

Birgir Jónsson
82/01



ORKUSTOFNUN

NATIONAL ENERGY AUTHORITY

GREININGUDAGAFN

GREINARGERÐ
LANDSPÍTALALÓÐ

BYGGING K, TENGIGANGUR
KJARNABORANIR OG BERGTEKNI

Birgir Jónsson, Björn A. Harðarson
Erlendur Pétursson, Gunnar Birgisson

B.J., B.A.H., E.P., G.B. - 82/01 Nóvember 1982

GREINARGERÐ
LANDSPÍTALALÓÐ

BYGGING K, TENGIGANGUR
KJARNABORANIR OG BERGTEKNI

Birgir Jónsson, Björn A. Harðarson
Erlendur Pétursson, Gunnar Birgisson

B.J., B.A.H., E.P., G.B. - 82/01 Nóvember 1982

Efni

Inngangur	bls. 1
Berggrunnurinn	" 1
Úrvinnsla	" 1
Sprengingar og grjóthrun	" 2
Stöðugleiki skurðveggja við núverandi byggingar	" 3

Myndir

1. Afstöðumynd
2. Borholusnið
3. Styrkingarspá eftir berggæðamati

Viðauki

Bréf VSÓ til OS-VOD

Borholusnið - kjarnalýsingar; frumgögn

Berggæðamatskerfið - stutt lýsing

Berggæðamat - sprungulýsingar; frumgögn

Inngangur.

Í september síðastliðnum boruðu Jarðboranir ríkisins þrjár 7 m djúpar kjarnaborholur á lóð Landsspítalans á vegum Verkfræðistofu Stefáns Ólafssonar. Eftir að borun var lokið sendi Bjarni H. Frímansson verkfræðingur á VSÓ bréf dags. 29. september 1982 til Hauks Tómassonar forstjóra Vatnsorkudeildar Orkustofnunar og bað um að kjarnagreining og berggæðamat yrði framkvæmt á borkjörnunum. Markmiðið væri að afla upplýsinga, sem komið gætu að haldi "sérstaklega með tilliti til:

Sprengingarvinnu

Brothættu bergveggja við og undir núverandi byggingum".

Verkið yrði greitt af Innkaupastofnun ríkisins. (Sjá viðauka).

Á Vatnsorkudeild hafði Birgir Jónsson jarðverkfræðingur umsjón með verkinu og hafði hann samband við Björn Gústafsson verkfræðing á VSÓ meðan á úrvinnslu stóð.

Berggrunnurinn.

Á Landsspítalalóðinni sést á tveimur stöðum í berg; annars vegar í fornu sundlaugarstæði norðan við G-álm (um 50 m vestan við holu 3) og hins vegar í nokkuð nýlegum grunni sunnan við austurenda H-álm (um 50 m sunnan við holu 2). Farið var á staðinn og þessar opnur í bergið athugaðar. Þær eru aðeins 1-1,5 m á hæð, en sýna venjulegt ungt grágrýti (Reykjavíkurgrágrýti), eins og algengt er á svæðinu frá Kollafirði suður í Hafnarfjörð og frá Vogum að Rosmhvalanesi suður til Hafna. Staðsetning borholanna er sýnd á mynd 1.

Úrvinnsla.

Kjarninn er greindur og flokkaður á sama hátt og borkjarnar á virkjunarstöðum þar sem áætlað er að sprengja jarðgöng eða opna skurði. Í kjarnalýsingunni ^(mynd 2) er lýst m.a. berggerð, kjarnaheimtu og RQD-gildi (sá hluti kjarnans sem er í ≥ 10 cm bútum í % af lengd holunnar eða hluta hennar). Einnig er gert berggæðamat með sérstakri aðferð sem þróuð hefur verið hjá Norsku Jarðtæknistofnuninni (NGI), svokölluð Q-greining.

Berggæðamatið er hannað með tilliti til jarðgangagerðar. Niðurstöður matsins (Q-gildið) gefa þó nokkra vísbendingu um eiginleika bergs í opnum skurðveggjum. Sjá mynd 3 og frumgögn í viðauka.

Matið felst í því að telja fjölda sprungna, mæla stefnu þeirra og meta áferð sprunguflata og þykkt og gerð sprungufyllinga. Gefnar eru einkunnir í tölum, sem síðan eru settar inn í jöfnu ásamt fleiri þáttum og þannig reiknað gildið "Q", sem kalla má berggæði.

Sprengingar og grjóthrun.

