

Lúðvík S. Georgss
81/01



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

HOLA IW-4 VIÐ LAUGALAND Í HOLTUM

Lúðvík S. Georgsson

Þorsteinn Thorsteinsson

Hrefna Kristmannsdóttir

LSG-PTh-HK-81/01

Febrúar 1981

THE GREENLAND ARCHIVE



ORKUSTOFNUN

GRENSÁSVEGI 9, 108 REYKJAVÍK

GREINARGERÐ

HOLA IW-4 VIÐ LAUGALAND Í HOLTUM

Lúðvík S. Georgsson

Þorsteinn Thorsteinsson

Hrefna Kristmannsdóttir

LSG-ÞTh-HK-81/01

Febrúar 1981

HOLA LW-4 VIÐ LAUGALAND Í HOLTUM

1. Forsendur staðsetningar. (LSG)

Jarðhitinn við Laugaland í Holtum (Nefsholt) kemur upp á a.m.k. 600 m langri sprungu sem stefnir um N75°A. Samkvæmt segulkorti sker norð-austlægur gangur sprunguna við eina laugina og er hola L-2, sem hefur gefið um 4 l/s af 49°C heitu vatni, boruð ofan í ganginn. Líkur bentu til að sprungan væri sem næst lóðrétt (sbr. árangur af borun LN-3) og því erfitt að hitta á hana með lóðréttri borun. Við staðsetningu holu LW-4 var því ákveðið að reyna að skera bergganginn á um 700 m dýpi. Til þess þurfti að þekkja halla hans; eða jarðlagahallann, ef gengið er út frá því að gangurinn sé hornrétt á jarðlög eins og gangar eru gjarnan. Jarðlagahalli var hins vegar lítt þekktur, þar sem ung og ósnöruð jarðlög hylja eldri berggrunn umhverfis Laugaland. Hann var þó talinn 2-4° til norðvesturs eins og fram kemur í skýrslu Jarðhitadeildar um svæðið og borun holu LN-3 frá 1978 (Lúðvík S. Georgsson o.fl. 1978). Út frá hallamælingum á holu LN-3 var síðar reiknað út að jarðlagahallinn gæti verið um 3-3,5° til norðvesturs, sbr. bls. 16-17 í fyrrnefndri skýrslu. Hola LN-4 var sett niður um 38 m suðaustan við skurðpunkt berggangsins og sprungunnar, og var reiknað með að hún skæri ganginn á 500-800 m dýpi.

2. Borun holunnar. (LSG)

Borun holu LW-4 hófst 14. júlí 1980 og lauk 23. ágúst 1980, en áður hafði verið forborað og fóðrað niður á 25 m dýpi. Jarðborinn Glaumur (Wabco) var notaður til verksins. Borun gekk allvel og varð holan 844 m djúp.

Þegar borað hafði verið niður á 720 m dýpi var sjálfrennsli úr holunni um 2 l/s sem líklega hefur aðallega komið úr æð á 715 m dýpi. Nokkrar smáæðar eru þó ofar í holunni. Á um 750 m dýpi varð um 16 l/s skoltap. Og er borun var stöðvuð í 770 m var sjálfrennsli úr holunni um 11 l/s af 88°C heitu vatni sem jókst í 12 l/s af 90°C heitu vatni eftir að loftdælt hafði verið um 20 l/s í 90 mín. Borun var þá hafin að nýju.

Er borinn var kominn í 837 m hafði sjálfrennsli úr holunni aukist í 28 l/s. Þá brotnaði borstöng en fiskun tókst vel. Eftir það gekk borun mjög hægt. Skolvatn tapaðist gjarnan út í æðarnar en það var ekki talið æskilegt vegna hættu á, að þær stífluðust af svarfi sem erfitt gæti reynst að ná út aftur. Er komið var í 844 m var borun hætt. Sjálfrennsli úr holunni var þá um 21 l/s af um 94°C heitu vatni. Úr holunni var loftdælt í 5 klst af 160 m dýpi og komu upp 50-54 l/s af 86°C heitu vatni. Loftdæling af 110 m dýpi gaf nákvæmlega sama árangur.

Hitamælingarnar úr holu LW-4 eru sýndar á mynd 1 og hitamælingar úr holu LN-3 á mynd 2. Mismunahiti gefur hins vegar best upplýsingar um legu vatnsæða og eru mæliferlar úr holum LW-4 og LN-3 sýndir á myndum 3 og 4 ásamt öðrum borholumælingum. Samkvæmt borskýrslum og út frá hitamælingum má álykta að líklega stærsta vatnsæðin sé á 744 m dýpi og virðist hún vera um 102°C heit. Önnur æð, álíka heit, er á 773 m dýpi en erfitt er að segja til um hve öflug hún er. Loks virðist hafa verið öflug æð á 820-830 m dýpi, en mælingar benda til að hún sé eitt-hvað kaldari.

Þegar holan var hitamæld mánuði eftir að borun lauk reyndist hún stífluð á 817 m dýpi. Þá bendir hitaferillinn og lítið sjálfrennsli (~10 l/s) en aukinn hiti vatnsins (97°C) eindregið til þess að neðsta æðin hafi stíflast. Æðin hefur líklega stíflast fljótlega eftir að borun lauk.

