



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

ÚTLÁN

Bókasafn Orkustofnunar

útlán

I KEFLAVÍKURFLUGVÖLLUR OG NÁGRENNI.

Umsögn um jarðfræði, grunnvatn og mengunarhættu.
Guttormur Sigbjarnarson.

II VIÐAUKI: HÓLMSBERG - Jarðfræðiskýrsla.

Skúli Víkingsson og Bjarni Kristinsson.

OS820101/VOD43 B

Nóvember 1982



ORKUSTOFNUN
Bókasafn



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9. 108 REYKJAVÍK

I KEFLAVÍKURFLUGVÖLLUR OG NÁGRENNI.

Umsögn um jarðfræði, grunnvatn og mengunarhættu.

Guttormur Sigbjarnarson.

II VIÐAUKI: HÓLMSBERG - Jarðfræðiskýrsla.

Skúli Víkingsson og Bjarni Kristinsson.

OS820101/VOD43 B

Nóvember 1982

Dags.
1982-10-11

Tílv. vor
JB/GS/sg

Dags.

Tílv. yðar
I/510.0

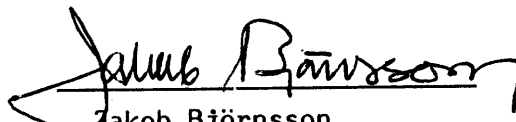
Iðnaðarráðuneytið
Arnarhvoli
101 Reykjavík

Í bréfi Iðnaðarráðuneytisins til Orkumálastjóra þ. 1982-03-18 varðandi rannsóknir Orkustofnunar fyrir Almennu verkfræðistofuna h.f. á Hólmsbergi felur ráðuneytið Orkustofnun "að draga saman tiltækar upplýsingar um jarðfræði, grunnvatnsrennsli og mengunarhættu í nágrenni Keflavíkurflugvallar og gera tillögur um frekari rannsóknir er æskilegar geta talist".

Guttormur Sigbjarnarson hefur tekið saman eftirfarandi skýrslu fyrir hönd Orkustofnunar ásamt tillögum um æskilegar rannsóknir. Rétt er að taka það fram, að Orkustofnun mun ekki framkvæma þær rannsóknir, nema að tilkomi sérstök fjárveiting eða verksölusamningur.

Í lið 4 í sama bréfi er þess ennfremur óskað, að Orkustofnun láti gera skýrslu á íslensku um niðurstöður rannsókna fyrir Almennu verkfræðistofuna h.f. á Hólmsbergi. Jarðfræðingarnir Skúli Víkingsson og Bjarni Kristinsson hafa fyrir hönd Orkustofnunar dregið saman á íslensku allar þær niðurstöður rannsókna, sem geta komið viðkomandi sveitarfélögum og öðrum íslenskum aðilum að einhverju gagni. Skýrsla þeirra birtist hér sem viðauki, þar sem þessi mál eru nokkuð tengd.

Allra virðingarfyllst,


Jakob Björnsson

I

KEFLAVÍKURFLUGVÖLLUR OG NÁGRENNI

Umsögn um jarðfræði, grunnvatn
og mengunarhættu

GUTTORMUR SIGBJARNARSON

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

	Bls.
1 INNGANGUR	1
2 STADA JARÐFRÆÐIRANNSÓKNA	1
3 GRUNNVATN	3
4 VATNSBÚSKAPUR	5
5 MENGUNARHETTA GRUNNVATNS	5
6 TILLÖGUR AÐ RANNSÓKN Á FERSKVATNSLINSUNNI	7
7 KOSTNAÐARÁÆTLUN	11
8 HEIMILDASKRÁ	12

1 INNGANGUR

Þegar rætt er um mengunarhættu á grunnvatni í nágrenni Keflavíkurflugvallar og athafnasvæði varnarliðsins þar verður að draga nær allt Rosmhvalanes inn í myndina allt frá Garðskaga suður að Ósum við Hafnir og þaðan austur á Vogastapa. Á þessu svæði liggja auk Keflavíkurflugvallar sveitarfélögin Miðneshreppur, Gerðahreppur, Keflavíkurkaupstaður og Njarðvíkurkaupstaður ásamt nokkrum hluta Hafnahrepps. Þar eiga því margir aðilar hlut að máli, og hefur það ef til vill leitt til þess, að svæði þetta hefur verið minna rannsakað með tilliti til grunnvatnsnýtingar og mengunarhættu þess, heldur en æskilegt hefði getað talist. Í skýrslu þessari verður leitast við að gera grein fyrir núverandi þekkingarstöðu á þessum sviðum og draga saman tillögur um æskilegar framhaldsrannsóknir. Þær verða byggðar upp á þann hátt, að unnt verði að vinna þær stig af stigi. Rannsóknir vegna mengunarhættu á grunnvatni og rannsóknir vegna neysluvatnsöflunar verða aldrei að fullu aðskildar, svo að rannsókn á öðru sviðinu styrkir ávallt rannsóknir á hinu. Æskilegt væri, að þær væru framkvæmdar sem eina heild.

2 STAÐA JARÐFRÆÐIRANNSÓKNA

Umrætt svæði er allt þakið grágrýtishraunum á yfirborði, svo að berggrunnurinn þar gefur ekki tilefni til víótækra rannsókna, enda hafa jarðvísindamenn yfirleitt farið þar hratt yfir sögu. Þorvaldur Thoroddsen (1913-15) fór þar um 1883 og lýsti manna fyrstur grágrýtislandslaginu þar. Þorleifur Einarsson (1957) lýsir nokkuð jarðfræði svæðisins í greinargerð sinni „Jarðvatn á Miðnesi“, sem unnin var að tilhlutun Jarðhitadeildar Raforkumála-skrifstofunnar í sambandi við boranir eftir neysluvatni þar, sem voru þá mjög miklar.

Sá jarðvísindamaður, sem kunnugastur er jarðfræði svæðisins, mun vera Jón Jónsson, jarðfræðingur, en hann hefur unnið í fjöldamörgum ár sem ráðgjafi sveitarfélaganna þar við neysluvatnsöflun með borunum og vegna skipulags. Hann hefur ritað nokkuð um jarðfræðina

þar, m.a. í: „Aðalskipulag Keflavíkur, Njarðvíkur og Keflavíkur-flugvallar 1967-1987“ árið 1971 „Jarðfræðikort af Reykjaneskaga“, OS-JHD 7831 árið 1978, Öflun neysluvatns á Rosmhvalanesi“ unnið, fyrir Skipulag ríkisins árið 1981, ásamt ýmsu fleira.

Árið 1953 framkvæmdu þeir Gunnar Böðvarsson og Þorsteinn Thorsteins-son á Jarðhitadeild Raforkumálaskrifstofunnar rafleiðnimælingar á Miðnesheiði fyrir U.S. Army Corps of Engineers. Niðurstöður þeirra mælinga bentu til að grunnvatnið undir flugvallarsvæðinu væri um 30-40 m þykk linsa af fersku vatni fljótandi á sjó eða sjávarblöndu. Mælingar þessar náðu aðeins til næsta nágrennis flugvallarins.

Boranir gefa oft miklar upplýsingar um jarðlagaskipan. Mikill fjöldi borhola er til á öllum byggðasvæðum á Rosmhvalnesi og á flugvallarsvæðunum. Sá galli fylgir þó gjöf Njarðar að borholur þessar hafa allar verið boraðar til vatnsöflunar með höggbor, sem gefur litlar upplýsingar um jarðlagaskipan. Holur þessar eru allar grunnar, þær ná yfirleitt ekki dýpra niður en um 10-15 m niður fyrir sjávarmál. Sú dýpsta þeirra er við Meiðastaði í Garði og er hún 52 m djúp. Skrá yfir allar þessar holur ásamt borskýslum er að finna á Orkustofnun hjá Jarðborunum ríkisins. Það hefur ekki verið reynt að finna jarðlagaskipan eftir þessum borskýrslum, enda er hæpið að sú tilraun bæri árangur sem erfiði, þar sem upplýsingar þeirra eru bæði af skornum skammti og ósamræmdar í framsetningu vegna mismunandi aldurs og eðlis.

Í Njarðvíkurheiði við Stapafellsveg skammt sunnan Hafnavega var boruð 498 m djúp hola til hitastigulsmælinga og önnur 164 m djúp við Stapafell. Báðar þessar holur voru boraðar með snúningskrónum án kjarnatöku. Þrátt fyrir það fengust ýmsar upplýsingar um jarðlagaskipan í þeim. Ekki mun þó hafa verið unnið til fullnustu úr þeim gögnum, en sú úrvinnsla sem til er úr þeim ásamt borskýrslum eru í vörslu Orkustofnunar.

Þær upplýsingar sem hægt er að lesa út úr þessum borskýrslum benda til að undir grágrýtisþekjunni sé basalhraunlagastafli með nokkrum millilögum úr misveðruðu seti. Um aldur þessara jarð-

laga er ekki vitað, en ferskleiki þeirra og vatnsleiðni benda til fremur ungs aldurs, þ.e. frá kvartertímanum. Yfirborðsgrágrýtið er dyngjuhraun. Jón Jónsson (1971) telur líklegt að Háaleitið sé dyngjumiðja og einnig Vogastapinn. Jafnframt ályktar hann að grágrýtið geti verið upprunnið frá fleiri eldstöðvum. Bent hefur verið á að líkleg dyngjumiðja muni liggja norðan Sandgerðisvegar í nágrenni ratsjárstöðvar varnarliðsins þar (Freysteinn Sigrúðsson o.fl. 1978). Ýmsar líkur benda til að fleiri gosmyndanir komi inn á útjaðra svæðisins, svo sem í Brennínipu, Hólmsbergi og e.t.v. á fleirri stöðum.

3 GRUNNVATN

Umfangsmestu grunnvatnshæðarmælingar, sem unnar hafa verið á þessu svæði, voru gerðar af verkfræðistofunni Hnit h.f. í samráði við Jón Jónsson, jarðfræðing, fyrir Skipulag ríkisins árið 1980. All margar borholur voru þá hæðarmældar og dýpið niður á grunnvatnsborð mælt í þeim. Mældar vatnshæðir voru aðeins fræðilega leiðréttar fyrir áhrifum flóðs og fjöru í berginu. Niðurstöður þeirra verður því að túlka með nokkrum fyrirvara, sérstaklega er nær dregur ströndinni.

Mesta hæð grunnvatnsins mældist 1,4 m yfir meðalsjávarstöðu inn á miðju Rosmhvalanesi sem samsvarar 45-55 m þykkri ferskvatnslinsu. Leiðréttu vatnshæðirnar 1,0-1,2 m yfir meðalsjávarstöðu út við ströndina verður að taka með mikilli varúð, þar sem áhrif sjávarfalla eru þar bæði mikil og óregluleg (sbr. bls. 4), en þær geta þó bent til þess að linsan þynnist hægt út að ströndinni. Linsulögunin við ströndina er því sennilega nokkuð óregluleg, og reikna má með því að sjórinn og ferskvatnið fingri þar saman.

Jón Jónsson (1981) dregur þá ályktun af þessum mælingum að grunnvatnshæðirnar endurspegli í stórum dráttum landslagið á yfirborðinu, þannig að undir hæðum í landslaginu séu einnig grunnvatnshæðir. Nokkrar vísbendingar eru þó um að afrennslið sé á engan hátt einfalt. Sérstaklega mun misleiðni í berggrunninum hafa þar mikla þýðingu, hvað varðar rennislisleiðir grunnvatns. Dyngjuhraunin á yfirborðinu munu yfirleitt vera vel vatnsleiðandi. Lítið er vitað um þau jarðlög sem undir þeim liggja. Líklegast er, að þar skiptist á misvel leiðandi hraunlög og mjög tregleiðandi millilög. Lárétt leiðni er þar að líkindum margfalt meiri heldur en lóðrétt leiðni, þannig að í ýmsum tilfellum má þar

tala um hálflokaða vatnsveita. Það landslag sem fyrir var, áður en dyngjuhraunin runnu, getur því einnig haft veruleg áhrif á rennslisleiðir grunnvatnsins, en allt er þetta órannsakað mál.