Verktakar á RVK-svæðinu hafa margir mikla reynslu í að vinna þetta berg. Gengur yfirleitt vel að vinna það með sprengingum og veggir standa yfirleitt lóðrétt. Sjá má dæmi um þetta í stórum húsgrunnum við Elliðaárvog, austan við Holtabakka, þar sem a.m.k. 8 m háir lóðréttir bakkar standa ágætlega og eins í grjótnámi í Ártúnshöfða og Selási. Nokkur ágalli er þó að skurðveggirnir verða oft ójafnir þar sem bergið er oft stórstuðlað og falla stuðlarnir út í heilu lagi en brotna yfirleitt ekki að endilöngu.

Þar sem ekki sést í bergið á skurðleiðinni er ástand þess áætlað út frá áður nefndum opnum og borkjörnum. Þessi grágrýtishraun breyta þó oft nokkuð um svip á aðeins nokkrum tugum metra og er því ekki hægt að útiloka að veikleikasvæði gætu komið fyrir á skurðleiðinni, þ.e. t.d. gjallríkt svæði og smábrottnara berg (sbr. kjarnalýsingarnar mynd 2) en sjást í áður nefndum tveimur opnum í bergið. Þessi svæði eru þó oft staðbundin, en ef til vill þyrfti einhverja bráðabirgðastyrkingar á slíkum stöðum.

Q-kerfið norska hefur sjaldan verið notað með tilliti til opinna skurða en niðurstöðurnar í þessu tilviki (Q-gildi er að meðaltali um 6) gefa til kynna að stæðni þessa bergs sé allgóð án styrkingar í 6-7 m háu, nærri lóðréttu stáli. ^(mynd 3) Þó ber þess að geta að hér og þar eru mjög sprungin afmörkuð belti í kjarnanum (þar sem RQD-gildið og kjarnaheimta eru lág: sjá mynd 2). Þessi sprungnu bil geta valdið hruni smárra og stórra steina úr veggjunum. (Sjá viðauka um Q-greiningu).

Mælt er með að allir lausir steinar sem sjást í veggjunum séu teknir burt jafnóðum og skurðurinn dýpkar og komið sé fyrir sterku öryggisneti sem þekur bergveggina þar sem skurðurinn er dýpstur.

Boranir í Helguvík í sams konar grágrýti og í Reykjavík gáfu dálítið hærri Q-gildi, eða 8-10, en þar er gert ráð fyrir 10-15 m djúpum gryfjum fyrir olíutanka, sem sprengdar verða niður í bergið.

Þar eru lóðréttir sjávarhamrar a.m.k. 10 m háir.

Við Blönduvirkjun hefur verið sprengd 12 m djúp gryfja í bergið við munna væntanlegra aðkomuganga. Q-gildið þar er aðeins um 3, en veggirnir standa nær lóðréttir, en þó er þar nokkur hætta á hruni einstakra steina.

Stöðugleiki skurðveggja við núverandi byggingar.

Seinni hluti fyrirspurnarinnar í bréfi VSÓ, þ.e. "brothætta bergveggja við og undir núverandi byggingum" er nokkuð erfitt að svara með vissu. Bergið er að ytri gerð (strúktúr) lagskipt og fremur stórstuðlað Reykjavíkur grágrýti. Það er úr nokkrum misþykkum flæðieiningum 0.2 til 1.2 m að þykkt, sem komið hafa úr sama gosinu og er því talið eitt hraunlag. Í heillegum hluta bergsins eru því veikleikafletir þess aðallega annars vegar brattar stuðlasprungur og hins vegar nær lárétt skipting milli flæðieininga. Klöppin ætti því að vera allstöðug gagnvart ofanálíggjandi fargi og teljum við því að skurðveggirnir verði nokkuð stöðugir þrátt fyrir álag vegna núverandi bygginga, sbr. þó það sem áður er sagt um staðbundin veikleikasvæði og bráðabirgðastyrkingar.

Hins vegar þarf að fylgjast vel með bergveggjum meðan á verki stendur, ef ske kynni að fyrirfinnist stórir samfelldir brotflatir með óæskilegum halla, þ.e. niður í skurðinn. Ef slíkir fletir sjást þarf annað hvort að styrkja veggina á viðeigandi hátt svo ekki sé hætt á hruni stórra eininga niður í skurðinn, eða fjarlægja þessar óstöðugu einingar.

