

Björn A. Harðarss
84/01



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

REININGARSTOFN
1984

SULTARTANGAVIRKJUN

Botnrásarskurður

Samanburður á berggæðamati
í borholum og skurði

Björn A. Harðarson

OS-84/01 BAH

Mars 1984

ORKUSTOFNUN Vatnsorkudeild
Mannvirkjajarðfræði

Greinargerð

SULTARTANGAVIRKJUN
Botnrásarskurður
Samanburður á berggæðamati
í borholum og skurði

Björn A. Harðarson
OS-84/01 BAH Mars 1984

1 INNGANGUR

Hér er gerð grein fyrir niðurstöðum verkpáttar 1.12 Loggun í botnrásarskurði samkvæmt verksamningi Orkustofnunar og Landsvirkjunar um virkjunarrannsóknir sem undirritaður var 31. maí 1983.

Markmið þessa verkpáttar í samningnum var "samanburður á berggæðum eins og þau voru metin í borholum SF-3, SF-17 og SF-23 og hvernig þau mælast í botnrásarskurði, þegar hann hefur verið sprengdur".

2 BERGGÆÐAMAT Í BORHOLUM

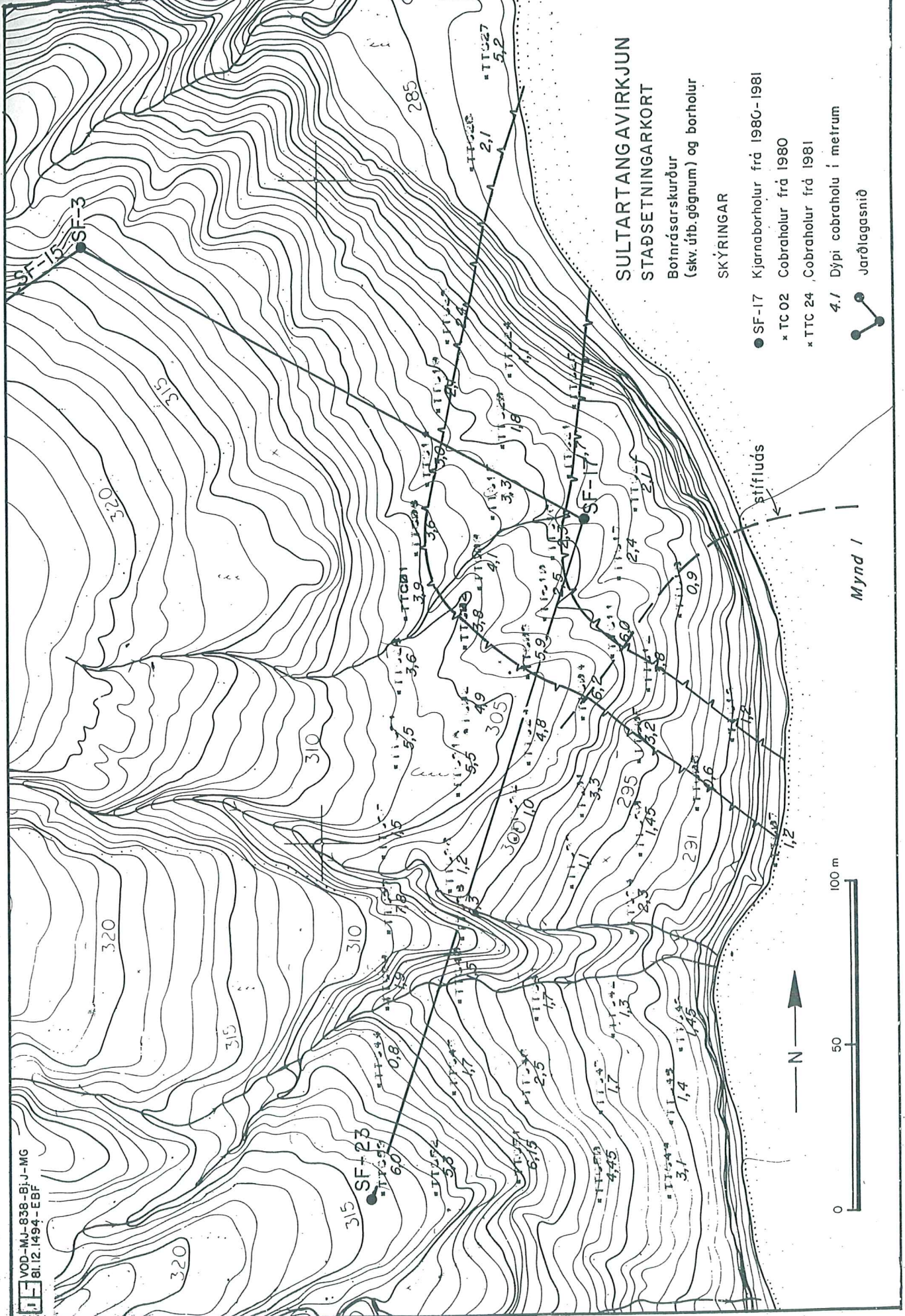
Kjarninn í fyrrnefndum borholum var greindur samkvæmt norska berggæðamatskerfinu (Q-kerfinu) og voru niðurstöður matsins birtar í skýrslum Orkustofnunar: Sultartangavirkjun. Stíflustæði. Jarðfræðirannsóknir 1981, (des 1981) og Sultartangavirkjun. Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir á svæði jarðganga og stöðvarhúss í Sandafelli 1981, (OS82124/VOD17, des. 1982).

