



ORKUSTOFNUN
Jarðhitadeild

Knútur Árnason
Guðmundur Ingi Haraldsson
Gunnar V. Johnsen
Gunnar Þorbergsson
Gylfi Páll Hersir
Kristján Sæmundsson
Lúðvík S. Georgsson
Sigurður Th. Rögnvaldsson
Snorri Páll Snorrason

NESJAVELLIR - ÖLKELDUHÁLS **Yfirborðsrannsóknir 1986**

OS-87018/JHD-02
Reykjavík, maí 1987

Unnið fyrir
Hitaveitu Reykjavíkur



ORKUSTOFNUN

Grensásvegi 9, 108 Reykjavík

Verknúmer: 611-114

**Knútur Árnason
Guðmundur Ingi Haraldsson
Gunnar V. Johnsen
Gunnar Þorbergsson
Gylfi Páll Hersir
Kristján Sæmundsson
Lúðvík S. Georgsson
Sigurður Th. Rögnvaldsson
Snorri Páll Snorrason**

NESJAVELLIR – ÖLKELDUHÁLS

Yfirborðsrannsóknir 1986

OS-87018/JHD-02
Reykjavík, maí 1987

**Unnið fyrir
Hitaveitu Reykjavíkur**

ÁGRIP

Sumarið 1986 var fram haldið þeim jarðeðlisfræðilegu rannsóknum á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli sem hófust 1985. Bætt var við einni viðnámsmælilínu í norðurhlíðum Hengils og á nokkrum eldri línunum var bætt við mælingum eða þær lengdar. Þá voru gerðar tilraunir með viðnámsmæliaðferðir til að skyggjast dýpra en hægt hefur verið með þeim aðferðum sem beitt hefur verið til þessa. Þyngdarkortið af svæðinu var stækkað lítillega til suðurs og var það síðan kannað skipulega með tilliti til ríkjandi stefna á þyngdarfrávikum.

Viðnámsmælingar sýna (ofan 700 m undir sjávarmáli) vesturmörk jarðhitasvæðisins eftir Kýrdalshrygg frá Hengli í suðri og norður undir Fálkakletta. Þaðan sveigja þau örlítið til vesturs og ná vestur að Háhrygg á svæðinu fyrir vestan holu NJ-16. Þessi vesturmörk falla saman við yngstu gosvirknina á svæðinu. Norðurmörkin eru undir Kýrdalshrygg á mótis við stað miðja vegu milli holu NJ-16 og Nesjavallabæjar. Norðausturmörkin fylgja í megindráttum línu frá holu NJ-16 og suðaustur í norðanverða Sandkletta. Suðausturmörkin eru talin vera suður með Sandklettum. Fram kemur hátt viðnám neðan lágviðnáms og er það talið stafa af því að jarðhitakerfið sé á suðumarki.

Úrvinnsla á þyngdarmælingum sýnir eðlislétt móberg í Háhrygg og Stangarhálsi en líkleg innkot í yngstu gosreinunum beggja vegna Nesjavalladals og við brekkubrún fyrir enda dalsins og virðast þau stýra rennsli í jarðhitakerfinu.

Jarðfræðilegar aðstæður, skjálftavirkni og viðnámsdreifing benda til þess að í yngstu gosreininni undir Kýrdalshrygg eigi sér stað varmanám úr innkotum og uppstreymi jarðhitavökva.

Niðurstöður tilrauna til að skyggjast dýpra með nýjum viðnámsmæliaðferðum benda til þess að beita megi MT-mælingum til að kanna viðnám á 0,5-3 km dýpi. Niðurstöður TEM-mælinga styðja túlkun "hefðbundinna" viðnámsmælinga og trúlega má sjá nokkuð dýpra með öflugri tækjum en hér voru notuð.

Fall- og þyngdarmælingar eftir Nesjavalladal og að rötum Hengils sýndu ekki marktækar breytingar samfara vinnslu svæðisins til þessa.

Jarðfræðikortlagning sumarið 1986 náði yfir austurjaðarinn á Hengilskerfinu og eldstöðvakerfi sem kennt er við Hrómundartind og liggur þar fyrir austan, en í því er jarðhitasvæðið á Ölkelduhálsi. Á austurjaðri Hengilskerfisins eru stór misgengi með falli til vesturs. Þau hafa lítið hreyfst á nútíma gagnstætt jaðarmisgengjum sigdalsins að vestan.

Eldvirkni í Hrómundartindskerfinu skipar sér á þrjár reinar. Miðreinin nær frá Núpafjalli í suðri norður í Stapafell. Á henni er mest upphleðsla í kringum Hrómundartind. Ölkelduháls-jarðhitasvæðið er einnig á henni og nær frá Hrómundartindi suður fyrir Molddalahnúka. Hinar tvær gosreinarnar eru Katlatjarnareinin austan við og Hagavíkurfjöll vestan við miðreinina. Gos í Hrómundartindskerfinu spanna síðasta jökulskeið (rúm 100.000 ár). Undirstaðan kemur fram beggja megin við: Móbergssyrpur tilheyrandi Hengilskerfinu að vestan, en berglög tilheyrandi Hveragerðis-eldstöðinni og sprungusveimnum norður úr henni (Grafningshálsar) að austan. Sigdalur er ekki í Hrómundartindskerfinu, en misgengi með falli til vesturs ganga inn undir það sunnan og norðaustan frá. Efnismagn í þessu eldstöðvakerfi er þannig fremur lítið.

Jarðhitasvæðið sem kennt er við Ölkelduháls er bundið við 4,5 km langan kafla í aðalgosreininni. Jarðhitauppstreymið er sennilega tengt göngum undir henni, en storknandi gabbróinnskot dýpra í skorpunni kunna að vera aðalhitagjafinn. Merki um slík gabbróinnskot sjást í dílóttum gosmyndunum, einkum þeim yngstu, og í gabbróhnyðlingum, sem mest er af í yngstu goseiningunni, Tjarnahnúkshrauninu frá upphafi nútíma.



Dags.
1987.05.27
Dags.

Tilv. vor
KÁ/gb
Tilv. yðar

Hitaveita Reykjavíkur
c/o Jóhannes Zoëga
Grensásvegi 1
108 REYKJAVÍK

Hér með er Hitaveitu Reykjavíkur afhent lokaskýrsla um yfirborðs-
rannsóknir á jarðhitasvæðunum við Nesjavelli og Úlkelduháls sumarið
1986.

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur unnið þetta verk samkvæmt verk-
samningi, 611114-1986, gerðum 8. apríl 1986.

Virðingarfyllst


Knútur Arnason

EFNISYFIRLIT

| | bls. |
|--|------|
| ÁGRIP | 2 |
| EFNISYFIRLIT | 5 |
| MYNDASKRÁ | 7 |
| TÖFLUSKRÁ | 9 |
| 1 INNGANGUR | 11 |
| 2 JARÐEÐLISFRÆÐIRANNSÓKNIR Á NESJAVALLASVÆÐI | 13 |
| 2.1 Inngangur | 13 |
| 2.2 Viðnámsmælingar | 13 |
| 2.2.1 Framkvæmd | 13 |
| 2.2.2 Túlkun | 20 |
| 2.2.2.1 Jafnstraumsmælingar | 20 |
| 2.2.2.2 TEM-mælingar | 21 |
| 2.2.2.3 MT-mælingar | 21 |
| 2.2.3 Niðurstöður viðnámsmælinga | 22 |
| 2.3 Þyngdarmælingar | 40 |
| 2.3.1 Framkvæmd og úrvinnsla | 40 |
| 2.3.2 Túlkun á línu VIII | 40 |
| 2.3.3 Stefnusíun þyngdarkortsins | 43 |
| 2.3.4 Þyngdarmælingar til eftirlits | 49 |
| 2.4 Fallmælingar | 50 |
| 2.5 Niðurstöður jarðeðlisfræðirannsóknna | 52 |
| 3 JARÐFRÆÐI ÖLKELDUHÁLSSVÆÐISINS OG AUSTURHLUTA HENGLAFJALLA | 60 |
| 3.1 Jarðfræðilegt yfirlit | 60 |
| 3.2 Hlýskeiðsmyndanir | 62 |
| 3.2.1 Stekkásbasalt | 62 |
| 3.2.2 Setlag vestan undir Víðihlíð | 63 |
| 3.3 Bergmyndanir tilheyrandi Hengilskerfinu | 63 |
| 3.3.1 Lóratjarnarháls | 65 |
| 3.3.2 Krossfjöll | 65 |
| 3.3.3 Bæjarháls | 66 |
| 3.3.4 Hvíthlíð | 66 |
| 3.3.5 Fremstadalsmyndun | 67 |
| 3.3.6 Bitræ - Sandklettur | 67 |
| 3.4 Bergmyndanir tilheyrandi Hrómundartindskerfinu | 68 |
| 3.4.1 Stapafell | 68 |

| | | |
|--------|---|-----|
| 3.4.2 | Víðihlíð | 68 |
| 3.4.3 | Tindgilsmyndun og Katlatjarnahryggur | 70 |
| 3.4.4 | Súlufell - Kyllisfell | 70 |
| 3.4.5 | Sprengigígar | 72 |
| 3.4.6 | Svartihryggur, Foldahryggur, Litla Súlufell | 75 |
| 3.4.7 | Laxárdalsmyndun og Stórhóll | 75 |
| 3.4.8 | Ölkelduhnúkur | 77 |
| 3.4.9 | Hrómundartindur | 77 |
| 3.4.10 | Molddalahnúkar | 79 |
| 3.4.11 | Sandfell | 80 |
| 3.4.12 | Mælifell | 80 |
| 3.4.13 | Selhóll - Ölfusvatnsfjöll - Lambhagi | 82 |
| 3.4.14 | Tjarnahnúkur | 82 |
| 3.5 | Jarðgrunnur | 84 |
| 3.6 | Brotahreyfingar | 85 |
| 3.7 | Upphleðsla, aldur og þróun Hrómundartindskerfis | 89 |
| 3.8 | Jarðhiti og ummyndun | 96 |
| 3.9 | Vatnafar | 100 |
| 3.9.1 | Lindir undan lausum jarðlögum og hrauni | 102 |
| 3.9.2 | Kaldar lindir tengdar berggrunni | 102 |
| 3.9.3 | Heitar laugar og ölkeldur | 102 |
| 3.9.4 | Samandregnar niðurstöður um vatnafarið | 104 |
| 3.10 | Helstu niðurstöður með tilliti til jarðhitans | 105 |
| | HEIMILDIR | 106 |
| | ENGLISH SUMMARY | 111 |

MYNDASKRÁ

| | bls. |
|--|------|
| Mynd 2.1 Yfirlitsmynd af mælisvæðinu við Nesjavelli, örnefni og borholur | 14 |
| Mynd 2.2 Staðsetning tvíþólmælinga | 17 |
| Mynd 2.3 Staðsetning TEM-mælinga | 19 |
| Mynd 2.4 MT-mæling í Kýrdal | 23 |
| Mynd 2.5 Staðsetning "hefðbundinna" viðnámsmælinga | 28 |
| Mynd 2.6 Lína I: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun | 29 |
| Mynd 2.7 Lína II: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun | 30 |
| Mynd 2.8 Lína V: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun | 31 |
| Mynd 2.9 Lína VI: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun | 32 |
| Mynd 2.10 Lína VIII: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun | 33 |
| Mynd 2.11 Lína I: Niðurstöður TEM-mælinga | 34 |
| Mynd 2.12 Lína III: Niðurstöður TEM-mælinga | 35 |
| Mynd 2.13 Eðlisviðnám 250 m ofan sjávarmáls | 36 |
| Mynd 2.14 Eðlisviðnám við sjávarmál | 37 |
| Mynd 2.15 Eðlisviðnám 250 m neðan sjávarmáls | 38 |
| Mynd 2.16 Eðlisviðnám 500 m neðan sjávarmáls | 39 |
| Mynd 2.17 Bouguer þyngdarkort ásamt túlkun | 41 |
| Mynd 2.18 Lína VIII: Tvívítt þyngdarlíkan | 42 |
| Mynd 2.19 Bouguer þyngdarkort tekið til stefnusíunar | 44 |
| Mynd 2.20 Sléttað þyngdarkort | 45 |

| | bls. |
|--|------|
| Mynd 2.21 Fourier aflróf þyngdarkortsins | 46 |
| Mynd 2.22 Stefnusíð þyngdarkort í stefnu 45° austan við norður | 47 |
| Mynd 2.23 Stefnusíð þyngdarkort í stefna 147° austan við norður | 48 |
| Mynd 2.24 Fallmælingar á Hengilssvæði | 51 |
| Mynd 2.25 Eðlisviðnám og áætlaður berghiti 250 m neðan sjávar- máls ásamt staðsetningu skjálfta og túlkun þyngdarkorts | 57 |
| Mynd 2.26 Eðlisviðnám og áætlaður berghiti 500 m neðan sjávar- máls ásamt staðsetningu skjálfta og túlkun þyngdarkorts | 58 |
| Mynd 3.1 Eldstöðvakerfi á Hengilssvæðinu | 61 |
| Mynd 3.2 Goseiningar tilheyrandi Hengilskerfinu í undirstöðu Hagavíkurfjalla og austan í Hengli | 64 |
| Mynd 3.3 Elstu móbergseiningar Hrómundartindskerfis | 69 |
| Mynd 3.4 Tindgilsmyndun, Katlatjarnahryggur, Kyllisfell og Súlufell | 71 |
| Mynd 3.5 Sprengigígar í Katlatjarnareininni | 73 |
| Mynd 3.6 Folaldahryggur, Litla-Súlufell og Svartihryggur. Stórhóll og Laxárdalsmyndun | 76 |
| Mynd 3.7 Hrómundartindur, Molddalahnúkar og Ölkelduhnúkur | 78 |
| Mynd 3.8 Goseiningar í Hagavíkurfjöllum | 81 |
| Mynd 3.9 Goseiningar frá síðjökultíma | 83 |
| Mynd 3.10 Hengilssvæði - jarðskorpulíkan | 87 |

| | bls. |
|--|------------|
| Mynd 3.11 Gossprungur í Hrómundartindskerfi og tilsvarandi spennusvið | 90 |
| Mynd 3.12 Afstæður aldur gosmyndana í virku eldstöðvakerfunum tveimur á Hengilssvæðinu | 92 |
| Mynd 3.13 Bólstraberg og túff í Hrómundartindskerfi | 93 |
| Mynd 3.14 Upphleðsla í Hrómundartindskerfi | 94 |
| Mynd 3.15 Berggerðir í Hrómundartindskerfi | 95 |
| Mynd 3.16 Ummyndun og jarðhiti | 97 |
| Mynd 3.17 Reykjadalur hola 116 b | 101 |
| Mynd 3.18 Hrómundartindur og nágrenni: Vatnafarskort | Í kápuvasa |
| Mynd 3.19 Hrómundartindur og nágrenni: Jarðfræðikort | Í kápuvasa |
| Mynd 3.20 Hrómundartindur og nágrenni: Jarðlagasnið | Í kápuvasa |

TÖFLUSKRÁ

| | |
|---|-----|
| Tafla 2.1: Afköst í viðnámsmælingum | 15 |
| Tafla 2.2: Tvípólmælingar | 16 |
| Tafla 3.1: Hrómundartindur og nágrenni, lindaskrá | 103 |

1 INNGANGUR

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur undanfarin tvö ár annast umfangsmiklar yfirborðsrannsóknir fyrir Hitaveitu Reykjavíkur á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli. Rannsóknirnar hófust veturinn 1984-1985 með því að tekin voru saman og endurmetin öll gögn sem til voru af svæðinu. Á grundvelli þess var sett fram tillaga að rannsóknaráætlun fyrir árið 1985 (Axel Björnsson o.fl. 1985). Sumarið 1985 var unnið samkvæmt áætluninni. Í október sama ár var lögð fram áfangaskýrsla (Knútur Árnason o.fl. 1985) þar sem greint var frá framvindu verksins og frumniðurstöðum. Þar voru enn fremur gerðar tillögur að frekari rannsóknum árið 1986. Niðurstöður rannsókna ársins 1985 voru birtar í skýrslu í mars 1986 (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Tillögur um framhald rannsókna miðuðu að því að ljúka þessum rannsóknaráfanga á Nesjavallasvæði. Enn fremur var ráðgert að byrja að skoða nærliggjandi jarðhitasvæði, einkum í landi Ölfusvatns. Á grundvelli þessara tillagna var gerður verksamningur milli Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðhitadeildar Orkustofnunar, dagsettur 8. apríl 1986, um áframhaldandi yfirborðsrannsóknir sumarið 1986.

Verksamningurinn kveður á um að gert skuli jarðfræðikort af Ölfusvatns- og Hagavíkurlandi og fengið yfirlit yfir gosvirkni Hengilskerfisins ásamt því að fylla í eyður í kortlagningu og kanna nánar höggun á Nesjavallasvæði. Í viðnámsmælingum skyldi bætt við einni mælilínu í norðurhlíðum Hengils og aðrar lengdar eða þéttar til að fylla enn frekar í þá mynd sem fékkst af Nesjavallasvæði sumarið 1985. Í hæðar- og þyngdarmælingum skyldi endurmæla uppsett net mælilína og stækka það nokkuð. Auk rannsókna sem kveðið er á um í verksamningi, hefur Jarðhitadeild Orkustofnunar í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur staðið fyrir tilraunum með viðnámsmæliaðferðir sem nota mætti til að skyggjast dýpra niður í jörðina en hægt er með þeim aðferðum sem einkum hefur verið beitt til þessa.

Jarðhitadeild skilaði áfangaskýrslu í október 1986 (Knútur Árnason o.fl. 1986b). Þar var fjallað um framkvæmd rannsókna og frumúrvinnslu gagna sem þá hafði farið fram. Enn fremur voru settar fram tillögur um frekari rannsóknir sumarið 1987.

Í þessari skýrslu eru birtar niðurstöður rannsókna frá árinu 1986. Annars vegar jarðeðlisfræðirannsókna á Nesjavallasvæði og hins vegar jarðfræðirannsókna á svæðinu í kringum Ölkelduháls, í Ölfusvatns- og Hagavíkurlandi. Viðnámsmælilínur síðasta sumars hafa verið túlkaðar tvívítt. Innifalið í því var endurtúlkun á nokkrum af eldri línunum þar sem bætt hafði verið við mælingum. Nokkrum mælipunktum var bætt við þyngdarkortið og það túlkað með tilliti til ríkjandi stefna (stefnu-

síað). Árangur nýrra viðnámsmæliaðferða til að skyggast dýpra er birtur í skýrslunni. Loks eru niðurstöður jarðeðlisfræðirannsókna á Nesjavöllum bornar saman við niðurstöður borholurannsókna, svo sem áætlaðan berghita, jarðlaga- og ummyndunargreiningu. Mæligögn viðnáms-, þyngdar- og fallmælinga ásamt lýsingu fastmerkja fallmælinga eru birt í sérstakri gagnaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1987).

Jarðfræðikortlagning sumarið 1986 náði yfir jarðhitasvæðið á Ölkelduhálsi og eldstöðvakerfið sem það tengist, frá Þingvallavatni, suður í Molddalahnúka og austur að Grafningshálsunum. Vesturmörk hins kortlagða svæðis voru við Hengil og Hagavíkurvelli og náði kortlagningin þannig til spildu í Hengilskerfinu sem varð útundan við jarðfræðikortlagninguna 1985. Rannsókn á eldgosavirkni í Hengilskerfinu á nútíma tókst ekki að ljúka. Hugmynd um höggunarmynstur í norðurhluta Hengils-sigdældarinnar mótaðist nánar og er varpað fram líkani af gerð efri hluta skorpunnar á Hengilssvæðinu.

2 JARÐEÐLISFRÆÐIRANNSÓKNIR Á NESJAVALLASVÆÐI

2.1 Inngangur

Í þessum kafla er fjallað um jarðeðlisfræðilegar mælingar sem gerðar voru á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli sumrin 1985 og 1986. Þær eru: Viðnámsmælingar, þyngdarmælingar og fallmælingar. Í niðurstöðukafla er einnig fjallað lítillega um jarðskjálftamælingar sem gerðar voru á árunum 1978-1984. Niðurstöður yfirborðsmælinga eru bornar saman við upplýsingar sem fengist hafa úr borholum á rannsóknarsvæðinu (Benedikt Steingrímsson og Hjalti Franzson, munnlegar upplýsingar hvað varðar holur NJ-17 og NJ-18, Benedikt Steingrímsson o.fl. 1986a, 1986b, 1986c, 1986d, 1986e, 1986f, Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason 1986, Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985a, 1985b, 1985c, Valgarður Stefánsson o.fl. 1983, Jens Tómasson o.fl. 1974).

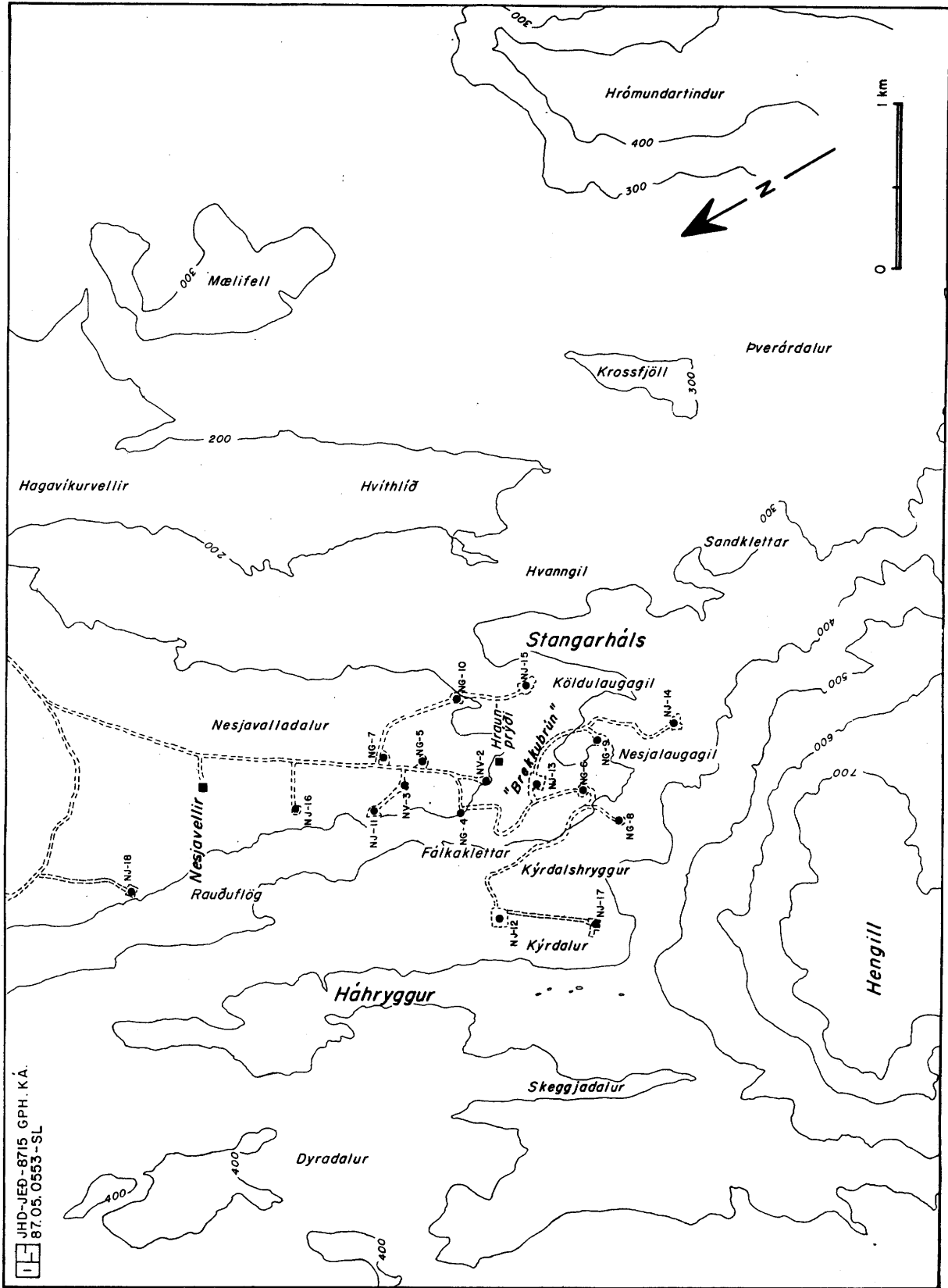
Mynd 2.1 er yfirlitsmynd af mælisvæðinu við Nesjavelli. Þar eru sýnd helstu örnefni og borholur. Í texta hér á eftir er mikið vísað til þessara kennileita en til þess að einfalda niðurstöðumyndir eru einungis fá þeirra nafngreind á þeim. Til frekari glöggvunar er rétt að geta sérstaklega nokkurra algengra kennileita. Háhryggur er kallaður hryggurinn vestan við Kýrdal frá Hengli í suðri og framhald hans norður að Þjóðvegi. Kýrdalshryggur er hryggurinn austan við Kýrdal og framhald hans til norðurs á móts við Nesjavallabæinn. "Brekku-brún" á við brekkubrúnina eða stallinn fyrir suðurenda Nesjavalladals.

Að endingu skal þess getið að stundum er farið nokkuð frjállega með áttir í textanum. Þær eru gjarnan færðar að ríkjandi sprungustefnu sem er um 30° austan við norður. Þannig er t.d. talað um norður (upp á flestum myndum) þegar strangt tekið er átt við norð-norð-austur.

2.2 Viðnámsmælingar

2.2.1 Framkvæmd

"Hefðbundnar" viðnámsmælingar (Schlumberger- og viðnámsniðsmælingar) sumarið 1986 voru unnar eftir áætlun sem sett var fram í áfangaskýrslu haustið 1985 (Knútur Árnason o.fl. 1985). Þar var gert ráð fyrir að lína I yrði framlengd til austurs um 1 km og að bætt yrði við 4 km langri mællínu, línu VIII, með austlæga stefnu í norðurhlíðum Hengils (sjá mynd 2.5). Þessi lína var á verkáætlun sumarið 1985 en var ekki mæld þá. Áætlunin gerði ráð fyrir að á báðum línunum yrðu gerðar Schlumbergermælingar og viðnámsniðsmælingar með þremur straumörmum (250, 500 og 750 m).



Mynd 2.1 Yfirlitsmynd af mælisvæðinu við Nesjavelli, örnefni og borholur

Þessar viðnámsmælingar hófust 9. júní og þeim lauk 17. júlí. Höfðu þá verið mældir 14,1 km í viðnámsmælingum og 12 Schlumbergermælingar. Ennfremur var 1 Schlumbergermæling (HE-94) frá sumrinu 1985 endurmæld vegna gruns um að hún væri gölluð. Mælingarnar gengu nokkurn veginn samkvæmt áætlun þrátt fyrir tafir vegna veðurs fyrstu vikuna. Á um 1100 m löngum kafla um miðbik línu VIII reyndist ekki unnt að gera viðnámsmælingar með 750 m straumarmi vegna þess hve viðnám er lágt og spennumerki þar af leiðandi lítið.

Að þessum mælingum loknum voru tæpir þrír dagar eftir af umsömdum verk tíma. Þá var ákveðið í samráði við Hitaveitu Reykjavíkur að halda mælingum áfram og gera Schlumbergermælingar á línunum V og VI sem einungis höfðu verið viðnámsmældar sumarið 1985 og bæta við Schlumbergermælingum uppi á Hengli í framhaldi línu II til suðurs. Að þessu var unnið til loka IV. úthalds (7 daga) og 5 daga í ígripum á tímabilinu 26. ágúst til 26. september. Á þessum 12 dögum var bætt við 15 Schlumbergermælingum, 2 á línu II, 5 á línu V og 8 á línu VI. Sumarið 1986 voru alls 14,1 km viðnámsmældur og gerðar 27 Schlumbergermælingar (auk þess sem ein mæling var endurtekin). Samkvæmt áætlunum meðalafköstum í verkáætlun svarar þetta til 39 dagsverka, en verk dagar urðu alls 39. Í töflu 2.1 er gefið yfirlit yfir framvindu verksins.

TAFLA 2.1: Afköst í viðnámsmælingum

| Úthald | Schlumb. mælingar | Viðnáms. mælingar | Línur |
|---------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| I. Úthald, 09.06-12.06: | (1) | 2,300 km | lína I |
| II. Úthald, 17.06-26.06: | 12 | 1,400 km | lína I, VIII |
| III. Úthald, 01.07-10.07: | | 8,100 km | lína VIII |
| IV. Úthald, 15.07-24.07: | 9 | 2,300 km | lína I, V, VI, VIII |
| V. Úthald, 26.08-28.08: | 3 | | lína V |
| VI. Úthald, 20.09+26.09: | 3 | | lína II, V |
| ----- | | | |
| Samtals: | | | |
| 3,9 úthöld, 39 dagar | 27 | 14,100 km | 5 línur |
| ----- | | | |

Á mynd 2.5 er sýnd staðsetning "hefðbundinna" viðnámsmælinga sumarið 1986 (með heildregnum línunum og fylltum hringjum) ásamt með staðsetningu mælinga frá 1985 (með brotnum línunum og hringjum).

Auk "hefðbundinna" viðnámsmælinga stóð Orkustofnun, í samvinnu við Hitaveitu Reykjavíkur, fyrir tilraunum með mæliaðferðir til að skyggjast dýpra en hægt hefur verið með þeim aðferðum sem einkum hefur verið beitt hingað til. Þessar tilraunamælingar fóru að mestu fram á Nesjavöllum. Reyndar voru þrenns konar mæliaðferðir: Tvípólmælingar, TEM-mælingar (Transient Electromagnetics) og MT-mælingar (Magnetotellurics).

Tvípólmælingar voru gerðar á tímabilinu 29. júlí til 11. ágúst. Notuð var línuleg tvípóluppsetning, þ.e.a.s. senditvípóll af lengd AB og móttökutvípóll af lengd MN falla á sömu línu. Fjarlægðin milli sendi- og móttökutvípóls var aukin skref af skrefi þannig að stysta fjarlægð milli straumskauts í senditvípól og spennuskauts í móttökutvípól var heilt margfeldi af lengd móttökutvípóls ($n * MN$). Út frá útsendum straum í senditvípól og mældri spennu yfir móttökutvípól var reiknað út sýndarviðnám og það skráð sem fall af fjarlægð milli miðju sendi- og móttökutvípóls sem er gefin með eftirfarandi sambandi:

$$r = AB/2 + MN/2 + n * MN$$

Tvípólmælingarnar voru gerðar á línu I. Settir voru upp þrjár senditvípólar. Sá fyrsti var á brekkubrún fyrir enda Nesjavalladals og var mælt í báðar áttir frá honum (H-1 og H-2). Sá næsti var við Katlatjarnir austan við Hrómundartind og var mælt til norðvesturs yfir Nesjavallasvæðið og út á Mosfellsheiði (H-3). Þriðji senditvípóllinn var á Mosfellsheiði og var mælt til suðausturs yfir Nesjavallasvæðið (H-4). Í töflu 2.2 er gefið yfirlit yfir tvípólmælingar og á mynd 2.2 er mællínan sýnd og staðsetning senditvípóla.

TAFLA 2.2: Tvípólmælingar

Sendistöð á brekkubrún, AB=325 m

H-1 til SA, MN= 325 m, n:1-20, r: 650-6.825 m

H-2 til NV, MN= 325 m, n:1-20, r: 650-6.825 m

Senditvípóll við Katlatjarnir, AB=700 m

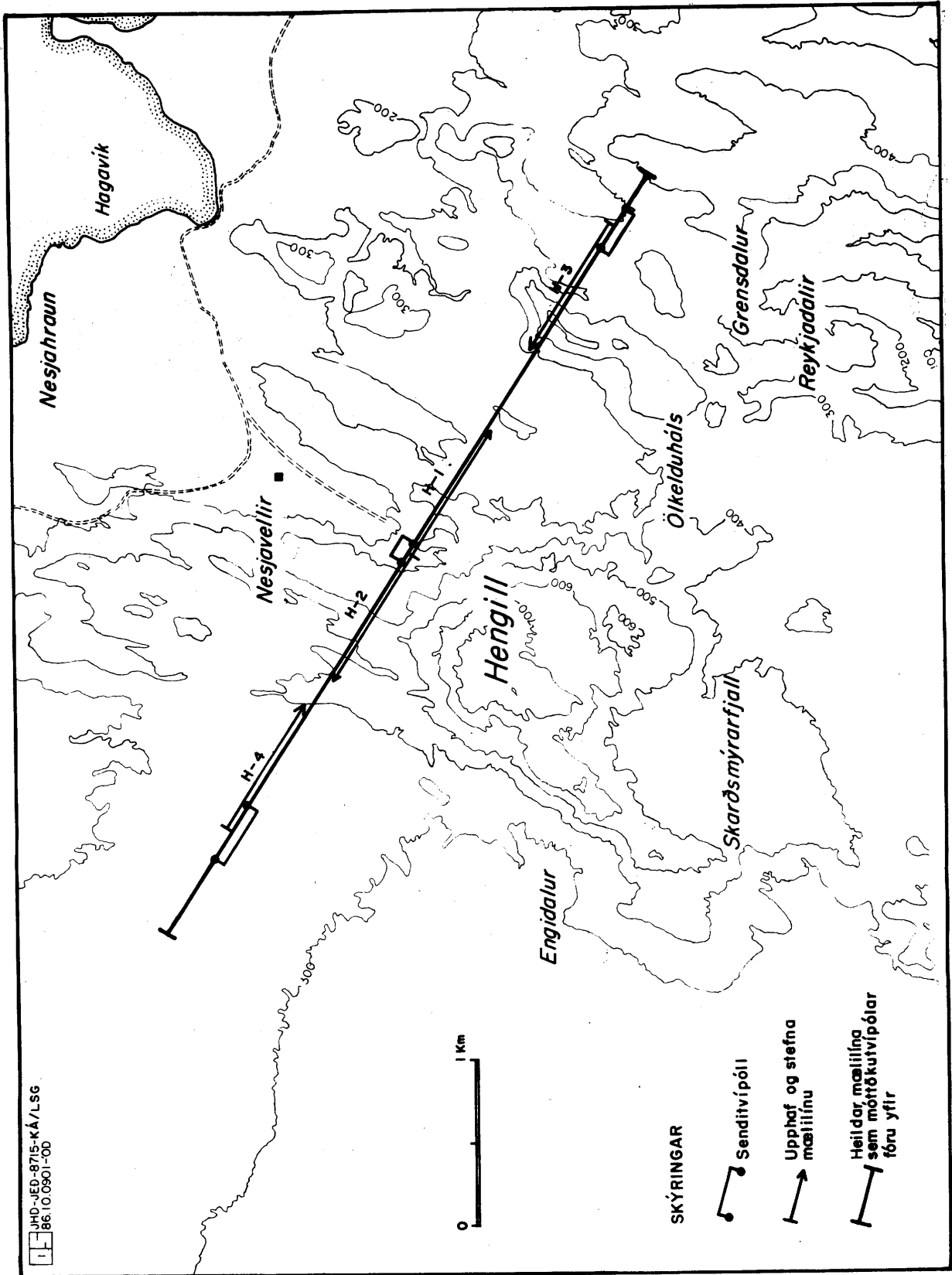
H-3 til NV, MN= 350 m, n:1-7, r: 875-2.975 m

MN= 700 m, n:3-13, r:2.800-9.800 m

Senditvípóll á Mosfellsheiði, AB=1000 m

H-4 til SA, MN= 100 m, n:1-26, r: 650-3.150 m

MN=1000 m, n:1-6, r:2.000-7.000 m



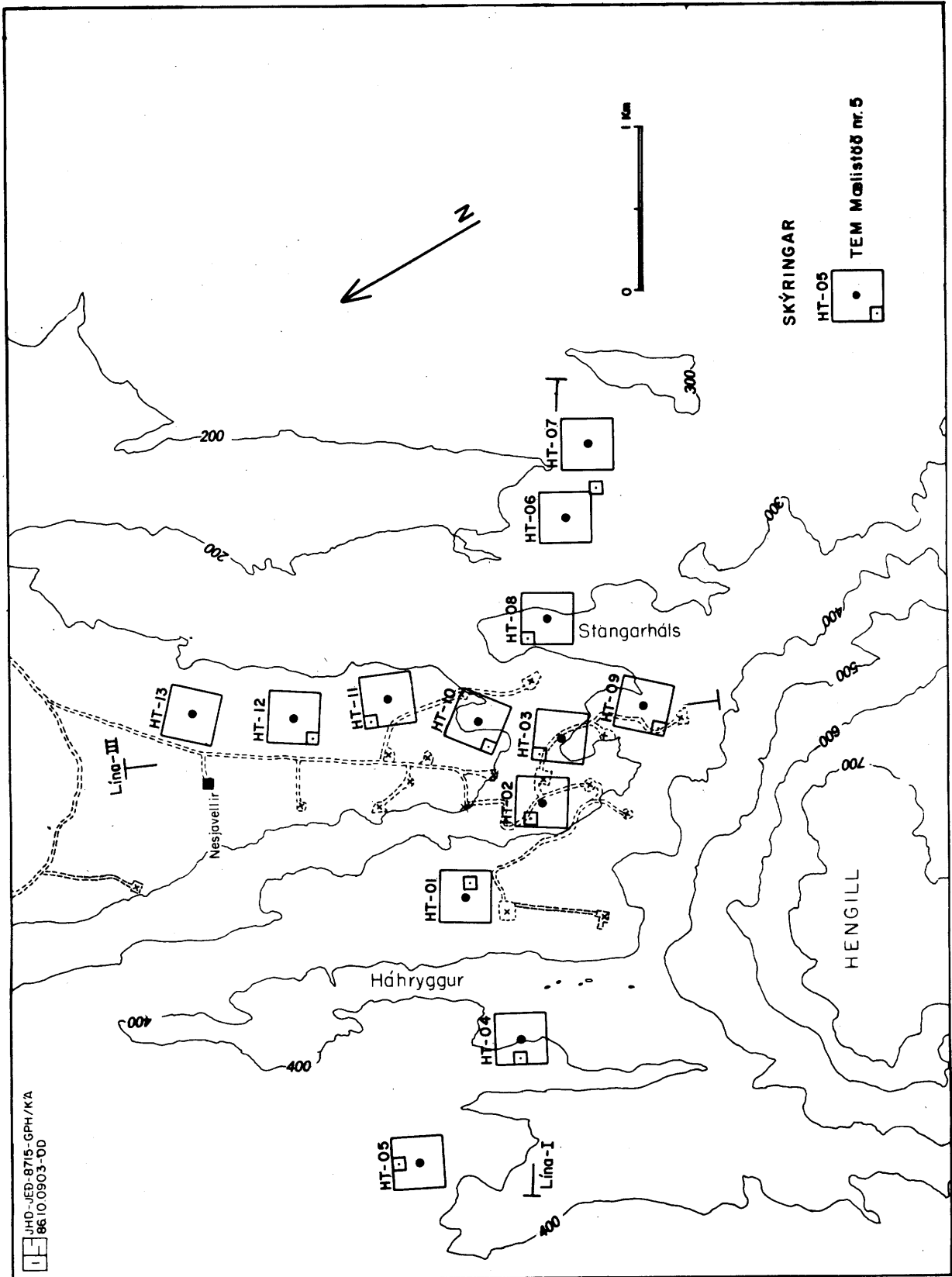
Mynd 2.2 Staðsetning tvíþólmælinga

Dagana 12.-17. ágúst fóru fram TEM-mælingar. Aðferðin byggir á því að búið er til segulsvið með því að senda jafnstraum um vírlykkju á yfirborði jarðar sem í okkar tilfalli var höfð ferningslaga með 300 m hliðalengd. Þegar straumur er rofinn dofnað segulsviðið og spanar við það strauma í jörðinni. Með því að mæla með spólu, í miðju sendilykkjunnar, hvernig segulsviðið dofnað sem fall af tíma fást upplýsingar um viðnámsskipan undir mælistað. Reiknað er út sýndarviðnám sem fall af tíma. Eftir því sem lengra líður frá því að straumur er rofinn í sendilykkjunni fást upplýsingar um viðnám á meira dýpi.

Mælingarnar voru gerðar í samvinnu við Jarðfræðistofnun Bandaríkjanna (U.S.G.S.) í Denver. Þeir lögðu til mælitækin (EM-37 frá Geonics) og einn mann, Dr. David V. Fitterman, en Orkustofnun lagði til bíl og þrjú menn. Framkvæmd mælinganna gekk vel og alls voru gerðar 13 mælingar á Nesjavallasvæði. Staðsetning þeirra er sýnd á mynd 2.3. Á línu I voru gerðar 8 mælingar, frá Dyradal í vestri að Krossfjöllum í austri og 6 mælingar á línu III, frá holu NJ-14 í suðri norður á móts við Nesjavallabæ (ein mæling er sameiginleg báðum línunum).

Fyrrihluta septembermánaðar voru gerðar tilraunir með MT-mælingar. Í þessum mælingum eru mældar samtímis í yfirborði jarðar náttúrulegar segulsviðssveiflur og rafsviðssveiflur sem spanast. Út frá styrk þessara sveiflna má fá upplýsingar um hvernig viðnám breytist með dýpi undir mælistað. Reiknað er út sýndarviðnám sem fall af tíðni sveiflanna og eftir því sem tíðnin er lægri fást upplýsingar um viðnám á meira dýpi.

Tæki til mælinganna voru fengin að láni frá Háskólanum í Uppsölum og ennfremur voru notuð ný tæki, smíðuð á Orkustofnun. Megináhersla var lögð á að kanna hvort hér á landi væri nægilegt merki á tíðnibilinu 0,1-10 Hz, til þess að nota mætti þessa aðferð til að kanna viðnámskipan á dýptarbilinu 0,5-3 km. Ákveðið var að safna nokkuð miklu magni af gögnum frá fáum stöðum í stað þess að mæla á mörgum stöðum. Fyrir valinu urðu Kýrdalur á Nesjavallasvæði, Jósepsdalur og Höskuldarvellir við Trölladyngju. Mælingar í Kýrdal fóru fram dagana 2.-5. september. Auk þess að mæla á tíðnibilinu 0,1-10 Hz (háttíðnibandi) var mælt eina nótt á tíðnibilinu 0,0003-0,5 Hz (lágtíðnibandi) til að kanna viðnám á miklu dýpi.



Mynd 2.3 Staðsetning TEM-mælinga

2.2.2 Túlkun

2.2.2.1 Jafnstraumsmælingar

Með jafnstraumsmælingum er átt við "hefðbundnar" viðnámsmælingar (Schlumberger- og viðnámsniðsmælingar) auk tvíþólmælinganna sem gerðar voru á línu I. Til túlkunar voru teknar nýja mælilínan, lína VIII sem var bæði Schlumberger- og viðnámsniðsmæld, og línur I, II, V og VI sem höfðu ýmist verið lengdar eða þéttar með fleiri mælingum. Í línu I var einnig stuðst við tvíþólmælingarnar og var vonast eftir því að með þeim yrði unnt að sjá dýpra niður í jarðhitakerfið. Með Schlumbergermælingunum á línu V voru einnig teknar til túlkunar mælingar HE-101 á línu I og HE-107 á línu IV, en þessar mælingar eru nokkurn veginn í vestur- og austur-framhaldi línunnar (sjá mynd 2.5).

Í fyrstu voru Schlumbergermælingarnar túlkaðar einvítt til þess að fá grófa mynd af viðnámslagskiptingunni. Í einvíðri túlkun er gert ráð fyrir því að viðnám breytist einungis með dýpi, en ekki í lárétta stefnu og að jörðinni megi skipta upp í lárétt viðnámslög. Ekki er tekið tillit til áhrifa landslags á mæliferlana í einvíðri túlkun, en þau geta verið nokkur í mishæðóttu landi eins og við Nesjavelli. Niðurstöður einvíðrar túlkunar voru birtar í áfangaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1986b).

Þar sem viðnámsskipan er jafnflókin og á Nesjavöllum gefur einvíð túlkun mjög ófullnægjandi mynd. Tvívíð túlkun er þar nauðsynleg til að fá viðunandi niðurstöður. Þá er gert ráð fyrir að viðnám geti breyst bæði með dýpi og í stefnu mælilínu, en ekki þvert á stefnu hennar. Ennfremur var tekið tillit til og líkt eftir landslagi í stefnu mælilínunnar. Þetta er nauðsynlegt því mikið fjalllendi einkennir mælisvæðið við Nesjavelli.

