum kísilskeljum tekur langan tíma sé ætlast til að hún sé fullger. Eftir 5 daga reynist þó lítið svif eftir í vatninu.

Hæsta kísilsýrumagn, sem fengizt hefir með settlun var náð með:

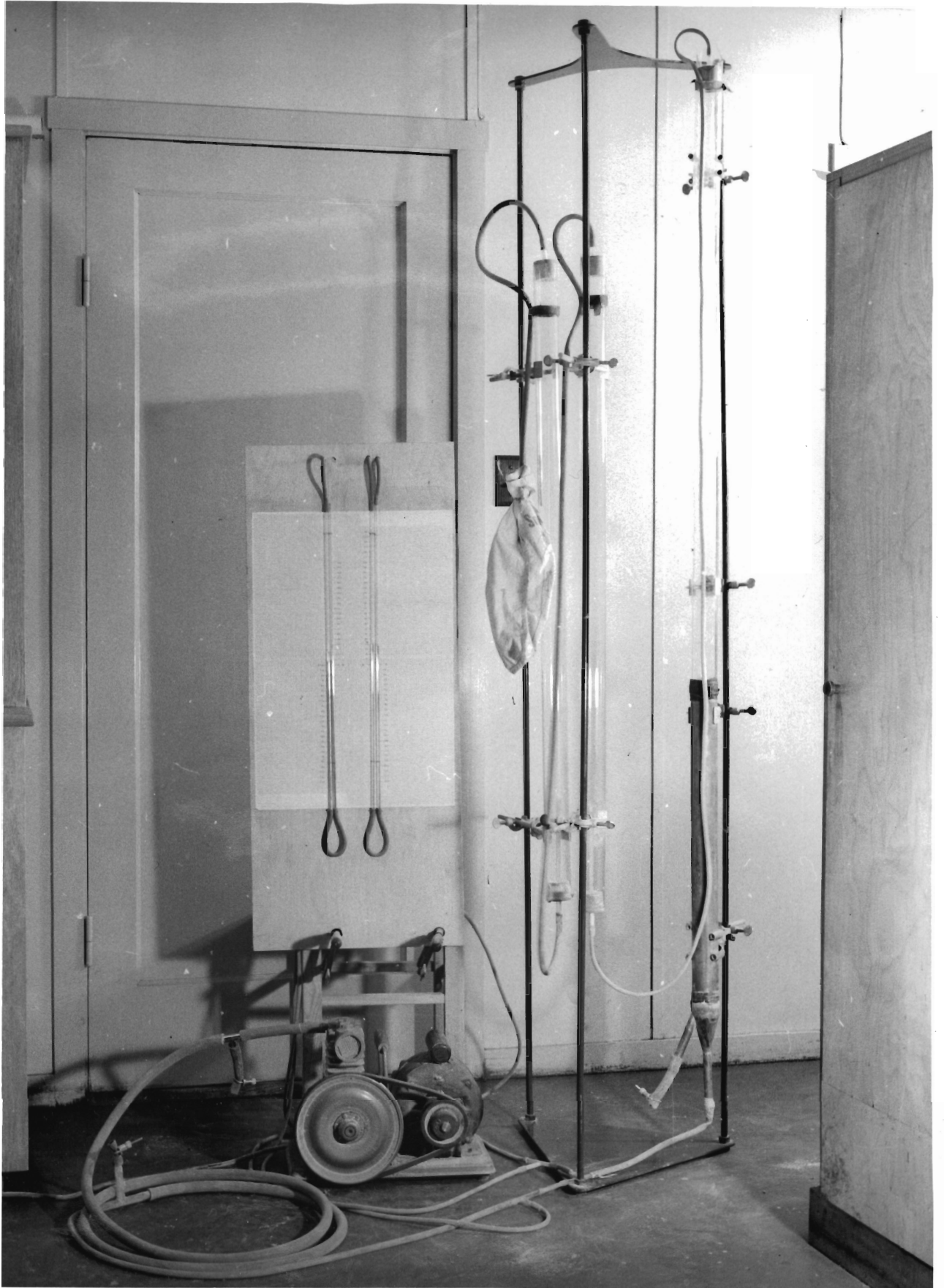
(a) suðu í þynntri H_2SO_4 + settlun fyrir glæðingu + settlun, eftir glæðingu, í heitri þynntri H_2SO_4 . Reyndist það 98,2% SiO_2 .

