

SKILAGREIN

BLÖNDUVIRKJUN
Frárennslisgöng og stöðvarhús
Bergtækni

Björn A. Harðarson

OS82127/VOD57 B

Desember



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

SKILAGREIN

BLÖNDUVIRKJUN **Frárennslisgöng og stöðvarhús** **Bergtækni**

Björn A. Harðarson

OS82127/VOD57 B

Desember 1982

EFNISYFIRLIT

	BLS.
INNGANGUR	3
1. FRÁRENNSLISGÖNG	3
1.1 Berggæðamat	5
1.2 Styrkingaspá og vinnsluhæfni	6
1.3 Stöð 015-600 Þóleiftsyrpa II	6
1.4 Stöð 600-1430 Blandsyrpa I	9
1.5 Stöð 1430-1700 Þóleiftsyrpur I og II	10
1.6 Misgengisbreksfa	11
1.7 Berggangar	11
1.8 Styrkingaflokkar	12
1.9 Vatnsleki	13
2. STÖÐVARHELLIR	14
2.1 Berggæðamat og styrkingaspá	14
2.2 Vinnsluhæfni	15
2.3 Bergtæknilegar mælingar	16
HEIMILDARSKRÁ	18
VIÐAUKI: Niðurstöður brotbolsprófa	35
<u>TÖFLUR</u>	
1 Þykktir og hlutföll berggerða á frárennslisgangaleið	4
2 Niðurstöður Q-mats. Frárennslisgöng	5
3 Áætlaðir styrkingaflokkar. Frárennslisgöng	13
<u>MYNDIR</u>	
1 Staðsetninga- og jarðfræðikort	19
2 Frárennslisgöng. Langsnið jarðlaga	21
3 Samband jarðlagabykktar og "lagspannar"	23
4 Niðurstöður berggæðamats	24
5 Styrkingaspá jarðganga - Frárennslisgöng	25
6 Langsnið jarðlaga milli stöðva 015 og 090	26
7 Langsnið jarðlaga milli stöðva 215 og 290	27
8 Langsnið jarðlaga milli stöðva 590 og 660	28
9 Langsnið jarðlaga milli stöðva 960 og 1030	29
10 Langsnið jarðlaga milli stöðva 1395 og 1470	30
11 Stöðvarhússstæði. Langsnið X3A-X3B	31
12 Styrkingaspá jarðganga - Stöðvarhús	32
13 Stöðvarhús. Þversnið A-A og B-B.	33

INNGANGUR

Skilagrein þessi er unnin fyrir Landsvirkjun og er framhald af skilagrein Orkustofnunar OS82122/VOD 56B. Hér er gerð grein fyrir þeim berggerðum sem verða á leið frárennslisganga og í stöðvarhúshvelfingu Blönduvirkjunar. Birtar eru niðurstöður berggæðamats og gerð grein fyrir áætlaðari þörf og gerð bergstyrkinga í frárennslisgöngum og stöðvarhúsi. Reynt er að meta vinnslueiginleika þeirra jarðmyndana sem vænta má við mannvirkjagerðina og stuttlega fjallað um bergtæknilegar mælingar sem æskilegt er að framkvæma meðan á útgreftri stöðvarhellisins stendur.

1 FRÁRENNSLISGÖNG

Frárennslisgöng Blönduvirkjunnar verða um 1700 m löng og 5,8 m á hæð og breidd (skeifulaga). Göngin verða að mestu lárétt (gólf í 111,5 m y.s.) en ystu 50 m hallar lítillega upp þannig að gólf gangaops verður í 116 m y.s. Ekki er gert ráð fyrir fríu vatnsborði í göngunum. Á mynd 1 er sýnd staðsetning ganganna og á mynd 2 er sýnt langsnið jarðlaga á gangaleiðinni. Skipta má göngunum gróflega í þrjá hluta eftir því í hvaða jarðlagasýrpum þau liggja:

- | | |
|---------|---|
| 1.hluti | Stöð 015-600 (sjá mynd 2)
Þóleiftsyrpa II. |
| 2.hluti | Stöð 600-1430
Blandsyrpa I. |
| 3.hluti | Stöð 1430-1700
Þóleiftsyrpa I og II. |

Almennar lýsingar á jarðlagasýrpunum má finna í skilagrein Orkustofnunar OS82121/VOD55B. Eins og sést á myndum 1 og 2 er berggrunnurinn mjög brotinn (nánari umsögn í fyrirnefndri skýrslu) og óvíst er um legu og stærð flestra misgengja þannig að erfitt er að rekja nákvæmlega um langan veg í hvaða berglagi eða lögum jarðgöngin liggja.

Samkvæmt mælingum er jarðlagahalli á svæðinu u.þ.b. 8° í stefnu 240°. Halli jarðlaga í stefnu ganganna (215°) er því tæplega 6° (5,8°). Í gangabversniði hallar jarðlögunum um 3° til vesturs. Þetta þýðir að göngin skera mjög mörg jarðlög undir u.þ.b. 6° horni. Að öllu jöfnu er mun betra að vinna jarðgöng á móti jarðlagahalla (í þessu tilviki frá stöðvarhúsi út að farvegi Blöndu) heldur en að vinna með jarðlagahalla. Ekki er vitað hve stór hluti ganganna verður unninn á móti jarðlagahallanum en að þessu leyti er æskilegt að hann verði sem mestur.

Út frá upplýsingum úr borholum BV-12,13,14,22 og 27 má reikna þykktir og hlutföll berggerða fyrir hverja jarðlagasýrpu fyrir sig. Þessar upplýsingar eru teknar saman í töflu 1. Þar kemur m.a. fram að basaltlögin eru töluvert þykkari í Blandsyrpu I (dílabasalt) en í Þóleiftsýrpunum

tveimur. Ennfremur að hlutur setlaga er mun meiri í Blandsyrpu I (29%) en í Þóleiftsyrpunum (5 og 14%). Aftur á móti er hlutur kargabergs minni í Blandsyrpunni (10%) en í Þóleiftsyrpunum (32 og 21%). Eins og fram kemur í töflunni má gera ráð fyrir að á gangaleiðinni verði basalt um 60%, kargaberg um 20% og setlög nálægt 17%. Giskað er á að misgengisbreksfa verði 1,5% af gangaleiðinni. Þar sem meðalþykkt basalts er aðeins 4-5 m og kargabergs- og setlög þaðan af þynnri er ljóst að í gangabversniði verður berg blandað að miklum hluta.

TAFLA 1. Þykktir og hlutföll berggerða*

Berggerð;		Basalt	Kargaberg	Setlög	Misgengis- breksfa	Berg- gangar
Hám.þykkt	Þól II	7,0	5,4	2,0	3,0?	?
	Bland I	10,8	3,4	6,5	-	-
	Þól I	6,5	2,0	1,7	-	-
Lágm.þykkt	Þól II	1,4	0,5	0,1	0,1?	-
	Bland I	1,2	1,0	0,6	-	-
	Þól I	3,0	0,5	0,7	-	-
Meðalþykkt	Þól II	3,6	1,7	0,8	1,5?	-
	Bland I	5,0	1,9	2,6	-	-
	Þól I	4,1	1,2	1,2	-	-
Þykktarhlutf.	Þól II	63%	32%	5%	?	-
	Bland I	61%	10%	29%	-	-
	Þól I	65%	21%	14%	-	-
Hlutur berggerða í langsníði ganga		61%	20%	17,5%	1,5%**	?

* Þykktir eru byggðar á mælingum á borkjörnum frá borholubilum á og í nágrenni jarðgangaleiðar.

** Ef gert er ráð fyrir að breksfa í misgengjum sé 1,5 m á þykkt verður hlutur hennar á gangaleiðinni 1,5 % miðað við þau 17 misgengi sem sýnd eru á mynd 1.

Annað sem vert er að minnast á er að skil milli basalts og kargabergs eru mjög óregluleg og þykktir beggja berggerða geta breyst mjög mikið frá einu þversniði til annars þó að aðeins örfáir metrar séu á milli. Þetta hefur óneitanlega mikil áhrif á vinnsluhæfni á hverjum stað. Samkvæmt mynd 2 má gera ráð fyrir að göngin fari í gegnum alls um 30 jarðlög. Vegna misgengja fara göngin oftast en einu sinni í gegnum sum jarðlög.

Á mynd 3 er sýnt samband jarðlagabykktar og þeirra vegalengdar sem gert er ráð fyrir að hvert lag spanni í jarðgöngunum ("lagspönn"). Reiknað er með jarðlagahalla 5,8°, föstum þykktum í stefnu ganga og engum misgengjum.

1.1 Berggæðamat

Borkjarni úr borholum BV-12,13,14,22 og 27 var greindur samkvæmt norska berggæðamatskerfinu og hverju berglagi gefið svokallað Q-gildi sem er mælikvarði á gæði bergsins til jarðgangagerðar. Snið af fyrrnefndum borholum á og í nánunda við gangaleiðina ásamt niðurstöðum berggæðamatsins er sýnt á mynd 4. Niðurstöður varðandi Q-matið eru dregnar saman í töflu 2.

TAFLA 2 Niðurstöður Q-mats

	Þóleiftsyrpa II	Blandsyrpa I	Þóleiftsyrpa I
Basalt			
Q-svið	2,1-7,8	1,7-7,9	0,8-1,5
Meðal Q	4,6	6,7	1,1
Kargaberg			
Q-svið	2,1-7,4	1,4-7,8	2,0-4,9
Meðal Q	4,1	6,0	4,4
Setlög			
Q-svið	0.8-2,8	0.3-1.4	0,4-0,6
Meðal Q	1,0	1,0	0,5

Helstu niðurstöður eru þær að flest basaltlögin fá Q-gildi frá 3 til 7,5 ("þokkalegt" berg) nema í borholu BV-14 þar sem basaltið (þóleiftsyrpa I) er mjög mikið brotið og Q-gildið aðeins um 1,0 að meðaltali ("lélegt" berg) (sjá myndir 4 og 5). Ennfremur eru Q-gildi basaltsins í BV-27 fívið lægri en víðast annarsstaðar. Dýlabasaltið í Blandsyrpu I fær yfirleitt hærri einkunn en basaltið í Þóleiftsyrpu II.

Kargabergið fær svipaða einkunn í Þóleiftsyrpu II og Blandsyrpu I en þar fá flest lögin Q-gildi milli 4 og 7 ("þokkalegt" berg). Kargabergið í Þóleiftsyrpu I (BV-14) fær aftur á móti mun lægri einkunn en þar eru þessi lög yfirleitt þunn (< 2m). Setlögin fá flest svipaða einkunn eða í kringum 1,0 (mörk "lélegs" og "mjög lélegs" bergs).

Þó ekki sé sýnd nein misgengisbreksía á borholusniðunum á mynd 4 þá sýnir reynslan af öðru holudýpi í þessum holum að slík breksía fær yfirleitt mjög lágt Q-gildi eða 0,2-1,0.

1.2 Styrkingaspa og vinnsluhæfni

Einn liður í norska bergflokkanarkerfinu er styrkingaspa sem byggir á Q-gildi hvers jarðlags, þvermáli jarðganganna og eins konar öryggisstuðli (styrkingahlutfall). Línurit sem sýnir styrkingaflokka norska kerfisins er sýnt á mynd 5. Jafngildislína fyrir frárennslisgöngin er sett inn á línuritið ásamt Q-gildum jarðlaga úr borholum BV-12,13,14,22 og 27 sem eru á eða nálægt jarðgangaleiðinni. Þær styrkingar sem nefndar eru hér að neðan eru ekki alveg í samræmi við styrkingar þær sem mælt er með samkvæmt norska kerfinu. Munurinn liggur aðallega í því að hér er lögð meiri áhersla á áspraun og minni áhersla á bergboltun heldur en í norska kerfinu.

Þegar rætt er um bergstyrkingar í vatnsgöngum sem þessum verður að hafa í huga að í raun er hér um að tvenns konar styrkingar að ræða. Annars vegar er það sú styrking sem þarf á byggingartíma til að tryggja öryggi vinnandi manna og hins vegar endanleg styrking sem þarf til að verja göngin vatnsveðrun og rofi til frambúðar. Sem dæmi um þetta er að þétt kargaberg (Q>5) þarf sennilega engrar styrkingar við á byggingartíma en hér er samt sem áður mælt með að slíkt kargaberg verði varið með áspraun (yfirl. 3 sm þykkri) til að forðast vatnsrof. Allar styrkingar sem nefndar verða hér á eftir eru endanlegar.