3. Jarðlög og mælingar í borholum. (LSG)

Jarðlög hafa verið greind í holu LN-3, sjá fyrrnefnda skýrslu. Báðar holurnar LN-3 og LW-4 hafa verið viðnáms- og víddarmældar og eru mæliferlarnir sýndir á myndum 3 og 4. Samanburður mæliferla úr báðum holunum leiðir í ljós að næstum undantekningarlaust er borað í gegnum sömu jarðlög. Hóla LW-4 hefur líklega ekki skorið bergganginn (ofan 817 m). Þó er ekki útilokað að hann sé á dýptarbilinu 750-775 m, þ.e. á milli tveggja af aðalvatnsæðunum. Trúlega er þó að þar sé um lárétt hraunlag að ræða en þetta þarf að kanna nánar. Það sem er ekki síður mikil-

vægt er að út frá þessum samanburði má fá nákvæma tölu um jarðlaga-hallann og virðist hann vera 1-1,5° til norðvesturs í efstu 800 m jarðlagastaflans á svæðinu. Þá er gert ráð fyrir að holutoppar séu í sömu hæð en þar skakkar ekki meiru en 1 m sem samsvarar um 0,5°. Samkvæmt því ætti holan ekki að skera ganginn fyrr en á 1000-1500 m dýpi með sömu forsendum og holan var staðsett eftir. Það ber þó að ítreka að algengt er að borholum halli eitthvað svo að í raun er ómögulegt að segja til um hvenær eða hvort holan getur skorið ganginn. Hins vegar má telja næstum víst að vatnið sé komið frá honum eftir lekum millilögum og hlýtur að vera stutt frá holunni í hann þar sem þessi sömu millilög gefa ekki vatn í holu LN-3.

4. Efnagreining á vatnssýni úr holu LW-4. (HK)

Vatnssýni til efnagreiningar var tekið úr holu LW-4 á Laugalandi í Holtum 28.9.1980. Þegar sýnið var tekið var farið að nýta hluta vatnsins í holunni og var því blandað við vatn úr holu L-2 áður en það var sent inn á hitunarkerfi skólans. Eina úttakið á leiðslunni frá LW-4 var krani við L-2 rétt áður en vatninu var blandað. Hitastig vatnsins þar var 84°C. Niðurstöður efnagreininga á vatnssýninu eru sýndar á meðfylgjandi töflu ásamt greiningum á sýnum úr holu LN-3.

Klórínagn er svipað í LW-4 og LN-3. Súlfat er heldur herra í LW-4 en LN-3, koldíoxíð er lægra í LW-4 og magn Na og K er herra. Vatnið er við kalkmettun. Það er ágætlega neysluhæft og ekki hætta á útfellingum né tæringu við vinnslu þess.

Kalsedonhiti og alkali-hiti vatnsins reiknast um 90°C, sem er innan skekkjumarka miðað við mældan hita í holunni.

Laugaland í Holtum. Efnagreining á vatnssýnum (magn í ppm)

	LN-3 105 m dýpi	LN-3 212 m dýpi	LW-4 holutoppur
Sýni nr.	<u>770154</u>	<u>770155</u>	<u>800144</u>
°C	63	69	84
pH/°C	9,53/21	9,78/21	9,79/22
SiO ₂	76,9	79,5	108,0
B			-
Na	99,1	105,8	133,0
K	1,43	1,64	2,76
Ca	5,8	6,3	4,96
Mg	0,04	0,07	0,02
CO ₂ total	34,1	21,1	12,80
SO ₄	91,0	101,9	110,0
H ₂ S	<0,1	<0,1	0,08
Cl	64,5	76,3	70,35
F	0,87	0,93	0,96
Uppl.efni	356	393	428
Eðlisviðnám	21,3	19,6	20,4/16,8

5. Rennslisprófanir í holu LW-4. (ÞTh)

5.1. Borun og rennsli.

Hola LW-4 við Laugaland í Holtum varð 843,6 m djúp. Hún er fóðruð 18 1/2" O.D. röri í 21,4 m og er 12 1/2" í þvermál niður í 28,0 m en 8 1/2" þar fyrir neðan. Helstu vatnsæðar komu fram í 744-772 m og neðan við 820 m dýpi.

Rennsli úr efri æðunum mældist 11,05 l/s , 88°C, 12. ágúst, 1980, er hola var 769 m djúp, en loftdæling sama dag gaf 20 l/s með 20-30 m niðurdrætti. Eftir upptekt úr 843,6 m 20. ágúst, mældist rennslið 21 l/s , 90°C , en afköst með loftdælingu sama dag voru 50-54 l/s , sennilega með innan við 50 m niðurdrætti. Frjálst rennsli var úr holunni frá 23. ágúst og mældist það 9,5 l/s, 96°C hinn 3. september, er þrepa- og þrýstingsmælingar voru gerðar.

Minnkun rennslisins ásamt niðurstöðum þrepa- og þrýstingsmælinga, 3. og 4. sept. og borholumælinga 17. sept., benda til þess að eftir loftdælingu 20. ágúst, hafi neðstu æðar holunnar stíflast af hruni, sem gæti náð upp í 817 m dýpi. Afkastageta og lekt, reiknuð út frá þrepa- og þrýstingsmælingunum 3. og 4. september, eiga því einungis við um holuna ofan við 817 m, en segja ekki til um rennsliseiginleika hennar þar fyrir neðan. Fullnægjandi mælingar á rennsliseiginleikum neðstu vatnsæða holunnar eru ekki fyrir hendi en 21 l/s frjálst rennsli og 50-54 l/s loftdæling 20. ágúst eru nokkur vísbending um þá.

5.2. Mælingar.

Eins og komið hefur fram mældist frjálst rennsli úr holunni 9,5 l/s, 96°C, 3. sept. Var þá lokað fyrir hana til þrýstingsmælinga en opnað aftur 4. sept., og látið renna úr henni í þremur þrepum, 5, 10 og 13 l/s, í um 1 klst., við hvert þrep. Var þetta gert til mælinga á iðustreymismótstöðu. Að þessum mælingum loknum var aftur lokað fyrir nema það magn sem Laugalandsskóli fékk til afnota.

