



ORKUSTOFNUN
RAFORKUÐEILD

GRUNDARTANGI

VETTvangsathugun á jarðlögum vegna
undirstöðumannvirkja járnblendiverksmiðjunnar

BIRGIR JÓNSSON

UNNIÐ FYRIR
ALMENNUNN VERKFRÆÐISTOFUNNA
OG ÍSL. JÁRNBLENDIFÉLAGIÐ
JÚNÍ 1977

OS-ROD-7714

1 INNGANGUR

Hér á eftir fylgja athugasemdir undirritaðs um vettvangsathugun, hinn 15. júní 1977, á jarðlögum vegna undirstöðumannvirkja ofnhúss járnblendiverksmiðjunnar á Grundartanga. Tilgangurinn með vettvangsathuguninni var að bera jarðlögin, sem sjást í grunni ofnhússins, saman við kjarnann úr borholum sem boraðar voru í ágúst 1976 og lýsingar á loftborsholum frá 1977.

Undirritaður hefur gengið frá 2 skýrslum um jarðlög á Grundartanga:

Skýrsla nr. OS-ROD-7516; Grundartangi, geological investigations of the industrial plant site. Er þetta mjög almennt yfirlit, byggt á dreifðum jarðsveiflumælingum og 2 kjarnaborholum frá 1973, sem boraðar voru utan við núverandi verksmiðjustæði.

Skýrsla nr. OS-ROD-7640; Grundartangi, boranir vegna undirstöðumannvirkja járnblendiverksmiðjunnar. Skýrslan er byggð á 8 kjarnaborholum, sem boraðar voru á verksmiðjustæðinu sjálfu í ágúst 1976.

Eitt helsta atriðið, sem deilt er um við verktaka, er hvort bergið sé það illa sprungið að ekki væri hægt að komast hjá yfirsprengingum (overbreak), og þá m.a. hvort áður nefndar skýrslur segi bergið vera minna sprungið en það er í raun. Hér á eftir er farið nokkrum orðum um þetta atriði og við hverju hefði mátt búast um ástand jarðlaganna út frá skýrslunum, sérstaklega þeirri síðari.

Þar á eftir eru niðurstöður úr kjarnaborunum frá 1976 bornar saman við lýsingu á loftborunum 1977.

2 YFIRSPRENGINGAR (overbreak)

Í eldri skýrslunni, sem vitnað er til að ofan, OS-ROD-7516, er almenn

lýsing á jarðlögum svæðisins byggð á 2 kjarnaborholum utan verksmiðjustæðisins. Þar er eftirfarandi að finna um basaltið:

Á bls. 3, ofan neðstu greinarskila er þess getið að basalt í lóðréttum berggöngum á svæðinu sé heillegra en í basaltlögnum sjálfum. Ofnhúsið er reist á basaltlögnum.

Á bls. 4, neðan við miðju: "The bedrock.....is basalt giving 100% core recovery.

Á bls. 4 neðst, var eftirfarandi klausa sett í textann vegna þess möguleika hvort hægt væri að fá neyzluvatn úr berggrunninum við Grundartanga: "The rock seems quite watertight as all holes and fractures are filled with secondary minerals".

Neðst á bls. 5 er sagt að mjög sennilega sé lag af mórenu, yfirleitt þynnra en 3 m á mestöllu svæðinu, en yfirleitt of þunnt til þess að jarðsveiflumælingarnar greini það.

Í seinni skýrslunni, OS-ROD-7640, þar sem fjallað er um jarðlögin á verksmiðjustæðinu sjálfu er aðallega verið að ræða um hálfssamlímdu lögin ofan á basaltinu. Ekki er getið um það í texta hvort basaltið sé ósprungið, nema hvað sagt er í næstsíðustu málsgrein á bls. 3:

"Í holu G-6 er óharðnað setlag undir 2ja m þykku nokkuð heillegu basalti.....".