Dælingar úr 52 m djúpu holunni við Meiðastaði í Garði á meðan hún var í borun bentu til þess að hún væri tiltölulega mjög lítið vatnsleiandi niður á 45 m dýpi en mjög gjöfufull þar fyrir neðan, en hún liggur aðeins um 50 m frá sjó. Nýlega voru gerðar í henni hita- og seltumælingar er sýndu að í botni hennar var aðeins 5% sjóblanda, 6,5°C heit. Sjávarfallamælingar í þessari sömu holu sýndu 50-60 sm flóðhæð eða um 22% af því sem flóðið var við ströndina. Verið er að vinna að sjávarfalla,-hita- og seltumælingum í nýboruðum holum við Helguvík en þær liggja 80-200 m frá ströndinni. Sjávarfallamælingar hafa sýnt flóðhæð í holunum 20-60% af flóðhæð eða allt að 2,5 m. Í holunum er 20-30 m þykk ferskvatnslinsa, en undir henni er 10,5°C heitur sjór (Snorri Páll Snorrason, persl. upplýsingar). Margar holur hafa verið boraðar mjög nálægt ströndinni í Sandgerði. Þær hafa ekki verið mældar sérstaklega en flestar þeirra teljast lítið sem ekkert saltar.

Þessar dreifðu upplýsingar um ástand ferskvatnslinsunnar og vatnsleiðni jarðlaganna benda til þess að afrennsliskerfið sé ekki jafn reglulegt og við hefði mátt búast í reglulegum dyngjuhraunum, svo að líklegt má teljast að áhrifa jarðlaganna undir þeim gæti verulega í afrennsliskerfi ferskvatnslinsunnar og lögum hennar út við ströndina. Reynist þetta vera þannig, má reikna með því að rennslisferlar grunnvatnsins geti verið mun flóknari, heldur en einfalt grunnvatnslíkan gefur til kynna. Úr því fæst ekki skorið nema með umfangsmeiri rannsókn.

4 VATNSBÚSKAPUR

Meginhlutinn af úrkomunni, sem fellur á umrætt svæði, sígur niður til grunnvatnsins. Næst ströndinni rennur að vísu einhver hluti snjóleysingavatnsins beint til sjávar, sérstaklega á þeim tímum sem jörð er mikið blaut og frosin. Meirihluti þeirrar úrkomu, sem ekki gufar upp, verður því þáttakandi í grunnvatnsbúskapnum. Aðeins lauslegir útreikningar hafa verið gerðir á honum í skýrslum Orkustofnunar: „Vatnspörf og vatnsbúskapur á Suðurnesjum“ OSJKD 7604, eftir Frey Þórarinsson og Freystein Sigurðsson, árið 1976 og „Tillögur að forkönnun á vatnafari Rosmhvalaness“ OSJKD 7606, eftir Freystein Sigurðsson unna sama ár. Nauðsynlegar forrannsóknir vantaði til að undirbyggja þessa reikninga, svo að niðurstöður þeirra ber að líta á með varúð. Hugsanlegt er að misleiðni jarðlaganna stækki eitthvað mögulegt vatnsvinnslusvæði frá því sem áætlað er í fyrrnefndu skýrslunni. Að undangenginni forrannsókn má setja grunnvatnsbúskapinn upp í stærðfræðilegt reiknilíkan á hliðstæðan hátt og þeir Jón Ingimarsson og Jónas Elíasson unnu fyrir Hitaveitu Suðrunesja (1980), þar sem hægt væri að sjá líklega stærð og stefnu grunnvatnsstraumanna. Samt sem áður getur ýmis konar óregla í jarðlagastaflanum og þar með í grunnvatnskerfinu, svipað því sem um hefur verið rætt, valdið þar ýmis konar erfiðleikum og gert ítarlegri vettvangsrannsóknir nauðsynlegar til að viðunandi lausn fáist.

5 MENGUNARHÆTTA GRUNNVATNS

Ýmis konar mengunarefni geta borist niður til grunnvatnsins. Má þar til nefna gerla- og lífræn mengunarefni frá yfirborðinu, olíur og ýmis skaðleg efni og efnasambönd er leysast upp í vatni svo sem sumir þungmálmar, þvottaefni, áburðarefni og ýmis eitrefni. Til þess að þessi efni nái að komast niður til grunnvatnsins verða þau að komast í snertingu við úrkomuvatnið, sem flytur þau niður í grunnvatnsgeyminn, nema þau séu fljótandi í sjálfu sér.

Úrkomuvatnið er sígur niður til grunnvatnsins, mun að líkindum vera lengi á leið sinni niður til grunnvatnsborðsins og þar að auki mun grunnvatnsstreymið vera mjög hægt. Bæði á og í berggrunninum er víða töluvert af jökulmel, sjávarseti og áfoki sem virkar sem sía og

tefur síghraða vatnsins, nema á þeim svæðum, þar sem klöpp er nakin og sprungin. Af þessum sökum getur talist tiltölulega lítil hætta á gerla- eða annarri lífrænni mengun, nema þá vegna jarðrasks eða mikilla óþrifa í nágrenni vatnsbólanna. Þeir mengunarvaldar er berast í uppleystu formi niður í grunnvatnið þurfa á einhvern hátt að komast í snertingu við úrkomuvatnið eða eitthvað annað rennandi vatn sem sígur niður í jörðina. Á flugvallarsvæðinu mun vera um lítið annað en ruslahauga að ræða í því tilliti en þeir hafa farið ört minnkandi eftir að sorpeyðingarstöðin tók til starfa. Lekar skolplagnir geta einnig boðið upp á svipaðar hættur nema þar geta skaðleg þvotta- og hreinsiefni o.fl. bæst við. Áburður er svo lítið notaður á flugvallarsvæðinu að varla eru nokkrar líkur á mengunarhættu frá honum. Eftir að sorpeyðingarstöðin tók til starfa er mengunarhætta af völdum þessara efna lítil, nema því aðeins að gáleysislega sé farið með háskaleg eiturefni.

Olían er sá mengunarvaldur sem langmest hætta er á að valdið geti varanlegri mengun á grunnvatnsforðanum á athafnasvæði Keflavíkurflugvallar og nágrennis hans. Vitað er að óhöpp hafa valdið olíumengun í borholum en ekki hefur orðið vart neinnar svæðamengunar. Samt sem áður verður að teljast veruleg hætta á að nokkur svæði geti hafa olíumengast, bæði við olíutanka og á athafnasvæðum véla- og flugvéla. Sú olía sem fer niður í jarðgrunninn fylgir svipuðum rennslisferlum og úrkomuvatnið. Þar sem lárétt leiðni er víða greiðari en sú lóðrétt er líklegt að olían hafi dreift úr sér um nokkuð svæði í jarðgrunninum ofan grunnvatnsborðs, án þess að menga það sjálf, þar eð jarðgrunnurinn getur bundið nokkuð magn af olíu um tíma. Aftur á móti verður mengunin því magnaðri og þeim mun varanlegri ef hún nær til grunnvatnsins við þessar kringumstæður.

Engar beinar mengunarrannsóknir hafa verið gerðar á Keflavíkurflugvallarsvæðinu, svo að mér sé kunnugt, nema hvað fylgst er með vatnsbólum. Nefnd hefur starfað á vegum Varnarmáladeildar Utanríkisráðuneytisins. Samkvæmt persónulegum upplýsingum eins nefndarmannsins, Þórodds Th. Sigurðssonar, vatnsveitustj., hefur nefndin ekki skilað frá sér endanlegri skýrslu, en að hennar áliti er mengunarhættan svo yfirgnæfandi frá núverandi olíugeymum, að nefndin hefur lagt megin áherslu á flutning þeirra.

Núverandi staðsetning olíugeymanna er tvímælalaust slík að grunnvatns-
mengunarhætta er mjög mikil við minnsta óhapp sem við þá verða, svo
að hér verður tekið undir það álit nefndarinnar.

6 TILLÖGUR AÐ RANNSÓKNUM Á FERSKVATNSLINSUNNI

Það getur á engan hátt talist einfalt mál, hvernig standa skal að
rannsóknnum á því hvort starfsemin á Keflavíkurflugvelli hefur á einhvern
hátt valdið umtalsverðri grunnvatnsmengun né hvaða staðir eru í hættu
fyrir henni. Til þessa skortir þekkingu á mengunarhættunni, rennslis-
ferlum grunnvatnsins, síunareiginleikum jarð- og berggrunnsins, sem
úrkomuvatnið fer í gegnum á leið sinni til grunnvatnsins, og á vatns-
búskapnum, þ.e. hve mikill hluti úrkomunnar fer niður til grunnvatnsins
og hvaða leiðir. Það mun vera mjög mikil vinna og kostnaður við að
rannsaka þessa þætti. Miðað við núverandi ástand og þekkingarstöðu
má álykta, að hættan á olíumengun sé yfirgnæfandi. Hún er vissulega
lang mest við núverandi olíutanka, en getur verið mjög víða til staðar.
Rannsóknir á því, hvort mikil olíumengunin er orðin nú þegar, væru
þess vegna mjög umfangsmiklar og kostnaðarsamar. Þar að auki hafa
niðurstöður slíkra rannsókna takmarkað gildi, nema rennsliskerfi
grunnvatnsins sé þekkt til hlítar. Þekking á rennslisleiðum grunnvatns-
ins og á öðrum þeim vatna- og vatnajarðfræðilegu þáttum, sem hér hefur
verið rætt um, er því lykilatriði til að unnt sé að meta mengunarhættuna.
Að vísu væri hægt að rannsaka og meta mengunina á mjög þröngu svæði
svo sem við olíutanka.

Við núvernadi aðstæður er því varla nema um tvo aðalkosti að velja í
mengunarrannsóknnum og mengunarvörnum. Annars vegar er að halda áfram
á núverandi braut, þ.e. að fylgjast náið með því hvort grunnvatnið í
vatnsbólunum mengist og leggja þau niður ef svo ber undir, ásamt fyrir-
byggjandi verndunaraðgerðum. Hins vegar er ítarleg rannsókn á vatns-
búskap og rennsliseiginleikum grunnvatnslinsunnar. Sú rannsókn er
vissulega bæði umfangsmikil og kostnaðarsöm, en hún mundi ekki aðeins
hafa mikla þýðingu fyrir mengunareftirlitið og mengunarvarnir, heldur
væri hún einnig alger grundvöllur fyrir skipulegri vatnsvinnslu og
vatnsvernd.

Orkustofnun leggur til að slíkri rannsókn verði hrundið í framkvæmd. Eftirfarandi drög að rannsóknáætlun eru unnin af Freysteini Sigurðssyni, jarðfræðing og Jóni Ingimarssyni, verkfræðing, ásamt höfundum. Þessum rannsóknum er skipt í þrjú áfanga. Við lok hvers áfanga verður staðan endurmetin og rannsóknáætlunin aðhæfð fenginni reynslu. Þessi áfangaskipti eru byggð á reynslu frá öðrum rannsóknarsvæðum bæði innan lands og utan og hér á eftir verður gerð grein fyrir helstu rannsóknáþáttum í hverjum þeirra.