Iðustreymisstuðullinn, C, reiknaðist samkvæmt þreparennslinu $0,055 \text{ m}/(1/\text{s})^2$ en lekt ofan við 817 m, $T = 0,0024 \text{ m}^2/\text{s}$, og upphaflegur þrýstingur vatnskerfisins + 12 m v.s. Iðustreymisstuðull holunnar niður í 843,6 m dýpi er áætlaður, út frá 21 l/s rennsli og 50 l/s loftdælingu 20. ágúst, innan við $C = 0,02 \text{ m}/(1/\text{s})^2$. Afköst holunnar eins og hún er nú, stífluð í 817 m, eru samkvæmt ofanskráðu metin 40 l/s með 110 m vatnsborðslökkun miðað við 1 árs samfellda vatnsvinnslu. Afköstin, miðað við $C = 0,02 \text{ m}/(1/\text{s})^2$, en sömu lekt, $T = 0,0024 \text{ m}^2/\text{s}$ og sama vinnsluskeið, eru áætluð 60 l/s með 116 m vatnsborðslökkun.

5.3. Fóðring.

Ef gert er ráð fyrir að dælt verði úr holunni 60 l/s með 10" 2900 sn/mín. dælu, þarf fóðring að vera 11" að innanmáli (11 3/4" utanmál) og ná niður í a.m.k. 200 m dýpi. Með tilliti til hugsanlegrar aukningar vatnsvinnslu og notkunar nýrra dælugerða (Reda) í framtíðinni, er þó æskilegt að 11 3/4" fóðringin verði dýpri, t.d. 306 m. Dýpri fóðring verður einnig til öryggis verði ófyrirsjáanleg viðbrögð jarðhitakerfisins, við langtíma vatnsvinnslu, óhagstæð.

6. Staðan í dag og tillögur um áframhald. (LSG)

Mynd 5 sýnir líklegt líkan jarðhitakerfisins. Gangurinn, sem er sam-síða stríkstefnu og megin brota- og gangastefnu á svæðinu er líklega aðalvatnsleiðarinn. Sprungan opnar hinsvegar vatninu leið upp á yfirborð.

Mælingar á holu LW-4 benda til að úr henni megi í dag dæla um 40 l/s af ~95°C heitu vatni með 110 m vatnsborðslökkun, og er miðað við 1 árs samfellda vatnsvinnslu. Áætlað er að þetta vatnsmagn megi auka upp í um 60 l/s ef neðstu æðarnar eru hreinsaðar. Vatnið er ágætlega neysluhæft og ekki hætta á útfellingum né tæringu við vinnslu þess.

Til að virkja megi holu LW-4 er ýmislegt ógert. Holuna þarf að rýma og fódra og er lagt til að hún verði fóðruð niður á um 300 m dýpi með 11 3/4" fóðringu og er þá reiknað með að notuð verði 10" dæla. Svo síð fóðring skapar aukinn sveigjanleika í ákvarðanatöku síðarmeir með tilliti til hugsanlegrar aukningar vatnsvinnslu og nýrra dælugerða. Þá þarf að hreinsa holuna í botninn og dýpka um 100-150 m, svo að ekki sé hætta á að neðstu æðar stíflist að nýju. Kostnað við þetta má samkvæmt upplýsingum frá Jarðborunum ríkisins áætla um 950.000 nýkr. miðað við verðlag í febrúar 1981, sbr. meðfylgjandi kostnaðaráætlun.

Áður en hola LW-4 verður virkjuð þarf að gera mun ítarlegri mælingar á afköstum holunnar og svæðisins í heild. Þá þarf að kanna til hlítar hvort hola hefur skorið bergganginn enda er það lykillinn að framtíðarborunum á svæðinu. Til þess þarf að gera frekari borholumælingar í henni og LN-3 til samanburðar og hallamæla hana. Holuna þarf að hitamæla að nýju nú á næstunni til að athuga hvort hún hefur hitnað frekar upp og til að fá staðfestingu á að hola kólni í botninn. Loks þarf að setja upp útbúnað til að sannreyna að ekki sé hætta á að vatnið sé tærandi. Verður það gert nú alveg á næstunni.

