



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

**SEGULMÆLINGAR Á PÓRSNESI
VIÐ STYKKISHÓLM**

Hjálmar Eysteinnsson

Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins

OS-96040/JHD-25 B

Júlí 1996

**SEGULMÆLINGAR Á PÓRSNESI
VIÐ STYKKISHÓLM**

Hjálmar Eysteinnsson

Unnið fyrir Rafmagnsveitur ríkisins

OS-96040/JHD-25 B

Júlí 1996

EFNISYFIRLIT

1. INNGANGUR	3
2. MÆLINIÐURSTÖÐUR	3
3. TÚLKUN	5
4. SAMANTEKT OG UMRÆÐA	6

MYNDA-, TÖFLU- OG KORTASKRÁ

Mynd 1. Staðsetning segulmælinga á Þórsnesi	4
Tafla 1. Hnit borhola, fastmerkja og horpunkta segulmælinetsins, ásamt hitastigli í borholum	8
Kort 1. Segulfrávik eftir mæilínum	9
Kort 2. Jafnsegulkort	10
Kort 3. Túlkun Segulmælinga	11

1. INNGANGUR

Á svæðinu milli Arnarstaðavogs og Nesvogs á Þórsnesi hafa verið boraðar 24 grunnar (50 m) rannsóknarholur í þeim tilgangi að leita að heitu vatni. Niðurstöður mælinga í borholunum sýna óvenju háan hitastigul, en reiknast hefur yfir $400^{\circ}\text{C}/\text{km}$ stigull í holum H45 og H42. Hár hitastigull afmarkast af svæði sem hefur norðvestlæga stefnu, en meginbrotakerfið hefur norðaustlæga stefnu. Við þrúfingarmælingar kom fram segullægð yfir grunnnum geilum suðaustan við aðalhitáfrávikin, en með stefnu langs eftir þeim (Kristján Sæmundsson, munnlegar upplýsingar). Í framhaldi af þessum niðurstöðum var ákveðið að segulmæla svæðið með það að markmiði að finna ganga og/eða misgengi sem hugsanlega tengjast þessari norðvestlægu stefnu sem fram kom í hitastiglinum.

Segulmælingarnar voru gerðar dagara 24. apríl til 1. maí 1996. Mælt var á $0,5\text{ km} \times 2,2\text{ km}$ ($1,1\text{ km}^2$) svæði, á 5 m fresti eftir línunum þar sem oftast voru 50 m á milli mælilína. Alls voru mældir 44,2 km, að meðaltali 6,3 km/dag. Stefna mælilínanna var til norðvesturs og til norðausturs. Tilgangur með mælingunum eftir norðvestur-línunum var að staðsetja og rekja bergganga, misgengi o.fl. með sömu stefnu og meginbrotastefnan. Hins vegar var leitað að segulfrávikum í stefnu hitahámarksins með mælingum eftir norðaustur-línunum. Nemi segulmælisins var ávallt hafður í 2 m hæð yfir jörðu.