Eins og fyrr var vikið að er ekki unnt að draga upp nákvæmt og samfellt langsnið af jarðgangaleiðinni vegna óvissu í legu og stærð misgengja. Þess í stað er valin sú leið hér að sýna dæmigerð lang- og þversnið í jarðgöngin í nágrenni við borholurnar fyrir hverja jarðlagasyrpu fyrir sig.

1.3 Stöð 015-600 Þóleiftsyrpa II

Á þessum fyrsta hluta munu jarðgöngin liggja í Þóleiftsyrpu II og fara í gegnum u.þ.b. 18 basalt- og kargabergslög (sennilega tvisvar í gegnum sum lögin) og líklega tvisvar í gegnum 2 m þykkt setlag (sjá mynd 2). Myndir 6 og 7 sýna dæmigerð lang- og þversnið í göngin við borholur BV-27 og

13. Einnig eru þar sýnd Q-gildi og áætluð styrking fyrir hvert berglag fyrir sig. Q-gildin eru almennt töluvert lægri í sniðmynd 6 heldur en á mynd 7 og þ.a.l. eru áætlaðar styrkingar þar meiri.

Basalt. Samkvæmt töflu 1 er hlutur basalts um 63% af þessum hluta jarðgangaleiðarinnar. Á sniðmynd 6 (stöð 015-090) eru Q-gildi basaltlaganna 3,1 til 3,6 og er almennt gert ráð fyrir 3 sm ásprautun sem varanlegri styrkingu í lofti ganganna en engri styrkingu í veggjum. Á sniðmynd 7 (stöð 215-295) eru Q-gildi basalts 6,2-7,8 og ekki gert ráð fyrir að það þurfi neina styrkingu. Mismunur á Q-gildum basaltlaganna er fyrst og fremst vegna munar í sprungutíðni (ROD) og virðist ljóst að basaltlögin í syrpu séu mismikið sprungin. Algeng stuðlastærð er á bilinu 20-40 sm í þvermál og 0,5 til 1,5 m á lengd. Sprungufletir eru flestir á mörkum þess að kallast sléttir og hrjúfir, en þó er töluvert algengt að þeir séu sléttir og sleipir af völdum leirskænis. Þeir eru flestir bylgjöttir og oftast húðaðir örbunnu skæni úr silti og leir. Ef þessum sleipu sprunguflötum hallar inn í göngin geta stór og lítil bergbrot hrunið inn í þau. Viða eru sprungur grónar saman fyrir tilstilli kísils og geislasteina. Þykkar sprungufyllingar eru fátfáar í basaltinu. Ummyndun er ekki mikil, þó viða séu þorur og glufur fylltar geislasteinum. Lárétt straumflögun er algeng en hún mun að öllum líkindum ekki valda erfiðleikum. Fjögur einása brotþolspróf og tvö "point load" próf voru gerð á sýnum úr Þóleiftsyrpu II. Einása brotsyrkur basaltsins skv. þeim er frá 140- 260 MPa (meðaltal 210 MPa). Prófin voru gerð á ferskum og ósprungnum sýnum. Ummyndað eða gjallkennt þóleift er mun veikara. Í viðauka I er listi yfir allar brotþolsprófanir sem gerðar hafa verið á borkjörnunum frá virkjunarsvæðinu til þessa.

Bergið mun sennilega borast allvel en þó ber þess að geta að sprengiborun er að mestu lárétt og sker mun fleiri sprungur en lóðrétt rannsóknarborun. Búast má við einhverjum festum á borstálinu og hruni inn í borholur þar sem berg er mjög sprungið. Basaltið mun springa í misstórar einingar sem fer eftir sprungutíðni á hverjum stað og magni sprengiefnis sem notað er. Sprengihleðslum skal halda í lágmarki sérstaklega í jaðarholum svo bergið springi ekki meira en nauðsynlegt er vegna vinnslu þess. Ofnotkun sprengiefnis leiðir til aukinnar hrunchættu og erfiðleikum við hreinsun lofts og veggja og jafnvel til styrkinga sem annars væru óþarfar.

Til að forðast skemmdir af völdum sprenginga og tryggja þokkalegt lag á göngunum gæti verið hentugt að nota svokallaða "smooth blasting" aðferð eftir því sem við á. Þar sem hér er um að ræða vatnsgöng er sérstaklega mikilvægt að veggir, loft og gólf verði eins slétt og frekast er kostur.

Hrunchætta mun vera mest í byrjun verks og alltaf mest í miðju lofti. Vegna lagamóta sem óhjákvæmilega verða algeng í þversniði er hætt við því að erfitt verði í mörgum tilfellum að fá bogadregið lag á loft ganganna. Nefna má eina þumalfingursreglu, sem er á þá leið að því heillegra

og stórstuðlaðra sem bergið er þess erfiðara er að fá bogadregið lag á þekjuna. Stæðni basaltsins í göngunum mun verða misjöfn. Í veggjum mun það sennilega standa allvel víðast hvar eftir hreinsun. Ekki er ólíklegt að sumstaðar þar sem bergið er illa sprungið muni þurfa 3-5 sm ásprautun sem endanlega styrkingu í veggjum. Um stæðni lofti gildir töluvert öðru máli. Stöku stuðlar og stuðlahópar gata fallið úr lofti og þá sérstaklega ef basalhellan í loftinu er þunn, þ.e. stutt upp í skörp lagamót (svok. fleygar). Til að tryggja öryggi vinnandi manna er 5-10 sm netbundin ásprautun líklega besta lausnin. Kerfisboltun má bæta við eftir á ef þurfa þykir. Mælt er með fullgrautuðum stálboltum $3/4$ "eða 1" í þvermál og um 2,5-3 m löngum.

Kargabergið sem er misjafnlega vel samlímd blanda af basaltbrotum, gjallmolum, leir- og siltfyllingum er nær alls staðar á basaltlagamótum. Það er mjög misþykkt frá einu lagi til annars eða frá 0,3-4,5 m (byggt á mælingum á borkjörnum). Einnig geta verið miklar þykktarbreytingar í lárétta stefnu frá einum stað til annars. Kargabergslögin eru mjög lík en veigamesti breytileikinn er í samlímungunni. Q-gildi kargabergsins á sniðmyndum 6 og 7 er frá 2,3-7,4 og almennt hærri (meiri samlímung) á sniðmynd 7. Hluttur kargabergs á þessum hluta ganganna er áætlaður um 30% (tafla 2).

Borun getur reynst erfið í kargaberginu ef það er illa samlímt og algengt er að nokkuð vel samlímdu gjallkargi springi illa og þurfi mikla hleðslu. Í gryfjunni við aðkomugangamunnan varð að nota dínamit á kargann í stað kjarna-sprengiefnis (ANFO). En þar sem kargabergslögin í borholum BV-27 og 13 eru víða með tiltölulega hátt RQD (allvel samlímdu) og einása brotstyrkur hefur mælst frá 10 - 60 MPa (sjá viðauka 1) er von til þess að kargabergið borist allvel og springi sæmilega a.m.k. þar sem það er þéttast.

Stæðni í gangaveggjum eftir hreinsun mun verða allgöð þó alltaf megi búast við minniháttar hruni úr veggjum með tímanum. Stæðni í lofti gæti reynst léleg þar sem bergið er illa samlímt og ef stutt er upp í botnstuðla basaltlagsins fyrir ofan. Sums staðar gæti orðið nauðsynlegt að hreinsa kargabergið úr lofti uppi botnstuðla og þannig yrði loft ganganna flatt í stað þess að vera bogadregið. Þykkt hvers kargabergslags er mjög breytileg og sums staðar gætu leynst stórir gjallpokar í því. Þetta gæti leitt til "yfirsprenginga" á köflum og því meiri lofthæðar í göngunum og stærra þvermáls en ráð er fyrir gert.

Ekki er gert ráð fyrir verulegum styrkingum á kargaberginu á byggingarstigi nema þunnri ásprautun þar sem bergið er laust í sér. Aftur á móti er reiknað með 2-5 sm ásprautun á allt kargaberg sem varanlega styrkingu til varnar vatnsrofi.

Setlög. Líkur eru á að hlutur setbergs verði mjög líftill á þessum hluta jarðganganna. Eina setlagið sem kom fram í borholum BV-27 og 13 í Þóleiftsyrpu II (um 2 m á þykkt) verður sennilega á gangaleiðinni milli stöðva 040 og 080 (sjá mynd 6). Hugsanlegt er að göngin fari aftur í gegnum þetta sama setlag nálægt stöð 120 (sjá mynd 2). Búast má við að loft geti orðið flatt vegna láréttrar lagskiptingar í setinu eða vegna þess að stutt sé upp í lagamót fyrir ofan þekju. Vegna þessa má reikna með einhverju hrúni úr lofti. Að öðru leyti er ekki búist við að setlag þetta verði til vandræða í vinnslu. Gert er ráð fyrir 6 sm netbundinni ásprautun í (tveim lögum) sem endanlegri styrkingu í þekju og 5 sm ásprautun án nets í veggjum.

1.4 Stöð 600-1430 Blandsyrpa I

Á þessum kafla verða göngin að mestu eða öllu leyti í Blandsyrpu I (sjá mynd 2) sem er um 50 m þykk og gerð úr plagfóklasdílóttu ólivín-þóleifti með setlögum víða á milli basaltlaga. Nánari lýsingu á þessari jarðlagasyrpu er að finna í skýrslu Orkustofnunar OS82090/VOD14. Blandsyrpan kemur fram í borholum BV-22, BV-12 og BV-14 og samkvæmt mælingum á borkjörnum úr þessum holum er hlutur basalts í syrpunni um 60%, kargaberg um 10% og setlög um 30% (sjá töflu 1). Myndir 8 og 9 sýna dæmigerð lang-og þversnið í göngin við borholur BV-22 og BV-12. Einnig eru þar sýnd Q-gildi og áætluð endanleg styrking fyrir hvert berglag fyrir sig.

Dílabasaltið er almennt í þykkari lögum (sjá töflu 1) og með hærri Q-gildi (minna sprungið) en þóleiftbasaltið eða 6,4 til 7,8. Almennt er ekki gert ráð fyrir styrkingu í þessu heillega basalti en þó má gera ráð fyrir að þurfi þunna ásprautun á stöku stað. Athyglisvert er 9 m þykk gjallkennt basaltlag sem kemur fram á gangaleiðinni í BV-22 (sjá mynd 8). Hugsanlega er þarna um að ræða staðbundið gjallkennt svæði í basaltinu en þó er gert ráð fyrir einhverri útbreiðslu þess eins og sýnt er á mynd 8. Ekki er gert ráð fyrir neinni styrkingu í þessu bergi. Um vinnsluhæfni dílabasaltsins gildir yfirleitt það sama og þóleiftbasaltið (sjá bls 8) en þó er ekki ólíklegt að erfiðara verði að fá bogadregið lag á göngin í dílabasaltinu vegna stærri stuðla og færri sprungna.

Sjö einása brotbolspróf og þrjú "point load" próf hafa verið gerð á bæði fersku og holufylltu dílabasalti úr Blandsyrpu I (sjá viðaka I). Samkvæmt þeim er einása brotstyrkur þess frá 60 MPa (holufyllt sýni) til 165 MPa og meðaltal um 110 MPa.

Kargabergið í þessari syrpunni er aðeins um 10% af heildarþykkt syrpunnar samkvæmt mælingum á borkjörnum (sjá töflu 1). Um vinnsluhæfni þess gildir almennt það sama og fyrir kargabergið í Þóleiftsyrpu II (sjá bls.8 og 9). Á byggingarstigi þyrfti sennilega ekki að styrkja kargabergið að jafnaði en endanlega styrking er áætluð 2-5 sm þykk ásprautun eftir því hversu vel samlímt það er.