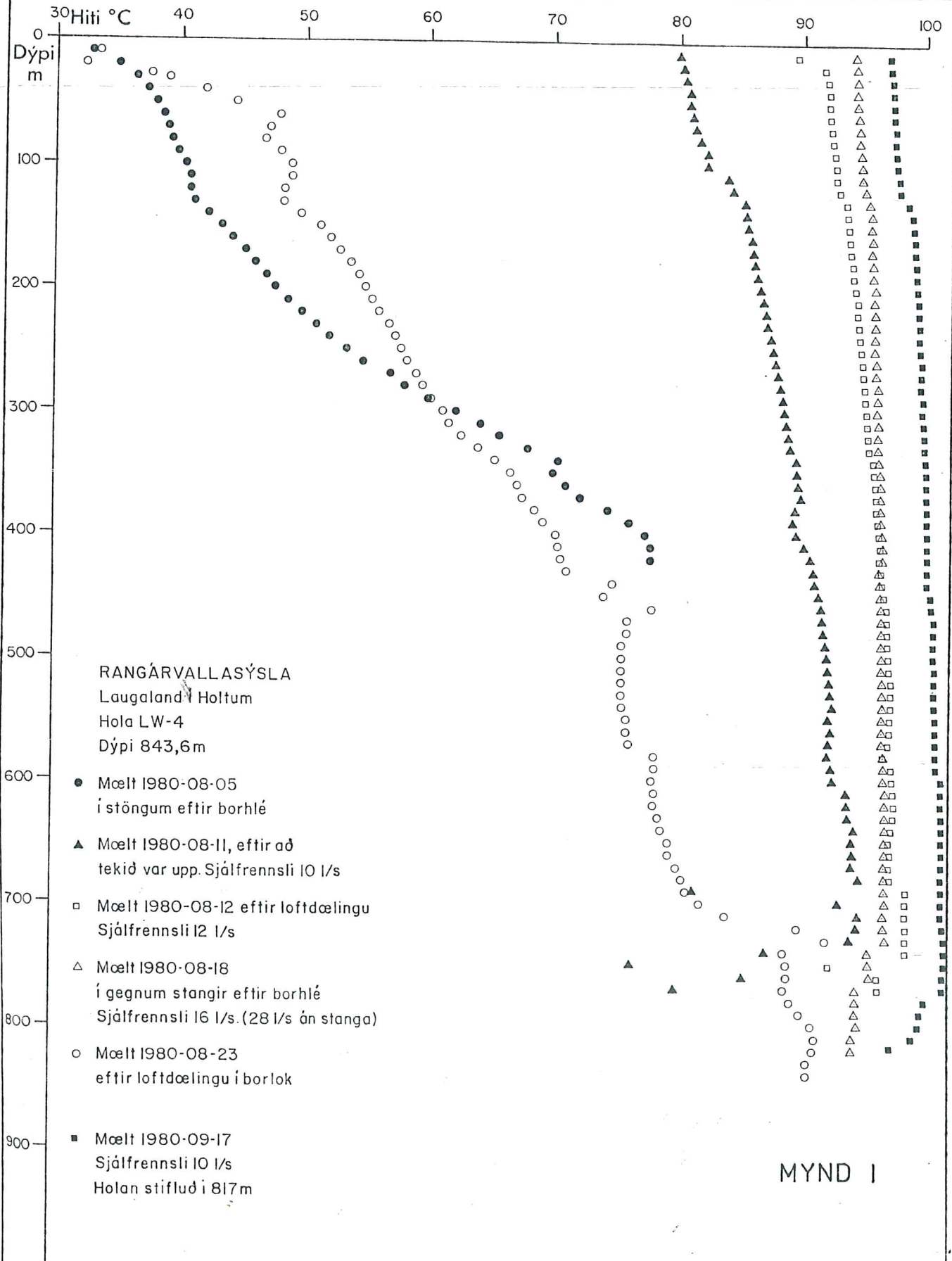
Heimildir:

Jarðboranir ríkisins 1980: Borskýrslur Glaums.

Lúðvík S. Georgsson, Haukur Jóhannesson, Margrét Kjartansdóttir og
Einar Gunnlaugsson 1978: Laugaland í Holtum, jarðhitakönnun og
borun holu 3. Orkustofnun, OS JHD 7802, 53 s.