I áfangi:

1. Endurteknar verði vatnshæðarmælingar í völdum borholum með þekktri hæð. Vegna þeirra þarf að mæla áhrif flóðs og fjöru í holunum á einfaldan hátt.
2. Fjörurennsli verði rannsakað á útfallinu.
3. Gerð verði lausleg jarðfræðikönnun á svæðinu.
4. Tekin verði sýni úr völdum borholum og þau efnagreind.
5. Gert verði mat á vatnsbúskap svæðisins, sérstaklega hvað varðar innrennsli til grunnvatns.
6. Settir verði síritandi vatnshæðarmælar í valdar borholur.
7. Gert verði einfalt reiknilíkan af rennsliskerfi grunnvatnsins.

Framkvæmd þessa áfanga væri hægt að ljúka á hálfu ári.

II áfangi:

1. Boraðar verði nokkrar loftborsholur, þar sem reiknilíkanið sýnir mesta óvissu.
2. Boraðar verði 1-2 100-200 m djúpar kjarnaborholur til jarðlaga-rannsókna og rannsókna á ferskvatnslinsunni.

3. Framkvæmdar verði hita- og seltumælingar í völdum tiltækum borholum.
4. Gerðar verði ítarlegar mælingar á eðlis- og efnaeiginleikum vatnsins í kjarnaborholunum og e.t.v. settir upp síritar í þeim, ef ástæða þykir til.
5. Aukið verður við efnagreiningar á sýnum úr borholum, ef þörf þykir.
6. Framkvæmdar verði rafleiðnimælingar á völdum stöðum á rannsóknarsvæðinu.
7. Dæluprófanir verði gerðar í völdum borholum.
8. Reiknilíkanið af ferskvatnslinsunni verði aukið og endurbætt með tilliti til fenginnar reynslu.

Þessum áfanga má ljúka á 1 1/2-2 árum.

III áfangi, ef ástæða þykir til:

1. Boraðar verða fleiri borholur, ef þörf þykir á því.
2. Frekari dæluprófanir, þar sem þörf þykir.
3. Grunnvatnsstreymið verði ferlað á milli valinna borhola, t.d. með fluoresceine.
4. Gerðar verði aðrar efna- og eðlisfræðilegar mælingar á grunnvatninu, ef ástæða er til þess.
5. Reiknilíkanið verði enn endurskoðað í ljósi reynslunnar.

Þessum áfanga er hæft að ljúka á 1 1/2-2 árum.

Í lok hvers rannsóknáfangna verður staðan endurmetin og ákvarðanir teknar um útfærslu næsta áfangna. Sérstaklega er mikilvægt að meta vel saman niðurstöður reiknilíkansins og þekkingarinnar á náttúrunni sjálfri, þar sem samræming þar á milli eru forsenda góðs árangurs og markvissra rannsókna.

7 KOSTNAÐARÁÆTLUN

yfir rannsóknir á ferskvatnslinsunni á flugvallarsvæðinu á Miðnesheiði og nágrenni þess. Verðlag er miðað við september 1982.

1. áfangi (framkvæmdatími um 6 mán.).

a. Vatnshæðarmæling (flóð og fjara) í borholum	kr.	14.900
b. Rannsóknir á fjörurennslí	"	19.000
c. Jarðfræðikönnun	"	17.700
d. Söfnun vatnssýna og efnagreiningar	"	35.900
e. Mat á vatnsbúskap svæðisins	"	17.600
f. Sírituð vatnshæð í borholum	"	35.400
g. Gerð reiknilíkans og tölvukostnaðar	"	21.000
h. Framvinduskýrsla	"	25.200
i. Umsjón og stjórnun, 10%	"	18.700
j. Ófyrirséð, 15%	"	30.800

1. áfangi alls kr. 236.200

2. áfangi (framkvæmdatími 18 - 24 mán.).

a. 5 loftborsholur til vatnshæðarmælinga	kr.	158.400
b. 2 kjarnaborholur	"	521.400
c. Umsjón með borun og kjarnaloggun	"	35.300
d. Landmæling á borholum	"	27.900
e. Hita og seltumælingar í borholum	"	22.400
f. Mælingar í kjarnaborholum og síritun þeirra	"	44.800
g. Söfnun vatnsýna og efnagreiningar	"	34.800
h. Rafleiðnimælingar	"	120.200
i. Dæluprófanir á borholum	"	70.900
j. Gerð reiknilíkans og tölvuvinnsla	"	55.200
k. Gerð áfangaskýrslu	"	84.000
l. Umsjón og stjórnun, 10%	"	117.500
m. Ófyrirséð, 15%	"	193.900

2. áfangi alls kr. 1.486.700

3. áfangi (framkvæmdatími 18 - 24 mán.).

Þar sem rannsóknir og borverk í þriðja áfanga ráðast nær einvörðungu af árangri 1. og 2. áfanga getur ekki talist raunhæft að gera kostnaðaráætlun fyrir hann á þessu stigi málsins. Reikna má þó með því að hann verði verulega minni heldur en 2. áfanga, en mun meiri en 1. áfanga.

HEIMILDASKRÁ

Freyr Þórarinnsson & Freysteinn Sigurðsson 1976: Vatnsþörf og vatnsöflun á Suðurnesjum. Orkustofnun, OSJKD-7604, 4 s.

Freyr Þórarinnsson, Freysteinn Sigurðsson & Guttormur Sigbjarnarson 1976: Hitaveita Suðurnesja. Ferskvatnsrannsóknir. Áfangaskýrsla fyrir árið 1976. Orkustofnun, OSJKD-7609. (Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja), 62 s.

Freysteinn Sigurðsson 1976: Tillögur að forkönnun á vatnafræði Rosmhvalanessvæði. Orkustofnun, OSJKD-7606, 13 s.

Freysteinn Sigurðsson, Freyr Þórarinnsson, Snorri P. Snorrason, Kristján Ágústsson & Guttormur Sigbjarnarson 1978: Intergrated Hydrological Survey af a Freshwater Lens. Papers of Workshops, Nordic Hydrological Conferens, Helsingi.

Gunnar Böðvarsson & Þorsteinn Thorsteinsson 1953: The Midnes Area. Resistivity Measurements. Unnið af Jarðborunum ríkisins fyrir varnarliðið.

Jens Tómasson, Hrefna Kristmannsdóttir & Mímir Arnórsson 1977: The Internaction of Sea-Water with Basaltic Volcania Rocks on The Reykjanes Peninsula. Proceedings of the Second International Symposium on Water-Rock Interaction, Strasburg.

Jón Ingimarsson & Jónas Eliásson 1980: Svartsengi, Grunnvatnsrannsóknir vegna ferskvatnsöflunar fyrir varmaorkuver (hefti I og II). Orkustofnun, OS80031/ROD12. (Unnið fyrir Hitaveitu Suðurnesja), 86 s.

Jón Jónsson 1971: Aðalskipulag Keflavíkur, Njarðvíkur og Keflavíkur-
flugvallar 1967-1987. Skipulagsstjóri ríkisins.

Jón Jónsson 1978: Jarðfræðikort af Reykjanesskaga, I og II.
Orkustofnun OSJHD-7831. 303 s. + 21 kortblað.

Jón Jónsson 1981: Öflun neysluvatns á Rosmhvalsnesi. Skýrsla unnin
fyrir Skipulag ríkisins.

Þorleifur Einarsson 1957: Um jarðvatn á Reykjanesi. Skýrsla unnin
fyrir Jarðhitadeild Raforkumálaskrifstofunnar.

Þorvaldur Thoroddsen 1913-1915: Ferðabók I. Reykjavík.

Bergvík

Ritunípa

Fig. 2

Selvík

Hellisnípa

Lighthouse

Stakkur

Stakksnípa

Hellguvík



HÓLMBSBERG

Location of boreholes
and geological sections

Staðsetning borhola
og jarðfræðisniða

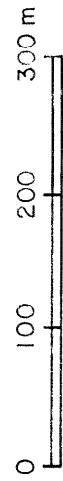
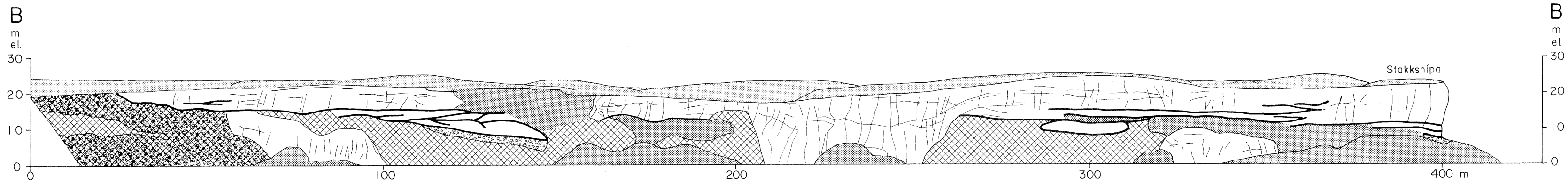
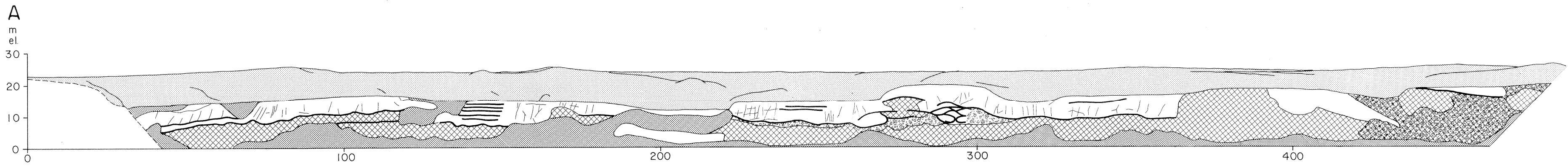


Fig. 3



LEGEND:

- | | | |
|------------------------------------|---|--|
| Pykk belti. Helstu sprungur sýndar |  | Thick flow-units, the most prominent fractures shown |
| Meðalpykk belti |  | Medium thick flow-units. |
| Punn belti, kubbaberg o.þ.h. |  | Thin flow-units, cube jointed lava etc. |
| Gjall |  | Scoriaceous lava |
| Land ofan bjargbrúnar |  | Land above the cliffs |
| Hulið |  | Covered areas |

Location see fig. 2

Þessi skýrsla er stýtt útgáfa af:
Skúli Víkingsson & Bjarni Kristinsson,
1982: Hólmsberg. Geological report.
Orkustofnun, OS82042/VOD25 B. May 1982.

II

HÓLMSBERG

JARÐFRÆÐISKÝRSLA

Skúli Víkingsson
Bjarni Kristinsson

OS82057/VOD30 B

JÚNÍ 1982

Efnisyfirlit

1.0 Inngangur	2
2.0 Jarðfræðiyfirlit	2
2.1 Ytri gerð	2
2.2 Innri gerð	3
3.0 Helguvík-Bergvík. Jarðfræðisnið	3
4.0 Kjarnaborun	4
4.1 Berggæðamat	4
5.0 Grunnvatnsmælingar	5

Töflur

Tafla 1: Hnit borhola
Tafla 2: Berggæðamat samkvæmt NGI-kerfinu
Tafla 3: Grunnvatnsmælingar (Snorri P. Snorrason)

Myndir

Mynd 1: Staðsetningarkort
Mynd 2: Staðsetning borhola og jarðfræðisniða
Mynd 3: Jarðfræðisnið A-A og B-B
Mynd 4: Jarðfræðisnið C-C og D-D
Mynd 5: Jarðfræðisnið E-E
Mynd 6: Skýringar við sprungumælingar

Viðauki: Kjarnagreiningar (Snorri Zóphóníasson)

1.0 INNGANGUR

Verk það sem lýst er í þessari skýrslu var unnið skv. samningi milli Orkustofnunar og Almennu verkfræðistofunnar dags. 8. mars 1982, vegna fyrirhugaðra olíutanka og -hafnar á Hólmsbergi og í Helguvík. Skýrsla um þessar rannsóknir var afhent AV 14. maí 1982. Þessi skýrsla er útdráttur úr henni.