Árangur af þessum athugunum með settlun í vatni virðist sá, að sýnt er að aðferðirnar eru dýrar, einkanlega sökum mikils vatnsmagns, sem þarf að nota. Aðeins sú aðferð að notfæra sér dælinguna á leðjunni til settlunar virðist verð athygli, sé miðað við vinnslu kísilgúrs til almennra þarfa.

(8) Tilraunahreinsun á stórum leðjusýnishornum úr Mývatni í ágúst til desember 1956.

Í ágústmánuði var tekið stórt leðjusýnishorn úr Mývatni. Staður var valinn ca. 300 metra út frá Helgavogi. Tunnupramminn var dreginn á flot og af honum var unnið. Sérlega gerð skófla sem opnuð var í því dýpi, sem óskað var, tók sýnishornin af ca. 2 metr. dýpi miðað við leðjuyfirborð. Leirinn var settur í strigapoka og þannig fluttur austur fyrir fjall. Þarna voru teknir um 150 lítrar af sæmilega þéttum leir. Á sama hátt voru teknir 80 lítrar úr Kálfstjörn. Sýnishornin eru síðan meðhöndluð hvort í sínu lagi.

a. Gufusundrun Sýnishornin látin í trétunnu og jarögufa látin bobla gegnum það - þynnt um $1/3$ hluta. Látið sjóða í 5 klst. á þennan hátt. Leðjan var þá vel deflokkelleruð.



b. Slemmun Slemmað var með 10 földu magni af köldu vatni. Mikill sandur gekk frá við það. (botnfall í slemmifötu)

c. Purrkun Slemmið sett í þetta léreftspoka eftir botnfellingu og síast þá nokkurt vatn úr. Síðan voru pokarnir látnir á gufurörin og þornaði leirinn þá á skömmum tíma. Inniheldur þó 20% raka því ekki var lögð áherzla á að fullpurra. Mývatnsleir vóg nú 23 1/2 kg en Kálfstjarnarleir 11 kg.

d. Glæðing Leirinn var nú fluttur til Reykjavíkur og var þar handmulinn og síðan glæddur í skúffum í leirbrennsluofni við 650-700°C. Nú vegur hann

Mývatnsleir 15 kg

Kálfstj.leir 8 -

e. Slemmun á hluta leirsins Hluti (ca. helmingur) af báðum leirtegundum slemmaður í vatni. Hann var jafnóðum handmulinn blautur gegnum gróft sigti. Vatnið sem slemmað var í var

Mývatnsleir 150 x 5 = 750 l

Kálfstj. leir 150 x 3 = 450 l

Síðan var þurrkað, eftir að sezt hafði til í tunnunum í 48 tíma, hellt af vatninu og slemmið sett í þetta léreftspoka.

Tekið upph.	Purr-hrein	úrgangur, óhreint
7,7 kg Mývatnsleir nú	4,16	3,54
3,6 Kálfstj.leir "	" 2,02	1,58

Hér var slemmað með ríflega 100 földu vatnsmagni miðað við þunga leirsins, en mölunin var ófullkomin og slemmingarárangur nokkru verri en gerist um minni sýnishorn. Efnagreiningar sýndu:

	Glæðitap % v/1000	SiO ₂ %
Mývatnssýnishornið	3,36	88,47%
Kálfstjörn	2,52	89,82%

Var nú talin frekari þörf á hreinsun á þessu efni.

(B) Lofthreinsun

(1) 30. okt. 1956. Upp í gegnum lóöréttu 2" víða glerpípu, sem var 150 cm löng var látin ganga það hraður loftstraumur, að leir sem í pípunu var látinn, þandist ca. 30% út vegna kvikunaráhrifa loftstraumsins. Við þetta tók loftið með sér létt leirkorn, en þyngri sandkorn urðu frekar eftir í kviklaginu í pípunni. Með því að hreinsa þannig Kálfstjarnarleir sýndist eftirfarandi útkoma:

Tímabil, klst.	Safnað (gr.)	Glæðitap %	SiO ₂ %
0,1	7	2,28	89,91
1-3	9 1/2	2,61	89,25
3-6	29	2,46	85,82
Eftirstöðvar	30 1/2	2,28	73,57