Á mynd 1 er staðsetning holanna sýnd ásamt núverandi botnrásarskurði. Mynd 2 sýnir borholusnið og á mynd 3 er jarðlagasnið í gegnum holurnar ásamt lauslegri staðsetningu skurðar í sniðinu.

Botnrásarskurðurinn er að mestu leyti sprengdur í basalt sem er efsta basaltlagið í borholu SF-17 (13,7 m á þykkt í borholusniði) og SF-3 og næst efsta basaltlagið í SF-23 (sjá mynd 3). Þetta basalt er yfirleitt fremur ferskt og heillegt í borholunum, smákornótt og með 2-3% díla. Örðugt reyndist að flokka það til ákveðinnar basaltgerðar en hér er það kallað "þóleiít" basalt til einföldunar.

Kargabergið undir "þóleiít" basaltinu, sem fram kemur í öllum borholunum (um 6 m á þykkt í SF-17), er einnig í skurðinum. Þetta kargabergslag er hluti af þykku dílabasaltlagi sem er undir og kemur það einnig fram í öllum holunum. Þétti og stuðlaði hluti dílabasaltsins kemur ekki fram í skurðinum nema sem pokar eða linsur af brotnu bergi í karganum á afmörkuðu svæði neðst í austurbakka norðurenda skurðar. Eins og sést á myndum 1 og 3 er borhola SF-17 næst skurðinum og því mest á henni að byggja við allan samanburð.

Í töflu 1 eru gefin Q-gildi þessara þriggja jarðlaga í borholunum þremur. Q-gildin hafa verið samræmd og eru samanburðarhæf innbyrðis. Í töflunni sést að gildin milli borhola eru svipuð fyrir sama jarðlag. "þóleiít" basaltið fær Q-einkunn 6,2 - 7,8, kargabergið 0,3 - 0,4 og dílabasaltið 4,7 - 6,8.



VOD-MJ-838-BJ-J-MG
 B1.12.1494-EBF

**SULTARTANGAVIRKJUN
 STADSETNINGARKORT**

Botnráðsarskurður
 (skv. úfb. gögnum) og borholur

SKÝRINGAR

- SF-17 Kjarnaborholur frá 1980-1981
- * TC02 Cobrahólur frá 1980
- * TTC 24 Cobrahólur frá 1981
- 4.1 Dýpi cobrahólu í metrum