Einvíð líkön Schlumbergermælinga ásamt viðnámsniðsmæliferlum hveðrar mælilínu voru notuð til þess að gera fyrsta líkan í tvívíðri túlkun. Gert var eitt líkan fyrir hverja mælilínu. Í tölvu voru svo reiknaðir þeir sýndarviðnámsferlar sem líkanið gaf, bæði fyrir Schlumberger- og viðnámsniðsmælingar, auk tvíþólmælinga á línu I, og þeir bornir saman við mældu ferlana. Líkaninu var svo breytt og ferlarnir bornir saman uns viðunandi samræmi hafði náðst milli reiknaðra og mældra sýndarviðnámsferla.

Mældir og reiknaðir sýndarviðnámsferlar Schlumberger- og viðnámsniðsmælinga fyrir hverja mælilínu og tvíþólmæliferlar fyrir línu I eru birtir í sérstakri mæligagnaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1987). Reiknuðu sýndarviðnámsferlarnir byggja á lokalíkönnum mælilínanna, sem einnig eru birt í skýrslunni. Með því að bera saman mælda og reiknaða

sýndarviðnámsferla hvefrrar línu má meta hversu vel tókst til við túlkun hennar.

Línurnar voru mismunandi erfiðar í túlkun. Línur V og VI, sem eru norðarlega í Nesjavalladal og liggja þvert á sprungustykkið og uppfylla því vel forsendur tvívíðrar túlkunar, voru auðveldar í túlkun. Línur I og VIII voru erfiðari. Í þeim gætir verulegra þrívíðra áhrifa, enda verða miklar breytingar í áætluðum berghita og þyngdargildum í stefnu þvert á línurnar (sjá kafla 2.2.3). Í línu I á þetta einkum við um kaflann frá Stangarhálsi að Nesjalaugagili. Lína II liggur samsíða vesturmörkum lágviðnámssvæðisins og uppfyllir því ekki þær forsendur tvívíðrar túlkunar að viðnámsbreytingar séu einungis með dýpi og eftir mællínu en ekki þvert á hana.

2.2.2.2 TEM-mælingar

Eins og áður sagði voru gerðar TEM-mælingar á línu I (8 mælingar) og línu III (6 mælingar) og er ein mæling sameiginleg báðum línunum. Mæligögnin eru góð nema á norðurhluta línu III, en þar gætir nokkurra truflana, trúlega frá raflínunni í Nesjavalladal. Mælingarnar voru einungis túlkaðar einvítt enda er túlkun með fleiri víddum flókin og erfið viðfangs og lítt þróuð enn sem komið er. Aftur á móti er TEM-mæliaðferðin mun ónæmari fyrir viðnámsbreytingum í lárétta stefnu til hliðar við mælistöðina en jafnstraumsaðferðir og þess vegna er einvíð túlkun TEM-mælinga mun ábyggilegri en einvíð túlkun jafnstraumsmælinga.

Við túlkun var notað "inversion-forrit" skrifað af W. L. Anderson hjá Jarðfræðistofnun Bandaríkjana í Denver. Túlkunin gekk vel þrátt fyrir að ekki væri fyrir hendi hérlandis reynsla af slíku, en var nokkuð frek á reiknitíma í tölvu. Niðurstöðurnar eru sýndar sem viðnámsnið á myndum 2.11 (lína I) og 2.12 (lína III). Mældu sýndarviðnámsferlarnir ásamt túlkun og reiknuðum ferlum eru sýndir í mæligagnaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1987).

2.2.2.3 MT-mælingar

Aðeins var mæld ein MT-mælistöð á Nesjavallasvæði, þ.e. í Kýrdal um 250 m norðaustan við holu NJ-12. Staðsetning hennar fellur nokkurn veginn saman við staðsetningu TEM-mælingar HT-01 (sjá mynd 2.3). Þar var safnað miklum gögnum við mismunandi veðurskilyrði til að athuga hvort nægilegt merki væri á tíðnibilinu 0,1-10 Hz til þess að nota mætti þessa aðferð til að kanna viðnám á dýptarbilinu 0,5-3 km. Þá var mælt eina nótt á tíðnibilinu 0,0003-0,5 Hz til að kanna viðnám á miklu dýpi. Gögnin voru túlkuð með hugbúnaði Orkustofnunar og birt í greinargerð (Gylfi Páll Hersir og Knútur Árnason 1987).

Í ljós kom að þau eru mjög háð veðri. Vindur veldur miklu suði þannig að einungis er hægt að ná góðum gögnum í logni. Sömu sögu er að segja frá þeim stöðum öðrum þar sem þessi aðferð var reynd, í Trölladyngju og Jósepsdal.

Mynd 2.4 sýnir niðurstöður úrvinnslu frá lágtíðnibandinu og einu hátíðnibandanna. Böndin skarast á bilinu 2 til 30 sekúndur (0,033-0,5 Hz). Sýndarviðnámsferlarnir (RhoXY og RhoYX) eru fallegir á að líta og með tiltölulega lítilli óvissu. Sömu sögu er að segja um sýndarfasaferlana (PhaseXY og PhaseYX).

Pred Ex og Pred Ey eru nokkurs konar gæðastuðlar mælinga. Þeir mega ekki fara undir 0,8 og ættu helst að vera yfir 0,9, gjarnan 0,95. Eins og fram kemur á myndinni eru þeir nærri einum og gögnin því góð.

"Skewness" gefur vísbendingu um hvort viðnámsskipan sé tví- eða þrívíð. Því lægra sem það er þeim mun minni ástæða er til að ætla að þrívíð áhrif séu fyrir hendi. Niðurstöður benda því til þess að viðnámsskipan sé tvívíð nema þá einna helst næst yfirborði (há tíðni). Snúningurinn (Rotations) segir til um hversu mikið þyrfti að snúa mælistefnum, en þær voru hafðar samsíða og þvert á segulnorður, til þess að þær væru samsíða og þvert á ríkjandi viðnámskil. Þessi stærð er reiknuð út fyrir sérhvert tíðnibil og gefur svipaða tölu fyrir öll tíðnibil sem bendir til þess að viðnámsskipan sé tvívíð. Hér fást um 55° austan við segulnorður sem svarar til 32° austan við norður sem er stefna misgengja og gossprungna á Nesjavöllum. Stefna brotalína og stefna ríkjandi viðnámskila samkvæmt MT-mælingum falla því saman. Bostic-gildi eru gróf túlkun á gögnum.

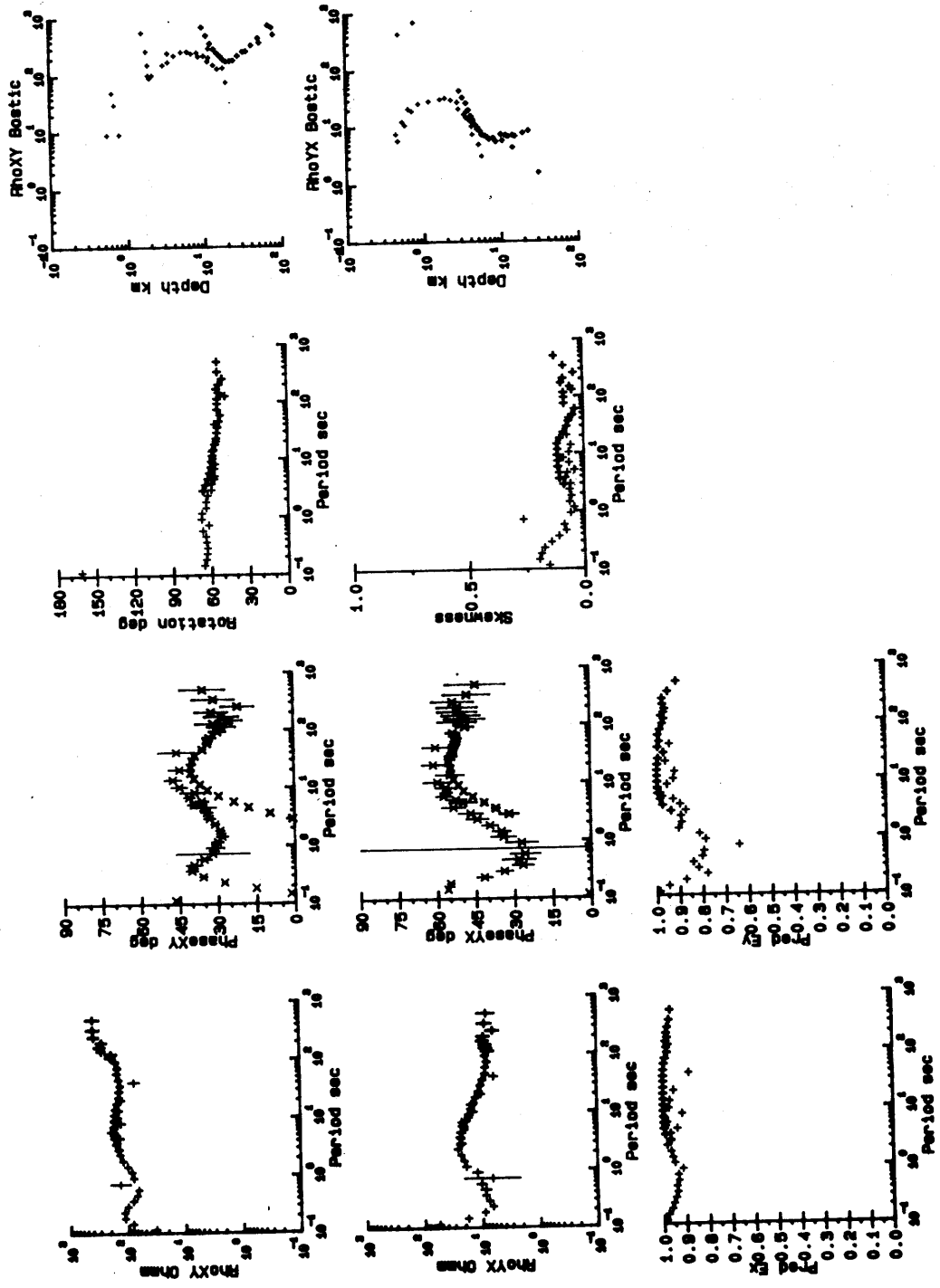
Áður hefur verið fjallað um MT-mælingu sem gerð var í Nesjavalladal, nálægt holu NG-7 sumarið 1976 (Axel Björnsson o.fl. 1985). Þar reyndist snúningsstefnan vera 50° austan við segulnorður líkt og nú og sýndarviðnámsferlarnir keimlíkir þeim sem nú fengust. Þetta styrkir enn frekar mæliniðurstöður frá 1986.

2.2.3 Niðurstöður viðnámsmælinga

Nákvæm viðnámslíkön einstakra mæлилína eru sýnd í gagnaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1987). Á myndum 2.6 til 2.10 hafa viðnámslíkön fyrir línur I, II, V, VI og VIII verið einfölduð nokkuð. Dýptarskynjunin er hér talin vera í mesta lagi 1000 m. Þó er hún meiri í línu I vegna tvípólmælinganna.

JHD-JE9-8715-GPH
87.01.0062

MT-mæling úr Kýrdal september 1986



Mynd 2.4 MT-mæling í Kýrdal

Á myndunum eru sýndar borholur sem eru í eða nálægt mællínunum. Þar eru færðar inn upplýsingar sem fengist hafa við rannsóknir á bor-svarfi. Sýnd er gróf skipting jarðlaga í móbergssyrpur og hraunlagasyrpur ásamt beltaskiptingu ummyndunarsteinda. Einnig eru dregnar jafnhitalínur sem sýna berghita eins og hann er áætlaður út frá mælingum í borholum. Jafnhitalínurnar byggja stundum á fleiri borholum en sýndar eru á myndunum. Þar sem holur eru í nokkurri fjarlægð frá mællínunum hefur lega jafnhitalína verið metin út frá áætluðum jafnhitaflötum í þrívíðu rúmi umhverfis holurnar. Sambærilegar myndir fyrir línur III, IV og VII hafa verið birtar áður (Knútur Árnason o.fl. 1986a) og á sama stað er að finna myndir fyrir línur I og II samkvæmt eldri túlkun.

Myndir 2.11 og 2.12 sýna viðnámslíkön fyrir línur I og III samkvæmt niðurstöðum TEM-mælinga. Þessi líkön eru keimlík þeim líkönum sem fengust við túlkun jafnstraumsmælinga (sjá mynd 2.6 og Knút Árnason o.fl. 1986a (mynd 3.5)). Sú mynd af viðnámsskipan Nesjavallasvæðis sem sett er fram í þessari skýrslu og byggir á "hefðbundnum" viðnámsmælingum styrkist óneitanlega við niðurstöður TEM-mælinganna. Dýptarskynjun þeirra er hins vegar ekki meiri en "hefðbundin" viðnámsmælinga, a.m.k. ekki með þeirri gerð mælitækja sem notuð var (EM-37 frá Geonics).

Í skýrslunni um yfirborðsrannsóknir á Nesjavöllum sumarið 1985 (Knútur Árnason o.fl. 1986a) er töluvert fjallað um tengsl viðnáms við hita og ummyndun. Þau tengsl koma einnig skýrt fram á myndum 2.6 til 2.10 í þessari skýrslu, ef lína II er undanskilin. Hún liggur nokkurn veginn á vesturmörkum lágviðnámssvæðisins og uppfyllir því ekki forsendur tvívíðrar túlkunar eins og vikið er að í kafla 2.2.2.1. Þetta á sérstaklega við um þann hluta línunnar sem er í Kýrdal.

Á myndum 2.6 til 2.10 sést að nokkuð góð fylgni er milli viðnáms og hitastigs. Þar sem berghiti er um eða yfir 100°C er viðnám mjög lágt. Frá þessu eru tvær undantekningar. Í línu II við holu NJ-12 í Kýrdal og holu NJ-18 rétt norðan við Rauðuflog virðist viðnám vera nokkuð hátt niður á 700 m dýpi neðan sjávarmáls (50-100 ohm) þrátt fyrir að berghiti á þessu dýpi sé áætlaður út frá hitamælingum um 250°C í holu NJ-12 og um 150°C í holu NJ-18. Svipaða sögu er að segja um holu NJ-17 í línu II. Mæling á viðnámi í holu NJ-12 sýnir að viðnám er þar hærra en í öðrum holum í nágrenninu. Þá er viðnám í línu I milli hola NJ-13 og NJ-15 mjög lágt frá 50 m ofan sjávarmáls og niður á 150 m dýpi neðan sjávarmáls þrátt fyrir að berghiti á þessu dýptarbili sé áætlaður 50-100°C. Á þessum slóðum eru miklar hitabreytingar í stefnu þvert á línu I og má vera að berghiti milli NJ-13 og NJ-15 sé til muna hærra en sýnt er á mynd 2.6. Eins og minnst er á í kafla 2.2.2.1 svarar lína I á þessum slóðum illa forsendum tvívíðrar túlkunar og má því einnig búast við að líkanið sé þar nokkuð ónákvæmt.

Á myndum 2.6 til 2.10 sést að nokkuð góð fylgni er milli berghita yfir 250°C og hás viðnáms neðan lágviðnáms. Undantekning frá þessu er í línu I milli NJ-13 og NJ-15 (mynd 2.6) þar sem hátt viðnám kemur fram við 100°C.

Nokkuð góð fylgni er milli ummyndunarsteindabelta í borholum og viðnáms í sniðunum. Við samanburð ber að hafa í huga að holunum er í sumum tilfellum varpað inn í mælilínurnar og þær gefa þá ekki alltaf nákvæma mynd af ummyndunarsteindum undir línunum. Almennt er viðnám lægst í smektít-zeólítabeltinu en hækkar aftur þegar kemur niður í blandlagssteinda- og klórítbeltin. Veruleg frávik frá þessu eru holur NJ-15 í línu I, NJ-17 í línu II og NJ-12 í línunum II og V (sjá myndir 2.6, 2.7 og 2.8). Holur NJ-12 og NJ-17 í Kýrdal skera sig einnig verulega úr öðrum holum á svæðinu að því leyti að áætlaður berghiti út frá hitamælingum er mun lægri en ummyndunarsteindir gefa til kynna niður á u.þ.b. 600 m dýpi neðan sjávarmáls. Fyrir aðrar holur á svæðinu er tiltölulega gott samræmi milli áætlaðs berghita út frá hitamælingum og ummyndun.

Á myndum 2.13, 2.14, 2.15 og 2.16 eru sýnd jafnviðnámskort 250 m ofan við sjávarmál, við sjávarmál, 250 m neðan sjávarmáls og 500 m neðan sjávarmáls. Þau eru unnin eftir viðnámslíkönunum lína I, II, V, VI og VIII (Knútur Árnason o.fl. 1987) og lína III, IV og VII (sjá viðauka í Knútur Árnason o.fl. 1986a). Þar eru sýnd viðnámsgildi á viðeigandi dýpi við hverja Schlumbergermælimiðju en jafnviðnámslínur eru dregnar í samræmi við viðnámskil í líkönun mælilína. Þar sem viðnámslíkön skerast gætir í einstaka tilfellum nokkurs misræmis milli þeirra. Í slíkum tilfellum var viðnámslíkani þeirrar mælilínu, sem talin var uppfylla betur forsendur tvívíðrar túlkunar, gefið meira vægi.

Í Nesjavallaskýrslunni frá 1986 (Knútur Árnason o.fl. 1986a) eru einnig birt sams konar jafnviðnámskort, þó ekki 250 m ofan við sjávarmál. Þau voru unnin eftir þeim viðnámslíkönunum sem þá voru til. Þessi kort hafa breyst nokkuð. Einkum hefur tilkoma línu VIII breytt kortunum á svæðinu undir norðurhlíðum Hengils og stækkað þau til suðurs. Þá hefur viðnámslíkan suðurhluta línu II breyst. Viðnámslíkön lína V og VI staðfesta þann hluta gömlu kortanna sem þær ná yfir, t.d. lágviðnámið vestan við holur NJ-11 og NJ-16 og norðvesturmörk þess (lína VI).

Í þessa skýrslu hefur verið bætt við jafnviðnámskortum sem sýnir viðnám 250 m ofan við sjávarmál (mynd 2.13). Kortið nær ekki yfir Nesjavalladal og svæðið þar austur af, vegna þess hve land liggur þar lágt. Undir norðurhlíðum Hengils kemur fram mjög lágt viðnám (minna en 5 ohm) sem nær frá Kýrdalshrygg í vestri að Sandklettum í austri. Lágviðnámið teygir sig norður að holum NG-8 og NG-9. Út frá lágviðnáms-svæðinu hækkar viðnám mjög ört og er orðið herra en 100 ohm undir miðjum Kýrdal.

Á mynd 2.14 sést að við sjávarmál er lágviðnám á nokkuð breiðu svæði uppi á brekkubrún, þ.e. frá Kýrdalshrygg og austur að holu NJ-15 og Sandklettum. Þegar kemur niður í dalinn mjókkar lágviðnámssvæðið og er orðið að mjórri tungu sem nær frá miðjum hlíðum Kýrdalshryggjar og austur að Hraunprýði. Norðurmörk lágviðnámstungunnar við sjávarmál eru um 100 m sunnan við holu NV-3. Þá nær lágviðnámssvæðið nú undir Há-Hengilinn og eins langt til suðurs og viðnámslíkönin ná. Undir norðurhlíðum Hengils sunnan við holu NG-8 er farið að koma fram hátt viðnám undir lágviðnáminu. Viðnám hækkar mjög ört út frá lágviðnáms-
svæðinu til norðausturs, en er tiltölulega lágt til suðausturs (5-10 ohmm) og suðvesturs (10-25 ohmm). Í framhaldi af lágviðnáms-
tungunni í dalnum er einnig nokkurt svæði með tiltölulega lágu viðnámi sem nær vel inn undir Kýrdalshrygg.

Á mynd 2.15 má sjá að 250 m neðan sjávarmáls teygist nú afgerandi lágviðnámstunga til norðurs og inn undir Kýrdalshrygg. Norðurmörk tungunnar eru undir Kýrdalshrygg móts við miðja vegu milli holu NJ-16 og Nesjavallabæjar. Á móts við brekkubrún hefur lágviðnámssvæðið breikkað til austurs og nær nú að Hvanngili. Syðst á svæðinu uppi á brekkubrún kemur fram hátt viðnám neðan lágviðnáms, frá Kýrdalshrygg í vestri að Sandklettum í austri. Þó er enn lágt viðnám undir Há-Hengli. Viðnám hækkar nokkuð ört út frá lágviðnámssvæðinu til norðausturs en er alllág til suðausturs og suðvesturs, svipað og kortið við sjávarmál sýnir (mynd 2.14).

Á mynd 2.16 er sýnt viðnám 500 m neðan sjávarmáls. Lágviðnámssvæðið teygist nú enn lengra til austurs, eða austur fyrir holu NG-10 og að norðanverðum Sandklettum. Sá áberandi hlykkur til vesturs við austanverða brekkubrúnina sem fram kemur á viðnámskortum við sjávarmál og 250 m neðan sjávarmáls er að mestu horfinn 500 m neðan sjávarmáls. Hátt viðnám neðan lágviðnáms kemur nú fram á mun stærra svæði og er farið að teygja sig niður í vestanverðan Nesjavalladal norður fyrir holu NG-7. Undir Há-Hengli er hátt viðnám neðan lágviðnáms. Viðnám hækkar mjög ört til norðurs frá lágviðnámssvæðinu og eins til vesturs, norðan við holu NJ-12. Sunnan við holu NJ-12 er það hins vegar nokkuð lágt til vesturs, eða 10-20 ohmm. Til austurs er viðnám nokkuð lágt nema hvað háviðnámstunga teygir sig til suðurs nyrst og austast í Nesjavalladal.

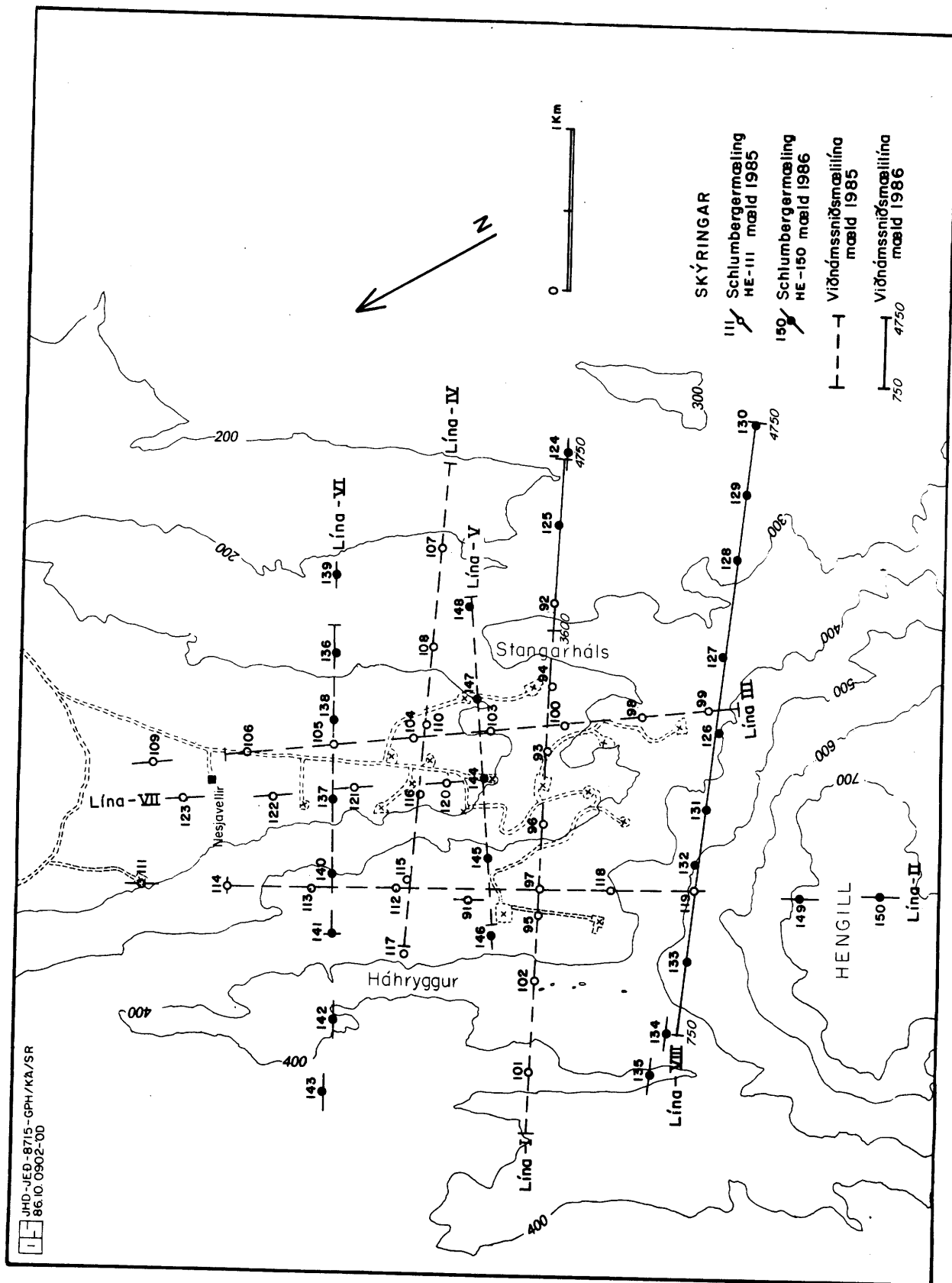
Sú mynd sem viðnámsmælingar gefa af viðnámsskipan jarðhitasvæðisins við Nesjavelli og sýnd er á viðnámskortunum fjórum (myndir 2.13 til 2.16) er í samræmi við niðurstöður viðnámsmælinga á öðrum háhitasvæðum á Íslandi. Á útmörkum háhitasvæðanna er viðnám mjög lágt, en þegar kemur inn í jarðhitakerfin sjálf kemur fram herra viðnám innan við lágviðnámskápuna. Eina háhitakerfið á Íslandi sem vísar frá þessu svo vitað sé er jarðhitakerfið í Svartsengi en þar virðist ekki koma fram

hátt viðnám neðan lágviðnáms. Athyglisvert er að á Nesjavallasvæði sunnanverðu virðist ekki vera lágviðnámskápa á austur- og vesturmörkum þess svæðis þar sem fram kemur hátt viðnám neðan lágviðnáms. Líklegast er að það sé vegna þess að þessi mörk séu skörp og nærri lóðrétt þannig að lágviðnámskápan þeim samfara verði ekki greind með viðnámsmælingum þegar kemur niður á nokkur hundruð metra dýpi. Vitað er að vesturmörk jarðhitasvæðisins í efstu 800 m frá brekkubrún og til suðurs eru mjög skörp og liggja um Kýrdalshrygg. Á þeim slóðum kemur ekki fram lágviðnámskápa. Austurmörk svæðisins, sem merkt er sem hátt viðnám undir lágu við Sandkletta, eru aftur á móti ekki eins áreiðanleg því að á þeim slóðum orkaði það nokkurs tvímælis í viðnámslíkani línu VIII (sjá mynd 2.10) hvað telja skyldi hátt viðnám undir lágu. Áður hefur verið rætt um hvaða skýringar gætu komið til greina á háu viðnámi í jarðhitakerfinu við Nesjavelli og verið leiddar að því líkur að orsök þess sé sú að jarðhitakerfið sé komið í suðu (Axel Björnsson o.fl. 1985, Knútur Árnason o.fl. 1986a).

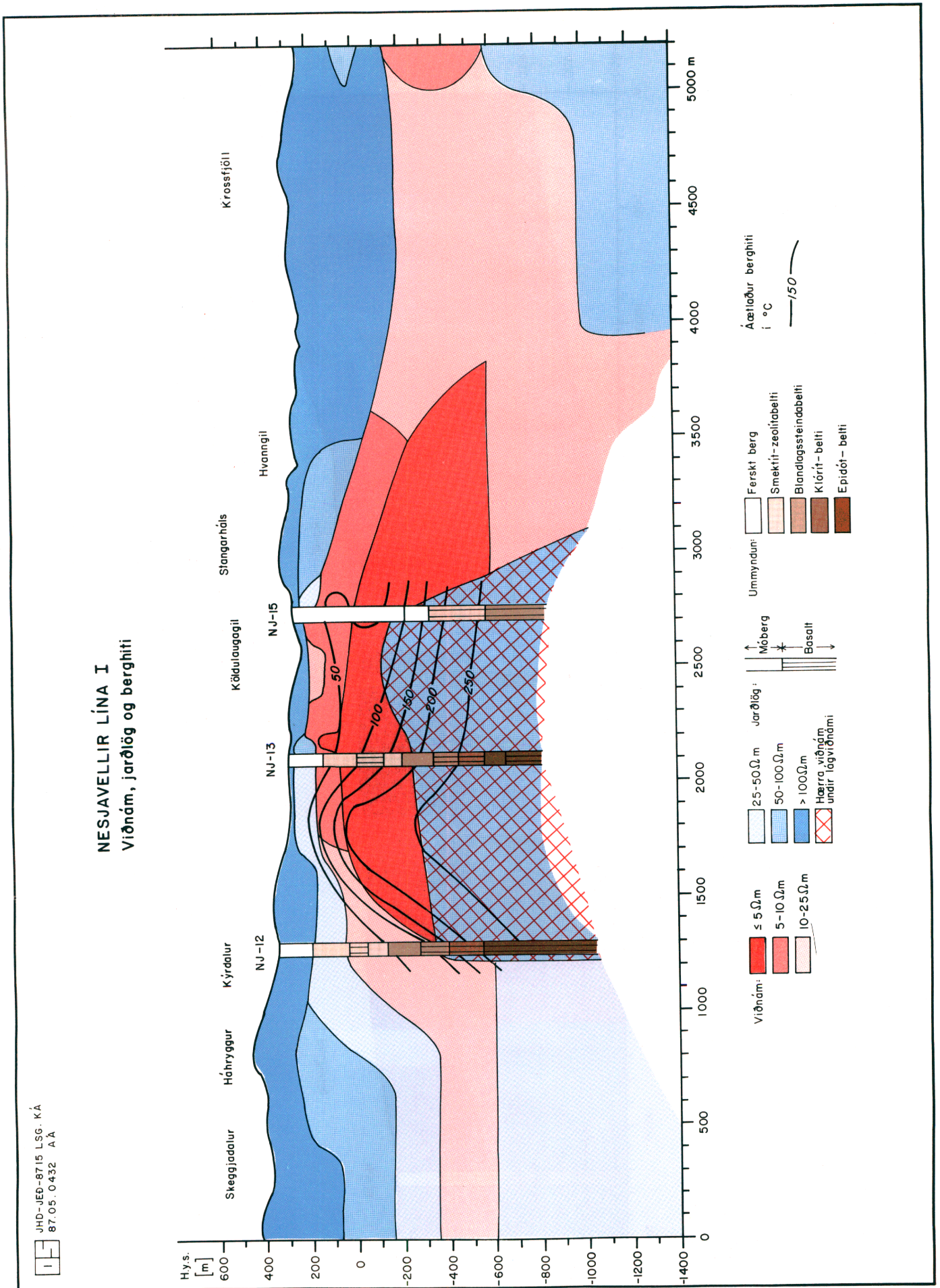
Eins og fram kemur á myndum 2.6 til 2.10 er ekki afgerandi fylgni milli viðnáms og berggerðar. Við samanburð á viðnámi mældu í borholum boruðum 1985 og dreifingu ummyndunarsteinda kemur í ljós að góð fylgni er milli viðnáms, sem umreiknað er að 30°C, og beltaskiptingar ummyndunar. Viðnám er hátt í fersku og lítið ummynduðu bergi, lágt í smektít-zeólítabelti, blandlagssteinda- og klórítbelti en hækkar hins vegar verulega þegar kemur niður í epidótbelti.

Eins og áður hefur verið minnst á og sjá má á myndum 2.6 til 2.10 er nokkuð gott samræmi milli dreifingar ummyndunarsteinda og viðnáms í sniðunum, þ.e. viðnám er lágt í smektít-zeólítabeltinu en hækkar þegar komið er niður í blandlagssteinda- og klórítbelti og hiti er kominn upp í um 230°C. Viðnámsmælingar í borholum sýna hins vegar lágt viðnám á þessu bili. Það bendir til þess að viðnámshækkunina, sem kemur fram í viðnámsmælingum á yfirborði, megi rekja til þess að jarðhitakerfið sé á suðumarki. Mælingar á viðnámi vatnsmettaðra bergsýna hafa leitt í ljós að viðnám eykst mjög þegar suðumarki er náð (Olhoeft 1985). Þessi viðnámshækkun kemur ekki áberandi fram í viðnámsmælingum í borholum, trúlega vegna þess að við borun hefur skolvatn kælt þann hluta af umhverfi holunnar, sem mælingin skynjar, langt niður fyrir suðumark. Þessi túlkun er í meginatriðum í samræmi við hermireikninga fyrir náttúrulegt ástand jarðhitakerfisins við Nesjavelli (Guðmundur Böðvarsson 1987).

Samkvæmt þessu afmarka viðnámsmælingar, eins djúpt og þær skynja, jarðhitageyminn innan þess svæðis þar sem viðnám er mjög lágt (minna en 5 ohmm) eða að fram kemur herra viðnám undir lágu.

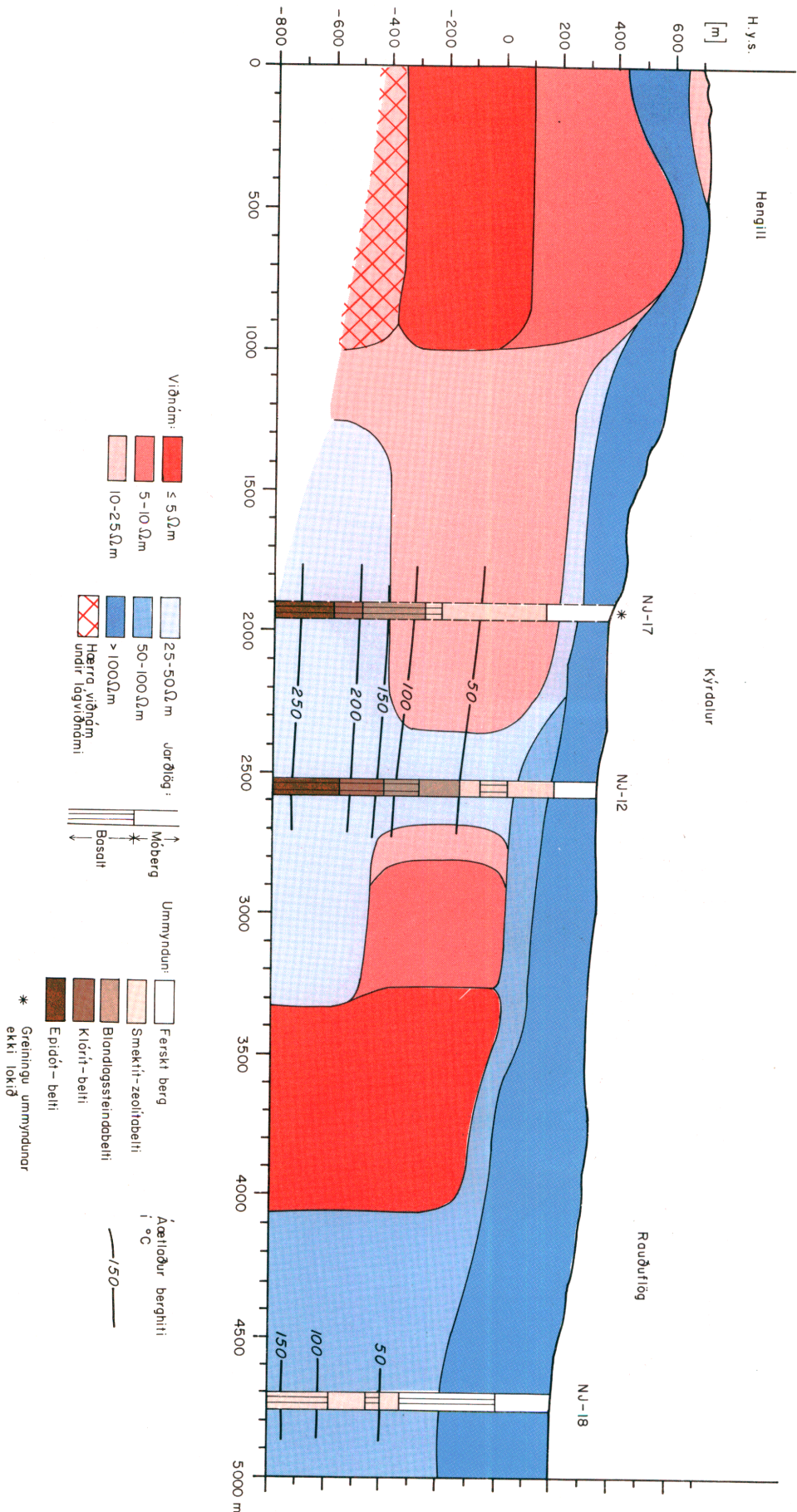


Mynd 2.5 Staðsetning "hefðbundinna" viðnámsmælinga



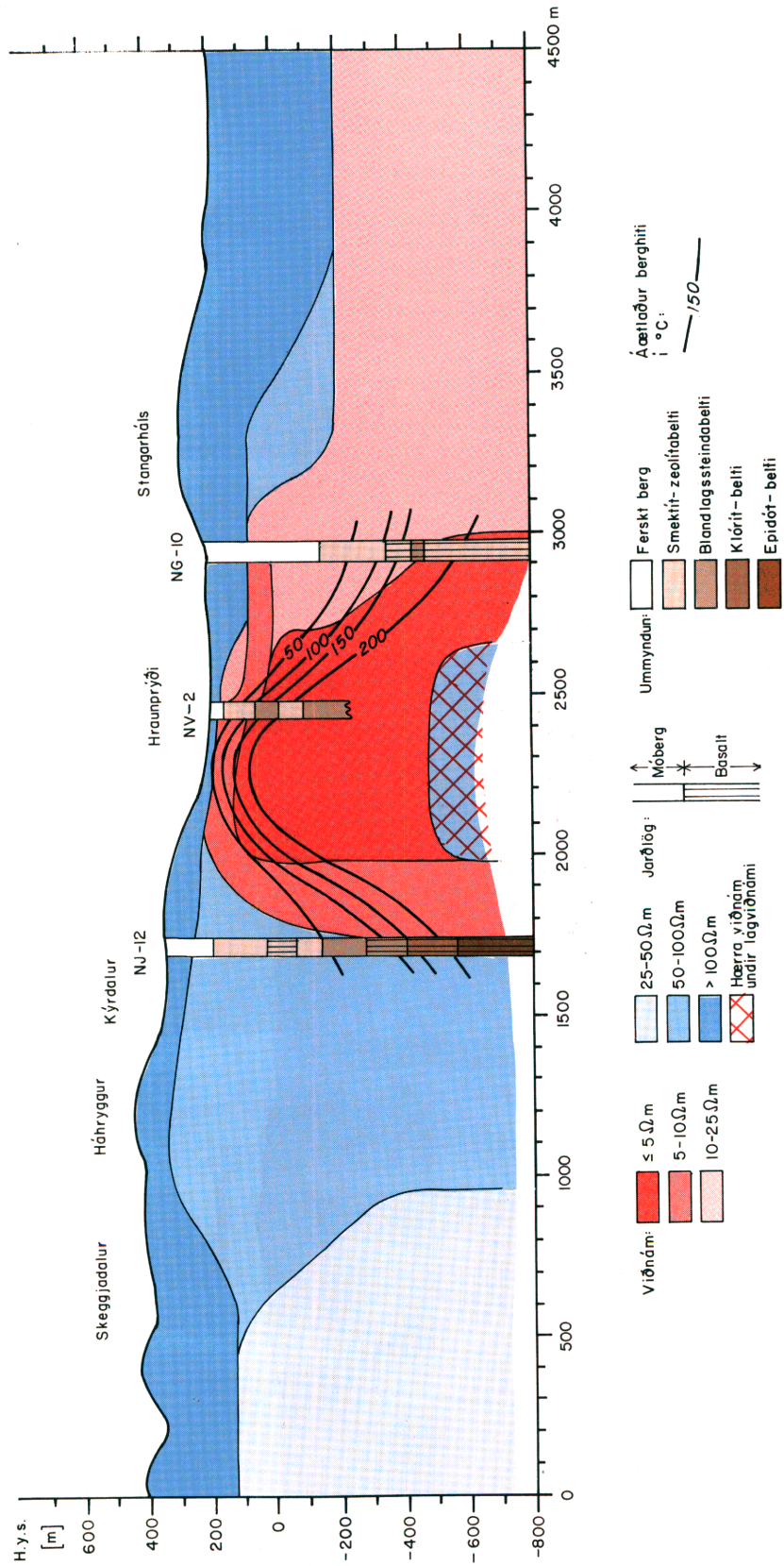
Mynd 2.6 Lína I: Viðnám, áætlaður bergthiti, jarðlög og ummyndun

NESJAVELLIR LÍNA II
Viðnám, jarðlög og bergþiti



Mynd 2.7 Lína II: Viðnám, áætlaður bergþiti, jarðlög og ummyndun

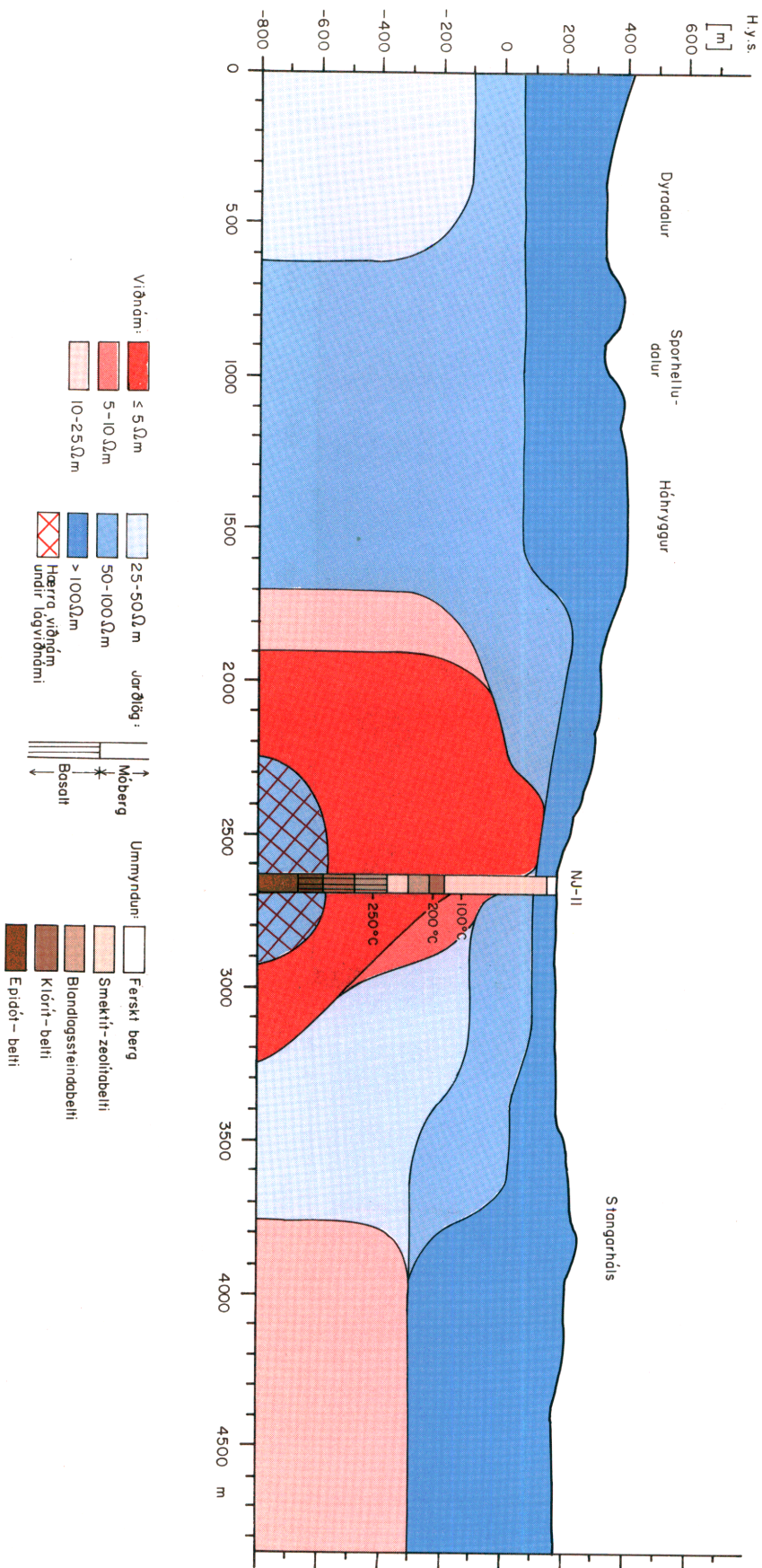
NESJAVELLIR LÍNA V
Viðnám, jarðlög og bergthiti



