



ORKUSTOFNUN
Vatnsorkudeild

RÁÐHÚS REYKJAVÍKUR
Jarðfræðiskýrsla

Birgir Jónsson

Unnið fyrir Borgarverkfræðinginn í Reykjavík

OS-87050/VOD 06 B

Desember 1987



ORKUSTOFNUN
Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer : 896.4

RÁÐHÚS REYKJAVÍKUR
Jarðfræðiskýrsla

Birgir Jónsson

Unnið fyrir Borgarverkfræðinginn í Reykjavík

OS-87050/VOD 06 B

Desember 1987

verið, en þar hefur tunga úr hraunkvikunni neðst í bólstrabreksíunni þrýst sér niður í ósamhlímt setið og kemur hún fram í borkjarnanum niðri í setinu. Svona fyrirbæri sést á yfirborði í sjávarbökkum í Ærvík rétt utan við ósa Laxár í Aðaldal (Kristján Sæmundsson munnl. heimild.).

3. LEKT OG GRUNNVATN

Bæði móbergs/bólstrabreksían (á 15-40 m dýpi) og setbergið (neðan við 40 m) í holu RK-1 er mjög þétt berg, en lekt í báðum þessum bergmyndunum mældist nálægt 1-2 LU (Lugeon Unit), í holu RK-1. Þessi lekt samsvarar gróflega lektarstuðli $K=10^{-5}$ cm/s, eða 10^{-7} m/s, sem er hverfandi leki. Lektarprófanirnar voru framkvæmdar af jarðfræðingunum Birni Jónassyni (RK-1) og Þórólfi H.Hafstað (AK-1).

Eins og sést á borholusniði fyrir RK-1 (sjá mynd 3), virðist mun meiri leki við yfirborð bergsins, þ.e. frá 15.4-16.6 m. Sennileg skýring á því er eftirfarandi:

Í fyrri prófuninni hefur sennilega lekið undir endann á fóðurrörinu og út í mölina utan við, sem tók við öllu. Í neðri prófuninni var pakkari settur ca. 0.5 m neðan við fóðurrörið (í 16.1 m). Strax við 0.5 kg/cm^2 snarjókst lekinn upp í 70 LU og hefur þar sennilega skolast leirfylling úr sprungu rétt neðan við pakkarann. Vatnið hefur þá fengið beint samband við mölina ofan á berginu.

Við fulla dýpt á grunni ráðhússins verður mismuna-vatnsþrýstingur utan og innan við stálþilið meiri en 0.5 kg/cm^2 , svo að sennilega þarf einhverjar þéttingarráðstafanir nokkuð niður í bergið undir stálþilinu til að koma í veg fyrir að vatnið skoli út sprungufyllingum og flæði inn í grunninn.

Þegar pakkarinn var færður niður í 16.6 m, eða um 1.5 m niður í bergið og niður fyrir sprunguna, þoldi bergið a.m.k. 2.5 kg/cm^2 þrýsting, sem samsvarar 25 m vatnshæð, og var lekinn aðeins sem svarar $k=10^{-5}$ cm/s.

Í borholu AK-1 við Alþingishúsið kom fram meiri leki en ofan greinir á vissu bili í móbergs/bólstrabreksíunni. Prófun sem náði yfir bilið 19-33 m dýpi í þeirri holu sýndi lekt sem samsvarar 35 LU (sjá mynd 3). Sennileg skýring á þessum leka er sú að í berginu eru brotalínur, þar sem lekinn er eðlilega meiri en í heilu bergi. Því má gera ráð fyrir að leki upp í grunn ráðhússins geti verið meiri en lektarprófanir í holu RK-1 gefa til kynna, en þó líklega ekki meiri en svo að eðlilegur dælubúnaður við slíkar framkvæmdir ráði við það.

Lekt massífa Rvk.grágrýtisins er hins vegar sennilega allmikil. Í bókinni "ÚR BÆ Í BORG", endurminningum Knud Zimsens (1952) fv. bæjarverkfræðings og síðar borgarstjóra í Reykjavík, segir að rétt eftir aldamótin hannaði hann brunn fyrir Landakotsspítala, sem sprengdur var niður í grágrýtið á lóðinni á austurhorni Ægisgötu og Túngötu. Samkvæmt nákvæmu landakorti er þetta í 20 m hæð y.s. Grunnvatnsborð reyndist á um 20 m dýpi í brunnum samkvæmt skrifum Knuds. Ótrúlegt er að grunnvatnsborðið sé alveg niðri í 0 m y.s., en varla getur skakkað mörgum metrum í dýptarmælingu á brunnum. Grágrýtið í Landakotshæðinni er sem sé of lekt til þess að lyfta grunnvatninu nokkuð að ráði. Vatnsborð í holu RK-1 er mjög svipað og er í Tjörninni, enda eðlilegt þar sem um lek malarlög er að ræða.