Setlög. Hlutur setbergs í Blandsyrpu I er mjög verulegur eða um 30% (tafla 1). Hér er aðallega um að ræða siltkenndan sandstein og leirkenndan siltstein. Um gerð og eðliseiginleika þessara setlaga er vísað í greinargerð Orkustofnunar, "Rannsóknir á setlögum í Eiðsstaðabungu", nóv.1982 og skilagrein Orkustofnunar OS83008/ VOD04B. Þykkt setlaganna er frá 0,5-6,5 m og meðalþykkt um 2,5 m. Q-gildi setbergsins mældist 0,3-1,4 í þessari syrpu (tafla 2) og meðaltal var um 1,0. Samkvæmt niðurstöðum 5 brotbolsprófa á setbergi úr syrpunni er einása brotbol þess frá 10 - 35 MPa og um 20 MPa að meðaltali (sjá viðauka 1).

Reynslan sem fékkst við vinnslu gryfjunnar við vöntalegan aðkomugangamunna bendir til þess að setlögin borist allvel og spryngi sámilega. Þó má fastlega gera ráð fyrir að stytta verði sprengt bil ("salvalengd") þegar unnið er í setinu. Hluti setsins í gryfjunni var rippanlegur og vel mætti hugsa sér að vinna þau í göngunum með "roadheader" eða vökvadrifnum fleyghamri sem unnt er að festa á gröfuarm eða álíka tæki. Í gryfjunni er stæðni þeirra mjög góð og þau gefa góða vegg-lögun og ekki er nein sérstök ástæða til að ætla að annað verði upp á teningnum inni í göngunum.

Þó má búast við að loft gæti orðið flatt vegna láréttrar lagskiptingar í setinu eða vegna þess að stutt sé up í lagamót fyrir ofan þak. Ef svo er má búast við einhverju hruni úr lofti. Á byggingarstigi er ekki gert ráð fyrir að setbergið þurfi almennt mikillar styrkingar við. Ef þörf er á styrkingu þá er þunn ásprautun sennilega vænlegust til árangurs. Endanleg styrking í setinu er áætluð 5 sm ásprautun í veggjum og 6 sm netbundin ásprautun í lofti (tvær umferðir, net í miðju) eins og sést á myndum 8. Frekari rannsóknir á setlögnum stendur yfir á Orkustofnun og niðurstæðna að vænta von bráðar.

1.5 Stöð 1430-1700 Þóleiftsyrpu I og II

Á fyrri hluta þessa kafla, þ.e. milli stöðva 1430 og 1560, er gert ráð fyrir að göngin liggi í Þóleiftsyrpu I en handan misgengisins sem sýnt er á mynd 2 liggja göngin sennilega í Þóleiftsyrpu II. Þó er ekki vitað nákvæmlega hvar misgengið sker gangaleiðina. Þóleiftsyrpa I er um margt mjög svipuð Þóleiftsyrpu II en þó er hlutur setbergs meiri í syrpu I (15%) en í syrpu II (5%). Ennfremur eru Q-gildi jarðlaga í syrpu I yfirleitt töluvert lægri en í syrpu II og þ.a.l. er gert ráð fyrir því meiri styrkingum í syrpu I. Mynd 10 sýnir dæmigerð lang- og þversnið í jarðgöngin við borholu BV-14. Basaltlögin í borholunni eru mjög brotin og gert ráð fyrir 10 sm, netbundinni áspautun í lofti og 3-5 sm áspautun á veggjum sem endanlegri styrkingu á basaltinu. Kargabergið fær hærri Q-gildi en basaltið og í því er gert ráð fyrir þynnri áspautun (sjá mynd 10). Endanleg styrking í setlögnum er áætluð 5-6 sm áspautun með neti í lofti. Að öðru leyti gildir það sama um vinnsluhæfni bergsins í Þóleiftsyrpum I og II. Gera má ráð fyrir að göngin fari í gegnum u.þ.b. 3 basaltlög, 3 þunn (< 2m) setlög og 4 þunn

kargabergslög úr Þóleiftsyrpu I (þ.e. milli stöðva 1430 og 1560).

Á milli stöðva 1560-1700 er gert ráð fyrir að göngin liggi í gegnum berglög úr neðri hluta Þóleiftsyrpu II. Samkv. opnum í bökkum Blöndu nálægt fyrirhuguðum munna frárennslisganga (sjá mynd 1) er áætlað að göngin fari á þessum kafla í gegnum u.þ.b. 3 basaltlög ásamt tilheyrandi kargabergslögum. Göngunum hallar "upp" á þessum kafla þannig að hornið milli lagamóta og langáss ganganna verður minna en áður.

Að öðru heyti gildir það sama um vinnsluhæfni og áætlaðar styrkingar á þessum kafla og það sem fyrr var sagt um berg í Þóleiftsyrpu II að því frátöldu að nálægt munna (ystu 20-30 m) verður sennilega að styrkja bergið meira en innar í göngunum. Þykk netbundin ásprautun og jafnvel kerfisboltun kemur væntanlega helst til greina þar.

1.6 Misgengisbreksfa

Þegar talað er um misgengisbreksfu er átt við mölbrotið basalt, sem stundum er límt saman með fínu leirkenndu efni. Þykkt breksfunnar við hvert misgengi er ekki þekkt en áætlað að þykktin sé ekki meir en 1,5 m og yfirleitt mun minni. Við misgengin sem sjást í gryfjunni við munna aðkomuganga er nær engin röskun á berginu beggja vegna sem bendir til að við sum misgengi sé alls engin breksfa. Hitt er vel þekkt frá öðrum stöðum að berg getur verið mölbrotið og flagað nokkra metra um misgengi og brotalinur. Ef gert er ráð fyrir meðalþykkt breksfu um 1,5 m við hverja brotalinu og reiknað með 17 slíkum á gangaleiðinni þá er hlutur breksfunnar um 1,5% af leiðinni. Þar sem breksfan er oft laus í sér þarf að styrkja hana með 5-10 cm þykkri netbundinni áspautun. Ef vatnsrennsli er mikið úr þessum sprungubeltum þarf að gera ráð fyrir frárennslislögnum bak við ásprautunina. Líklegt er að lofthæð verði nokkru meiri en áætlað er í þessu laskaða bergi og í nágrenni þess. Hugsanlega gæti hlutur þessa brotna bergs verið meiri en hér er áætlað vegna óvissu í fjölda misgengja og brotalína.

1.7 Berggangar

Ekki er vitað um fjölda bergganga á gangaleiðinni. Nokkrir gangar sjást í Gilsárgili sem er 300-1000 m norðan við gangaleiðina. Sumir berggangar eru margfaldir og oft liggja bergæðar út frá þeim. Stuðlar í basaltgöngum liggja alla jafna nær lárétt og munu þeir springa í hnefa- til höfuðstóra steina. Oft er berg mjög sprungið og flagað beggja vegna bergganga þannig að búast má við einhverju hrúni og meiri lofthæð en hönnun segir til um á þessum stöðum. Þetta brotna belti er vart breiðara en 1-2 m til hvorra handar út frá gangi. Ekki kæmi á óvart að 5-10

berggangar verði á leiðinni og flestir nokkuð þvert á gangaleiðina. Þess má geta að í Strákagöngum var farið í gegnum rúmlega 20 bergganga allt að 40 m breiða (margfaldur berggangur), án þess að þeir yllu neinum umtalsverðum vandamálum. Ekki er gert ráð fyrir neinni sérstakri styrkingu á bergöngum en þó er ekki útilokað að þurfi ásprautun beggja vegna þeirra ef berg er þar brotið og losaralegt.

1.8 Styrkingaflokkar

Í töflu 3 eru dregnar saman þær áætluðu styrkingar sem greint hefur verið frá hér að framan og þeim skipt niður í 3 áætlaða styrkingaflokka. Flokkun þessi er tiltölulega einföld og ætluð til leiðbeiningar þar sem undantekningatilfelli geta verið mörg. Lítil áhersla er lögð á bergboltun í þessari áætlun en þó gæti farið svo að hún yrði mikið notuð. Fer það eftir aðstæðum í göngunum og hugsunarhætti þeirra sem hanna styrkingarnar.

Erfitt er að áætla hlut hvers styrkingaflokks á gangaleiðinni en ekker ólíklegt að flokkur 1 verði um 60%, flokkur 2 um 20% og flokkur 3 um 20%.

Þess ber að geta að í febrúar 1982 kom út skýrsla á vegum Verkfræðistofu Sigurðar Thoroddsen "Blönduvirkjun. Jarðgangagerð. Mat á styrkingum", þar sem fjallað var um berggæðamat og styrkingaspá fyrir jarðgöng Blönduvirkjunar. Þegar sú skýrsla var rituð var minna vitað um jarðfræði svæðisins auk þess sem norska berggæðamatskerfinu var beitt á annan hátt að því leyti að Q-gildin eru mun hærri þar fyrir sömu jarðlög en í þessari skilagrein.

TAFLA 3. Áætlaðir styrkingaflokkar

	FLOKKUR 1	FLOKKUR 2	FLOKKUR 3
Berggerð	Heill.basalt(b) Heill.kargab.(k)	Setlög	Brotið basalt Laust kargab. Misg.breksfa(m)
Q-gildi	> 3	0,3-1,3	< 3
Styrking á byggingartíma;			
Loft	Engin (1)	3-5sm Áspr	5 sm Áspr.
Veggir	Engin	3 sm Áspr	3 sm Áspr.
Heildarstyrking:			
Loft	3sm Áspr.eða engin í b 3sm Áspr.í k	3+3sm eða 5+5 sm Áspr.netb.	5+5sm Áspr.netb. í b og m 3-5sm Áspr.í k
Veggir	Engin í b (2) 2 sm Áspr. í k	5 sm Áspr.	5 sm Áspr.

(1) Stakboltun eða kerfisboltun er möguleg ef þörf er á.

(2) Hugsanlegt er að öll göngin verði ásprautuð án tillits til styrkingaparfar til að slétta yfirborð bergsins.

1.9 Vatnsleki

Leki inn í jarðgöngin mun verða nokkur auk venjulegs bergraka. Helst er hætt við vatnsstreymi inn í göngin við brotalinur, misgengi, bergganga og á mörkum millilaga og neðra borðs basaltlaga. Ef leki er verulegur t.d. í brotabeltum getur reynst erfitt að framkvæma ásprautun vegna lítillrar samloðunar milli bergs og sementsblöndunnar. Koma verður drenlögnum fyrir bak við ásprautun þar sem leki er einhver að marki eða hafa aftöppunargöt í ásprautuninni. Reikna má með einhverri útskolun í þykkum setlögum á gangaleiðinni. Sennilega verður lekinn mestur í upphafi en minnkar með tímanum þegar sprungur tæmast. Til þess að kanna mögulegar vatnsrásir má hugsa sér að bora eina sprengiholu 10-15 m lengra en sprengimynstur segir til um í hvert sinn. Þúast má við að stöðugar vatnsdælingar sé þörf meðan á gangagerðinni stendur.

2 STÖÐVARHELLIR

Stöðvarhellir Blönduvirkjunar mun væntanlega verða um 13,5 m á breidd og 69 m á lengd. Hvelvingin verður í um 141 m y.s. en lægsti punktur í um 110,5 m y.s. Þannig að mesta hæð hellisins verður nálægt 30 m. Hellirinn verður að öllu leyti í Þóleiftsyrpu II (sjá staðsetningu á myndum 1 og 2). Kjarnaborhola BV-20 er um 100 m sunnan við stöðvarhússtæðið og BV-27 um 80 m norðan þess. Mynd 11 sýnir snið eftir langás stöðvarhússins ásamt þeim jarðfræðilegu aðstæðum sem þykja líklegastar miðað við þá vitneskju sem liggur fyrir í dag. Mun meira er byggt á borholu BV-27 þar sem líklegt er talið að um misgengi sé að ræða í BV-20 á um 127 m y.s. (sjá mynd 11). Annars er alls ekki útilokað að fleiri misgengi kunni að leynast á milli borholanna og skeri þá jafnvel stöðvarhellinn samanber óviss misgengi sem sýnd eru á mynd 2. Halli jarðlaga á stöðvarhússtæðinu er áætlaður um 10° og hallastefna um 240° þannig að halli í stefnu sniðs X3A-X3B á mynd 11 er tæplega 9 gráður. Þykktir og lagamót eru sýnd mjög regluleg á mynd 11 en þetta er að sjálfsögðu mikil einföldun á raunveruleikanum. Þykktir bæði basalts og kargabergs geta breyst mjög frá einum stað til annars þó aðeins örfáir metra séu á milli. En þar sem við höfum aðeins tvær borholur til að styðjast við og báðar góðan spöl frá stöðvarhússtæðinu er útilokað að draga upp kórrétta mynd af aðstæðum.