Orkustofnun vann eftirtalda verkþætti:

(1) Kjarnaborun. Átta holur voru boraðar, þar af þrjár 60 m djúpar og fimm 15 m djúpar.

(2) Kjarnagreining: (a) Almenn greining kjarna. (b) Berggæðamat skv Q-kerfi Norsku jarðtæknistofnunarinnar (NGI) á efstu 15 m af kjarna hverrar holu.

(3) Jarðfræðisnið af sjávarhömrnunum milli Helguvíkur og Bergvíkur.

(4) Jarðeðlisfræðilegar mælingar í borholum. Þ. e. mælingar á hæð grunnvatnsflatar og skila milli fersks og salts grunnvatns í 60 m holunum.

2.0 JARÐFRÆÐIYFIRLIT

Allt það berg sem fram kemur í Hólmsbergi og í holunum heyrir til sama beltaskipta hraunlaginu, nema hvað holan B-5 nær í gegnum það. Berggerðin er ólivín þóleít (grágrýti). Hraunlaginu má fylgja a. m. k. sunnan úr Keflavík og norður í Bergvík. Jökull hefur auðsýnilega farið yfir það, en ekki náð að móta hina stóru drætti landslagsins svo neinu nemi. Allt berg á Rosmhvalanesi (Miðnesi) er ólivín þóleít af svipaðri gerð, og Jón Jónsson (1978) telur þau mynduð í gosum á síðasta hlýskeiði Ísaldar.

2.1 Ytri gerð

Sjávarhamrar Hólmsbergs bera öll einkenni beltaskipts grágrýtis. Sum staðar eru mörg misþykk belti, en annars staðar er aðeins eitt belti að sjá frá sjó og upp á brún. Þessi þykku belti eru oft yfir 25 m þykk. Tvö eða fleiri belti ganga iðulega yfir í eitt. Skýr mörk milli belta deyja þá út og verða að lágfleygun í þykku belti.

Gjallkennd lög koma fyrir milli belta en, víðast er ekkert milli þeirra.

Beltaskipting dyngjuhrauna veldur því að erfitt getur reynst að greina sundur hraunlög. Það sem hægt er

að nota til þess er einkum þrennt: (1) ótvíræður múnur á berggerð hinna tveggja hraunlaga, (2) veðrað yfirborð á neðra laginu, eða (3) millilög (jarðvegur eða annað set milli hraunlaga). Ekkert af þessu hefur fundist í sjávarklettunum né í borholunum nema í B-5 (sjá 4.0). Þetta leiðir til þeirrar niðurstöðu að öll hraunbeltin tilheyri sama hraunlaginu.

2.2 Innri gerð

Að innri gerð er basaltið mjög dæmigert ólivín basalt með stórum kristöllum af basalti að vera. Kristallar úr plagióklasi, ólivíni og jafnvel pýroxeni (ágíti) eru oft greinanlegir með berum augum. Litlir dílar af þessum steintegundum eru víða algengir, en mjög breytilegir bæði að stærð og þéttleika innan sama hraunlags, svo að þeir eru ekki nothæfir til að greina sundur hraunlög. Milli kristalla bergsins eru lítil holrými, sem talin eru mynduð við afgösun bráðarinnar við kristöllum.

3.0 HELGUVÍK-BERGVÍK, JARÐFRÆÐISNIÐ

Sniðið er í fimm hlutum og sýnir jarðfræðilega gerð sjávarhamranna sunnan úr Helguvík norður að Ritunípu, sem markar Bergvík að norðan. Á kortinu (mynd 2) er lega sniðhlutanna sýnd með línum, sem merktar eru A-A, B-B, C-C, D-D og E-E. Mörk milli jarðfræðilegra eininga eru dregin með hjálp ljósmynda sem teknar voru af sjó.

Á sniðunum er berginu skipt í eftirfarandi einingar: 1) Þykk belti, 2) Meðalþykk og aðgreinanleg belti, 3) Þunn og óaðgreinanleg belti, kubbaberg o. þ. h., 4) Gjall.

1) Þykk belti. Helstu sprungur sýndar. Þessi belti eru yfirleitt yfir 5 m þykk. Sprungur þar sem sjást í bergveggjunum og sýndar eru á sniðunum virðast allar myndaðar við hraunrennsli og kólnun.

2) Meðalþykk og aðgreinanleg belti. Þessi belti eru víðast 1 til 5 m þykk og sprungur eru ekki sýndar á sniðunum.

3) Þunn og óaðgreinanleg belti, kubbaberg o. þ. h. Mest af því bergi sem fellur undir þennan flokk er gert úr nokkurra tuga cm þykkum beltum, en þar sem belti eru mjög þunn eru þau yfirleitt líka mjög óregluleg að þykkt og útbreiðslu. Þar sem lagmót eru áberandi innan slíkra laga eru þau sýnd með sverum línum.

4) Gjall. Þar sem gjall og þunn belti skiptast á er það sýnt með táknum 3 og 4.

4.0 KJARNABORUN

Alls voru átta holur boraðar. Fimm á fyrirhuguðu tankastæði og þrjár í námunda við Stakksnípu. Fimm holanna voru 15 m djúpar en þrjár 60 m (tvær þeirra við Stakksnípu). Kjarnagreiningar eru sýndar í Viðauka. Berggæðamat var gert samkvæmt norska Q-kerfinu fyrir efstu 15 m í hverri holu. Helstu niðurstöður þess mats eru sýndar á Töflu 2.

Allar holurnar voru boraðar í sama beltaskipta hraunlagið og lýst er hér að framan, og aðeins ein þeirra fór í gegnum það (B-5). Þegar litið er á kletta Hólmsbergs (sjá sniðin) sýnist augljóst að mót milli belta verða ekki tengd nema um mjög skamman veg. Enda reyndist hvergi unnt að tengja milli hola eða milli hola og sniða, nema hvað holurnar B-7 og B-8 virðast falla vel að sniðinu næst þeim (B-B). Þykkt belti sem kemur fram efst í holunum virðist vera það sama sem myndar efsta hluta Stakksnípu til hægri á sniði B-B.

B-5 var eina holan sem náði gegnum hraunlagið. Á 59 m dýpi (eða 31 m undir sjávarborði) er setlag, sem sýnir að einhver tími hefur liðið milli þess að hraunið undir setlaginu rann og þangað til efra hraunlagið rann. Á 32 m dýpi (eða 5 m undir sjávarborði) er dálítið veðrað eða sandfyllt gjall, sem hraun hefur síðan lagst yfir. Þetta gætu hæglega verið skil innan sama hraunlags, þar sem langur tími getur liðið milli þess að hrauntaumar renni á ákveðnum stað í dyngjugosi, sem getur staðið í nokkur ár.

4.1 Berggæðamat

Gæði bergs og stuðningsþörf í efstu 15 m hveðrar holu voru metin skv. Q-kerfi Norsku jarðtækni-stofnunarinnar, NGI (Norsk geoteknisk institutt) (Barton & fl. 1974). Þetta kerfi hefur verið notað á Orkustofnun síðan árið 1980, og hefur verið aðlagð íslenskum aðstæðum, þar sem það byggir upphaflega ekki á neinum dæmum af basalti og auk þess miðar það við mælingar í opnu en ekki í borholum. Með frekari reynslu af mannvirkjagerð í basaltlögum verður væntanlega hægt að bæta matskerfið enn frekar.

Hér verður þessum mælingum ekki lýst frekar en vísað til Töflu 2 og Myndar 6.

Tafla 2 sýnir Q-gildi hveðrar borholu og þá þætti sem notaðir eru til að reikna það út. Fyrir neðan töfluna eru Q-gildi hveðrar holu færð inn á línurit sem sýnir styrkingarþörf í jarðgöngum. Mynd 6 á að skýra í megindráttum þær mælingar, sem notaðar eru til berggæðamatsins.

Samkvæmt NGI-kerfinu var stæðni bergsins gefin

einkunnin 9-10, sem er sámilegt/gott.

Líklegt er að einungis verði þörf staðbundinna styrkinga, t. d. vegna hrúnhættu einstakra stuðla.

Berggæðamatið sýndi ekkert óvænt út frá því sem vitað var um jarðfræði svæðisins.

5.0 GRUNNVATNSMÆLINGAR

Samkvæmt samningnum við AV átti Orkustofnun að framkvæma eftirfarandi mælingar: (1) Ákvörðun grunnvatnsborðs í borholunum. (2) Ákvörðun marka milli fersks og salts grunnvatns. Niðurstöður þær sem fengist hafa til þessa eru birtar í Töflu 3.

(1) Til viðbótar við beinar mælingar á hæð grunnvatnsflatar, var síritandi vatnsborðsmæli komið fyrir í hverri 60 m holu í sólarhring til að ákvarða sveiflur á hæð vatnsborðs. Sveiflur þær sem koma fram í holunum eru greinilega af völdum sjávarfalla og munur flóðs og fjöru í holunum er allt að 60% af muninum í Keflavíkurhöfn á sama tíma (í B-7).

(2) Skilin milli fersks og salts grunnvatns voru ákvörðuð með rafleiðnimælingum. Í holum B-7 og B-8 sjást skilin á því að leiðni eykst skyndilega mjög mikið við að neminn fer úr fersku vatni í salt, en í B-5 er lítil leiðni niður alla holuna.

Hitamælingar voru líka gerðar í holunum, aðallega í því skyni að skjóta frekari stoðum undir ákvörðun skilanna milli fersks og salts grunnvatns, en hiti vex oft mikið á þessum skilum. Svo reyndist þó ekki í þessum holum.

HEIMILDASKRÁ

Barton, N.; Lien, R. & Lunde, J. 1974: Engineering classifications of rock masses for design of tunnel report. Rock Mechanics, Vol. 6, bls. 189-236.

Bjarni Bjarnason, 1981: Samræmt berggæðamat. Orkustofnun VOD, greinargerð, BB-81/01, desember 1981.

Björn A. Harðarson, 1981: (óbirt gögn um berggæðamat í íslenskum jarðgöngum)

Björn A. Harðarson, 1981: Kjarnagreining og sýnataka. Vinnulýsing. Orkustofnun VOD, greinargerð,

BAH-81/08, júní 1981.

Jón Jónsson, 1978: Jarðfræðikort af Reykjanesskaga.
Orkustofnun, OS JHD 7831, 303 bls.

Walker, G. P. L., 1971: Compound and simple lava flows
and flood basalts. Bull. Volc., 35, bls. 579-590.