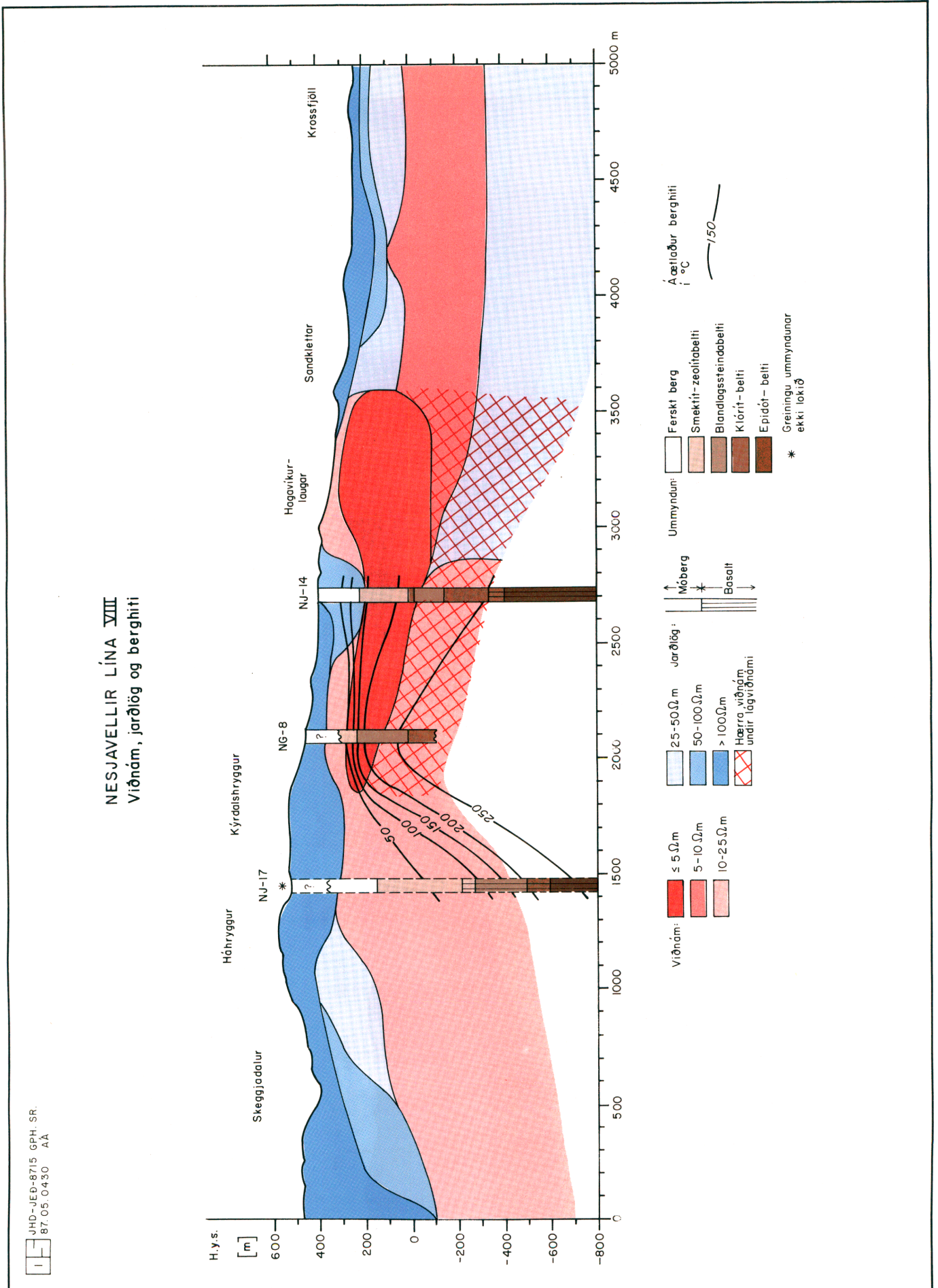
JHD-VED-8715 KÁ
87.04.0406 AA

Mynd 2.8 Lína V: Viðnám, áætlaður bergthiti, jarðlög og ummyndun

NESJAVELLIR LÍNA VI
Viðnám, jarðlög og berghiti

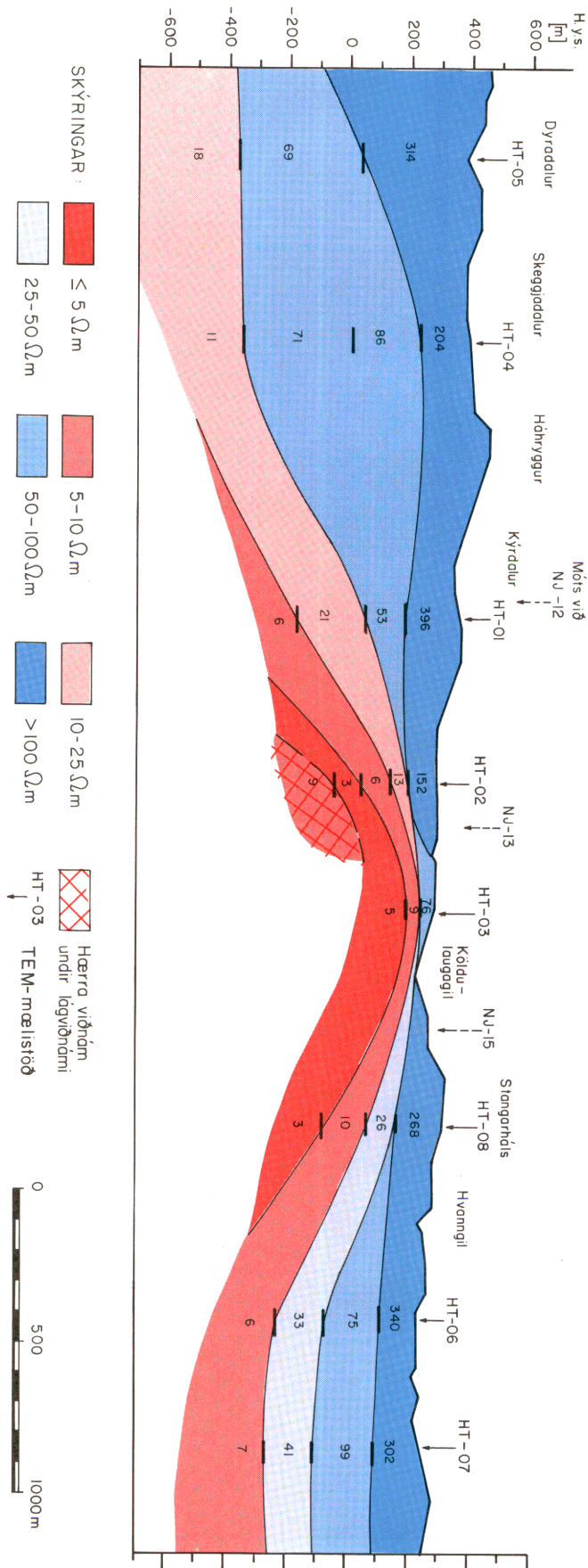


Mynd 2.9 Lína VI: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun



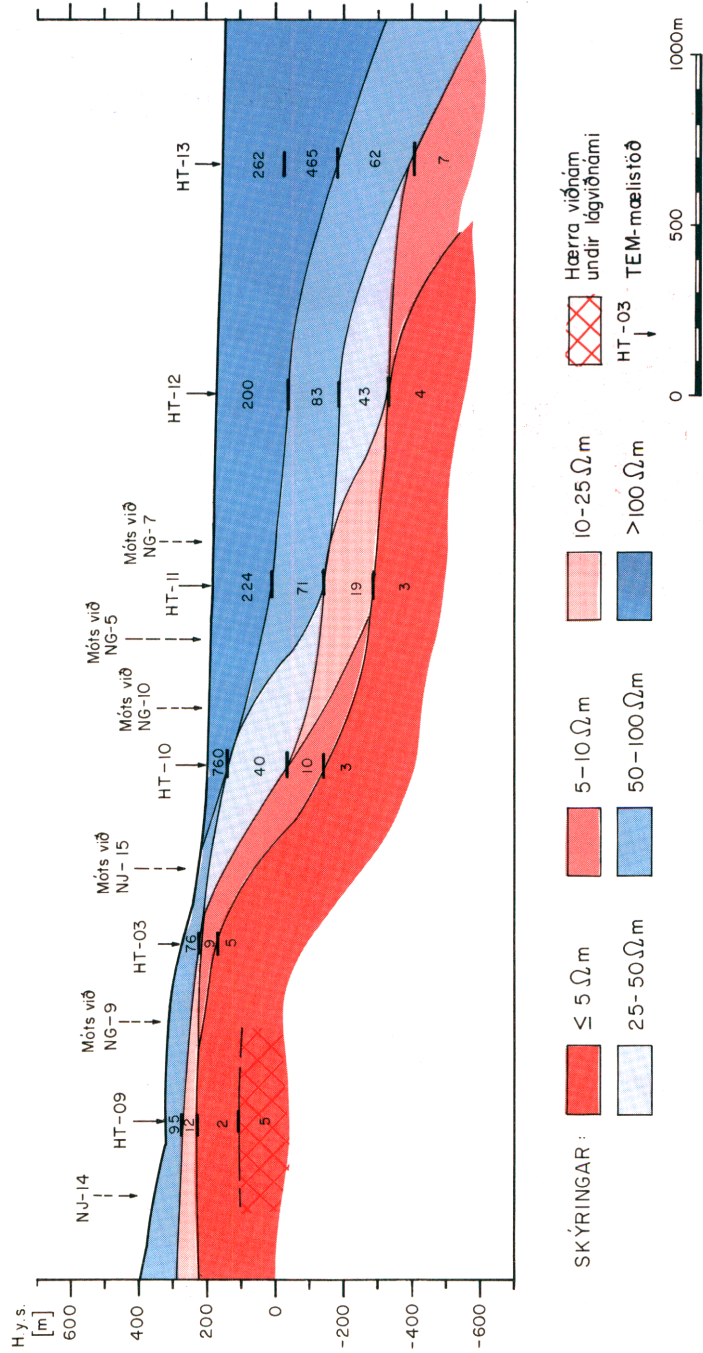
Mynd 2.10 Lína VIII: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun

JHD-JED-8715 GPH. SR.
87.05.0430 AA

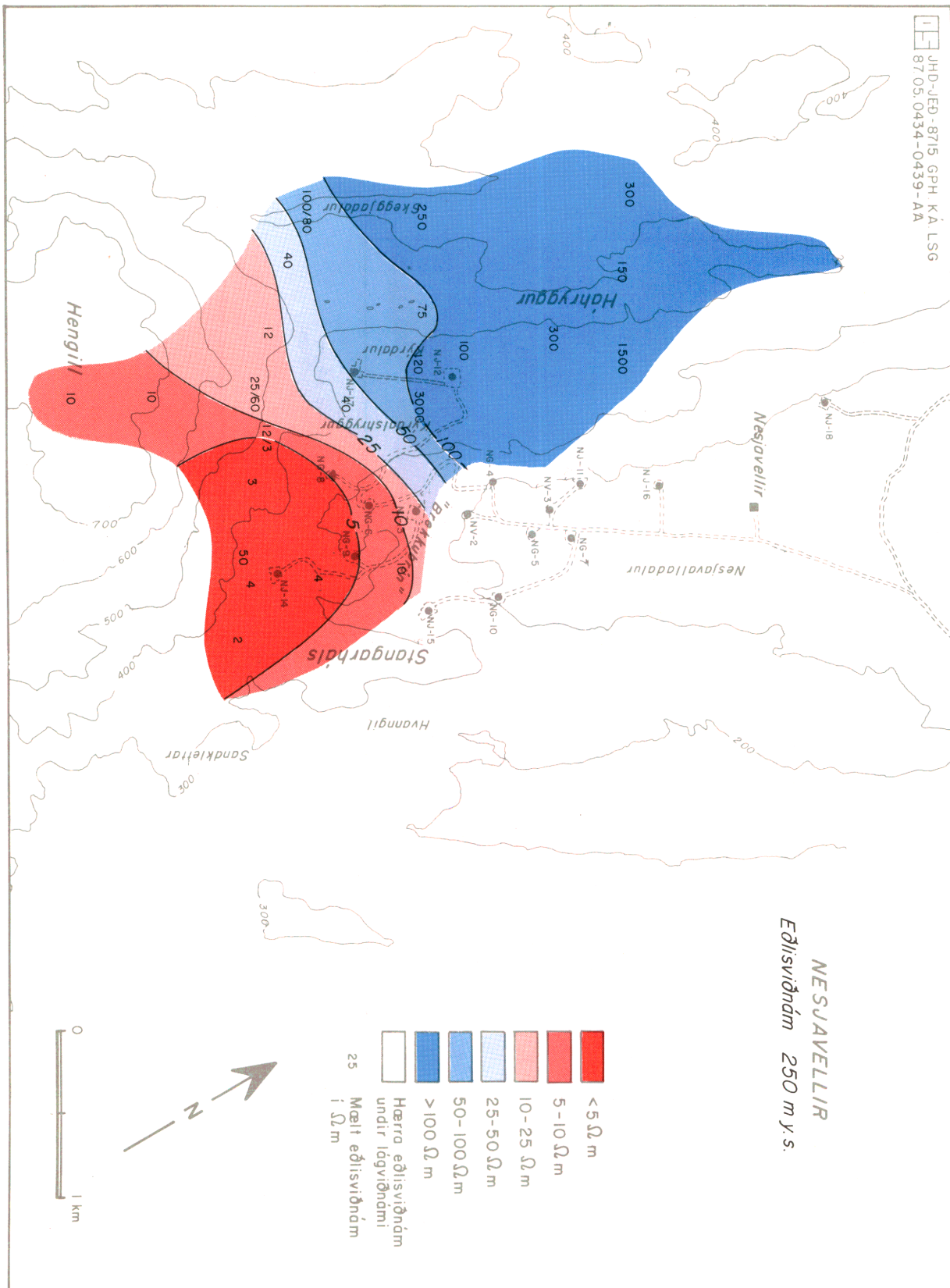


Mynd 2.11 Lína I: Niðurstöður TEM-mælinga

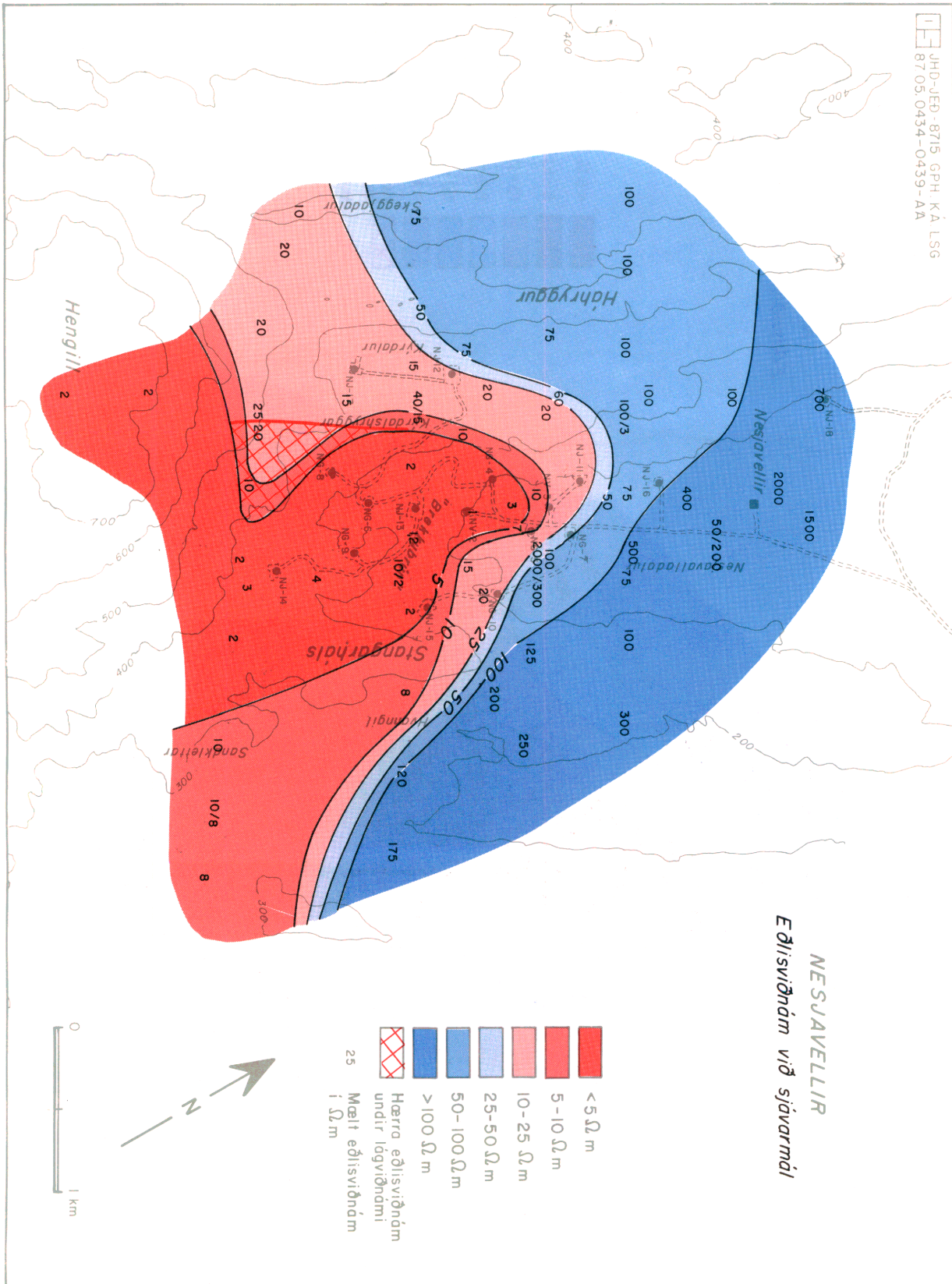
JHD-JED-8715 KÁ
87.04.0361 AA



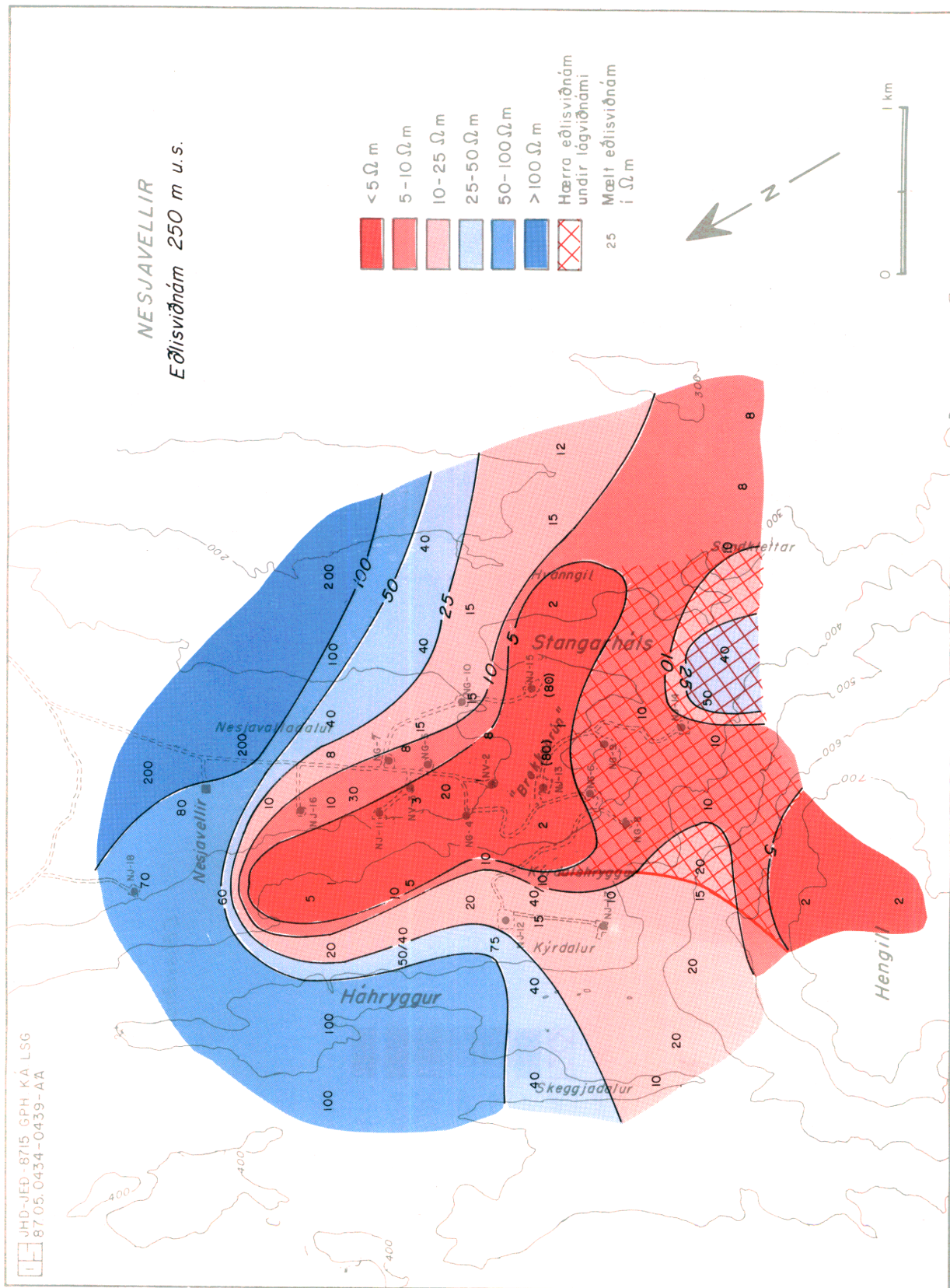
Mynd 2.12 Lína III: Niðurstöður TEM-mælinga



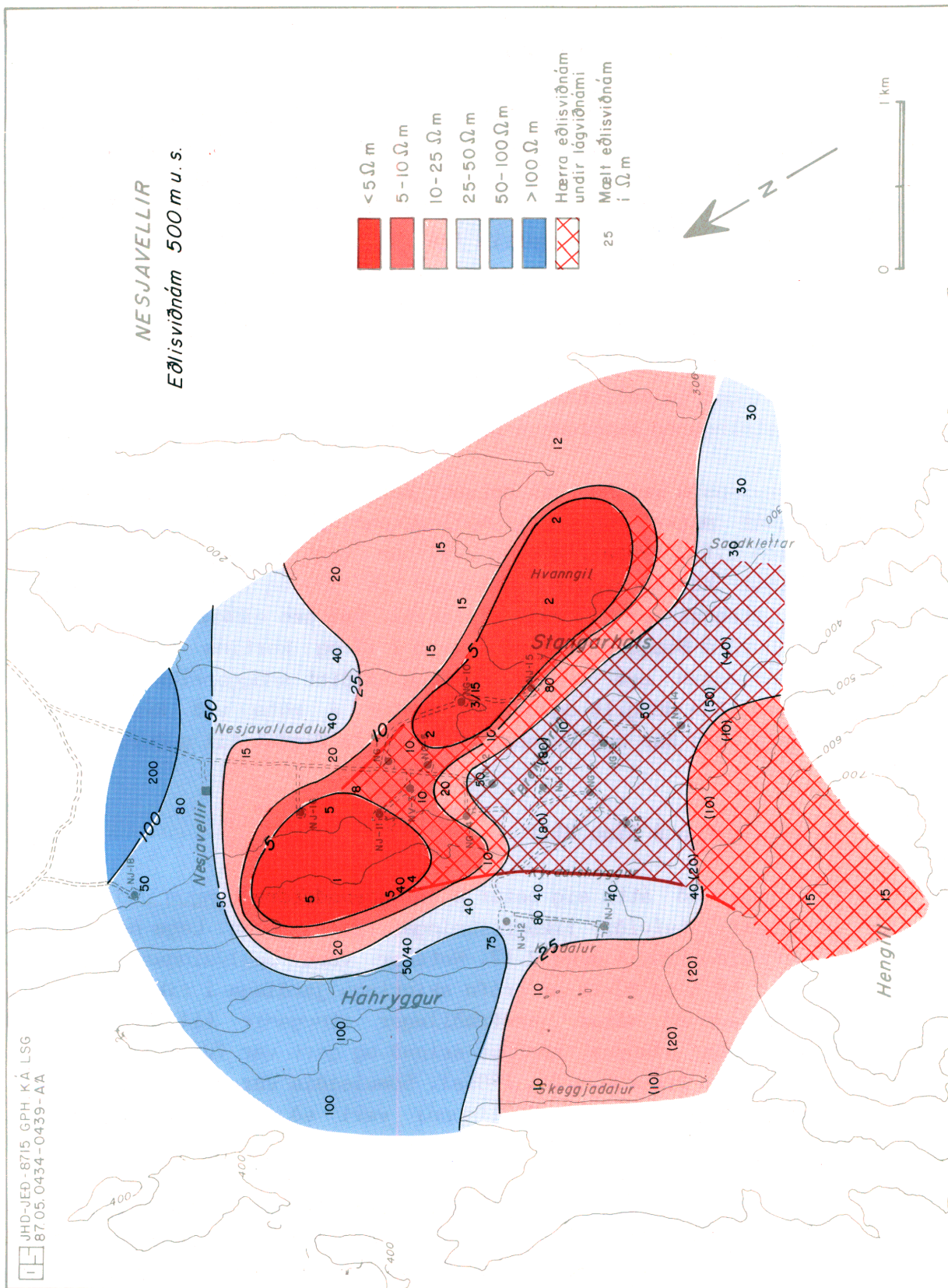
Mynd 2.13 Eðlisviðnám 250 m ofan sjávarmáls



Mynd 2.14 Eðlisviðnám við sjávarmál



Mynd 2.15 Eðlisviðnám 250 m neðan sjávarmáls



Mynd 2.16 Eðlisviðnám 500 m neðan sjávarmáls

2.3 Þyngdarmælingar

2.3.1 Framkvæmd og úrvinnsla

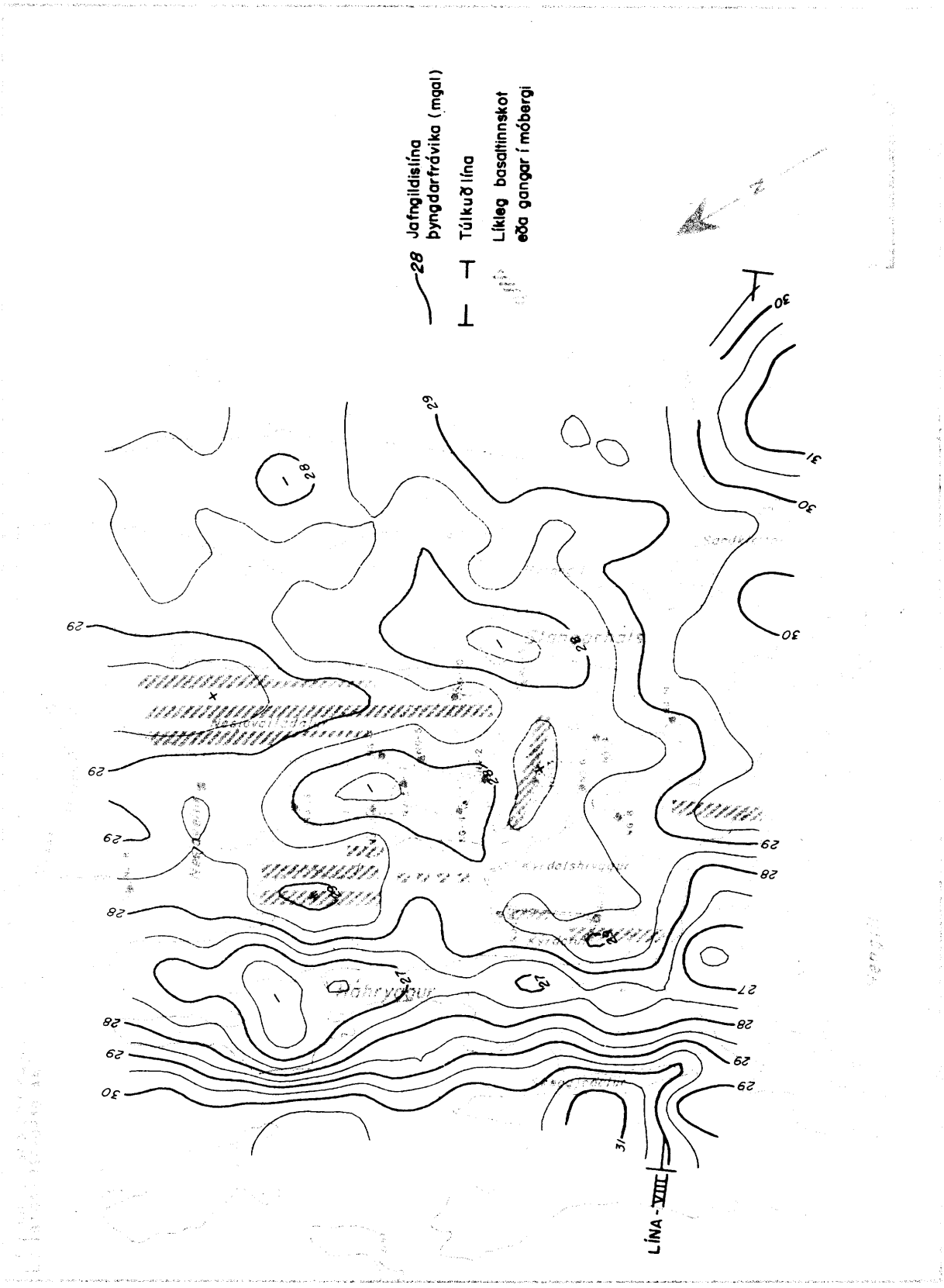
Sumarið 1985 var gert nákvæmt þyngdarkort af Nesjavallasvæðinu. Mældir voru 420 punktar á um 12 km² svæði sem nær yfir væntanlegt vinnslu-svæði. Gerð hefur verið grein fyrir úrvinnslu og túlkun þeirra mælinga (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Þar sem lína VIII er í suðurjaðri eða rétt sunnan við þyngdarkortið frá 1985 var ákveðið að gera þyngdar-mælingar eftir línunni og voru mældir 38 punktar. Einnig var þyngdar-mælt í sömu punktum og fallmældir voru til eftirlits með vinnslu. Staðsetning mælipunkta er sýnd í gagnaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1987). Þar eru einnig gefin upp Bouguer þyngdargildi ásamt ýmsum öðrum upplýsingum um mælistöðvar. Notuð voru kort í mælikvarða 1:5.000 við staðsetningu og ákvörðun á hæð flestra mælistöðva.

Við úrvinnslu mælinga var notaður sami meðaleðlismassi ofan sjávarmáls (Bouguer marka) og fyrir mælingarnar frá 1985, $\rho=2,45 \text{ g/cm}^3$ (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Á mynd 2.17 er sýnt Bouguer frávik á mæli-svæðinu. Kortið byggir á mælingum frá 1985 og 1986 og eru jafngildis-línur dregnar með 0,5 mgal millibili. Það sem einkum vekur athygli við samanburð á Bouguer kortinu á mynd 2.17 og kortinu frá 1985 er að þyngdarlægðin sem fylgir Háhygg virðist snöggbreikka til austurs í norðurhlíðum Hengils og ná þar austur á móts við Kýrdalshrygg og afmarkar hún þar með þyngdarhæðina eftir Kýrdal til suðurs.

2.3.2 Túlkun á línu VIII

Til þess að átta sig betur á eðlisþyngdarbreytingum undir línu VIII voru gerðir tvívíðir líkanreikningar fyrir línuna. Lega hennar er sýnd á þyngdarkortinu á mynd 2.17. Notaðar voru upplýsingar úr borholum NJ-17, NG-8 og NJ-14 um grófa skiptingu jarðlaga í ríkjandi móberg og basalthraun og aðrar jarðfræðilegar athuganir til þess að setja hugsanlegum líkönum skorður svipað og gert var fyrir línur IV, VI og VII (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Sömuleiðis var gert ráð fyrir að orsaka þyngdarfrávika á línunni væri að leita í móbergsfyllingu sigdalsins.

Á mynd 2.18 eru sýnd þyngdarfrávik eftir línunni ásamt túlkun þeirra. Samkvæmt líkaninu á mynd 2.18 er eðlismassinn í móbergsfyllingunni lágur ($0,25 \text{ g/cm}^3$ lægri en í basaltgrunninum) í vestasta hluta sprungustykkisins og austur á móts við Kýrdalshrygg. Þaðan og austur á móts við Nesjalaugagil er eðlismassi móbergsfyllingarinnar svipaður og basaltgrunnsins en frá Nesjalaugagili og austur fyrir Sandkletta er eðlismassinn nokkuð lægri en í basaltgrunninum.

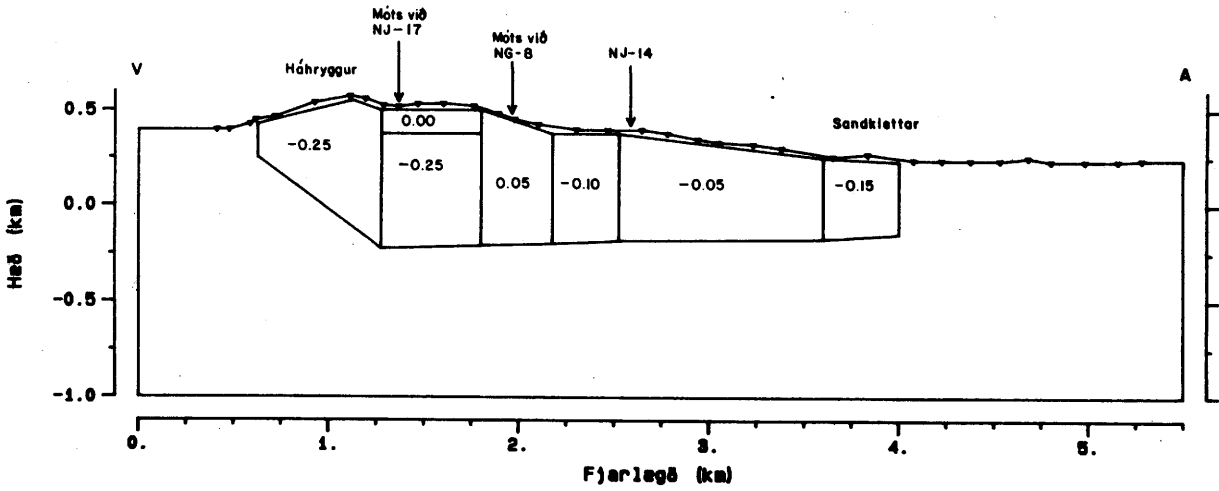
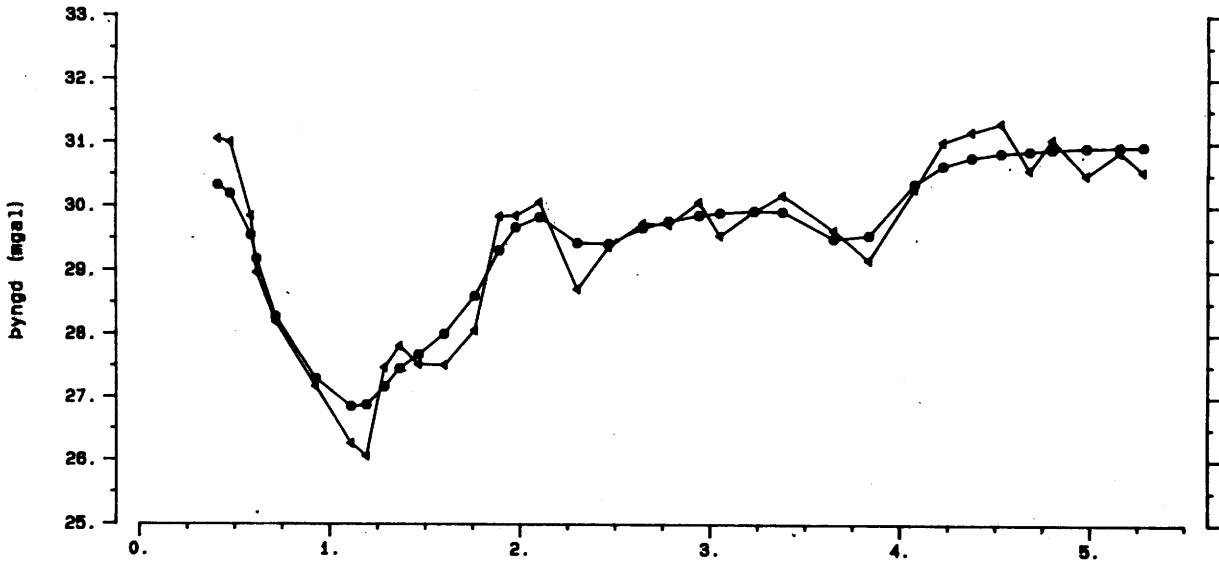


Mynd 2.17 Bouguer þyngdarkort ásamt túlkun

JHD-JED-8715 KÁ
87.05.0421 T

LINA-8 LIKAN

Þríhyrningar eru mæld gildi, hringir reiknuð



Mynd 2.18 Lína VIII: Tvívítt þyngdarlíkan

Í túlkun á línunum IV og VI kom fram að í Háhrygg og vestast í sprungu-
stykkinu er eðlislétt efni sem talið er vera túff (Knútur Árnason
o.fl. 1986a). Þetta kemur einnig fram í línu VIII en í henni virðist
túffið ná lengra til austurs í norðurhlíðum Hengils. Þetta er í sam-
ræmi við að sigdalurinn og ás mesta sigs hliðrast til austurs þegar
kemur suður í norðurhlíðar Hengils.

Í túlkun á línunum IV, VI og VII voru svæði í móbergsfyllingunni með
svipaða eðlisþyngd og í basaltgrunninum talin geta þýtt að um væri að
ræða basaltinnskot eða ganga í móberginu tengd tiltölulega ungrri gos-
virkni (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Samkvæmt því gæti, í línu VIII,
verið um að ræða innskot og ganga í móberginu á svæðinu fyrir sunnan
holu NG-8. Það er rétt austan við syðrihluta yngstu gossprungunnar á
svæðinu, í Kýrdalshrygg, og gæti það bent til þess að gosvirkni og
innkotasvæði í móberginu hliðrist til austurs í norðurhlíðum Hengils
á sama hátt og ás mesta sigs.

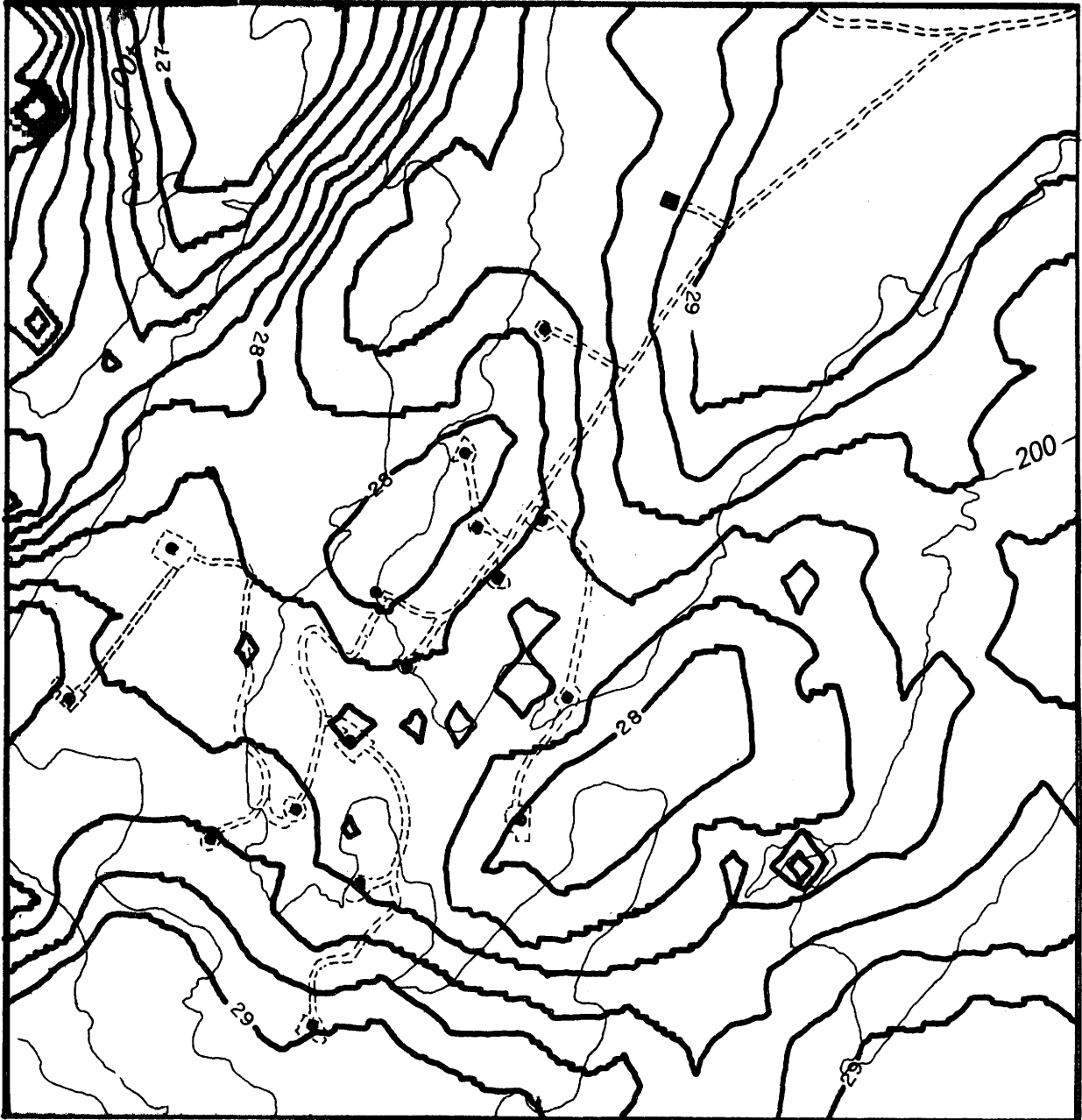
Á mynd 2.17 eru skyggð þau svæði þar sem túlkun þyngdarmælinga bendir
til þess að fyrir hendi séu basaltinnskot og gangar í móbergs-
fyllingunni.

2.3.3 Stefnusíun þyngdarkortsins

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur nýlega eignast hugbúnað sem kannar
skipulega ríkjandi stefnur í kortum svo sem segul-, þyngdar- og
landslagskortum. Þessi hugbúnaður var skrifaður af Frey Þórarinssyni.
Ákveðið var að beita þessari stefnusíun á þyngdarkortið af
Nesjavallasvæði.