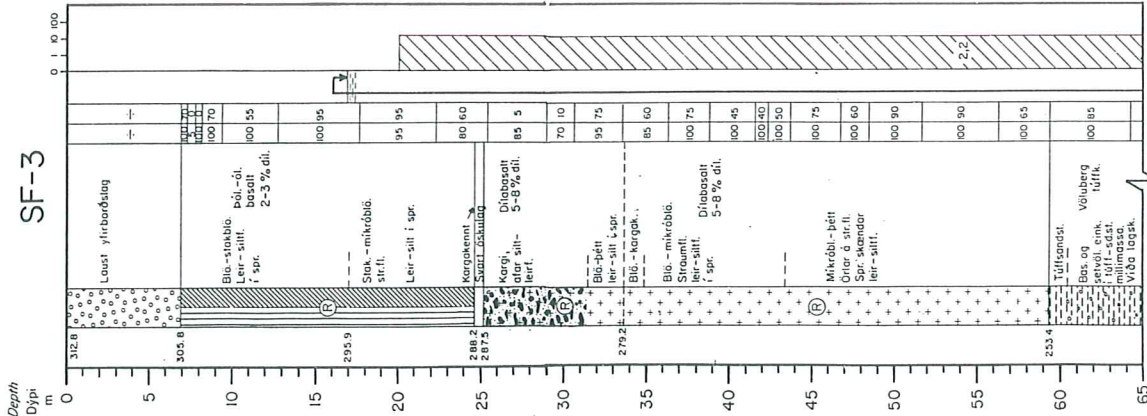
Jarðlagasnið

Mynd 1

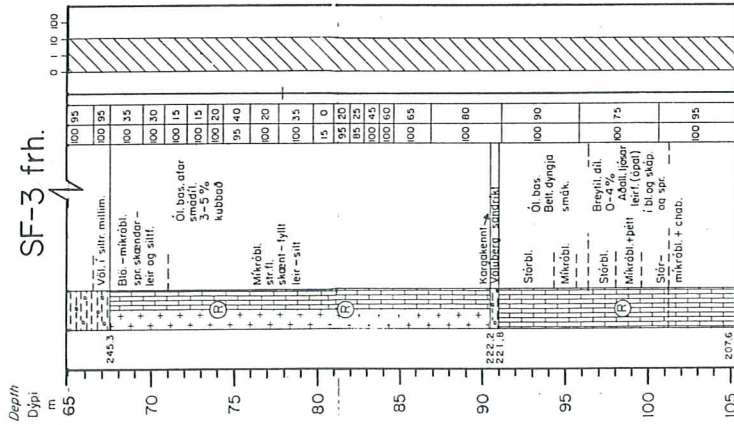


VOD-MJ. 838. B.I
B.I.I. 1445-EBF

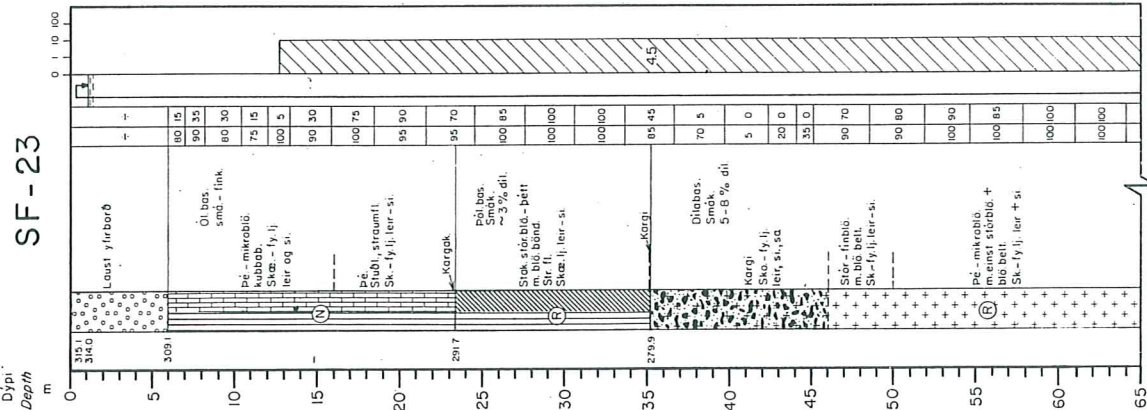
| GREINING CLASSIFICATION | Kjarni/Corr% | JVB GWT | LEKT PERMEABILITY LU |
|-------------------------|--------------|---------|----------------------|
| HÆD | | | |
| Eivöðun | | | |