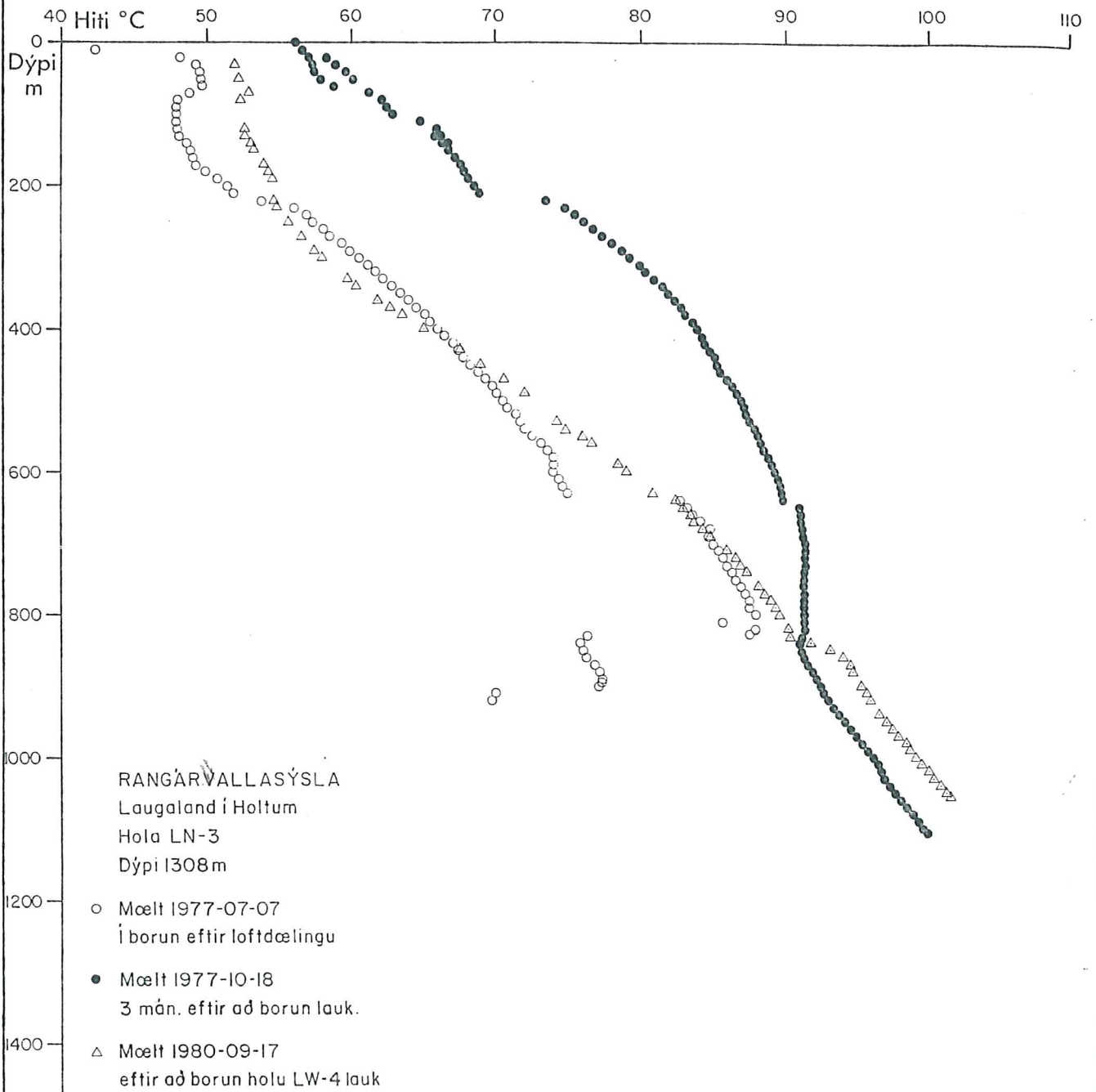
Hitamælingar í borholum

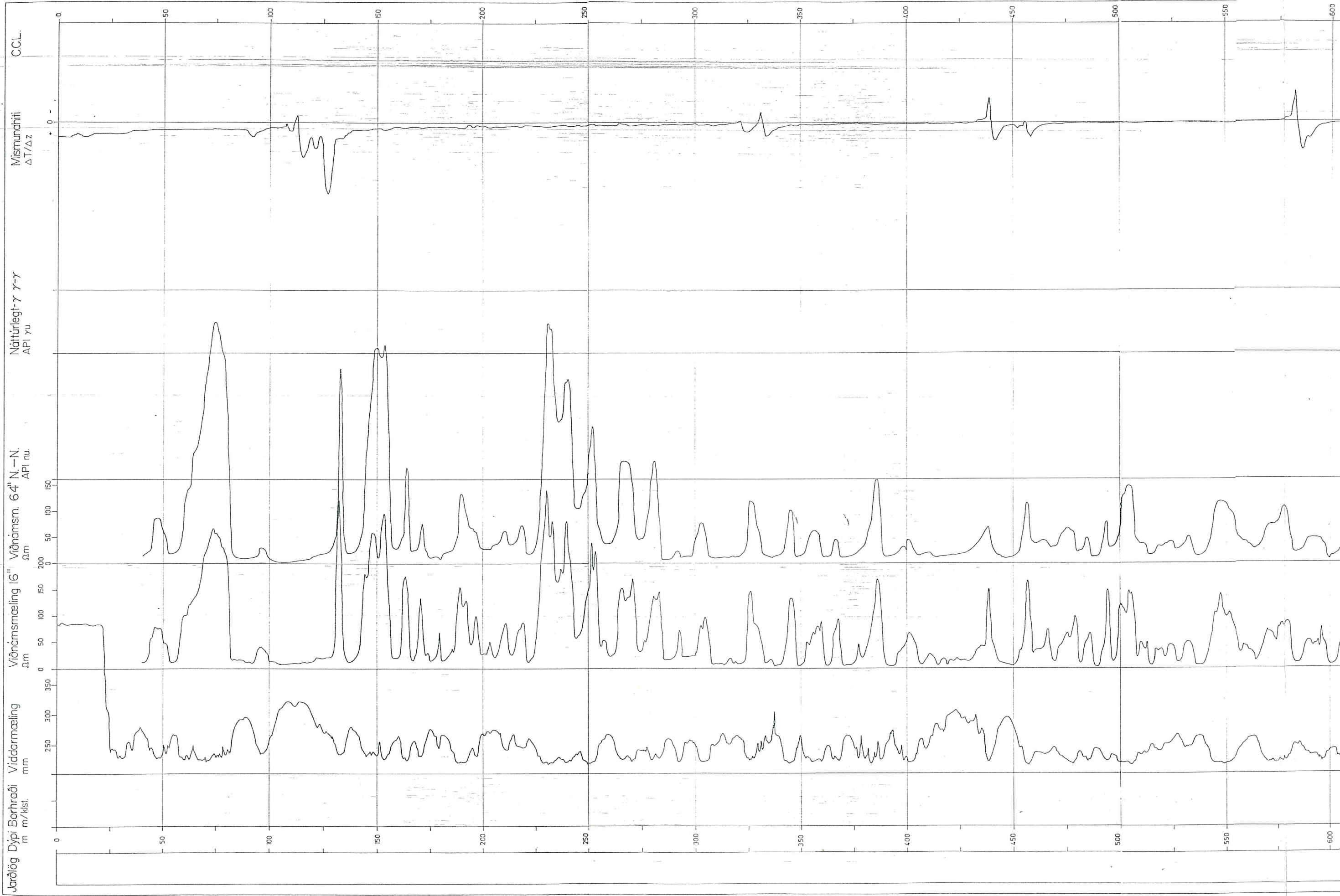




77.12.28	L.S.G./Sy.J.