Borhola RK-1 var hitamæld tvisvar í

botn (sjá mynd 4), strax eftir borun í júlí og síðan í október er vatnssýni voru tekin úr holunni. Hitinn var mældur með sitt hvorum mælinum og ber þeim ekki alveg saman; þar munar u.þ.b. einni °C á hita í berginu alveg niður á botn holunnar. Mikill munur kemur þó fram neðarlega í lausu jarðlögunum, þ.e. í neðra malarlaginu (14 °C á 12 m dýpi). Í júlí voru miklir hitar og kemur þarna sennilega fram áhrif frá vatni úr Tjörninni. Ekki er þó alveg ljóst hvaða leið vatnið fer, því ofan við þennan hitatopp er þétt siltlag, sem nær inn undir Tjörnina á ca. 7-10 m dýpi. Sjá myndir 2 og 3.

Tekin voru vatnssýni til efnagreiningar til að athuga möguleika á tæringu á stáli í bergfestunum og skemmdum á steypu. Tekin voru tvö sýni í heildargreiningu (sjá viðauka 1) á 15 og 50 m dýpi, og einnig 5 önnur sýni þar sem greint var SO₄, Cl og O₂. Alls voru tekin 7 sýni á ca. 7 m fresti í holunni. Sjá annars bréf Hrefnu Kristmannsdóttur í viðauka 1.

4. BERGFESTUR

Efstu 25 m bergsins eru úr sömu myndun, þ.e. brúnaðri móbergs/bólstrabreksíu. Brotþolsprófanir á sýnum af borkjarna úr breksíunni gefur fjaðurstuðul (E-gildi) 2.4 GPa í holu RK-1 og 3 GPa í holu AK-1 að meðaltali. Meðal brotstyrkur í báðum holunum er 7.5 MPa (sjá töflu 1). Í meðaltalinu var sleppt einu sýni úr RK-1 sem sýndi óvenju lága brotspennu (4 sýni voru í meðaltalinu) og í AK-1 var sleppt 2 mjög basaltríkum sýnum sem sýndu há gildi (6 sýni voru í meðaltalinu). Sjá töflur 2 og 3.

Setbergið neðan við 40 m dýpi hefur misjafnari brotspennu og fjaðureiginleika en breksían ofan á. (Sjá annars

meðfylgjandi töflur 1-3 og mynd 5). Voru sýni úr báðum kjarnaholunum RK-1 og AK-1 prófuð á Rannsóknast. bygg.iðnaðarins samkvæmt IRMS staðli. Prófunina framkvæmdi Oddur Þórðarson.

Sýni úr RK-1 voru ekki prófuð fyrr en 2 mánuðum eftir borun og höfðu þau verið geymd á upphituðum stað. Í 5 daga fyrir próf voru þau geymd í 50% rakamettuðu herbergi á R.b. Sýni úr AK-1 voru prófuð strax eftir borun. Eðlilega er raki mun meiri í AK-1, en einnig er E-gildi nokkru hærra, en í RK-1, eða 3 GPa á móti 2.4 GPa. Brotspenna sýna úr báðum holum er að meðaltali sú sama. (Sjá mynd 5 og töflur 1-3).

Varðandi átak á bergfestur, má búast við svipaðri svörun bergsins frá 15 til 40 m dýpis og sennilega alveg niður á botn. Fjaðureiginleikar alls þessa bergs er vissulega mjög frábrugðin massífu basalti sem hefur mun hærri E-stuðul og brotspennu.

5. NIÐURSTÖÐUR.

Hvað varðar mögulegan leka inn í grunn væntanlegs ráðhúss, virðist bergið vera mjög heppilegt, þ.e. nær þétt, en möguleiki á útskolun á sprungufyllingum á efstu metrunum.

Bergið virðist einnig heppilegt fyrir bergfestur, því öll móbergs/brotabreksían sem er niður undir 40 m dýpi hefur svipaða fjaðureiginleika.

6. HEIMILDIR

Almenna Verkfkfræðistofan 1986:
Ráðhús við Tjörnina, Athuganir á
lausum jarðlögum. Unnið fyrir
Borgarverkfræðing, október, 29 s.

Almenna Verkfkfræðistofan 1987:
Ráðhús í Reykjavík, Próf á
bergssýnum. Unnið fyrir
Borgarverkfræðing, október, 12 s.

Almenna Verkfkfræðistofan 1987:
Nýbygging Alþingis, Próf á
bergssýnum. Unnið fyrir
Borgarverkfræðing, nóvember, 14
s.

Árni Hjartarson og Sigbjörn Guðjónsson
1984: Reykjavíkurbæirnir.
Jarðfræðin við Sundin blá.
Orkustofnun; OS-84034/VOD-04,
apríl, 35 s. Í þessari skýrslu er
ýtarleg ritaskrá um jarðfræði
Reykjavíkurbæisins.

Zimsen, Knud 1952: Úr bæ í borg.
Endurminningar um þróun
Reykjavíkur. Helgafell, 400 s.

Dags.
1987.11.03Tilv. vor
HK/pp

Dags.

Tilv. yðar

...
Birgir Jónsson
Orkustofnun
...

Hjálagt eru niðurstöður efnagreininga úr borholu í Tjörninni í Reykjavík sem tekin voru þ. 8. október s.l. Sýnin eru svolítið sölt og er seltan um 0,4⁰/oo. Til samanburðar er meðalselta í sjó 35⁰/oo. Súrefni er fremur lítið í vatninu og langt undir því sem venjulegt er í ferskvatni. Í botni holunnar er styrkur súrefnis t.d. um einn tvöundraðasti hluti þess sem væri í vatni mettuðu af súrefni.