Í stuttu máli sagt fer stefnusíun þannig fram: Valinn er sá hluti
kortsins sem sía á. Á mynd 2.19 er sýndur sá hluti Bouguer þyngdar-
kortsins af Nesjavallasvæði sem tekinn var til meðferðar og eru jaðrar
þess í norður-suður og austur-vestur stefnu. Ekki var tekið allt
kortið því að óheppilegt var talið að láta jaðra þess svæðis sem kanna
átti vera samsíða ríkjandi stefnum frávíka í kortinu. Ástæða þess er
sú að við vinnsluna koma fram áhrif af jöðrunum sem hefðu getað yfir-
gnæft ummerki stefna samsíða þeim. Því næst er kortið sléttað með því
að fellt er að því besta plan og það dregið frá ("detrendað") þannig
að þyngdarfrávik verða jákvæð eða neikvæð miðað við meðalplanið. Mynd
2.20 sýnir þyngdarkortið þegar slíkt meðalplan hefur verið dregið frá.
Þá er gerð tvívíð Fourier ummyndun af kortinu og Fourier aflrófið
dregið upp eftir mismunandi stefnum. Mynd 2.21 sýnir jafngildislínur
aflrófsins (í pólhnitum) fyrir kortið á mynd 2.20, þegar búið var að
jafna jaðra þess að núlli til þess að minnka áhrif þeirra í aflrófinu.

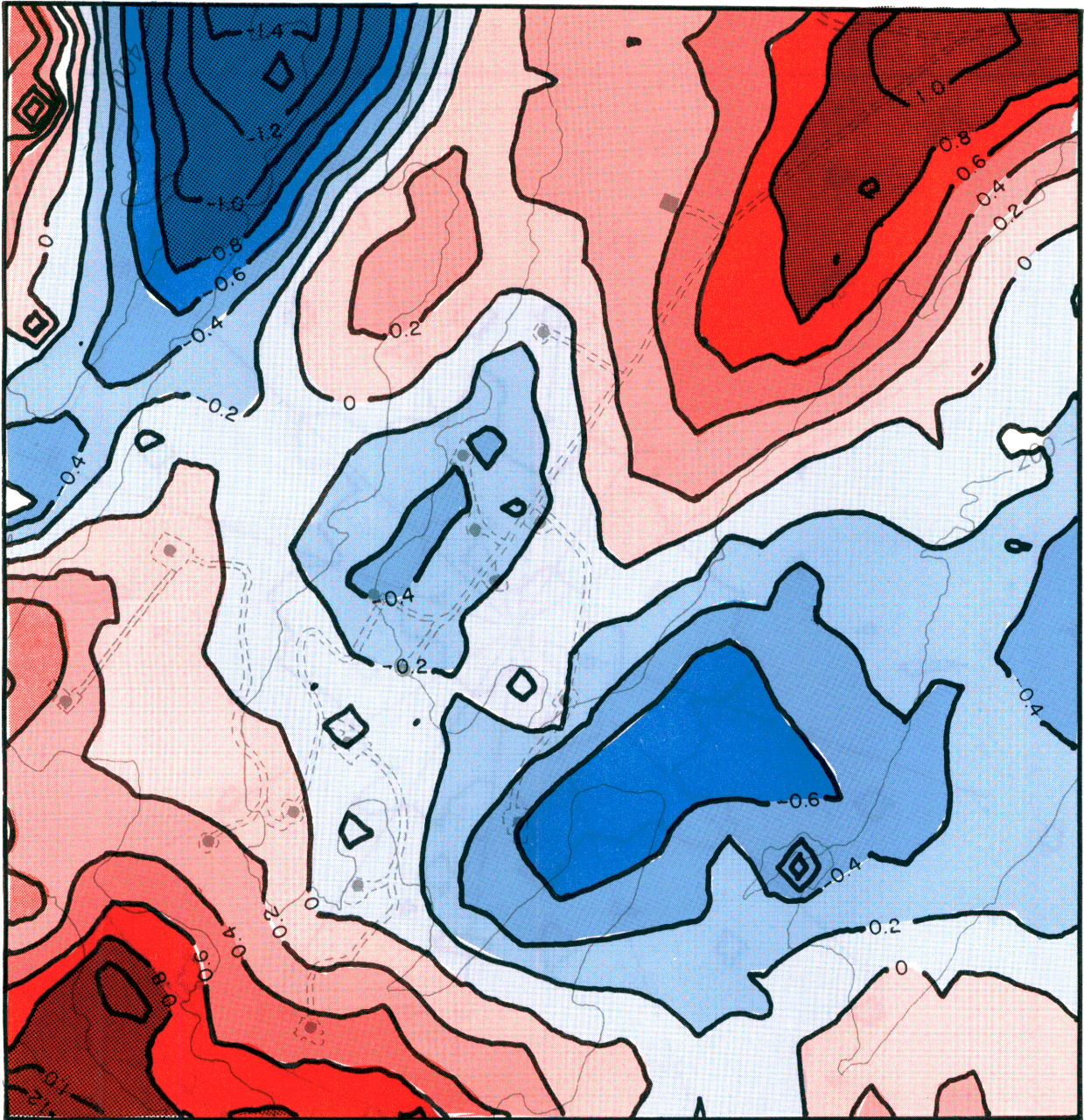
15 JHD-JED-8715 KÁ. GVJ
87.05.0385 T. AA



Mynd 2.19 Bouguer þyngdarkort tekið til stefnusíunar

Á mynd 2.21 sést að aflrófið hefur verulegan þátt í kringum stefnuna 45° austan við norður og ennfremur kemur fram nokkuð ákveðin stefna kringum 147° austan við norður. Þessar stefnur eru dregnar fram á myndinni með heildregnum línum. Einnig virðist stefna kringum 90° austan við norður vera áberandi en þar er um jaðaráhrif að ræða.

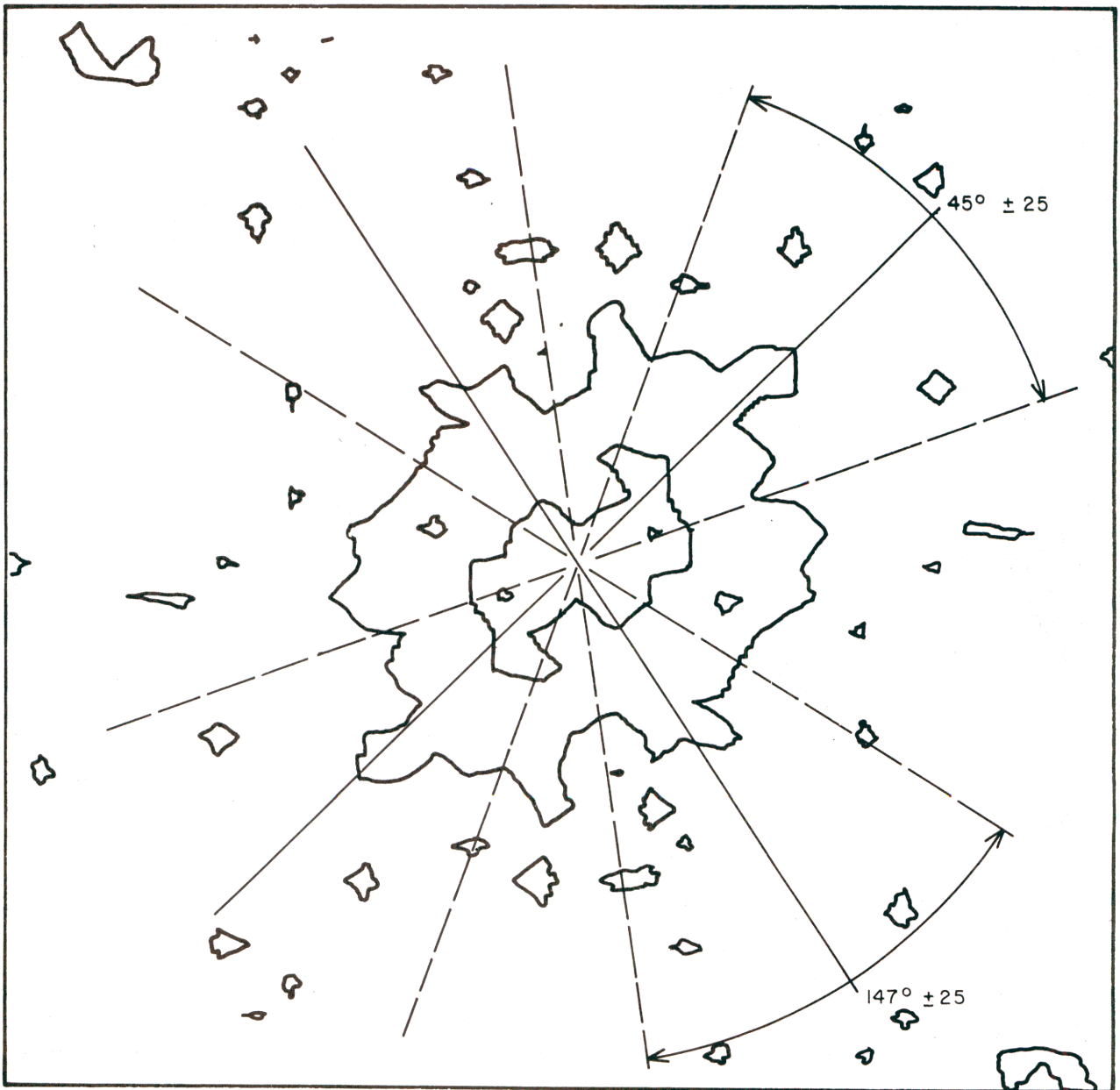
JHD-JEÐ-8715 KÁ.GVJ
87.05.0386 T. ÁA



Mynd 2.20 Sléttað þyngdarkort

Þegar stefnurófið á mynd 2.21 hefur sýnt ríkjandi stefnur þá er aftur gerð tvívíð Fourier ummyndun af kortinu á mynd 2.20 og reiknað aflróf í mismunandi stefnur en nú án þess að jafna jaðrana að núlli. Til þess að sjá hvar í kortinu hinar mismunandi stefnur koma fram er síðan beitt stefnusíu á aflrófið og einungis völdum stefnum hleypt í gegn en öðrum eytt og að því loknu gerð andhverf Fourier ummyndun.

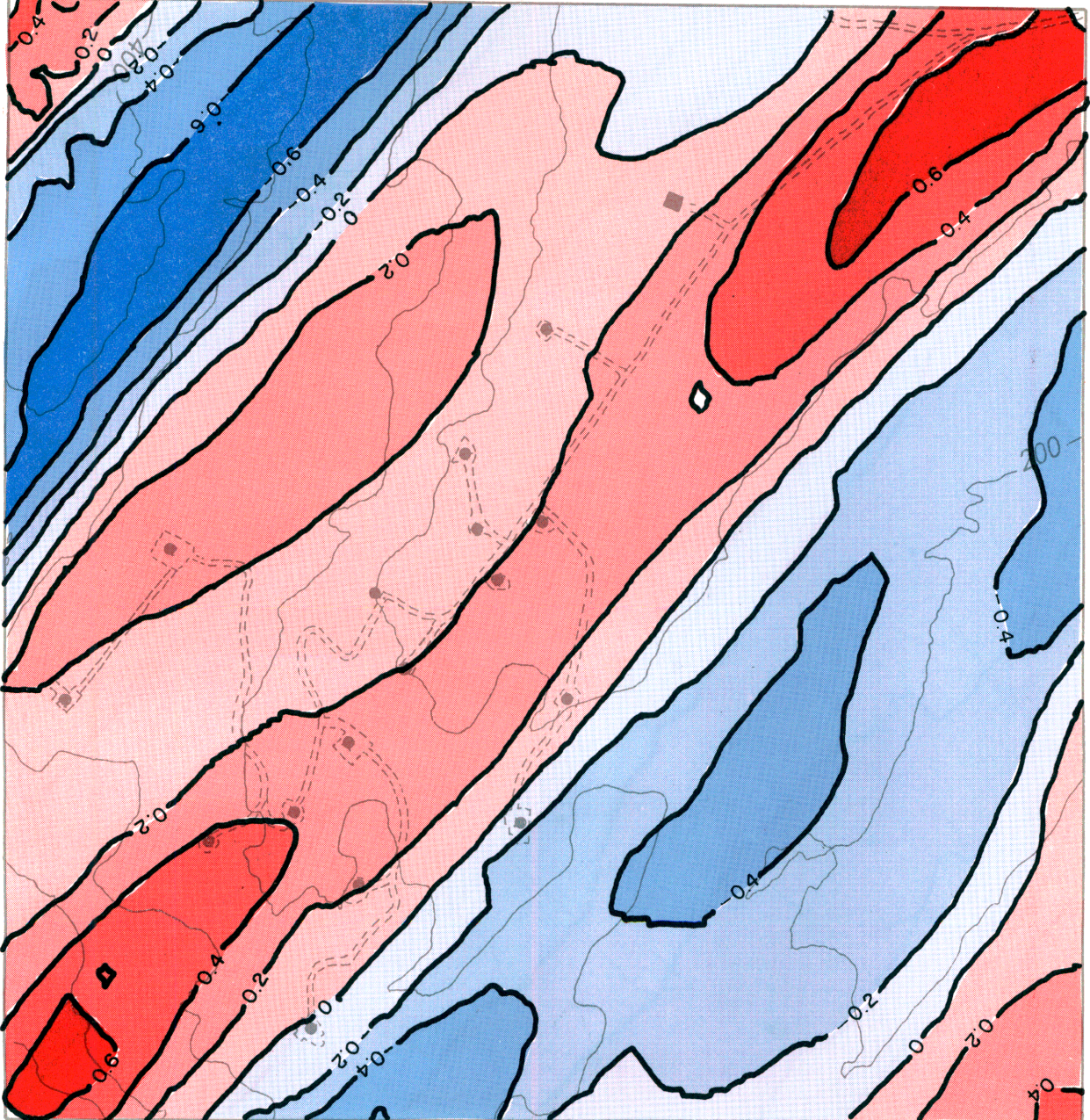
JHD-JEÐ-8715 KÁ.GVJ
87.05.0387 T. AÁ



Mynd 2.21 Fourier aflróf þyngdarkortsins

Tvær stefnur í kortinu á mynd 2.20 voru teknar til athugunar á þennan hátt, annars vegar norðaustur-suðvestur stefnan og hins vegar norðvestur-suðaustur stefnan. Í fyrra tilfallinu var stefnum í 45° austan við norður og 25° geira til beggja handa hleypt í gegnum stefnusíunina en öðrum eytt (sjá mynd 2.21).

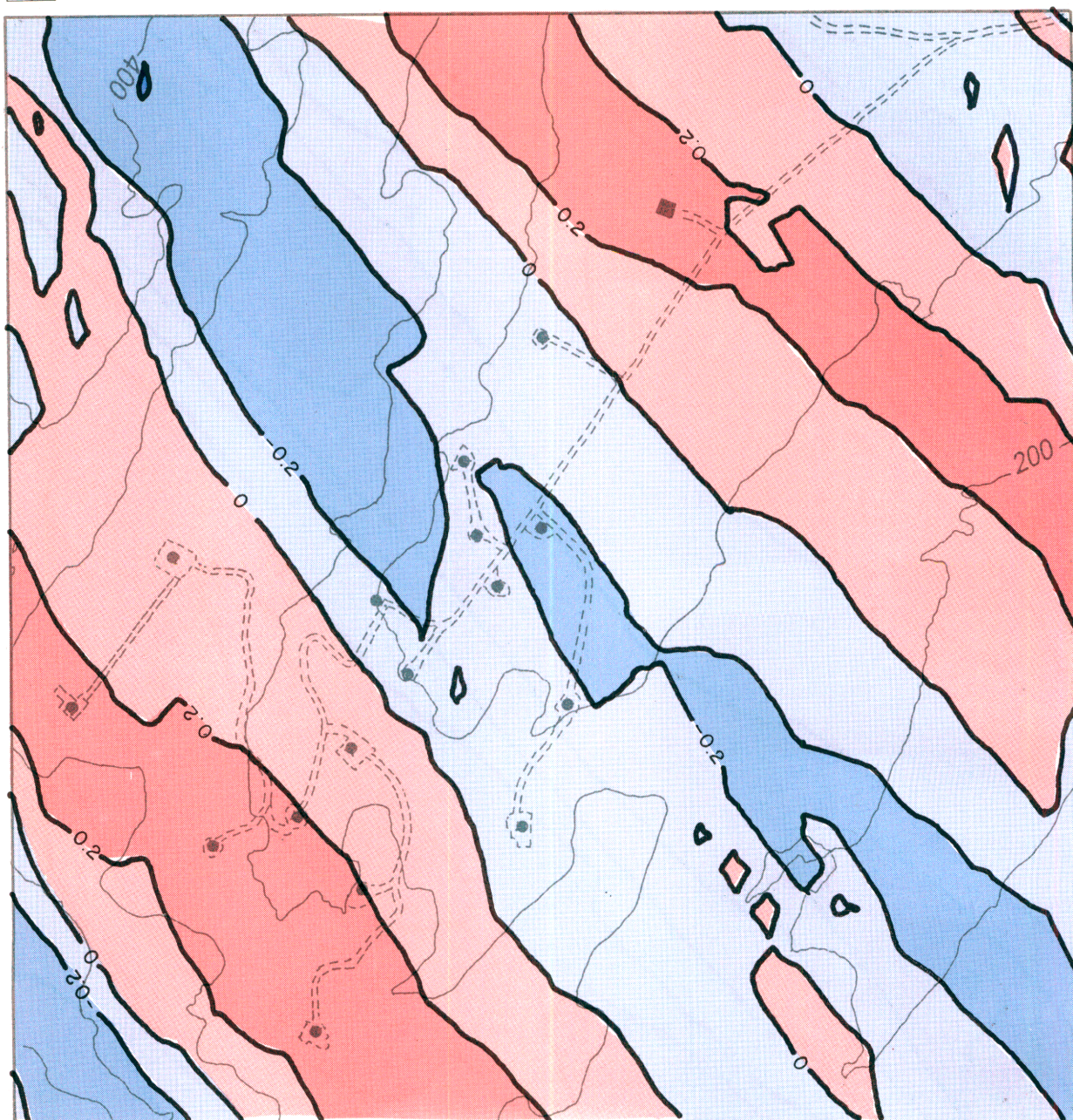
JHD-JED-8715 KÁ.GVJ
87.05.0388 T.AA



Mynd 2.22 Stefnusíð þyngdarkort í stefnu 45° austan við norður

Mynd 2.22 sýnir hvar þessar stefnur koma fram í kortinu. Á henni sést að mjög ákveðin þyngdarlægð er í þessa stefnu eftir Háhrugg og enn fremur kemur fram þyngdarlægð eftir Stangarhálsi. Þyngdarhæðir koma fram í þessa stefnu eftir tveimur yngstu gosreinunum í austanverðum Nesjavalladal og eftir Kýrdal og Kýrdalshrygg.

JHD-JEÐ-8715 KÁ. GVJ
87.05.0389 T AA



Mynd 2.23 Stefnusíað þyngdarkort í stefnu 147° austan við norður

Í síðara tilfellinu var stefnum 147° austan við norður og 25° geira til beggja handa hleypt í gegn en öðrum eytt (sjá mynd 2.21). Mynd 2.23 sýnir hvar þessar stefnur koma fram og þar sést að lítilsháttar þyngdarlægð kemur fram í þessa stefnu frá Háhrygg, yfir sunnanverðan Nesjavalladal og yfir í Stangarháls kringum holu NG-10.

Norðaustur-suðvestur stefnan fellur nokkurn veginn saman við ríkjandi sprungustefnu á svæðinu og því ekki að undra þótt hún komi skýrast fram. Þyngdarlægðirnar eftir Háhrygg og Stangarhálsi endurspegla trúlega eðlislétt móberg í goshryggjum frá ísöld. Þyngdarhæðirnar í austanverðum Nesjavalladal og eftir Kýrdal og Kýrdalshrygg falla að mestu saman við yngstu gosreinarnar og endurspegla því trúlega basalt-innskot og basaltganga í móbergi samfara gosvirkni. Norðvestur-suðaustur stefnan á mynd 2.23 er mun veikari og verður ekki af þyngdargögnunum einum séð hversu raunveruleg þyngdarlægðin í gegnum sunnanverðan Nesjavalladal er. Vera má að hún komi einungis fram vegna tilviljanakenndra breytinga í þyngdarfrávikum með norðaustur-suðvestur stefnu. En sá möguleiki er einnig fyrir hendi að hún endurspegli einhverjar raunverulegar jarðfræðilegar aðstæður sem einungis koma veikt fram vegna þess hve norðaustur-suðvestur stefnan er ráðandi. Slíka tilgátu þyrfti þó að styðja með frekari rökum.

2.3.4 Þyngdarmælingar til eftirlits

Árið 1986 var þyngdarmælt í sömu punktum og fallmældir voru til eftirlits með vinnslu. Gerð hefur verið frumúrvinnsla á hluta þeirra þyngdarmælinga til eftirlits sem framkvæmdar hafa verið til þessa. Hún sýnir smávægilegar breytingar í þyngdargildum milli ára en ekki er hægt að sjá að um kerfisbundnar breytingar sé að ræða innan svæðisins. Því verður að telja að þær séu innan óvissumarka mælinganna. Raunveruleg óvissumörk verður fyrst hægt að meta þegar fyrir liggur nokkurt magn gagna sem spannar nokkurra ára tímabil.

2.4 Fallmælingar

Á mynd 2.24 eru sýndar línur á Hengilssvæðinu sem fallmældar voru á árunum 1982-86, og er Nesjavallasvæðið afmarkað innan ferhyrnings. Ártalið við hverja línu sýnir hvenær hún var fyrst mæld. Slitnar línur sýna hvar æskilegt er talið að fallmæla að auki.

Eins og 1985 (sjá Knútur Árnason o.fl. 1986a) var mælt frá Þorsteinsvík að vegamótum á Þjóðvegi, með vegi að Hraunprýði, upp brekku að borholum og þaðan til beggja handa norðvestur í Kýrdal og suðaustur fyrir Ölfusvatnsskyggni, en ekki var mælt lengra eftir þeim línunum.

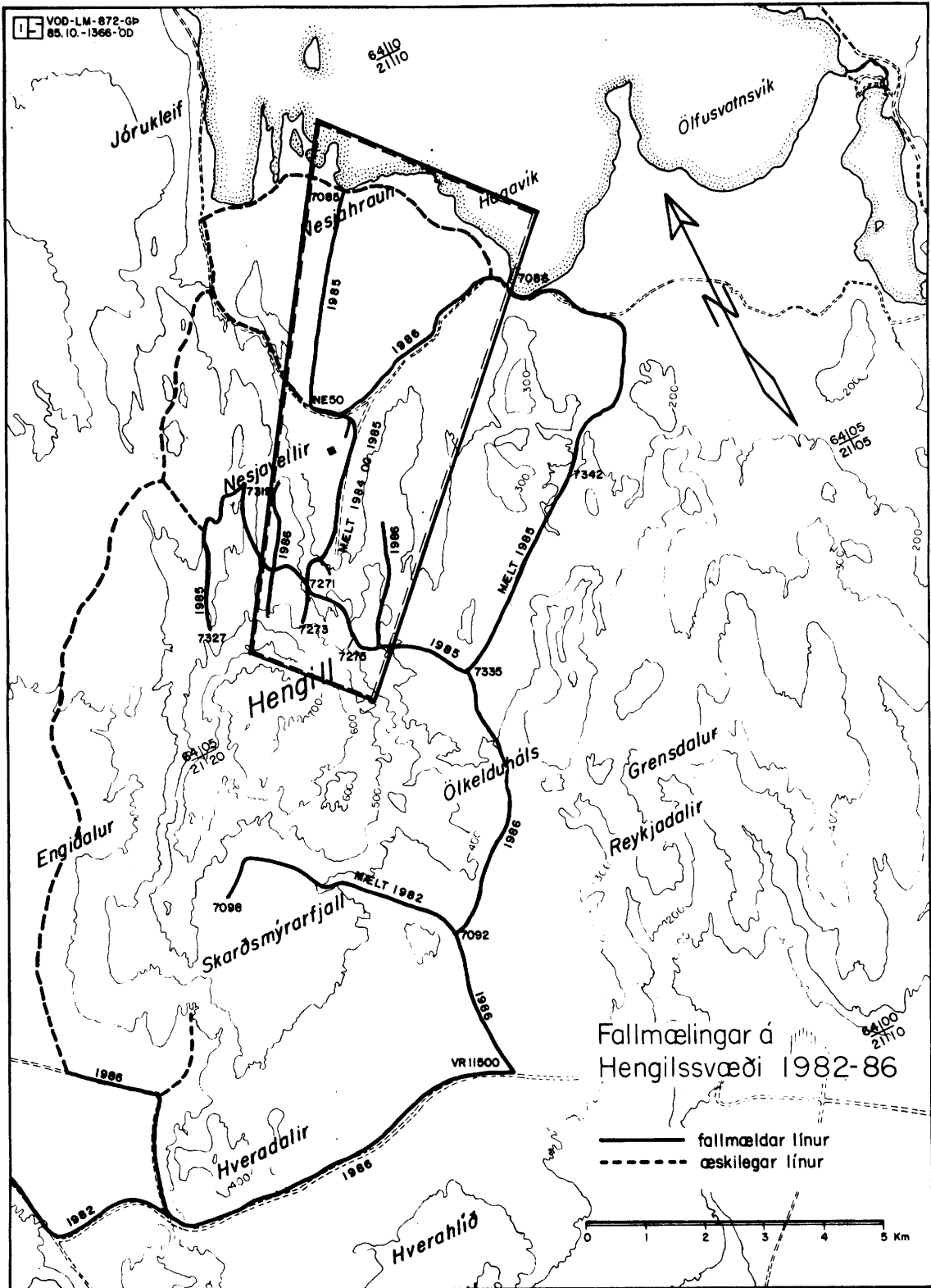
Þess í stað voru settar og mældar nýjar línur í Kýrdal og meðfram Stangarhálsi í samræmi við óskir um línur næst vinnslusvæðinu. Einnig var mæld ný lína frá vegamótum á Þjóðvegi að Hagavík.

Í tveimur bilum í erfiðu hrauni (milli vegamóta á Þjóðvegi og Þorsteinsvíkur) munar samtals 10 mm á mælingunum 1985 og 1986. Þessi bil voru mæld tvisvar 1986. Annars er gott samræmi milli mælinganna 1985 og 1986 og engar hreyfingar virðast hafa átt sér stað.

Einnig var fallmælt fyrir Orkustofnun á Hengilssvæðinu sumarið 1986. Mælt var frá fastmerki við Ölfusvatnsá sunnan Krossfjalla, yfir Ölkelduháls, að Hengladalsá og áfram að Þjóðvegi á Hellisheiði. Þaðan var mælt sem leið liggur að Kolviðarhóli og áfram 3 km til norðvesturs.

Á Hellisheiði var mælt á nokkur fastmerki Vegagerðar ríkisins sem eru í hæðarkerfi Reykjavíkur. Hæðartölur í því kerfi eru um 0,25 m stærri tölur en hæðartölur í því kerfi sem Orkustofnun hefur notað á Nesjavöllum fram til þessa (og telja má hið sama og kerfi Forverks).

Núllpunktur í hæðaneti Orkustofnunar á Suðurlandi var fenginn með sjómælingum á Eyrarbakka, en netið var mælt með trékvörðum. Nú hefur verið mæld með invarkvörðum burðarlína frá Búrfelli á Selfoss. Enn vantar mælingu frá Selfossi að Steingrímsstöð til að helstu virkjanir séu samtengdar með tilliti til hæða. Þá væru Nesjavellir komnir inn í kerfið ef mælingar útlendinga umhverfis Þingvallavatn hefðu einnig verið notaðar.



Mynd 2.24 Fallmælingar á Hengilssvæði

2.5 Niðurstöður jarðeðlisfræðirannsókna

Hér verða dregnar saman helstu niðurstöður jarðeðlisfræðilegra mælinga á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli sumurin 1985 og 1986. Á myndum 2.25 og 2.26 eru sýnd jafnvíðnámsskort 250 m og 500 m neðan sjávarmáls. Þeim hefur verið lýst í kafla 2.2.3. Hér verður einungis dregið á mikilvægustu niðurstöðurnar. Fram kemur svæði með lágu víðnámi (minna en 5 ohmm) eða háu víðnámi neðan lágvíðnáms sem, eins og fram kom í kafla 2.2.3, er talið svara til útbreiðslu jarðhitageymisins á því dýpi sem mælingarnar skynja. Frá Hengli í suðri liggja vesturmörk þessa svæðis um Kýrdalshrygg allt norður að Fálkaklettum. Þar beygir svæðið smám saman til vesturs, langleiðina að austanverðum Háhrygg. Norðurmörk svæðisins eru undir Kýrdalshrygg móts við miðja vegu milli holu NJ-16 og Nesjavallabæjar. Suðri hluti svæðisins takmarkast í austri við Sandkletta, en eins og fram kom í kafla 2.2.3 eru austurmörk svæðisins með háu víðnámi neðan lágvíðnáms nokkuð óviss á þessum slóðum. Austurmörk lágvíðnáms svæðisins 250 m neðan sjávarmáls taka mikinn sveig til vesturs þegar kemur norður á móts við brekkubrún fyrir enda Nesjavalladals. Þessi sveigur er hins vegar að mestu horfinn 500 m neðan sjávarmáls. Grynnt er á hátt víðnám neðan lágvíðnáms undir norðurhlíðum Hengils sunnan við holu NG-8 en eftir því sem dýpra kemur teygir það sig lengra norður eftir vestanverðum Nesjavalladal og 500 m neðan sjávarmáls nær það norður fyrir holu NG-7. Mælingar gáfu ekki til kynna hátt víðnám undir lága víðnáminu nyrst í lágvíðnámstungunni, en ekki er ólíklegt að það teygir sig þangað norður á meira dýpi en mælingar skynja. Í kafla 2.2.3 er leitt að því líkum að þetta háa víðnám neðan lágvíðnáms sé merki um að jarðhitakerfið sé á suðumarki. Athyglisvert er að víðnámsmælingar benda til þess að á 500 m dýpi undir sjávarmáli séu norður- og austurmörk jarðhitasvæðisins farin að taka nokkuð ákveðna norðvestur-suðaustur stefnu.

Víðnám hækkar mjög ört út frá jarðhitasvæðinu til norðurs og vesturs, norðanmegin við holu NJ-12. Til austurs hækkar víðnám ekki eins ört, og 500 m neðan sjávarmáls er víðnám tiltölulega lágt (10-30 ohmm). Sömu sögu er að segja vestanmegin og sunnan holu NJ-12. Þetta getur bent til þess að úr norðri og vestri leiti kalt grunnvatn og að ef til vill sé afrennsli til austurs.

Aberandi er, einkum 500 m neðan sjávarmáls, hávíðnámstunga sem teygir sig úr norðvestri inn í Kýrdal við holur NJ-12 og NJ-17. Þessar holur skera sig nokkuð úr öðrum holum á Nesjavallasvæði að því leyti að niður á um 600 m dýpi neðan sjávarmáls er í þeim er ósamræmi milli áætlaðs berghita út frá upphitunarmælingum annars vegar og ummyndunarsteindum hins vegar. Þetta ósamræmi er á þann veg að greinilega hefur átt sér stað kólnun eftir að ummyndunin varð. Nærtækasta skýringin á þessari kólnun er að kalt grunnvatn hafi, við tiltölulega nýjar brota-

hreyfingar, fengið greiða leið að þessu svæði og gæti háviðnámsstungan úr norðnorðvestri endurspeglað þetta kalda grunnvatnsstreymi. Annar möguleiki er að við yngstu gosvirknina í Kýrdalshrygg (fyrir um 2000 árum) hafi skotist inn gangar í hrygginn og við það hafi lokast framrás heits vatns úr austri og suðri inn í Kýrdal og eftir það hafi orðið kæling, annaðhvort úr norðvestri eða einungis vegna yfirborðs- og grunnvatns úr norðvestanverðum Hengli. Þessi kæling í Kýrdal er trúlega skýringin á því að þar kemur ekki fram lágviðnámskápa utan á hátt viðnám undir lágu.

Á myndum 2.25 og 2.26 er sýndur áætlaður berghiti í borholum á 250 m og 500 m dýpi neðan sjávarmáls. Dregnar hafa verið jafnhitalínur með heildregnum línunum þar sem þéttleiki borhola er nægur til þess að það sé hægt með nokkuð góðri vissu. Eins og sjá má er frekar góð fylgni milli viðnáms og áætlaðs berghita. Vegna þess hve fylgni virðist góð milli berghita og viðnáms (sjá einnig viðnámslíkön á myndum 2.6 til 2.10) hefur lega jafnhitalína, á svæðum þar sem upplýsingar úr borholum eru ekki fyrir hendi en niðurstöður viðnámsmælinga nokkuð afgerandi, verið áætluð með hliðsjón af viðnámi og þær dregnar með brotnum línunum.

Í skýrslunni um yfirborðsrannsóknir á Nesjavöllum 1985 (Knútur Árnason o.fl. 1986a) eru birt sams konar jafnviðnámskort og hér eru sýnd, ásamt jafnhitalínunum og öðrum jarðeðlisfræðilegum upplýsingum. Kortin hafa skýrst nokkuð, bæði vegna nákvæmari upplýsinga um viðnámsskipan og eins vegna hitamælinga úr holum NJ-17 og NJ-18 sem voru boraðar síðastliðið sumar.

Gerðar voru tilraunir með þrjár nýjar mæliaðferðir á Nesjavöllum til að mæla viðnám á meira dýpi en unnt hefur verið með "hefðbundnum" viðnámsmælingum. Tvípólmælingar voru gerðar á línu I. Dýptarskynjun jókst ótvírætt nokkuð. Til þess að ná verulegum árangri er þó nauðsynlegt að þekkja í smáatriðum viðnámsdreifingu yfirborðslaganna eftir allri mælilínunni. Slíkt er kostnaðarsamt og tímafrekt eins og dæmin sanna á Nesjavöllum. Það er því vart við því að búast, að tvípólmælingar verði í framtíðinni notaðar í miklum mæli til þess að kanna eðlisviðnám á meira dýpi en hægt er með Schlumbergermælingum. Þó kann í einstaka tilfellum að vera fýsilegt að beita þeim þar sem farið er út í eins nákvæmar viðnámsmælingar og gerðar hafa verið á Nesjavöllum. Gerðar voru tilraunir með TEM-mælingar í samvinnu við Jarðfræðistofnun Bandaríkjanna. Sjálfar mælingarnar gengu vel og túlkun þeirra var fljótleg. Viðnámslíkönin eru keimlík þeim líkönum sem "hefðbundnar" viðnámsmælingar gefa. TEM-mælingarnar styrkja því þær niðurstöður sem settar eru fram í þessari skýrslu. Dýptarskynjun þeirra tækja sem hér voru notuð (EM-37) er hins vegar ekki meiri en Schlumbergermælinga. Með öflugri tækjum má þó trúlega skyggjast nokkuð dýpra. Meginkostur

TEM-aðferðarinnar er sá að hún er mun ónæmari fyrir viðnámsbreytingum í lárétta stefnu utan mælimiðju en Schlumbergermælingar. Einvíð túlkun TEM-mælinga getur því oft verið allt að því eins áreiðanleg og tvívíð túlkun "hefðbundinna" viðnámsmælinga. Loks voru reyndar MT-mælingar í samvinnu við háskólann í Uppsölum. Kannað var hvort aðferðin væri nothæf, en ekki voru gerðar tilraunir til beinna mælinga. Niðurstaðan er sú að náttúrulegar rafsegulsveiflur á tíðnibilinu 0,1-10 Hz eru nógu miklar til að skoða viðnám á 0,5-3 km dýpi, enda sé sætt lagi með gott mæliveður.

Þyngdarmælingar sýna þyngdarlægð yfir sigdal sprungustykkisins og er hún talin stafa af móbergsfyllingu hans. Ofan á þessari lægð sitja staðbundnari þyngdarhæðir. Þær koma einkum fram þar sem gosvirkni hefur verið eftir ísöld og líkanreikningar benda til að þar sé um að ræða ganga og innskot í móbergsfyllingunni.

Á myndum 2.25 og 2.26 eru sýnd þau svæði þar sem þyngdarmælingar benda til að fyrir hendi séu innskot og gangar í móbergsfyllingu sigdalsins. Sláandi er hversu vel það svæði, þar sem viðnám er minna en 10 ohmm á 250 m dýpi neðan sjávarmáls (sem er nálægt neðri mörkum móbergsfyllingarinnar), fellur milli þess svæðis þar sem gangar og innskot eru talin vera í móberginu. Svo virðist sem þessir gangar og innskot stjórni útbreiðslu jarðhitans í móberginu. Það er einnig sláandi hve jafnhitalínur 250 m neðan sjávarmáls (t.d. 200°C línan) falla vel að þeirri túlkun þyngdarkortsins að við brekkubrún sé rennslishindrun til norðurs, niður í austanverðan Nesjavalladal (Knútur Arnason o.fl. 1986a).

Á 500 m dýpi neðan sjávarmáls er komið niður úr móbergsfyllingu sigdalsins og basalhraunlög orðin ráðandi berggerð. Á mynd 2.26 sést að á þessu dýpi er ekki eins afgerandi samsvörun milli viðnámsdreifingar og innskota og við 250 m neðan sjávarmáls. Hún er að vísu svipuð við vesturmörkin og í norðaustanverðum Nesjavalladal en í sunnanverðum dalnum er lágt viðnám (minna en 10 ohmm) farið að teygja sig austur fyrir ganga- og innskotasvæðið. Þetta gæti bent til þess að gangarnir séu mun veigaminni og ef til vill brotnari niðri í berggrunninum en uppi í móberginu og þar með lekari.

Á árunum 1978-1984 var könnuð jarðskjálftavirkni á Hengilssvæði (Gillian R. Foulger 1984). Þessi könnun náði til Nesjallasvæðis. Þar mældist nokkuð mikil skjálftavirkni. Upptök skjálftanna raða sér í grófum dráttum á línu samsíða ríkjandi sprungustefnu í vestanverðum Nesjavalladal og undir Kýrdalshrygg. Þá er nokkur skjálftavirkni þar sem fram kemur þyngdarhæð í framhaldi af Kýrdal norður á bóginn og vestur af holum NJ-11 og NJ-16. Upptök skjálftanna eru á 3-7 km dýpi.

Á myndum 2.25 og 2.26 er staðsetningum skjálftanna varpað til yfirborðs. Hafa ber í huga að staðsetning þeirra er mun óvissari en stærð hringanna gefur til kynna. Við könnun á brotlausnum skjálftanna kom í ljós að fyrir helming þeirra skjálfta sem brotlausnir fengust á virtist ekki vera um að ræða sniðgengishreyfingu heldur rifnun á bergi. Þetta var skýrt (Gillian R. Foulger 1984) með því að um gæti verið að ræða rifnun vegna samdráttar heits bergs við vatnskælingu, þ.e.a.s. að rifnunarskjálftar væru merki um varmanám úr heitu bergi og innskotum. Skjálftavirknin fellur nokkuð vel saman við gosreinina meðfram og eftir Kýrdalshrygg þar sem vænta má innskota. Einnig er athyglisvert að skjálftarnir eru innan í og í framhaldi af lágviðnámsstungunni norður eftir vestanverðum Nesjavalladal og undir Kýrdalshrygg.

Allt þetta virðist benda til þess að á þessum slóðum sé um að ræða varmanám úr innskotum tengdum nýlegri gosvirkni, en ekki eingöngu rennsli jarðhitavökva sunnan úr Hengli eins og gert hefur verið ráð fyrir í líkönum af jarðhitasvæðinu hingað til (sjá t.d. Guðmund Böðvarsson 1986). Hinn geysihái hiti og þrýstingur sem fram kom í holu NJ-11 neðan 2000 m dýpis (Ásgrímur Guðmundsson o.fl. 1985) styður þessa tilgátu. Ástæður þess að lágviðnámsstungan undir Kýrdalshrygg nær ekki jafnlangt norður og skjálftavirknin gætu verið þær að þar sé dýpra á innskotin og jarðhitinn hafi ekki enn náð upp á það dýpi sem viðnámsmælingar skynja eða að honum sé haldið þar niðri af köldu grunnvatnsstreymi að norðan.

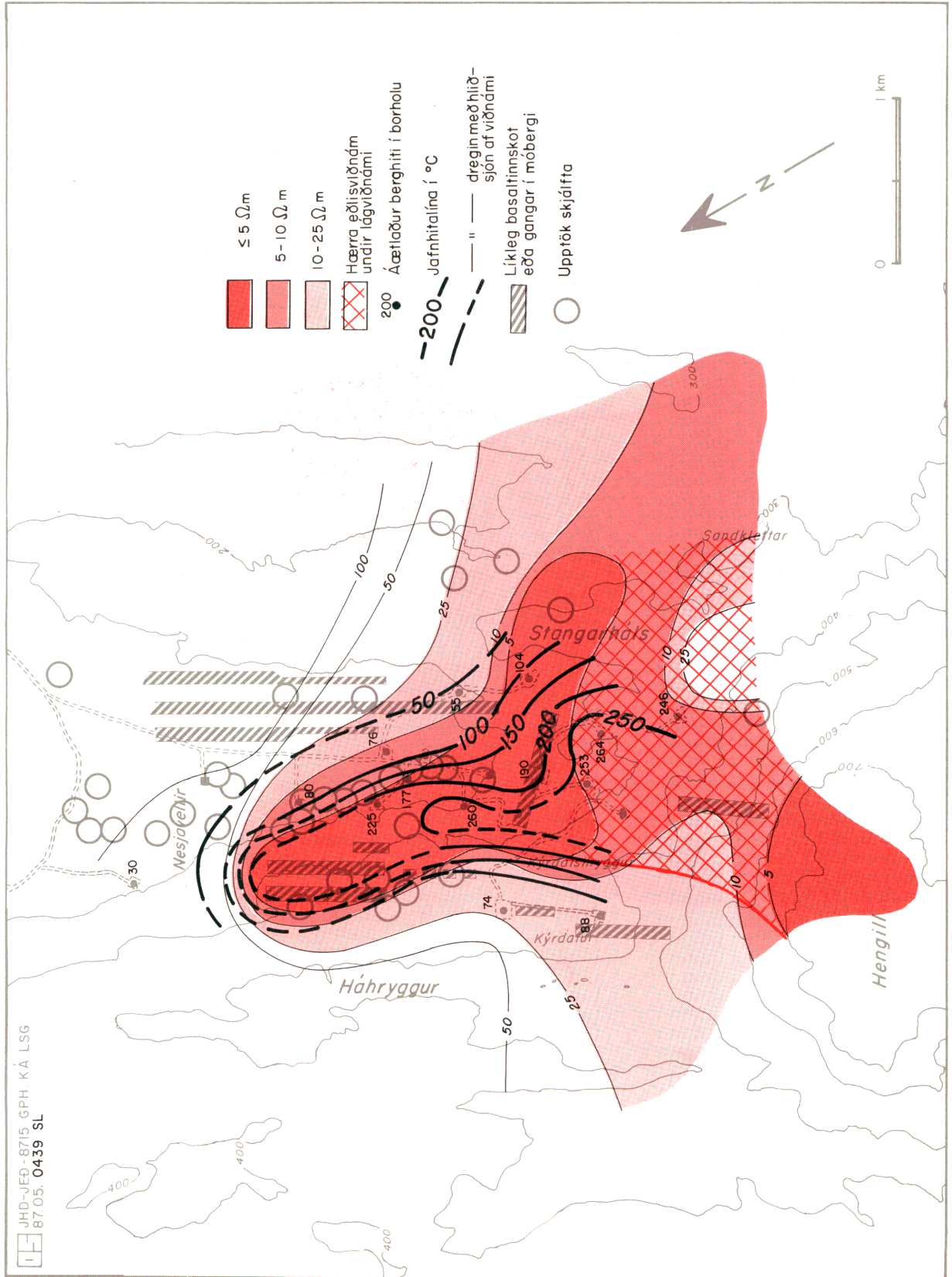
Athyglisvert er að nærri engra skjálfta varð vart sunnan við lágviðnámskápuna á norðurmörkum svæðisins (sjá mynd 2.26). Vera má að þetta sé einungis tilviljun því að mælingar fóru fram í skamman tíma og skjálftar koma gjarnan í til þess að gera staðbundnum hrinum. Sá möguleiki kann þó að vera fyrir hendi að á þessum slóðum verði einhverjar breytingar á eiginleikum með tilliti til höggunar, t.d. að inni í meginjarðhitageyminum sé bergið of deigt til að skjálftar verði. Einnig má hugsa sér að innskot samfara yngstu gosvirkninni á svæðinu séu meiri norðantil og skjálftar vegna kælingar því meiri þar.