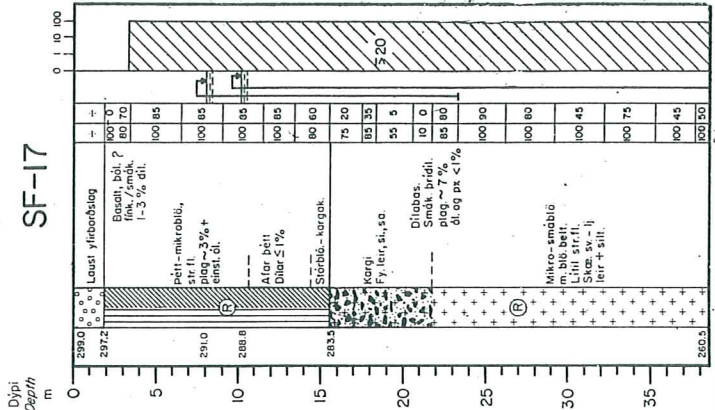
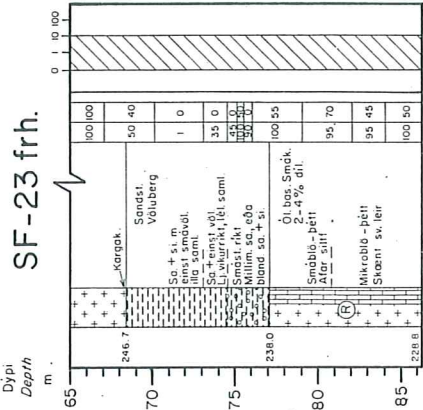
| GREINING CLASSIFICATION | Kjarni/Corr% | JVB GWT | LEKT PERMEABILITY LU |
|-------------------------|--------------|---------|----------------------|
| HÆD | | | |
| Eivöðun | | | |



| GREINING CLASSIFICATION | Kjarni/Corr% | JVB GWT | LEKT PERMEABILITY LU |
|-------------------------|--------------|---------|----------------------|
| HÆD | | | |
| Eivöðun | | | |