2.1 Berggæðamat og styrkingaspá

Sá hluti Þóleiftsyrpu II sem stöðvarhúsið mun verða í er gerður úr sjö basaltlögum (1,6-5,7 m þykk, meðalþykkt 3,6 m) og átta kargabergslögum (0,8-3,4 m, meðalþykkt 1,9 m). Hlutur basalts er um 63% og kargabergs um 37%. Um gerð og almenna eiginleika þessara berggerða gildir það sama og sagt var hér að framan í kaflanum um frárennslingöngin (sjá bls. 7-9). Ennfremur má búast við einhverri misgengisbreksfu og stöku berggangi í hellinum.

Borkjarni úr holum BV-20 og 27 var greindur samkvæmt norska berggæðamatskerfinu og eru niðurstöður sýndar á myndum 11 og 12. Basaltlögin fengu Q-gildi frá 2,4 til 4,0 að því undanteknu að eitt þeirra fékk Q-gildi 1,5. Meðaltal basaltsins er 3,1. Kargabergið fékk einkunnina 2,1 til 5,7 að einu lagi undanskildu sem fékk 0,7. Meðaltal kargabergsins er 4,0.

Á mynd 12 sést að öll berglögin að einu undanskildu lenda í aðeins tveim styrkingarflokkum í norska kerfinu. Styrkingin sem mælt er með í kerfinu fyrir þessa tvo flokka er mjög svipuð í þessu tilviki eða spenntir boltar, c/c 1,0-1,5 m og netbundin ásprautun, 5-10 sm þykk. En eins og áður er hér ekki ætlunin að fara nákvæmlega eftir norska kerfinu. Þar sem óvissa ríkir um nákvæma staðsetningu hvers berglags og Q-gildi basalt- og kargabergslaga eru mjög svipuð og lögin yfirleitt þunn, þá þykir ekki ástæða til að áætla sérstakar styrkingar fyrir hvert berglag. Þannig er sama styrking

áætluð fyrir hvert berglag hvort sem um er að ræða basalt- eða kargaberg, þ.e. fastar styrkingar. Það sem meiru ræður um gerð styrkinganna er hvar í stöðvarhúshellinum verið er að styrkja.

Mynd 13 sýnir þversnið í stöðvarhellinn á tveim stöðum ásamt jarðfræðilegum aðstæðum, Q-gildum og áætlaðri styrkingarþörf. Einnig eru hlutar hellisins númeraðir í þeirri röð sem þeir verða sennilega grafnir út. Í þekju er gert ráð fyrir eftirfarandi styrkingu; 5 sm ásprautun, bergboltun (c/c 1,5-2,0 m, 3 m á lengd), netbinding og loks annað 5 sm ásprautulag. Þetta er endanleg styrking og er sett upp jafnóðum og þekjuhlutinn er grafinn út. Jafnbestu bergboltar í þessu tilviki eru sennilega fullgrautaðir boltar spenntir (áður en grautað er) eða óspenntir. Ekki er gert ráð fyrir styrkingu í veggjunum milli miðhluta (1) og hliðarhluta (2) (sjá mynd 13) nema að hengja upp sterkt stálnet ef þurfa þykir. Þegar komið er niður á veggi stöðvarhellisins (3) minnkar virkni ásprautunar verulega. Þar er gert ráð fyrir 3 sm ásprautun, boltum (c/c 1,5m, 3-4 m á lengd), netbindingu og öðru ásprautulagi (3 sm). Ekki er víst að þörf sé á svo stífri bergboltun og vel má hugsa sér að kerfisbolta 3 metra niður fyrir kranabitaaxlir og síðan stakboltun eftir þörfum þar fyrir neðan. Í mörgum tilvikum munu veggirnir ekki líta út fyrir að þurfa neina styrkingu sérstaklega ef vandlega framkvæmd "smooth blasting" aðferð er notuð. Endanleg styrking er eins og áður var vikið að alltaf töluvert háð öryggiskröfum og hugsunarhætti þeirra sem vinna á staðnum.

Í hönnun stöðvarhússins er áætlað að veggir neðan 126,3 m y.s. (gólf vélasalar) verði steyptir út að bergi. Þar fyrir neðan er því aðeins gert ráð fyrir byggingarstyrkingu. Hún er áætluð almennt sem 5 sm ásprautun (sjá mynd 13) þó víða þurfi sennilega enga styrkingu.

Minnt skal á að alltaf geta komið upp undantekningartilfelli í sambandi við bergstyrkingar. Dæmi um þetta gætu verið brotalínur og misgengi sem skera hvelfinguna undir óæskilegu horni og þyrfti þá að gera viðeigandi ráðstafanir t.d. staðbundna kerfisboltun.

2.2 Vinnsluhæfni

Um vinnsluhæfni bergsins í stöðvarhellinum gildir að mörgu leyti það sama og sagt var um basalt- og kargabergslög í Þóleiftsyrpu II í kaflanum um frárennslisgöngin hér að framan. Veigamesti munurinn er að sjálfsögðu sá að hér er um rúmlega tvisvar sinnum stærra rúmmál að ræða og hrunhætta í þekju mun meiri. Sprengingar í þekju verður að framkvæma afar vandlega til að laska bergið sem allra minnst. Hér kemur sterklega til greina að nota GURIT sprengiefni í jaðarholur til að halda yfirsprengingum í lágmarki. Þvermál miðhluta þekjunnar sem fyrst er grafinn út ræðst m.a. af því hversu gott bergið er í þekjunni en ekki er ólíklegt að miðhlutinn geti verið 6-7m í þvermál.

Um sprengingar neðan þekju gildir að mestu það sama og um almennar pallsprengingar nema að sprengihlað er tiltölulega lítið og vanda verður séstaklega til jaðarhola svo veggir laskist sem minnst.

Búast má við töluverðum vatnsleka inn í hvelfinguna meðan á vinnslu stendur. Stærstu vatnsrásir eru venjulega í misgengjum, meiriháttar sprungum og lagamótum. Vanda verður sérstaklega til dreneringar bak við ásprautun í þekju ef hennar er þörf. Reikna má með stöðugri vatnsdælingu meðan á vinnslu stendur.

2.3 Bergtæknilegar mælingar

Bergtæknilegar mælingar eru yfirleitt framkvæmdar í stöðvarhússhvelfingum meðan á vinnslu stendur og jafnvel eftir að mannvirkið hefur verið tekið í notkun. Markmið þeirra er að afla upplýsinga um hegðun bergsins í veggjum og þekju sem geta verið leiðbeinandi varðandi hönnun styrkinga og gætu hugsanlega einnig varað við óstöðugleika bergs í lofti og veggjum.

Þær mæliaðferðir sem helst koma til greina í stöðvarhellinum eru eftirfarandi:

1. Optískar aðferðir til að mæla hreyfingar í þekju og veggjum. Komið er upp neti fastpunkta og fjarlægðir mældar reglulega.

2. Alagsmælingar (Flat jack test, Plate bearing test). Gefa m.a. upplýsingar um E stuðul bergsins.

3. Spennumælingar. Sumarið 1979 voru framkvæmdar spennumælingar með vatnsbrýstingi (hydrofracturing) í borholu BV-12 (sjá staðsetningu á mynd 1). Niðurstöður gefa til kynna að hámarks og lágmarks láréttar höfuðspennur eru mjög svipaðar að stærð. Hámarks lárétta spennan eykst með dýpi frá 1,5 MPa upp í 6,5 MPa í dýpstu mælingu (170m dýpi). Stefnan er milli N og NV. Þar sem stöðvarhellirinn er í um 1100m fjarlægð frá BV-12 og á um 235m dýpi er mjög erfitt að framlengja niðurstöður láréttra spennumælinga þangað. Dýpsta mæling í BV-12 gefur til kynna óeðlilega mikla aukningu með dýpi en ef ekki er tekið tillit til hennar þá má ætla að hámarks lárétt spenna á stöðvarhússtæðinu sé um 6-7 MPa. Lóðrétt höfuðspenna er áætluð út frá fargi yfirliggjandi laga og er áætluð 6,0-6,5 MPa á stöðvarhússtæðinu. Þannig má segja að mælingarnar bendi til þess að nær "hydrostatískt" spennuástand ríki á stöðvarhússtæðinu. Þar sem óvissa ríkir um raunverulegt spennuástand er sennilega rétt að framkvæma nokkrar spennumælingar í borholum jafnskjótt og byrjað er að vinna hvelfinguna. Slíkar mælingar eru töluvert flóknar og þarf sérþjálfaðan mannskap til að framkvæma þær.

4. Mæling á lengdarbreytingum í berginu í veggjum og lofti. Mælt í sérstökum borholum (borehole extensometer). Einfaldasta útfærslan á þessari aðferð er að grauta ca. 2 m langa stálstöng inn í borholu þannig að hún standi aðeins út úr vegg eða þekju. Síðan er grautuð önnur víðari stálpípa á yfirborð veggjar eða lofts þannig að stálstöngin standi frí inn í pípunni. Síðan er mælt reglulega fjarlægð frá pípu að stangarenda.

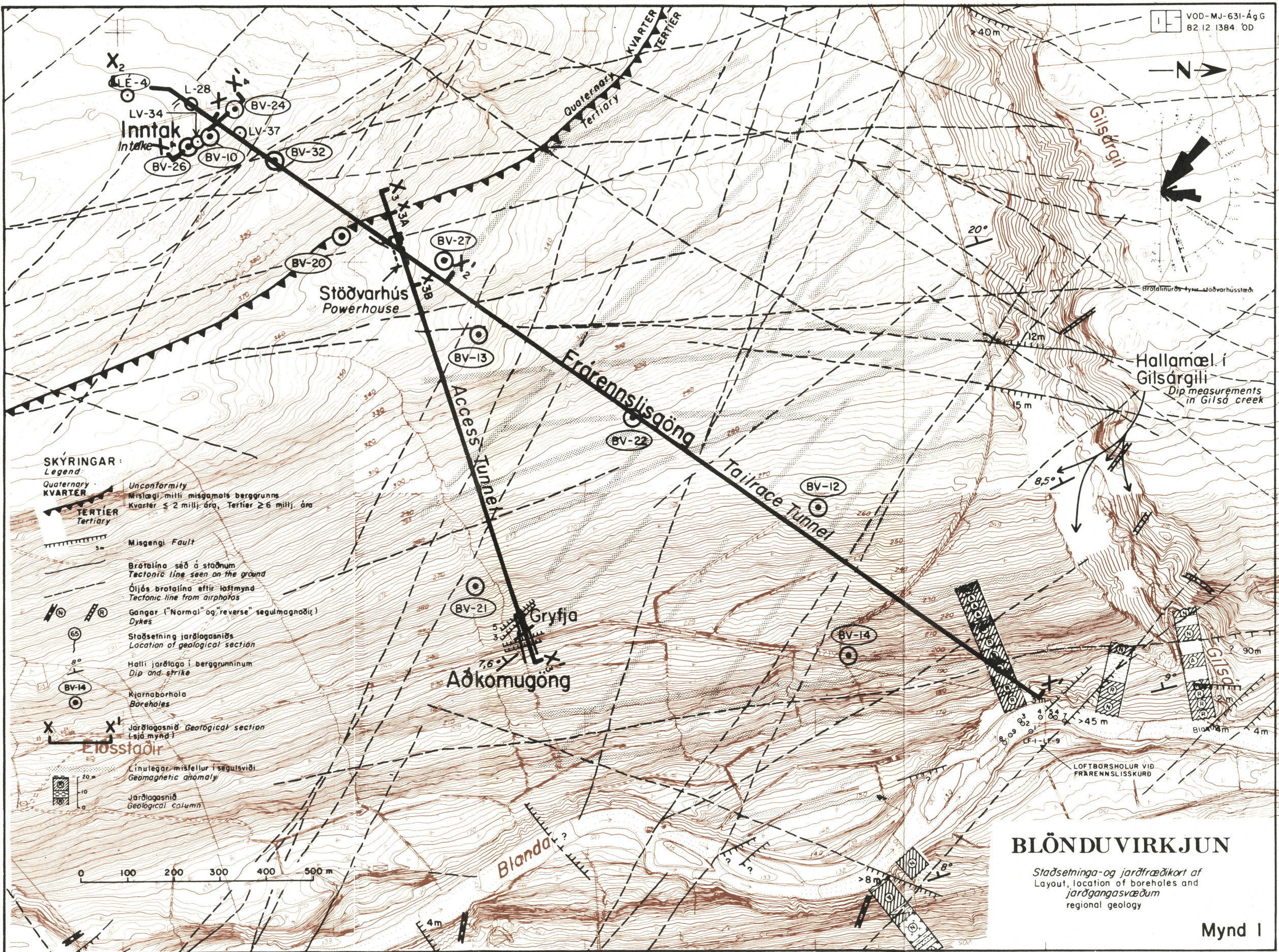
5. Að sjálfsögðu verður að hafa mjög strangt jarðfræðilegt eftirlit í stöðvarhellingum meðan á vinnslu stendur. Kortleggja verður hellinginn jafnóðum og sérstaklega vera á varðbergi gagnvart mögulegum vatnsrásum. Berggæðamat samfara kortlagningu er mjög æskilegt.