Kísilsallanum, sem loftinu fylgdi var safnað saman með því að láta loftstrauminn síast gegnum léreftspoka. Það sem þannig fékkst er sjáanlega ekki hlutfallslegt við tímalengdina, enda mun lofthraðinn ekki hafa verið stöðugur. Tilraunin sýnir greinilega sundurgreiningu, sem verður á efninu í hreinni og óhreinni hluta. Einnig það, að eftir því sem leirinn í kviklaginu verður óhreinni, því meiri óhreininndi verða í því sem með loftinu fer. Með þessu móti voru hinir slemmuðu hlutar leirsins endurhreinsaðir (sjá A 8) og fékkst þá nokkuð magn, sem notað var til að senda sýnishorn til útlanda. Um 70% leirsins voru blásin yfir og fékkst þá samkv. sýnish. sendum Atv.d. Háskólans

	Mývatnsleir (batch 1)	Kálfstjarnarleir (batch 2)
SiO ₂	89,09	92,12
Fe ₂ O ₃	2,59	2,44
Al ₂ O ₃	3,21	3,24
CaO	0,93	0,99
Gl.tap	2,53	1,77

(2) Lofthreinsun með útskiljurum (nóv. 1956)

Nú var bætt við 2 lóðréttum pípum sem tengdar voru í seríu við kvikunarpípuna. Í þessum pípum settist til það grófara, sem yfir fer með loftinu og því sem þá var eftir var safnað í poka enda innihélt loftið töluverðan salla eftir að hafa farið gegnum þessa tvo hreinsara. Með þessu móti fékkst ennþá betri hreinsun og var gerð tilraun með mismunandi hætti.

(3) Leirinn mulinn í kúlumyllu

Tilraunir voru gerðar með að mylja leirinn í kúlumyllu og lofthreinsa hann síðan með aðstoð hreinsara. Kvikun á þessum leir reyndist fremur erfið og ekkert var unnið við mölun í kúlumyllu svo séð væri. (sjá tilr. A).

(4) Hreinsun á óslemmuðum en glæddum leir
var nú reynd, eftir að hann hafði verið handmulinn.
Með því móti fékkst eins góður árangur og áður hafði
fengist með slemmaðan leir og kvikun var auðveldari
en á kúlumyllumildum leir. (sjá tilr. B). Tilraunir
þessar voru gerðar með Mývatnsleir, sem áður hafði
fengist 89% kísilríkur, en náði nú ríflega 92% í pökunum.

Tilraun A-1

12/12 1956

Efni: Mývatnsleir, glæddur og kúlumyllumulinn

Sett í: 300 gr. (500 ml).

Tími frá byrjun mínútur	Stat. þrýst. cm Hg	P cm H ₂ O	Loft l/mín	Ath.
0	10	28	52	
30	11	28	52	
80	10	29 1/2	65	
100	10	19	49	
190	10 1/2	21	52	
235	10 1/2	21	52	
295	11	21	52	
325	11	21	52	
355	12	21	52	
445	12 1/2	20	50	
475	13 1/2	19 1/2	50	hætt

Eftirstöðvar 161 gr.

Hreinsari I 55 + lítilsh. tap

" II 25 1/2

Poki	<u>36</u>
	277 1/2

Nota þurfti háan lofthraða til að halda kvikun, sem var mjög erfið með þessu mulda efni. Varð þó betra eftir því sem á leið.

Tilraun A-2

Framhald af A-1, 14/12 1956

Efni: Mývatnsleir, glæddur, myllumulinn

Sett í 153 gr

+ eftirst. frá A-1 161 gr

Samtals 314 gr

Tími mín	Stat. þrýst cm Hg	P cm H ₂ O	Loftmagn lítrar/mín	Ath.
15	11	14 1/2	41	
45	10 1/2	14	40	
105	10 1/2	14	40	
165	10 1/2	16 1/2	45	
225	10 1/2	14 1/2	41	
285	12 1/2	16	44	
345	10 1/2	14	40	
375	10 1/2	14	40	hætt

Eftirstöðvar	107 gr.	% SiO ₂	Glæðitap %
Hreinsari I	91 1/2 gr	73,64	2,83
" II	49 "	89,0	2,73
Poki	42 "	91,73	2,16
	<u>289,1/2 gr</u>		

Tilraun B-1

16/12 1956

Efni: Glæddur Mývatnsleir, handmulinn

Sett í: 300 gr.