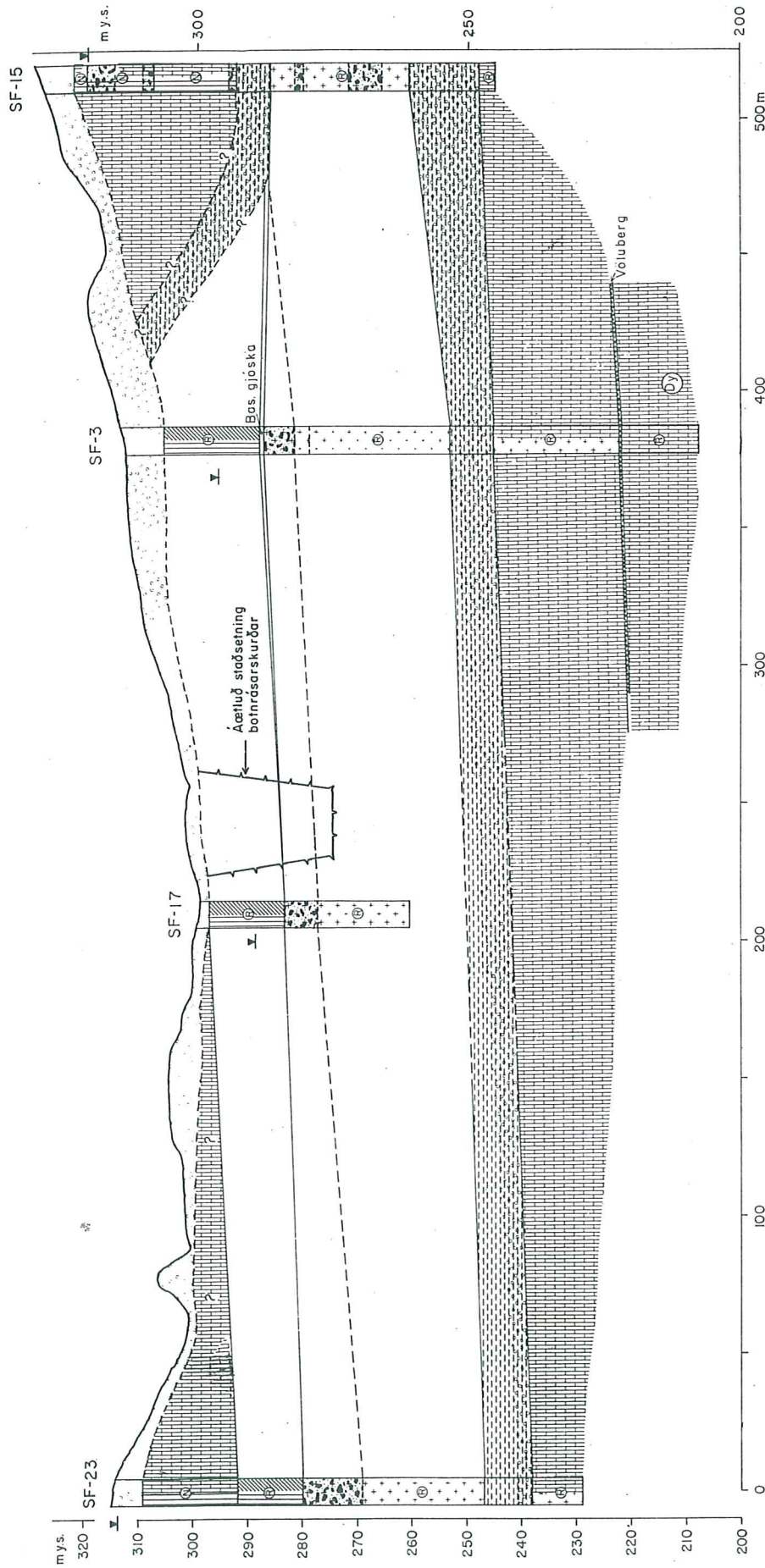


| GREINING CLASSIFICATION | Kjarni/Corr% | JVB GWT | LEKT PERMEABILITY LU |
|-------------------------|--------------|---------|----------------------|
| HÆD | | | |
| Eivöðun | | | |



SULTARTANGAVIRKJUN
Snið af borholu SF-3, SF-23 og SF-17
Staðsetning sjá mynd 1
Skýringar sjá mynd 3

Mynd 2



SKÝRINGAR

| | | | | | |
|--|-------------------------------------|--|--------------------|--|------------------|
| | Laust yfirborðslag | | Dýlabasalt | | Dyngjubasalt |
| | "Millistígs" basalt (flakkun áljós) | | Kargi | | Rétt segulstefna |
| | Ölivin-basalt | | Sand-og siltsteinn | | Öfug segulstefna |
| | Þóleit-basalt | | Völuberg | | Grunnvatnsborð |

SF-17

| | |
|--|--------------------|
| | Borholusnid |
| | Jarðlagaskil |
| | Öviss jarðlagaskil |

SULTARTANGAVIRKJUN
 SVÆÐI BÖTNRÁÐARSKURÐAR OG INNTAKS
 Jarðlagasnid

Staðsetning, sjá mynd 1 Mynd. 3

Megin ástæðan fyrir hinu lága Q-gildi kargabergsins er lágt RQD (10-15%). RQD "þóleiítsins" í holunum er 75-95% og dílabasaltsins 70-90%. Q-einkunnir basaltlaganna eru meðal þeirra betri sem mælst hafa í borholum Sandafells.

TAFLA 1 Berggæðamat í borholum SF-3, SF-17 og SF-23

| | | "þóleiít" basalt | Kargaberg | Dílabasalt |
|-------|------|------------------|-------------|--------------|
| SF-23 | kóti | 291,7-279,9 | 279,9-268,7 | 268,7-246,7 |
| | Q | 7,8 | 0,3 | 6,8 |
| SF-17 | kóti | 297,2-283,5 | 283,5-277,4 | 277,4-holub. |
| | Q | 6,6 | 0,4 | 4,7 |
| SF-3 | kóti | 305,8-288,2 | 288,2-281,3 | 281,3-253,4 |
| | Q | 6,2 | 0,3 | 4,8 |

ATH: Við útreikninga á Q-gildum er $J_w=0,66$ og $S_{RF}=1,0$

3 BERGGÆÐAMAT Í SKURÐI

Þann 19.05. 1983 fór undirritaður við annan mann í dagsferð að Sultartanga þeirra erinda að framkvæma berggæðamat í botnrásarskurði. Skurðurinn er um 25 m djúpur þar sem hann er dýpstur og er hann að mestu leyti í fyrrnefndu "þóleiít" basaltlagi en einnig í kargabergs- og dílabasaltlagi sem eru undir "þóleiítinu" (sjá mynd 4).