Niðurstaða okkar varðandi þetta atriði er því sú, að við teljum ekki mikla hættu á skemmdum á núverandi byggingum vegna minnkandi burðarþols bergsins meðan á vinnu við skurðinn stendur, enda gerum við ráð fyrir að farið sé með ýtrustu gætni við sprengingar þar sem um er að ræða sjúkrahúslóð. Einnig gerum við ráð fyrir að vandað sé til sprengiholumynsturs til þess að skurðveggir verði sem heillegastir og beinastir og notuð verði "presplit" eða "smooth blasting" sprengitækni.

Kjarnagreining og mælingar v/berggæðamats var unnið af jarðfræðingunum Gunnari Birgissyni og Erlendi Péturssyni. Berggæðamat var áætlað af Birni A Harðarsyni jarðverkfræðingi og textinn tekinn saman af honum og Birgi Jónssyni jarðverkfræðingi.

Hola 3

Mynd 1
Afstöðumynd
Teikning frá V.S.Ó.
2782 2.201

NOVERANDI LAGNAGANGUR

Hálma

VENTANLEST STIGAHÚS

Hola 2

20,62

LAGNAGANGUR TIL KETILHÚSS

Hola 1

20,62

B

B

A

○

RAUF 60 x 40

RAUF 90 x 40

150 25 350 25
90 50 400 260

260

260

635

85

315

350

25

280

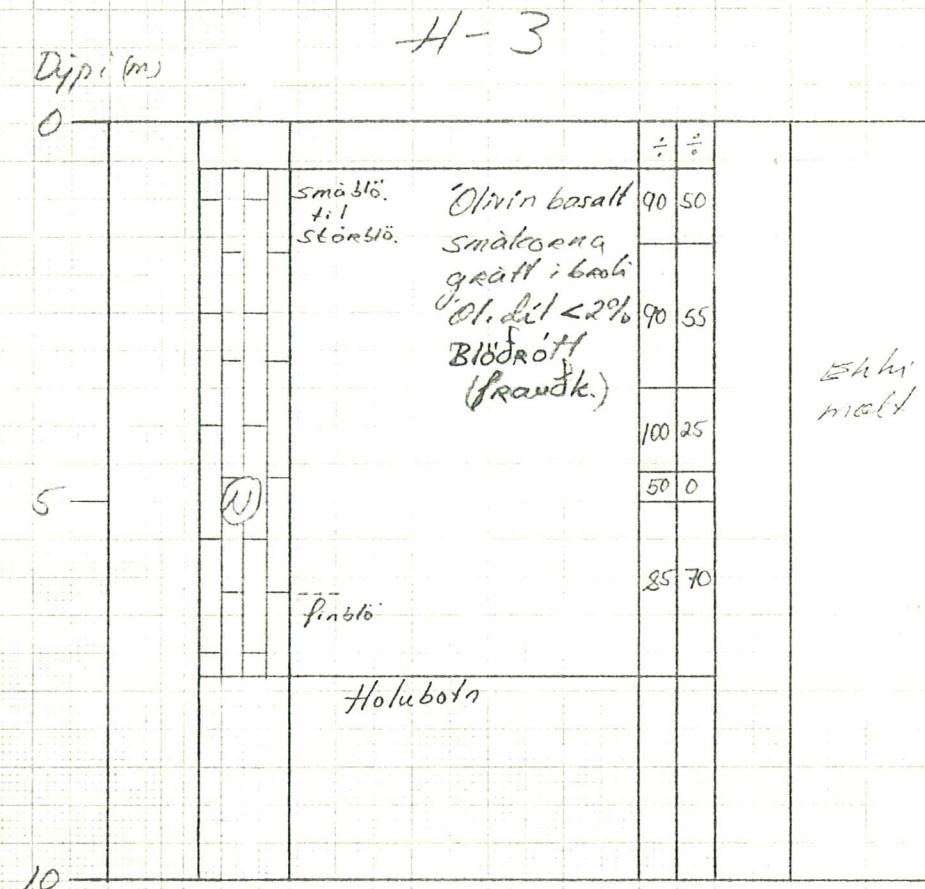
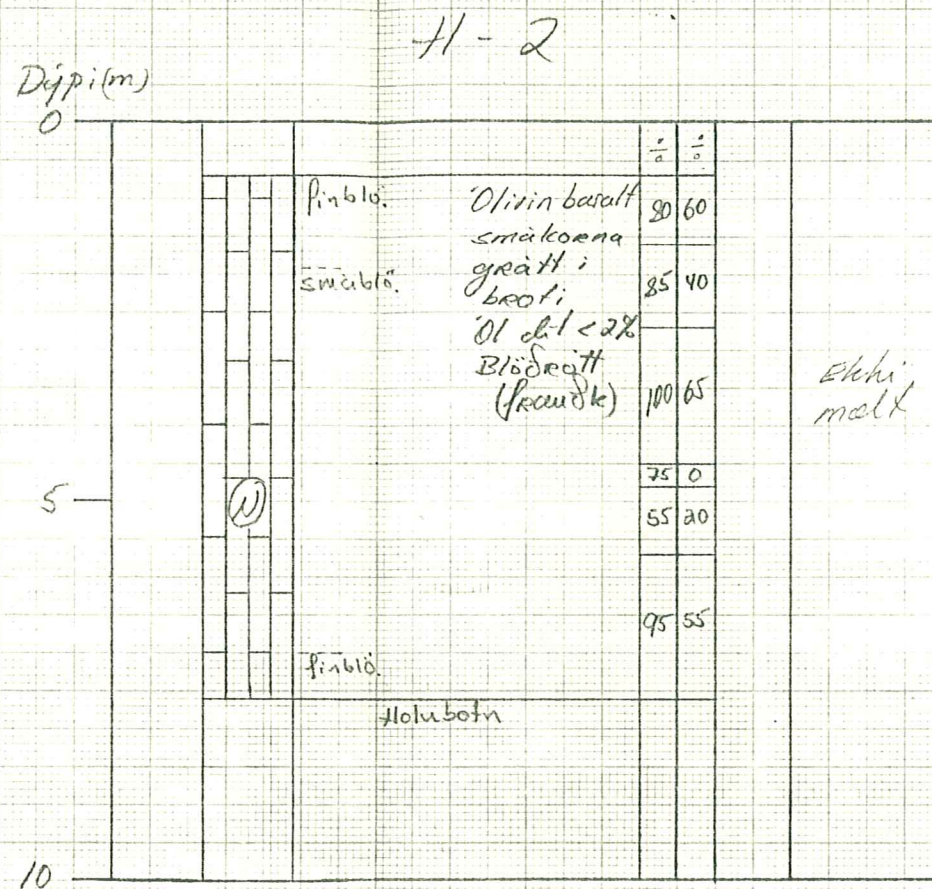
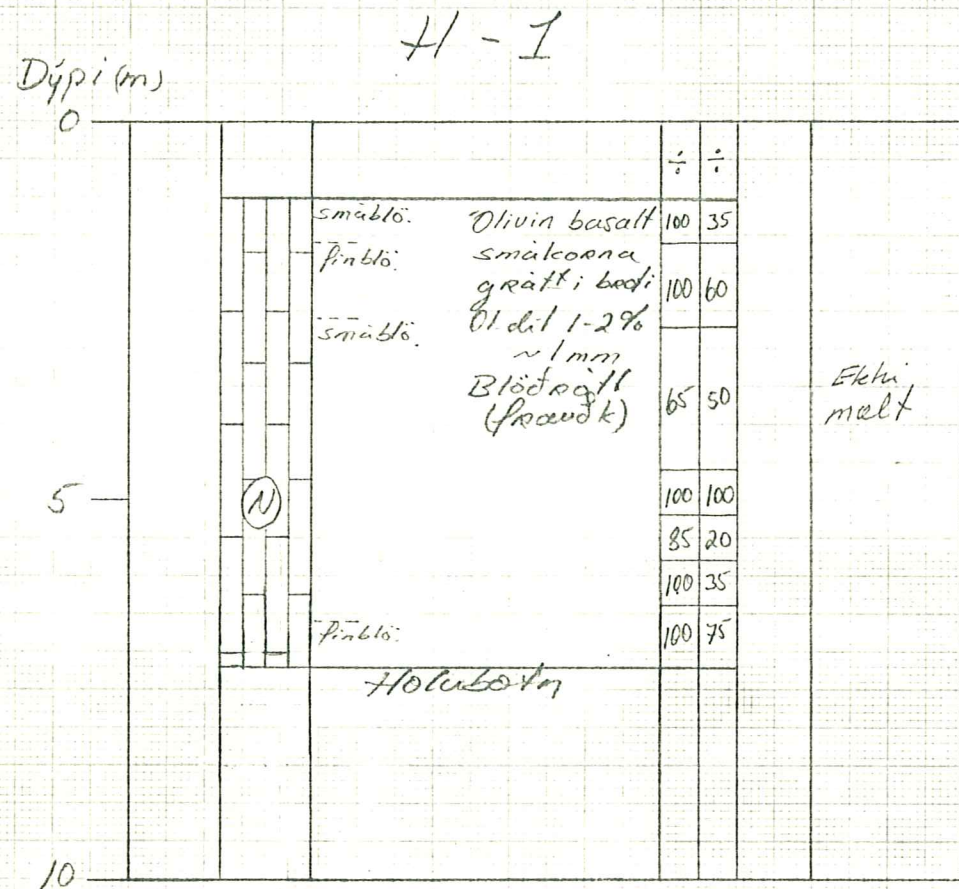
23,14