Tími mín.	Stat. þrýst. mm Hg	P mm H ₂ O	Loftmagn líttr./mín	Ath.
0	5	3	14	
30	5 1/2	5	20	
75	6 1/2	6	22	
105	7 1/2	5	20	
180	6 1/2	5	20	
Hér er bætt við 150 gr. af Mývatnsleir				
220	7	5	20	
250	6	6	22	hætt hér

Efnagreining á innihaldi poka

% SiO₂ 92,34 Glæðitap 2,16%Þessi leir þolir mun minni lofthraða en sá kúlumuldi
og kvikun er betri.

Tilraun B-2

16/12

Efni: Glæddur Mývatnsleir

Sett í: 310 gr.

Tími mín.	Stat. þrýst. cm Hg	P cm H ₂ O	Loftmagn lítr./mín.	Ath.
0	5 1/2	4	17	
30	5	4	17	
45	5	4	17	
75	5 1/2	4	17	
165	5	4	17	
255		4	17	hætt
		% SiO ₂	% Glæðitap	
Úrgangur	70 1/2 gr.	65,06	2,26	
Hreinsari I	100 -	82,78	1,60	
"	II 62 1/2 -	90,01	1,86	
Poki	48 1/2 -	91,41	2,11	

Tilraun B-3

Efni: Glæddur Mývatnsleir

Sett í: 159 gr.

Tími mín.	Stat. þrýst. cm Hg	P cm H ₂ O	Loftmagn lítr./mín	Ath.
0	11 1/2	11	34	
90	10 1/2	11 1/2	35	stoppað

		% SiO ₂	% Glæðitap
Úrgangur	61 gr.	66,57	2,73
Hreinsari I	31 gr.	76,73	2,18
-	II 28 -	83,97	2,05
Poki	39 -	88,14	2,31

Góð kvikun í þessari tilraun en miklu meiri lofthraði en í B-2. Sundurgreining ekki eins góð aftur á móti.

Tilraun C-1

Efni: Sérstaklega meðhöndlaður kísilgúr, vegna áburðar í Hollandi. Mývatnsleðja, tekin við yfirborð, 1954.

Meðhöndlun; þurr leðja handmulin, slemmuð, settluð, þvegið með vítisóðaupplausn, settlað 2-svar með útþynningu á milli, bleikt með leypoklóriði, settlað, síað, þurrkað við 105°C, mulið með kefli.

Tilraun: Tími Þ Loftmagn
360 mín, 4 1/2-6 cm H₂O, 18-22 lítrar/mín

Úrgangur 68 gr

Hreinsari I 28 -

" II 21 -

Poki 45 - 81,38% SiO₂ 9,90% Glæðitap

Sýnishornið varð nærri hvítt við þurrkun.

IV. MARKAÐSATHUGANIR

Skipta má kísilgúrnámum í 3 flokka. Í fyrsta lagi þeim sem eru sjávarmyndaðar og eru venjulega þykk lög, þétt og oft með leir millilögum. Í öðru lagi námur, sem eru í sambandi við ár eða stöðuvötn og er þá kísilgúrinn oftast myndaður í fersku vatni og venjulega yngri en sjávarlögin. Í þriðja lagi eru svo námur þar sem gúrinn er ennþá að myndast í vötnum og fenjum. Þessi síðastnefndi gúr inniheldur venjulega töluvert af lífrænum efnum, sem ekki hafa ennþá sundrast og líkist oft mó að útliti til.

Flest þau kísiljaröarlög, sem hafa þýðingu til vinnslu, eru nálægt yfirborði, en stöku sinnum eru þó námur unnar á allmiklu dýpi.

Þegar kísiljörð er unnin úr fenjum eða vötnum eru notaðir graftrar-prammar með dælum eða keðjuskóflum. Síðan er mesta vatnið tekið úr með því að láta síga úr leöjunni á landi eða með pressum. Þurrkun fer svo fram úti í hraukum eða inni í þurrkklefum, eða ofnum. Síðan er efnið glætt, mulið og loft-sigtað.

Hreinleiki er mikilvægt atriði gagnvart öllum notum kísilgúrs. Sé hann ætlaður til sfunar, er einnig mikilvægt hvaða tegund kísilþörunga er um að ræða, stærð þeirra, lögun og mjög mikilvægt er að lítið sé um brotnar og mjög smáar skeljar. Nauðsynlegt er að skilja vandlega frá hina óhagstæðari hluta gúrsins.

Sé gúrinn ætlaður til einangrunar er nauðsynlegt að hitaleiðni sé lítil, raki sé lítill, eðlisþungi sé lítill og að skeljarnar séu sem sterkastar.