Það að nokkurt súrefni er í vatninu og að það er svolítið salt gæti valdið stáltæringu, en bera þarf undir framleiðendur eða tæringar-sérfræðinga hversu mikil hún verður. Ljóst er að við flestar aðstæður ætti meira súrefni greiðan aðgang að mannvirkjum en þarna.

Vatnið er að öðru leyti eðlilegt í samsetningu miðað við seltu. Styrkur flúors er þó allhár, en það hefur engin skaðleg áhrif.

Bent skal á að misræmi virðist milli gilda á uppleystum efnum á 15 m og 50 m dýpi. Þessi mæling er gróf og óvissumörk há og er hún einungis gerð sem viðmiðun á að heildarsumma uppleystra efna sé ekki fjarri lagi. Þetta verður þó endurtekið nú á næstunni en ég vildi ekki tefja afhendingu niðurstaðna vegna þess. Styrkur súlfíðs var mældur í sýnunum en var alls staðar undir nákvæmnismörkum (<0,03 mg/kg).

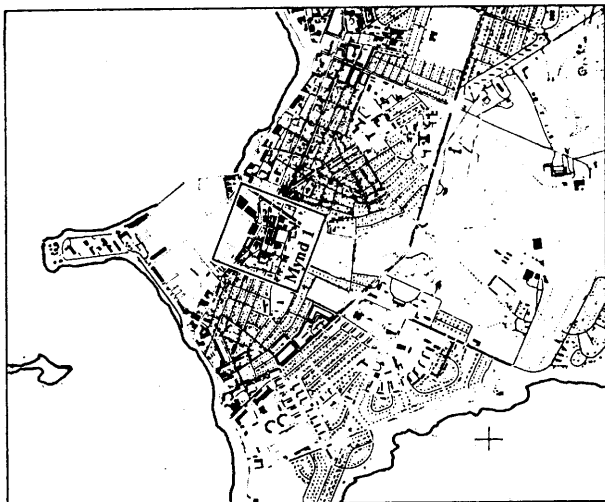
Með kveðju

Hrefna Kristmannsdóttir
Hrefna Kristmannsdóttir

EFNAINNIHALD VATNS: Sýni úr borholum í Tjörninni teknum 8.10.1987

Hola	RK-1	RK-1	RK-1	RK-1	RK-1	RK-1	RK-1
Dýpi í m	8	15	22	29	36	43	50
Hitastig °C	9,6	9,7	9,8	9,9	10,0	10,1	10,4
pH/°C		9,71/21					9,67/21
Leiðni S/°C		978/21					1020/21
SiO ₂		13,6					13,5
Na		178					192
K		4,8					4,3
Ca		3,7					6,5
Mg		1,5					1,20
CO ₂		48					48,3
SO ₄	55	55	56	56	56	57	57
Cl	215	217	219	220	222	224	229
F		1,05					1,05
Uppl. efni		549					532
O ₂	0,3	0,15	0,15	0,08	0,08	0,06	0,06