Hafa verður í huga að basalt hlýtur alltaf að vera eitthvað sprungið. Er það storknar í upphafi sem hraun myndast í því þétt net af stuðla-sprungum vegna samdráttar við kólnun hraunsins. Síðar verður bergið fyrir áhrifum jarðskorpuhreyfinga og sprungur myndast í því sambandi við spennu-ástand bergsins á hverjum stað. Mikið af sprungum í berginu eru brattar eða nær lóðréttar, svo að í borholum virðast þær færri en þær eru í raun. Einnig hafa efstu metrarnir í berginu yfirleitt orðið fyrir veðrun, sem veikir bergið og víkkar oft sprungurnar. Á bls. 1 í áður nefndri skýrslu (OS-ROD-7640) er útskýrt hvernig RQD kjarnaheimta er reiknuð, en þá eru aðeins taldir með kjarnabútar, sem eru lengri en 10 cm, en sá hluti kjarnans þar sem styttra er milli sprungna en 10 cm er dreginn frá. Í efstu metrunum í basaltinu er RQD kjarnaheimta alltaf 90% eða lægri; sums staðar mikið lægri (sjá mynd 3 í skýrslu 7640), svo að hluti bergsins

er alltaf með meiri sprungubéttleika en 1 sprunga á hverja 10 cm. Það er ekki fyrr en kemur niður á aðeins meira dýpi, að RQD gildið fer upp í 95 eða 100%.

Samkvæmt framansögðu telur undirritaður ekki að umrædd skýrsla gefi tilefni til þess að ætla að búast megi við ósprungnu bergi, en við skoðun á bergstálinu í línu 11 (sjá meðfylgjandi mynd), þar sem mest mun hafa verið um yfirsprengingar, var þó efsta basaltlagið nokkru sprungnara er undirritaður átti von á.

Ef litið er nánar á tilfellið með línu 11 (sjá mynd 1), þá sést að aðeins ein kjarnaborhola var boruð í þeirri línu, G-1 (A-11), og gaf hún basalt fyrir neðan 3,1 m y.s., en ekki tekinn kjarni í efstu 0,5 m. Þar fyrir neðan, eða frá ca. 2,6-1,4 m y.s. er RQD kjarnaheimta 90%. Aðrar holur sem eru nálægt línu 11 gefa eftirfarandi upplýsingar (sjá myndir 2 og 3 úr skýrslu 7640, sem fylgja hér með.

G-4 (C,12): Þar byrjar basaltið í 2,4 m y.s. með RQD kjarnaheimtu 90% í efsta 0,9 m. Loftborun á þessum stað 1977 sýndi að nokkuð var um sprungur í berginu (sjá nánar í næsta kafla).

G-7 (E,12): Þar eru illa samlímð lög niður á 2,3 m y.s. og fyrir neðan er veðrað basalt niður í ca. 1,8 m y.s., (sjá nánar í næsta kafla).

G-8 (F,12+7000): Hér byrjar basalt í ca. 5 m y.s., en ekki tekinn kjarni fyrr en í 4 m y.s. RQD kjarnaheimta er aðeins 70-75% alveg niður í 1,3 m y.s., sem þýðir að 25-30% af berginu hefur styttra milli sprungna en 10 cm. Þá er sýnt í borholusniðinu rautt millilag í 2,0-1,7 m y.s. og samkvæmt laghalla berglaganna á svæðinu (sjá mynd 1 í skýrslu 7640), ætti þetta rauða millilag að vera í ca 3 m y.s. í línu 11, milli E og F, þar sem það reyndar er (sjá nánar í næsta kafla).

Undirritaður vill ekki leggja dóm á það, hvort hægt hefði verið að komast hjá yfirsprengingum (overbreak) í þessu tilfelli; þeir sem vanari eru slíkum framkvæmdum geta betur dæmt um það.

3 SAMANBURÐUR KJARNABORANA 1976 OG LOFTBORANA 1977

Við skoðun á grunninum kemur í ljós að yfirborð basaltsins er mjög óslétt, sprungur og geillar með stefnu nálægt A-V eru allt upp í 2-3 m breiðar og álíka djúpar og yfirleitt fylltar mórenu, t.d. við E,16 og G,16 og einnig sést svipað fyrirbæri við E,12, þar sem kjarnahola G-7 hefur lent í svona geil, fylltri mórenu (sjá mynd 1 og 2).