Þyngdarkortið var stefnusíað og virtust einkum tvær stefnur áberandi, önnur 45° austan við norður og hin 147° austan við norður. Eftir stefnunni 45° austan við norður falla þyngdarlægðir saman við Háhrygg og Stangarhál og endurspeгла trúlega eðlislétta móbergshryggi frá ísöld. Þyngdarhæðir í þessa stefnu falla saman við yngstu gosreinarnar í austanverðum Nesjavalladal annars vegar og eftir Kýrdal og Kýrdalshrygg hins vegar. Þær endurspeгла trúlega basaltinnskot og ganga í móbergsfyllingunni. Eftir stefnunni 147° austan við norður kemur fram veik þyngdarlægð frá Háhrygg vestan við norðurmörk lágviðnámssvæðisins (500 m neðan sjávarmáls) til suðausturs yfir sunnanverðan Nesja-

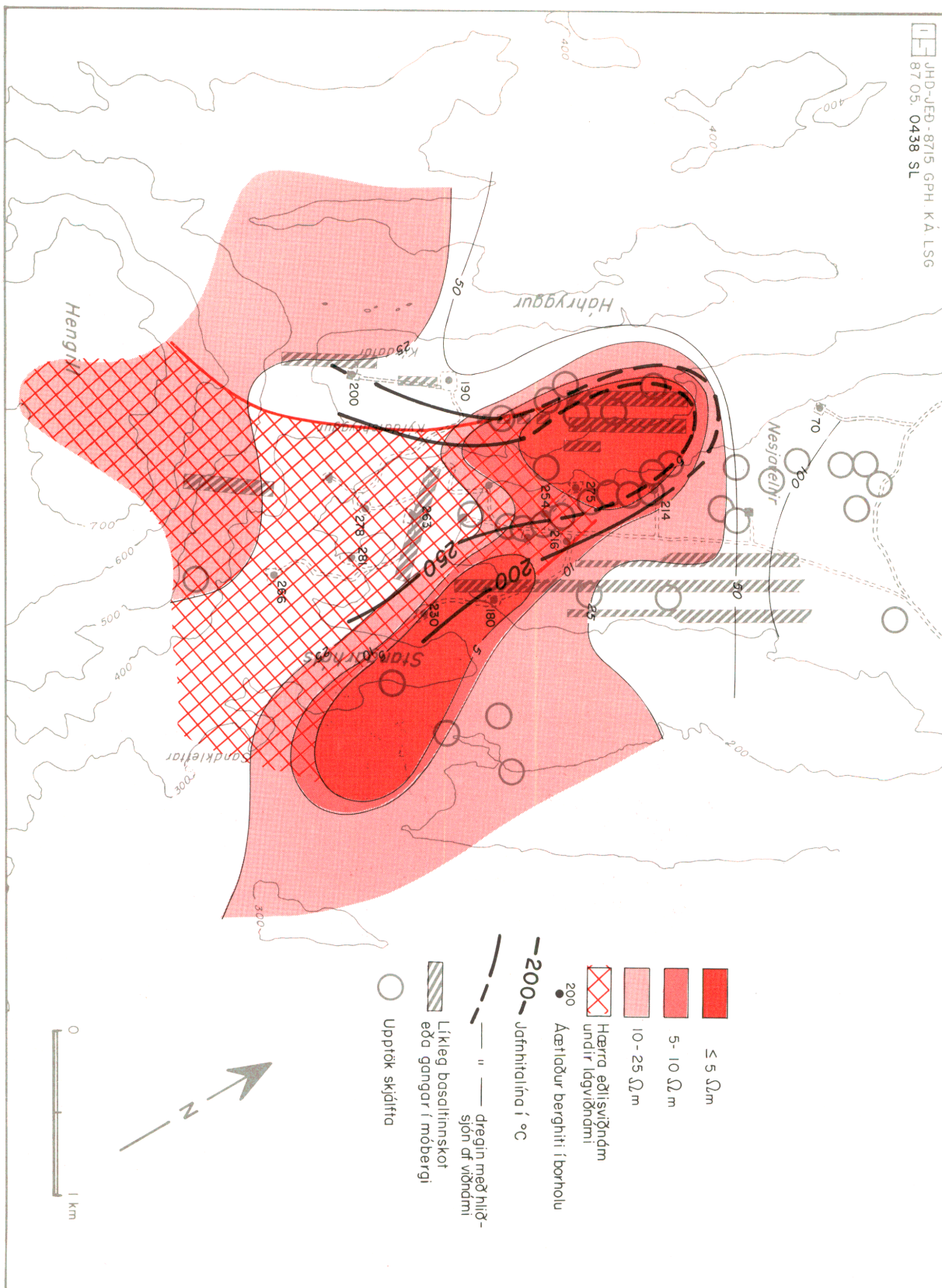
valladal og í Stangarháls austur af holu NG-10.

Vel getur verið að þessi þyngdarlægð sé einungis fram komin vegna tilviljanakenndra breytinga í þyngdarfrávikum með norðaust-suðvestlæga stefnu, en ekki er þó hægt að útiloka þann möguleika að hún endurspegli raunverulegar jarðfræðilegar aðstæður. Norðurmörk lágviðnámskápunnar á 500 m dýpi undir sjávarmáli eru á þessum slóðum og virðast vera farin að taka á sig nokkuð ákveðna norðvestur-suðaustur stefnu. Ef til vill verða líka á þessum slóðum breytingar í höggunar-eiginleikum. Vissulega sést þessi norðvestur-suðaustur stefna í sprungum, misgengjum og goshrýggjum á Hengilssvæðinu þó að hennar sjáist ekki merki á yfirborði á þessum stað. Engin þeirra jarðeðlisfræðilegu aðferða sem beitt hefur verið tekur nægjanlega af skarið til þess að fullyrt verði hvort hér er um raunverulegt jarðfræðilegt fyrirbæri að ræða og verður málið því að leggjast í ómældan sjóð svarlausra spurninga jarðvísindanna.

Fallmælingum á Nesjavallasvæði var haldið áfram sumarið 1986. Mæli-línur sem fallmældar voru sumarið 1985 voru endurmældar og bætt við mæli-línunum í Kýrdal, meðfram Stangarhálsi og frá vegamótum á Þjóðvegi að Hagavík. Ekki komu fram marktækar breytingar milli árána 1985 og 1986. Sömu sögu er að segja um þyngdarmælingar sem gerðar voru til eftirlits.



Mynd 2.25 Eðlisviðnám og áætlaður berghiti 250 m neðan sjávarmáls ásamt staðsetningu skjálfta og túlkun þyngdarkorts



Mynd 2.26 Eðlisviðnám og áætlaður berghiti 500 m neðan sjávarmáls ásamt staðsetningu skjálfta og túlkun þyngdarkorts

3 JARÐFRÆÐI ÖLKELDUHÁLSSVÆÐISINS OG AUSTURHLUTA HENGLAFJALLA

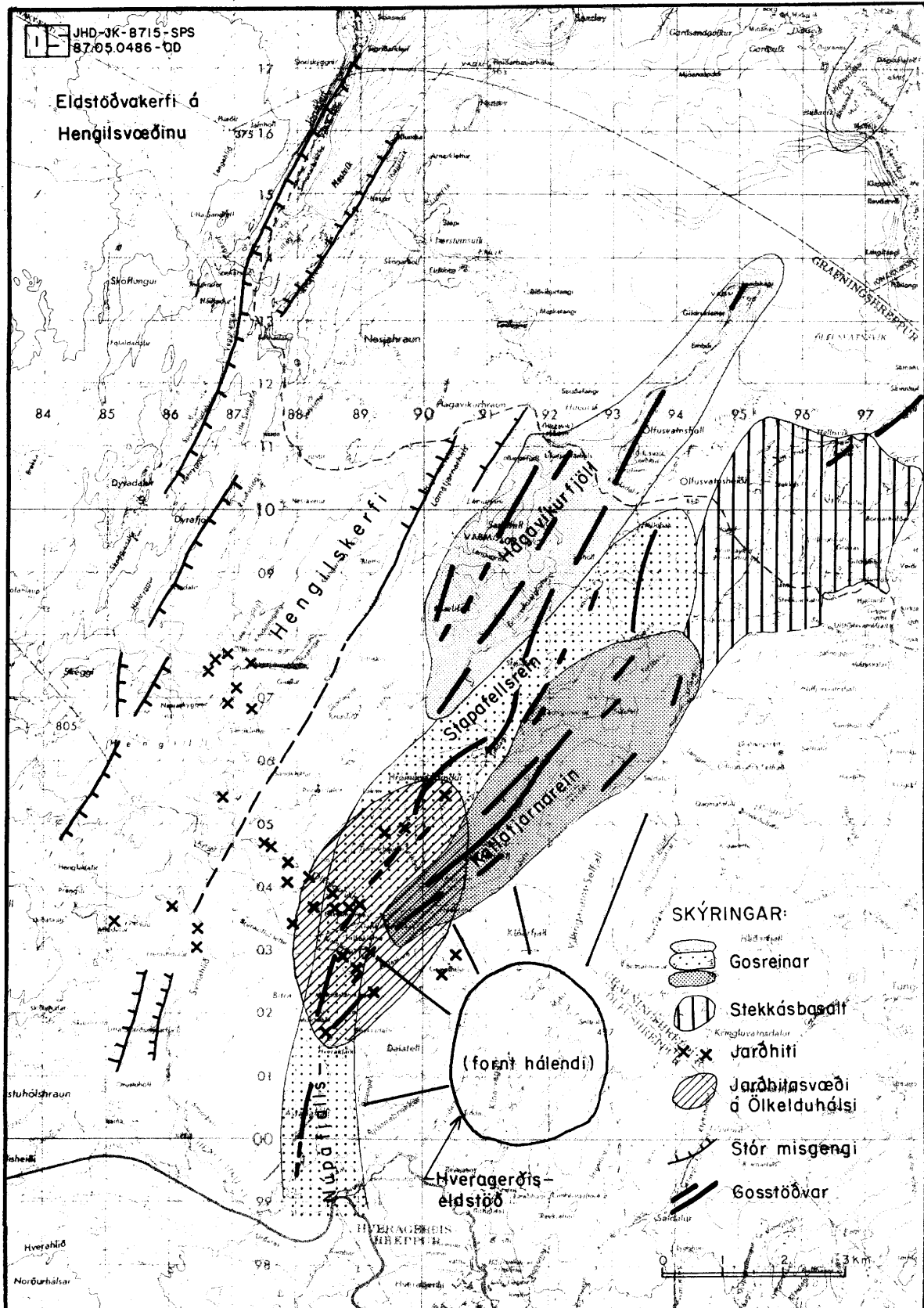
3.1 Jarðfræðilegt yfirlit

Í jarðfræðilýsingu Henglafjalla (Knútur Árnason o.fl. 1986a) voru talin ýms rök sem þóttu benda til að fjalllendið upp frá Hagavík suður fyrir Hrómundartind væri sérstakt eldstöðvakerfi, hliðlægt við Hengilskerfið (mynd 3.1). Rökin voru þau, að fjallabáلكur þessi er utan við sigdæld Hengilskerfisins. Þar er háhitasvæði, Ölkelduháls-svæðið, sem sker sig úr sem mjög heitt uppstreymissvæði (Helgi Torfason o.fl. 1983). Þar finnst einnig ísúrt berg og sprengigígar. Eldstöðvakerfi þessi eru samvaxin um grágrýtisflákann Bitru, en norðar eru þau aðskilin af lægð í landinu. Háhitasvæðin ná einnig saman um Bitru en skiljast að norðar.

Jarðfræði, jarðhiti og vatnafar Hrómundartindskerfisins var rannsakað sumarið 1986 á líkan hátt og Henglafjöll sumarið áður, sjá kort í kápuvasa, mynd 3.19. Kortlagningin náði frá Þingvallavatni suður fyrir Molddalahnúka og austur að Grafningshálsunum og Hveragerðis-eldstöðinni, en hvort tveggja tilheyrir sama eldstöðvakerfinu og því elsta á Hengilssvæðinu. Berglög því tilheyrandi ganga undir austurjaðarinn á Hrómundartindskerfinu.

Það svæði sem hér verður lýst var áður kortlagt fyrir rúmum 20 árum (Kristján Sæmundsson 1967). Þá var því skipt í þrjár gosreinar við hliðina á Henglafjöllum: Hagavíkurfjöll, Núpafjalls-Stapafellsrein og Katlatjarnarein. Þótt meginrættirnir í sundurgreiningu móbergsins standi lítið breyttir, hefur ýmislegt skýrst varðandi sundurgreiningu í goseiningar og afstæðan aldur. Trausti Einarsson (1976) hefur lagt til góðan punkt varðandi raunverulegan aldur móbergsmýndananna þar sem er öfug segulstefna í hluta Mælifells. Peirce og Clark (1978) staðfestu síðar fund Trausta. Öfug segulstefna í móbergi hefur einnig fundist á Reykjanesi (Leó Kristjánsson og Ágúst Guðmundsson 1980). Hún hefur verið sett í samband við stuttan umsnúning í segulsviði jarðar fyrir 20-40 þúsund árum. Niðurstöðum Trausta um miklu hærri aldur, rofsléttur og -dali svo og upplyftingar er annars hafnað. Rök fyrir slíku halda einfaldlega ekki frammi fyrir staðreyndum jarðfræðikortsins: Misháum hrúgum af móbergi sumum með basalt á kolli, en ólíkum að berggerð, sjá kort og jarðlagasnið í kápuvasa, myndir 3.19 og 3.20. Leiðarlög sem rekja má vítt um svæðið eru ekki til. Eini vísirinn að slíku er þykkt jökulberg, sem hjúpar sumar goseiningarnar en aðrar ekki, og má á þeim grundvelli skipta gosmyndunum í tvo aldurshópa.

Hrómundartindskerfið er að því leyti sérstætt að þar vantar svo til alveg misgengissprungur og sigdæld sem annars er eitt helsta einkenni eldstöðvakerfa í gliðnunarbeltinu. Rúmmál gosefna í þessu eldstöðvakerfi er því lítið og grunnt á undirstöðuna.



Mynd 3.1 Eldstöðvakerfi á Hengilssvæðinu

Vestan megin skarast gosmyndanir í Hrómundartindskerfinu við berglög tilheyrandi Hengilskerfinu. Fylgni í tíma er milli ísúru myndananna og þóleiíts sem er meðal elstu eininganna í báðum kerfunum, en eftir það er ekki sjáanleg fylgni í gosvirkninni.

Berglög í Hrómundartindskerfinu eru svo til eingöngu frá síðasta jökulskeiði, en það hófst fyrir um 115.000 árum. Hlýskeiðshraun norðaustast á rannsóknarsvæðinu gæti þó einnig tilheyrt því. Jökulþykkt hefur verið breytileg á myndunartíma. Sum af hinum elstu lágvöxnu móbergs- og bólstrabergshrúgöldum eru með hraunhettu á kolli, sem bendir til, að þau hafi myndast í þunnum jökli. Önnur yngri og hærri eru úr bólstrabergi upp í gegn sem bendir til að þau hafi myndast í þykkum jökli. Lagskipt móbergstúff sem bendir til sprengigoss í þunnum jökli eða jökullóni er að finna bæði hátt til fjalla sem hjúp utan á bólstrabergi, en einnig í ungum myndunum ásamt hraunlögum frá tímum jökulhörfunar í lok jökulskeiðsins.

Berglögum í Hrómundartindskerfinu má skipta í syrpur eftir bergtegundum, útbreiðslu og afstæðum aldri líkt og gert var í lýsingu Henglafjalla (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Þessi skipting er sýnd á kortaröð (myndir 3.3-3.9) og er hún lögð til grundvallar í eftirfarandi umfjöllun. Mynd 3.12 sýnir að auki allar goseiningar sem kortlagðar voru 1985 og 1986, og afstæðan aldur þeirra.

3.2 Hlýskeiðsmyndanir

Norðaustast á jarðfræðikortinu eru hlýskeiðsmyndanir sem ganga undir elstu móbergssyrpurnar í Hrómundartindskerfinu. Hlýskeiðsmyndanirnar eru tvenns konar: basalhraun og setmyndun.

3.2.1 Stekkásbasalt

Norðaustast á rannsóknarsvæðinu er grágrýtishraun sem liggur ofan á móbergi Grafningshálsanna en gengur innundir austustu goseiningar í Hrómundartindskerfinu. Þetta grágrýti er útbreitt í ásunum suður af Ölfusvatnsvík (sjá mynd 3.1). Það er stakdílótt og fínkornað, en nokkuð í því af ólivíni, líklega sprunguhraun að uppruna fremur en dyngja. Grágrýtið kemur fram austan undir Víðihlíð. Þar eru opnur í það kringum Krók og svo aftur norðar í Hónefi og sést þar, að það gengur undir móbergið í Víðihlíð. Syðsta opnan í grágrýtið er í lægðinni milli Stórhóls og Súlufells og leifar af því sjást sem stórgrýtishnullungar neðst í jökulbergi í Króksgljúfri austan undir Stórhól. Stekkásbasaltið gengur undir Stórhólsmyndunina (sjá síðar) og er skilið frá henni af jökulbergslagi. Upptök þessa grágrýtis, sem nefnt

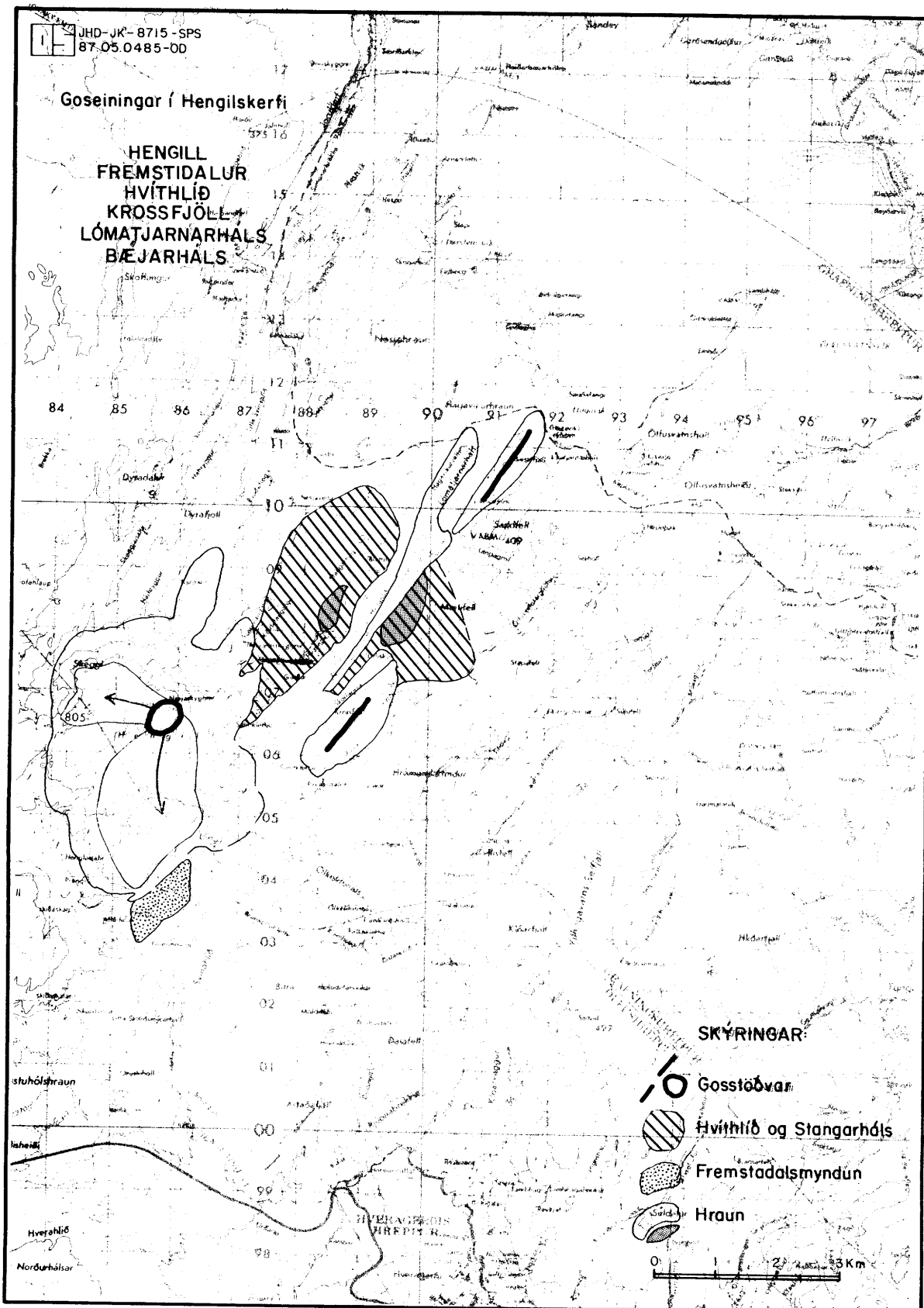
hefur verið Stekkásgrágrýti eða Stekkásbasalt (Kristján Sæmundsson 1965), eru sennilega nærri Súlufellu og gæti þessi gosmyndun þá verið partur af Hrómundartindskerfinu. Flatarmál Stekkásbasaltsins er 4-5 km² og þykkt þess a.m.k. 20 m í holtunum kringum Villingavatn. Líklega er Stekkásbasaltið frá síðasta hlýskeiði. Misgengi með NA-SV-stefnu sjást á útbreiðslusvæði Stekkásbasaltsins, en þeirra gætir lítið vestar í móbergi Hrómundartindskerfisins. Misgengin eru þau austustu í Þingvallavatns-sigdældinni, en þau ná nokkuð upp í Grafningshálsana. Þau hafa lítið hreyfst á nútíma.

3.2.2 Setlag vestan undir Víðihlíð

Vestan undir Víðihlíð skammt neðan við Ölfusvatnsárgljúfur sést um 20 m þykkt lag af vatnaseti og jökulbergi undir móbergi. Lagið kemur einnig fram í lágum bakka við Ölfusvatnsá nokkru ofar. Neðst í því er tæplega 10 m þykkur stabbi af lagskiptum fínsandi og silti. Þar ofan á leggst um 5 m lag af fínsandi með stöku malarlinsum. Steinarnir í mölinni eru flestir dílótt bólstrabrot, en sumir þeirra líkjast mjög Stekkásbasalti. Setið er fremur laust í sér og illa samliamt. Ekki verður vart við grjót ættað úr Stapafelli, en við því væri að búast ef setið væri yngra en Stapafell eins og Trausti Einarsson (1976) gefur í skyn. Ofan á setið leggst jökulberg og Víðihlíðarmóberg (sjá síðar) ofan á það. Gangur sker setlagið. Hann er úr smákorna ólivínbasalti (Kristján Sæmundsson 1967) um 1 metri á þykkt neðst en mjórri ofar. Ganginum hallar til austurs. Hann verður ekki tengdur neinum þekktum móbergsmyndunum. Setlagið gæti hafa myndast í lægð vestan við Stekkásbasaltið á síðasta hlýskeiði eða við upphaf síðasta jökulskeiðs.

3.3 Bergmyndanir tilheyrandi Hengilskerfinu

Undirstaða Hrómundartindskerfisins að norðvestan eru lágir ávalir hálsar að mestu leyti úr bólstrabergi, sem er mjög kafið í þykkum, hörðnuðum jökulruðningi. Tvær af þessum goseiningum, Lómatjarnarháls og Hvíthlíð, eru austurframhald goseininga sem áður hefur verið lýst í Hengilskerfinu (Knútur Árnason o.fl. 1986a), en hinar eru móbergshryggir sem liggja inn á milli þeirra (sjá mynd 3.2). Austustu jaðarmisgengi Hengilskerfisins liggja gegnum þessar myndanir.



Mynd 3.2 Goseiningar tilheyrandi Hengilskerfinu í undirstöðu Hagavíkurfjalla og austan í Hengli

3.3.1 Lómatjarnarháls

Lómatjarnarháls liggur austan við Hagavíkurvelli, flatur að ofan, aflíðandi að austan en brattur að vestan. Innri gerðin er einnig ósymmetrísk: að austan jökulbergskápa með austlægum halla í hálsendanum nyrst, en að vestan móbergsbreksíur og bólstraberg. Austurbrekkan virðist marka eðlileg takmörk myndunarinnar í þá áttina, en vestan megin er hún stífl sundur af misgengi og framhaldið sokkið undir Hagavíkurvelli. Þó sést í hana austan undir Stangarhálsi norðan við Vellina. Stærð þessa misgengis gæti eftir því verið um 50 m. Í SV-framhaldi misgengisins vestan í Lómatjarnarhálsi er stórt misgengi vestan í Litla-Skarðsmýrarfjalli sem talið er vera aðalmisgengið á jaðri sigdalsins sunnan Hengils (Helgi Torfason o.fl. 1983). Bilið þar á milli er hulið af Bitru, einni yngstu goseiningunni á svæðinu. E.t.v. kemur í þessum misgengjum fram hliðstæða við stóru misgengin við Jórukleif og Húsmúla vestan sigdalsins. Vísbending um það sést í viðnámsmælingum og þyngdarmælingum. Hreyfing hefur verið lítil á misgenginu vestan í Lómatjarnarhálsi á nútíma, þó sést 1/2 m breið gjá í Hagavíkurhrauni í framhaldi þess til NA.

Bergið í Lómatjarnarhálsi er dílalaust ólivínbasalt og líkist þannig Nesjaskógsmynduninni. Afstæður aldur er einnig sambærilegur, þannig að Lómatjarnarhálsi má slengja saman við Nesjaskógsmyndunina. Gosstöðvar eru óþekktar í Lómatjarnarhálsi.

3.3.2 Krossfjöll

Suðaustan við Hvíthlíð eru lágir ávalir móbergshólar sem heita Krossfjöll. Til austurs ná þeir að Þverá. Norðurhluti Krossfjalla er svo kaffærður af jökulbergi að leitun er á opnu. Jökulbergið dylur aldurafstöðu Krossfjalla til nálægra myndana nema Sandkletta sem eru ofaná og miklu yngri. Líklegt er þó að Krossfjöll séu eldri en Hvíthlíðar-myndunin (sjá síðar) og hafi heft útbreiðslu hennar til suðurs. Jökulbergið er þykkara og útbreiddara á Krossfjöllum en Hvíthlíð. Það gæti einnig bent til hærri aldurs Krossfjalla. Krossfjöll eru móbergshryggur úr stakdílóttu bergi. Hryggjarlögurinn er ekki skýr nema syðst, þar sem þau eru hæst. Þar eru breksíur og túff ráðandi, en eftir því sem best verður séð eykst hlutur bólstrabergs eftir því sem norðar dregur. Hæð hryggjarins er a.m.k. 70 m. Í Krossfjöllum sunnanverðum sjást mád misgengi sem afmarka lítinn sigdal utan við meginsigdæld Hengilskerfisins.

3.3.3 Bæjarháls

Bæjarháls er einnig sjálfstæður móbergshryggur og nokkurn veginn symmetrískur í byggingu. Hann er úr bólstrabergi, en breksíur og túff í honum efst. Utaná er þykk kápa úr jökulbergi. Mesta sýnileg hæð hryggjarins er tæpir 100 m þar sem hann er hæstur. Bergið er dílótt en dílarnir færri og smærri en í Hvíthlíð og Sandfelli sem jaðra við hann og liggja ofaná. Misgengi liggur eftir vesturbrekkum Bæjarháls. Stærðin sést ekki en sunnar þar sem sama misgengi liggur gegnum Hvíthlíð er stærðin 10-15 m. Engin hreyfing sést í Hagavíkurlhrauni í norðaustur-framhaldi þessa misgengis.

3.3.4 Hvíthlíð

Hvíthlíðarmyndunin hvílir ofaná Lómatjarnarhálsi og er austar og hærra í landinu. Austan megin virðist hún leggjast upp að Krossfjöllum og nyrst leggst hún ofan á Bæjarháls. Neðri hluti Hvíthlíðarmyndunarinnar er 20-30 m þykkt lag af bólstrabergi, en efri hlutinn er hraunlag um 5-10 m þykkt. Bergið er mjög dílótt. Þessi lýsing gildir einnig um eldri Stangarhálsmyndunina (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Ofan á Hvíthlíðarmynduninni liggur þykkt lag af jökulbergi eins og á eldri Stangarhálsmynduninni. Hvíthlíðarmyndunin gengur undir Mælifell sunnanvert og smáopna er í hana við Ölfusvatnsá. Þar er um bólstraberg að ræða sem reyndar er sömu gerðar og Selhólsmyndunin (sjá síðar). Þykkt jökulberg sem ofaná liggur þykir fremur benda til tengsla við Hvíthlíðarmyndunina. Eldri Stangarhálsmyndun og Hvíthlíðarmyndun eru hér taldar samtíma gosmyndanir, og gætu raunar verið sama goseiningin. Skil milli bólstrabergs og hrauns í Hvíthlíðarmynduninni er 40-50 m ofar í landinu, sem skýrist af misgengjunum áður nefndu vestan í Lómatjarnarhálsi. Í Nesjavallaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1986a) var talið ólíklegt að bólstrabergið og hraunið ofaná væru frá sama gosi þar sem bólstrabergið væri djúpvatnsásýnd en hraunið runnið á þurru. Þessi ályktun kann að vera röng. Ivennt ber til, annars vegar furðumikil útbreiðsla bólstrabergsins miðað við þykkt, sem gæti bent til, að það hefði myndast í vatni á íslausu landi, og svo hitt, að mjög dílótt hraunkvika er seigari en dílalaus eða dílafátæk, sem sést af bólstragerðinni og þykkt dílóttra hrauna yfirleitt. Sama gildir um Stangarhálsmyndunina og Hvíthlíðarmyndunina, að skálögun er hvergi greinileg. Við teljum líklegast að bólstrabergið og hraunið sé myndað í sama gosi, en snögg vatnsborðslækkun eða seigjumunur valdi því að skálögun er svo fágæt.

3.3.5 Fremstadalsmyndun

Ný goseining úr Hengilskerfinu miklu yngri en þær framantöldu fannst í Fremstadal, lágum ávölum stalli, sem gægist undan suðausturhorni Hengils. Stallurinn myndar vesturhlíðar Fremstadals. Bergið í stallinum er að mestu bólstraberg. Berggerðin er mjög lík og í Hengli, og hingað til hefur stallurinn verið talinn til Hengils. Nánari skoðun leiddi í ljós örítinn mun á þessum tveimur myndunum. Fremstadalsmyndun hefur heldur stærri díla og færri í hverri þyrpingu, þó svo munurinn sjáist tæpast í mörkinni. Eins og áður er getið er stallurinn talsvert máður eftir jökulrof og að því leyti greinir hann sig best frá Hengli sjálfum. Jökulberg er ekki útbreitt ofaná Fremstadalsmyndun. Það er vísbending um að aldursmunur á henni og Hengli sé ekki mikill.

3.3.6 Bitra - Sandklettur

Í Nesjavallaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1986a) er lýst dyngjugosum á síðjökultíma. Þau byrjuðu sem sprungugos, en enduðu í tveimur gígum efst í Bitru og í Sandklettum. Við kortlagninu á austurhluta Hengils-svæðisins sumarið 1986 komu fram ýms ný atriði varðandi austurmörk þessarar myndunar. Hér skal því gerð stutt bragarbót á kafla 2.2.9 í Nesjavallaskýrslu.

Varðandi Bitru eru viðbæturnar þessar helstar: Bitrumóberg og -grá-grýti hefur náð alveg austur að Ölkelduhnúk og Tjarnahnúkshrauninu vestan í Ölkelduhálsi. Þar hefur grafið heilmikill farvegur ofan í Bitrumyndunina og meðfram austurjaðri hennar. Farvegur þessi nær frá Brúnkollublettum niður í Klambragil, og dýpkar svo aftur í Djúpagili og neðst í Reykjadal þar sem hann er grafinn í gegnum Bitruhraunið. Vestan í Ölkelduhnúk eru leifar af Bitrumyndun á milli smágilja sem liggja niður í aðalfarveginn. Farvegurinn er eftir á undan jökli sem lá norðan í Bitru og Þverárdal í Ísaldarlokin. Vestan við Molddali og Hverakjálka er skálagað bólstraberg neðst í Bitrugrágrýtinu og farvegir, sem liggja ofan í Hverakjálka eru grafnir í Bitrumyndunina.

Varðandi Sandkletta er helsta viðbótin sú að norðaustur-takmörkin hafa nú verið rakin og Sandkletta-myndunin greind frá öðrum dílóttum hraunlögum og móbergsmýndunum, sem að henni liggja. Sandkletta-myndunin nær að Krossfjöllum eins og sýnt er á korti Kristjáns Sæmundssonar (1967) en Hvíthlíðarbasaltið sem hann taldi heyra til sömu myndun er miklu eldra; sunnarlega í Hvíthlíð sést að jökulbergslag skilur á milli. Móbergshóll úr lítt samrunninni breksíu vestan undir Mælifelli tilheyrir hins vegar Sandkletta-myndun svo og lágur ás þar niður undan, sem stingur sér upp úr framburðinum á Hagavíkurvöllum. Gosprungan sem lá frá Bitru norðaustur í Sandkletta hefur eftir þessu haldið áfram til norðausturs, nokkuð hliðruð og legið vestan við Krossfjöll og Mælifell.

3.4 Bergmyndanir tilheyrandi Hrómundartindskerfinu

Bergmyndanir tilheyrandi Hrómundartindskerfinu raða sér á þrjár gosreinar. Núpafjalls- Stapafells-rein er í miðju og nær lengst suður. Norðan við Ölkelduháls er stefna þeirrar gosreinar NA-SV en þar sunnan við er hún norð-suðlæg. Hinar tvær, Hagvíkurfjöll og Katlatjarna-reinin eru hvor sínu megin og samsíða norðausturreininni (sjá mynd 3.1).

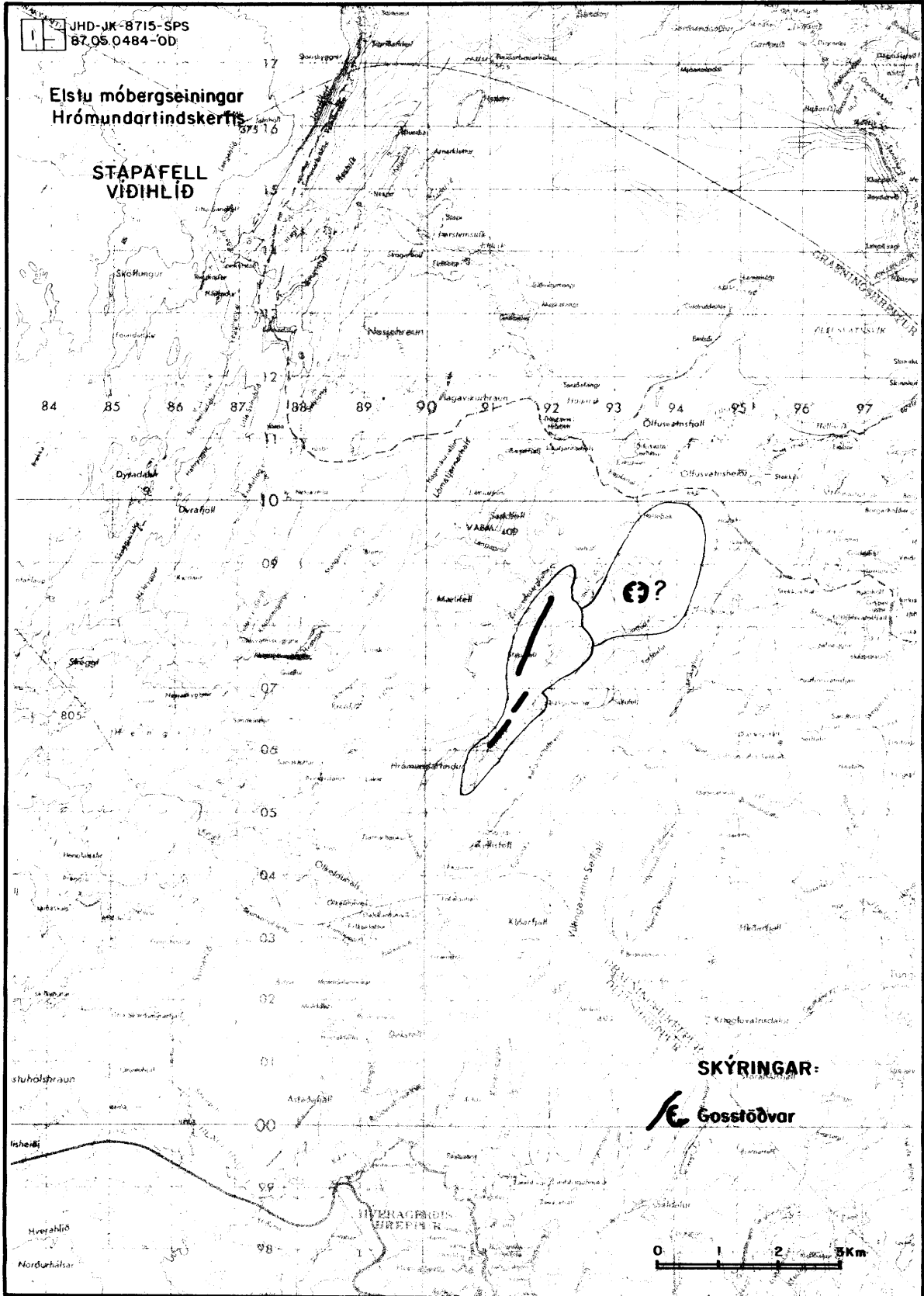
Unga móbergið í Hrómundartindskerfinu leggst utan á vesturhlíð Hveragerðis-eldstöðvarinnar á kaflanum frá Árstaðafjalli norður á móts við Ölkelduháls og Kyllisfell. Sú megineldstöð er útdauð og nokkuð rofin. Miðja hennar hefur verið norður af Hveragerði og háhitasvæðið í henni, sem enn er virkt, nær norðan frá Klóarfjalli suður í Hveragerði.

3.4.1 Stapafell

Stapafell er elsta móbergseiningin sem til sést í Hrómundartindskerfinu (sjá mynd 3.3). Það er móbergshryggur um 3 km á lengd og hæstur í miðju um 200 m yfir umhverfið. Stapafell er úr andesít-móbergi (Kristján Sæmundsson 1967), aðallega túffbreksíum. Stapafell hefur myndast við gos á sprungu með norðaustlægrri stefnu og sést gangstúfur norðarlega á fellinu, leifar gosrásarinnar. Auk Stapafells tilheyrir þessari myndun strýta á hæð við Stapafell, sem sést norðaustan í Hrómundartindi og gengur undir bólstrabergið í honum. Túffbreksíurnar í Stapafelli eru illa samlímdar og í giljum austan þess spretta fram úr þeim allmargar smálindir. Stapafellsmóbergið gæti samsvarað Sleggjumynduninni í Henglafjöllum að aldri, en bergið í henni er kísilsýruríkara.

3.4.2 Víðihlíð

Víðihlíð er lágur ávalur háls norðaustast á rannsóknarsvæðinu (sjá mynd 3.3) rúmir 3 km á lengd og um 1 km á breidd um miðjuna. Víðihlíð er öll úr póleiít-móbergi. Það er mest 70-100 m þykkt og hvílir á seti og Stekkásbasalti. Í giljunum fyrir austan Stapafell er andesít-móberg Stapafells neðst en póleiít-móberg ofar, þannig að Víðihlíð er yngri myndun. Ekkert sést með vissu af gosstöðvum Víðihlíðar en langásinn stefnir NA-SV. Víðihlíð er máð af jökulrofi og jökulbergs-hjúpur er víða ofan á henni. Berggerð og uppbygging í Víðihlíð er svipuð og í Háhryggsmynduninni í Henglafjöllum.



Mynd 3.3 Elstu móbergseiningar Hrómundartindskerfis

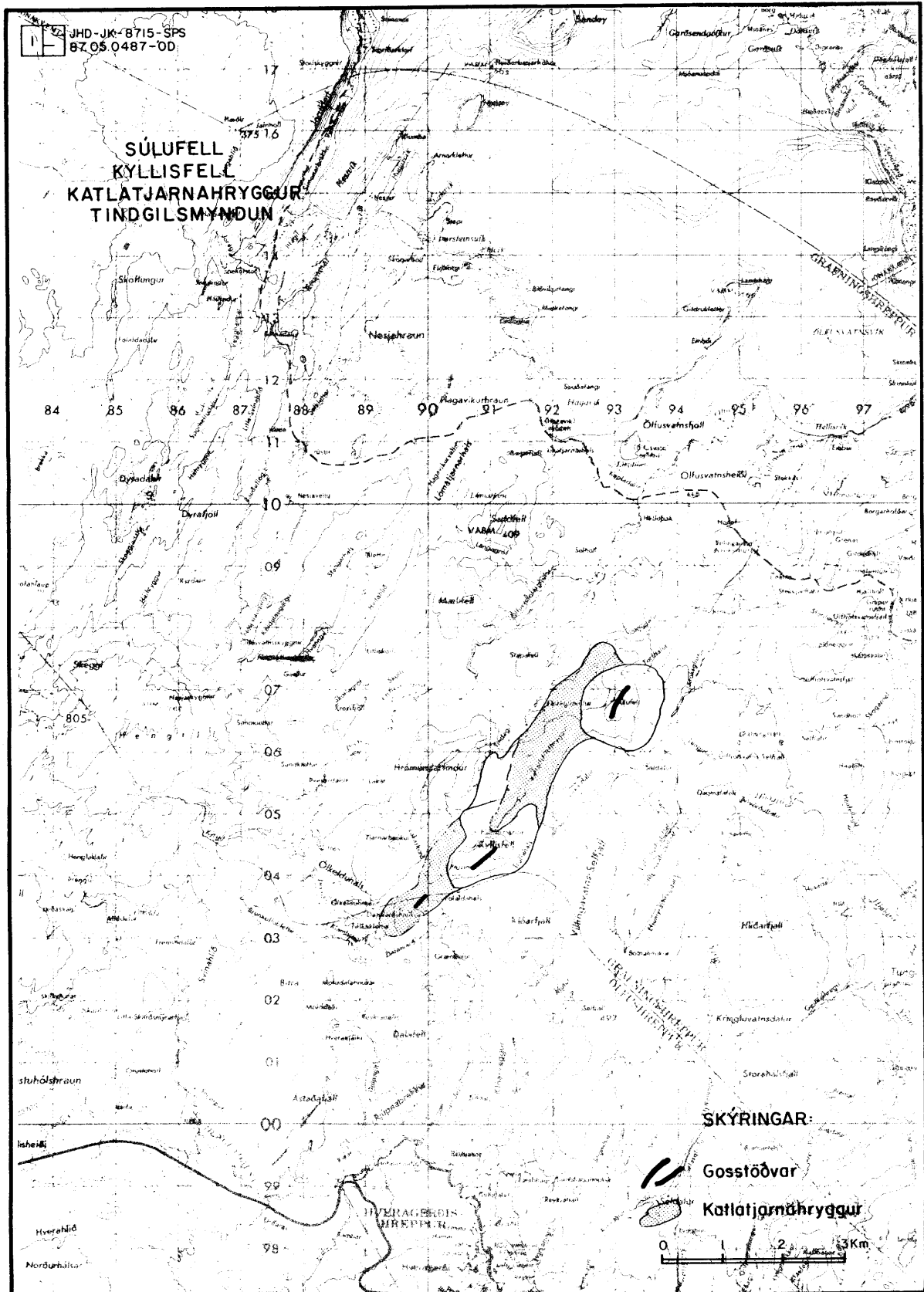
3.4.3 Tindgilsmyndun og Katlatjarnahryggur

Tindgil er austan við Hrómundartind (sjá mynd 3.4). Í því austanverðu kemur fram bólstrabergshryggur, um 1 km á lengd og rúmir 100 m á hæð. Hann sést leggjast ofan á Stapafellstúffið þar í gílinu. Bólstraberg Katlatjarnahryggjar liggur hins vegar ofan á Tindgilsmynduninni. Bergið í henni er dílalaust og fínkornað basalt. Það er nokkuð ummyndað. Ljósar útfellingar sjást víða í sprungum og glerið á milli bólstra er nokkuð ummyndað, þótt bólstrarnir sjálfir séu sæmlega ferskir. Tindgilshryggurinn veitir grunnvatnsrennsli talsverða mótstöðu, því þrátt fyrir háa grunnvatnsstöðu rétt austan við gilið (Katlatjarnir) koma lindir ekki fram í því.