MYNDIR OG TÖFLUR

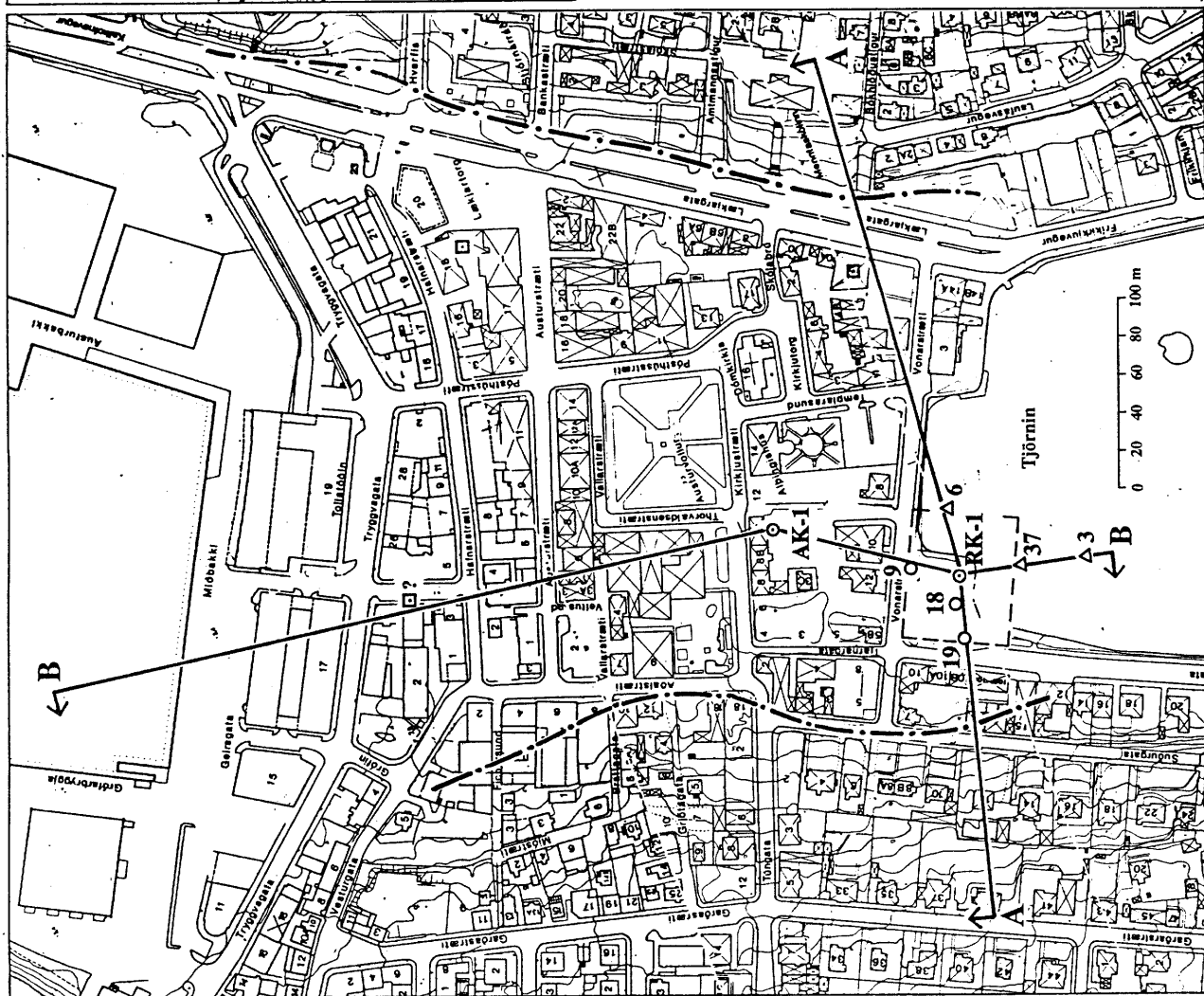


RÁÐHÚS REYKJAVÍKUR

Staðsetning borhola og jarðlagasniða

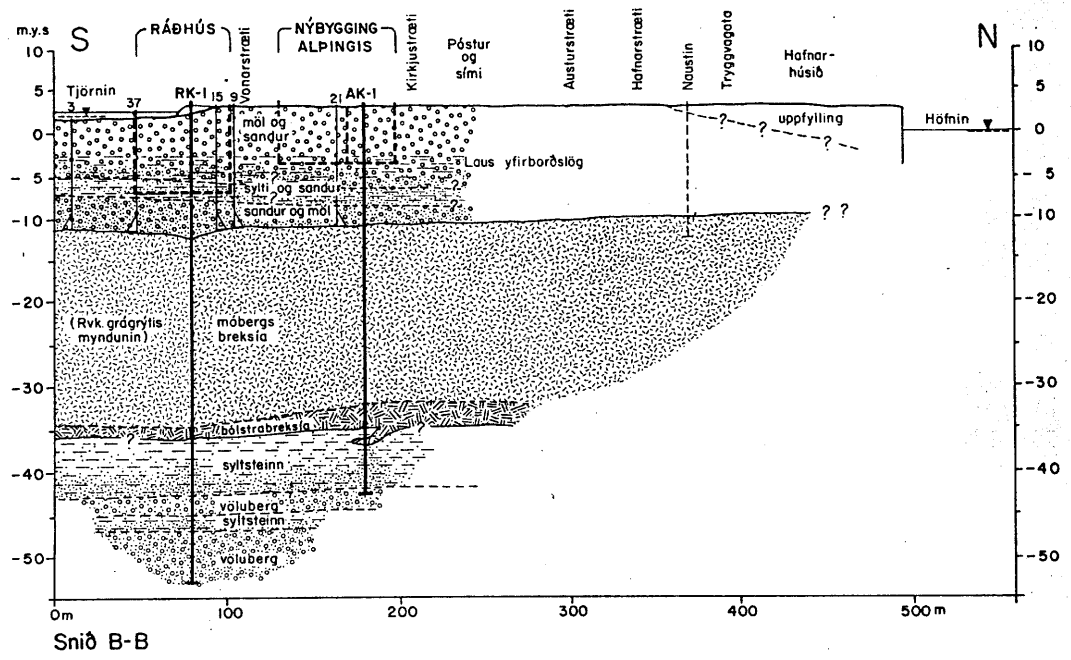
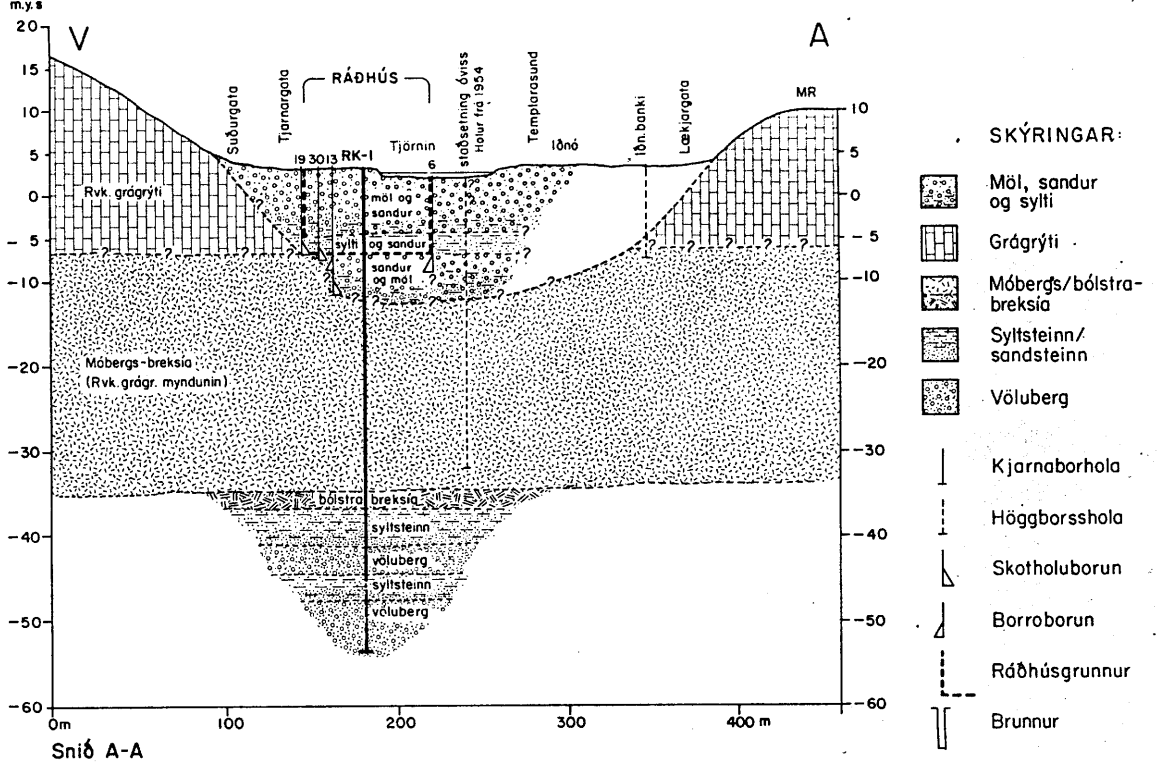
Mynd 1 SKÝRINGAR