Samkvæmt lýsingu á loftboruninni 1977 er mikið um að skráð séu "leirlög" í basaltinu við þær aðstæður þegar borhraði jókst skyndilega í stuttan tíma og litur á borsvarfi breyttist. Við athugun á jarðlögnum í grunni ofnhússins hinn 15. júní síðastliðinn, kom í ljós að þessi "leirlög" geta verið margs konar fyrirbæri og eru þessi þau helztu:

- a) Brattar sprungur
- b) Nær láréttar sprungur, fylltar lausu efni.
- c) Rauðleitt ummyndað berg, sem er mýkra.
- d) Mórena í djúpum geilum.
- e) Millilög í basaltinu (setlög - oftast rauð).

Hér á eftir er reynt að bera saman kjarnaholurnar og þær loftborsholur, sem boraðar voru á sama stað.

G-1 og G-2. Við þessar kjarnaholur var ekki borað með loftbor (sjá staðsetningu á meðfylgjandi mynd). Samkvæmt kjarnaboruninni var þarna frekar grunnt á basalt, (sjá myndir 2 og 3 sem eru úr skýrslu OS-ROD-7640, einnig fyrir holurnar, sem á eftir koma).

G-3 (C,13). Basalt byrjar í 3,4 m y.s., en er veðrað niður í 2,5 og var rippað niður í 2,9 m y.s. við byggingarframkvæmdirnar. Jarðvatnsborð er gefið í 2,9 m y.s. Tvær loftborsholur voru boraðar 30 cm sín hvoru megin við G-3 og í lýsingu á þeim eru talin vera mörg "leirlög", en þau eru sennilega að mestu sprungur í basaltinu, bæði brattar og nær lóðréttar, stundum fylltar lausu efni. Samsvörun milli kjarnaborunar og loftborunar er því allsæmileg.

G-4 (C,12). Hér er sagt að í 2,4 m y.s. byrji heillegt basalt, þ.e. sem gefur háa kjarnaheimtu. Í 0,7-0,3 m y.s. er basaltið dökkt, þ.e. ummyndað. Tvær loftborsholur voru boraðar sín hvoru megin við G-4. Byrja þær báðar í klöpp 2,9 m y.s., eða um 0,5 m hærra en í G-4. Í loftboruninni er basaltið efst kallað "laus klöpp" og sagt að "leirlög" séu í 1,9-1,4 m y.s. í syðri holunni, en í 0,8-0,5 í þeirri nyrðri. Undirritaður telur að þessi "leirlög" séu sprungur í basaltinu, þar sem kjarnaholan sýnir engin eiginleg leirlög eða önnur setlög á þessu dýpi. Samsvörun milli G-4 og loftboranna er því samileg.

G-5 (D,12+7000). Hér var þegar búið að steypa undirstöður mannvirkjanna, svo að ekkert sást í berglöggin, en samkvæmt kjarnaholunni átti heillegt basalt að byrja í 1,6 m y.s.

G-6 (E,13). Í kjarnalýsingunni er sagt að veðrað basalt byrji í 4,2 m y.s. niður í 3,9, síðan tekur við heillegt basalt, sem gefur 80-90% RQD kjarnaheimtu, sem þýðir að í 10-20% af lengd holunnar eru sprungurnar þéttar saman en 10 cm. Í 2,0-1,5 m y.s. er illa samlímt setlag, sem hefur RQD gildi 0. Þar fyrir neðan er bergið talið sprungið niður í ca. 1,0 m y.s. (sjá mynd 3 í skýrslu 7640). Tvær loftborsholur, 30 cm sín hvoru megin við G-6 sýndu millilagið í 1,5-2 m y.s. og auk þess mikið af öðrum "leirlögum" fyrir ofan og neðan, sem verður að telja sprungur í basaltinu, sem gefa öðruvísi svarf en heilt berg. Samsvörun milli kjarnaborunar og loftborunar er því góð.

G-7 (E,12). Í punktinum E,12 hafa verið steyptar undirstöður, en til hliðar í uppgreftrinum sézt að efsta basaltlagið, það sama og er efst í G-6 (E,14), endar snögglega (þ.e. nær lóðrétt) og við tekur hálf-samlímd mórena. Þetta er svipað og sézt á sniði C-C á mynd 2 í skýrslu 7640, þ.e. frá holu G-6 að G-5. Samkvæmt kjarnalýsingunni er steinn (?) í 3,7-3,4 m y.s. og síðan illa samlímd mórena, sem ekki skilar kjarna. Kjarnaholan hefur því lent utan við basaltlagið, en það endar nærri því lóðrétt eins og áður sagði.

