

GP

RAFORKUMÁLASTJÓRI
Jarðhitadeild

VATNSHÆÐARMÆLINGAR Í BORHOLUM Í REYKJAVÍK OG NÁGRENNI
1965-1966

Eftir

Þorstein Thorsteinsson

Apríl 1967

Vatnshæðarmælingar í borholum í Reykjavík og nágrenni
1965-1966

Inngangur

Eftirfarandi greinargerð er um vatnshæðarmælingar í borholum í Reykjavík og nágrenni, sem gerðar voru á árunum 1965 og 1966. Mælingarnar voru gerðar til að kanna hve víðtak og hve langvarandi áhrif heitavatns-vinnsla á svæðinu hefur á staðbundinn vatnsþrýsting þess.

Borholur

Mynd 2 sýnir 55 jarðhitaholur, sem boraðar voru á árunum 1928-1964. Gufubor Ríkis og Reykjavíkurborgar boraði holur, sem auðkenndar eru G, og auk þess tvær holur við Suður-Reyki í Mosfellssveit, á árabílinu 1958-1964. Kjarnaborar Hitaveitu Reykjavíkur boruðu holur, sem auðkenndar eru H og sjö holur, sem skráðar eru á myndina, en liggja utan hennar og eru merktar á mynd 1. Auk þess boruðu þeir holur við Korpúlfsstaði, Árbæjarstíflu, Hlíð á Álftanesi og Arnarholt á Kjalarnesi. Ómerktir hringir á mynd 2 tákna rannsóknarholur til hitamælinga, um og innan við 50 metra á dýpt, sem höggborar jarðborunardeildar Raforkumálaskrifstofunnar boruðu. Aðrir borar jarðborunardeildar boruðu tvær holur á Seltjarnarnesi, við Bygggarð og við Bakka, holu við Selás (gamla klakhús) og holu í Álfsnesi.

Holur Gufubors eru á mynd 3. Hún sýnir dýpt í metrum v.s., lengd fóburrörs, skoltap og aukningu í borun og frjálst rennsli í borun og að lokinni borun. Holur Hitaveitu Reykjavíkur eru á mynd 4. Vatnsæðar eru þar merktar eftir rennslismælingum, sem gerðar voru í borun og eftir borun.

Vatnsvinnsla

Vinnsla vatnsins úr borholunum hefur verið með frjálsum rennsli og með borholudælum. Fram til ársloka 1962 höfðu fengið um 70 sek. lítrar með frjálsum rennsli. Þar af voru um 20 lítrar úr Þvottalaugaholunum en 45 úr H-19, H-24, H-25, H-33, G-1, G-2 og G-14.

Borholudælur voru teknar í notkun í G-5 og G-7 í árslok 1959 og síðan í G-4, H-27, G-10, G-9, G-11, G-15, G-21, G-17, G-20 og loks í G-19 í árslok 1965.

Mynd 5 sýnir meðalvatnsmagn á sólarhring á mánuði frá borholudælum og við frjálst rennsli árin 1965 og 1966.

Vatnshæðarmælingar

Vatnshæðin í flestum borholum á svæðinu er að mestu háð staðbundnum þrýstingi vatnsleiðaranna, sem holurnar skera og er eftir atvikum hærri eða lægri en efri brún fóður-rörs, sem venjulega er miðað við í mælingum. Mælingar voru gerðar á venjulegan hátt, með 1 dm nákvæmni, væri Afhs vatnshæðin lægri, en með þrýstingsmáli (Bourdon) með 25 metra sviði, væri hún hærri. Sami mælir var notaður við allar mælingar, utan einnar, í holu G-4 6.7. 1966, en þar var svið hans of lítið. Línuritín á mynd 6 sýna vatnshæð í borholum frá sept. 1965 til des. 1966.

Vatnshæðin er miðuð við meðalsjávarmál og er hæð mælipunkta fengin af uppdráttum borgarverkfræðingsins í Reykjavík frá 1962, sem sýna hæðir með 1 metra hæðalínu-mismun og frá 1953, sem sýna þær með 2 metra mismun).

Vatnshæðin er líklega nálægt hámarki fyrir árið 1965, þegar mælingar eru hafnar í september. Hún er lægst í apríl 1966, en nær aftur hámarki í ágústlok 1966, og fer þá aftur lækandi. Undantekningar frá þessu eru borhola í Laugarnesi, H-34, við Holtaveg, H-21 og að einhverju

leyti H-32 við Grensásveg. Hámarks- og lágmarkshæð verður þar síðar, allt að 30 dögum í H-34. Mesta vatnshæð á tímabilinu mældist 52 metrar v.s. í holu G-4, 6.7. 1966, en það var rúmlega helmingi herra en þá mældist í nálægum holum. Myndir 7, 8 og 9 sýna vatnshæðina í metrum v.s. 6.4. 1966, 6.7. 1966 og breytingar 6.7. - 7.8. 1966.

Áhrifa vatnsvinnslunnar gætirmest á sjálfu vinnslusvæðinu. Þar verður þrýstingsfall í holu G-22, 35 metrar vatns á tímabilinu sept. 1965 - apríl 1966. Á sama tímabili er lökkunin 27 metrar í G-3 og 25 metrar í G-6. Hún er 27 metrar í H-32 við Grensásveg, sem er 1200 metra S.A. af næstu borholudælu, en 13 metrar í H-34, sem er 1200 metra í NA frá borholudælum.

Vatnsvinnslan hefur ekki áhrif á þrýsting í 856 metra djúpri borholu við Bygggarð á Seltjarnarnesi, en úr henni hafa runnið að staðaldri 3,6 sek.l. af 78°C heitu vatni úr 720-750 m dýpt síðan í maí 1966. Áhrifa hefur heldur ekki gætt í H-20 við Breiðholt, H-35 við Blesugróf, H-38 við Ártún, né í borholum við Árbæjarstíflu, Korpúlfsstaði og Álfsnes. Vatnsmagn þessara borhóla er 1/3 - 1/2 sek.l., hveurrar fyrir sig og hitastig 25-40°C. Á undanskildum Árbæjarholunni og H-38, eru þær allar staðsettar við volgar uppsprettur og fá vatn sitt úr 75 - 100 metra dýpt v.s. Innstreymi í H-38 er líka í um 75 m dýpt v.s. en e.t.v. nokkru neðar í Árbæjarholunni. Loks verða litlar breytingar í holu H-29 við Reykjanesbraut, sem er 248 metra djúp, og í grunnu hitamælingaholumum á svæðinu.