T.2049	T III
Hitam.	Rangarv.s
F 16432	

Hitamælingar í borholum

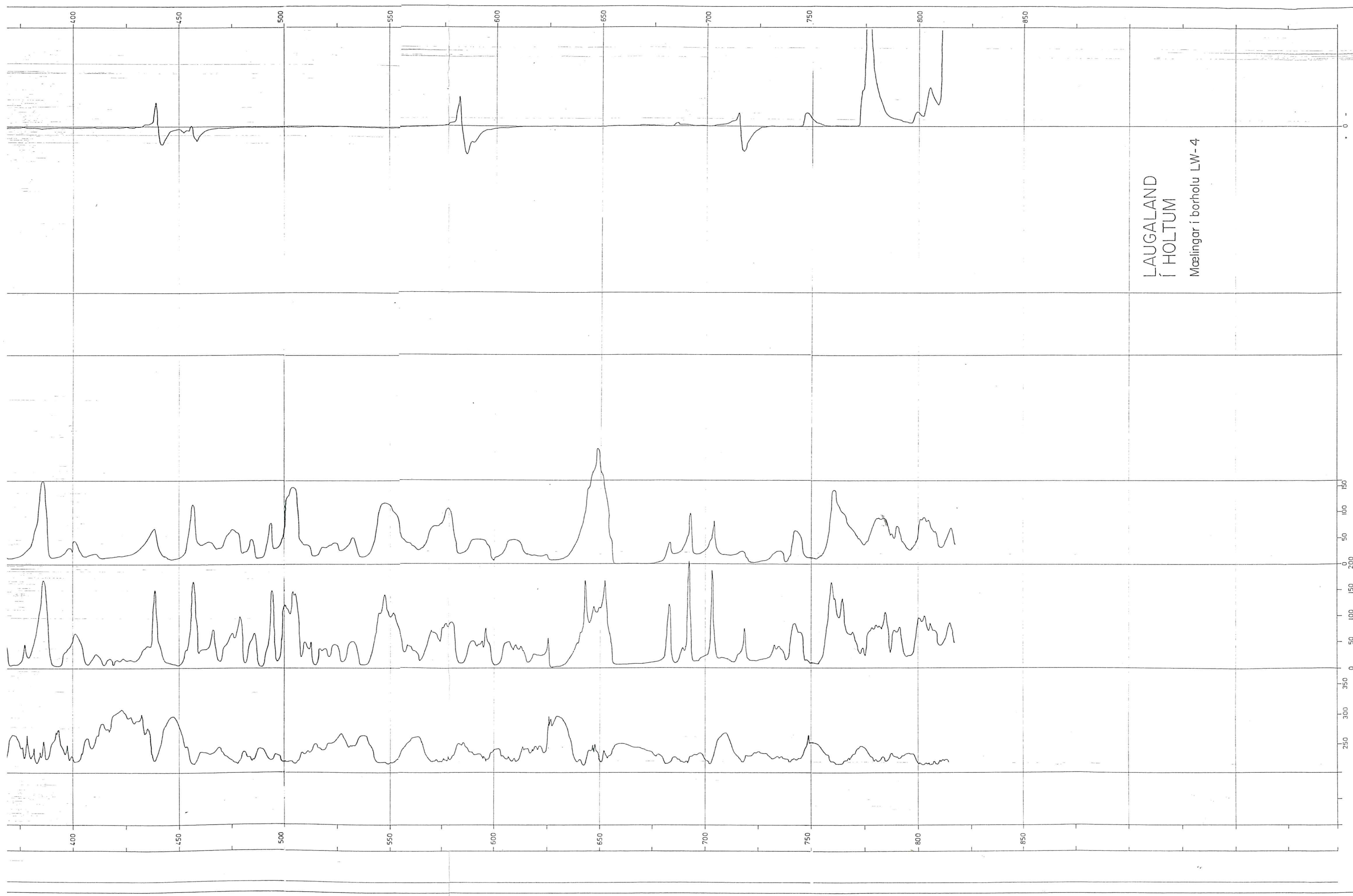