2007

Hæð	GREINING	Kvarni %	RÖD	JUB	Lokl Lu
-----	----------	----------	-----	-----	---------

Hæð	GREINING	Kvarni %	RÖD	JUB	Lokl Lu
-----	----------	----------	-----	-----	---------

Hæð	GREINING	Kvarni %	RÖD	JUB	Lokl Lu
-----	----------	----------	-----	-----	---------



Mynd 2

LANDSPITALALÓÐ
BYGGING K, TENGIGANGUR

BORHOLUSNIÐ
HOLUR 1, 2 og 3

UOD-MJ-806 - GB, EP
82.11.

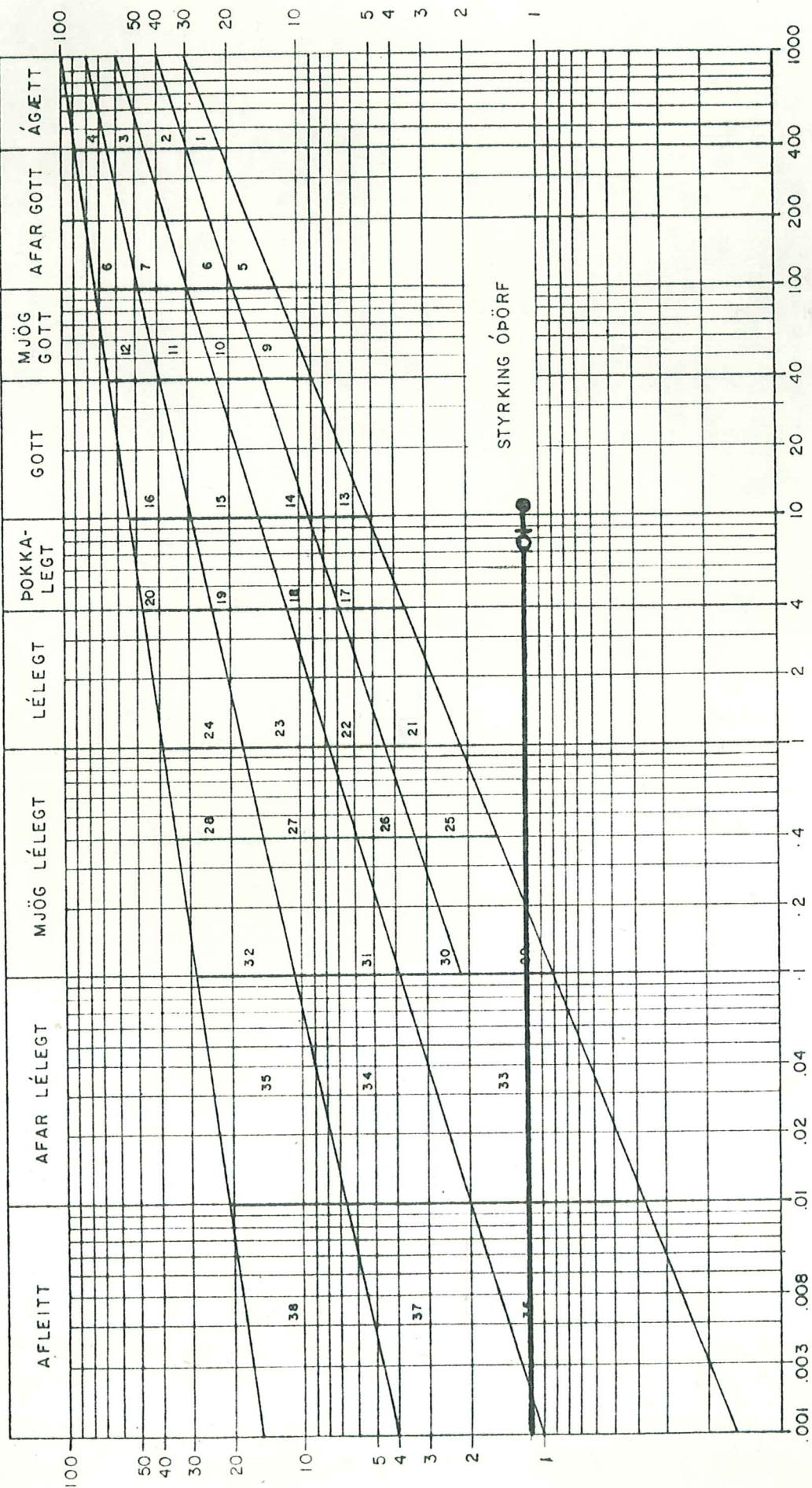
VOD-MJ-838-Bj. J.
82.08.-0976-'0.D

STYRKINGARSPÁ JARÐGANGA

Línuritíð sýnir 38 styrkingarflokka sem ákvarðast af berggæðum og jafnviddar-gildum jarðganga (úr Barton et al. 1974)

LANDSSPÍTALI
TENGINGARDEUR
Gildislína fyrir
Borhola H-1
" " H-2
" " H-3

—
●
○
+



$$\frac{6}{5} = 1.2 = \frac{\text{VIDD-EDA HÆÐ (m)}}{\text{JAFNVIDDARGILDI = STYRKINGARHLUTFALL (ESR)}}$$

Mynd 3

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

Viðauki.



Jarðboranir ríkisins,
b/t hr. Hauks Tómassonar,
Grensásvegi 9,
. 108 REYKJAVÍK.

BORGARTÚNI 20
105 REYKJAVÍK ICELAND
SÍMI (TEL) 29940 & 29941

TILV YDAR
YOUR REF

BREF YDAR
YOUR LETTER

TILV VOR
OUR REF.

DAGS
DATE

29.9.1982

VARÐAR LANDSPÍTALALÓÐ

Fyrir hönd Yfirstjórnar Mannvirkjagerðar á Landspítalalóð er þess hér með óskað, að gerð verði kjarnagreining og berggerðarmat á tveimur borkjörnum, sem jarðboranir hafa tekið.

- Markmið þessarar rannsóknar er að afla upplýsinga er komið gætu að haldi við væntanlega mannvirkjagerð og sérstaklega með tilliti til:
 - o Sprengingarvinnu