Jarölög

Allgöð mynd af jarölögum niður í 2185 metra dýpt u.s. hefur fengizt á vinnslusvæðinu. Jarölög utan þess eru minna þekkt, holur eru grunnar og dreifðar og borkjarnar úr gömlum holum hafa glatazt. Mynd 10 sýnir jarölög á ferhyrningi, sem merktur er á mynd 11 og er um 1400 metra langur frá SA til NV og 800 metra breiður. Jarölög eru þar í stórum dráttum þessi:

Jarölög

Næbra borð jarölags m.u.s.

Grágrýti (bólstraberg með zeol. neðst)	0 - 10
Sandsteinn og leirsteinn	2 - 50
Ummýndað túff, gosbreksía og kubbaberg	200 - 330
Umm. fínkornótt, grátt basalt með agglomerat og e.t.v. völu-bergs millilögum	350 - 450
Leirfyllt dolerít lög, víða berksíu og bólstrabergskennd	460 - 560
Umm. agglomerat og túff	650 - 740
Grál. og dökkl., fínk. og smák. basalt	- 790
Grál., fínk. og smák. umm. basalt hraunlög með þykkum agglomerat millilögum og lítið umm. basalt innskotslögum	1160 - 1250
Grófkornótt umm. basaltlög með þunnum agglomerat og túff milli- lögum og basalt innskotslögum, flestum úr grófu basalti, nema lagið milli 1400 og 1550 m, sem er dul- kornótt	2145
Túff og agglomerat með grófkornóttum basalt innskotslögum	2185 (botn G - 4)

Jarölög í G-2, G-3, G-6 og H-28, suðvestan við svæðið, sem sýnt er á mynd 8 eru þessi:

<u>Jarölag</u>	<u>Neðra borð jarölags m.u.s.</u>	
Grágrýti (bólstraberg með zeol. neðan við sjávarmál)	20 -	24
Leirsteinn	20 -	24
Túff, agglomerat og bólstraberg	135 -	150
Grátt, fínk. basalt, hraunlög		285
Rauðl. leirsteinn og völuberg	310 -	340
Leirfyllt dolerit	360 -	430
Túff og agglomerat	545 -	580 ?
Grál. fínk. basalt		730 (botn G - 6)

Afstaða jaröлага bendir til að þau séu hallalítil eða að mestu hallalaus, en að þau séu brotin og misgengin á nokkrum stöðum.

Misgengi virðist vera um línu, sem merkt er A á mynd 11. Jarölög suðvestan við línuna eru yfirleitt 60 - 100 metrum hærri en svipuð lög norðaustan við hana. Annað misgengi, merkt B er á milli G-20 og G-11 annars vegar og G-21, G-12 og G-10 hins vegar. Þar eru jarölög sunnan við línuna 40 - 60 metrum lægri en sömu lög að norðanverðu. Stefna þessa misgengis er ekki ljós en líklegt að hún sé AV lög. Kjarnar sem varðveittir hafa verið úr holu H-18 við Sundlaugar og úr holu H-24 við Fúlutjörn, benda til þess að jarölög í þessum holum séu 60 - 100 metrum hærri

en sömu lög í holum G-8, G-10 og G-17. Hæðarmismunurinn geti orsakast af halla jarðlaga í suðvesturátt eða af misgengislínu með SA-NV stefnu. Loks benda kjarnar úr holu H-22 við Nauthólsvík til þess að jarðlög þar séu um 100 metrum hærri en í holum G-2, G-6, H-28 og H-31 og að þar á milli sé misgengi, sennilegast með SA-NV stefnu eða jarðlagahalli. Um þetta verður ekki sagt með vissu, því að gögn vantar tilfinnanlega af þessu svæði.

Ef frá eru talin grágrýtislögin, sem þekja svæðið, nema strandlengjuna við Vatnagarða og e.t.v. hluta Laugardalsins og setlögin undir þeim, sem ná lengst niður í 50 m dýpt u.s., er sennilegt að telja beri jarðlög svæðisins til tertieru basaltmyndunarinnar. Er þá miðað við hinn klassiska jökultíma.

Vatnsleiðni jarðlaga

Boranir Gufubors veita upplýsingar um vatnsleiðni jarðlaga. Oftast er borað með lokuðu skolkerfi, þannig að vökvinn, sem flytur borsvarfið upp úr borholu er langtíðum sá sami. Auðvelt er að mæla breytingar á magni hans með nákvæmni, sem nemur 0,05 - 0,1 sek. líter. Breytingar benda til vatnsleiðni jarðlaga, sem að öðru jöfnu er í beinu hlutfalli við stærð breytinganna. Samanburður á borsvarfi, borhraða og skolvökvabreytingum veitir svo frekari upplýsingar um hið vatnsleiðandi jarðlag.

Vatnsleiðni í flestum borholum á svæðinu virðist vera á jarðlagamótum, annað hvort á mótum láréttra laga í basaltmynduninni eða á mótum innskotslaga og basaltmyndunarinnar. Leiðni sömu jarðlagamóta er mjög misjöfn og staðbundin. Þannig er lekinn í holu G-21 í 835 m dýpt u.s. 1 1/2 sek.l. en meiri en 30 sek.lítrar í sömu dýpt í holu G-9, sem er 70 metra frá G-21.

Vatnsleiðni niður í 700-800 metra dýpt virðist víðast vera á mótum láréttra jarðlaga. Milli 800 og 1000 m eru vatnsleiðararnir mót þunnra láréttra innskotslaga. Lagamót og e.t.v. rofflötur í 1200 - 1300 metra dýpt, eru víðast vatnsleiðandi, mest í G-19 og G-10. Mót innskotslaga í 1400 - 1550 metra dýpt eru víða lítilsháttar vatnsleiðandi. Vatnsleiðnin í 2145 metra dýpt u.s. í holu G-4 er sennilega við innskotslög á jarðlagamótum. Ofan við hana er þykkur hlaði af grófkornóttum basaltlögum, en neðan við hana og í botnholunnar í 2185 metra dýpt u.s. er ummyndað túff og agglomerat með miklum fjölda innskotslaga úr grófu, lítið ummynduðu basalti.

Eins og áður er sagt er vatnsleiðni jarðlaga á svæðinu mjög misjöfn og stöðbundin. Nokkurn samanburð á vatnsleiðni á hlutum svæðisins má þó fá frá lögmáli Darcy um vatnsleiðni:

$$K = \frac{q u \log_e R/r}{2\pi h(P_b - P_m)}$$

þar sem

K er vatnsleiðni, darcy
q vatnsmagn, cc/sek
R fjarlægð mælingarholu frá borholudælum, cm
r radius vinnsluholu, cm
h þykkt vatnsleiðara, cm
 $P_b - P_m$ þrýstingsmunur vinnsluholu og mælingarholu, At.
u seigja, centip.