- Jarðlagasnið
- Kjarnaborhola
- Höggborshola
- Borborun
- Skothluborun
- Útlínur ráðhúss
- Útlínur malargranda (ónákvæmt)



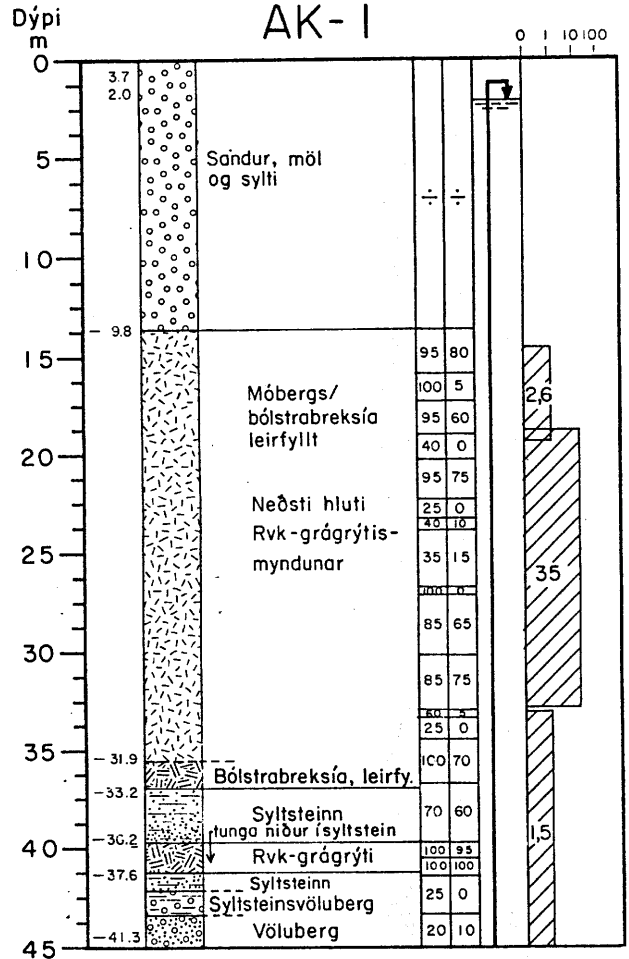
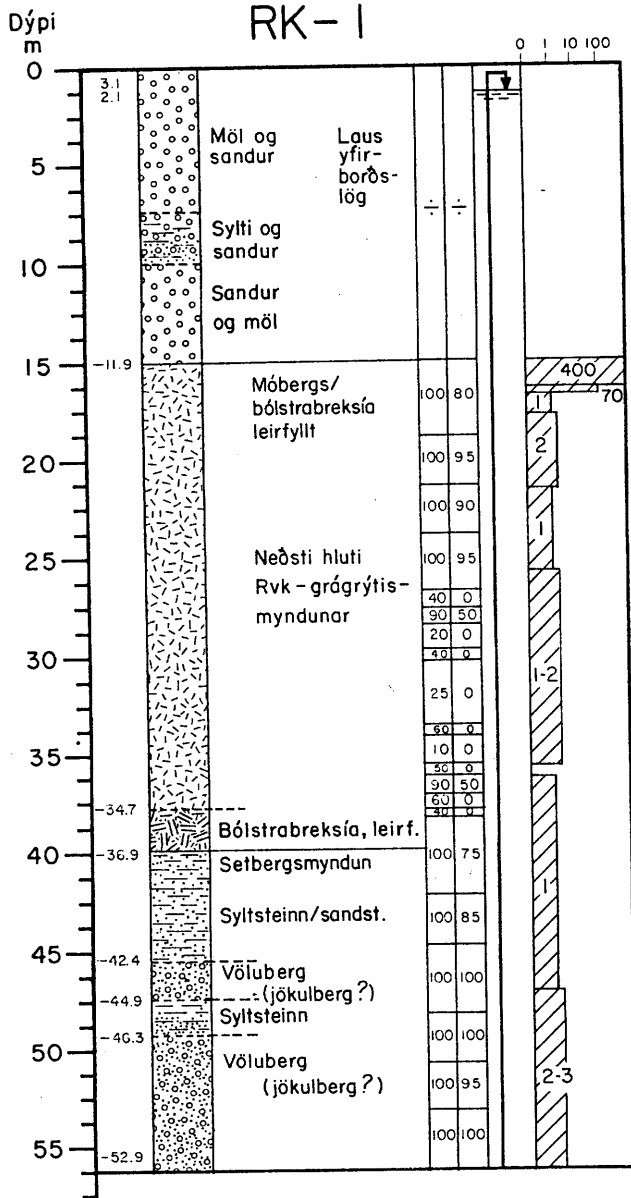
RÁÐHÚS REYKJAVÍKUR OG NÝBYGGING ALPINGIS