TAFLA 1

HNIT BORHOLA

NAFN	X	Y	HED
B-1	723230,68	399929,18	26,19
B-2	723317,56	400057,15	25,08
B-3	723327,09	400363,30	27,00
B-4	723088,61	400128,83	25,87
B-5	723031,95	399922,52	27,71
B-6	722657,89	399482,35	25,00
B-7	722587,94	399307,10	23,09
B-8	722725,30	399324,28	23,88

Hnit: Lambert

TAFLA 2

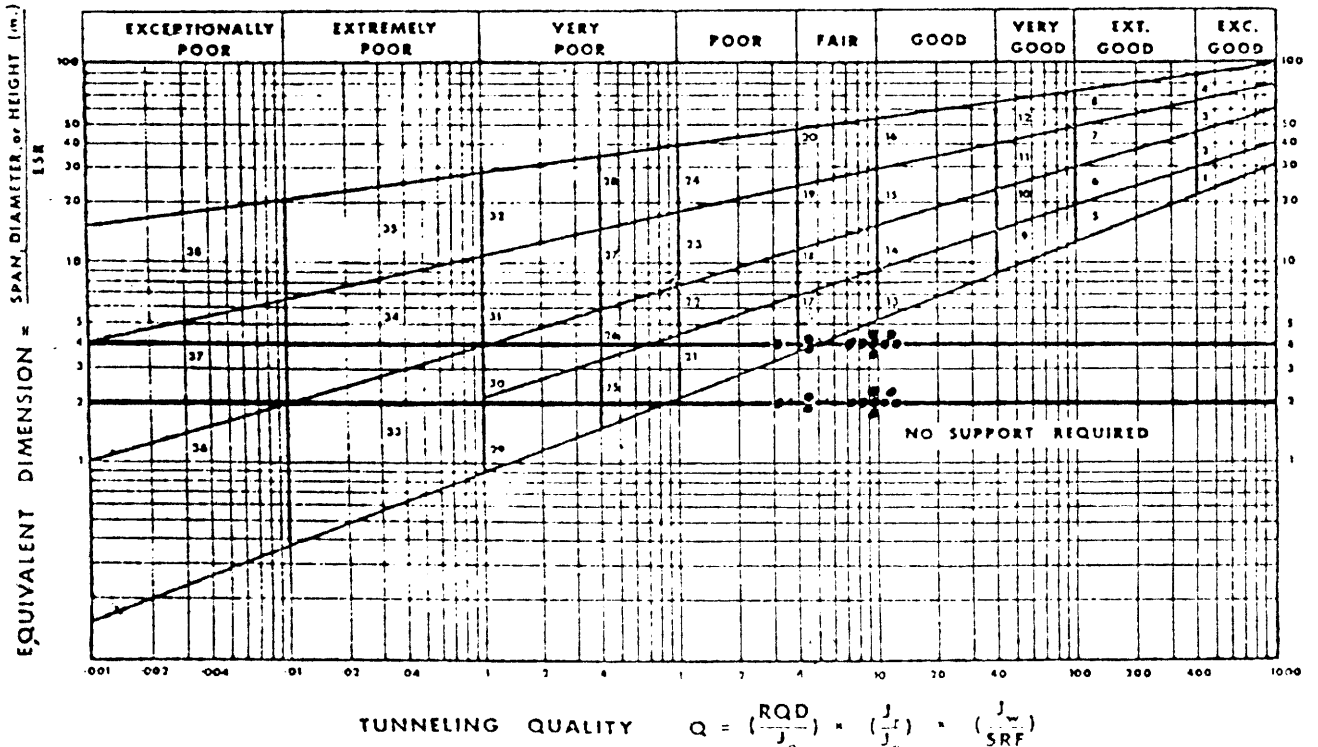
Berggæðamat samkvæmt NGI-kerfinu

Hola	m y. s	m dýpi	RQD:Jn	Jr:Ja	Jw:SRF	Q
B-1	23,4-20,0	2,85- 6,15	40:9	2,6:1	1:2,5	4,6
"	20,0-11,0	6,15-15,15	98:9	2,4:1	1:2,5	10,4
B-2	22,8- 9,9	2,25-15,20	79:9	2,4:1	1:2,5	8,4
B-3	25,3-11,8	1,70-15,15	91:9	2,8:1	1:2,5	11,3
B-4	24,4-13,4	1,50-12,50	90:9	2,3:1	1:2,5	9,2
"	13,4-10,6	12,50-15,30	30:9	2,3:1	1:2,5	3,1
B-5	26,5- 8,8	1,20-18,95	96:9	2,7:1	1:2,5	11,5
B-6	23,6-21,5	1,45- 3,50	52:9	1,9:1	1:2,5	4,4
"	21,5- 9,8	3,50-15,15	94:9	1,8:1	1:2,5	7,5
B-7	22,2- 5,2	0,85-17,90	91:9	2,3:1	1:2,5	9,3
B-8	23,5- 5,9	0,40-15,90	85:9	2,6:1	1:2,5	9,8

$\frac{10}{2,5} = 4$
 $\frac{10}{5} = 2$

Figure 3. Tunnel support chart showing 38 categories of support which are determined by the tunneling quality (Q) and the equivalent dimension (D_e) of the excavation.

B-1 to B-8



TAFLA 3

Grunnvatnsmælingar

	DÝPI	HÆÐ	DAGS.
B-5			
MEDALVATNSBORD	27,1	0,6	0505-0506
SKIL MILLI FERSKS OG SALTS GRV.	NÁÐIST EKKI		
ÞYKKT FERSKRAR GRUNNVATNSLINSU: > 30 m			
SVEIFLA Í HOLU/SVEIFLA Í SJÓ: 0,05-0,1			
B-7			
MEDALVATNSBORD	22,2	0,9	0424-0425
SKIL (FERSKT/SALT)	51	-28	0424
- - -	45	-22	0505
ÞYKKT FERSKRAR GRUNNVATNSLINSU: U. Þ. B. 22 m			
SVEIFLA: 0,6			
B-8			
MEDALVATNSBORD	23,1	0,8	0506-0507
SKIL (FERSKT/SALT)	55	-31	0505
ÞYKKT FERSKRAR GRUNNVATNSLINSU: U. Þ. B. 32 m			
SVEIFLA: 0,25			

B-5 (24. APRÍL)

DÝPI	HÆÐ	HITI	LEIÐNI
m	m	C	µmhos
28	-0,3	6,0	202
30	-2,3	6,0	207
32	-4,3	6,1	215
34	-6,3	6,3	225
36	-8,3	6,4	225
38	-10,3	6,6	215
40	-12,3	6,8	210
42	-14,3	7,0	322
44	-16,3	7,5	437
46	-18,3	7,5	437
48	-20,3	7,6	440
50	-22,3	7,7	448
52	-24,3	7,7	463
54	-26,3	7,7	475
56	-28,3	7,9	740
57,5	-29,8		800
58	-30,3	7,8	
59,7	-32	7,8	

B-7 (25. APRÍL)

DÝPI	HÆÐ	HITI	LEIÐNI
m	m	C	µmhos
23,5	-0,4		1060
24	-0,9	6,4	1040
26	-2,9	6,5	1020
28	-4,9	6,6	1020
30	-6,9	6,7	1025
32	-8,9	6,9	1000
34	-10,9	7,1	980
36	-12,9	7,3	970
38	-14,9	7,3	990
40	-16,9	7,6	950
42	-18,9	7,9	990
44	-20,9	8,2	870
46	-22,9	8,4	850
48	-24,9	8,7	900
50	-26,9	8,9	1040
51	-27,9		1040
52	-28,9	9,6	25400
54	-30,9	10,2	28000
56	-32,9	10,3	28700
58	-34,9	10,3	
60	-36,9	10,5	

B-8 (5. MAÍ)

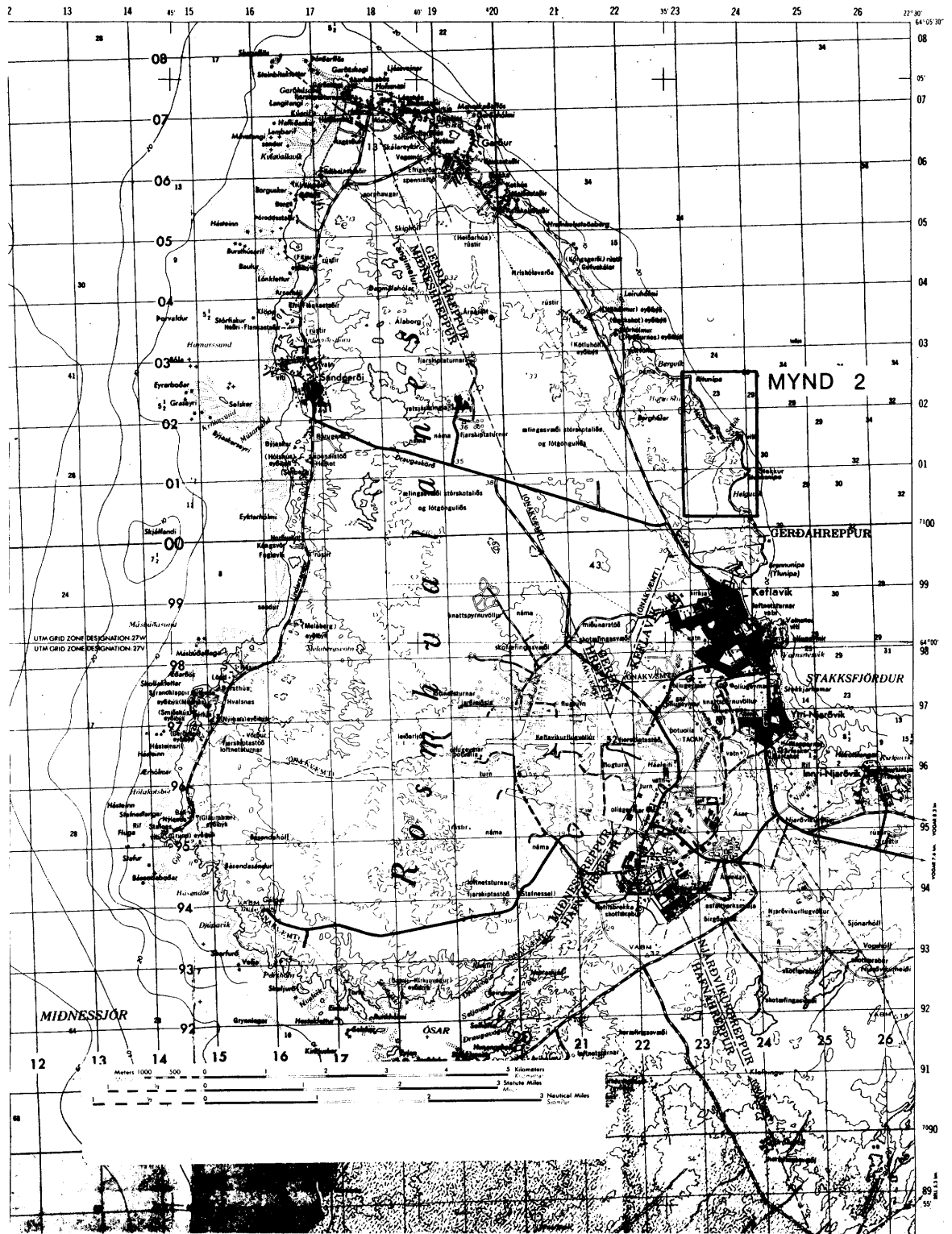
DÝPI	HÆÐ	HITI	LEIÐNI
m	m	C	µmhos
23	0,9	6,0	269
24	-0,1	6,0	272
26	-2,1	6,1	277
28	-4,1	6,3	285
30	-6,1	6,5	294
32	-8,1	6,7	318
34	-10,1	7,2	396
36	-12,1	7,3	458
38	-14,1	7,4	508
40	-16,1	7,5	575
42	-18,1	7,8	643
44	-20,1	8,0	695
46	-22,1	8,4	1120
47	-23,1		1640
48	-24,1	8,8	1870
50	-26,1	8,9	1950
51	-27,1		2500
52	-28,1	9,3	4100
54	-30,1	9,6	5800
56	-32,1	10,0	21700
58	-34,1	10,4	23500
59	-35,1	10,6	24000

B-5 (5. MAÍ)