Séu tölur frá nokkrum holum settar inn í þessa líkingu og gert ráð fyrir láréttri vatnsleiðni fást 1,4 darcy fyrir H-32 við Grensásveg, 0,5 fyrir G-6 á Klambratúni, 0,3 fyrir H-34 í Laugarnesi og 0,5 fyrir H-19 við Höfða. Tölur þessar eru mjög grófar samanburðartölur, því að skilyrðum lögmálsins um stöðugt ástand, o.fl. er ekki fullnægt með því ástandi, sem ríkir á svæðinu.

Niðurstöður

Vatnshæðin í grunnum holum á svæðinu sýnir, að vatnsvinnslan hefur ekki áhrif á grunnvatnsborð í efstu jarðlögum. Það er hins vegar ekki ólíklegt að hún skapi þar tímabundið falskt (perched) grunnvatnsborð með þrýstingslökkun á neðri vatnsleiðurum. Kemur þetta fram í grunnum borholum við Þvottalaugar, sem eru lítið sem ekki fódraðar, en þar kemst vatnsborðið nokkra metra niður fyrir sjávarmál, þegar það verður lögst.

Áhrif vatnsvinnslu á þrýsting svæðisins eru tímabundin. Þegar vatnsvinnslan minnkar sumarið 1966, fífa holur á vinnslusvæðinu svipaðan þrýsting og þær höfðu í sept. 1965. Vatnshæð í holum fjær svæðinu er aftur á móti lægri í sept. 1966 en í sept. 1965 og hefði þurft nokkurn tíma til að sama hæð næðist, allt að 30 dögum í H-34 í Laugarnesi.

Vatnshæð í borholum í Reykjavík

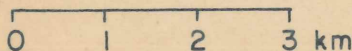
Sept. 1965 - apríl 1967

	1965							1966						
	16/9	8/10	9/11	6/12	30/12	31/1	3/3	6/4	27/4	20/5	10/6	6/7	7/8	15/9
G-1					- 3.8	- 9.5	-10.1	-17.7	- 4.8	+ 2.3		+13.4	+22.6	
G-2								- 8.5	- 2.9		+ 9.3	+16.5	+21.5	+14.9
G-3	+21.4	+20.7	+15.9	+ 7.8	+ 5.2	+ 0.7	- 3.1	+ 6.7	- 0.8	+ 2.4	+12.7	+19.2	+24.4	+17.3
G-5													+33.4	+25.2
G-6	+18.8	+18.2	+14.8	+ 8.4	+ 5.7	+ 1.1	- 1.9	- 5.2	- 1.1	+ 1.6	+ 9.9	+ 15.6	+20.0	+16.0
G-7											+ 8.2		+28.5	+19.8
G-8					- 2.0	- 7.7	-10.8	-14.5	- 6.3	+ 2.0	+ 4.1	+14.5	+20.6	+16.0
G-12							- 9.2	-12.7	- 4.9	+ 3.1	+ 7.2	+17.2		
G-13														
G-14									-10.4	- 4.4	+ 0.1	+ 5.5		
G-16					- 3.8	- 8.7	- 11.3	-15.8	- 5.5	+ 1.7	+ 4.5	+15.3	+23.2	+14.4
G-18									- 0.6	+ 5.3	+ 9.1	+16.4	+22.0	+18.8
G-22	+20.0	+20.1	+12.3	+ 2.1	- 2.8	- 6.2	- 7.2	-13.4	- 6.6	- 1.1	+ 5.3	+ 14.3	+20.2	+12.5
H-32	+12.0	+11.8	+ 7.5	+ 1.0	- 3.1	- 8.4	- 11.6	-15.1	- 13.9	-10.9	- 6.4	+ 0.6	+ 6.7	+ 6.5
H-16						- 0.6		- 7.9	- 4.7	- 1.5	+ 6.6	+11.5		
H-18										- 8.0	- 2.8	+ 1.9	+ 5.1	+ 3.1

	1966			1967			
	10/10	8/11	9/12	5/1	4/2	7/3	14/4
G-1	+17.9	- 1.3	-12.1	-15.6	-14.3	-19.3	-19.2
G-2	+10.3	+ 4.1	- 3.3	- 6.5	- 6.6		
G-3	+12.2	+ 6.0	- 1.3	- 4.7	- 4.7	- 7.8	- 7.9
G-5		+ 4.7					
G-6	+11.3	+ 5.9	- 0.4	- 3.7	- 4.3	- 6.6	- 7.3
G-7	+11.1	+ 0.6	-12.2	-15.3	-12.5	-18.9	-18.7
G-8	+ 8.2	+ 1.6	- 7.9	-11.7	-10.5	-14.7	-14.7
G-12	+ 9.7	+ 1.5	- 7.5	-11.2	-10.5	-14.6	-14.5
G-13	+ 8.9	+ 0.7	-11.4	-15.0	-12.3	-18.1	-18.3
G-14			-11.4	-15.3	-14.7	-19.6	-20.0
G-16	+ 7.5	- 0.6	- 9.4	-13.2	-11.3	-16.2	-16.4
G-18	+12.1	+ 6.1	- 1.8	- 5.2	- 5.2	- 8.6	- 9.0
G-22	+ 8.4	+ 1.8	- 7.8	-12.1	-11.3	-15.3	-15.5
H-32	+ 2.9	- 3.0	- 9.5	-13.0	-15.1	-16.8	-18.2
H-16	+ 8.3	+ 3.0	- 3.3	- 6.3	- 7.0	- 9.1	- 9.9
H-18	+ 0.5	- 2.4	- 7.6	-11.3	-13.1	-15.4	-16.3