Mjög mikilvægt er að mælingar sem þessar séu vel undirbúnar, mælt sé á réttum tíma og að niðurstöður liggi fyrir skjótt eftir að mæling er framkvæmd. Einnig er nauðsynlegt að menn geri sér fulla grein fyrir öllum hugsanlegum skekkjuvöldum. Reynsla af mælingum í aðkomugöngunum mun væntanlega nýtast vel þegar mælingaáætlanir fyrir stöðvarhellinginn verða skipulagðar.

HEIMILDARSKRÁ

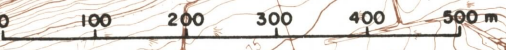
- Ágúst Guðmundsson, Birgir Jónsson Björn A. Harðarson 1982;
Blönduvirkjun. Jarðfræðirannsóknir I. Almenn Jarðfræði
og Mannvirkjajarðfræði. Orkustofnun OS82090/VOD 14, 249 s.
- Ágúst Guðmundsson, Snorri Zóphónfásson 1982;
Blönduvirkjun. Berggrunnsrannsóknir 1982. Aðkomugöng, Inntak,
Fallgöng, Stöðvarhús, Frárennslisgöng og Frárennslisskurður.
Orkustofnun OS82121/VOD 55 B.
- Bjarni Bjarnason 1982; Rannsóknir á setlögum í Eiðsstaðabungu.
Orkustofnun, greinargerð, Bj.Bj. 82/01, 14 s.
- Björn A. Harðarson 1982; Blönduvirkjun. Aðkomugöng. Bergtækni.
Orkustofnun OS82122/VOD56B, 28 s.
- Sveinn Þorgrímsson 1982; Blönduvirkjun. Jarðgangagerð. Mat á
styrkingum. Verkfræðistofa Sigurðar Thoroddsen, 9 s.

Bjarni Bjarnason 1983: Blönduvirkjun.
Rannsóknir á setbergi á jarðganga-
leiðum. Orkustofnun OS83008/VOD04B



SKÝRINGAR:
Legend:

- Quaternary
KVARTER
- Tertiary
TERTIER
- Unconformity
Mislági milli misgamals berggrunnis
Kvartar ≤ 2 millj. ára, Tertiar ≥ 6 millj. ára
- Misgegni Fault
- Brotalína séð á staðnum
Tectonic line seen on the ground
- Óljós brotalína eftir loftmynd
Tectonic line from airphotos
- Gangar ("Normal" og "reverse" segulmagnaðir)
Dykes
- Staðsetning jarðlagasniðs
Location of geological section
- Halli jarðlaga í berggrunnum
Dip and strike
- Kjarnborhóla
Boreholes
- Jarðlagasnið (sjá mynd)
Geological section (side view)
- Línutogar misfellur í segulsviði
Geomagnetic anomaly
- Jarðlagasnið
Geological column



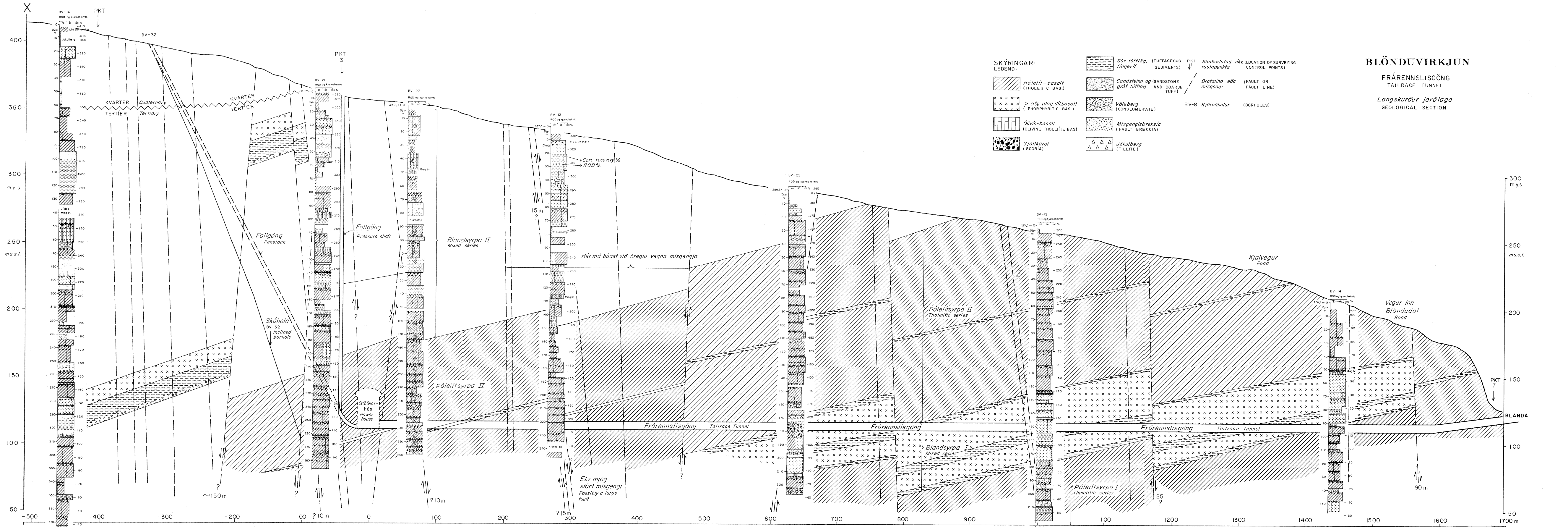
BLÖNDUVIRKJUN

Staðsetninga- og jarðfræðikort af
Layout, location of boreholes and
jarðgangasvæðum
regional geology

BLÖNDUVIRKJUN

FRÁRENNSLISGÖNG
TAILRACE TUNNEL

Langkurður jarðlaga
GEOLOGICAL SECTION



- SKÝRINGAR:
LENDI:
- Þóleiit-basalt (THOLEIITIC BAS.)
 - > 5% plag.díbasalt (PHORPHYRITIC BAS.)
 - Ólivín-basalt (OLIVINE THOLEIITE BAS.)
 - Gjallkargi (SCORIA)
 - Súr túfflag, fingerð (TUFFACEOUS SEDIMENTS)
 - Sandstein og gróf túfflag (SANDSTONE AND COARSE TUFF)
 - Völuberg (CONGLOMERATE)
 - Misgengiþreksía (FAULT BRECCIA)
 - Jökulberg (TILLITE)
 - Staðsetning ákv. fastpunkta (LOCATION OF SURVEYING CONTROL POINTS)
 - Brotalína eða misgengi (FAULT OR FAULT LINE)
 - BV-B Kjarnaholur (BORHOLES)

Jarðlagasniðið er yfirhækkað 2X
VERTICAL EXAGGERATION 2X

Holur sem standa utan jarðlagasniðs eru færðar inn í sniðið eftir strikstefnu nálægt 330°
Miðað er við að meðaltals jarðlagahalli sé um 8° í stefnu 240°
BOREHOLES NOT EXACTLY ON THE SECTION LINE ARE PROJECTED INTO SECTION ALONG STRIKE 330°

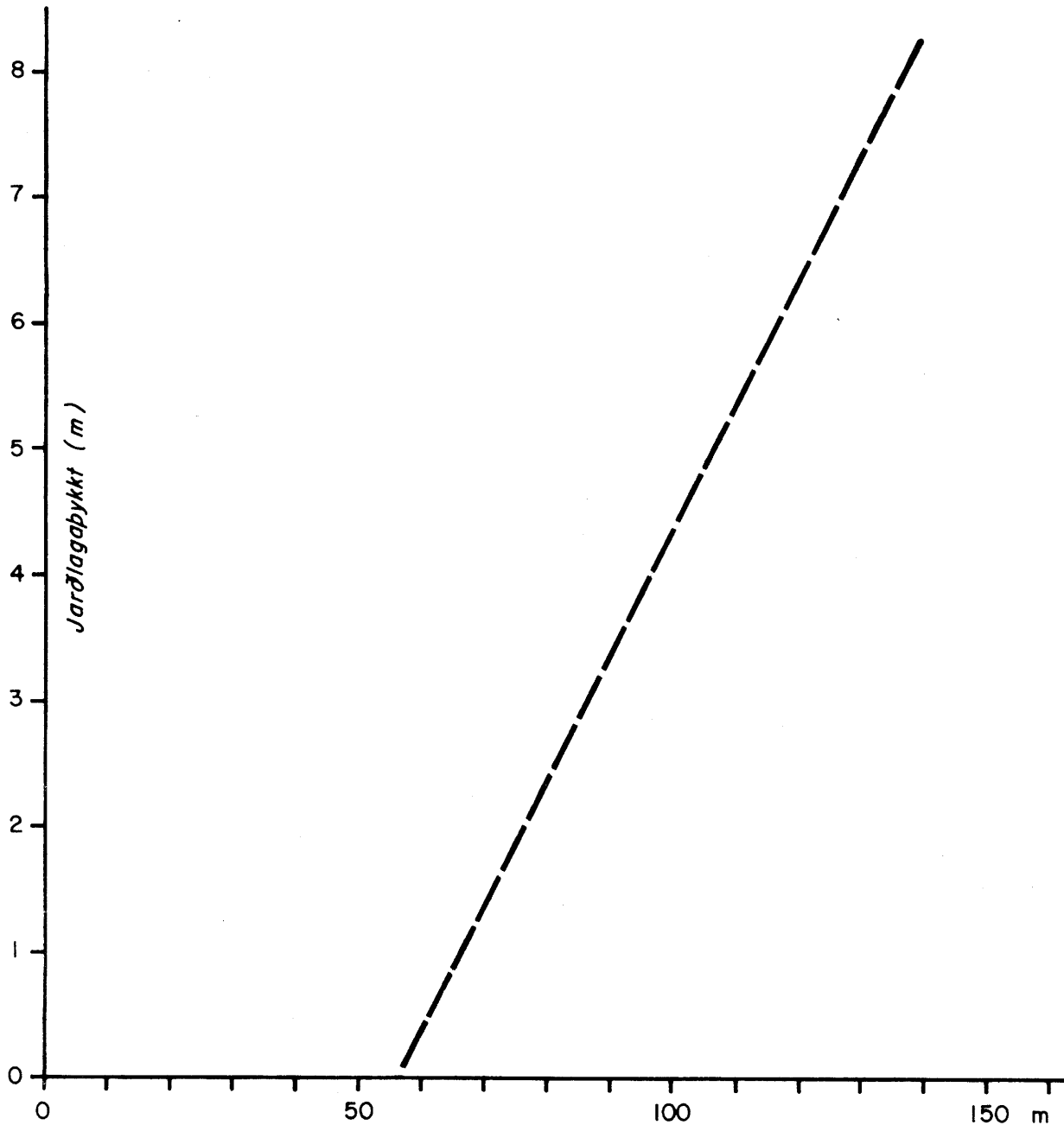
Brotalínur og misgengi verður að taka með varúð
THE LOCATION AND THE SIZE OF FAULTS IS NOT KNOWN WITH GREAT ACCURACY



BLÖNDUVIRKJUN Frárennslisgöng

Samband jarðlagabykktar og "lagspannar"