Katlatjarnahryggur er bólstrabergshryggur sem nær frá Dalaskarðshnúk í suðri og norður á móts við Súlufell þar sem hann leggst ofaná Víðihlíðarmóberg (sjá mynd 3.4). Hryggurinn er 5 1/2 km á lengd og 200 m á hæð þar sem hann er þykkastur. Breiddin er um 2 km á miðkaflanum. Bergið í hryggnum er dílótt bólstraberg og bólstrabreksíur. Við Álftatjörn og Dalaskarðshnúk eru breksíurnar túffríkari. Hvergi sér með vissu í uppkomustað bólstrabergsins nema á Fólaldahálsi milli Kyllisfells og Dalaskarðshnúks. Þar sést í djúpum lækjarfarvegi 1-1,5 m breiður gangur hallandi til SA. Gangurinn skerst upp í gegnum bólstraberg og yfirliggjandi túff, sem hvort tveggja tilheyrir gosmyndun Katlatjarnahryggjar. Röð af sprengigígum liggur eftir hryggnum endilöngum og eru þeir miklu yngri en hann. Hryggurinn er nokkuð ellilegur útlits. Þykk jökulbergskápa hylur hann að norðan og austan. Ummyndun er ekki teljandi nema syðst kringum Dalaskarðshnúk. Þar utan við sést víða rauðleit slíkja utan á bólstrunum. Stærstu lindir á svæðinu spretta fram norðan og vestan undir hryggnum. Bólstrabergið í hryggnum er því góður vatnsleiðari. Misgengi með NA-SV stefnu og falli vestan megin sjást í Katlatjarnahrygg austanverðum.

3.4.4 Súlufell - Kyllisfell

Súlufell og Kyllisfell eru tvö áþekkt móbergsfjöll sem hvíla ofan á Katlatjarnahrygg. Súlufell er strýtulaga um 200-250 m hátt yfir umhverfið en Kyllisfell er hrygglega, 2 km á lengd og tæplega 150 m á hæð yfir umhverfið. Bæði eru að mestu úr stakdílóttum túffbreksíum. Í háu bergstáli í sprengigígnum Smjörðal vestan í Súlufelli sést bólstraberg undir breksíunum. Dílamagn er mjög áþekkt og í Katlatjarnahrygg og erfitt að greina fellin frá honum á þeim grundvelli. Við Litlu Katlatjörn sér hins vegar í setlag úr silti og sandsteini á mótum Katlatjarnahryggjar og Kyllisfells (Kristján Sæmundsson 1967). Katlatjarnahryggur og Kyllisfell geta því ekki verið samtíma myndanir. Hámarksþykkt setlagsins er rúmlega 10-15 m en útbreiðslan



Mynd 3.4 Tindgilsmýndun, Katlatjarnahryggur, Kyllisfell og Súlufell

er lítil. Það finnst einungis norðaustan við litlu tjörnina. Súlufell er þakið jökulbergi að austanverðu. Í kverkinni á milli Stórhóls og Súlufills er það þykkt og næstum samfellt. Utan á Kyllisfelli er einnig kápa úr jökulbergi. Hún er þykkust austast í fellinu sunnan í móti. Jarðhitaummyndun er ekki að finna í Súlufalli, en talsverð ummyndun er utan í Kyllisfelli syðst. Sú ummyndun teygir sig nokkuð upp eftir hlíðinni, og er aðallega bundin við breksíurnar undir túffinu í efri hluta fjallsins. Ummyndunarskellur eru einnig uppi á fellinu sunnan við háhnúkinn. Misgengi með NA-SV stefnu sjást á Súlufalli, en óljóst í Kyllisfelli.

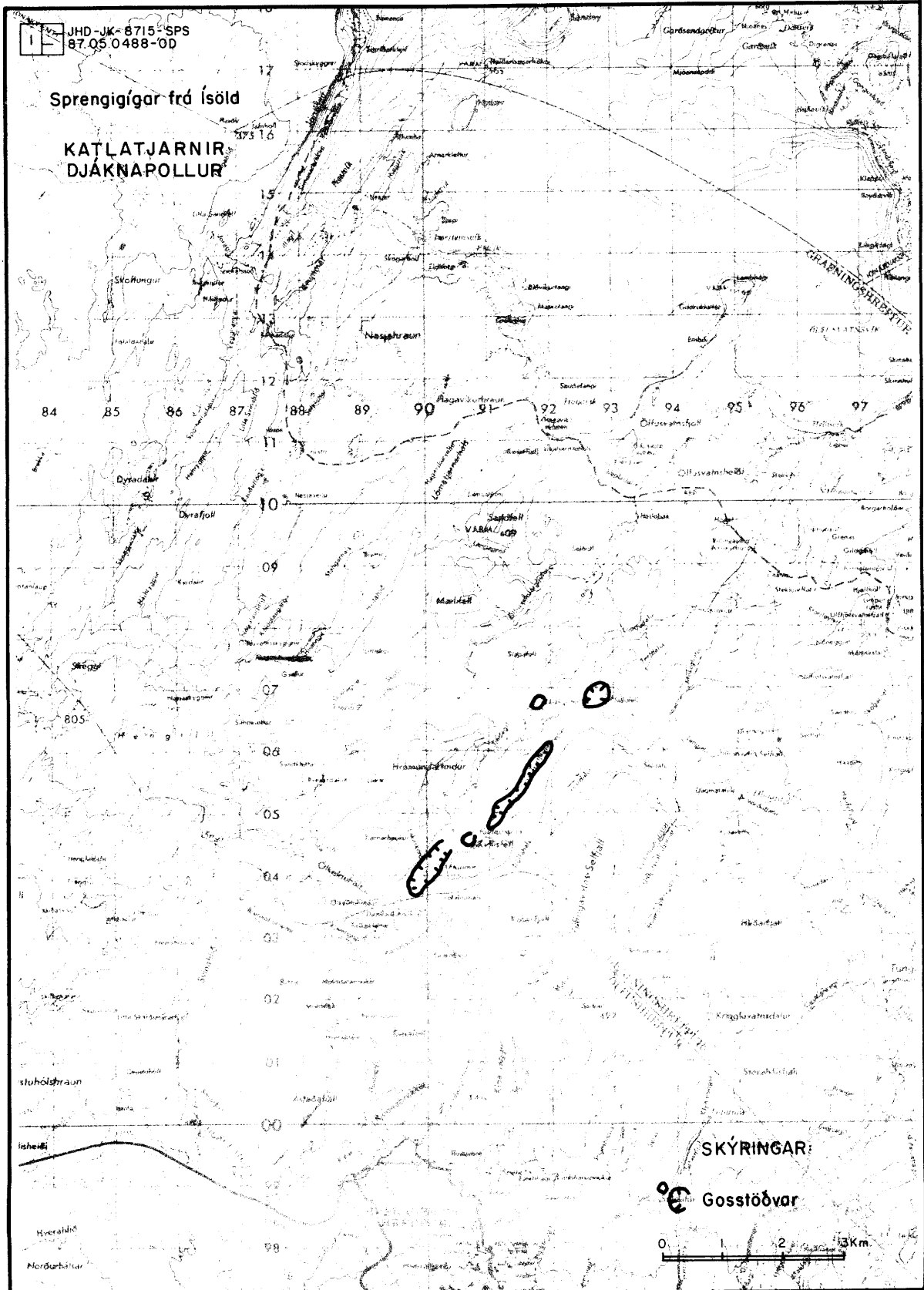
3.4.5 Sprengigígur

Röð af sprengigígum liggur eftir Katlatjarnahrygg frá Álftatjörn í suðvestri norðaustur í Súlufell (Smjördalur). Þarna á milli eru 4 km (sjá mynd 3.5). Kristján Sæmundsson (1967) hefur lýst sprengigígunum ýtarlega, öðrum en lægðinni kringum Álftatjörn, sem hér er einnig talið vera af sama uppruna. Sprengigígarnir eru frá ísöld sem sést af því að jökulbergsklíningur er innan á þeim sumum, og yngri móbergs-hryggir liggja að þeim og ofan í þá. Sprengigígarnir eru yngri en Súlufell og Kyllisfell, því að þeir ná upp í gegnum bæði fellin. Gígveggirnir eru þverbrattir og í tjörnunum (Katlatjörnum og Djáknapolli) eru djúpir katlar með bröttum veggjum. Gosefni úr þessum gígum hafa ekki fundist. Líklega hafa þau fallið á ísaldarjökulinn og síðan dreifst.

Katlatjarnir eru 1700 m löng sprengigíguröð, 100-300 m á breidd. Tjarnir eru í öllum gígunum nema þeim nyrstu, þar sem tjarnarstæðið er fyllt af framburði. Mesta dýpi í Stóru Katlatjörn er 27 m, en 22 m í Litlu Katlatjörn (Kristján Sæmundsson 1967). Mjótt haft úr Kyllisfells-móbergi er milli tjarnanna. Gígarnir hafa myndast vestan í hábungu Katlatjarnahryggjar og er austurveggurinn næstum þverbrattur. Þar sjást þverskurðir af innri gerð Katlatjarnahryggjar (bólstraberg) og Kyllisfills (breksíur) með jökulruðningi á skilfletinum á milli.

Smjördalur vestan í Súlufalli er í beinu norðausturframhaldi af Katlatjörnum og aðskilinn af 1 km breiðu hafti frá dældinni norðaustur úr Stóru Katlatjörn. Gígurinn er teygður í NA-SV stefnu og víddin á þann veginn um 300 m. Í þverbröttum austurvegg gígsins sést þverskurður af uppbyggingu Súlufills frá bólstrabergi neðst upp í lagskiptar móbergs-breksíur.

Álftatjörn og lægðin þar norður af er syðst í þessari sprengigíguröð og aðskilin frá Litlu Katlatjörn af mjóu berghafti úr Kyllisfells-móbergi og jökulruðningi. Við Álftatjörn sjást stallar sem gætu verið brúnir á gíg af svipaðri stærð og Litla Katlatjörn, um 300 m í þvermál.



Mynd 3.5 Sprengigígar í Katlatjarnareininni

Álftatjörn sjálf er næstum fyllt af seti, en jökulsporður hefur sennilega legið um tíma í ísaldarlokin í Litlu Katlatjörn og hryggurinn fyrir sunnan hana er að nokkru leyti jökulgarður. Framburður frá jöklinum hefur þá fyllt upp í gíginn og sléttað lægðina þar sem Álftatjörn er nú.

Djáknapollur er um 500 m til hliðar og vestan við aðalsprengigígarröðina á mótum við haftið milli Smjördals og lægðarinnar norðaustur frá Stóru Katlatjörn. Djáknapollur er sprengigígur sömu gerðar og Katlatjarnir með veggbröttu 6 m djúpu keru í botni. Lægð suðvestan við Djáknapoll gæti bent til að þarna hafi verið stutt sprengigígarröð. Fólaldahryggur vestan við gíginn er yngri myndun.

Myndun sprengigíganna er dálítill ráðgáta á meðan gosefni úr þeim hafa ekki greinst. Kristján Sæmundsson (1967) taldi að tengsl gætu verið á milli myndunar sprengigíganna og yngri móbergshryggja sem liggja að þeim, en benti réttléga á að hryggirnir eru yngri og hefðu fyllt gígana ef þeir væru frá sama gosi. Bergið í hryggjunum er misjafnt að gerð (sjá síðar) og þeir því sennilega ekki myndaðir á sama tíma. Að formi til líkjast sprengigígarnir mest "maar"-týpunni, en einkenni þeirra er djúp trekt ofan í eldra berg og lágur gíggrimi umhverfis. Hér sést aðeins trektin en gíggrimann vantar alveg. Orsök til myndunar sprengigíga af "maar" gerð er talin vera gasrík kvika, sprengisúða upp úr jarðhitakerfi (sbr Víti í Kröflu) og jafnvel vatnsgufa sem myndast við blöndun basaltkviku við vatn, en í því tilfelli myndast grunn trekt og túffkeila umhverfis (sbr. Sandey eða Hverfjall í Mývatnsveit). Sprengigígarnir eru utan við aðal-jarðhitasvæðið í Hrómundartindskerfinu, þannig að sprengisúða upp úr jarðhitakerfi er ólíkleg orsök. Gasrík kvika myndi hafa dasít- eða líparítsamsetningu, en svo kísilsýruríkt berg þekkist ekki í Hrómundartindskerfinu.

Sú skýring er því fremur ósennileg. Umdeilt er, hversu djúp trekt getur myndast niður í berggrunn undir túffkeilu við "freatískt" gos þar sem basaltkvika blandast vatni efst í gosrás (Moore 1985, 1987, Kokelaar 1987).

Enn einn möguleiki er ónefndur, en kann að þykja fjarstæðukenndur: fljótandi magmatískt koldíoxíð, sem þenst explósíft nærri yfirborði, er það nær að streyma upp um sprungu (Chivas o.fl 1987). Vísbending um slíkar aðstæður í Hrómundartindskerfinu eru mikið kolsýruuppstreymi á Ölkelduhálssvæðinu, en jarðhitaummyndun nær austur í Kyllisfell og ölkeldur eru suðaustan í því. Bergið í yngstu gosmyndununum bendir til að storknandi gabbróinnskot sem gæti gefið frá sér kolsýru sé undir Ölkelduhálssvæðinu (sjá síðar). Lítil sprunguvirkni er í Katlatjarnareininni, sem veldur tregleiðni upp til yfirborðs. Kolsýra kann að vera megin-orsakavaldur mikillar gjallframleiðslu í basaltgosum á ölkeldu- og kolsýrulaugasvæðum eins og í Grímsnesi (Seyðishólar) og á Snæfellsnesi.

3.4.6 Svartihryggur, Foldahryggur, Litla Súlufell

Vestan við Stóru Katlatjörn, Djáknapoll og Smjördal eru litlir móbergshryggir, sem eru í öllum tilfellum yngri en sprengigígarnir. Þeir eru ólíkir bæði um gerð og bergtegund og því sennilega misgamlir, en þó lítt hjúpaðir jökulbergi og því meðal hinna yngri goseininga á svæðinu. (sjá mynd 3.6).

Svartihryggur á vesturbarmi Stóru Katlatjarnar er um 1,5 km á lengd og um 80 m á hæð. Hann er úr frauðkenndri dílalausri breksíu, og án ummyndunar. Ljóst er að hryggurinn er yngri en gígurinn, því að austurbrekkan nær út í tjörnina.

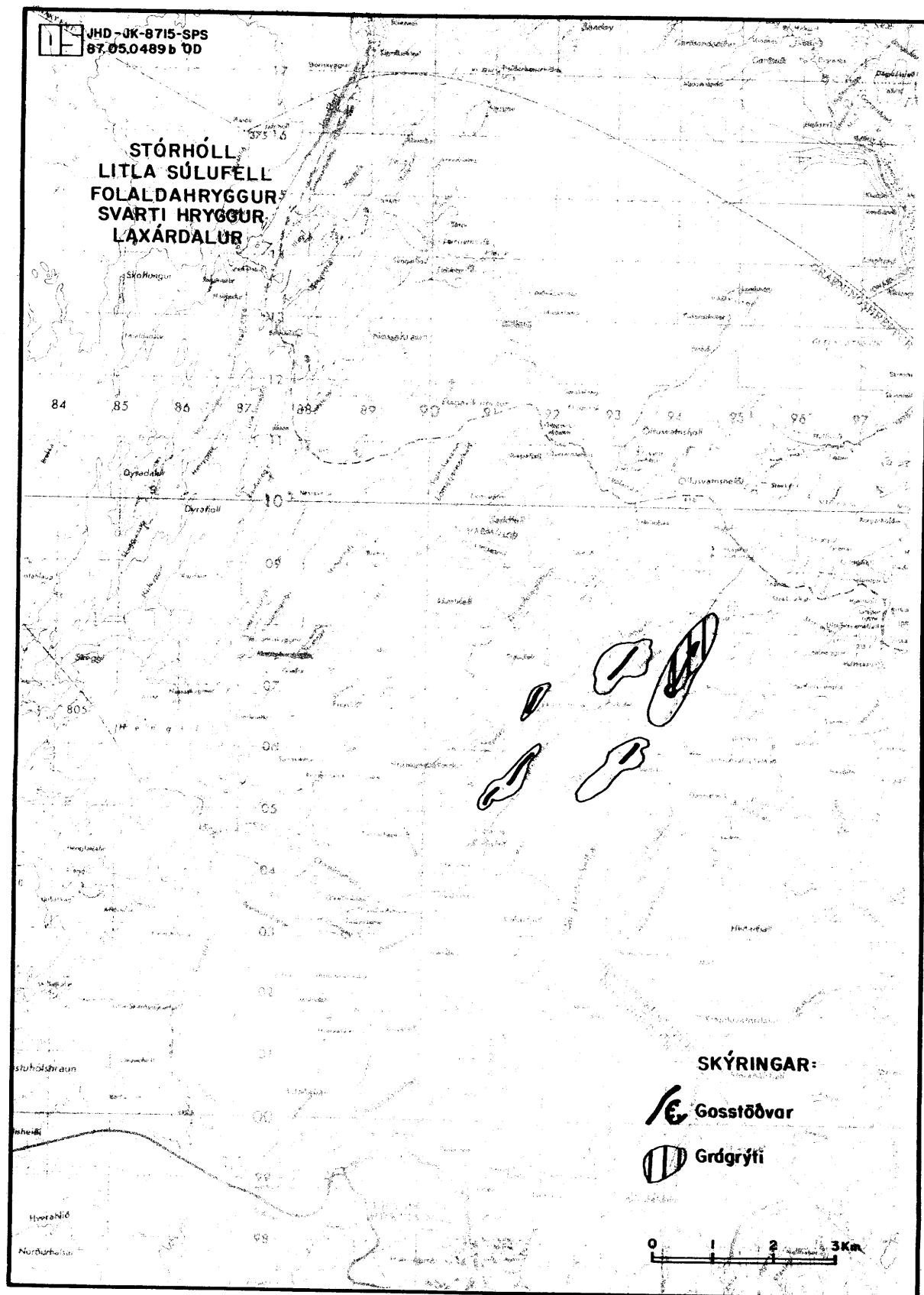
Folaldahryggur vestan við Djáknapoll er 1/2 km á lengd og um 50 m hár. Hann er úr alveg fersku bólstrabergi sem hefur sín sérstöku dílaeinkenni (2-3% plagíóklasdílar, 0,5-2 mm). Norðan við hrygginn sér í gamlan misgengisstall. Talsvert norðar í grunnum gilskorningi sér í dílóttan gangstubb sem gæti tengst myndun Folaldahryggjar.

Litla Súlufell er 1200 m langur og rúmlega 200 m hár hryggur úr bólstrabergi sem liggur utan í Súlufelli og nær með suðurendann ofan í sprengigíginn Smjördal. Bergið í hryggnum er dílótt. Dílarnir eru langir, vel vaxnir plagíóklas-kristallar. Bergið er ferskt og hvergi vottar fyrir ummyndun.

3.4.7 Laxárdalsmyndun og Stórhóll

Austan í Katlatjarnareinininni eru tvær gosmyndanir, sem liggja utan í Súlufelli og eru líklega báðar yngri en það. Þær hafa komið upp á sömu gossprungunni, en eru ólíkar að gerð og úr ólíku bergi, þannig að þær eru ekki myndaðar í sama gosi. Í báðum tilfellum hefur verið um smágos að ræða.

Laxárdalsmyndun: Fyrir mynni Laxárdals liggur lágur þröskuldur úr móbergsbreksíu og bólstrabergi. Undirlagið sést í gili sem Laxá hefur grafið gegnum þröskuldinn, en það er Súlufells-móberg og jökulberg þar ofan á. Gangur, 0,7-1,0 m breiður með NA-SV-stefnu liggur þar upp í gegn og er hann auðsæilega aðfærsluæð móbergsins í Laxárdalsmynduninni (þversnið sýnt hjá Kristjáni Sæmundssyni 1967). Bergið í Laxárdalsmynduninni er dílalaust. Gosefnin mynda lágan hrygg um 1,5 km langan með stefnu NA-SV. Nyrst hafa breksíur og bólstraberg runnið niður hallann frá mynni Laxárdals, en eru nú gegnumskorin af ánni. Stórhóll er lág hæð austan við Súlufell rúmur 1 km á lengd ef öll myndunin er talin. Þar sem hóllinn er hæstur um 50 m yfir umhverfið er gíglaga bolli í kollinum. Efnið í Stórhól er stakdílótt basalt og hraun ofan á. Hraunið hefur runnið norður í átt að Króki,



Mynd 3.6 Folaldahryggur, Litla-Súlufell og Svartihryggur.
Stórhóll og Laxárdalsmyndun

og eru breksíur með skálögun í hraunbotninum. Hraunið sjálft er yfirleitt með kubbabergseinkennum og að því leyti ólíkt Stekkásbasaltinu, sem liggur undir og er aðskilið frá Stórhól af þykku jökulbergslagi. Jökulberg hylur mót Stórhóls og Súlufellis og myndunin öll er máð af jökli en lítt hulin jökulbergi. Í jarðfræðilýsingu Kristjáns Sæmundssonar (1967) er Stórhólsmyndunin talin mjög ung jafnvel frá lokum síðasta jökulskeiðs. Sú aldursákvörðun verður þó að teljast mjög óviss.

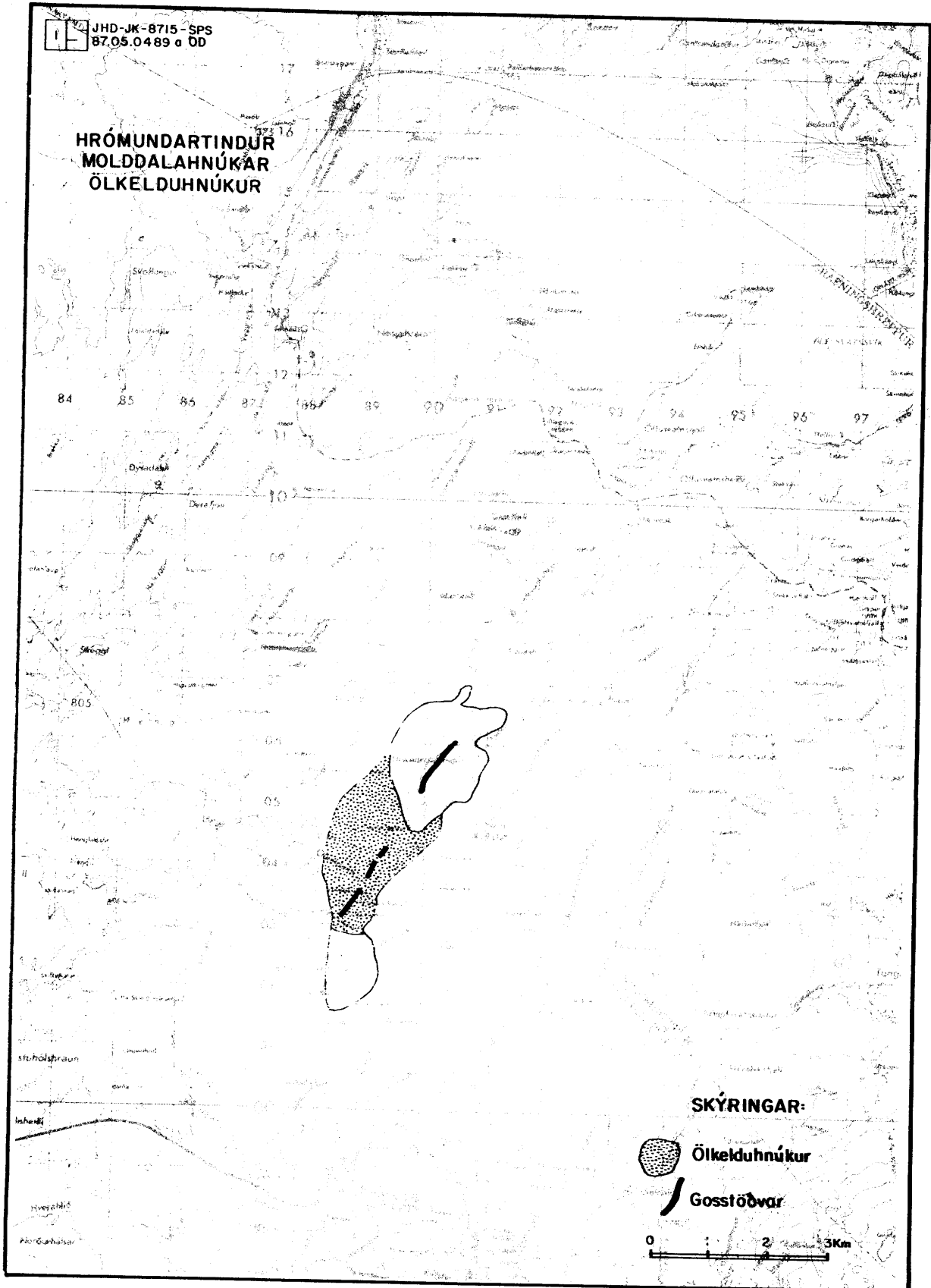
3.4.8 Ölkelduhnúkur

Ölkelduhnúksmyndunin nær yfir Ölkelduhnúk, Ölkelduháls og Lakaskörð og myndar breiðan, ávalan hrygg úr bólstrabergi, en breksíur og móbergstúff er efst í honum svo sem í Ölkelduhnúk. Þessi hryggur er um 2,5 km á lengd, 1 km á breidd og hæðin a.m.k. 200 m yfir umhverfið (sjá mynd 3.7). Bergið í Ölkelduhnúksmynduninni er smákorna, og díalaut að mestu. Ummyndun er mikil í Ölkelduhnúk og norður eftir Ölkelduhálsi. Bólstrabergstaumar sem liggja frá Ölkelduhnúk niður í Reykjadal eru vægt ummyndaðir nema neðst, næst mótunum við eldra berg úr Hveragerðis-elstöðinni. Ölkelduhnúksmyndunin hverfur til norðausturs undir Hrómundartind. Kristján Sæmundsson (1967) taldi hvort tveggja tilheyra sömu goseiningu, en svo er ekki því að á þeim er bergfræðilegur munur.

3.4.9 Hrómundartindur

Hrómundartindur er stærsta fjallið á rannsóknarsvæðinu og eftir honum er eldstöðvakerfið nefnt (sjá mynd 3.7). Hann er samt efnisminni en halda mætti við fyrstu sýn því að eldri myndanir ná hátt upp í hann sunnan megin (Ölkelduhnúksmyndun) og austan megin (Tindgilsmyndun og Stapafellsmyndun).

Hrómundartindur er 2 km langur móbergshryggur um 300 m hár yfir umhverfið og undirliggjandi gosmyndanir. Bergið í Hrómundartindi er stórdílótt basalt, en dílunum er mjög misdreift; þó nokkuð finnst af gabbróhnyðlingum. Í háhrygg fjallsins er bólstraberg, en lagskipt túff og túffbreksíur hallast út frá bólstrahryggnum í báðar áttir. Vestan megin nær túffið niður að jafnsléttu og myndar þykka stabba utan í fjallsöxlunum. Laghallinn í þeim er miklu minni en hlíðarhallinn, og hefur sýnilega verið aðhald vestan megin á þeim tíma sem túffið hlóðst upp, eflaust jökulveggur geilarinnar sem gosið bræddi. Lakahnúkur stendur ofan á Ölkelduhálsmynduninni sunnan við Hrómundartind og er aðskilinn frá honum af djúpu skarði. Hnúkurinn er úr lagskiptu túffi sem er mest um 75 m á þykkt. Bergið í hnúknum er dílótt eins og í Hrómundartindi. Neðst í Lakahnúk norðan megin er breksíukennt túff og basaltmolarnir í því eru bólstrabrot. Þetta breksíukennda lag nær spölkorn norður með Hrómundartindi að austan og



Mynd 3.7 Hrómundartindur, Molddalahnúkar og Ölkelduhnúkur

gengur upp að tindinum og að því er virðist undir bólstrabergið í hákambinum. Þar er það orðið bólstrabreksía með litlu túffívafi. Lagskipting er greinileg og hallandi til SA. Lagskipta móbergstúffið í Lakahnúk leggst ofan á breksíukennda túffið en tengsl þess við Hrómundartind sjást ekki. Í lagskipta túffinu eru basaltmolarnir (algengast 0,2-5 cm) gjall- eða frauðkenndir, og sama gildir um stærri hraunklessur eða bombur (allt að 80 cm), allt án glerskorpu. Suðvestast er Lakahnúkstúffið að hluta til sandkennt og þunnlögótt, en í því þykk grófgerð lög sem liggja í grunnum rofdældum. Annars eru lögin í hnúknum misþykk, algengast 10 cm-1,0 m, og samanstanda af misjafnlega grófu túffi. Öskubaunir fundust ekki með vissu, nema efst í túffstabbnum. Laghalli í Lakahnúkstúffinu er yfirleitt á bilinu 5-10°, suðvestlægur norðaustast í hnúknum en annars suðaustlægur. Skálarlögung er þannig fyrir hendi, en samt ekki gígur. Upptök túffsins hafa óefað verið norðan við hnúkinn í Hrómundartindi.

Gosið sem myndaði Lakahnúk hefur verið "freatískt" sprengigos, þ.e. gufusprengigos í grunnu vatni. Túffið í hnúknum virðist loftborið a.m.k. efst. Það gæti skýrt hina sérkennilegu dreifingu þess. Það eina sem varðveitt er féll ofaná Ölkelduháls, þ.e. háhálsinn næst gosstaðnum. Hitt hefur fallið á jökul eða óstöðugt undirlag og skolast burtu.

Ummyndun er tiltölulega lítil í Hrómundartindi og bundin við hita- svæðin í Lakaskörðum og Volgruhól. Gangur með NA-SV stefnu og hallandi til SA skerst upp í gegnum túffstabban neðarlega að austanverðu. Bergið í ganginum er dílalaust. Hann tilheyrir því annarri og yngri gosmyndun en Lakahnúkur, líklega Svartahrygg, sem áður var lýst.

3.4.10 Molddalahnúkar

Fyrir sunnan Ölkelduhnúk rísa Molddalahnúkar og er Klambragil á milli. Hnúkarnir eru úr dílalausum bólstrabergi og bólstrabreksíu dökku í sárið en með smáum plagíóklas-nálum. Sunnan við Klambragil sést að Molddalahnúkar liggja ofan á Ölkelduhnúksmynduninni. Bergið í Molddalahnúkum er ferskt nema við brekkuræturnar en allt í kringum þá eru hverasvæði. Ummyndunin er mest í Hverakjálka sunnan við hnúkana. Molddalahnúkar hafa hlaðist upp á stuttum sprungum og myndað tvo hryggi, annan með N-S stefnu hinn með NA-SV-stefnu. Á milli þeirra er strýta, sem hlaðist hefur upp á þriðju sprungunni. Hryggjabyrpingin er um 1 km á lengd og stendur um 180 m yfir umhverfið. Milli hnúkanna er djúp dalhvilft, Molddalir, sem líklega er þó ekki gígur, heldur mynduð við upphleðslu í hryggjunum umhverfis.

Vatnsmiklar lindir koma undan Molddalahnúkum í Klambragili og einnig undan suður- og austurhlíðinni. Flestar eru volgar, en heitar lindir og ölkeldur eru þar einnig á meðal.

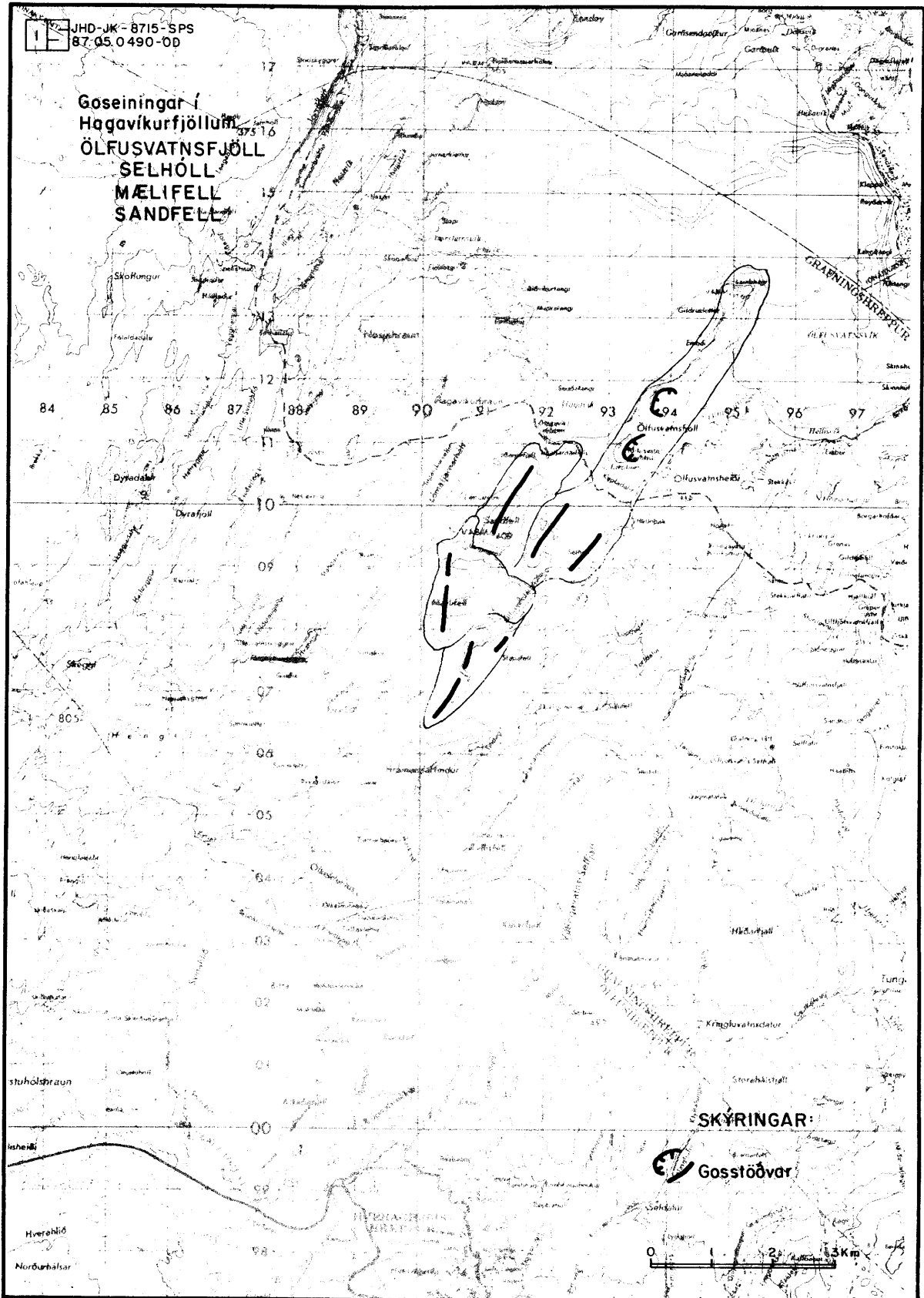
3.4.11 Sandfell

Þrjár síðustu goseiningarnar sem taldar verða hér á eftir eru Þyrpingin sem nefnd var Hagavíkurfjöll hjá Kristjáni Sæmundssyni (1967). Elst þeirra er Sandfell (sjá mynd 3.8). Sandfell er hryggur úr bólstrabergi og breksíum 1 1/2 km á lengd og um 300 m hár yfir umhverfið. Bólstrabergið er einkum að finna í Líkatjarnarhálsi sem gengur norðaustur undan Sandfelli, en meginfjallið er úr breksíum. Eiginlegt móbergstúff finnst ekki. Bergið er stórdílótt og nokkuð misdílótt (5-30%). Dílarnir eru plagíóklas og sést í bólstrabergi við Hagavík að þeir hafa sokkið þannig að efst í bólstrunum er bergið dílasnautt (Kristján Sæmundsson 1967). Þetta fyrirbæri er víðar að finna, til dæmis í Selhólströðinni. Sandfellsmyndunin gengur undir bæði Mælifellsmyndunina sem sést vestan megin við Sandfell og Selhólsmyndunina austan megin.

3.4.12 Mælifell

Mælifell er Þyrping af hnúkum og hryggлага hálsrönum sunnan Sandfells og aðskilið frá því af djúpri gróf, Löngugróf, sem er gamall vatnsfarvegur grafinn á milli þessara myndana. Inn á milli hnúkanna er djúp gíglaga kvos, sem þó mun ekki vera gígur heldur leg jökuls sem ekki bráðnaði þegar hnúkarnir í kring uxu upp. Hnúkaþyrpingin er um 2 km á lengd og hæðin er mest um 200 m yfir umhverfið. Gossvæðið er um 600 m á breidd, en frá því hefur runnið breiður bólstrabergsstraumur vestur að Ölfusvatnsá, þannig að mesta breidd Mælifellsmyndunarinnar er um 1700 m.

Helsta einkenni bergsins í Mælifelli er kröðak af ólivíndílum; það er því auðþekkt frá nálægum myndunum. Mælifelli má skipta í tvennt (Kristján Sæmundsson 1967). Annars vegar eru hnúkarnir í austurhluta fellsins sem eru úr bólstrabergi syðst og í pallinum austur að Ölfusvatnsá, en túfbreksíum efst og nyrst. Hins vegar er vesturhluti fellsins sem er nokkuð samfelldur hryggur úr bólstrabergi og nær norður fyrir Löngugróf spölkorn norður með Sandfelli að vestan. Í háhryggnum sunnan við Löngugróf er bergið plagíóklas-dílótt með sáralítið ólivín. Berggangur gengur þar upp úr hryggnum á 100 m kafla. Líklega er þetta yngsta bergið í Mælifellsþyrpingunni. Trausti Einarsson (1976) fann öfuga segulstefnu í ganginum. Eftir okkar túlkun myndi það benda til að Mælifell væri 20.000-40.000 ára gamalt, en þá varð umsnúningur í segulsviði sem stóð í stuttan tíma (Leó Kristjánsson og Ágúst Guðmundsson 1980). Mælifell ber lítil merki jökulrofs. Jökulruðningur er þó utan á því að austan og steinar úr því finnast í jökulruðningi t.d. utaná Sandfelli að suðaustanverðu (Kristján Sæmundsson 1967), sem sýnir að jökull hefur skriðið a.m.k. um tíma í norður frá jökulmiðju á Hengilssvæðinu.



Mynd 3.8 Goseiningar í Hagavíkurfjöllum

3.4.13 Selhóll - Ölfusvatnsfjöll - Lambhagi

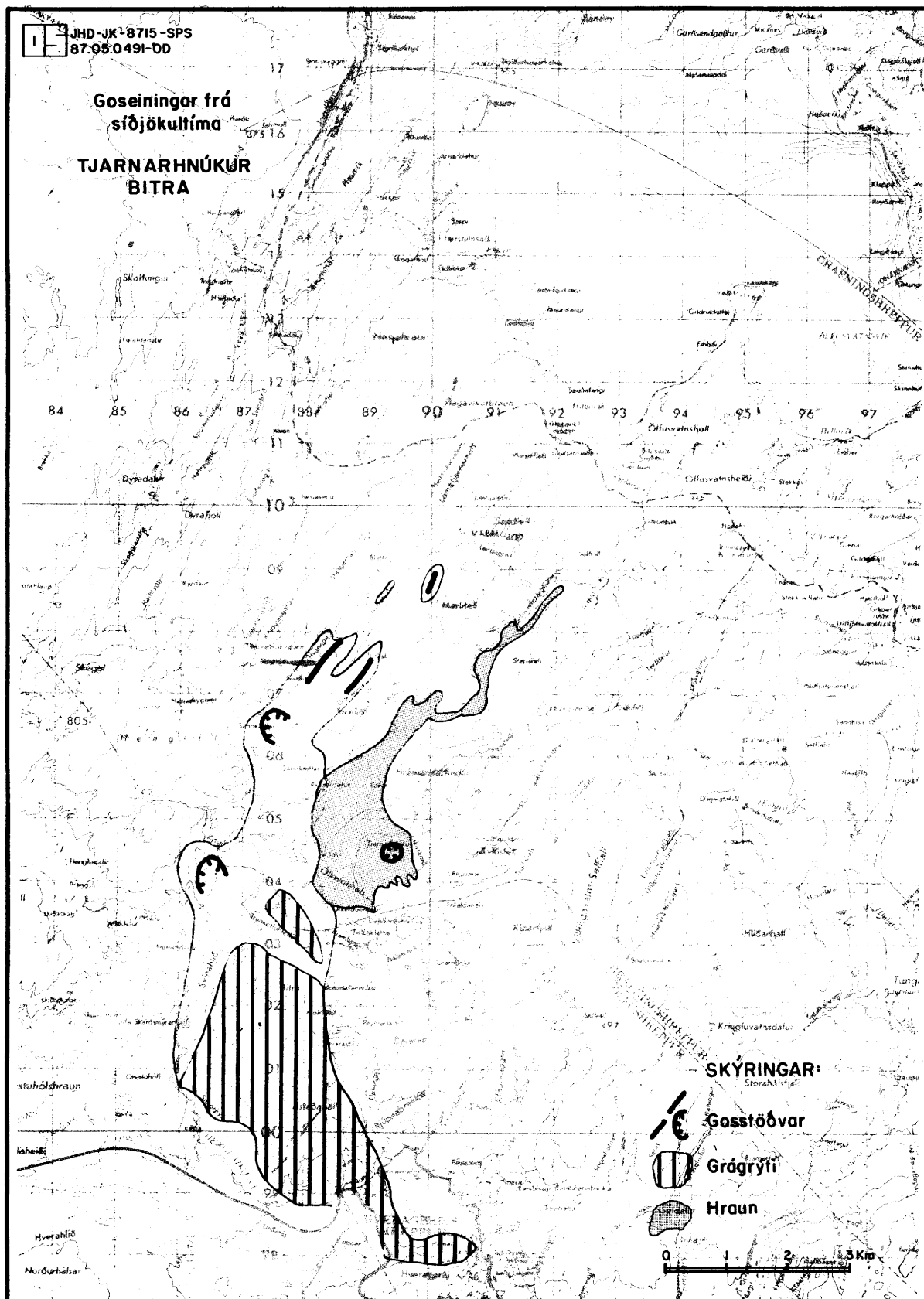
Ofantalin hnúka- og fjallaröð er 8 km á lengd og slitin á tveimur stöðum, syðst á móts við Mælifell og nyrst milli Lambhaga og Ölfusvatnsfjalla. Hæstu hnúkarnir eru um 100-150 m yfir umhverfið en nokkru meira reiknað frá botni Þingvallavatns. Bergið er samskonar í allri röðinni, stórdílótt (plagióklas) ólivínbasalt. Berggerðin er að langmestu leyti bólstraberg. Norðan í Ölfusvatnsfjöllum er lagskipt móbergstúff neðst í bólstraberginu. Sunnan við höfðann í Lambhaga eru þykkir stabbar (Gildruklettur og Einbúi) úr gráleitu ummynduðu móbergstúffi, sem sýnist ganga undir höfðann. Sunnan við túffið sést bólstraberg við vatnsbakkann vestan megin. Bergið er alls staðar sama dílóttu afbrigðið. Ummyndunin í túffinu stafar líklega af hitaáhrifum frá bólstraberginu undir. Ölfusvatnsfjöll og Lambhagi eru mjög rofin að norðvestanverðu, þar sem jökulskrið að norðan hefur sargað utan úr. Suðaustan megin hins vegar eru fjöllin og Lambhagi aflíðandi og þakin jökulruðningi samlægum hlíðinni. Í Ölfusvatnsfjöllum vottar fyrir gígum.

Lögun hæðanna og útbreiðsla bólstrabergsins á móts við Selhól bendir til að þar hafi verið tvær gossprungur sem skarast. Önnur hefur verið í hnúkunum næst Sandfelli, hin í rananum suðvestan við Ölfusvatnsfjöll, hefur legið um Selhól. Á milli gossprungnanna hafa verið um 700 m.