Borholur í Reykjavík og nágrenni

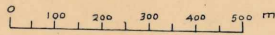


KOLLAFFJÖRÐUR

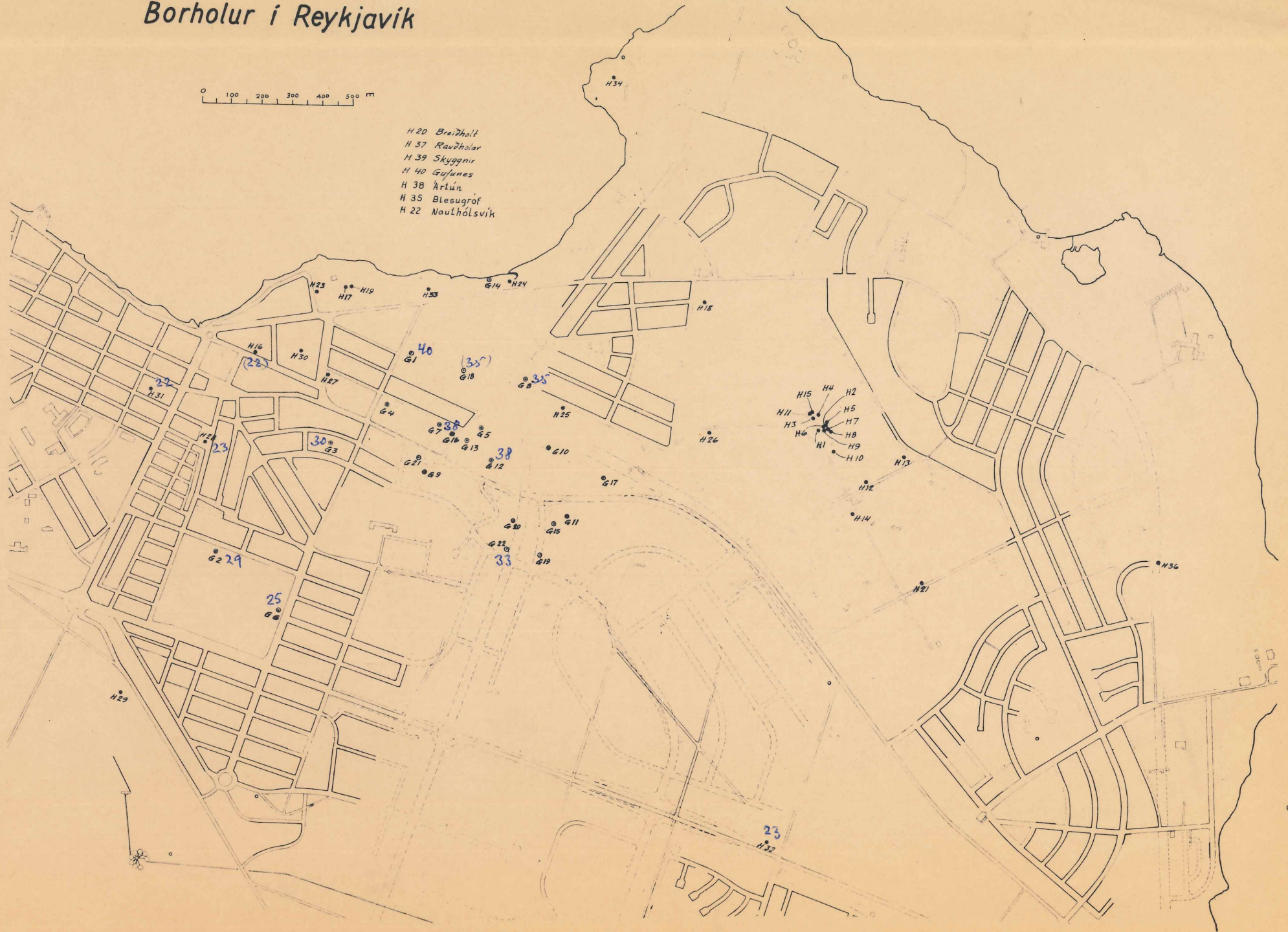


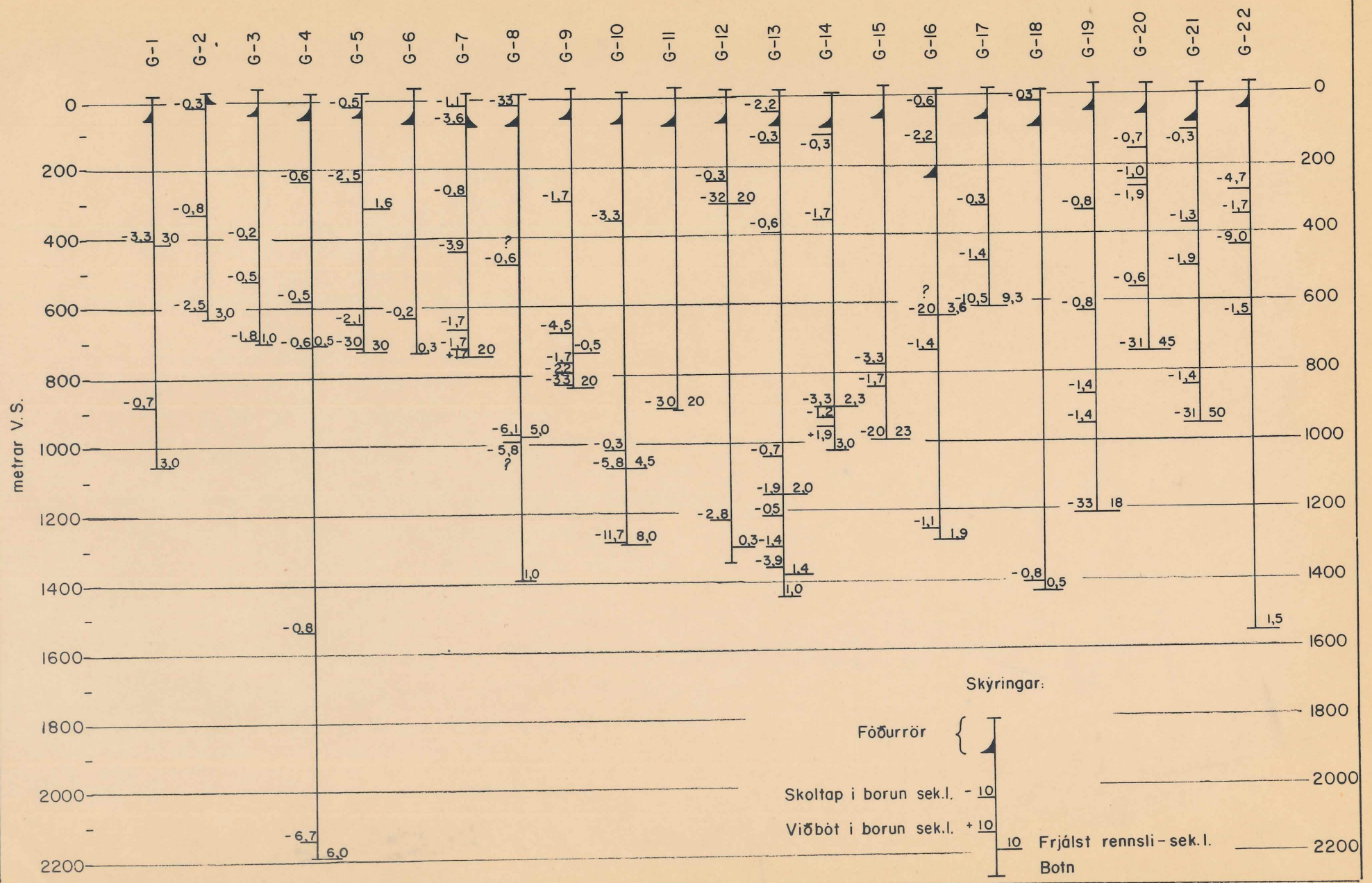
Útgefið af Landmælingum Íslands með leyfi Geodætísku Institútsins. Prentað í Lithoprenti.
Udgivet af „Landmælingar Íslands“ med Geodætisk Instituts tilladelse. Trykt i Lithoprent.
Published by „Landmælingar Íslands“ with permission from Geodætisk Institut. Printed by Lithoprent.