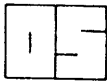
Jarðlagasnið A-A og B-B



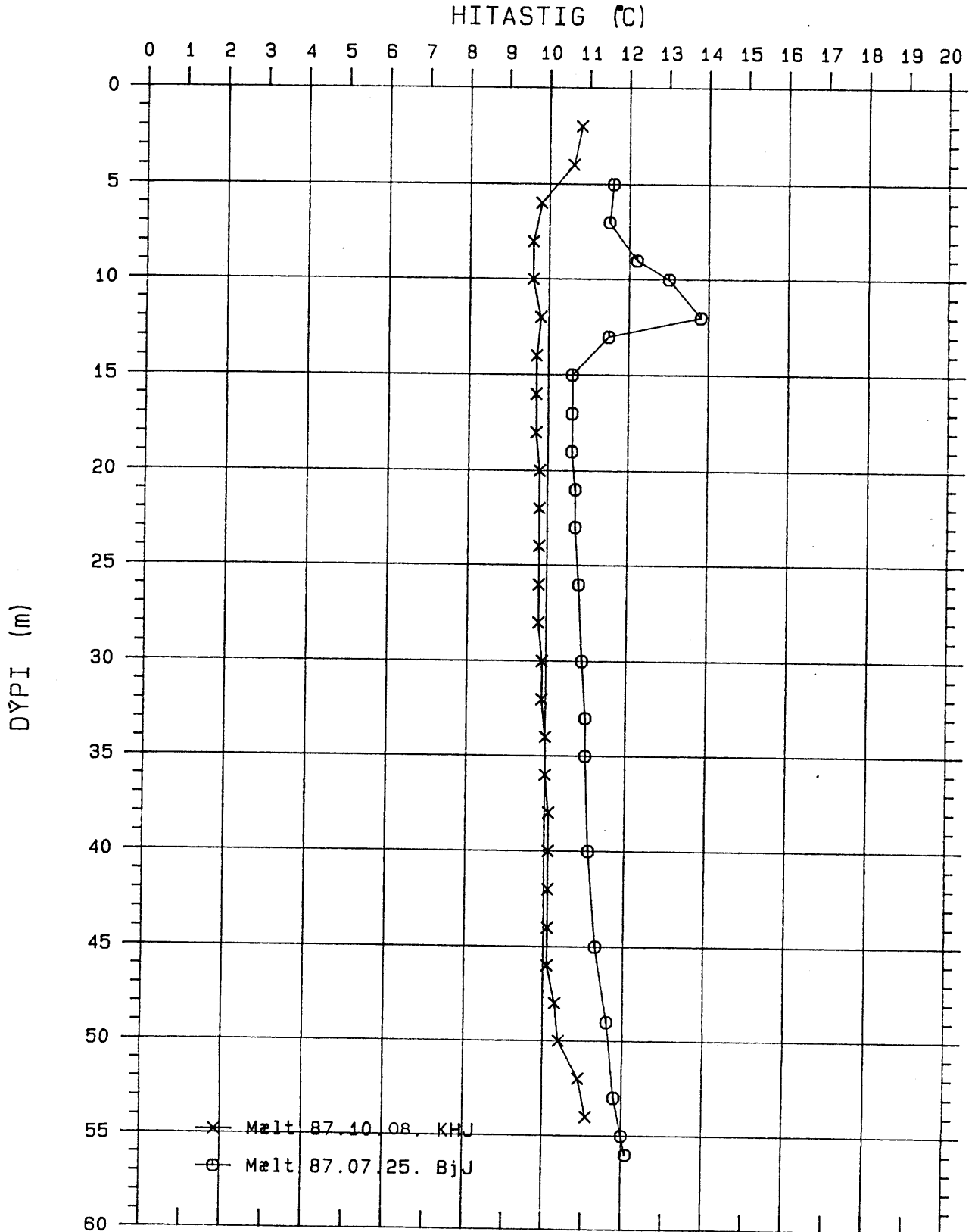
HÆÐ Elevation	GREINING CLASSIFICATION	Kjarni/Core %	RQD	JVB GWT	LEKT PERME- ABILITY LU
------------------	----------------------------	---------------	-----	------------	---------------------------------