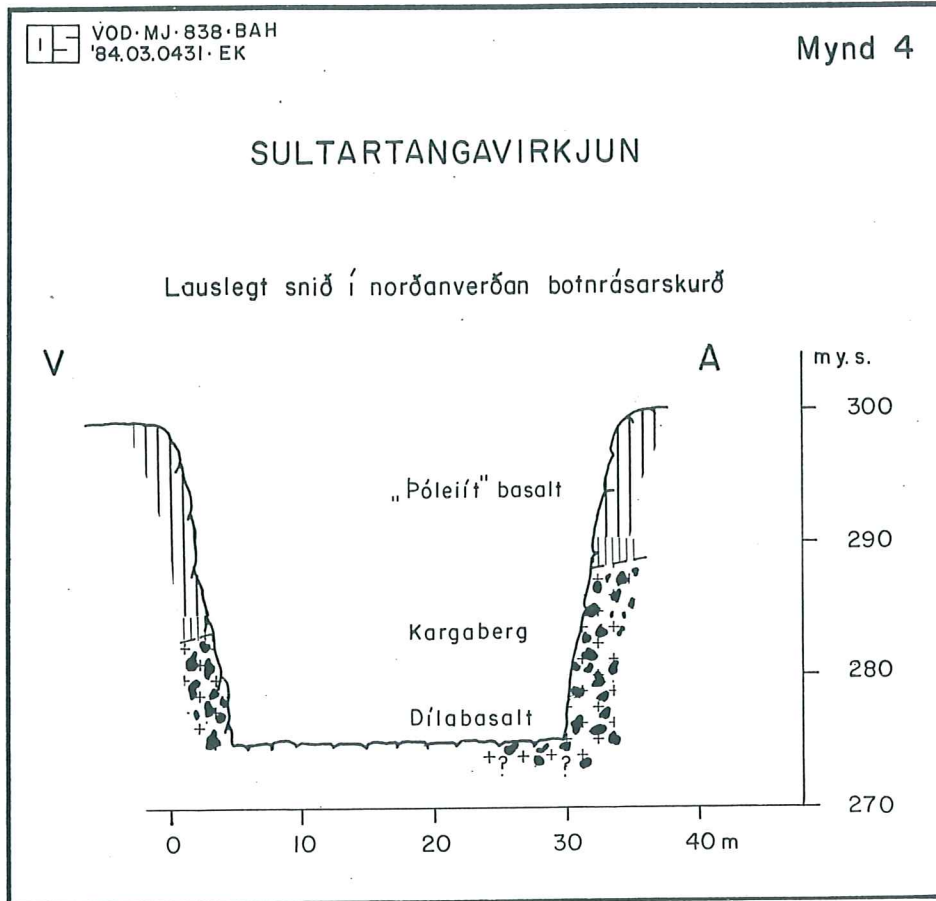
"þóleiít" basaltið er jafnan stórstuðlað og 5-15 m þykkt í veggjum eftir því hvar er í skurðinum. Basaltið er yfirleitt þétt, fersklegt og einsleitt. Stuðlastærð (lárétt fjarl. milli stuðlasprungna) er frá 2-3 m niður í 40-50 cm en algengasta stærðin er 60-80 cm. Ósprungnir stuðlafletir eru allt að 3 m á hæð sums staðar. Fletirnir eru yfirleitt bylgjóttir og fremur sléttir en þó eru "meitilför" algeng. Sprungufyllingar eru fátíðar en helst er um að ræða örþunn, ósamfelld skæni af ljósbrúnu silti á sprunguflötum. Neðsti hluti basaltsins (1-3 m) er sums staðar verulega sprunginn ("pokar af brotnu bergi ganga upp í lagið"). Í vesturveggnum eru neðri mörk basaltsins jafnan regluleg en mun óreglulegri í austurvegg. Bergið stendur lóðrétt í veggjum en víða voru veggir illa hreinsaðir ("skrotaðir") og stór og lítil stuðlabrot stóðu sums staðar tæpt í veggjunum.

Undir "þóleiítinu" er misþykkt kargaberg (allt að 8 m þykkt í veggjum) sem sums staðar er laust í sér en annars staðar betur samlímt og þétt. Kargabergið er því nokkuð misleitt en stóð yfirleitt vel í skurðveggjum.