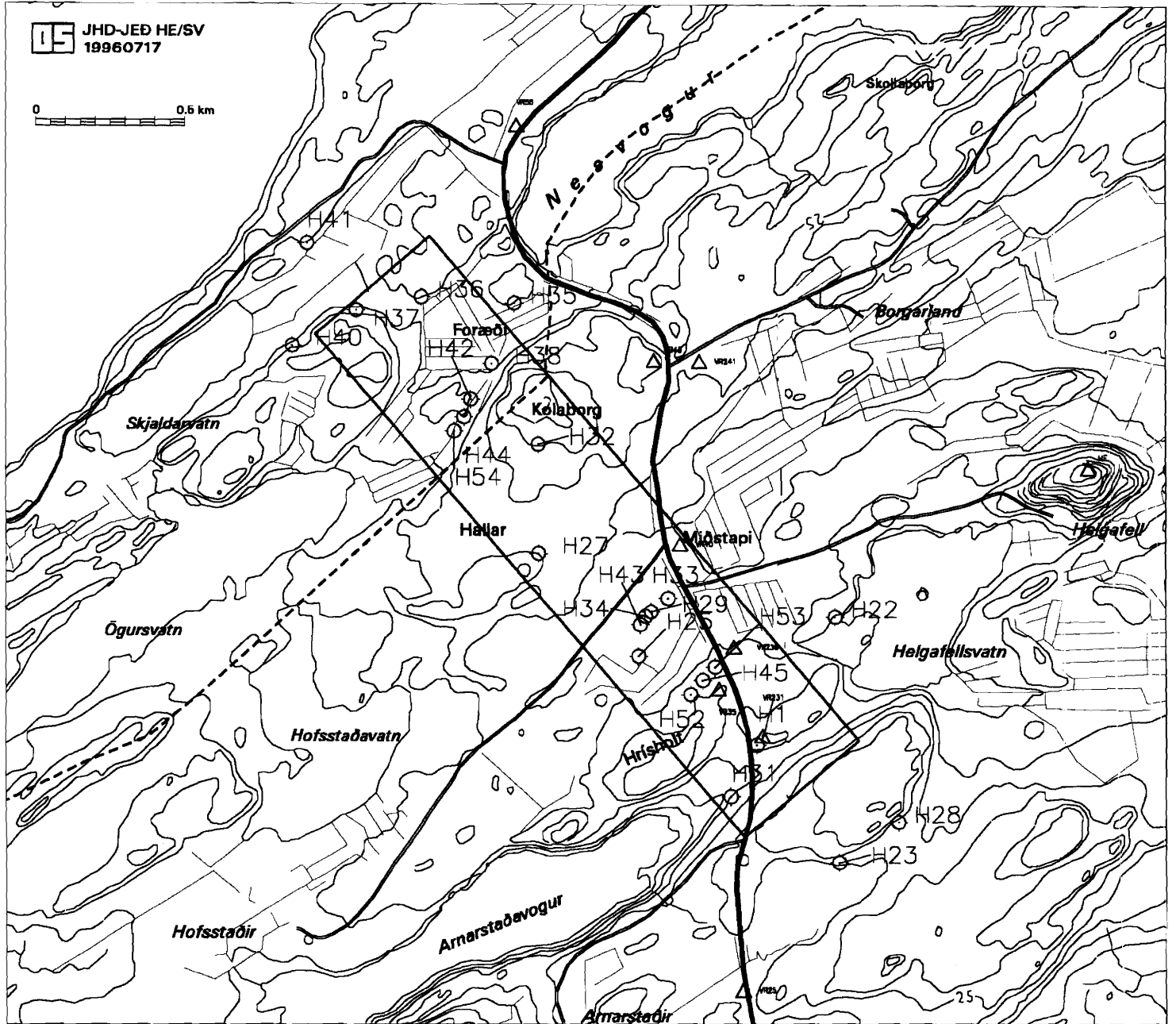
2. MÆLINÐURSTÖÐUR

Mynd 1 sýnir staðsetningu mælisvæðisins á Þórsnesi ásamt staðsetningu borhola og nokkurra fastmerkja frá Vegagerðinni (VR punktar). Í töflu 1 eru hnit borhola, fastmerkja og hornpunkta mælinetsins, bæði í hnitakerfi segulmælinganna og hnitakerfi Stykkishólms, ásamt hitastigli í borholunum.

Niðurstöður mælinga eru sýndar annarsvegar sem segulfrávik eftir mælilínum (próffílar) á korti 1, hinsvegar sem jafnsviðssegulkort á korti 2, hvorutveggja í kvarðanum 1:2500. Segulfrávikin sýna styrk segulsviðsins eftir mælilínunum, þar sem segulsvið sem er stærra en meðalsviðið (52.000 nT) er skyggt (jákvætt segulfrávik). Talsverð vandkvæði eru við gerð jafnsviðssegulkorts með gögnum sem þessum þar sem mælt er á 5 m fresti eftir línunum með 50 m millibili. Slík undirsöfnun (e. aliasing) gagnapunkta veldur því að erfitt er að tengja jafnsegullínur milli mælilína en forrit sem reikna út jafnsegulsviðið búa til marga hringlaga strúktúra, sem ekki eru raunverulegir. Hægt er að draga úr þessu að nokkru leiti með því að auka vægi línulegra frávika í eina stefnu. Þetta hefur verið gert á jafnsegulsviðskortinu, þar sem forritið er einkum látið brúa á milli segulfrávika með norðaustlæga stefnu, þ.e. í aðalbrotastefnuna. Hafa skal í huga að um leið er dregið úr skerpu aflangra frávika sem snúa hornrétt á hana.