 - o Brothættu bergveggja við og undir núverandi byggingum.
- Niðurstöður skulu sendar V.S.Ó.
- Verkið greiðist af Innkaupastofnun ríkisins.

Virðingarfyllst,

Bjarni H. Frimannsson

Afrit:

Ásgeir Bjarnason, framkvæmdastjóri

Fylgiskjöl:

Br. til Jarðborana ríkisins, dags. 21.9.1982

Uppdrættir nr. 2.201, 2.202 og 2.203



Dagsetning 08.10.82

Landspítali

Staður _____

Gert af EP+GB

Borhola nr. H-3

Hæð holu _____

Hnit: X _____ Y _____

Blað 1 af 1

Hæð m.s. m	Dýpi m	Kjarni %	RQD %	Greining og lýsing efnis	Tákn	Greining/ Classification	Q	Jarðvatn				Lekt Lu.
								0	1	10	100	
1		90	50	smáble - stórble								
2		90	55									
3												
4		100	25		(N)							
5		50	0									
6		85	70	finble								
7												
8				Holubotn								

6-8.5

BERGGÆÐAMATSKERFIÐ

Borkjarnarnir voru sprungugreindir skv. kerfi sem notað er á Orkustofnun við virkjunarrannsóknir til þess að reyna að meta eiginleika og gæði gergsins til mannvirkjagerðar. Greiningin felst í því að meta fjölda sprungna, stefnu og lögun þeirra, áferð sprunguflata og magn og gerð sprungufyllinga í berginu út frá sprungum í kjarnanum. Gefnar eru einkunnir í tölum sem síðan eru settar inn í jöfnur ásamt fleiri þáttum og þannig reiknuð talan (einkunnin) "Q" sem kalla má "berggæði". Talan Q er fall eftirfarandi sex þátta:

RQD (rock quality designation): Hlutfall samanlagðrar lengdar kjarnabúta ≥ 10 cm af viðkomandi bili borholunnar (þ.e. í raun = fjöldi sprungna).