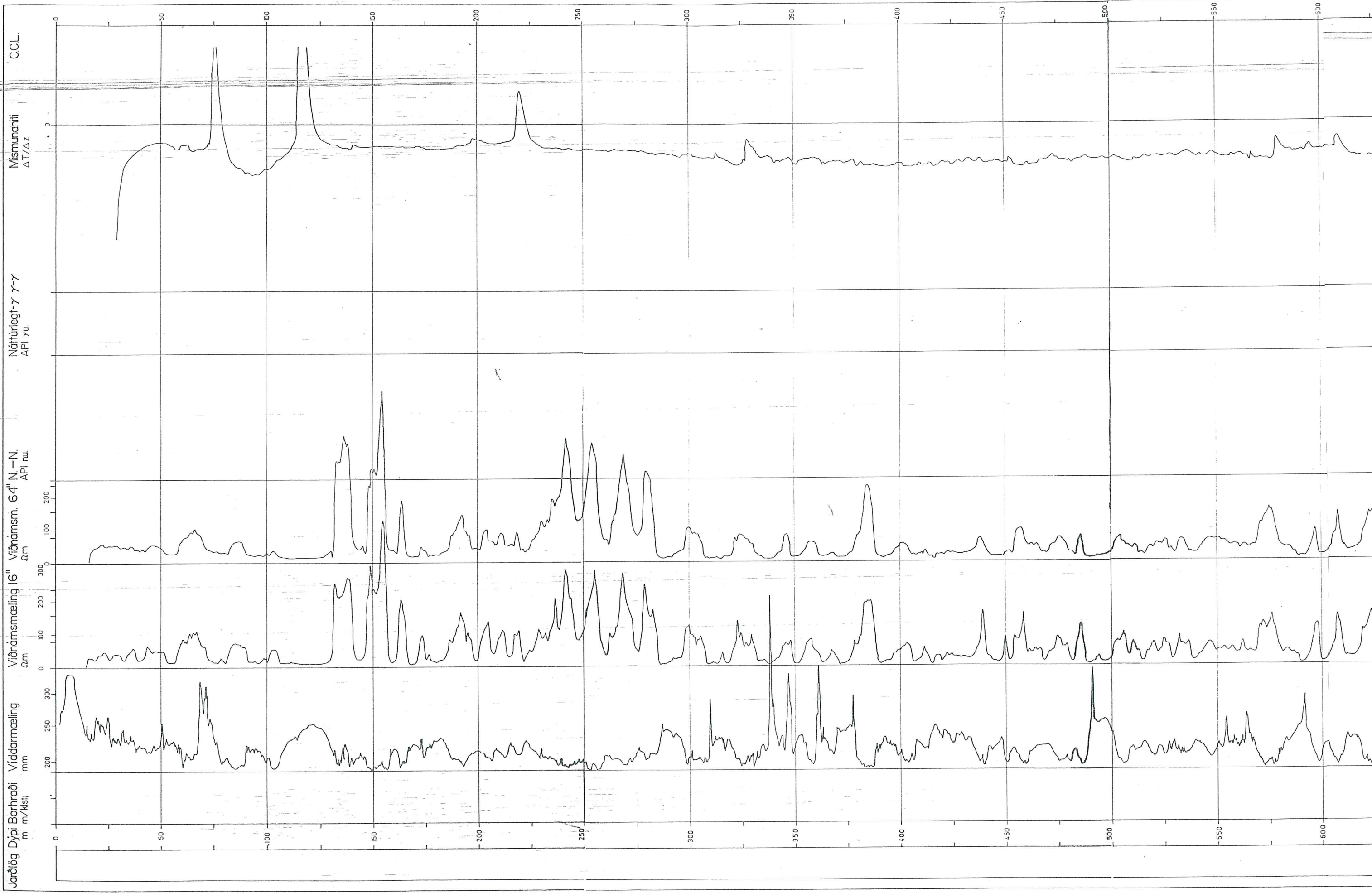


←

LSS 8101015

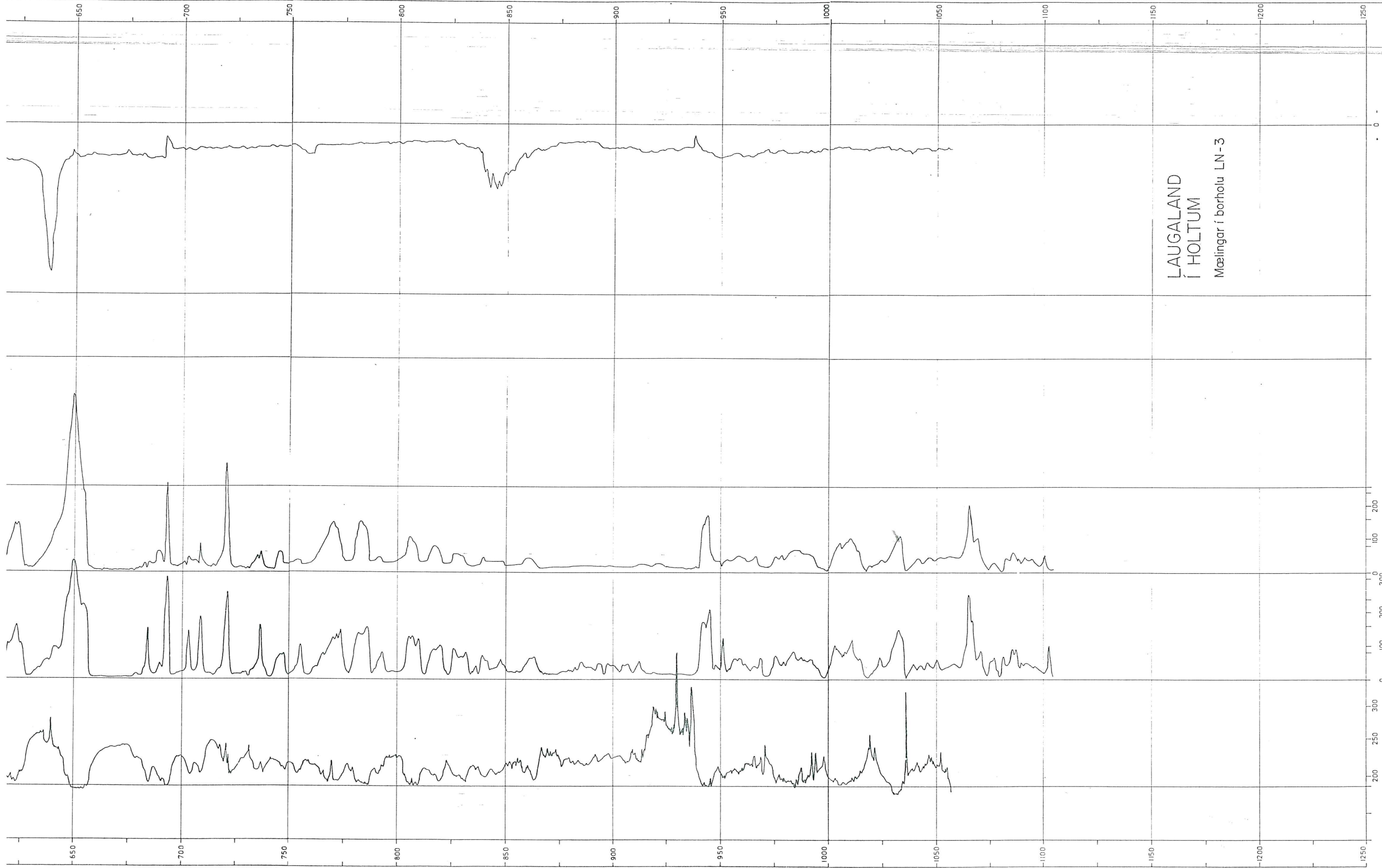
LAUGALAND
i HOLTUM
Mælingar i borholu LW-4