Bólstrabergið í Selhól syðst í hnúkaröðinni er yngra en bæði Sandfell og Mælifell. Óvíst er hvort fellin í hnúkaröðinni séu öll frá sama gosi þótt berg í þeim sé eins. Miðfell austan við Þingvallavatn er t.d. bólstrabergshryggur myndaður í a.m.k. tveimur gosum á sömu sprungu og Lambhagi, Ölfusvatnsfjöll og Selhóll. Suðurendi Miðfells er úr pikríti eins og Mælifell, en norðausturparturinn er úr plagióklasdílóttu móbergi.

3.4.14 Tjarnahnúkur

Yngsta gosið í Hrómundartindskerfinu var í Tjarnahnúk snemma á nútíma (mynd 3.9). Tjarnahnúkur er á gossprungureininni gegnum Hrómundartind, Ölkelduháls og Ölkelduhnúk sem líta má á sem miðsvæðið í Hrómundartindskerfinu. Gosið hefur myndað 30-35 m háa reglulega gjallkeilu með laut í kollinn. Hraun er allt umhverfis og hefur það runnið út yfir Ölkelduháls og niður Þverárdal og síðan eftir farvegi Ölfusvatnsár og endar á malarhjalla við mynni árgljúfursins. Hraunið er slétt hellu- hraun alla leið (5 km). Meðfram Ölfusvatnsá sést að það er einfalt í þverskurði og þykkt þess þar er um 5 m. Flatarmál hraunsins er um 3,5 km². Hraunið er mjög ellilegt að sjá. Á Ölkelduhálsi er það mjög frostveðrað og stórar blokkir hreyfðar til. Þar er hraunið reyndar mjög þunnt og hvílir á jarðhitaleir.



Mynd 3.9 Goseiningar frá síðjökultíma

Jökull hefur verið hörfinn af þessu svæði þegar hraunið rann og það er ekki jökulsorfið. Ölfusvatnsárgljúfur hefur ekki verið til þegar hraunið rann, en það endar á malarhjalla í 160 m hæð við mynni gljúfursins (Um malarhjallana og jökullón sunnan Þingvallavatns í lok ísaldar sjá Kristján Sæmundsson 1965). Jarðvegur sést hvergi undir hrauninu meðfram Ölfusvatnsá. Allt bendir þetta á að hraunið sé frá byrjun nútíma. Okkar tilgáta er sú að hraunið hafi runnið eftir að vatnsborð í lónunum var komið niður fyrir 160 m hjallann og gljúfrið hafi grafist mjög stuttu eftir að hraunið rann á tímasteiði örrar jöklaþráðunar á Hengilssvæðinu eftir Búðastig.

Tjarnahnúkshraun er mjög dílótt (aðallega plagíóklas en einnig pýroxen og ólivín), og í því mikið mor af "gabbró"-hnyðlingum (Kristján Sæmundsson 1967). Hvað dílana varðar er hraunið sambærilegt við aðrar hinar yngstu móbergs- og bólstrabergsmyndanir í kerfinu (Hagavíkur-fjöll, Litla Súlufell o.fl.), en það er einstakt hvað hnyðlingana varðar, enda þótt þeir finnast strjált í sumum öðrum goseiningum svo sem í Hrómundartindi, Kyllisfelli og Sandfelli. Dílabergið og hnyðlingarnir benda til að kvika í rótum Hrómundartindskerfisins, þaðan sem þessi hraun eru ættuð, sé að storkna í gabbró. Innstreymi kviku úr möttli veldur röskun og í gosum hrífur hún með sér hlutstorkna kviku (dílar) og jafnvel storknaðar skánir (hnyðlingar) úr jöðrum hins verðandi gabbróinnskots.

3.5 Jarðgrunnur

Laus jarðlög eru mun meira áberandi á svæðinu sem kortlagt var sumarið 1986 heldur en vestar, kringum Hengil og Nesjavelli. Víðáttumiklir malarhjallar eru austan Ölfusvatnsfjalla frá Þingvallavatni upp fyrir Krók og þaðan austur að Úlfljótsvatnsfjalli. Hjallarnir eru mjög efnismiklir, einkum þeir neðstu í 110 og 135 metra hæð (Kristján Sæmundsson 1965). Þykkir malarhjallar eru einnig vestan Víðihlíðar upp með Ölfusvatnsá. Þeir eru nokkru hærri en hjallarnir við Krók. Allir þessir hjallar hafa sest til í lónum framan við jökulsporð í ísaldarlokin. Neðri hluti hjallanna er oftast skálaga sandur en möl hið efra. Mölin er oft lítt núin bólstrabrot sérstaklega í efstu hjöllumum. Innst í Þverárdal eru hjallar utan í norðurjaðri Bitru. Þeir eru að miklu leyti úr silti og sandi. Malardreif er þó að finna í efstu hjöllumum og í farveginum forna milli Ölkelduhnúks og Molddalahnúka. Þessir hjallar eru myndaðir á sama hátt og hjallarnir við Krók. Þverárdalshjallarnir eru á jarðhitasvæðinu og talsvert ummyndaðir og mestur hluti þeirra væri tæpast hæfur sem fyllingarefni. Við Álftatjörn er setfyllt lægð. Lítið er vitað um efnið í þeirri lægð nema að við suðurenda tjarnarinnar eru efnisrýrir malarhjallar sem bera vitni um hærri vatnsstöðu í lægðinni, áður en gilið fram úr henni grófst.

Norðan í Sandfelli er stórgrýtisdreif og einnig austan í Ölfusvatnsfjöllum. Þessa dreif hefur jökull borið upp úr Þingvallavatns-lægðinni í ísaldarlokin. Jökulgarðar tengdir sama stöðunarstigi jökulsporðs í ísaldarlokin eru við Lómatjörn og vestan við Lómatjarnarháls, norðarlega. Við veginn á milli Sandfells og Ölfusvatnsfjalla er stuttur jökulgarður og eins er örstuttur grjótgarður norðarlega á Víðihlíð. Þessir garðar eru af svipuðum aldri og malarhjallarnir við Krók og Víðihlíð. Garðarnir og jökullónin eru sennilega frá Búðaskeiði, framrásarstigi seinast á ísöld, og hörfunarskeiði fyrst á eftir og því rúmlega 10.000 ára gamlir.

Jarðgrunnur á svæðinu er að öðru leyti svipaður og á Hengilssvæðinu. Grjótskriður eru víða í hlíðum bólstrabergsfjalla og leysingaframburður fyllir afrennslislausar lægðir og kvosir. Við Þverá eru á nokkrum stöðum efnisrýrar malareyrar og svipað gildir um Laxá.

Framhlaup eru nokkur. Þau eru flest tengd ummyndun og jarðhita í brattlendi. Stærsta framhlaupið er í Lakaskörðum norðan við Tjarnahnúk. Þar hefur dálítil spilda hlaupið fram til norðvesturs, og tekið sneið úr gígnum með sér. Stórar jarðvegstorfur hafa sigið ofan úr Ölkelduhnúk að norðanverðu og bunkast upp við brekkuræturnar.

3.6 Brotahreyfingar

Meginhluti rannsóknarsvæðisins er utan við virka sprungusveiminn á Hengilssvæðinu. Austustu brot Hengils-sigdalsins með tuga metra falli til vesturs eru vestan í Lómatjarnarhálsi og Bæjarhálsi og liggja út yfir Þingvallavatn í stefnu á Arnarfell. Sunnar hverfa þau undir ungar gosmyndanir, Sandkletta og Bitru. Stallur kom fram í þyngdarmælingum sumarsins 1986 vestan í Hvíthlíð. Hann bendir til að sigstallarnir haldi áfram til suðvesturs þar undir og framhald þeirra sé vestan í Litla Skarðsmýrarfjalli, en þar eru stór misgengi, 70 m eða stærri (Helgi Torfason o.fl. 1983).

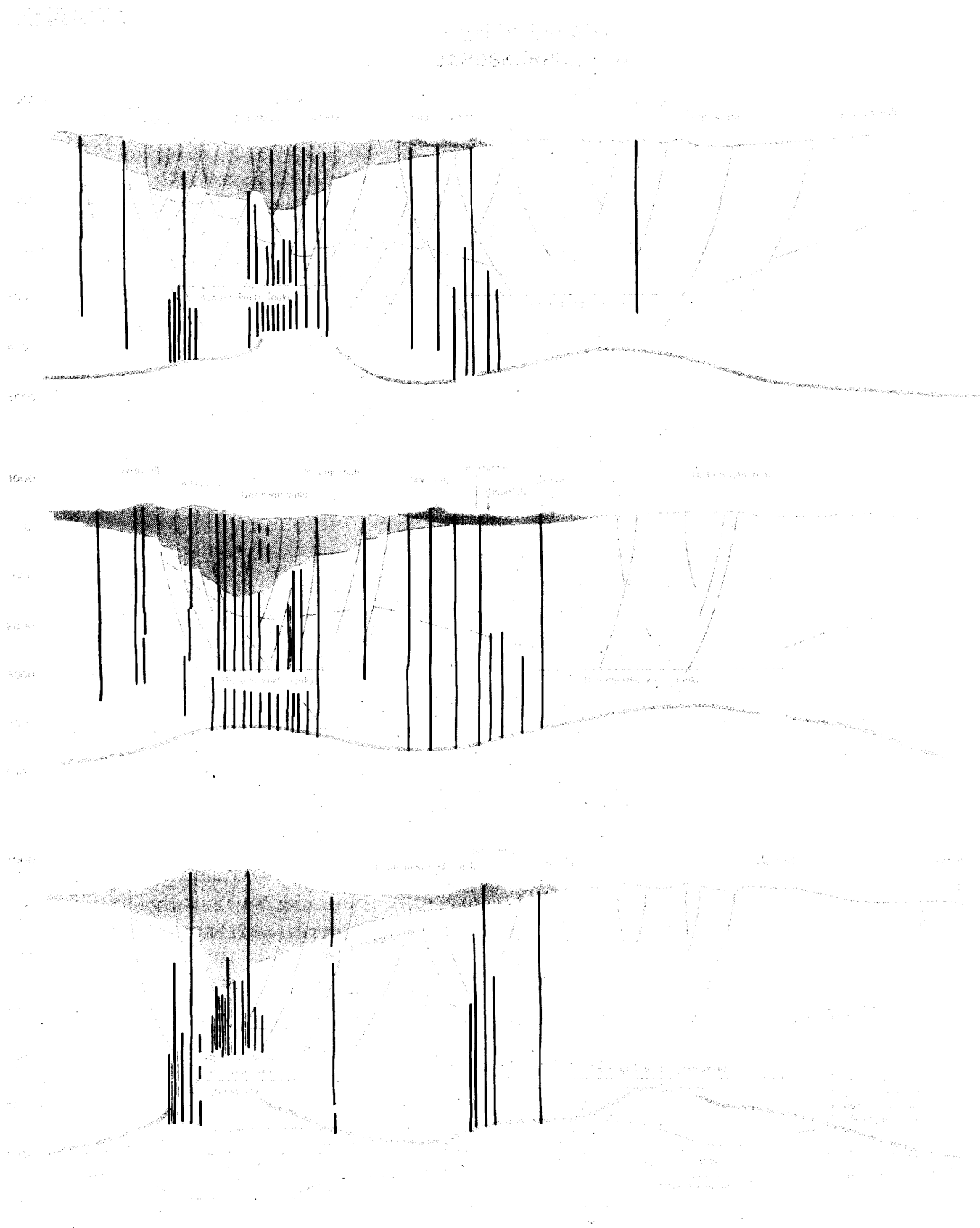
Austustu brot sigdalsins hafa lítið hreyfst síðan ísöld lauk. Þó sést 1/2 m breið gjá í Hagavíkurhrauni í NA-framhaldi misgengisins vestan í Lómatjarnarhálsi. Misgengið vestan í Bæjarhálsi virðist ekki hafa hreyfst síðan á ísöld. Jaðarmisgengi sigdalsins austan megin eru samkvæmt þessu nánast óvirk, en meginsprunguvirknin hefur færst vestar (sbr. fyrri niðurstöður í Nesjavallaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Ekki verður vart við snörun bergspildna við austurjaðar sigdalsins líkt og kringum Nesjar.

Austurhluti rannsóknarsvæðisins, sem nær yfir allt Hrómundartindskerfið er sáralítið brotinn. Þó eru greinileg misgengi austanvert í Katlatjarnahrygg og í Súlufellu með falli vestan megin. Þessi misgengi eru máð og hafa ekki hreyfst á nútíma að því er séð verður. Sunnan við aðalupphleðslusvæðið sjást hins vegar ung misgengi, sem gætu bent til, að brotahreyfingar nái einnig þangað innundir. Hér er um að ræða misgengisstalla í Árstaðafjalls- og Núpafjalls-móbergi og ungar gjár rétt þar vestan við í Bitrugrágrýtinu (sjá kort í Kristján Sæmundsson 1967). Brot þessi hverfa þegar kemur að Molddalahnúkum, en aftur vottar dauft fyrir þeim í Ölkelduhnúk.

Skammt austan við nyrstu móbergsmýndanirnar í Hrómundartindskerfinu eru misgengi aftur áberandi. Þau liggja austan í Lyngdalsheiði og ná suður yfir útbreiðslusvæði Stekkásbasaltsins og upp í Grafningshálsana. Fall þeirra er yfirleitt til vesturs, en hreyfing hefur verið lítil á þeim á nútíma. Opnar gjár sjást norðar, í hrauninu norðan við Kaldárhöfða. Eitt sprungugos hefur orðið í þessum misgengjum sem líklega tengist Hrómundartindskerfinu, en það er Dráttarhlíð við suðvesturhorn Þingvallavatns. Að öðru leyti virðast þessi misgengi lítt hafa náð til móbergsmýndananna í Hrómundartindskerfinu. Sig við misgengi sem sjást sunnan og norðaustan við megin-upphleðslusvæði Hrómundartindskerfisins er yfirleitt til vesturs, þannig að ætla má að gosvirkni kerfisins í heild sé tengd austurjaðri stærra brota-kerfis sem nær yfir alla Þingvallavatns-sigdældina.

Varðandi dreifingu jarðhitans í Ölkelduhálsi og vestur yfir Brúnkollubletti í átt að Kýrgili hafa vangaveltur verið uppi um NV-SA-lægt brot. Ekkert greinilegt misgengi með þessari stefnu er þó sýnilegt, en misgengi með NA-SV stefnu liggja þvert á þessa jarðhitarák. Sprungur með NV-SA stefnu sjást þó í Kýrgili og í Ölkelduhálsi. Á austurhluta svæðisins sjást nokkur dauf brot með norðvestlægri stefnu. Þau er einkum að finna í eldri myndunum til dæmis Katlatjarnahrygg og Kyllisfelli.

Snið sem fylgdu Nesjavallaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1986a) náðu mjög grunnt og einungis til þeirra bergmyndana sem voru kortlagðar eða þekktar úr borholum. Mynd 3.10 sýnir nokkur þversnið yfir Þingvallavatns-sigdældina alla sunnan Þingvallavatns. Sniðin eru teiknuð niður á 4-5 km dýpi, en mörk efri og neðri skorunnar á þessu svæði eru á um 4 km dýpi (Guðmundur Pálmason 1971, Ólafur Flóvenz 1980). Í sniðunum er gengið út frá þeirri forsendu, að neðri skorpan sé fyrst og fremst gerð úr innkotum, aðallega gabbróí. Sú forsenda er rökstudd með því að upphleðsluhraði í eldstöðvakerfi er of lítill, en rekhraði of mikill til að yfirborðshraunlög geti sigið niður fyrir 4 km dýpi, nema þar sem mikill grúi lagganga ("sheets") treðst neðst í berglagastafllann (sbr síðar). Uppbræðsla verður í því sem sigur dýpra.



Mynd 3.10 Hengilssvæði - jarðskorpulíkan

||| Skammtar af borvörpum

Þéttmynduð líkandi

Þéttmynduð

Þéttmynduð

Þéttmynduð

Þéttmynduð

Rannsóknir á ófíólítum þ.e. gamalli hafsbótsskorpu benda einnig til, að lag 3, sem samsvarar neðri skorpunni, sé úr gabbróinnskotum. Skilin milli efri og neðri skorpu má líta á sem "neutral buoyancy region" þar sem kvika er í eðlisþyngdarjafnvægi við farg (Walker 1974, Ryan 1987). Á þessum skilum verða til kvikuþrær, líklega flatar efst (n.k. laggangar), en uppmjóar og langdregnar niður sbr. niðurstöður úr endurkastsmælingum (refleksjónsseismik) yfir Þingvallavatns-sigdældina inn við Skjaldbreið (Zverev o.fl. 1980). Þessi túlkun á ástandi skorpunnar nærri skilunum milli efri og neðri skorpu í gliðnunarbeltunum er í góðu samræmi við niðurstöður magnetótellúrískra mælinga (Hermance 1981, Gylfi Páll Hersir o.fl. 1984). Önnur túlkunaratriði eru útbreiðsla og þykkt megingoseininganna. Hveragerðis-kerfið áætlast hafa verið virkt í um 1/2 milljón ára. Á þeim tíma gæti hafa hlaðist upp um 2 km þykkur berglagastafla í næsta nágrenni við megineldstöðina. Íauki í skorpuna á sama tíma áætlast hafa numið um 5 km. Hengilskerfið hefur verið virkt a.m.k. síðustu 2-3 hlýskeið og jökulskaið, en það samsvarar 200.000-300.000 árum. Tilsvareandi gliðnun í Hengilskerfinu gæti numið um 2-3 km og þykkt berglagastafla næst megineldstöðinni gæti numið um 1 km. Íaukinn í efri skorpuna myndi vera mest í formi ganga í neðri hluta, en ganga og togmisinggja í efri hluta hennar. Þetta er sýnt fyrir Hengilskerfið en sleppt í Hveragerðis-kerfinu, sem er útbrunnið. Í efri skorpunni myndast á og ofan við skilin við neðri skorpuna fjöldi lagganga og hallandi innskota (sheets). Ef mörg slík innskot myndast á stuttum tíma verður til kvikuþró sem seinna storknar í gabbró og granófýr (Walker 1974). Undir megineldstöðvum ná slíkar kvikuþrær sem stöplar lengst upp í efri skorpuna.

Halli misgengja í sniðunum er fenginn með hliðsjón af halla snörðuðu spildnanna. Gert hefur verið ráð fyrir slíku áður norðar í Þingvallasiginu á þversniðum norðan Þingvalla frá Súlnabergi yfir Gagnheiði og Ármannsfell, þar sem brotspildur eru snaraðar um 10° (Kristján Sæmundsson óbirt). Þá er einnig litið til þess sem almennt er vitað um sigdali og ekki hvað síst til nýrra þverskurða úr endurvarpsmælingum á landgrunninu norður af Eyjafirði (Karl Gunnarsson sýning á ársfundi Orkustofunar 1987). Höfundur (K.S.) hefur oft bent á Eyjafjarðarál þar norður á landgrunninu sem hliðstæðu við Þingvallavatns-sigdældina (Kristján Sæmundsson 1979).

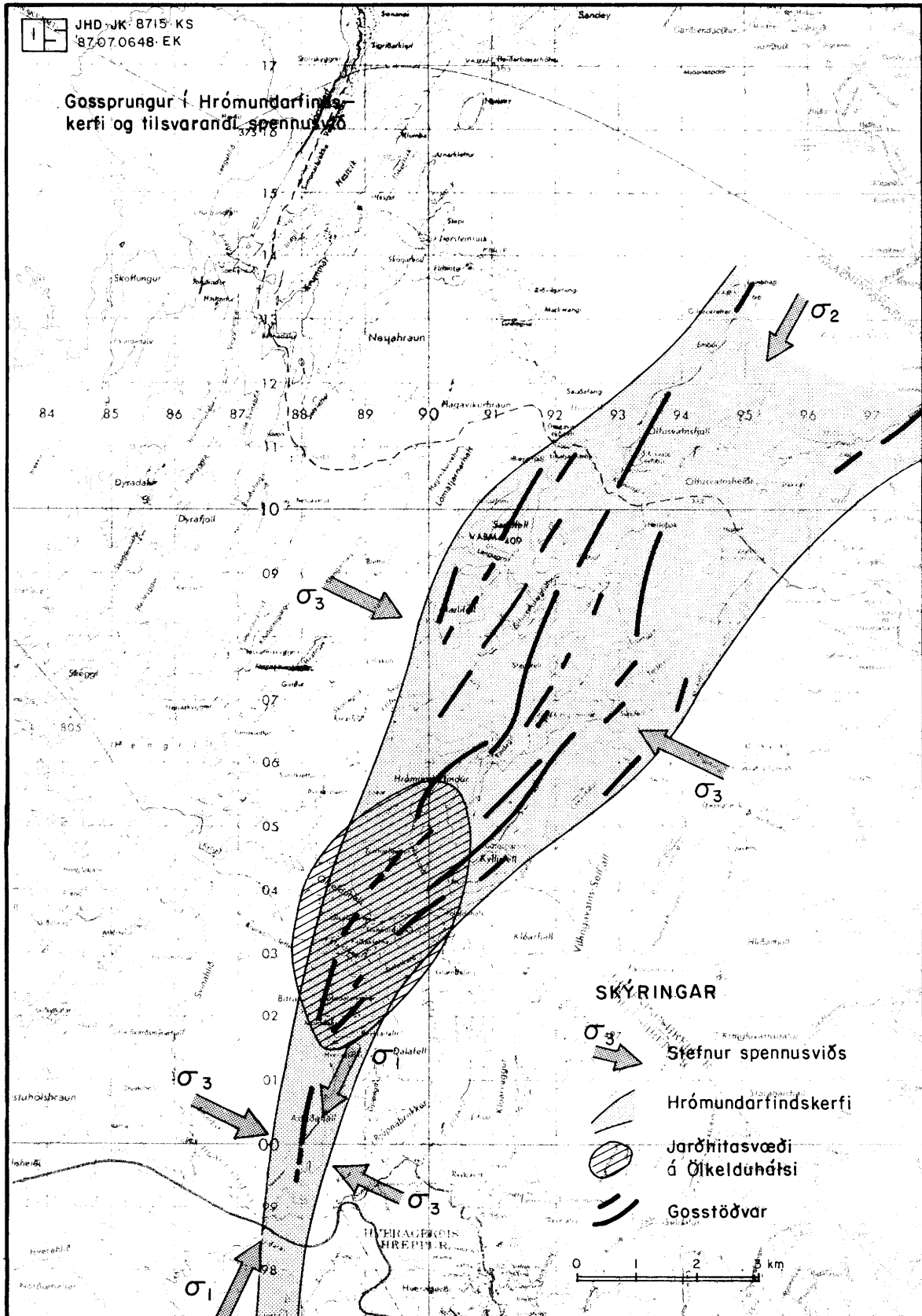
Þegar sniðin eru skoðuð sést að Hestvíkur-sigdældin kemur fram sem sérstök dæld utan við megin-sigdældina sem liggur um Nesjavalladalinn austan við tangana hjá Nesjum og stefnir vestan við Arnarfell og Hrafnagjá. Hestvíkursigið með sínum hallandi spildum er þekkt fyrirbæri í sigdölum (faulted monocline). Í syðri sniðunum yfir Háhrygg og Hengil, er sigdældin einföld. Snaraðar spildur sjást aðeins staðbundið vestan við Nesjavalladalinn, en þær sjást aftur suðaustast á

Hengli. Austurjaðarinn á Þingvallavatns-sigdældinni, sem er 15 km breið, er austan í Lyngdalsheiði og Grafningshálsunum. Hæpið er að tengja fulla breidd hennar Hengilskerfinu því að Þingvallavatns-sigdældin nær yfir allt gosbeltið og innan hennar eru 2-4 virk eldstöðva-kerfi sem skarast. Helst þeirra eru Hengilskerfið sem nær frá Hengli norðausturfyrir Arnarfell og annað norðaustar sem liggur um Kálfs-tinda, Þjófahraun og Tindaskaga. Kvikupróin undir því sést bæði í endurkastmælingum Zverevs o.fl. (1980) og magnetótellúrískum mælingum Gylfa Páls Hersis o.fl. (1984).

Staða Hrómundartindskerfisins í sigdældinni markast af tveimur brota-kerfum. Annars vegar er Þingvallavatns-sigdældin, en kerfið er í austurhluta hennar og miðja þess þar sem jarðarmisgengi sigdældarinnar sveigja og hliðrast til vesturs og hún þrengist. Norðausturgrein kerfisins er innan sigdældarinnar og samsett af fjöldamörgum samsíða NA-SV-gossprungum. Hins vegar er þverbrotakerfið sem gengur yfir Suðurland frá Hengilssvæðinu austur í Heklu. Suðurgrein Hrómundar-tindskerfisins með sínum norðsuðlægum brotum og strjálu móbergshryggjum er greinilega undir áhrifum þess. Áhrifa frá þverbrotakerfinu virðist gæta norður í Lakahnúk, þar sem aust-vestlæg stefna kemur mjög ákveðið fram í sprungumælingum (mynd 3.11).

3.7 Upphleðsla, aldur og þróun Hrómundartindskerfis

Á mynd 3.12 er sýnd afstaða goseininga innan Hengils- og Hrómundar-tindskerfanna. Lóðrétt strik sem tengja á milli reita sýna, að sú jarðmyndun, sem er ofar, liggur ofan á þeirri, sem er við neðri endann á strikinu. Láréttar línur marka tímasteið og skil í upphleðslu. Neðsta og efsta línan marka upphaf og lok síðasta jökulskeiðs. Talan við upphaf þess ætti að vera 115.000 en ekki 120.000 (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Neðri slitna línan sem skilur sundur móbergsmýndanirnar er sett ofan við móbergsmýndanir undir þykku jökulbergi. Áætlaður aldur þeirra tímamarka er 70.000 ár, en þá hófst megin kuldatímabil síðasta jökulskeiðs (sjá Knútur Árnason o.fl. 1986a bls. 44-46). Efri slitna línan sem teiknuð er gegnum móbergsmýndanirnar er sett neðan við goseiningar úr því nær hreinu bólstrabergi, mynd 3.13. Aldur þeirra tímamarka er áætlaður um 25.000 ár, en þá stóð kaldasti kaflinn jökulskeiðsins, þegar ætla má, að jökull hafi náð mestri þykkt á SV-landi.



Mynd 3.11 Gosprungur í Hrómundartindskerfi og tilsvaerandi spennusvið

Heildarrúmmál allra gosmyndana í Hrómundartindskerfinu er einungis um 2 km^3 . Gosvirknin virðist nokkuð jafndreifð í tíma, þegar hinum fáu goseiningum kerfisins er jafnað yfir löng tímabil eins og gert er á mynd 3.14. Þetta er þó líklega ekki svo því að jökulbergið á eldri einingunum bendir til að langur tími (deyfð í gosvirkni?) hafi liðið á milli þeirra og hinna yngri sem aðallega eru úr bólstrabergi. Þetta er gefið til kynna á mynd 3.14 með kúrfunni. Samkvæmt því hafa gengið yfir tímabil með fremur mikilli gosvirkni og lítilli eða engri gosvirkni. Hámark gosvirkinnar virðist hafa gengið yfir undir lok síðasta jökulskeiðs, og rúmmálsmiklar myndanir eru einnig frá upphafi síðasta jökulskeiðs (Stapafell og Víðihlíð). Lægð er í gosvirkninni um miðbik síðasta jökulskeiðs, og á nútíma hefur aldrei gosið frá því að Tjarnarhnúkshraunið rann fyrir um 10.000 árum.

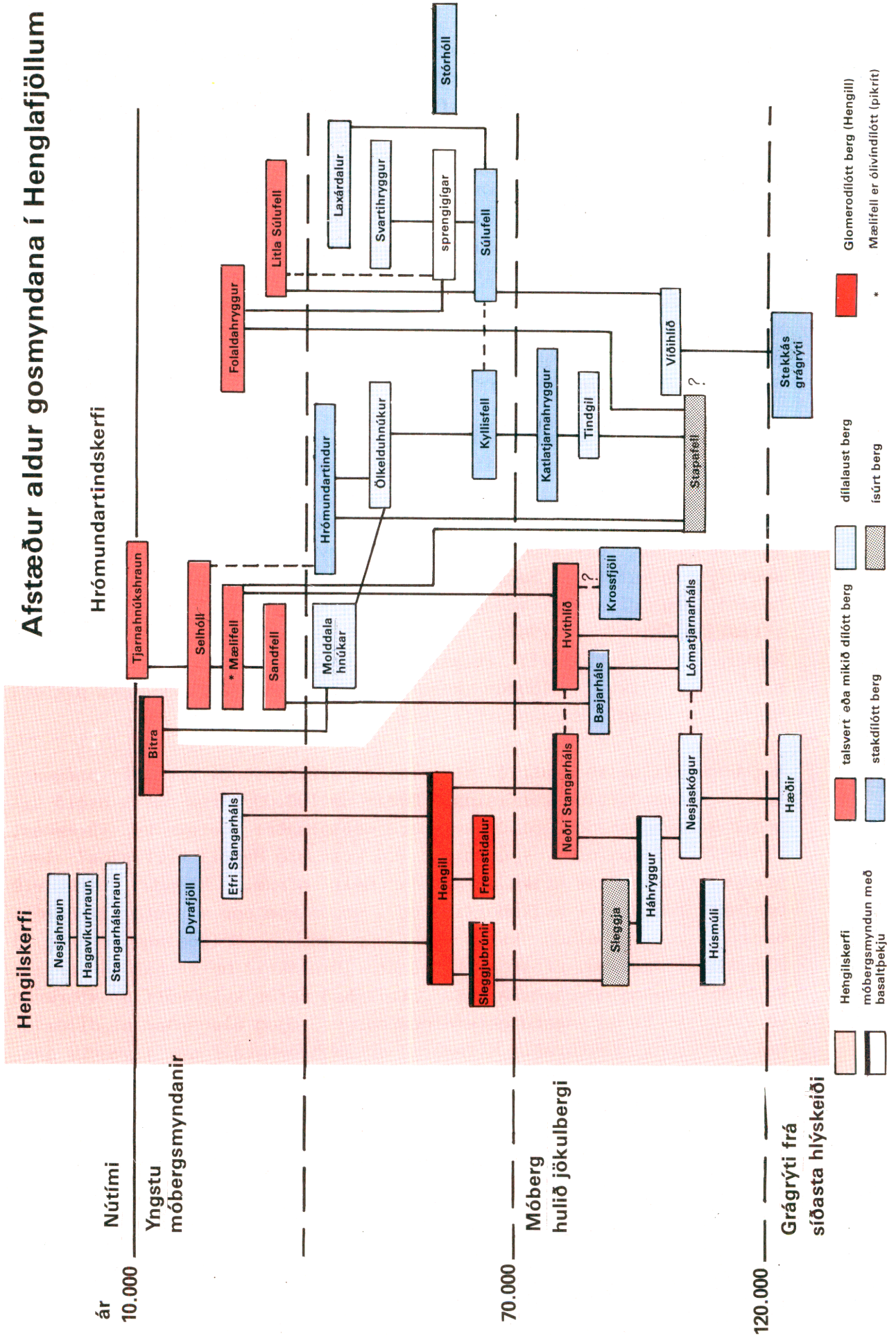
Í upphleðslunni má greina ákveðna þróun í berggerð (mynd 3.15). Elstu bergmyndanirnar eru þóleiít og basalt-andesít (Stekká, Víðihlíð, Stapafell). Svo til allt sem á eftir kemur er ólivínbasalt, oft dílótt. Nokkrar stórar goseiningar eru dílasnaðar (Molddalahnúkar, Ölkelduhnúkur, Ölkelduháls og Tindgilsmyndunin. Í yngstu gosmyndunum (Litla Súlufell, Sandfell, Selhóll-Ölfusvatnsfjöll, Tjarnahnúks-hraun) eru dílarnir xenokrystar þ.e. mjög kalsíumríkt plagióklas (Kristján Sæmundsson 1967). Xenokrystar í bergi benda til blöndunar á kviku, í þessu tilfalli frumstæðrar basaltkviku og hálfstorkinnar basískrar kviku. Blöndun kemur einnig fram í últrabasísku pikríti Mælifells (Vigdís Harðardóttir 1986).

Á grundvelli þessara atriða má gera sér eftirfarandi mynd af þróunarferli Hrómundartindskerfisins. Fyrir um 100.000 árum hafði orðið til undir Hrómundartindsfjöllum kvikuþró með þróaðri bergkviku (Stekká, Víðihlíð, Stapafell) - útvöxtur frá kvikuþró Hengilskerfisins? Innstreymi frumstæðrar kviku úr möttli hélt áfram. Blöndun varð við basíska restbráð í kvikuhólfinu og í gosum kom upp misjafnlega dílótt basaltkvika. Dílalaus kvika sem upp kom í Molddalahnúkum og á Ölkelduhálssvæðinu eftir mitt síðasta jökulskeið hefur náð að tefja í kvikuhólfinu og hómógeniserast. Eftir það hefur kvikuhólfið storknað að mestu leyti og yngstu goseiningarnar eru mjög blandaðar af dílum úr hálfstorkinni restbráð. Dílamergð og gabbró-hnyðlingar í yngstu gosmynduninni (Tjarnahnúkur) sem upp hefur komið þar yfir, sem ætla má að miðja kvikuþróarinnar hafi verið, sýna að kvikuþróin hefur þá verið storknuð að mestu. Heit kvika úr möttli hefur þá í síðasta sinn megnað að hrífa með sér og blandast hálfstorknu bergi úr kvikuþrónni og koma upp í gosi.

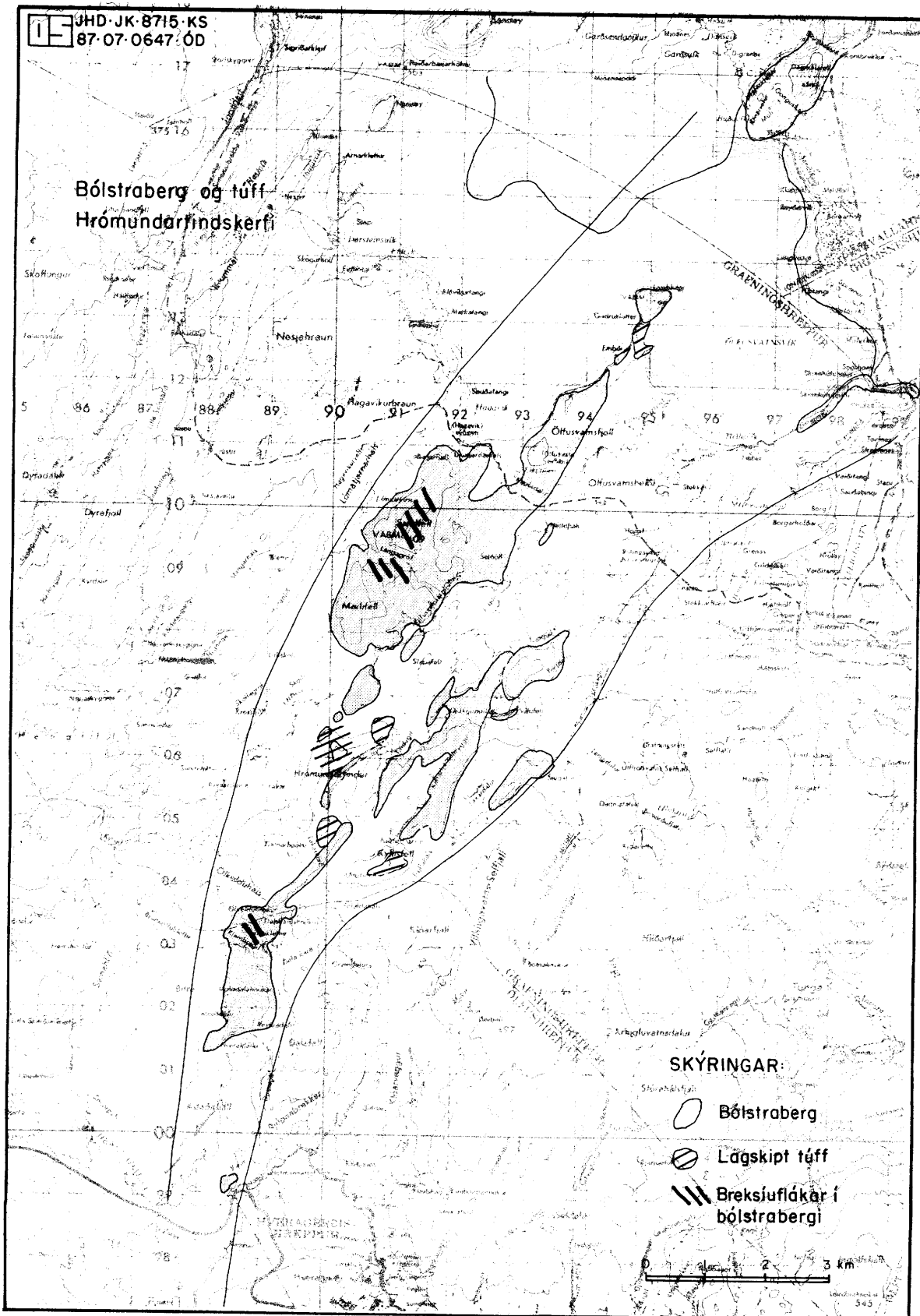


JHD·JK·8715·SPS
87·05·0539·IS

Afstæður aldur gosmyndana í Henglafjöllum



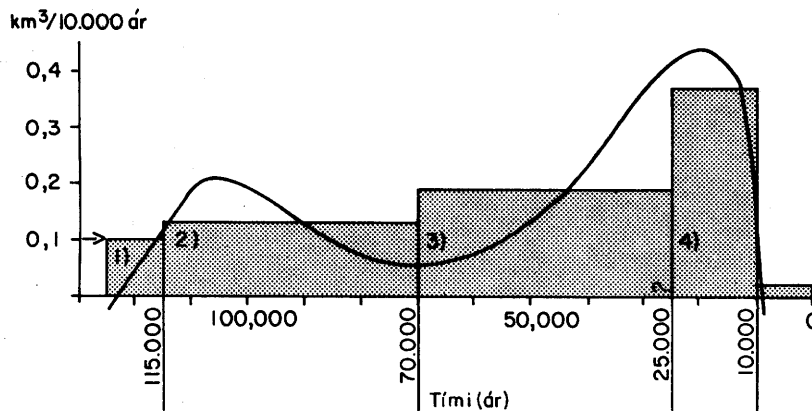
Mynd 3.12 Afstæður aldur gosmyndana í virku eldstöðvakerfunum tveimur á Hengilssvæðinu



Mynd 3.13 Bólstraberg og tuff í Hrómundartindskerfi

JHD-JK-8715-KS
87.06.0592-0D

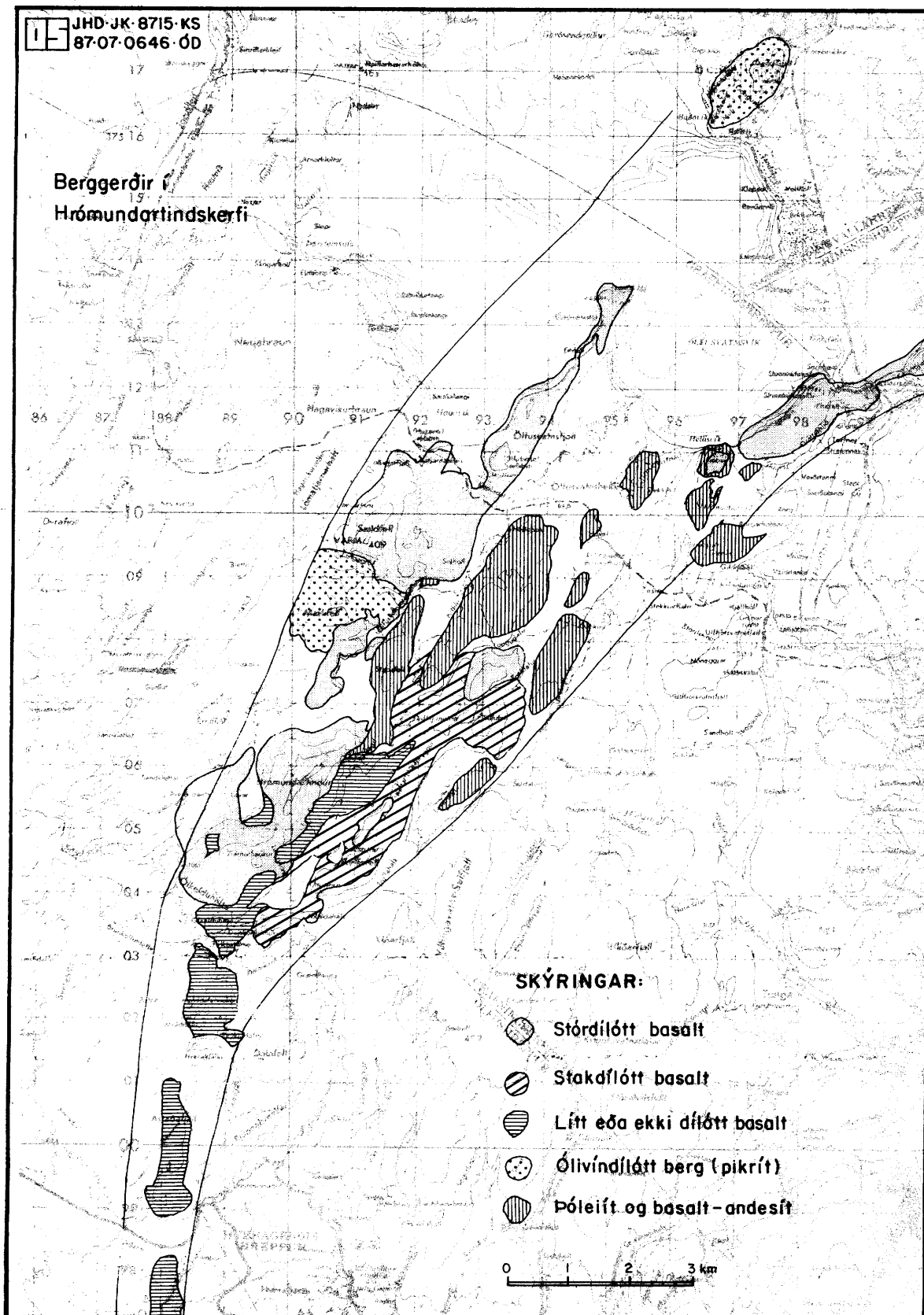
Upphleðsla í Hrómundartindskerfi



| | km ³ |
|------------------------------------|-----------------|
| 1) Stekkásbasalt | 0,1 |
| 2) Stapafellsmyndun | 0,15 |
| Víðihlið | 0,2 |
| Tindgilsmyndun | 0,05 |
| Katlatjarnahryggur (Dráttarhlið) | 0,22 |
| 3) Kyllisfell + Súlufell | 0,2 |
| Svartihryggur | 0,01 |
| Ölkelduhnúkur + Ölkelduháls | 0,2 |
| Hrómundartindur | 0,2 |
| Molddalahnúkar | 0,1 |
| 4) Litla Súlufell | 0,03 |
| Folaldahryggur | 0,001 |
| Sandfell | 0,18 |
| Mælifell | 0,15 |
| Selhóll, Ölfusvatnsfjöll (Miðfell) | 0,23 |
| Stórhóll + Laxárdalur | 0,02 |
| 5) Tjarnahnúkshraun | 0,02 |

Dráttarhlið (0,1 km³) og Miðfelli (0,3 km³) er sleppt á línuritinu

Mynd 3.14 Upphleðsla í Hrómundartindskerfi



Mynd 3.15 Berggerðir í Hrómundartindskerfi.