HÆÐ Elevation	GREINING CLASSIFICATION	Kjarni/Core %	RQD	JVB GWT	LEKT PERME- ABILITY LU
------------------	----------------------------	---------------	-----	------------	---------------------------------





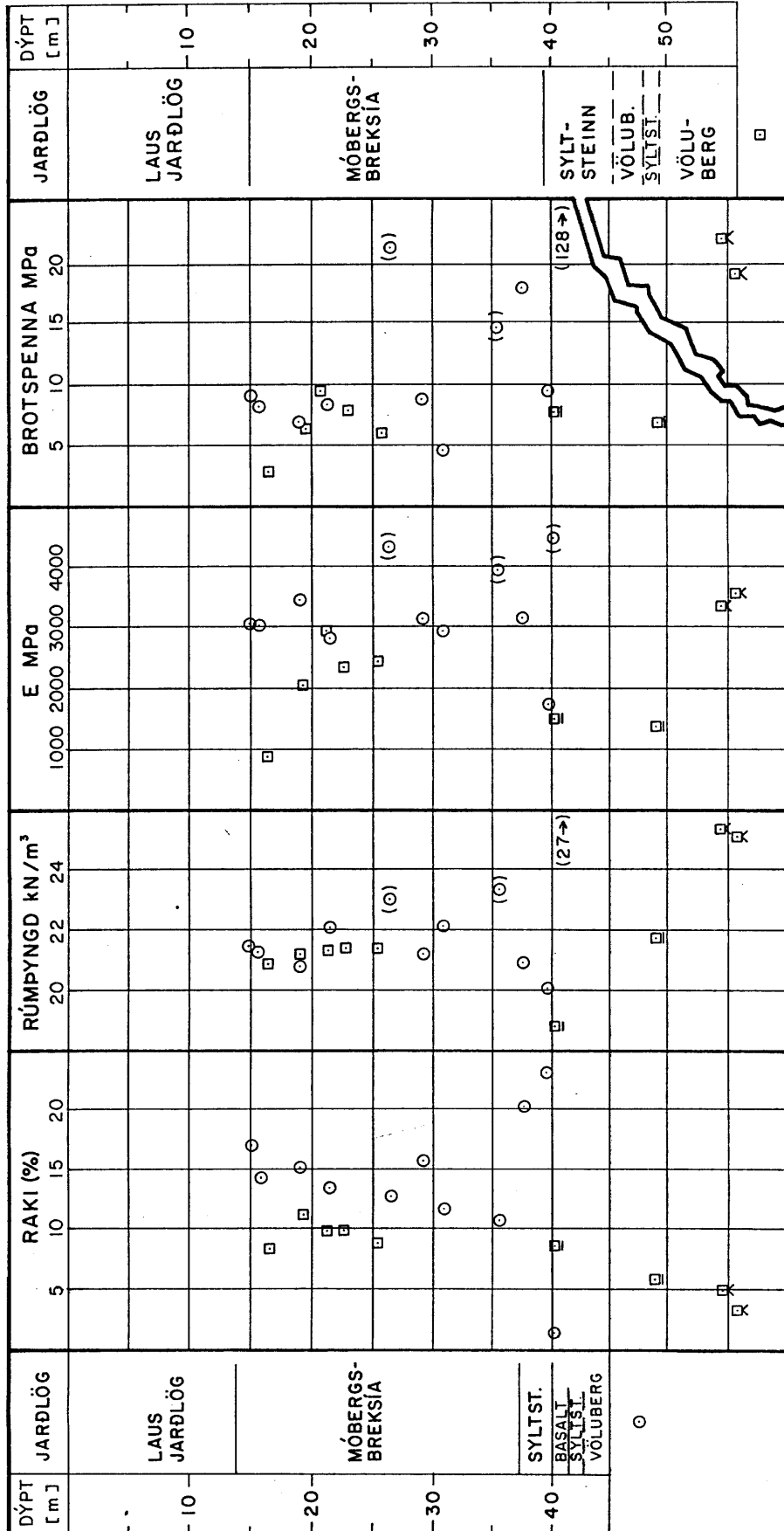
RK-01 HITAMÆLINGAR



VOD-MJ-896-BJ
87.12.1146-0D

Alþingi AK-1

Ráðhús RK-1



Móbergshöfði úr holu RK-1
(Raki mældur eftir 2 mán. á þurru stað)

Móbergshöfði úr holu AK-1

- Móbergshöfði sýni
- (○) Basalttrík sýni
- Syllsteinn
- Móbergshöfði úr holu RK-1
- Syllsteinn
- ⊠ Völuberg

TAFLA 1
MEÐALGILDI PRÓFANA Á MÓBERGSBREKSÍU

Borhola RK-1

			Frávik
	10%		(±1.8)
Rúmþyngd	21.3	kN/m ³	(±0.2)
Fjaðurstuðull (E)	2.4	GPa	(±0.4)
Brotspenna	7.5	MPa	(±2)

Meðaltal 4 sýna.
Sleppt 1 sýni (16.7 m dýpi).