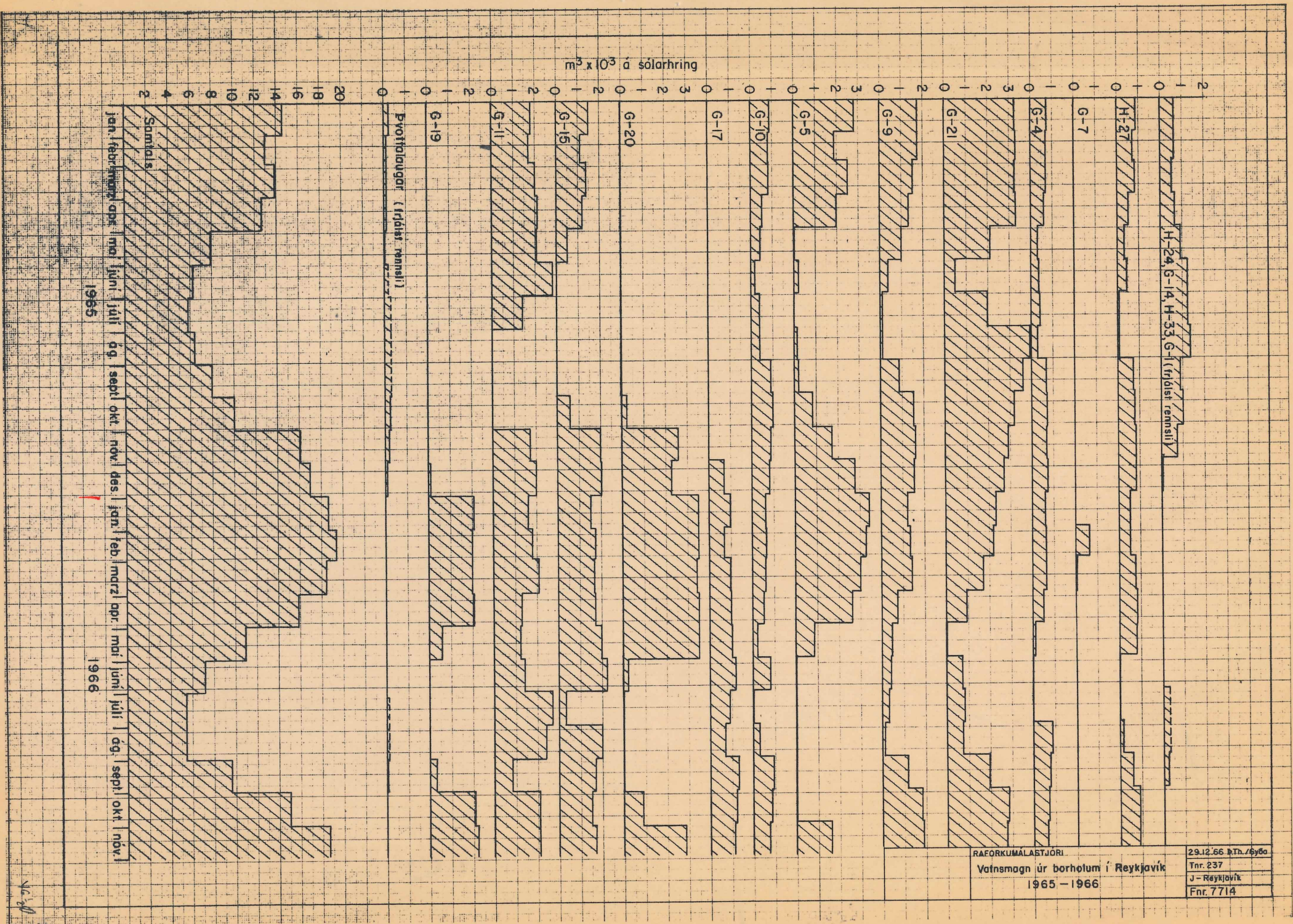
Borholur i Reykjavík



- H 20 Breiðholt
- H 37 Raudholar
- H 39 Skyggmrir
- H 40 Gufunes
- H 38 Ártún
- H 35 Blesugróf
- H 22 Nauthólsvík