Loftborholurnar, sem eru næst G-7 eru í 3,5 m og 1,5 m fjarlægð

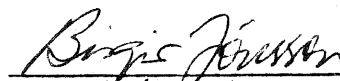
sitt hvoru megin, en ástand jarðlaganna getur gjörbreyzt á skemmri vegalengd þegar um er að ræða geilar niður í klöppina eins og hér. Sennilegt er að loftborsholurnar sunnan við G-7 (E,12), þ.e. í 1,5 m og 4 m fjarlægð, hafi lent fyrir utan mórenufylltu geilina og það sem kallað er í loftborslýsingunum alls kyns "leir" sé millilagið, sem er í 2 m y.s. í G-6 (E,14). Vegna halla jarðlaganna á þetta lag að vera hærra uppi er nær dregur G-7 (E,12). Sennilegt er að geilin með mórenunni í stefni nærri í A-V, þ.e. á G-5 (0,12+7000) og G-3 (C-13) og sé svipuð geilunum sem voru opnar í E,16 og G,16 þann 15. júní 1977. Ef mynd 2 úr skýrslu 7640 er athuguð, þá sézt að snið B-B sýnir þessa geil frá G-7 (E,12) gegnum G-5 og að G-3 (C-13) og snið C-C er þvert á geilina í G-5 (D,12+7000). Einnig má bera saman holu G-8 og G-7 og sézt þá að G-7 er í geilinni, en G-8 í basaltinu sunnan við (sjá þessar holur á sniðum A-A og B-B á mynd 2 og borholusnið á mynd 3 í skýrslu 7640).

G-8 (F,12+7000) er í um 5 m fjarlægð frá loftborsholum og sprengdum gryfjum í F,12¹ og F,13¹. Í kjarnalýsingunni frá G-8 er basalt sem gefur 70% RQD kjarnaheimtu niður í 2 m y.s. og þar er rautt millilag, sem skilar vel kjarna.

Samkvæmt loftborslýsingunni í F,12¹ er "hörð klöpp" niður að "rauðu leirlagi", sem er í ca. 2,4-2,7 m y.s. og er eflaust millilagið úr G-8, sem vegna halla jarðlaganna er hærra hér en í kjarnaholunni og í F,13¹, þar sem eru svipaðar aðstæður og "rautt leirlag" er nálægt 2 m y.s. Kjarnahola G-8 er því nákvæmlega í samræmi við loftborunina og það sem kom fram er sprengt var fyrir undirstöðunum.

Þar sem komið hefur í ljós í grunni ofnhúss járnblendiverksmiðjunnar að yfirborð basaltsins er mjög óreglulegt, þá þarf að bora þétt net af loftborsholum auk kjarnaborhola ef ráðgerðar eru fleiri stórframkvæmdir á Grundartanga. Þyrftu þessar boranir að fara fram áður en mannvirkjum er valinn staður.

Virðingarfyllst,


Birgir Jónsson.