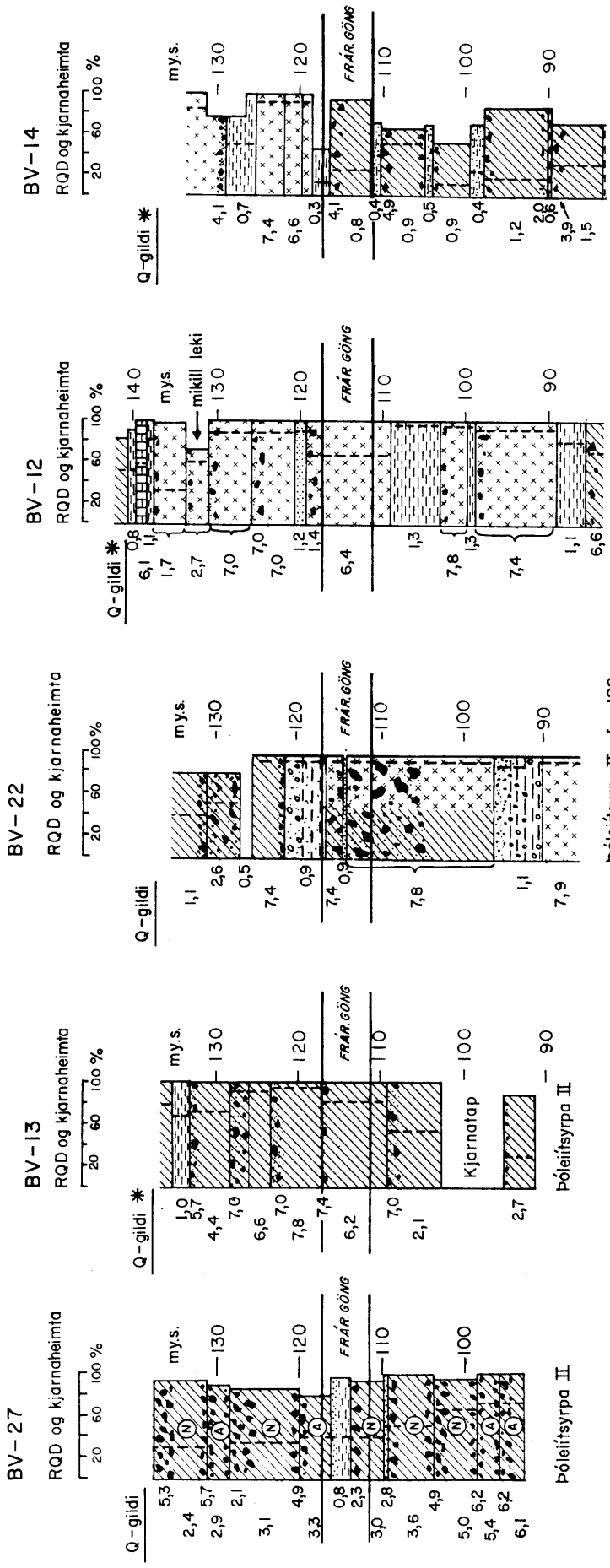
*Gert er ráð fyrir 5,8° jarðlagahalla í stefnu ganga.
Þykkt jarðlaga föst og engin misgengi.*



Fjarlægð frá því að yfirborð lags birtist í gólfi ganga, þar til botn þess er horfinn í þaki, "lagspönn."

BLÖNDUVIRKJUN

Bergæðamat á borkjörnum á og í nágrenni við frárennslisgangaleið



Blandsyrpa I ofan 116 m.s.
Póleitsyrpa I neðan — " —

Blandsyrpa I

Póleitsyrpa II ofan 120 m.s.
Blandsyrpa I neðan — " —

Q-gildi

- 0,1 - 1,0 "mjög lélegt berg"
- 1,0 - 4,0 "lélegt berg"
- 4,0 - 10,0 "þokkalegt berg"

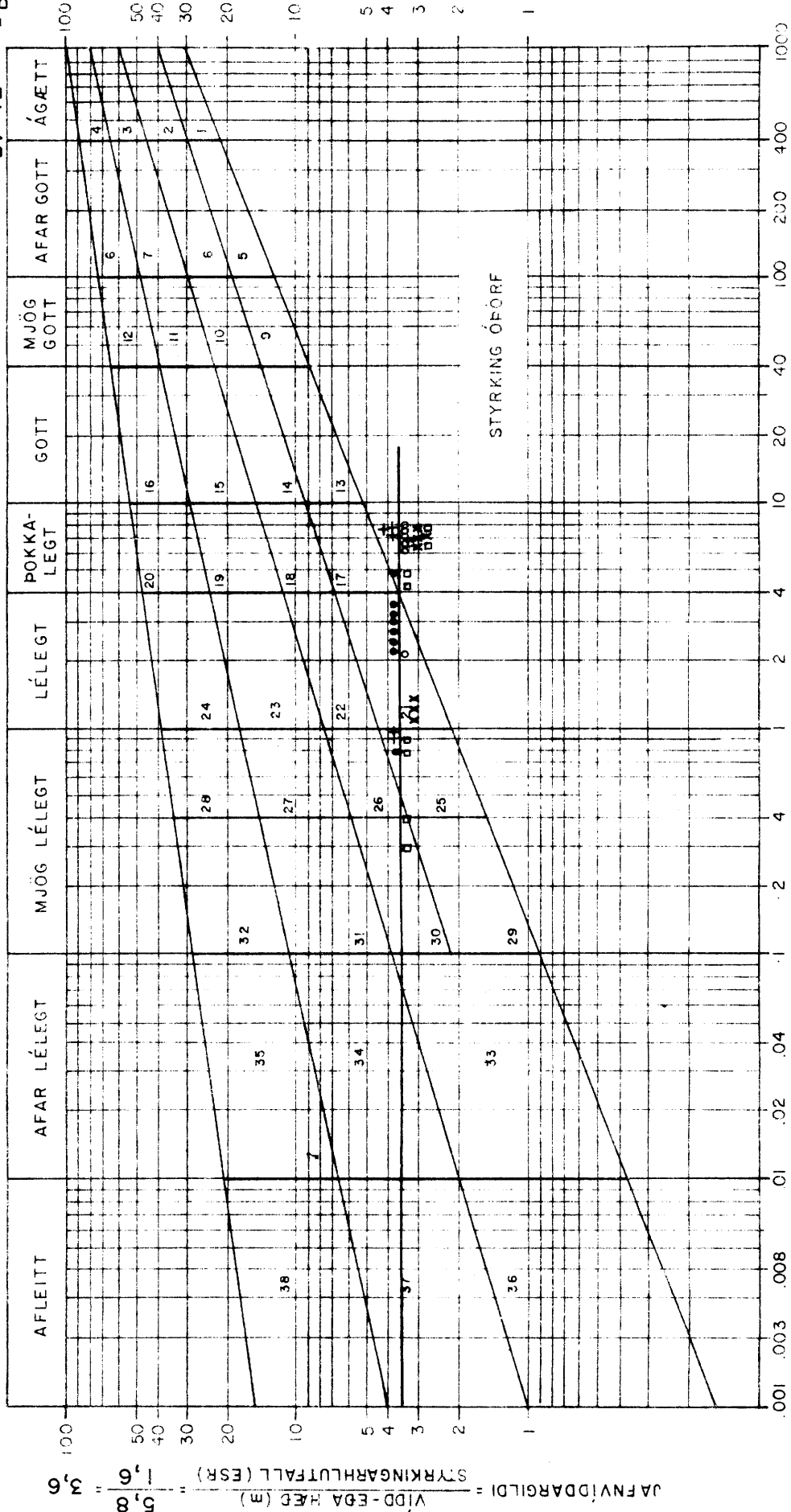
Gæðaflokkar m.t.t. jarðgangagerðar skv. Q - kerfinu

* Q-gildin ónákvæm því kjarninn var ekki greindur strax eftir borun

VOD - MJ - 631 - BAH
83.01. - 0143 - Gyða

STYRKINGARSPÁ JARÐGANGA
 Línuritið sýnir 38 styrkingarflokk
 sem ákvarðast af berggæðum og jafnvíddar-
 gildum jarðganga (úr Barton et al. 1974)

Gildislína fyrir frænnisliggöng
 Borhola BV-27
 " " BV-13
 " " BV-22
 " " BV-12
 " " BV-14



$$JAFNVIDDARGILDI = \frac{VIDD-EDA HÆÐ (m)}{5,8} = \frac{SYR KINGARHULLFALL (ESR)}{1,6} = 3$$

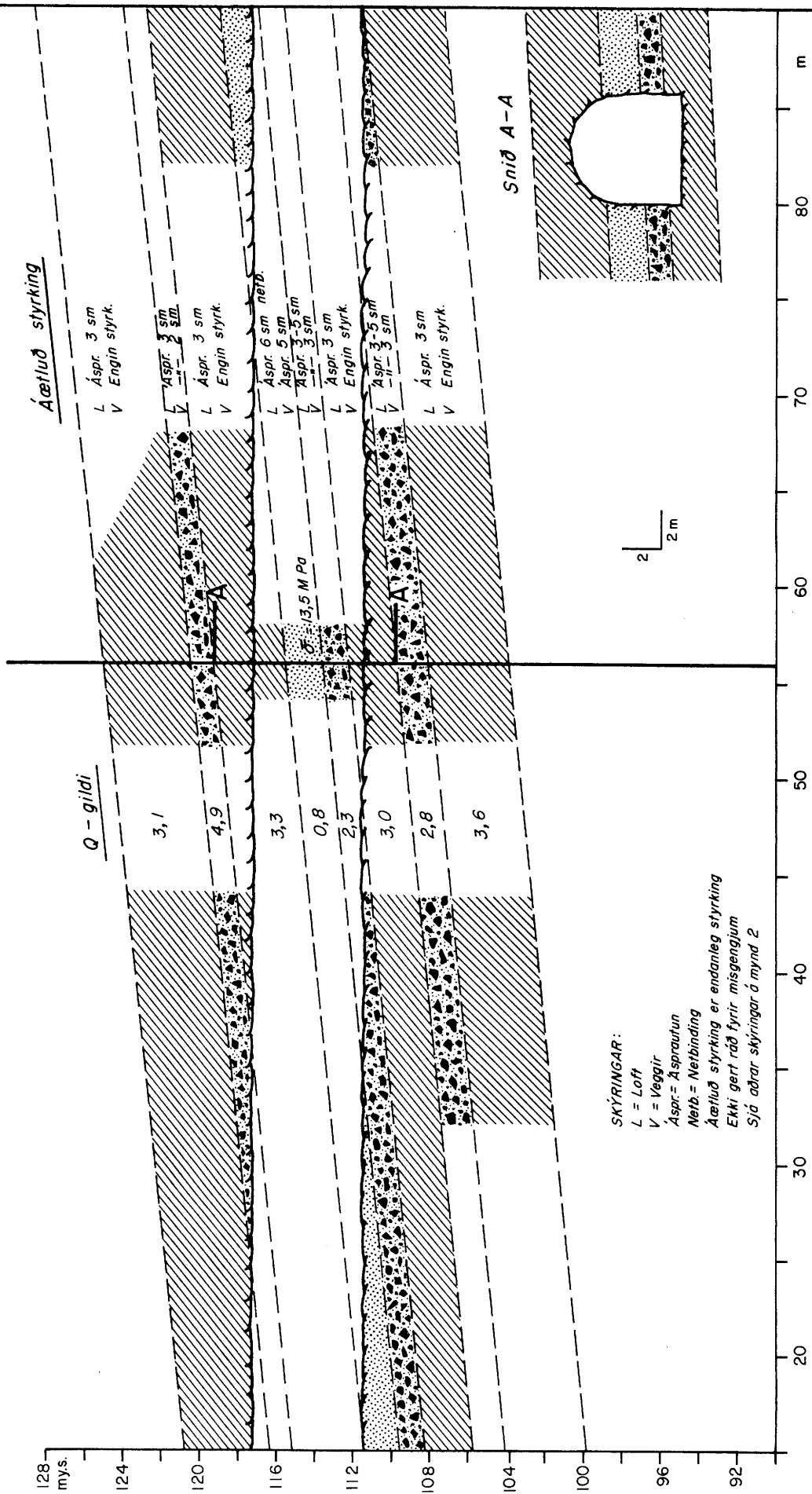
$$BERGGÆÐI, Q = \left(\frac{RQD}{J_n} \right) \times \left(\frac{J_r}{J_a} \right) \times \left(\frac{J_w}{SRF} \right)$$