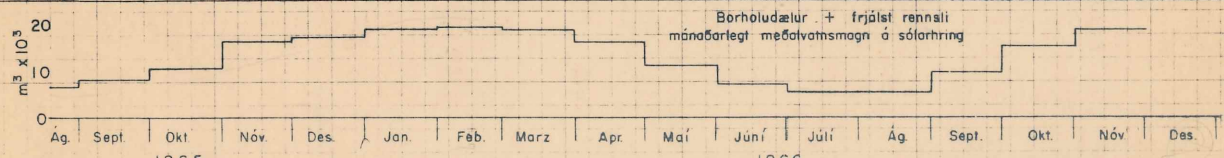
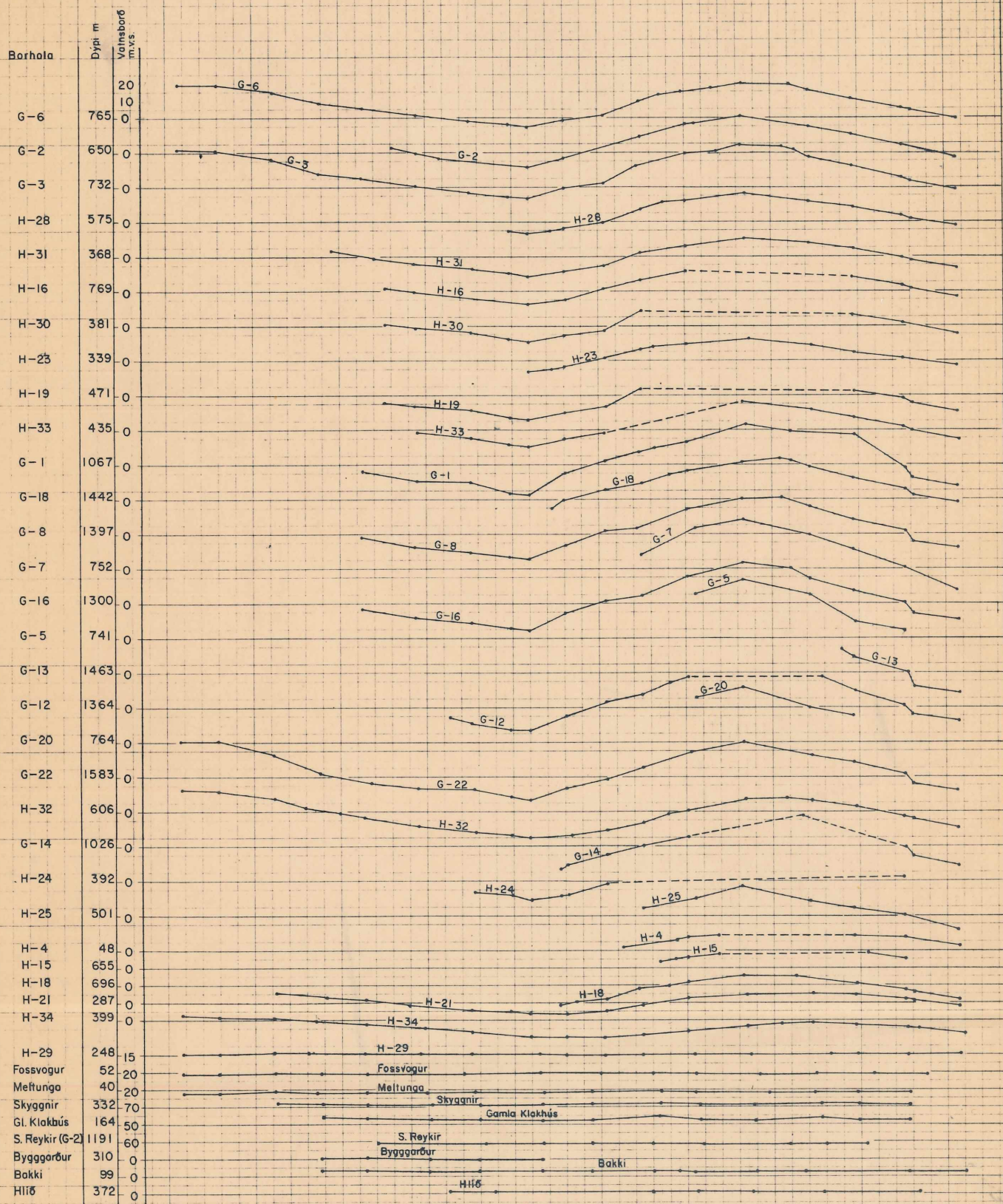




RAFORKUMALASTJÓRI
 Vafsmagn úr borholum í Reykjavík
 1965 - 1966

29.12.66 h.Th. Reyða
 Fn. 237
 J - Reykjavík
 Fn. 7714

VC-20



Borholudætur + frjálst rennali
mánaðarlegt meðalvæðsmagn á sólarhring

RAFORKUMALASTJÓRI
 Vainborð í borholum í Reykjavík
 1965 - 1966
 22.12.66 PTH/vsk J. Reykjavík
 Tr. 238 Fr. 7715

Skýringar:

- Holur Hitaveitu Reykjavíkur
- Holur Gufubors
- ⊕ Holur sem dælt er úr (Samt. 223 sek.l.)

Vatnshæð er í metrum v.s.

Blað 3

RAFORKUMÁLASTJÓRI
Jarðhitadeild

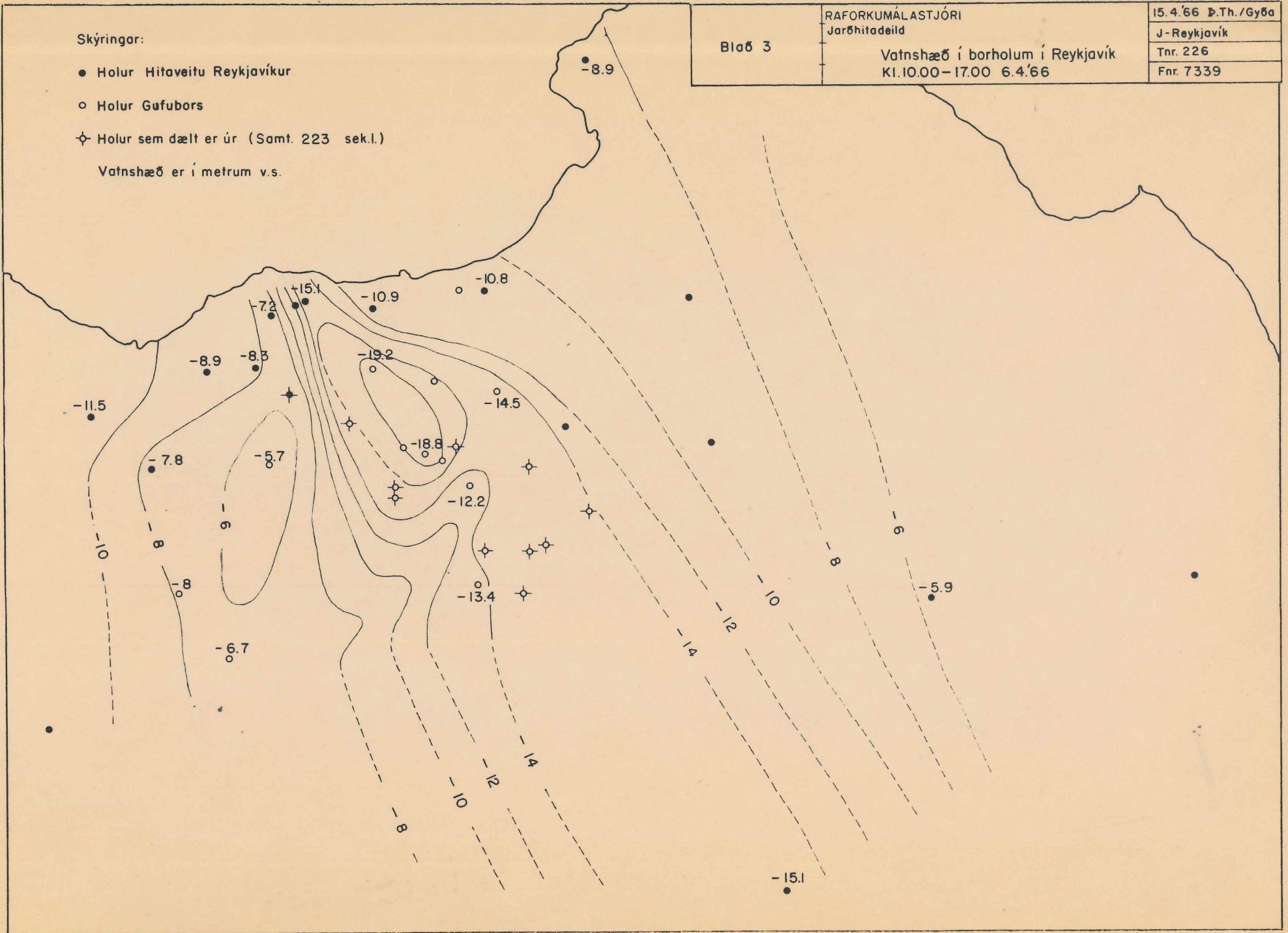
Vatnshæð í borholum í Reykjavík
Kl. 10.00–17.00 6.4.66