JHD-JED HE/SV
19960717

0 0.5 km



3. TÚLKUN

Á kortum 1 og 2 kemur fram óvenju flókin segulmögnun berggrunnsins og hefði þurft talsvert þéttara mælinet til að tengja saman hinu ýmsu smágerðu segulfrávik sem fram koma í mælingunum.

Á korti 3 hafa verið teiknuð inn þau línulegu segulfrávik sem hægt er að rekja á segulfráviks- og jafnsegulsviðskortunum ásamt staðsetningu borhola og jafngildislínunum hitastiguls ($^{\circ}\text{C}/\text{km}$). Eins og við var að búast hafa nær öll segulfrávikin NA-SV læga stefnu ($30\text{-}60^{\circ}$ austan við norður).

Aðeins sést eitt segulfrávik sem er hornrétt á ríkjandi brotastefnu (merkt sem N1 á korti 3). Það má rekja frá norðurenda að miðbiki mælisvæðisins (~ 1000 m) og hefur það stefnu 137° austan við norður. Þetta segulfrávik er neikvætt og nokkuð skarpt, með helmingunarbreydd upp á 2-3 m sem þýðir að ef um er að ræða þunnan gang þá er dýpið niður á hann innan við 3 m. Ekki er hægt að segja með vissu að þetta segulfrávik stafi af öfugt segulmögnum gangi, eins gæti hér verið um að ræða sprungu sem fyllst hefur af lítt segulmögnum efni. Þar sem þetta segulfrávik liggur nærri nyrðra hitahámarkinu og er með stefnu á það syðra er freistandi að álykta að það tengist hitanum á einhvern hátt. Hóla H44 var staðsett beint á þetta segulfrávik og gaf hún lægri hitastigul ($361^{\circ}\text{C}/\text{km}$) en hóla H42 ($402^{\circ}\text{C}/\text{km}$) sem staðsett er um 60 m norðaustar. Þetta segulfrávik verður ekki rakið í gegnum syðra hitahámarkið.

Rétt sunnan við nyrðra hitahámarkið kemur fram stallur í segulsviðið með stefnu 30° austan við norður (merkt S1). Lögunin bendir til misgengis eða hraunkants. Það liggur meðfram NA-jaðri Kolaborgar til SSV og kvíslast um miðbik mælisvæðisins, þ.e. um 150 m sunnan við nyrðra hitahámarkið. Tvö önnur stall-segulfrávik sjást í gögnunum. Annað með stefnu 57° austan við norður, nyrst á mælisvæðinu (S2) og hitt (S3) með stefnu um

50° austan við norður rétt norðan við holur H33, H29, H34 og H43.

Mælisvæðið skiptist í nokkra kaffa þar sem mismunandi segulmögnun er ríkjandi. Nyrðst er sterkt segulmagnað berg en sunnan þess, þ.e. sunnan við S2 er veikt segulmagnað berg að segulfrávik S1. Á milli S1 og S2 er jákvætt segulmagnaður kaffi (S4 á korti 3) og innan hans eru nokkur jákvæð línuleg segulfrávik með stefnu um 40° austan við norður, líklegast gangar. Athyglisvert er að þeir dofna eða enda um miðbik mælisvæðisins, þ.e. enda á línu sem dregin er á milli hitahámarkanna tveggja. Norðaustan við segulskilin S4 má rekja tvö jákvæð segulfrávik sem líklegast eru einnig gangar.

Á milli segulfrávik S1 og S3 er almennt jákvætt segulmagnað berg, eins og greinilega kemur fram á jafnsegulkortinu (korti 2). Þau línulegu segulfrávik sem þar má rekja hafa öll svipaða stefnu og eru yfirleitt jákvætt segulmögnum, líklegast gangar. Þó er þéttleiki þeirra sumstaðar það mikill að erfitt er að segja til um hvort segulfrávikin eru t.d. tveir jákvætt segulmagnaðir gangar, ellegar tveir neikvætt segulmagnaðir gangar til hliðar.

Sunnan við segulsviðsfallinn S3 er segulsviðið vægast sagt mjög flókið og erfitt að túlka það. Þar ber fyrst að geta um allstóran mjög jákvætt segulmagnaðan hringlaga skrokk innan segulskilanna S5 á korti 3, sem er svipaður að flatarmáli og Helgafellið. Þessi skrokkur er innskot eins og Helgafellið (Kristján Sæmundsson, munnlegar upplýsingar). Innan þessa skrokks má rekja nokkur sammiðja jákvætt segulmagnað frávik (P20-P22). Einnig eru tvö línuleg jákvæð segulfrávik syðst í þessum skrokki (P23 og P24) sem líklegast eru gangar.