Jn (joint set number): Fjöldi sprungukerfa.

Jr (joint roughness number): Lögun og áferð sprunguflata.

Ja (joint alteration number): Gerð og þykkt sprungufyllinga.

Jw (joint water reduction factor): Vatnsþrýstingsáhrif á sprungur og berg.

SRF (stress reduction factor): Spennuástand í berginu.

Og jafnan er síðan svona: $Q = \left(\frac{RQD}{Jn}\right) \times \left(\frac{Jr}{Ja}\right) \times \left(\frac{Jw}{SRF}\right)$

En þá ber að geta þess að í raun heitir talan Q fullu nafni "index for the determination of the tunneling quality of a rockmass". Berggæðamatskerfi þetta er því hannað með tilliti til jarðgangagerðar og talan Q notuð til að bera saman berggerðir og jarðlög og áætla styrkingarþörf í jarðgöngum í viðkomandi bergi. Einnig er rétt að benda á að kerfið er erlent að uppruna og að enn hefur notagildi þess ekki verið reynt að fullu við þær jarðfræðilegu aðstæður sem algengastar eru á Íslandi og nokkuð frábrugðnar aðstæðum víðast erlendis. Nú þegar er þó vinna við aðlögun kerfisins að íslenskum aðstæðum orðin allnokkur og frekari stöðlun mun væntanlega fara fram á næstu árum samfara aukinni jarðgangagerð vegna virkjanaframkvæmda.

1- VOD-MJ-900-BAH
8106.0745 - EBF

SPRUNGUGREINING

STADUR *Landsþingali*
Location

HOLA *H-1*
Borehole

BORKRONA *BK*
Drill Bit

DAGS. *08.10.82*
Date

HOLUHÆÐ
Height of hole m.a.s.l.

BOR
Drill rig

DÝPI FRA *10*
Depth interval

TIL *7.2*
to

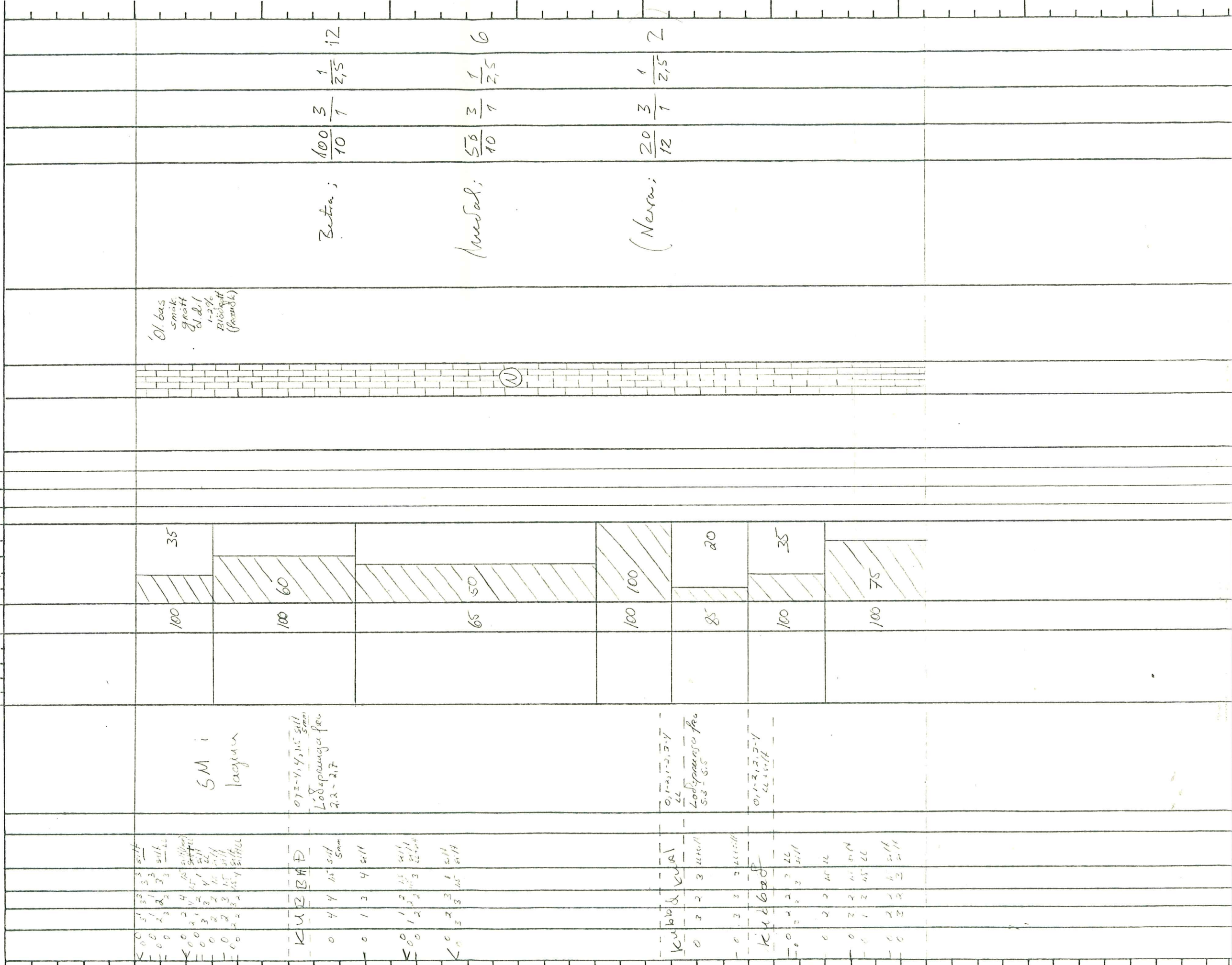
STEFNA HOLU
Orientation of boreh.