15.4.66 Þ.Th./Gyða

J-Reykjavík

Tnr. 226

Fnr. 7339



Skýringar:

- Holur Hitaveitu Reykjavíkur
- Holur Gufubors
- ◊ Holur sem dælt er úr (Samt. 50-60 sek.l.)

Vatnshæð er í metrum v.s.

Blað 5

RAFORKUMÁLASTJÓRI
Jarðhitadeild

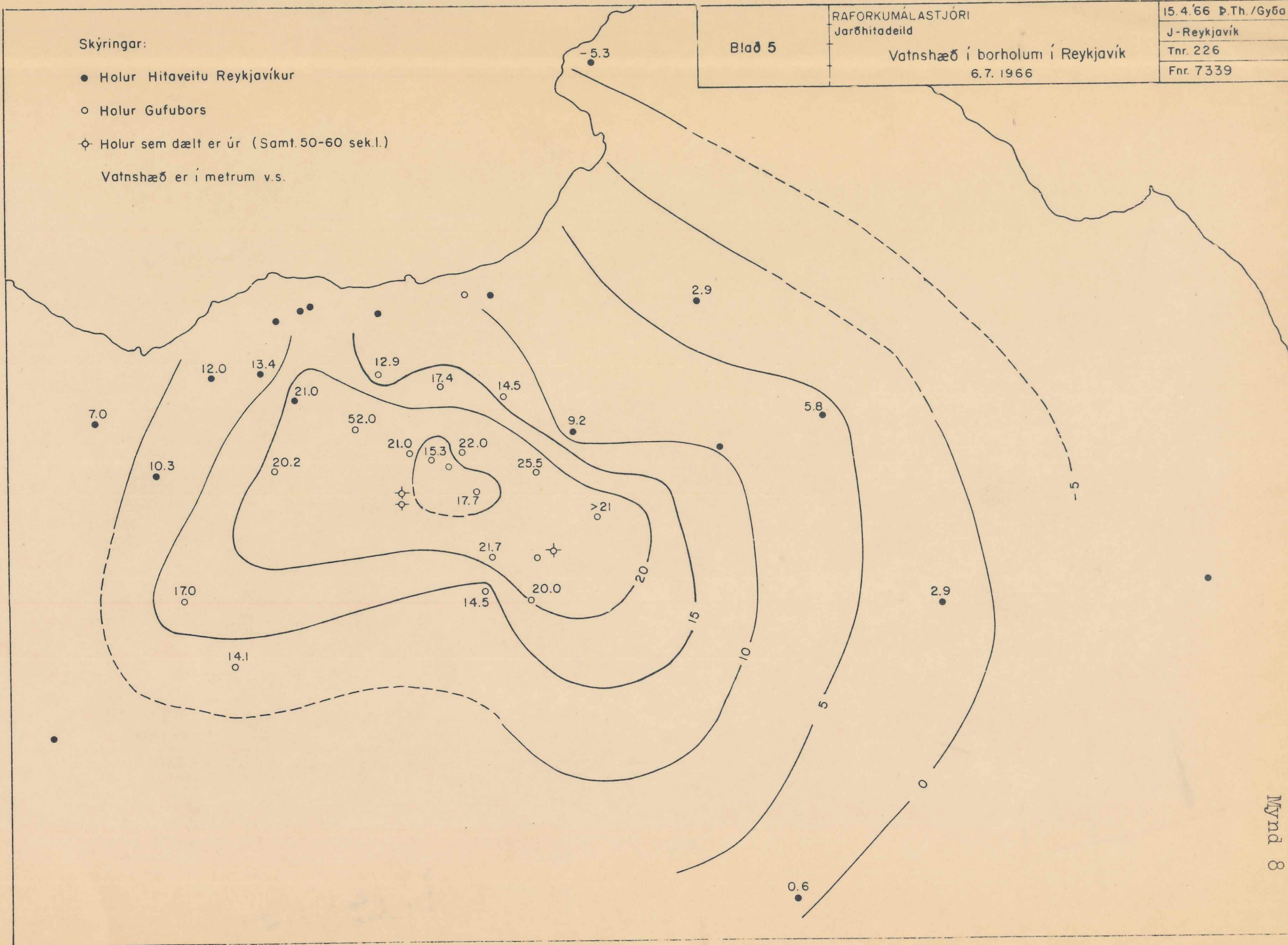
Vatnshæð í borholum í Reykjavík
6.7.1966

15.4.66 Þ.Th./Gyða

J-Reykjavík

Tnr. 226

Fnr. 7339



Skýringar:

- Holur Hitaveitu Reykjavíkur
- Holur Gufubors
- ⊕ Holur sem dælt er úr

Vatnshæð er í metrum v.s.