Ef um er að ræða slípun og fyllingarefni, er stærðin einnig mikið atriði. Gagnvart sumum notum er nauðsynlegt að gúrinn sé sem hvítastur, svo sem í málningu og pappír en til annarra nota er hvítleiki ekki alltaf nauðsyn.

Sé gúrinn ætlaður í steypu er hreinleiki, fínleiki og vatnsheldni mestu atriðin.

Í Bandaríkjunum voru árið 1953 54% kísilgúr-
framleiðslunnar notuð við síun í iönaði, 26% voru notuð
sem fyllir í gúmmí, pappír, plast, málningu, skordýraeitur
og fl. 9% voru notuð í hita- og hljóðeinangrun og 11% í
ýmislegt, sem sem slípingu leirvöru, hvatabera og natríum
silikat.

Eftirfarandi tafla sýnir heimsframleiðsluna til
ársins 1953. (samkv. Mineral Yearbook 1953)

Skýringar við töfluna

Taflan er fengin úr "Bureau of Mines Minerals Yearbook 1953".
Henni fylgja eftirfarandi skýringar:

- 1) Álitið er að kísilgúr sé einnig unninn í Argentínu,
Brasilíu, Japan, Kóreu, Noregi, Portugal, Rúmeníu,
Rússlandi, Spáni og Ungverjalandi, en áreiðanlegar
upplýsingar frá þessum löndum eru ekki fyrir hendi.
Greinarhöfundur hefur áætlað framleiðslu þessara landa
og tekið með í heildartöluna.
- 2) Tölur úr áður útgefnum greinum um kísilgúr hafa verið
endurskoðaðar áður en þær voru teknar í þessa töflu.
- 3) Meðaltal árana 1948-52
- 4) Meðaltal árana 1951-53
- 5) Meðaltal árana 1945-48
- 6) Upplýsingar vantar. Áætlað magn tekið með í heildartölu
- 7) Áætlað magn
- 8) Meðaltal árana 1946-48

Heildarframleiðsla á kísilgúr (diatomite)
 1944-48 (meðaltal) og 1948-53 (tonnum 7)

Land 1)	1944-48 Meðaltal	1949	1950	1951	1952	1953
N-Ameríka:						
Canada	54	54	44	83	25	3
Costa Rica	12	129	7	454	680	390
Bandaríkin	190.300	3) 232.800	3) 232.800	4) 272.000	4) 272.000	4) 272.000
S-Ameríka:						
Chile	321	3.313	154	6)	6)	6)
Evropa:						
Austurríki	3.236	3.536	3.285	3.894	3.901	4.000
Danmörk, kísilgúr	2.978	4.038	4.122	4.859	5.000	5.000
	42.000	70.000	70.000	95.000	100.000	100.000
Finland	763	1.457	1.025	1.345	1.121	1.000
Frakkland	22.652	37.632	35.400	37.000	40.000	40.000
V-Pýzkaland	6)	29.335	33.707	43.952	47.852	50.350
Ítalía	3.588	6.629	11.487	10.565	8.500	10.000
Svíþjóð	1.650	1.844	1.780	1.847	1.572	1.500
Bretland	3.521	10.770	3.796	9.348	17.273	20.000
N-Írland	11.768	7.914	6.546	8.866	8.838	7.384
Afríka:						
Álsír	5.210	13.581	13.710	20.992	20.016	25.704
Egyptaland	1.180	1.178	1.062	2.752	711	119
Kenía	685	2.224	2.613	4.286	6.027	4.448
5)						
Ástralía:						
S-Afríka	516	1.155	436	87	1.080	109
Ástralía	4.396	4.128	6.321	8.869	6.468	2.883
Nýja Sjáland	243	96	121	121	207	6)
Samtals, áætl.	350.000	480.000	480.000	580.000	590.000	600.000

Þau lönd, sem helst virðast koma til greina sem markaðssvæði íslensks kísilgúrs eru England, Holland, Belgía, Þýzkaland og Frakkland.

England flytur sennilega inn um 20.000 tonn kísilgúr árlega, meðal annars frá Algier og Bandaríkjunum. Belgía flytur inn um 2500 tonn á ári. Frakkland fær aðallega kísilgúr frá Algier en flytur inn 3000 tonn árlega frá Bandaríkjunum. V-Þýzkaland flytur inn 60.000 tonn árlega, að mestu frá Danmörku en 4000 tonn frá U.S.A. Holland flytur inn 4-5000 tonn árlega, að mestu frá Algier en töluvert annars staðar að.