ORKUSTOFNUN
Raforkudeild

JÁRNBLENDIVERKSMÍÐJAN GRUNDARTANGA
OFNHÚS 1:500
Staðsetning borhóla

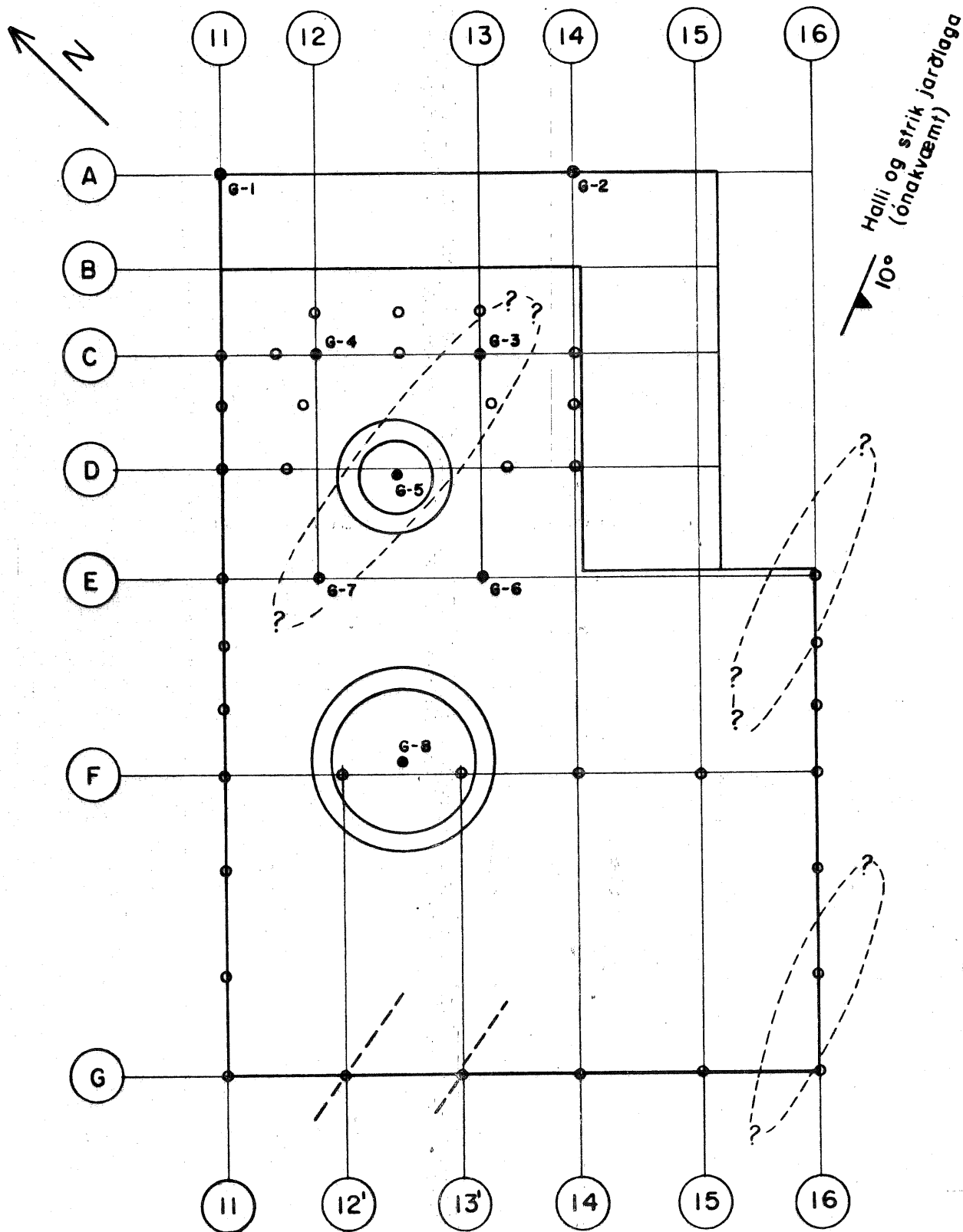
'78-01-18. B.J./Ó.D.
T. 477
B - Ým
F. 16595