Blað 6

RAFORKUMÁLASTJÓRI
Jarðhitadeild

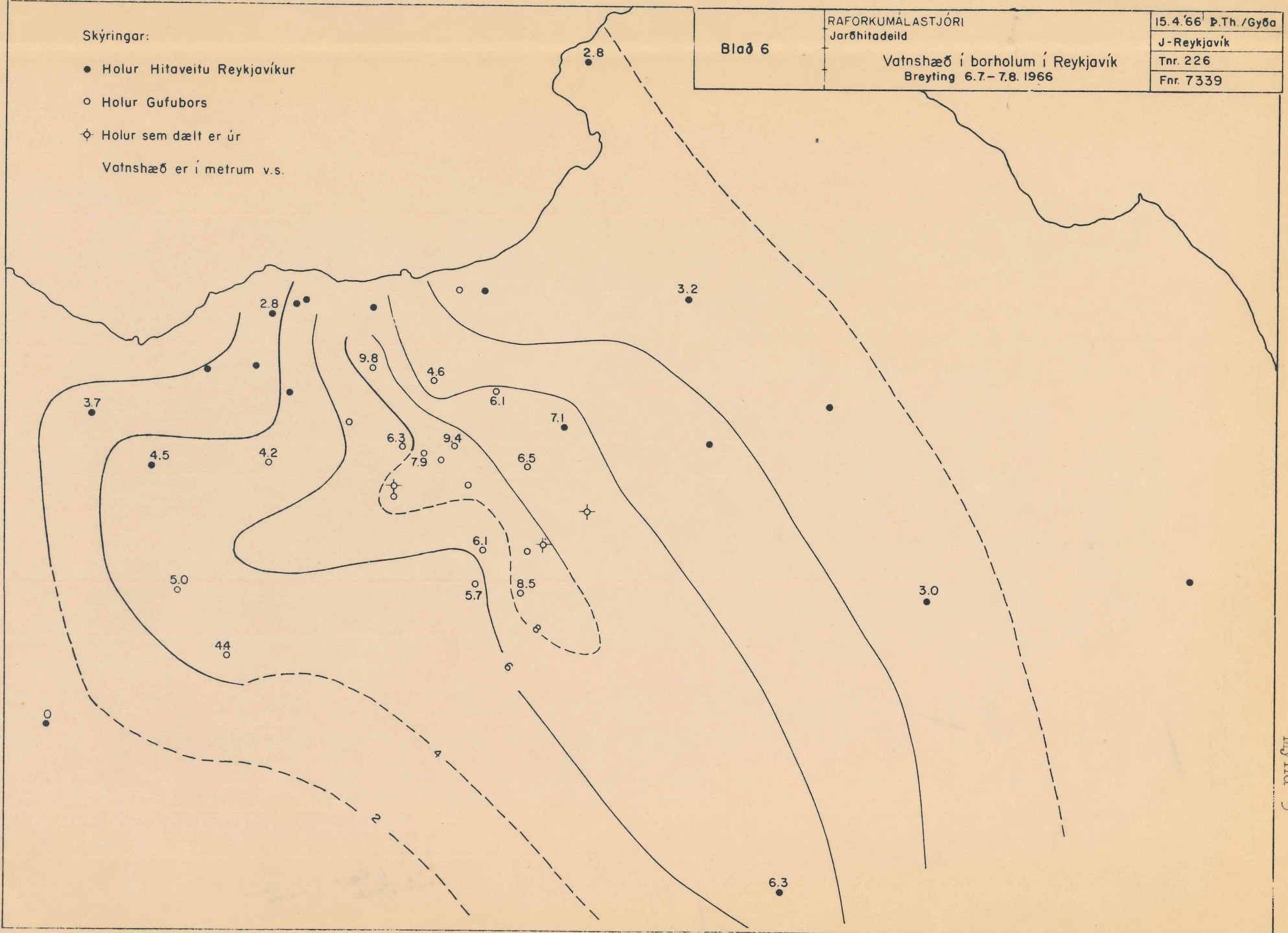
Vatnshæð í borholum í Reykjavík
Breyting 6.7.-7.8. 1966

15. 4. '66 Þ.Th. / Gyða

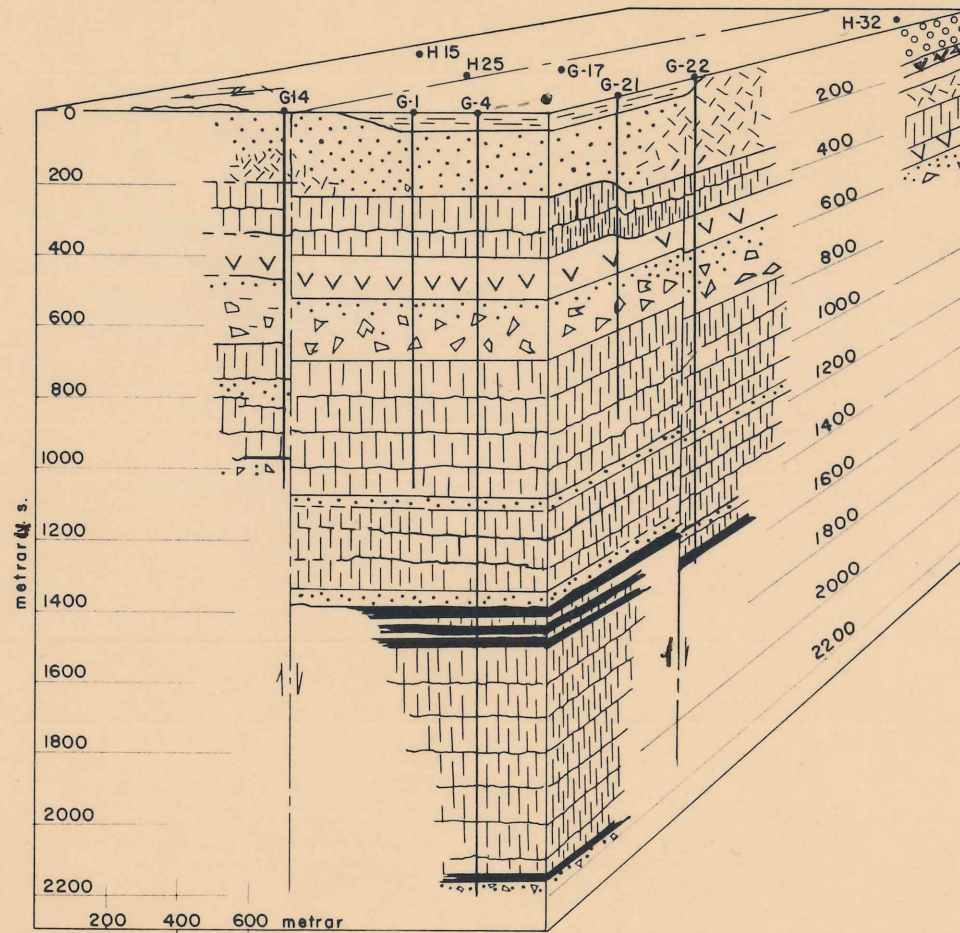
J-Reykjavík

Tnr. 226











Fnr. 7339



JARÐHITASVÆÐI Í REYKJAVÍK
JARÐLAGASKIPUN.



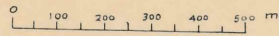
Skýringar:

-  Leirsteinn
-  Tuff umm.
-  Basalt, kubbaberg og breksía
-  Agglomerat umm.
-  Basalt, umm.
-  Dolerit
-  innskotslög
-  Konglomerat
-  Misgengi
-  • G-1 Borholur

RAFORKUMÁLASTJÓRI

Mynd 10

Borholur í Reykjavík



- H 20 Breiðholt
- H 37 Rauðhólar
- H 39 Skyggjar
- H 40 Gufunes
- H 38 Árlún
- H 35 Blesugróf
- H 22 Nauthólsvík