BLÖNDUVIRKJUN

Langsnið jarðlaga á gangaleið milli stöðva

015 og 090

BV - 27



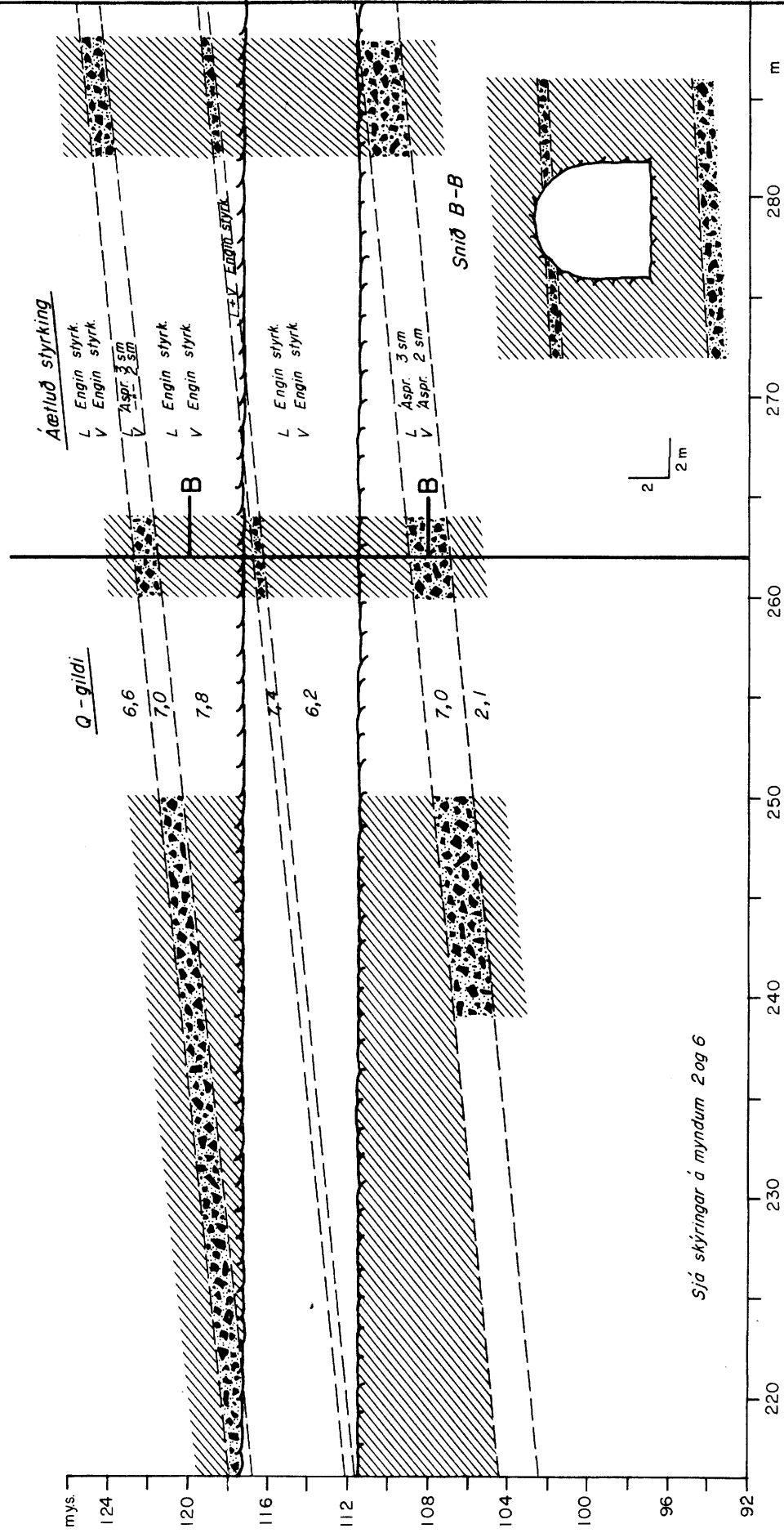
VOD - MÚ - 631 - BAH
83. OI. - 0013 - Gyða