Hreinsuð sýnishorn af Mývatnsgúr voru send til Bretlands, Hollands og Þýzkalands, Eftirfarandi umsögn fékkst:

(1) Bretland, Mondoval Limited

"Auk þess kísilgúrs (diatomite), sem framleiddur er heima fyrir, flytur England inn gúr frá meginlandinu. Verð það sem greitt er, er frá £40-£60 eftir gæðum. Það er vitanlega hægt að fá vöru þessa fyrir £20-£24, en sá gúr er ekki eins góður og það efni sem þér senduð.

(2) Holland, Nederlandch, Verkoopkontoor voor Chemiske Production N.V.

Við höfum haft mikil bréfaskipti við þetta firma, sem hefir gefið okkur verulegar upplýsingar um markað á meginlandinu. Um sýnishornið segja þeir þetta:

"Í dag (18. jan. 1957) fengum við niðurstöður efnagreininga á sýnishornum yðar og sýndu þær eftirfarandi:

	Kálfstjarnargúr	Mývatnsgúr
SiO ₂	87,36%	89,37%
Al ₂ O ₃	2,42%	2,06%
CaO	0,68%	0,68%
Fe ₂ O ₃	2,41%	2,32%
K ₂ O	0,28%	0,18%
Raki	2,81%	2,04%

Eins og þér munuð sjá, er kísilsýrumagnið nokkuð hátt miðað við Bandarískt efni, en Fe₂O₃ er ekki jafnhagstætt

Þér sjáið, að þar sem gúrin virðist þó vera markaðs-
hæfur til almennra nota, þá erum við mjög áhugasamir
um að mynda honum markað hér í Benelux-löndunum og
öðrum Evrópulöndum líka".

(3) Þýzkaland, Amt für Bodenforchung

Sýnishornin voru send Prof. Konrad Richter, sem hér
dvaldist sumarið 1946. Umsögn hans kemur fram í
skýrslu, sem hann gaf um för sína hingað til lands sem hann
nefnir: Bericht über die geologischlagerstöttenkundlichen
und geothermischen Untersuchungen in Nord-Island in Monaten
Juni und Juli 1956 (Bl. 81-82)

"Samkvæmt nákvæmri kornastærðargreiningu gaf sýnishorn
það af glæddum kísilgúr, sem Baldur Líndal sendi ágætar
niðurstöður samanbórið við þýzkan og amerískan gúr.
Samkvæmt þeim niðurstöðum tilheyrir gúrin eindregið hinum
betri tegundum. Sé um að ræða gúr til skordýraeiturs-
fyllingar er æskilegt að hafa sem mest af stærðinni 3-10
mikron, sem samkvæmt greiningunni er sérlega hagstætt í
Mývatnsgúr.

Stærðargreiningar:

	Mývatnsgúr	Amerískur gúr, Filter-Cel
100 mikron	0,5%	
100-60 "	3,9%	
60-30 "	0,2%	3 mikrón
30-20 "	0,9%	2 "
20-10 "	11,4%	8 "
10-6 "	27,8%	23 "
6-2 "	15,6%	34 "
2 "	15 %	31 "

Skýrsla Prof. Richters bætir nokkru við það sem áður
var vitað um bæði Mývatnsgúrinn og kísiljarðarnámurnar
í Nesi í Aðaldal. Ekki virðist þó ástæða til að rekja
það hér nánar, því betra er að lesa skýrsluna sjálfa.
Sá misskilningur skal þó leiðréttur hér, sem kemur fram
í skýrslu Próf. Richters, að þau glæddu sýnishorn af
kísilgúr, sem Baldur Líndal sendi honum hafi einungis verið úr
Kálfstjörn.

Sýnishornin voru tvö, og var annað þaðan, en hitt úr Mývatni skammt frá Reykjahlíð. Þau voru mjög lík eins og kemur greinilega fram annars staðar í þessari skýslu.

Niðurstöður markaðsathugana

Sýnt er að Mývatnskísilgúrinn er verðmætt hráefni, sem markaður er fyrir í mörgum löndum Evrópu. Með því að prófa fyrir sér með nokkuð stærri sýnishornum en ennþá hefir verið gert má að öllum líkindum fá vissu fyrir markaði, sem myndi nema 5-10 þúsund tonnum af verðhærri kísilgúrnum og sennilega nokkrum tugum þúsunda tonnum af hinum verðminni gúr.