←

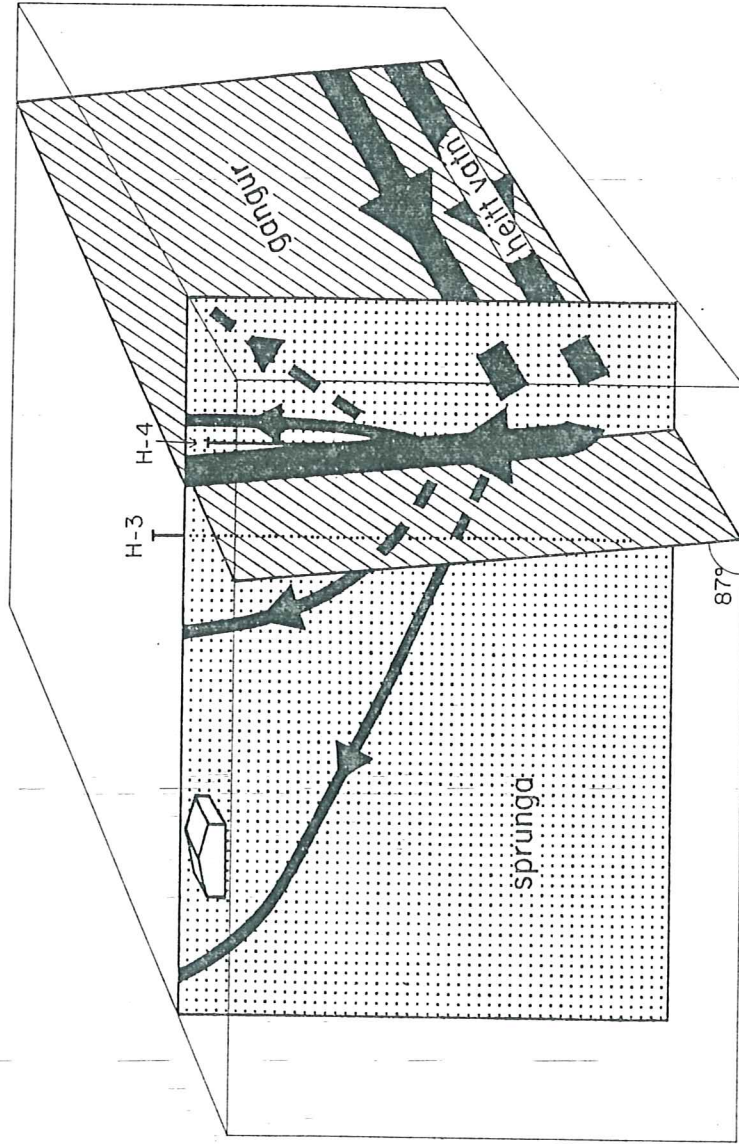
LSS 81010014



LAUGALAND
í HOLTUM
Mælingar í borholu LN-3

LAUGALAND Í HOLTUM

líkan jarðhitakerfis



MYND 5

ORKUSTOFNUN

Laugaland í Holtum
Líkan jarðhitakerfis.

'80.10.27.

L-SG/EBF

Rang.

F- 201/43.

Áætlun til				
Holtahrepps, Rangárvallasýslu				
Borun			Frankvæmd	
Fóðring og frágangur á holu LW-4 á Laugalandi			1981	
Verk nr	Bor	Dags. áætlunar		
24XX	Glaumur	81-02-13		
	Magn, ein.	kr / ein.	krónur	krónur alls
BORLEIGA			289.035	289.035
Bordagar	27,0 d	2.900	78.300 s	
Borastundir	486,0 h	290	140.940 s	
Olía	27 x 1.100,0 l	2,35	69.795	
AHÖFN BORS			193.050	193.050
Vinna	27 x 110,0 h	60	178.200 s	
Bíll bormanna	27,0 d	550	14.850	
EFNI samkv. nótum			115.928	115.928
Af birgðum jarðborana			115.928	
Keypt beint á verkið				
UTLAGÐUR KOSTNAÐUR			265.000	265.000
Sement			12.000	
11 3/4" fóðurrör 306 m			153.000	
Suða á fóðurrörum			10.000	
Dráttarbílar			30.000	
Vörubílar			10.000	
Uppihald + gisting			50.000	
			SAMTALS	863.013
SÖLUSKATTUR af upphæðum merktum "s" 23,5 % af			397.440	93.398
Dags.	Undirskrift			
			REIKNINGSUPPHÆÐ	956.411

SKÝRING

VERK NR.

19 81	TEXTI	MAGN EIN.	KR./EIN.	KR.
	13 3/8" borkróna	1,0 stk	60.000	60.000
	8 1/2" "	1,0 "	30.000	30.000
	11 3/4" karfa	1,0 "	4.038	4.038
	Gel	7,0 pk	170	1.190
	Hjól í 12 1/4" rýmara	1,0 sett	8.550	8.550
	Hjól í 12 1/4" rýmara	1/2 sett	24.300	12.150
ÚTSKRIFAÐ	ÁRITUN	DEBET		SAMT. 115.928
		KREDIT		
19	19			

18 - Canham Clif