BLÖNDUVIRKJUN

Langsnið jarðlaga á gangaleið milli stöðva
215 og 290

Mynd 7

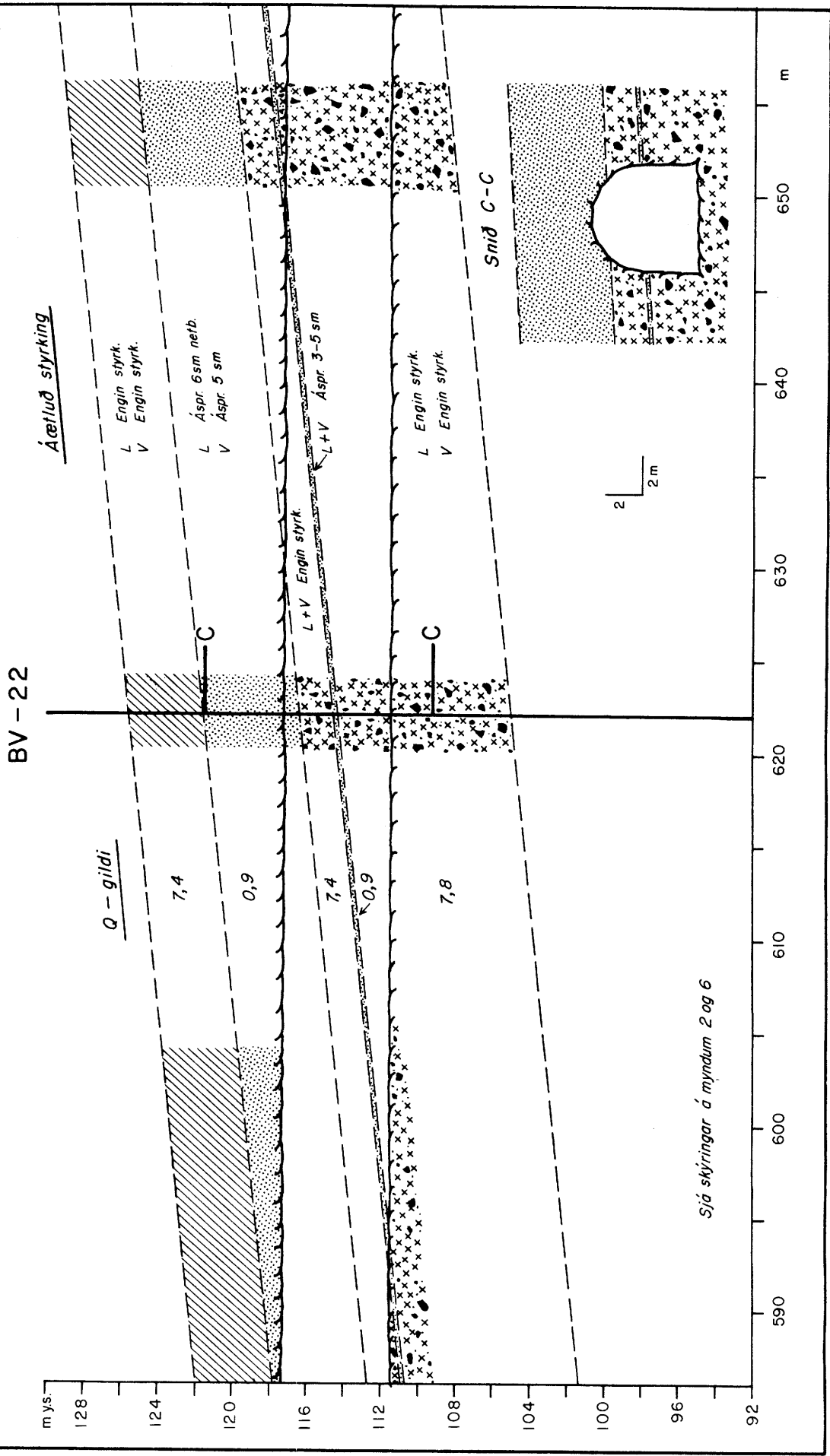
BV-13



BLÖNDUVIRKJUN

Langsnið jarðlaga á gangaleið milli stöðva

590-660

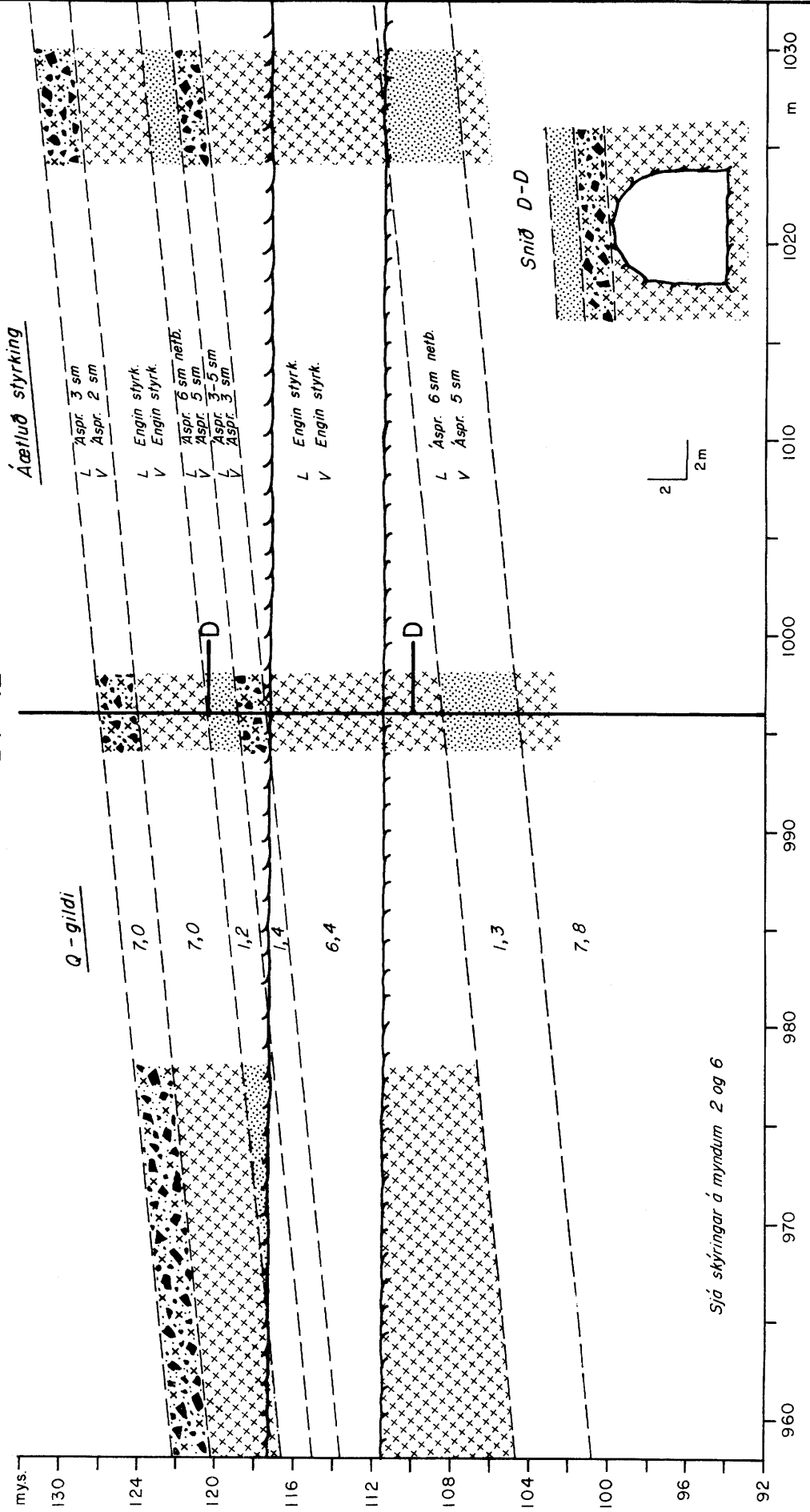


Sjá skýringar á myndum 2 og 6

BLÖNDUVIRKJUN

Langsnið jarðlaga á gangaleið milli stöðva
960 - 1030

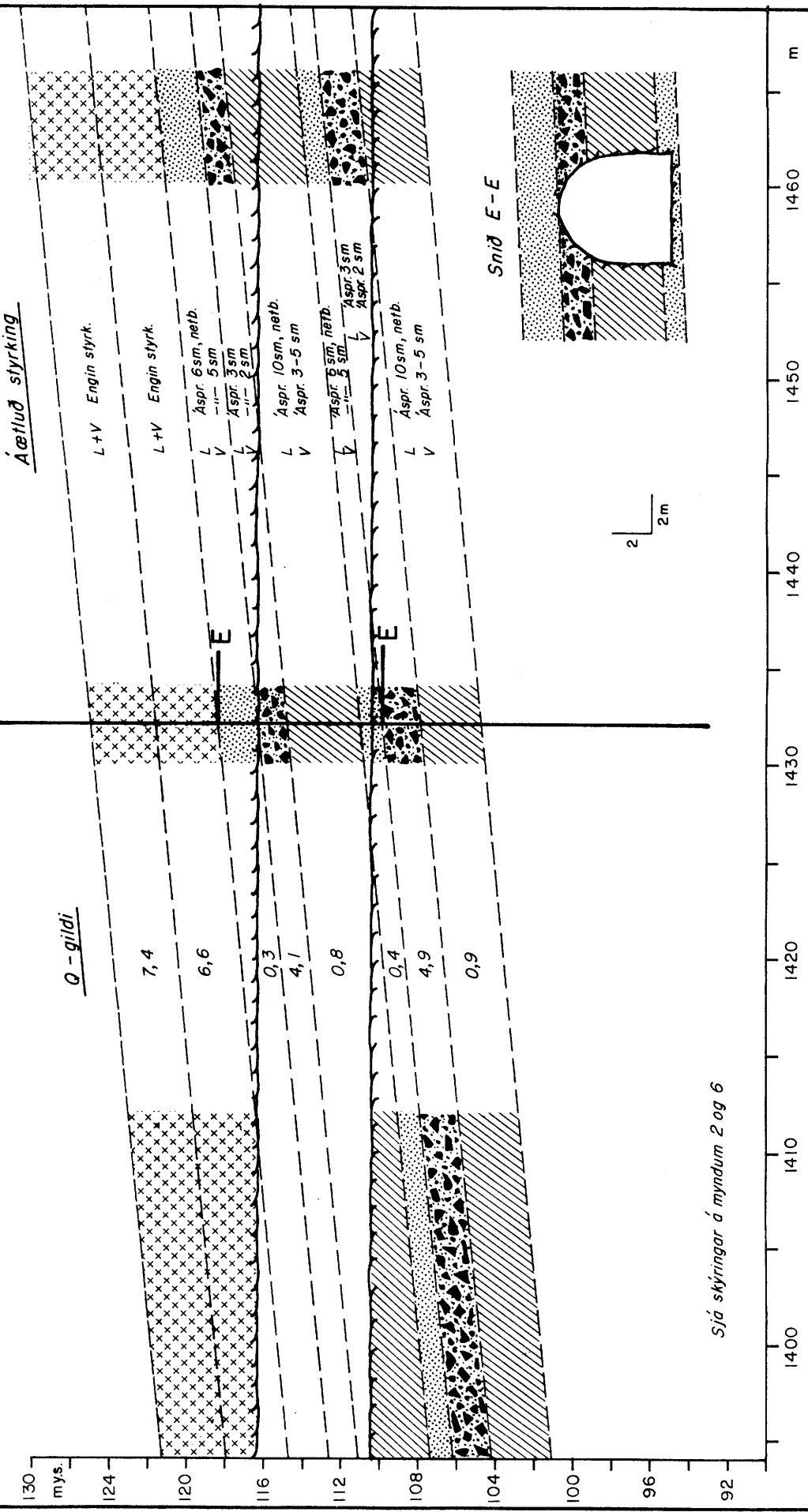
BV-12



BLÖNDUVIRKJUN

Langsnið jarðlaga á gangaleið milli stöðva
1395 og 1470

BV-14



Sjá skýringar á myndum 2 og 6

VOD-MJ-631-BAH
83.01-0113-Gyð

BLÖNDUVIRKJUN

Stöðvarhússtæði - Langsmíð X3A - X3B

Mynd II

X 3A

BV-20

BV-27

X 3B

mys.

170

160

150

140

130

120

110

100

90

80

Fallgöng

Strengja-
göng

A

B

A

B

STÖÐVARHELLIR

Q-gildi

2,6

2,9

3,4

3,3 ?

4,9

6,4

3,6

Q-gildi

3,6

4,8

2,3

4,5

6,9

5,7

4,2

7,7

6,4

7,0

Q-gildi

5,8

3,8

4,3

2,8

3,8

5,6

3,8

0,7

1,5

5,3

2,4

2,7

2,9

2,1

3,1

4,9

3,3

0,8

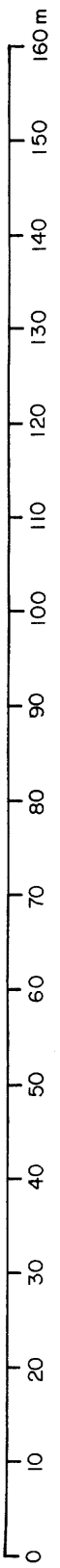
2,3

5,0

Ath. Borholunum er varpað inn í snið eftir stríkstefnu 330°
Vel er hugsanlegt að eitt eða fleiri misgengi séu í
þessu sniði milli borholanna
Sjá skýringar á myndum 2 og 6

10-15m ?

$$H/L = 1/1$$



VIÐAUKI

Niðurstöður brotbolsprófana

Point Load Strength tests Hydroproject Blanda.

Borehole No.	Depth (m)	No. of samples	Type of Rock	Diameter	Median Is (MPa)	Water content W%	Wet density g/sm ³
LE-5	3,55-19,45	12	Basalt (Tholeiite)	41,7 mm	9,4		
LE-5	4,0- 10,0	8	"-	"-	10,0		
BV-22	168,2-169,5	12	Conglomerate	47,6	1,0		
BV-22	176,6-179,2	10	Basalt (porphyritic altered)	"-	3,1		
BV-22	181,0-182,15	12	Cemented scoria	"-	3,2		
BV-22	194,6-195,5	10	Sandstone	"-	DRY 1,8 WET 1,4		
BV-22	203,0-203,8	12	Basalt (porphyritic)	"-	8,7		
BV-22	222,9-225,2	18	Poorly cemented scoria	47,6	0,67		
BV-23	27,5-31,0	11	Basalt (Tholeiite)	36,5	10,1		
BV-23	29,45-29,7	10	"-	36,5	9,8	Axial Test	
BV-24	9,6-14,3	12	Basalt (porphyritic)	47,6	8,4		
BV-26	23,5-28,7	10	varved clay	47,6	1,3		
BV-26	37,5-43,5	13	Tillite	47,6	3,4		
BV-27	73,9-75,6	10	clayey sandstone	47,6	0,45		
BV-27	98,3-99,05	8	"-	47,6	0,60		
BV-27	101,9-104,2	15	cemented scoria	47,6	1,0		
BV-27	120,8-122,4	22	Sandstone	47,6	1,0		
BV-27	134,9-137,7	24	Sandstone	47,6	0,77		
BV-27	155,3-159,35	11	Basalt (Tholeiite)	36,5	5,9		
BV-27	166,35-167,76	17	Sandstone /Conglomerate	36,5	0,70		
BV-27	180,3-181,3	10	Basalt (Tholeiite)	36,5	11,9		
BV-27	191,1-192,1	9	"-	36,5	11,7		
BV-27	237,2-238,5	10	Clayey sdst. /conglom.	36,5	0,78		
BV-32	77,6-78,12	11	Sandstone	47,6	1,53	38,5	1,92
BV-32	79,65-81,6	10	"-	47,6	2,67	32	1,96
BV-32	85,8-88,05	12	"-	47,6	1,97	29	1,99
BV-32	91,5-93,35	6	clayey sandstone	47,6	0,41	51	1,80
BV-32	99,7-100,6	12	Sandstone	47,6	2,1	31,5	1,99
BV-32	109,1-109,9	9	"-	47,6	1,2	20	2,19
BV-32	110,3-111,15	8	"-	47,6	0,6		
BV-32	123,5-124,8	8	Sandy siltst.	47,6	0,5	47,5	1,89
BV-32	152,5-153,4	5	Clayey sdst.	47,6	0,7	21	2,08
BV-32	163,3-164,8	11	Sandstone	47,6	0,9	31	2,01
BV-32	169,2-168,9	9	Clayey sdst.	47,6	0,6	48,5	1,83
BV-32	171,3-172,1	7	"-	47,6	0,6	46	1,85
BV-32	172,2-172,7	10	"-	47,6	0,7	44,5	1,86

BV-32	180,3-180,8	7	-"-	47,6	0,7	34	1,93
BV-32	182,0-183,0	9	Sandstone	47,6	1,3	26	1,98
BV-32	225,4-225,9	10	Clayey congl.	47,6	0,6	34	2,00
BV-32	254,7-255,7	4	Clayey sdst.	47,6	0,75	37	1,97
BV-32	260,0-261,0	10	Sandy siltst.	47,6	0,4	34	1,99
BV-32	276,3-277,1	8	Sandstone	47,6	1,1	28,5	2,13
BV-32	278,8-279,9	9	-"-	47,6	0,9	35	2,00
BV-32	321,0-321,8	8	-"-	47,6	0,8	22	2,18
BV-32	322,4-324,5	11	Clayey sdst.	47,6	0,45	34	1,99

* σ_c (MPa) = k x I_s .

k = 19 according to tests done on Icelandic rock types.

Uniaxial Compressive Tests Hydroproject Blanda

Borehole No	Depth (m)	Rock Type	Length (cm)	Diameter (cm)	Uniaxial compressive strength (kg/sm ²)	Weight (g)	Density (g/cm)
BV-14	12,5	P	9,22	3,6	1450	271	2,89
BV-14	18,4	P	9,2	3,6	2640	279	2,98
BV-14	18,4	P	8,97	3,6	1870	269	2,95
BV-14	61,7	D	9,2	3,6	1000	263	2,81
BV-14	61,7	D	9,03	3,6	1300	267	2,90
BV-14	75,3	K	8,98	3,6	430	219	2,40
BV-14	101,0	PG	9,0	3,6	240	209	2,28
BV-14	117,7	P	8,8	3,6	560	264	2,95
BV-14	123,5	P	9,0	3,6	820	258	2,82
BV-14	123,5	P	9,0	3,6	560	255	2,79
BV-14	123,5	P	8,1	3,6	930		
BV-13	21,0	S	11,75	4,67	170	427	2,12
BV-13	27,3	S	11,9	4,7	390	438	2,12
BV-13	34,5	S	12,15	4,7	120	378	1,78
BV-13	45,3	DH	11,85	4,7	680	572	2,78
BV-13	73,3	S	12,35	4,7	35	362	1,69
BV-13	138,0	P	11,75	4,72	1750	602	2,93
BV-13	153,8	K	11,8	4,7	100	497	2,43
BV-13	196,4	P	12,08	4,7	2330	615	2,93
BV-10	104,0	S	12,2	4,72	480	415	1,94
BV-10	115,2	S	7,62	4,72	300	270	2,02
BV-12	197,6	PH		4,7	145	Tested by ROBBINS - - - - - - - - - - JARVA JARVA	
BV-12	155,6	S		4,7	110		
BV-12	155,6	S		4,7	110		
BV-12	168,2	DH		4,7	655		
BV-12	168,2	DH		4,7	290		
BV-12	150,0	D		4,7	1235		
BV-12	150,0	D		4,7	945		
BV-12	219,0	P		4,7	1820		
BV-12	219,0	P		4,7	1675		
BV-12	219,0	P		4,7	1855		
BV-12	219,0	P		4,7	1745		
BV-12	149,0	D			1880		
BV-12	152,0	D			950		

*) P - tholeiite D - porphyritic basalt
 K - scoria S - sediments
 G - scoriaceous H - altered