BLAÐ NR. *1*
Sheet no.

GREINT AF
Logged by

GB t EP

Springur Joints	Flokkur Class	Fylling Filling	Gerd Type	Teg. tyll. Type of fill	Leiðarlína Ret line	Springulýsing Description of joints	Springur á meter Joints per meter	Kjarni % Core %	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation m.y.s.	Column	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes	RQD Jn betra verri	Jr Ja betra verri	Jw SRF betra verri	Q betra verri
-----------------	---------------	-----------------	-----------	-------------------------	---------------------	-------------------------------------	-----------------------------------	-----------------	-------	----------------------	----------------------	--------	--------------------------------	---	--------------------	-------------------	--------------------	---------------



1 F VOD-MJ-900-BAH
81.06.0745 - EBF

SPRUNGUGREINING
STADUR Landspítali

HOLA H-2
Borehole

BORKRÓNA BQ
Drill Bit

DAGS. 15.10.82
Date

HOLUHÆÐ
Height of hole masl.

TIL 7.6
to

M

DÝPI FRÁ 0.7
Depth interval

m

DYPI FRÁ AF
Depth interval

m

AF AF
of

m

GREINT AF GB+EP
Logged by

m

BLAÐ NR. /
Sheet no.

m

of

m

Depth	Dýpi, m	Sprungur Joints	Flokkur Class	Fylling Fill	Gerð Type	Teg. fyll. Type of fill	Leiðarlína Ret. line	Sprungulýsing Description of joints	Sprungur á meter Joints per meter	Kjarni % Core %	RQD %	Lekt Lu Permeability	Hæð Elevation	Stöð Station	Lýsing jarðlaga Classification	Prófanir á sýnum og athugasemdir Testing of samples and notes	RQD Jn beitra verri	Jr Ja beitra verri	Jw SRF beitra verri	Q beitra verri	
0	0																				
1	1	0 1 2 3 4		2 3 4	2 3 4	2 3 4				80	60										
2	2	0 1 2 3 4		2 3 4	2 3 4	2 3 4		1.8-2.1 Kubb og Kveit: 0.2, 1.3, 2.3		85	40						65/10	3/7	1/2.5	7.8	
3	3	0 1 2 3 4		2 3 4	2 3 4	2 3 4		2.8-3.4 lóðspungur		100	65						50/10	3/1	1/2.5	6	
4	4	0 1 2 3 4		2 3 4	2 3 4	2 3 4				75	0						10/12	3/1	1/2.5	1.0	
5	5	0 1 2 3 4		2 3 4	2 3 4	2 3 4		4.5-4.8m Kubb og 0.2, 2.3, 2.3, 2.3		55	20										
6	6	0 1 2 3 4		2 3 4	2 3 4	2 3 4		4.8-5.2m Kveit og 0.3, 2.3, 2.3, 2.3		95	55										
7	7	0 1 2 3 4		2 3 4	2 3 4	2 3 4		6.1-6.35 lóðspungur 0.3, 2.3, 2.3, 2.3													

10% bas smök graött af deli < 2% Blöðspill (fræðk)

Behra;

Mestal;

(heima;

N