DÝPI	HÆÐ	HITI	LEIÐNI
m	m	C	µmhos
27	0,7	6,9	219
28	-0,3	5,8	207
30	-2,3	5,8	205
32	-4,3	5,9	218
34	-6,3	6,0	222
36	-8,3	6,2	222
38	-10,3	6,3	220
40	-12,3	6,5	322
42	-14,3	6,8	500
44	-16,3	7,0	585
46	-18,3	7,2	610
48	-20,3	7,5	635
50	-22,3	7,7	600
52	-24,3	7,7	685
54	-26,3	7,7	710
56	-28,3	7,8	1170
57	-31,3		1200
58	-30,3	7,8	1240
59,5	-31,8	7,8	1680

B-7 (5. MAÍ)

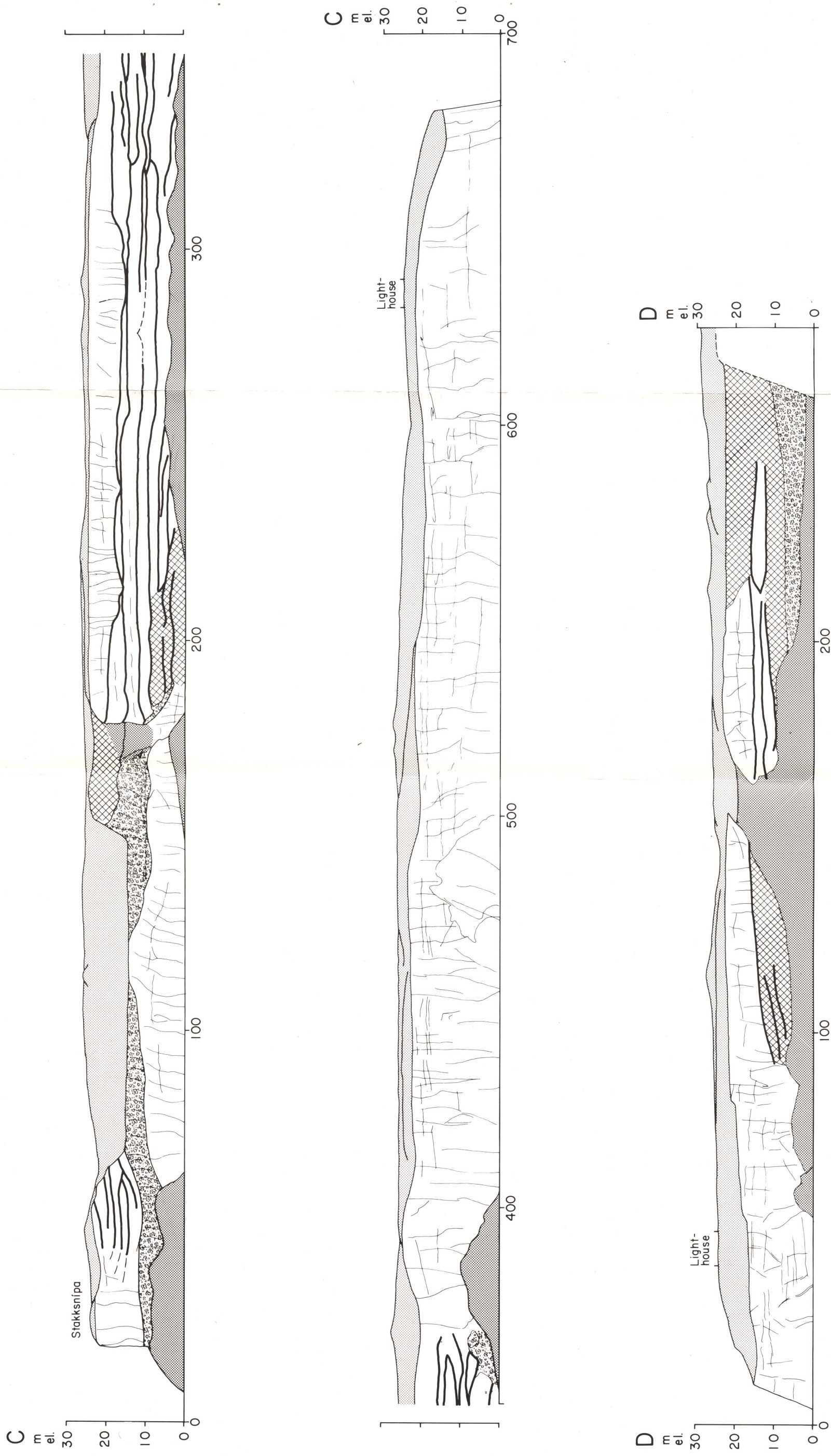
DÝPI	HÆÐ	HITI	LEIÐNI
m	m	C	µmhos
23	0,1		960
24	-0,9	6,7	960
26	-2,9	6,8	960
28	-4,9	7,0	960
30	-6,9	7,1	960
32	-8,9	7,3	960
34	-10,9	7,5	960
36	-12,9	7,9	990
38	-14,9	8,0	1010
40	-16,9	8,3	1060
42	-18,9	8,6	1170
44	-20,9	8,9	2150
46	-22,9	9,2	24500
48	-24,9	9,4	27000
50	-26,9	9,6	27100
52	-28,9	9,9	27300
54	-30,9	10,1	27500
56	-32,9	10,2	27500
58	-34,9	10,3	27500
60	-36,9	10,7	27900



Mynd 1: Staðsetningarkort. (Hluti af Blaði 1512IV, Keflavík, útgefið af Landmælingum Íslands og DMAHTC U.S.A.).

VIÐAUKI
Kjarnagreining

Fig. 4

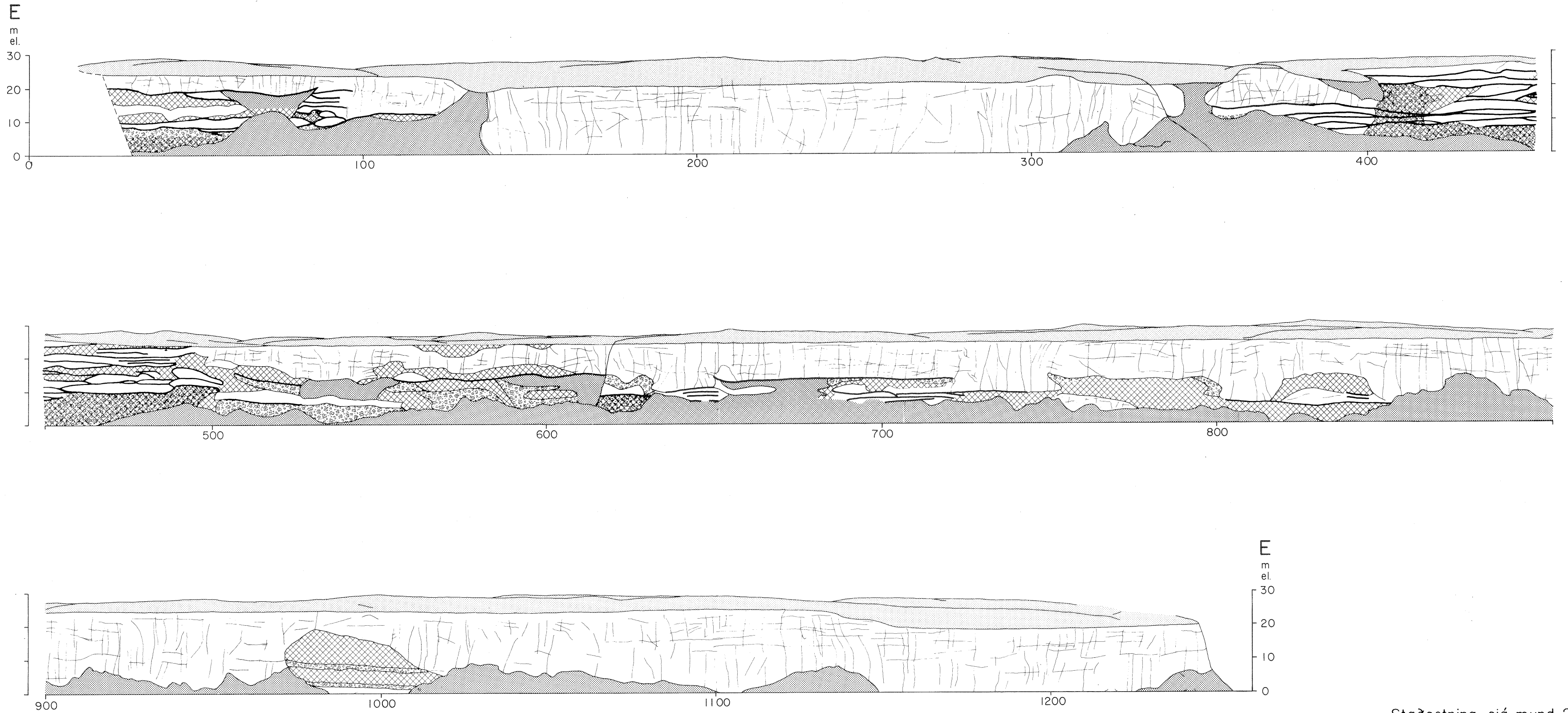


Staðsetning sjá mynd 2
Skýringar sjá mynd 3

Location see fig. 2
Legend see fig 3



VOD-JK-894-S.V.
82.04.0661 '0D



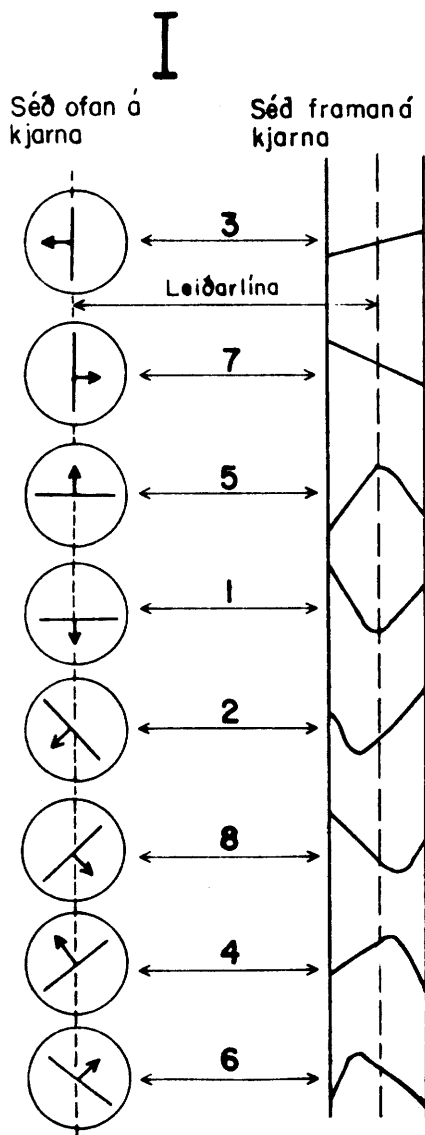
Staðsetning sjá mynd 2
Skýringar sjá mynd 3

Location see fig. 2
Legend see fig 3

ORKUSTOFNUN
VOD-MJ-900 BAH
81.10.1240e

SKÝRINGAR VIÐ BERGTÆKNILEGT MAT

Lega sprungna miðað
við leiðarlínu



Flokkur

II

0 - 5° flokkur	0
5 - 35° flokkur	1
35 - 65° flokkur	2
65 - 85° flokkur	3
85 - 90° flokkur	4