- Kjamahola
- Loftborhola

sprungur

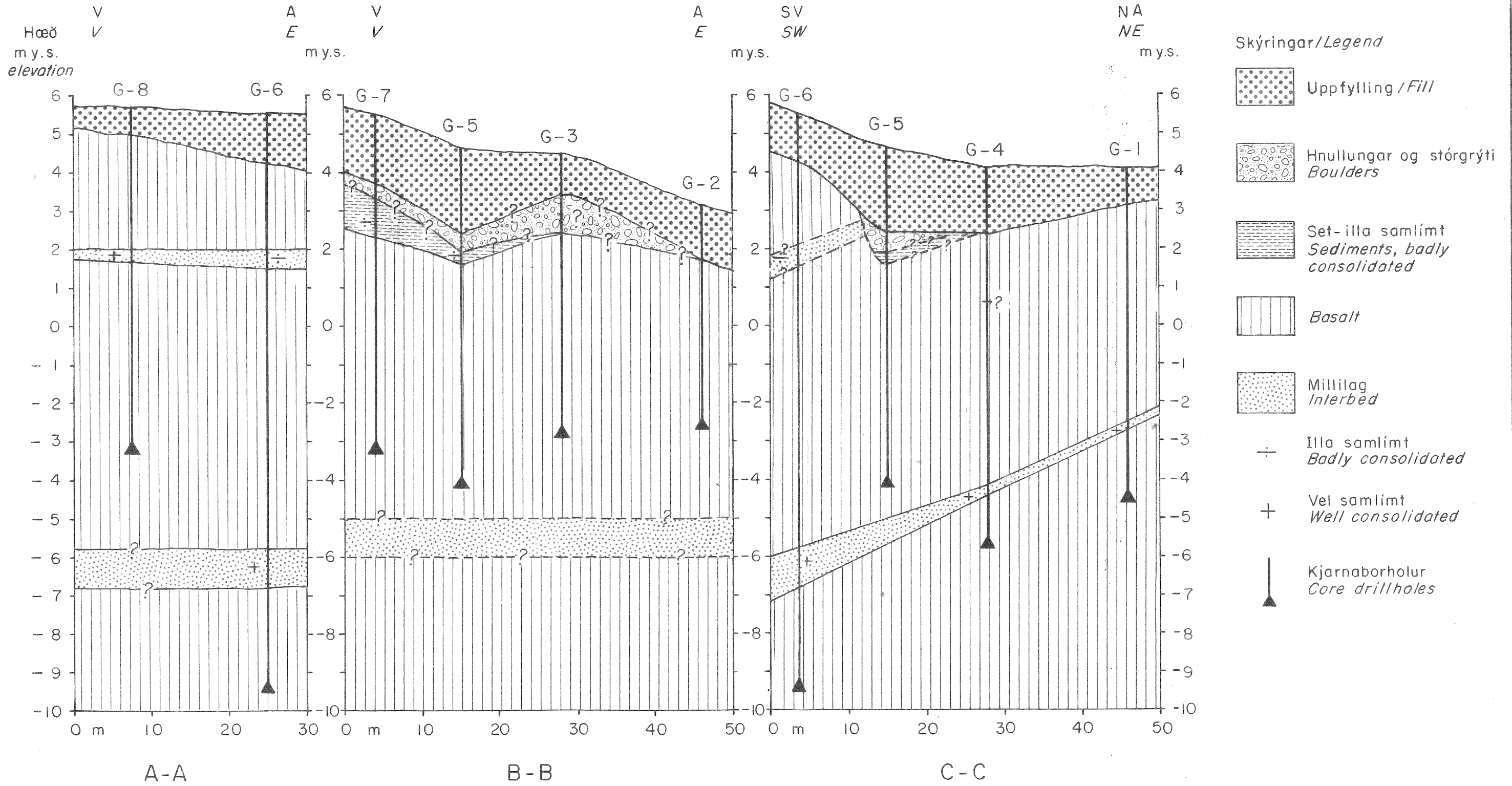
Geilar fylltar mórenu

Mynd I.