Annar óvenju sterkt öfugt segulmagnaður skrokkur (S6) er fyrir norðan innskotið. Þessi skrokkur gæti einnig verið innskot, annað hvort frá öðru tímaskeiði en hið fyrra, ellegar samansett úr lítt segulmögnum bergi t.d. líp-

aríti. Önnur skýring gæti verið sú að þetta sé gamalt jarðhitasvæði þar sem vegna ummyndunar hafi segulmögnun bergsins eyðst. Slíkir neikvæðir segulmagnaðir skrokkar finnast víða á háhitasvæðum hér á landi. Engin ummmerki finnast þó á yfirborði um útkulnað jarðhitasvæði. Rétt norðvestan við við þessa neikvæðu segulblökk er jákvætt segulmagnað frávik (P19 á korti 3) sem virðist mega tengja í boga. Norðvestan þessa boga er neikvætt segulfrávik (N3) með svipaða lögun. Hugsanlega eru P19 og N3 rétt- og öfugt-segulmagnaðir gangar, en þó er einnig hægt að túlka þessi tvö frávik sem stall-segulfrávik (þ.e. t.d. misgengi eða hraunkanta). Ekki er hægt að skera úr um hvor skýringin er réttari nema með gerð segullíkans af berggrunninum.

Norðan við Hrísholt kemur fram segulviðs-stallur sem má rekja í boga (S7) frá innskotinu (S5) og virðist sameinast öðrum hringlaga segulviðsstalli vestar (S8). Hugsanlega er hér um misgengisfleti að ræða en þó sjást engin merki þess á yfirborði. Athyglisvert er að S8 liggur rétt við hitahámarkið í Holu H45.

Hrísholtið mælist sem segulhæð þar sem rekja má nokkur segulfrávik (líklegast gangar, P25 og P26), sem ganga inn í innskotið austan þjóðvegjar.

Sunnan og austan við Hrísholt er segullægð sem fylgir lægð í landinu þvert yfir mælisvæðið. Sunnan lægðarinnar má rekja nokkur jákvætt segulmögnuð frávik, trúlegast ganga (P27 og P28).

4. SAMANTEKT OG UMRÆÐA

Segulmælingarnar á Þórsnesi sýna allflókna uppbyggingu einkum á suðurhluta mælisvæðisins. Stefna flestra línulegu segulfrávikanna er í 30-60° austan við norður. Eitt línulegt segulfrávik sést með stefnu hornrétt á megin brotastefnuna (N1). Þetta frávik hefur stefnu 137° austan við norður og er hægt að rekja það frá norðurenda mælisvæðisins, í gegnum nyðra hitahámarkið. Stefna þess er á syðra hitahámarkið, en það verður ekki rakið nema um 500 m suðaustur fyrir nyðra hitahámarkið. Þetta frávik á sér grunn upptök.

Á suðurhluta svæðisins er mest áberandi hringlaga skrokkur með mjög sterkri segulmögnun (S5), og annar minni óvenju veikt segulmagnaður skrokkur (S6) rétt þar norðan við.

Eftirtektarvert er hversu víða má sjá breytingar í segulviðinu um miðbik mælisvæðisins, það er að segja eftir línu á milli hitaámarkana tveggja. Þar má nefna í fyrsta lagi að skilin S1 brotna upp í nokkur sunnan við holu H42. Í öðru lagi er athyglisvert hversu víða má sjá línuleg segulfrávik sem ýmist dofna eða deyja alveg út um miðbik mælisvæðisins, svo sem P1-P5 á norðurhluta svæðisins, P18 við holu H33 svo og allmörg segulfrávik syðst á mælisvæðinu (P23-27). Í þriðja lagi má nefna segulhæðina á milli S6 og S7. Ekki verður þó séð hvað skýrir þetta, hugsanlega er hér um einhvert brot að ræða sem ekki kemur fram með beinum hætti í segulmælingunum.