Fylling í sprungu

III

Ja

Án fyllingar 1

Ósamf. skæni 2

Skænd 3

Fyllt 4

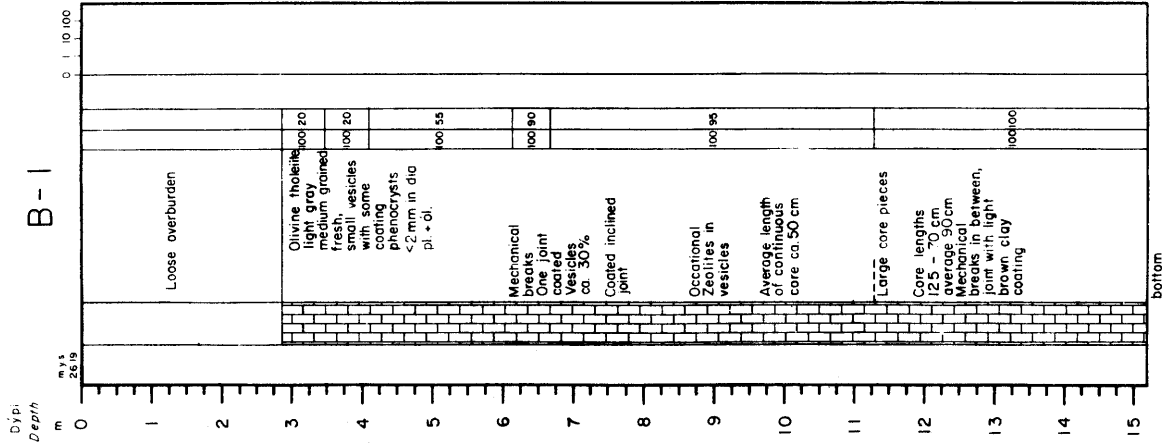
Gerð

IV

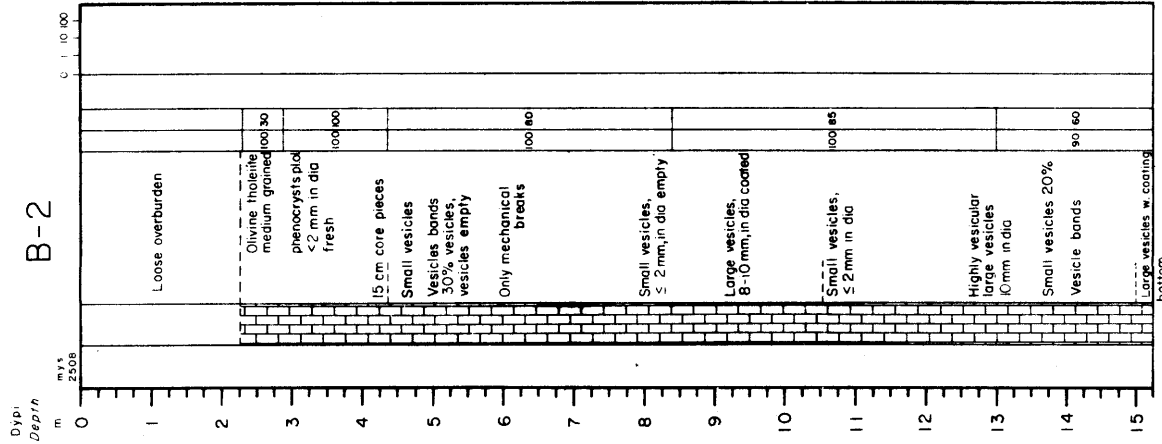
Jr

	Bein, rennatétt ummæki hraif. ítrskænt.	0,5
	Bein, slétt.	1,0
	Bein, hrúfött eða óregluleg	1,5
	Bylgjött, rennatétt ummæki hraif. ítrskænt.	1,5
	Bylgjött, slétt.	2,0
	Bylgjött, hrúfött eða óregluleg	3,0
	Ósamfellt	4,0

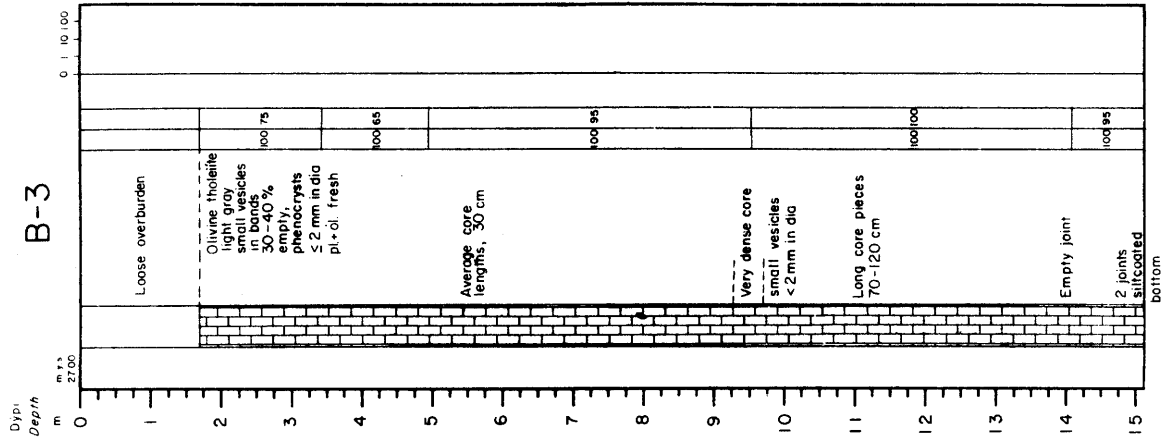
HEAD	GREINING CLASSIFICATION	Km ² /Core %	JVB GWT	LEKT PERMEABILITY LU



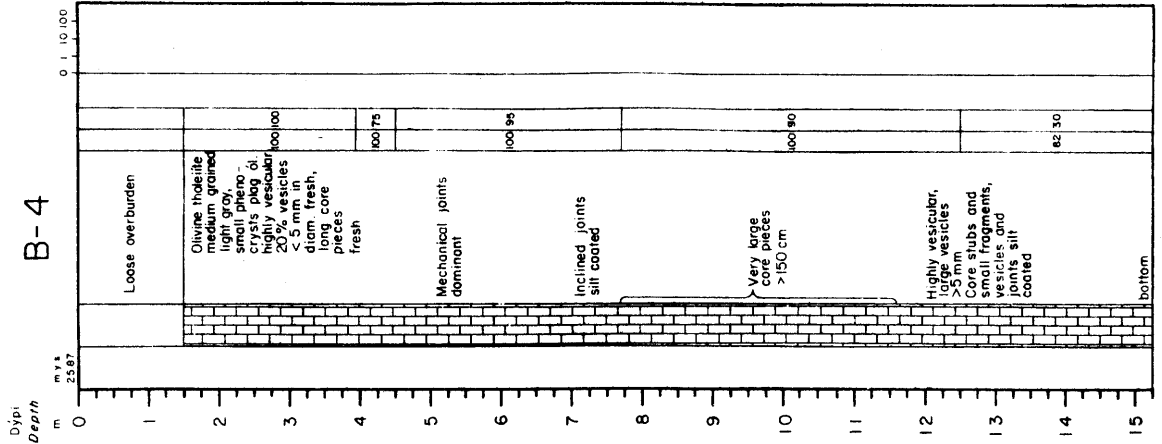
HEAD	GREINING CLASSIFICATION	Km ² /Core %	JVB GWT	LEKT PERMEABILITY LU



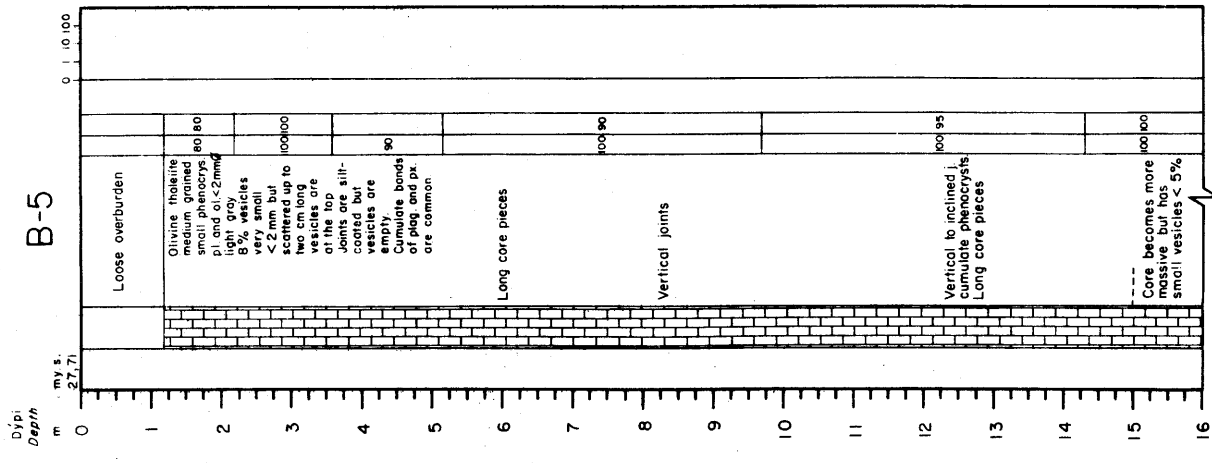
HEAD	GREINING CLASSIFICATION	Km ² /Core %	JVB GWT	LEKT PERMEABILITY LU



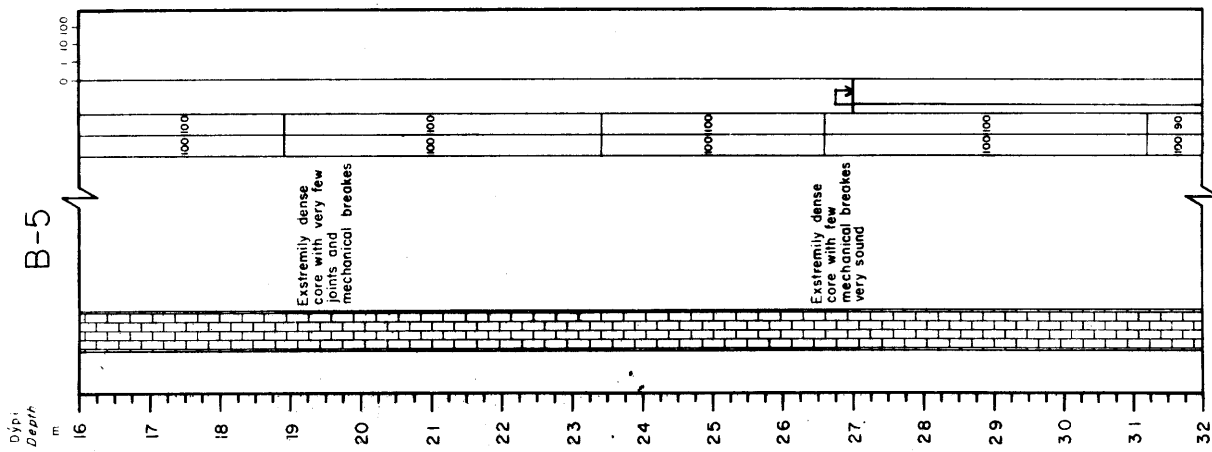
HEAD	GREINING CLASSIFICATION	Km ² /Core %	JVB GWT	LEKT PERMEABILITY LU