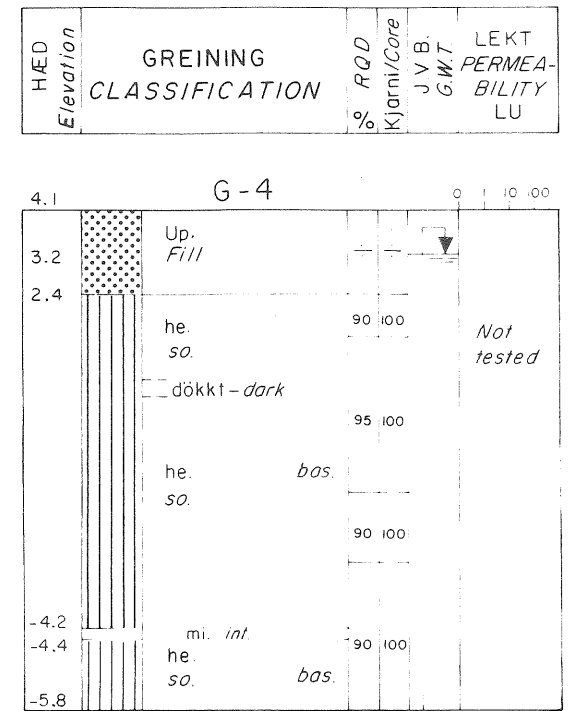
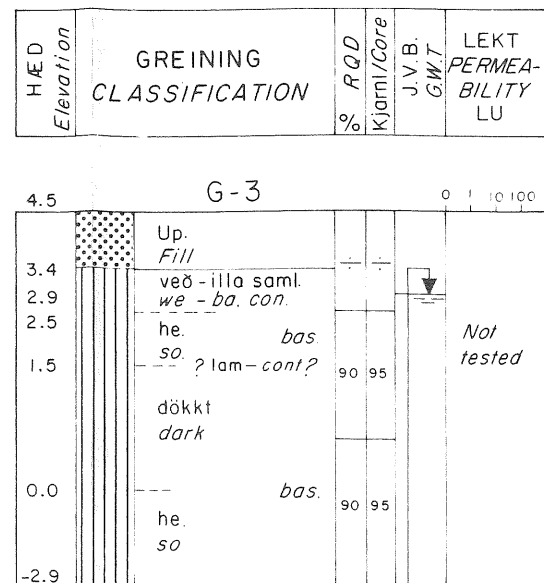
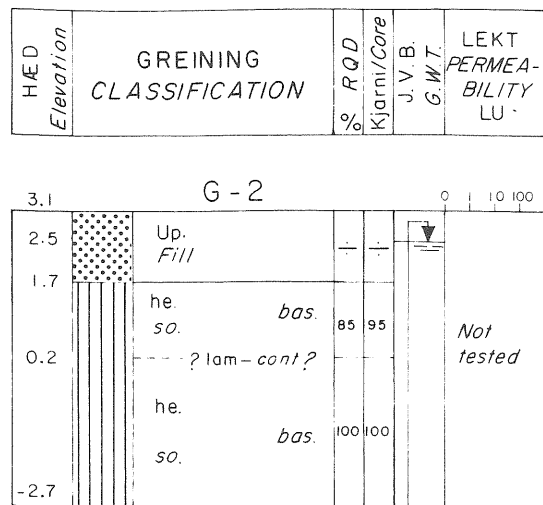
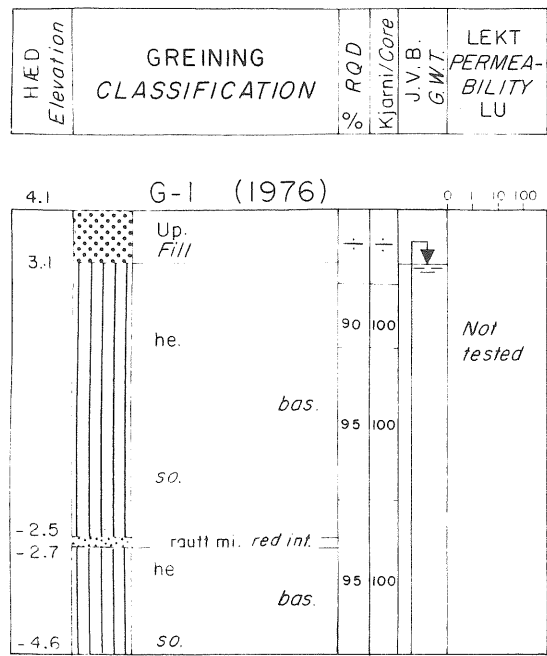
0m 5 10 15 20