Borhola AK-12

			Frávik
Raki	14.6%		(±3)
Rúmþyngd	21.5	kN/m ³	(±1)
Fjaðurstuðull (E)	3.1	GPa	(±0.5)
Brotspenna	7.6	MPa	(±2.7)

Meðaltal 6 sýna.
Sleppt 2 sýnum af 8 (26.2 m og 35.6 m dýpi).

Heimildir: AV okt. og nóv. 1987.

TAFLA 2

LÝSINGAR Á BERGSÝNUM PRÓFUÐUM Á RANNS.ST. BYGGIÐN. af Oddi Þórðarsyni EINÁSS PRÓF SKV. ISRM STAÐLI						
Sýni á dýpi m	BORHOLA RK-1 (prófað eftir 2 mánuði)	RAKI %	RÚM- PYNGD kN/m ³	FJAÐUR- STUÐULL E MPa	BROT- SPENNA MPa	
16.7	Móbergskreksa: gráleit, glerhúðuð basaltbrot, óregluleg og blöðrótt, ca. 2-8 cm í þvermál. Millimassi, glerk., brúnleitur og einnig grár molar ca. 2-8 mm í þvermál. Leirfyllingar, ljósar/ljósbleikar, lagskiptar, sumar gropur hálffullar. Sýni sleppt í meðaltali.	8.4	21.0	923	2.7	
19.5	Sama og 16.7	11.8	21.2	2012	6.7	
21.1	Sama og 16.7, en basaltbrot upp í 6 cm í þvermál	9.9	21.2	2834	9.6	
22.3	Sama og 16.7	9.9	21.5	2314	7.9	
25.6	Sama og 16.7, en basaltbrot ca. 1-4 cm í þvermál.	8.3	21.3	2398	5.7	
40.2	Sýltsteinn, grár	8.6	18.9	1530	7.7	
43.6	Sand/sýltst. grár með smávöllum 3-5 mm í þverm. lagskiptur. Fyllt ská-sprungu. Brotnaði við sögun					
45.0	Sýltst. grár, lagskipting sést varla. Sýni brotnaði við sögun.					
48.9	Sýlt/sandst., heillegur, grár. Engin greinileg lagskipting sést.	5.7	21.8	1395	7.0	
54.5	Heillegt völuberg, millimassi sandk. upp í 3-5 mm kornþvermál, en líka stærri ljósgráar bas. völu, 10-25 mm í þverm. Líka ljósbrúnar móbergsvölu.	5.0	25.4	3301	37.2	
55.9	Sama og í 54.5	3.9	25.2	3570	34.3	

TAFLA 3

LÝSINGAR Á BERGSÝNUM PRÓFUÐUM Á RANNS.ST. BYGG.IÐN. af Oddi Þórðarsyni EINÁSS PRÓF SKV. ISRM STAÐLI						
Sýni á dýpi m	BORHOLA AK-1 (prófað strax eftir borun)	RAKI %	RÚM- ÞYNGD kN/m ³	FJAÐUR- STUÐULL E MPa	BROT- SPENNA MPa	
15.0	Móbergbreksía, glerkenndur millimassi. Bas. brot upp í 20-25 mm í þverm. Ljósleitar leirfyllingar.	17.0	21.4	3060	9.0	
15.7	Sama og 15, en minni og færri basaltbrot	14.4	21.2	3050	8.1	
19.0	Sama og 15, en bas.brot upp í 30-40 mm	15.2	20.8	3480	7.0	
21.5	Sama og 15, en bas.moli 30 mm í enda sýnis.	13.5	22.0	2830	8.3	
26.5	Móbergbreksía, stór bas.moli, 5-6 cm myndar annan enda sýnis. Hinn endinn brotnaði í mask. Sýni sleppt í meðaltali.	12.7	23.1	4300	21.8	
29.2	Mb.breksía, lítið af bas.brotum, en bas.molar í millimassa 5-6 mm í þvermál. Alveg leirfyllt eins og hin sýnin.	15.7	21.3	3120	8.5	
31.0	Sama, nema bas. brot upp í 3-4 cm	11.7	22.2	2950	4.9	
35.6	Bólstrabreksía, mjög bas.rík, bas.brot upp í 7 cm í þv. Sleppt í meðaltali.	10.6	23.4	3950	14.8	
37.7	Syltsteinn, ljósgrár. Sýni splundraðist	20.4	20.9	3160	17.9	
39.7	Syltst. ljósgrár, aðeins lagskiptur	23.7	20.0	1780	9.4	
40.3	Basalt, ljósgrátt fínblöðrótt	1.5	27.0	4460	128	

Heimild: AV nóv. 1987.