Tilgangur segulmælinganna var að freista þess að finna einhvern jarðfræðilegan strúktúr (ganga, misgengi) sem hægt væri að tengja við hitahámörkin. Eina hugsanlega tengingin er daufa neikvæða segulfrávikíð N1, sem þó nær ekki að tengjast milli svæðanna. Samkvæmt segulmælingunum var boruð hola (H44) beint ofan í þetta segulfrávik og sýndu hitamælingar í henni lægri hitastigul (361°C/km) en í holunni 60 m norðaustar

(H42, 403°C/km). Ef N1 er gangur (eða sprunga) sem stjórnar að einhverju leiti uppstreymi heita vatnsins gæti þetta þýtt að honum halli til norðausturs. Einnig er vel hugsanlegt að brotið S1 tengist uppstreymi heita vatnsins í nyðra hitahámarkinu. Eina hugsanlega segulfrávikið sem hægt er að tengja við syðra hitahámarkið er S8, en það kemur einungis skýrt fram í tveimur mælilínum.

Tafla 1. Hnit borhola, fastmerkja og hornpunkta segulmælinets, ásamt hitastigli í borholum.

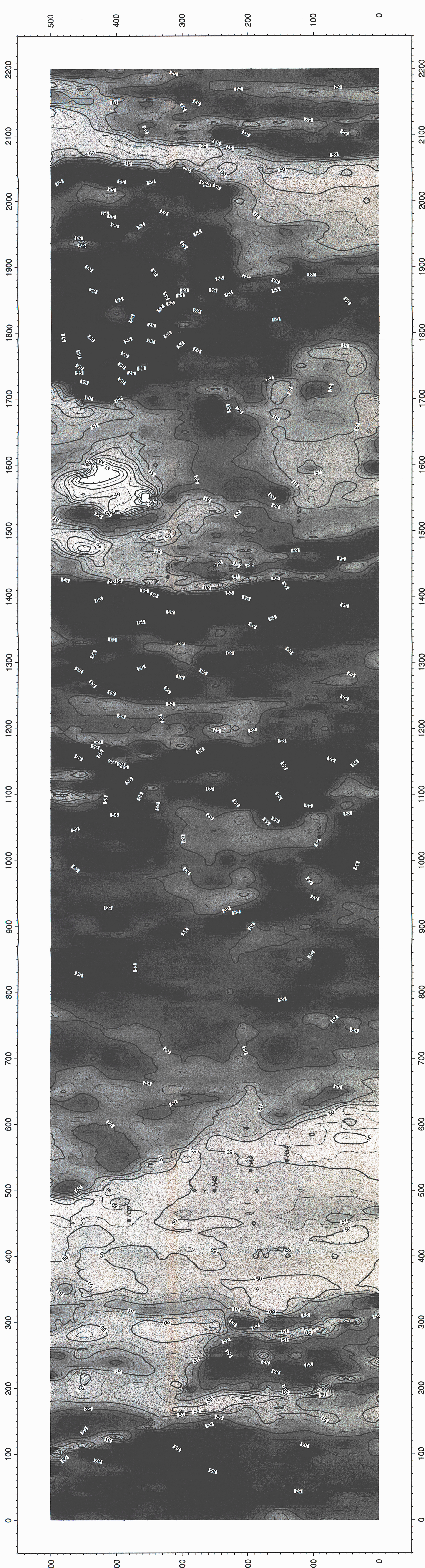
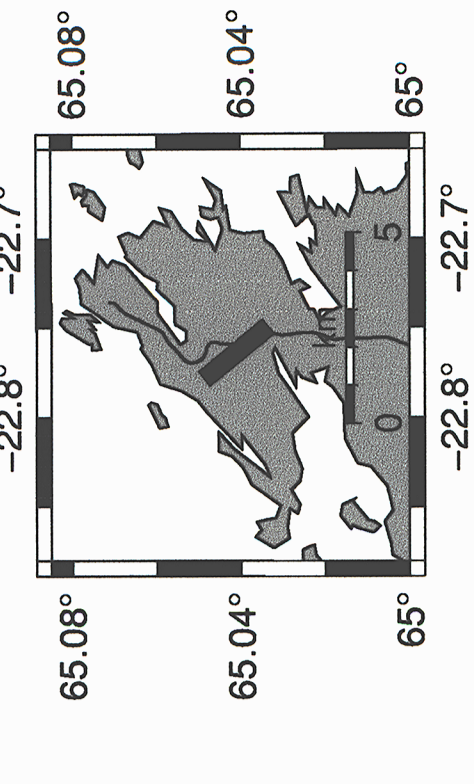
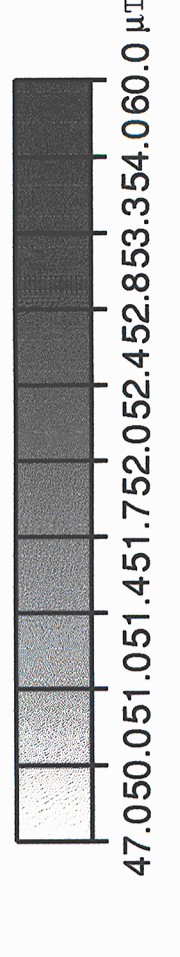
	Hnitakerfi mælinets (metrar)		Hnitakerfi Stykkishólms (metrar)		Hitastigull °C/km
	x-hnit	y-hnit	Vestur-hnit	Norður-hnit	
Borholur					
H1	1993.1	231.8	9699.6	13208.5	352
H22	1838.0	705.2	9425.7	13624.5	154
H23	2469.6	186.6	9438.3	12807.4	230
H25	1514.5	122.0	10083.5	13514.7	314
H27	1035.5	91.3	10405.7	13870.5	238
H28	2493.5	424.3	9237.5	12936.6	206
H29	1427.9	250.0	10037.2	13662.1	363
H31	2068.0	55.8	9790.7	13040.3	206
H32	759.2	324.9	10394.8	14232.1	246
H33	1430.3	321.8	9979.5	13704.9	337
H34	1427.5	225.7	10056.5	13647.4	372
H35	348.7	570.2	10458.4	14706.1	166
H36	132.9	347.6	10766.9	14736.5	240
H37	25.3	155.0	10984.6	14700.7	258
H38	454.7	380.4	10541.0	14505.0	264
H40	-20.9	-85.0	11201.3	14587.5	171
H41	-248.5	173.3	11140.8	14926.4	184
H42	500.0	250.0	10614.8	14388.4	403
H43	1438.0	194.5	10074.4	13619.7	370
H44	530.0	195.0	10639.2	14330.6	361
H45	1714.0	233.0	9872.4	13427.7	402
H52	1724.0	172.0	9913.9	13381.9	362
H53	1707.0	293.0	9829.8	13470.5	343
H54	545.0	140.0	10672.9	14284.7	293
Fastmerki					
VR20	3227.1	-198.9	9268.5	11974.6	
VR25	2591.4	-337.1	9772.4	12386.0	
VR231	1987.7	260.6	9680.5	13230.7	
VR35	1775.1	250.4	9820.7	13390.7	
VR236	1702.1	378.2	9766.2	13527.3	
VR40	1322.5	466.3	9933.5	13879.3	
VR241	902.9	907.7	9849.3	14482.4	
VR45	802.5	795.0	10000.0	14490.9	
VR55	-90.1	952.0	10432.8	15287.2	
N2	13.6	2922.4	8826.1	16432.6	
HF	2010.8	1667.2	8565.2	14088.2	
AH	4317.2	-2000.5	10000.0	10000.0	
Hornpunktar segulmælinets					
	0.	0.	11121.7	14624.0	
	2200.	0.	9752.2	12902.3	
	0.	500.	10730.4	14935.3	
	2200.	500.	9360.9	13213.5	