Kargabergið er að mestu leyti hluti af þykku dílabasaltlagi sem í sést á afmörkuðu svæði allra nyrst í skurðinum að austanverðu. Þar er um að ræða efra borð dílabasaltsins og kemur það fram sem afmarkaðir pokar eða linsur af brotnu bergi með karga allt um kring. Þetta og stuðlaða dílabasaltið sem fram kemur í borholunum sést því ekki í skurðinum.

Syðsti hluti skurðar (suðaustan lokuvirkis) er nær allur í "þóleiít" basaltinu. Á mynd 4 er sýnt langsníð í norðanverðan botnrásarskurðinn þar sem öll þrjú framangreind jarðlög sjást. Með því að bera saman myndir 3 og 4 er ljóst að þær jarðfræðilegu aðstæður sem áætlaðar voru á skurðstæðinu út frá borholum eru svipaðar þeim er í ljós komu í skurðinum. Hér verður ekki farið nánar út í þann samanburð.

Lauslegar sprungumælingar fóru fram á nokkrum stöðum í skurðinum. RQD var metið eftir ljósmyndum en aðrir þættir Q kerfisins metnir á vettvangi. Niðurstöður eru í töflu 2 og þar sést að meðal Q-gildi stórstuðlaða "þóleiítsins" er 16 en sprungni, neðsti hluti þess fær $Q = 7$. Meðal Q-gildi kargabergsins er áætlað 0,9. Þess skal getið að mæli-línur í skurði voru sumar lóðréttar til samræmis við borholur.



TAFLA 2 Berggæðamat í botnrásarskurði

| | Meðal RQD (%) | Meðal Q |
|--------------------------|---------------|---------|
| stórstuðlað | 100 | 16 |
| "Póleiít" | | |
| * sprunginn neðsti hluti | 50 | 7 |
| Kargaberg | 30 | 0,9 |

ATH: Við útreikninga á Q-gildum er $J_w=0,66$ og $SRF=1,0$

4 SAMANBURÐUR Á Q-GILDUM Í BORHOLU OG SKURÐI

Í töflu 3 eru borin saman Q-gildi berggerðanna þriggja annars vegar úr borholu SF-17 og hins vegar gildin sem fengust við mælingar í skurði.

TAFLA 3 Q-gildi í borholu SF-17 og skurði

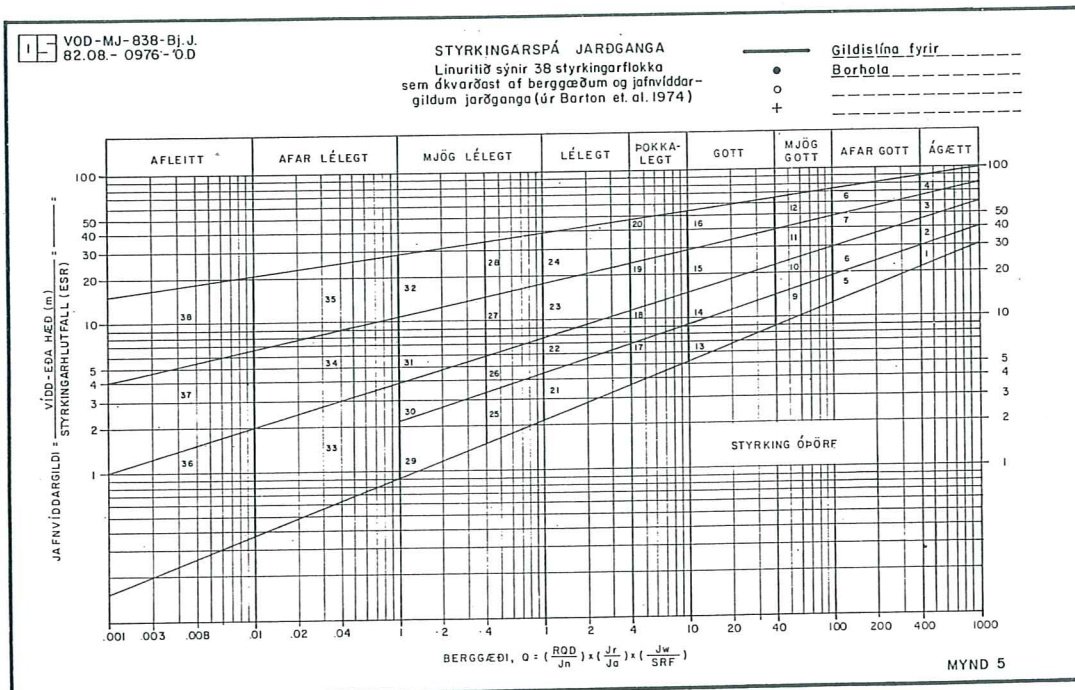
| | Q-gildi í borholu SF-17 | Q-gildi í skurði |
|------------------|----------------------------|---------------------|
| "Póleiít" basalt | 6,6 | 14 |
| Kargaberg | 0,4 | 0,9 |
| Dílabasalt | 4,7 | |