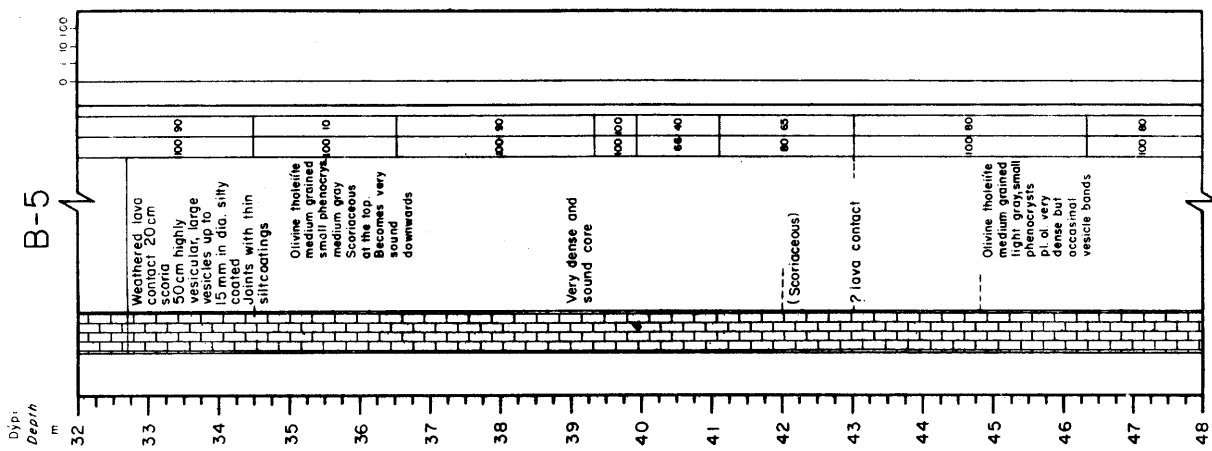
HEAD Elevation	GREINING CLASSIFICATION	Km ³ /Core %	R00	JVB GWT	LEKT PERME-ABILITY LU
----------------	-------------------------	-------------------------	-----	---------	-----------------------



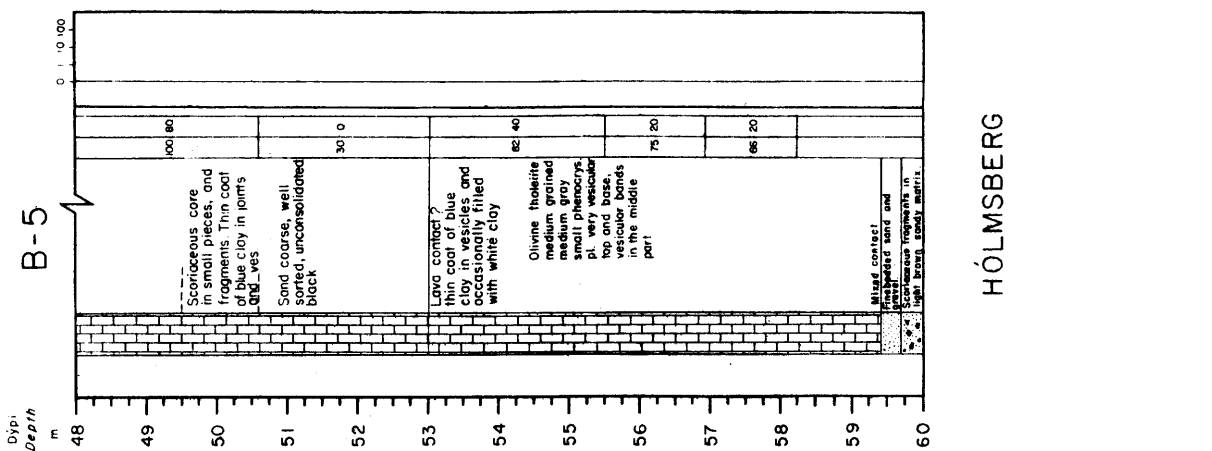
HEAD Elevation	GREINING CLASSIFICATION	Km ³ /Core %	R00	JVB GWT	LEKT PERME-ABILITY LU
----------------	-------------------------	-------------------------	-----	---------	-----------------------



HEAD Elevation	GREINING CLASSIFICATION	Km ³ /Core %	R00	JVB GWT	LEKT PERME-ABILITY LU
----------------	-------------------------	-------------------------	-----	---------	-----------------------



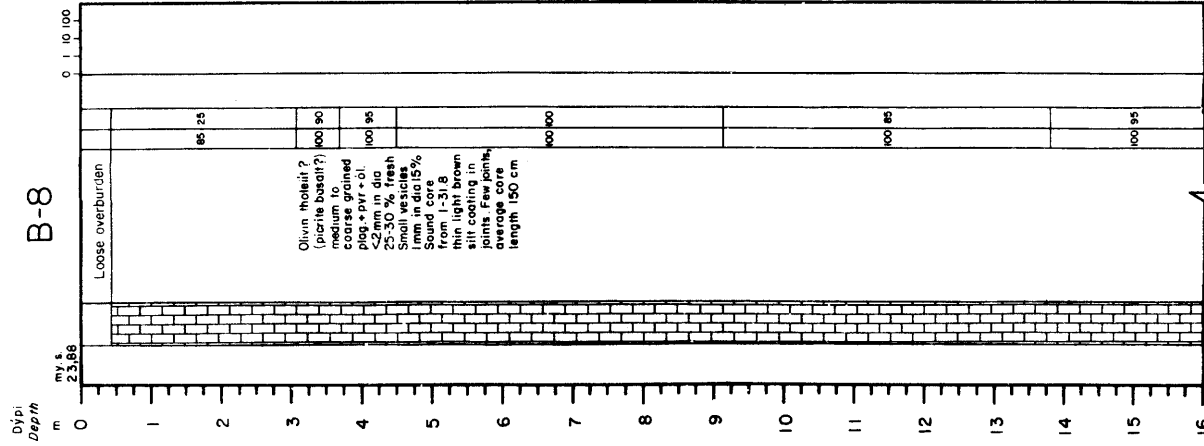
HEAD Elevation	GREINING CLASSIFICATION	Km ³ /Core %	R00	JVB GWT	LEKT PERME-ABILITY LU
----------------	-------------------------	-------------------------	-----	---------	-----------------------



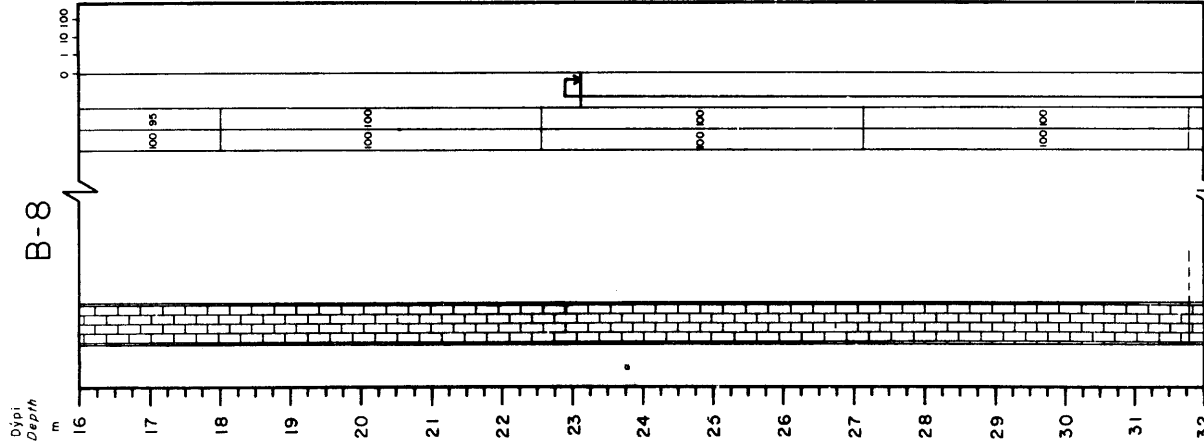
HÖLMSBERG

VOD: JK-894-SZ
82.03.0695.00

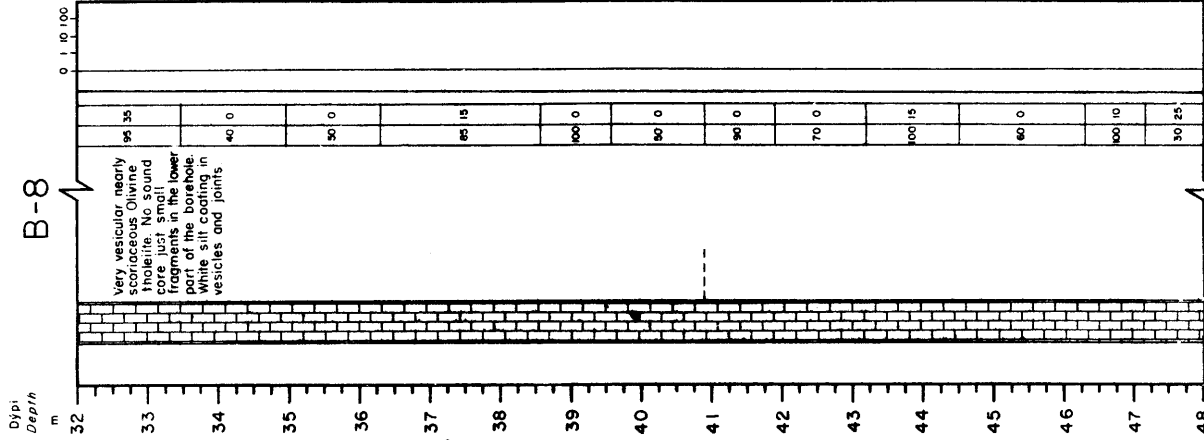
HED	Elevation
GREINING CLASSIFICATION	
Km/m/Cor%	RQD
JVB	GWT
LEKT	PERME- ABILITY
LU	LU



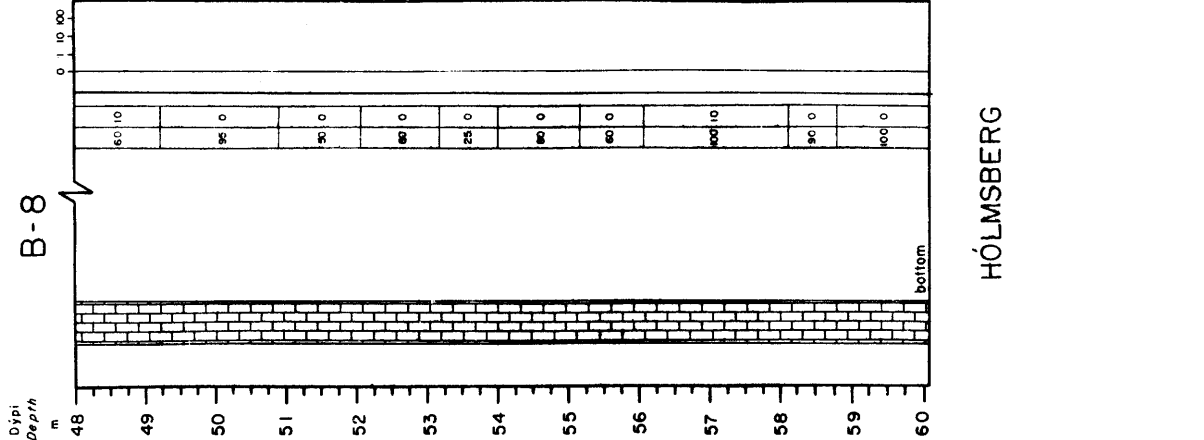
HED	Elevation
GREINING CLASSIFICATION	
Km/m/Cor%	RQD
JVB	GWT
LEKT	PERME- ABILITY
LU	LU



HED	Elevation
GREINING CLASSIFICATION	
Km/m/Cor%	RQD
JVB	GWT
LEKT	PERME- ABILITY
LU	LU



HED	Elevation
GREINING CLASSIFICATION	
Km/m/Cor%	RQD
JVB	GWT
LEKT	PERME- ABILITY
LU	LU



HÓLMSBERG