Mynd 2
Fig. 2



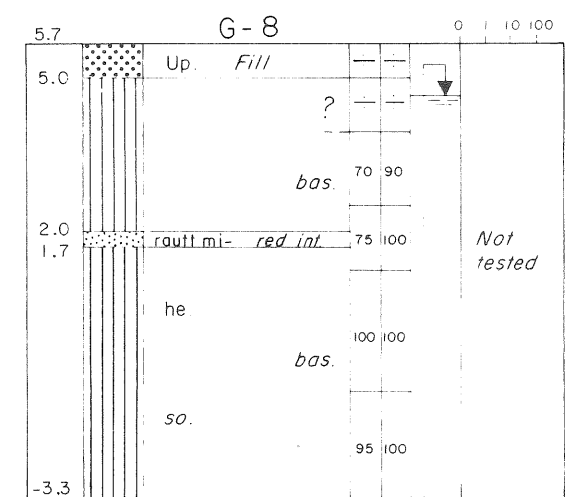
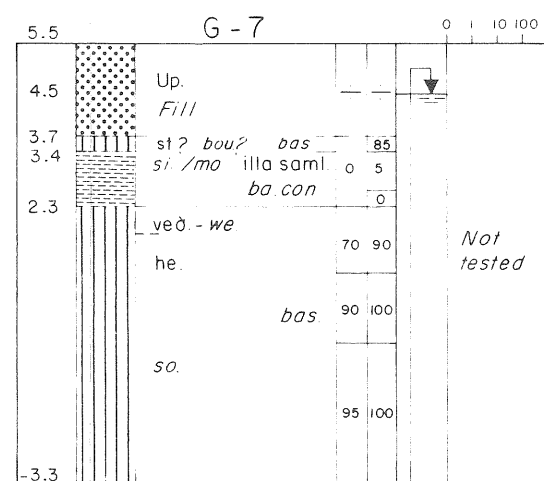
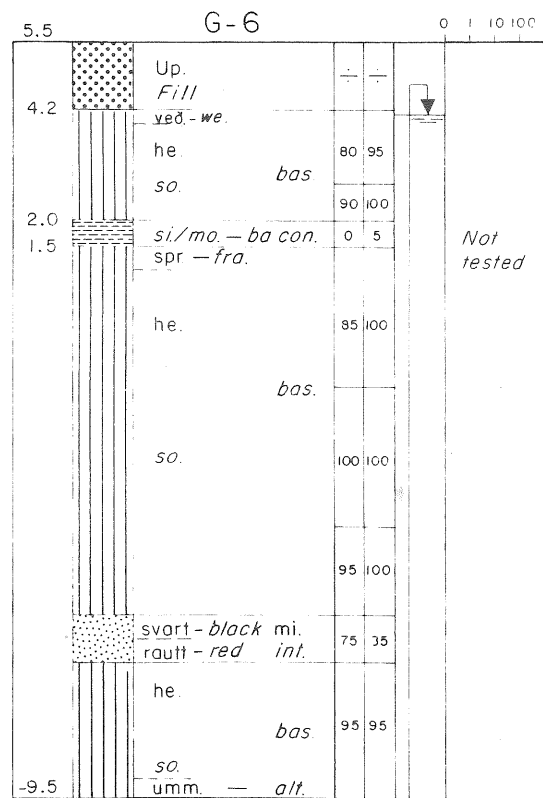
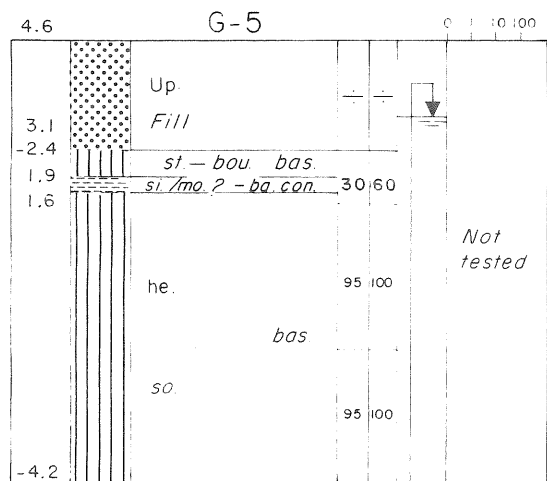
Depth
Dýpi

0
5
10



Depth
Dýpi





0
5
10



SKAMMSTAFANIR / ABBREVIATIONS:

alt: altered	mo: moraine / mórena
ba: badly	saml: samlikt
bas: basalt	si: siltstone / siltsteinn
bou: boulders	so: sound
con: consolidated	spr: sprungið
cont: contact	st: steinar
fra: fractured	umm: ummyndað
he: heillegt	up: uppfylling
int: interbed	veð: veðrað
lam: lagamót	we: weathered
mi: millilag	

SKÝRINGAR / LEGEND

-  Uppfylling / fill
-  Set, siltsteinn. eða mórena?
Sediments, siltstone or moraine?
-  Basalt
-  Millilag
Interbed

Mynd 3
Fig.

ÍSL. JÁRNBLENDIFÉLAGIÐ.

ORKUSTOFNUN

GRUNDARTANGI
Borholusnið 1976 G-1 til G-8
Borhole Logs

76-09-10. B.J/ÓD Tnr. 2
B - 1 Fnr. 14615