Niðurstaðan er sú að Q-gildin úr mælingum í skurði eru rúmlega tvisvar sinnum hærri en samsvarandi gildi úr borholu SF-17. Ástæður fyrir þessum mun eru tvær. Annars vegar er gildið á Ja = 2,0 fyrir basaltið í borholumatinu en 1,0 í skurðmati. Þetta veldur helmings hækkun á mati basaltsins í skurði miðað við mat á kjarna úr borholu SF-17. Hin ástæðan er sú að RQD gildin í skurði mældust hærri en í borholukjarnanum. Ef reiknað er með sömu Ja gildum basalts í borholu og skurði verður lítil munur á Q-gildunum. Munurinn á Q-gildum kargabergsins er eingöngu vegna hærri RQD gilda í skurði.

Það er því ljóst í þessu tilviki, að Q-gildi mæld í borkjarna eru mun lægri en gildi fengin með mælingum í ferskum opnum í sama bergi. Þessar niðurstöður gefa til kynna að tvöfalda megi öll Q-gildi borkjarna úr Sandafelli í fersku basalti (þar sem Ja = 2), til þess að þau gefi réttari mynd af raunverulegum aðstæðum. Ennfremur virðist óhætt að tvöfalda borholumat kargabergs sem er svipað því sem hér um ræðir. Í annan stað má segja að stærð Q-gilda skipti ekki meginmáli heldur það að þau séu sambærileg milli jarðlaga, borhola og svæða.

Tölugildi Q-einkunna fara fyrst að skipta máli þegar styrkingarspárlínurit eru notuð (sjá mynd 5). Einn þáttur í notkun þesskonar línurits hefur verið nokkuð óljós þegar um er að ræða opna skurði eða stöðvarhússgrunna (tímabundið eða varanlega), en það er tölulegt gildi á stuðlinum ESR (styrkingarhlutfall). Í umræddu tilviki er um að ræða 25 m djúpan og varanlegan skurð. Skurðveggir voru styrktir með

ásprautun og neti, sem sennilega var gert til að koma í veg fyrir út-
skolun og rof á kargaberginu og varna hrúni úr "póleiit" basaltinu. Ef
ESR gildið er bakreiknað fyrir þetta tilvik kemur út u.þ.b. 5. Þetta
bendir til þess að ESR gildi fyrir varanlega aðrennslisskurði skuli
vera af stærðargráðunni 5. Út frá þessu má einnig áætla ESR gildi
fyrir frárennsliskurði (ca. 6,5) og stöðvarhúsgrunna (ca. 12).



HEIMILDIR

Barton, N., Lien, R. og Lunde, J. 1974: Analysis of rock mass quality and support practice in tunneling and a guide for estimating support requirements. NGI, Rep. 54206, 74 p.

Björn A. Harðarson 1983: Kjarnagreining og sýnataka. Endurskoðuð vinnulýsing. Greinargerð OS-83/01BAH, 27 s.

Björn Jónasson o. fl. 1981: Sultartangavirkjun. Stíflustæði. Jarðfræðirannsóknir 1981. Greinargerð OS-81/02BjJ,PP,MG,H1B,BB, 69 s.

Björn Jónasson o. fl. 1983: Sultartangavirkjun. Jarðfræði- og grunnvatnsrannsóknir á svæði jarðganga og stöðvarhúss í Sandafelli 1982. OS-83014/VOD-08 B, 84 s.