IHD.JEL.3711.HE
96.07.0107 GMT

KORT 2

JAFNSEGULKORT

Bil milli jafnsviðsína 0.5µT



JHD JEL 3711 HE
96.07.0108 GMT

KORT 3

TÚLKUN SEGULMÆLINGA

- Skýringar:**
- 250
 - 300
 - 350
 - 400
 - 450
 - 500
 - 550
 - 600
 - 650
 - 700
 - 750
 - 800
 - 850
 - 900
 - 950
 - 1000
 - 1050
 - 1100
 - 1150
 - 1200
 - 1250
 - 1300
 - 1350
 - 1400
 - 1450
 - 1500
 - 1550
 - 1600
 - 1650
 - 1700
 - 1750
 - 1800
 - 1850
 - 1900
 - 1950
 - 2000
 - 2050
 - 2100
 - 2150
 - 2200
 - 2250
 - 2300
 - 2350
 - 2400
 - 2450
 - 2500
 - 2550
 - 2600

- S1
- P1
- N1
- H1
- ▲ VR35

Jafngildislínur hitastiguls, °C/km
Segulsviðsskili/Segulsviðsstallar
Jákvæð línuleg segulfrávik
Neikvæð línuleg segulfrávik
Þjóðvegur
Borhola
Fastmerki