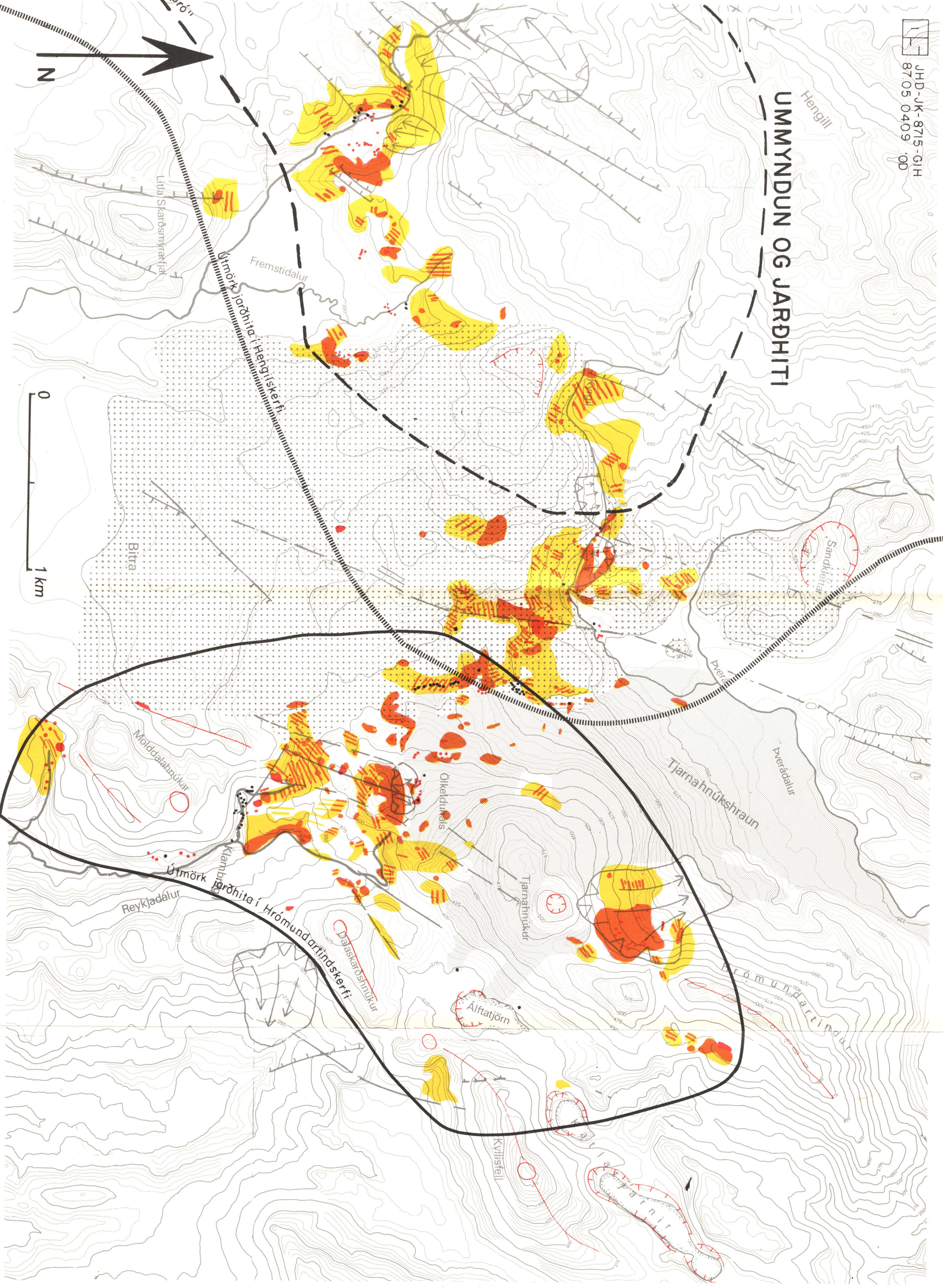
Saga Hrómundartindskerfisins hefur verið stutt og kvikuþró, sem um tíma var undir því, er nú að mestu storkin og orðin að gabbrói. Varmi úr henni og innskotum tengdum henni, berst til yfirborðs með hringrás jarðvatns, og kvikuvessar, þ.á.m. fljótandi koldíoxíð leysist út við storknunina og berst í jarðhitakerfið. Mikið koldíoxíð gæti hafa safnast sem vökvi djúpt í jarðlögum og geymst í langan tíma, jarðfræðilega séð. Í einu tilviki er hugsanlegt að útrás slíks samsafnaðs koldíoxíðs hafi leitt til myndunar sprengigíga. Það var eftir mitt síðasta jökulskeið eftir að gosvirgni hafði verið í lágmarki, en nýtt virkniskeið gekk í garð með sprungumyndun sem auðveldaði útrás til yfirborðs.

3.9 Jarðhiti og ummyndun

Jarðhiti og ummyndun berggrunns var rannsakað jafnframt jarðfræðikortlagningunni á líkan hátt og áður í Hengli (Knútur Árnason o.fl. 1986a). Ummyndunin var flokkuð á sama hátt og þar. Annars vegar í svæði þar sem ummyndun er væg og einkennist af brúnum lit, sem stafar af mikilli ummyndun glers og oxun járn sambanda. Hins vegar eru dregin fram svæði þar sem ummyndun er mikil, þar á meðal útkulnuð hverasvæði, þar sem mestallt berg er ummyndað í leir og víða eru ljósir leirfleckir. Jarðhitamerkin eru sýnd á sérstöku korti, mynd 3.16.

Jarðhitinn er eingöngu syðst á því svæði sem jarðfræðikortlagning náði til sumarið 1986. Hluti af jarðhitinum sem nú var kortlagður er austast í Hengilskerfinu, en þar austan við tekur við jarðhitasvæði sem fylgir Hrómundartindskerfinu og nær frá Hrómundartindi suðvestur fyrir Molddalahnúka. Það verður hér eftir kallað Ölkelduhálssvæði. Þessi skipting er í samræmi við niðurstöður jarðefnafræðiathugana (Helgi Torfason o.fl. 1983). Þær sýna tvö heitust uppstreymissvæði, annað í Hengladöllum hitt á Ölkelduhálsi. Kvikupró, sem fundist hefur við rannsókn á jarðskjálftabylgjum (Foulger 1984) er undir hitahámarkinu í Hengilskerfinu. Jarðhitakortlagning sumarsins 1986 í austurhluta Hengilskerfisins nær yfir þann hluta Hengladala þar sem kvikuþróin er talin vera undir.

UMMYNDUN OG JARÐHITI



- SKÝRINGA
- Heit jörð, óleirhvæ
 - Laugar, vaölkel
 - Mikil ummykulnað hveit
 - Útbreidd um
 - Sprungur
 - Gíggar og Gossprungur
 - Bitru - Sandmyndu
 - Tjarnahnúkk
 - Framhlaup
 - Markalína jarðhitakerfi
 - Útlínur á "kvikubrö"

Í Hengli nær samfelld væg ummyndun yfir meginhluta fjallsins (Knútur Árnason o.fl. 1986a) og gildir sama um suðausturbrekkur þess niður í Miðdal og Fremstadal og niður með Kýrgili. Þar austan við leggst ungt grágrýtishraun frá ísaldarlokum yfir (Bitra) og enn austar hraunið úr Tjarnahnúki sem hefur runnið rétt eftir ísaldarlokin. Í þessum ungu myndunum eru fremur skörp skil á milli ummyndunar og fersks bergs. Hverir eru í flestum skellunum og ummyndun smádvínandi út frá þeim.

Austar standa móbergsfjöll upp úr ungu myndunum. Í þeim er hvergi útbreidd samfelld ummyndun nema í Ölkelduhnúki, en reikna má með að samfelld ummyndun sé undir unga grágrýtinu og Tjarnahnúkshrauninu frá Ölkelduhálsi vestur í átt til Bitru og Kýrgils og norður í Lakaskörð.

Skil milli jarðhita Hengilskerfis og Hrómundartindskerfis eru dregin á kortinu gegnum Brúnkollubletti. Þar er farið eftir legu austasta sjáanlega misgengisins í Hengilskerfinu og kvikuþróarinnar í því, en austan megin ræður aðdragandinn að fjalllendum sunnan við Hrómundartind. Þannig skilgreint nær Ölkelduhálassvæðið yfir spildu sem er 5 km á lengd og breiðust um miðjuna, 2-2,5 km á móts við Ölkelduháls. Stefnan er norðsuðlæg syðst, en norðaust-suðvestlæg nyrst. Stefnubreytingin verður um Ölkelduháls og er einnig fyrir hendi í gossreininni sem liggur frá Núpafjalli norður í Hrómundartind og Stapa-fell.

Jarðhiti í austanverðu Hengilskerfinu fylgir landslagi og misgengjum. Hverir og ummyndunarskellur raða sér meðfram brekkurótum Hengils og finnast einnig niðri á dalbotni í Miðdal og Fremstadal. Þar er komið niður að grunnvatnsborði og því mest um laugar og sjóðandi vatns- hverir. Í hlíðunum eru hins vegar gufuhverir, þeir áköfustu í hlíðum Fremstadals, með hvínandi útblæstri og brennisteinsútfellingum. Í Kýrgili norðaustan við Bitrugíginn og í brekkunum upp af Fremstadal suðvestan við gíginn er útbreidd ummyndun og merki um útkulnaða gufuhverir. Líklega stendur sú ummyndunarrák í sambandi við gossprunguna undir Bitrugígnum. Austan í Bitru upp af Þverárdal virðist jarðhitinn fylgja tveimur misgengjum með NA-SV-stefnu. Það eystra er auðrekjanlegt sunnan af Árstaðafjalli norðaustur í Krossfjöll, en það vestra er rekjanlegt norðan frá Sandklettum inn að miðri jarðhitarákinni. Vestari sprungan liggur um mynni Kýrgils og þar er hveravirknin mest. Allhátt uppi í Bitru lengra til SSV eru gufuhverir og ummyndun. Mun meiri hveravirkni fylgir eystra misgenginu, næstum samfelld á 400 m kafla. Mest er hún í miðri hveralínunni þar sem eru blásandi gufuhverir með brennisteinsútfellingum. Uppi í Bitru um 1 km sunnan við syðstu hverina í gílinu er gufuuppstreymi, en engin ummyndun umhverfis.

Í dreifingu hvera og ummyndunar milli Kýrgils og Ölkelduháls er áberandi NV-SA-læg stefna. Sprungur með þessari stefnu sjást í Kýrgili og á Ölkelduhálsi og virkustu hveraþyrpingarnar á NA-SV-misgengjunum raða sér á línu með þessari stefnu. Í framhaldi af henni til NV eru sprungur, misgengi og goshryggir á Hengli og norðvestan við Hengil (Knútur Árnason o.fl. 1986a).

Jarðhiti í Ölkelduhálssvæðinu kemur fram bæði sem gufuhverir og vatnhverir. Vatnhverir eru aðallega ölkelduvatn en einnig grunnt afrennsli. Vestustu hverirnir eru í gili sem fylgir suðvesturjaðri hraunsins úr Tjarnahnúki. Þar er um að ræða aðallega laugar og vatnhverir í tveimur þyrpingum. Sú nyrðri er um 100 m á lengd (NA-SV) og hiti í hverunum á bilinu 55-80°C. Sú syðri er um 250 m löng (NNV-SSA) og hiti þar á bilinu 30-66°C. Á milli þyrpinganna eru gufuhverir og falla þeir á áðurnefnda NV-SA línu milli Kýrgils og Ölkelduháls. Í giliinu meðfram hraunjaðrinum er ummyndun og nær hún bæði norður og suður fyrir laugaþyrpingarnar. Laugarnar koma flestar upp úr Bitru-mynduninni en ekki undan hrauninu. Þær eru þó sennilega afrennsli frá jarðhita ofar og austar í Ölkelduhálsi. Stefnan sem fram kemur í dreifingu þeirra gæti að einhverju leyti skýrst af brotum þótt þeirra sjáist lítil merki í giliinu.

Samfelldasta hveravirknin nær yfir Ölkelduháls, Ölkelduhnúk og ofan í Reykjadal. Þar eru víða gufuhverir, en virknin er lítil í flestum nema í Klambragili innst í Reykjadal þar sem eru hvæsandi hverir. Smávægilegar brennisteinsútfellingar eru við heitustu gufuhverina. Laugar og ölkeldur eru á Ölkelduhálsi og í Reykjadal. Hverabollarnir á Ölkelduhálsi eru alldjúpir pyttir sem virðast hafa myndast við hverasprenningar. Kalkhrúður er við suma hverina í Reykjadal. Mest sér af því í árbakkanum um 1,2 m þykkur stabbi, sundurgrafinn af ánni. Hrúðurmyndun virðist ekki vera í gangi nú. Hverir og ummyndun raða sér bæði á NA-SV og NV-SA stefnu. NA-SV stefnan er glögg í Ölkelduhnúk og vestantil á Ölkelduhálsi en NV stefnan í Reykjadal. Ummyndun er útbreidd og nær alllangt út frá virka jarðhitunum. Allhátt sunnan í Dalaskarðshrúk er kraftmikill stakur gufuhver. Á jarðhitakorti Kristjáns Sæmundssonar (frá 1964) er þar merkt volgrusvæði. Vitað er að þarna spratt upp hver fyrir 5-10 árum.

Hveravirknin á þessu svæði fellur saman við megingosrein kerfisins og gæti vel verið tengd gangakerfi undir Molddalahnúkum, Ölkelduhnúk, Tjarnahnúk og Hrómundartindi sem allt eru eldvörp mynduð á síðari hluta síðasta jökulskeiðs og rétt eftir að því lauk. Eldvörpin eru misgömul og sýna að gosreinin hefur verið virk í langan tíma og hraunkvika brotist margsinnis inn í rætur hennar. Hreyfingar hafa orðið eftir ísöld á sprungum með NA-SV stefnu sem liggja yfir Ölkelduhnúk og Ölkelduháls.

Nyrstu hveraþyrpingarnar í Lakaskörðum og Volgruhól suðvestan og austan við Hrómundartind eru beint norðurframhald af jarðhitnum á Ölkelduhálsi. Tjarnahnúkur og Lakahnúkur mynda þykkar skjöld úr hrauni og túffi þar á milli. Jarðhitinn í Lakaskörðum er gufuhverir í miklum bratta og hafa smáframhlaup skriðið þar niður, nú síðast fyrir fáum árum. Hitasvæðið í Volgruhól og ummyndun sem því fylgir er aflangt í NA-SV stefnu, en misgengissprungu sést þar ekki. Hins vegar sjást sprungur með þeirri stefnu í Lakahnúk rétt suðvestan við hverina.

Við Álftatjörn eru volgrur á tveimur stöðum. Önnur við smálæk við vestanverða tjörnina 23°C heit, hin í mýri um 200 m SV við þá fyrri, og er hitinn í henni einnig 23°C. Þar er líklega um afrennsli að ræða frá jarðhita í brekkunum upp undir Tjarnahnúk.

Ein borhola hefur verið boruð á Ölkelduhálssvæðinu. Hún er í Reykjadal rétt fyrir vestan hrúðurstabbann. Holan er 150 m djúp. Af jarðlagasniði (Tómas Tryggvason 1951) má ráða að Ölkelduhnúks-bólstrabergið nái niður í 40 m. Þar neðan við taka við jarðlög sem líklega heyra til Hveragerðis-eldstöðinni. 70°C heitt vatnskerfi náði niður í a.m.k. 31 m dýpi. Þær fáu hitamælingar sem til eru úr holunni (mynd 3.17) benda til að hitinn fari að hækka neðan við 40 m. Hæsti mældi hiti var 172°C í 114 m. Hiti í botni er líklega yfir 200°C.

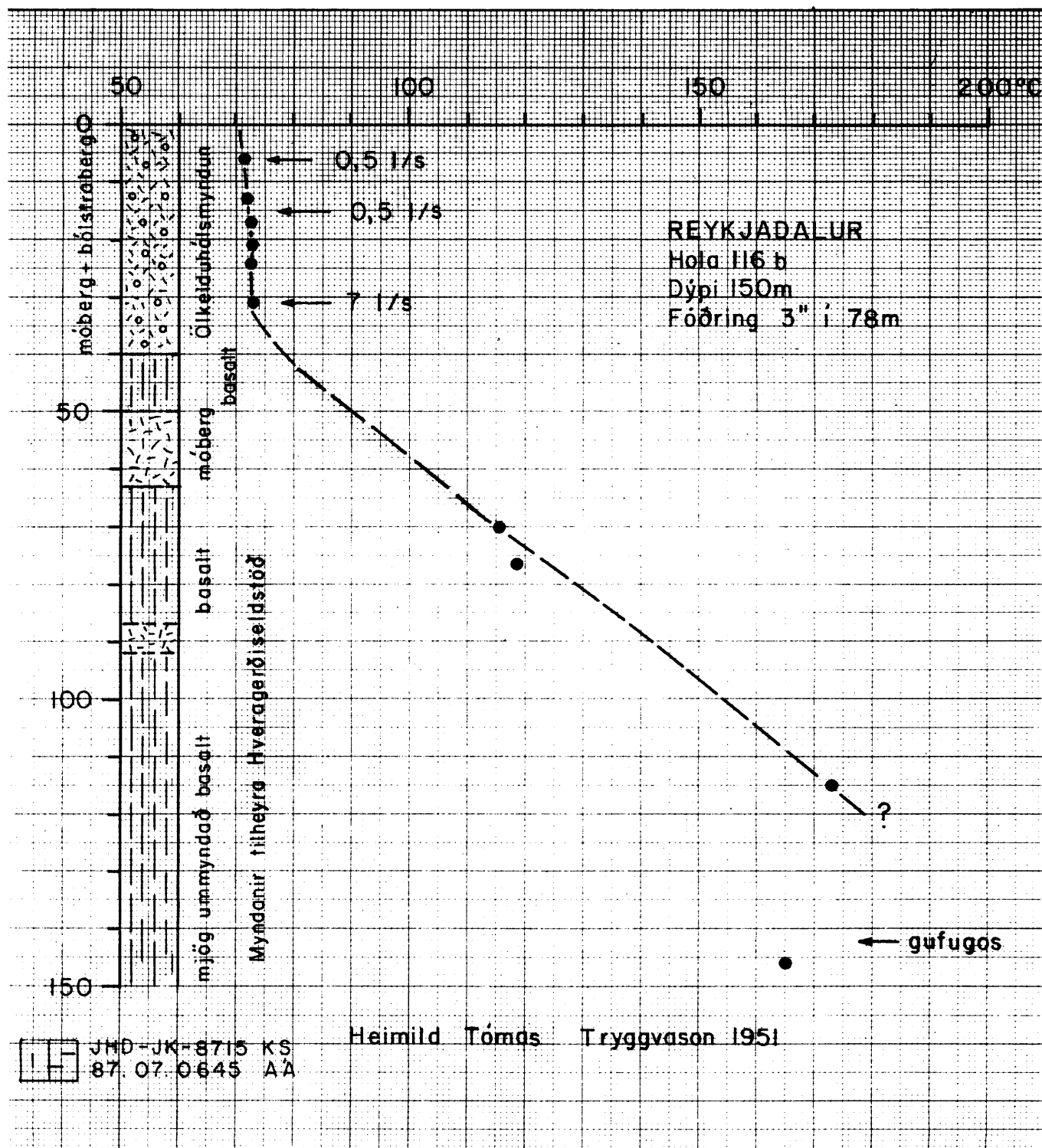
Eftir að Tjarnahnúkur gaus hafa ekki orðið nein eldsumbrot í Hrómundartindskerfinu né heldur kvikuinnskot svo vitað sé. Sprunguhreyfingar hafa þó orðið á Ölkelduhálsi síðar og fylgt þeim hverasprengingar. Þar sem ætla má að hitagjafi Ölkelduhálssvæðisins séu innskot í skorpunni þar undir og gangar undir Hrómundartindsreininni mætti álykta að upphitun hafi orðið í jarðhitakerfinu í ísaldarlokin fyrir um 10.000 árum, og sennilega einnig síðar í sambandi við sprungumyndunina, þótt eldgos hafi ekki orðið þá.

3.9 Vatnafar

Vatnafari rannsóknarsvæðisins má skipta í þrennt

1. Lindir undan lausum jarðlögum og hrauni
2. Kaldar lindir tengdar berggrunni
3. Heitar lindir og ölkeldur

Vatnafarskort af rannsóknarsvæðinu er í kápuvasa, mynd 3.18.



Mynd 3.17 Reykjadalur hola 116 b

3.9.1 Lindir undan lausum jarðlögum og hrauni

Lindir undan Tjarnahnúkshrauni eru margar og flestar smáar (sjá töflu 3.1). All margar lindanna bera glögg merki um áhrif jarðhita á Ölkelduhálsi, en hraunið þekur drjúgan hluta virkasta jarðhitasvæðisins. Eins og víðar á Hengilssvæðinu er hér oftast um að ræða upphitun á köldu vatni við gufuaugu eða afrennsli frá slíkum stað. Svipaða sögu er að segja um lindir í þeim framhlaupum sem eru á svæðinu. Jarðhitaummyndun á verulegan þátt í tilurð framhlaupanna og oft er talsvert gufuútstreymi í skriðufarinu. Úrkoma á sémilega greiða leið um framhlaupsurðina og nær þá í sumum tilvikum að hitna nokkuð upp, eins og sést á misheitum lindum úr framhlaupinu norðan við Tjarnahnúk.

3.9.2 Kaldar lindir tengdar berggrunni

Lindir sem tengjast þessum flokki er einkum að finna á norðaustur hluta svæðisins. Öflug lindalína er vestanundir norðurenda Katlatjarnahryggjar og einnig spretta all margar lindir fram úr sandlinsum í Stapafellsmóbergi, þar rétt fyrir norðan. Heildarrennsli þessara linda er um 150 l/s. Vatnsborð er hátt við Katlatjarnir og bergið í Katlatjarnahrygg er að mestu hreint bólstraberg. Nærtækast er að álykta að lindirnar eigi rót sína að rekja til leka úr Katlatjörnum til norðurs. Tindgilsmyndun og túff frá Stapafelli eru talsvert þéttari en bergið í Katlatjarnahrygg og draga úr leka til vesturs frá Katlatjörnum. Jökulberg í austurhlíðum Katlatjarnahryggjar kemur sennilega í veg fyrir leka til Laxárdals. Fáeinar smálindir koma undan norðurjaðri Bitru, en jarðlög þar eru yfirleitt nokkuð þétt vegna ummyndunar og standa á móti grunnvatnsrennsli í norður. Grunnvatnið leitar því í austur og niður í Reykjadal. Þar kemur það fram í lindum í Klambragili, undan Molddalahnúkum og Hverakjálka. Heildarrennsli þessara linda er ekki þekkt, en það gæti verið á bilinu 0,1-0,5 m³/s. Á grunnvatnskorti Freys Þórarinssonar (1981) er sýnd grunnvatnshæð og meiri háttar vatnaskil um Molddalahnúka, þar sem í rauninni er grunnvatnslægð. Í Árstaðafjalli þar sunnan við er grunnvatnsborð aftur mun hærri, gagnstætt því sem sýnt er á korti Freys.

3.9.3 Heitar laugar og ölkeldur

Laugahóparnir eru þrír. Lang vatnsmestu laugarnar eru í Klambragili. Þar vella fram amk 10 l/s af 60-97°C heitu vatni. Laugarnar bera öll merki þess að vera stöðugar. Þær ræða sér á beina línu með stefnu nálægt A-V. Öflug gufuhveravirkni er innar í gilinu og er hún einnig á línu með A-V stefnu þó hún falli ekki alveg saman við laugalínuna. Ekki er hægt að útiloka að laugarnar séu einhverskonar afrennsli frá

Tafla 3,1

Hrómundartindur og nágrenni

Lindaskrá

| númer | rennsli | hiti | uppruni |
|-------|---------|-----------|----------------------------------|
| 1 | 0,2 | 3,6 | undan lausum jarðlögum |
| 2 | 0,5 | 4,1 | úr sandlinsu í móbergi |
| 3 | 5 | 4,3 | " " " |
| 4 | 3-4 | 4,7 | úr sprungu í móbergi (5 cm víð) |
| 5 | 0,3 | 5,4 | úr sprungu |
| 6 | 0,8 | 5,3 | " " |
| 7 | 1 | 4,7 | undan lausum jarðlögum |
| 8 | 2 | 4,4 | úr sprungu |
| 9 | 3 | 4,3 | undan Katlatjarnahrygg |
| 10 | 15 | 4,5 | " " " |
| 11 | 1,5 | 4,8 | úr sprungu í jökulbergi |
| 12 | 30 | 4,6 | undan Katlatjarnahrygg |
| 13 | 10 | 3,6-4,4 | " " " |
| 14 | 2 | 3,8 | úr sprungu í jökulbergi |
| 15 | 1 | | úr móbergi í Kyllisfelli |
| 16 | 10 | 5,2 | sennilega tengd berggrunni |
| 17 | 2-3 | 4,9-9,0 | úr bergi |
| 18 | 2 | 5,3 | undan hrauni |
| 19 | 4 | 10,5 | sennilega á sprungu, ölkelda. |
| 20 | 1 | 7,6 | úr bólstrabergi eða sprungu |
| 21 | 2-3 | 7,1 | undan hrauni |
| 22 | 5-6 | 5,2 | " " " |
| 23 | 1 | 5,3 | " " " |
| 24 | 2 | 5,1 | " " " |
| 25 | 8 | 6,1-6,4 | úr bergi |
| 26 | 0,5 | 4,1 | undan skriðu tengd bergi ? |
| 27 | 0,5 | 4,5 | " " " |
| 28 | 1 | 4,5 | undan hrauni |
| 29 | 1,5 | 5,5 | undan jarðvegi |
| 30 | 0,2 | 6,6 | undan hrauni |
| 31 | 2-3 | 6,2 | " " " |
| 32 | 1 | 4,2 | úr setlagi í bergi |
| 33 | 0,5 | 8,0 | úr gamalli ummyndun |
| 34 | 10-15 | 60-97 | heitar lindir í Klambragili |
| 35 | 5 | 14,3-15,2 | úr bólstrabergi Molddalahnúka |
| 36 | 3 | 37+ | ölkelda, úr bólstrab, á sprungu? |
| 37 | 8-10 | 14,1 | undan bólstrabergi Molddalahnúka |
| 38 | 4 | 33-55 | laugar á Ölkelduhálsi |
| 39 | 1 | 26,1 | ölkelda |
| 40 | 3 | 6,2 | undan hrauni |
| 41 | 2 | 6,3 | " " " |
| 42 | 0,2 | 12,5 | " " " |
| 43 | 2 | 8,9-10,7 | úr berggrunni |
| 44 | 1-2 | 6,6 | " " " |
| 45 | 1 | 6,5 | " " " |
| 46 | | 7,6 | " " " |
| 47 | 10 | 19,2 | úr framhlaupi |
| 48 | 3-4 | 4,8 | " " " |
| 49 | 1 | 5,8 | tengd berggrunni |
| 50 | 3 | 6,4 | " " " |
| 51 | 1-2 | 15,3 | úr framhlaupi |
| 52 | 2-3 | 44 | " " " |
| 53 | 0,2 | 24,7 | " " " |
| 54 | 0,2 | 32,5 | " " " |
| 55 | 2 | 6,9 | " " " |
| 56 | 4 | 34 | " " " |
| 57 | 3-5 | 55-80 | laugar á Ölkelduhálsi |
| 58 | 0,5 | 23 | úr bergi, við Álftatjörn |
| 59 | 0,5 | 23 | " " " |

jarðhitanum innar í gílinu, eða framhald hans til austurs birtist svona þegar kemur niður fyrir grunnvatnsborð. Gilið sjálft er forn farvegur jökulfljóts frá síðjökultíma. Það er að mestu grafið í ungt bólstraberg og ekki beint tengt misgengi eða greinilegu broti. Þó virðist vera ógreinileg brotalína með aust-vestlægri stefnu í norður-hlíð Klambragils.

Klambragil sjálft er nokkuð forvitnilegur staður í vatnafræðilegu tilliti. Þar eru einn og áður var lýst heitar lindir á beinni línu eftir endilöngu gílinu. Í smá gilskorningi í suðurhlíð gilsins eru nokkrar ölkeldur með miklu af rauðum útfellingum (járnoxíð). Hiti vatnsins er um 35°C. Ölkeldurnar koma fram nokkrum metrum fyrir ofan heitu laugarnar sem áður er getið. Sitt hvoru megin við ölkeldurnar koma svo fram 14°C heitar lindir all vatnsmiklar (20 l/s). Lindir þessar koma fram undan bólstrabergi Molddalahnúka. Þar er á ferð kalt grunnvatn ofan af heiðinni. Þessar lindir eru í svipaðri hæð og heitu laugarnar.

Á Ölkelduhálsi eru tveir hópar heitra lauga. Þeir eiga það sammerkt að liggja á beinni línu langs eftir sama gildragi. Annar hópurinn stefnir í norðaustur en hinn í norð-norðvestur. Hiti lauganna er á bilinu 40-80°C. Nokkrar lindanna bera væg ölkeldueinkenni, til dæmis rauðar útfellingar og smá gasútstreymi en vatnið í meginhluta lauganna er tært. Rennsli frá laugunum er ekki mikið 3-4 l/s frá hvorum hóp. Laugarnar koma fram skammt frá hraunjaðri Tjarnahnúkshrauns en ekki verður séð að það hafi bein áhrif á þær. Ekki verður heldur vart við brotalínur í gílinu eða við það, en á það ber að líta að laugarnar koma upp á yngstu móbergsmynduninni og ekki er víst að gamlar brotalínur sjáist skýrt í gegnum hana þó gömul brot eigi þátt í að veita vatni upp í gegnum myndunina. Einfaldasta skýringin á tilvist lauganna er að jarðgufa komist í tæri við grunnvatn á litlu dýpi og þaðan eigi heitt vatnið sæmilega greiða leið til yfirborðs.

3.9.4 Samandregnar niðurstöður um vatnafarið

Vatnsborð grunnvatns fylgir landslagi í stórum dráttum. Þó fellur vatnsborð sennilega nokkuð bratt frá Bitru og niður í Reykjadal og frá Katlatjörnum í norðaustur að lindasvæðinu austan við Stapafell. Undan framhlaupunum og hrauninu spretta víða smálindir skammt að runnar. Vatnsmestu lindirnar á svæðinu eru kringum Molddalahnúka og af þeim verður Reykjadalssá. Heitar laugar gefa vísbendingu um að grunnvatn nái að síga nokkuð niður í efstu berglög jarðhitasvæðisins. Hvergi sjást óbyggjandi merki um falskt grunnvatnsborð á svæðinu, en búast má við að ummynduð lög Hveragerðis-eldsstöðvarinnar sem liggja grunnt undir Ölkelduhálsi, hafi sjálfstætt vatnskerfi og með öðrum þrýstingi en efra grunnvatnskerfið.

3.10 Helstu niðurstöður með tilliti til jarðhitans

Hér skulu að lokum dregin saman nokkur atriði sem snerta tengsl jarðhitasvæðisins á Ölkelduhálsi við jarðfræðina.

1. Gosvirknin í Hrómundartindskerfinu er bundin við þrjár reinar Núpafjalls-Stapafellsrein sem liggur um Hrómundartind, Katlatjarnarein þar austan við og Hagavíkurfjöll vestan við. Ölkelduháls-jarðhitasvæðið er á miðreininni og nær ekki til hinna nema rétt í suðurendann á Katlatjarnareininni.
2. Gosreinar Hrómundartindakerfisins geisla út frá Ölkelduhálsi líkt og þekkt er um dreifingu gossprungna út frá megineldstöð með kvikuþró.
3. Ölkelduhálssvæðið er um 4,5 km á lengd og nær frá Hrómundartindi suður fyrir Molddalahnúka. Miðja þess fellur saman við meginupphleðslusvæðið í Hrómundartindskerfinu.
4. Uppstreymisrásir í jarðhitakerfinu virðast einkum vera gangar undir megingossvæðinu.
5. Hveravirknin einkennist af kolsýruríku vatni sem bendir til að afgösun frá kólnandi innskotum eigi sér stað í rótum jarðhitakerfisins.
6. Önnur vísbending um kólnandi innskot undir þessu svæði er dílamergð í yngstu gosmyndunum og gabbróhnyðlingar í gosmyndunum á miðsvæði eldvirkinnar (Tjarnahnúkur, Hrómundartindur, Kyllisfell). Þetta hvort tveggja bendir til að kvika sé að storkna í gabbró undir Ölkelduhálssvæðinu.
7. Sprengigígar í Katlatjarnareininni eru hugsanlega afleiðing af útrás koldíoxíðs, sem skilist hefur úr kviku og safnast fyrir djúpt í bergi í fljótandi formi (sbr. Chivas o.fl.1987). Sprungumyndun gæti valdið uppstreymi og síðan þenslu nærri yfirborði.
8. Viðnámsmælingar á Ölkelduhálssvæðinu sýna lágviðnám í góðu samræmi við útbreiðslu jarðhitans þar (Gylfi Páll Hersir o.fl. 1986). Þyngdarhæð kemur fram í Hrómundartindskerfinu, en lendir sunnan við Molddalahnúka (Gylfi Páll Hersir o.fl. 1986). Smáskjálftamælingar sýna litla virkni á Ölkelduhálssvæðinu en þeim mun meiri virkni á jöðrum þess sunnan og austan megin (Foulger 1984). Að þessu leyti líkist Ölkelduhálssvæðið jarðhitasvæðinu í Hengli þar sem smáskjálftavirkni er dauf nema til jaðranna. P-bylgjuhröðun kemur hins vegar fram undir Hrómundartindskerfinu norðan jarðhitasvæðisins (Foulger 1984).

HEIMILDIR

- Ásgrímur Guðmundsson, Benedikt Steingrímsson, Dagbjartur Sigursteinsson, Guðjón Guðmundsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson og Ómar Sigurðsson, 1985: Nesjavellir, hola NJ-11, 3. áfangi. Borun vinnsluhluta frá 566 m til 2265 m. Orkustofnun, OS-85048/JHD-14 B, 19 s.
- Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason, 1986: Nesjavellir, hola NG-10; jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-86020/JHD-04, 50 s.
- Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Knútur Árnason, Grímur Björnsson, Gylfi Páll Hersir og Gunnar V. Johnsen, 1985: NESJAVELLIR-YFIR-BORÐSRANNSÓKNIR. Samantekt jarðfræði- og jarðeðlisfræðigagna, rannsóknaráætlun fyrir árið 1985. Orkustofnun, OS-85030/JHD-07, 97 s.
- Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson, 1986a: Nesjavellir, hola NJ-11; borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-86025/JHD-05, í útgáfu.
- Benedikt Steingrímsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson, 1986b: Nesjavellir, hola NJ-12; borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-86026/JHD-06, í útgáfu.
- Benedikt Steingrímsson, Ásgrímur Guðmundsson, Guðrún Sverrisdóttir, Hilmar Sigvaldason, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson, 1986c: Nesjavellir, hola NJ-13; borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-86027/JHD-07, í útgáfu.
- Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Guðrún Sverrisdóttir, Helga Túliníus, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson, 1986d: Nesjavellir, hola NJ-14; borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-86028/JHD-08, í útgáfu.
- Benedikt Steingrímsson, Guðmundur Ómar Friðleifsson, Guðrún Sverrisdóttir, Helga Túliníus og Ómar Sigurðsson, 1986e: Nesjavellir, hola NJ-15; borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-86029/JHD-09, í útgáfu.

- Benedikt Steingrímsson, Guðrún Sverrisdóttir, Helga Tulínus, Hjalti Franzson, Ómar Sigurðsson og Einar Gunnlaugsson, 1986f: Nesjavellir, hola NJ-16; borun, rannsóknir og vinnslueiginleikar. Orkustofnun, OS-86030/JHD-10, í útgáfu.
- Chivas, A.R., I. Barnes, W.C. Evans, J.E. Lupton og J.O. Stone, 1987: Liquid carbon dioxide of magmatic origin and its role in volcanic eruptions. *Nature* 326, 587-589.
- Foulger, Gillian R., 1984: Seismological studies at the Hengill geothermal area SW-Iceland, PhD-ritgerð. Durham University, 313 s.
- Freyr Þórarinnsson, 1981: Jarðhiti og brotalínur. Tímarit Verkfræðingafélags Íslands 66, 81-91.
- Guðmundur Böðvarsson, K. Pruess, Valgarður Stefánsson, Benedikt Steingrímsson, Sveinbjörn Björnsson, Árni Gunnarsson og Einar Gunnlaugsson, 1986: Natural state model of the Nesjavellir geothermal field, Iceland. Úr: PROCEEDINGS, Eleventh Workshop on Geothermal Reservoir Engineering, Stanford, Kalifornía, 109-115.
- Guðmundur Böðvarsson, 1987: THE NESJAVELLIR GEOTHERMAL FIELD, ICELAND: Reservoir Evaluation. 93 s.
- Guðmundur Pálmason, 1971: Crustal structure of Iceland from explosion seismology. *Vísindafél. Ísl.* 40, 187 s.
- Gylfi Páll Hersir, Axel Björnsson og L.B. Pedersen, 1984: Magnetotelluric survey across the active spreading zone in SW-Iceland. *J. Volcanol. and Geothermal Res.* 20, 253-265.
- Gylfi Páll Hersir, Grímur Björnsson og Axel Björnsson, 1986: Hengill, jarðeðlisfræðileg könnun. Orkustofnun, OS-86015/JHD-03.
- Gylfi Páll Hersir og Knútur Árnason, 1987: MT-mælingar í Kýrdal á Nesjavallasvæði sumarið 1986. Orkustofnun, greinargerð GPH/KÁ-87/01, 3 s.
- Helgi Torfason, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Gunnar V. Johnsen og Einar Gunnlaugsson, 1983: Vestur-Hengill, yfirborðsrannsókn jarðhitasvæðis. Orkustofnun, OS-83119/JHD-22, 113 s.
- Hermance, J.F., 1981: Crustal genesis in Iceland. Geophysical constraints on crustal thickening with age. *J. Geophys. Res. Letters.* Vol. 8, No 3, 203-206.

- Hjalte Franzson og Hilmar Sigvaldason, 1985a: Nesjavellir, hola NG-7; jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85124/JHD-18, 80 s.
- Hjalte Franzson og Hilmar Sigvaldason, 1985b: Nesjavellir, hola NG-8; jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85120/JHD-16, 33 s.
- Hjalte Franzson og Hilmar Sigvaldason, 1985c: Nesjavellir, hola NG-9; jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85123/JHD-17, 38 s.
- Jens Tómasson, Karl Grönvold, Hrefna Kristmannsdóttir og Þorsteinn Thorsteinsson, 1974: Nesjavellir, hola 5. Orkustofnun OS JHD 23, 22 s.
- Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson og Snorri Páll Snorrason, 1985: NESJAVELLIR. Jarðfræði og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Áfangaskýrsla. Tillaga að rannsóknum 1986. Orkustofnun, OS-85088/JHD-47 B, 52 s.
- Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Lúðvík S. Georgsson og Snorri Páll Snorrason, 1986a: NESJAVELLIR. Jarðfræði og jarðeðlisfræðileg könnun 1985. Orkustofnun, OS-86014/JHD-02, 125 s.
- Knútur Árnason, Guðmundur Ingi Haraldsson, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson, Sigurður Rögnvaldsson og Snorri Páll Snorrason, 1986b: NESJAVELLIR. Jarðfræði og jarðeðlisfræðileg könnun 1986. Áfangaskýrsla. Tillaga að rannsóknum 1987. Orkustofnun, OS-86061/JHD-23 B, 42 s.
- Knútur Árnason, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir, Lúðvík S. Georgsson og Sigurður Th. Rögnvaldsson, 1987: NESJAVELLIR. Jarðeðlisfræðirannsóknir 1986. Mæligögn. Orkustofnun, OS-87019/JHD-12 B.
- Kokelaar, P., 1987: Discussion of "Structure and eruptive mechanisms at Surtsey Volcano, Iceland" by J.G. Moore. Geological Magazine 124, 79-82.

- Kristján Sæmundsson, 1965: Úr sögu Þingvallavatns. Náttúrufræðingurinn 35, 103-144.
- Kristján Sæmundsson, 1967: Vulkanismus und Tektonik des Hengill-Gebietes in SW-Island. Acta Naturalia Islandica 2, no 7, 105 s.
- Kristján Sæmundsson, 1979: Outline of the Geology of Iceland. Jökull, 29, 7-28.
- Leó Kristjánsson og Ágúst Guðmundsson, 1980: Geomagnetic Excursion in late glacial basalt outcrops in South-western Iceland. Geophysical Research Letters, Vol. 7 No 5, 337-340.
- Moore, J.G., 1985: Structure and eruptive mechanisms at Surtsey Volcano, Iceland. Geological Magazine 122, 649-661.
- Moore, J.G., 1987: Reply (to Kokelaars criticism). Geological Magazine 124, 82-86.
- Olhoeft, G.R., 1985: Electrical properties of rocks and minerals. Short course notes.
- Ólafur G. Flóvenz, 1980: Seismic structure of the Icelandic crust above layer 3 and the relation between body wave velocity and the alteration of the basaltic crust. J. Geophys. 47, 211-220.
- Peirce, J.W. og M.J. Clark, 1978: Evidence from Iceland og geomagnetic reversal during the Wisconsinian Ice age. Nature 273, 456-458.
- Ryan, M.P., 1987: Neutral buoyancy and the mechanical evolution of magmatic systems. Magmatic Processes: Physicochemical principles. The Geochemical Society. Special Publication no 1, 259-287.
- Tómas Tryggvason, 1951: Greinargerð fyrir rannsókn á borkjörnum. Tímarit Verkfræðingafélag Íslands 37, 63-70.
- Trausti Einarsson, 1976: Upper Pleistocene volcanism and tectonism in the southern part of the median active zone of Iceland. Vísindafél. Íslendinga. Greinar 5, 119-159.

Valgarður Stefánsson, Jens Tómasson, Einar Gunnlaugsson, Hilmar Sigvaldason, Hjalti Franzson og Ómar Sigurðsson, 1983: Nesjavellir, hola NG-6; borun, rannsóknir og vinnslurannsóknir, Orkustofnun, OS-83023/JHD-04, 100 s.

Vigdís Harðardóttir, 1986: The petrology of the Mælifell picrite basalt, southern Iceland. Jökull 36, 31-40.

Walker, G.P.L., 1974: Eruptive mechanisms in Iceland. Úr: Geodynamics of Iceland and the North Atlantic Area. Ritstjóri: Leó Kristjánsson. 189-201.

Zverev, S.M., I.V. Litvinenko, Guðmundur Pálmason, G.A. Yaroshevskaya og N.N. Osokin, 1980. A seismic study of the axial rift zone in southwest Iceland. J. Geophys. Res. 47, 202-210.

ENGLISH SUMMARY

The geological and geophysical surveys of the geothermal field at Nesjavellir that started in 1985 were continued during the summer of 1986. One new resistivity line was added on the northern slopes of Mt. Hengill and some older resistivity profiles were extended. Some experiments were done with resistivity methods in an attempt to probe deeper into the earth than previously possible. The gravity map was enlarged a little to the south and processed in order to bring out the directional structure of the gravity anomalies.

The resistivity measurements reveal (above 700 m below sea-level) the western margin of the geothermal area along the Kýrdalshryggur ridge, from Mt. Hengill in the south to Fálkaklettur in the north. From there it curves slightly to the west and meets Háhryggur in the area due west of well NJ-16. This western boundary coincides with the youngest volcanism in the area. The northern boundary lies under the Kýrdalshryggur ridge between well NJ-16 and the Nesjavellir farm. The north-eastern boundary approximately follows a line from well NJ-16 heading southeast to the northern part of Sandklettur. The southeastern boundary is believed to lie to the south along Sandklettur. High resistivity is detected beneath low resistivity in most parts of the field. This is believed to mean that the reservoir fluid is at the boiling point.

Gravity measurements indicate low-density hyaloclastites in Háhryggur and Stangarháls as well as intrusions in the youngest volcanic zones on both sides of the Nesjavellir valley and at its southern rim. These intrusions seem to control flow through the geothermal field.

Geological conditions, seismicity, and the resistivity structure also indicate an upflow area under the volcanic zone below Kýrdalur where heat is being extracted from intrusions. The high-temperature area under Mt. Hengill is thus not the sole source of geothermal fluids in the Nesjavellir field.

Results from experiments with new resistivity methods show that one might use MT-measurements to evaluate resistivity at a depth of 0.5-3 km. The results from TEM-measurements are in agreement with traditional methods, and with more powerful equipment than we had available one might be able to probe deeper.

Repeated levelling and gravity surveys along the Nesjavellir valley have not revealed any significant changes caused by the withdrawal of geothermal fluids.

The geological mapping covered the eastern margin of the Hengill volcanic system and almost the entire Hrómundartindur volcanic system, which parallels it on the east and hosts the Ölkelduháls geothermal field. The eastern margin of the Hengill volcanic system is defined by large faults throwing to the west. These show insignificant movement during the Postglacial, unlike the western boundary faults of the Hengill graben.

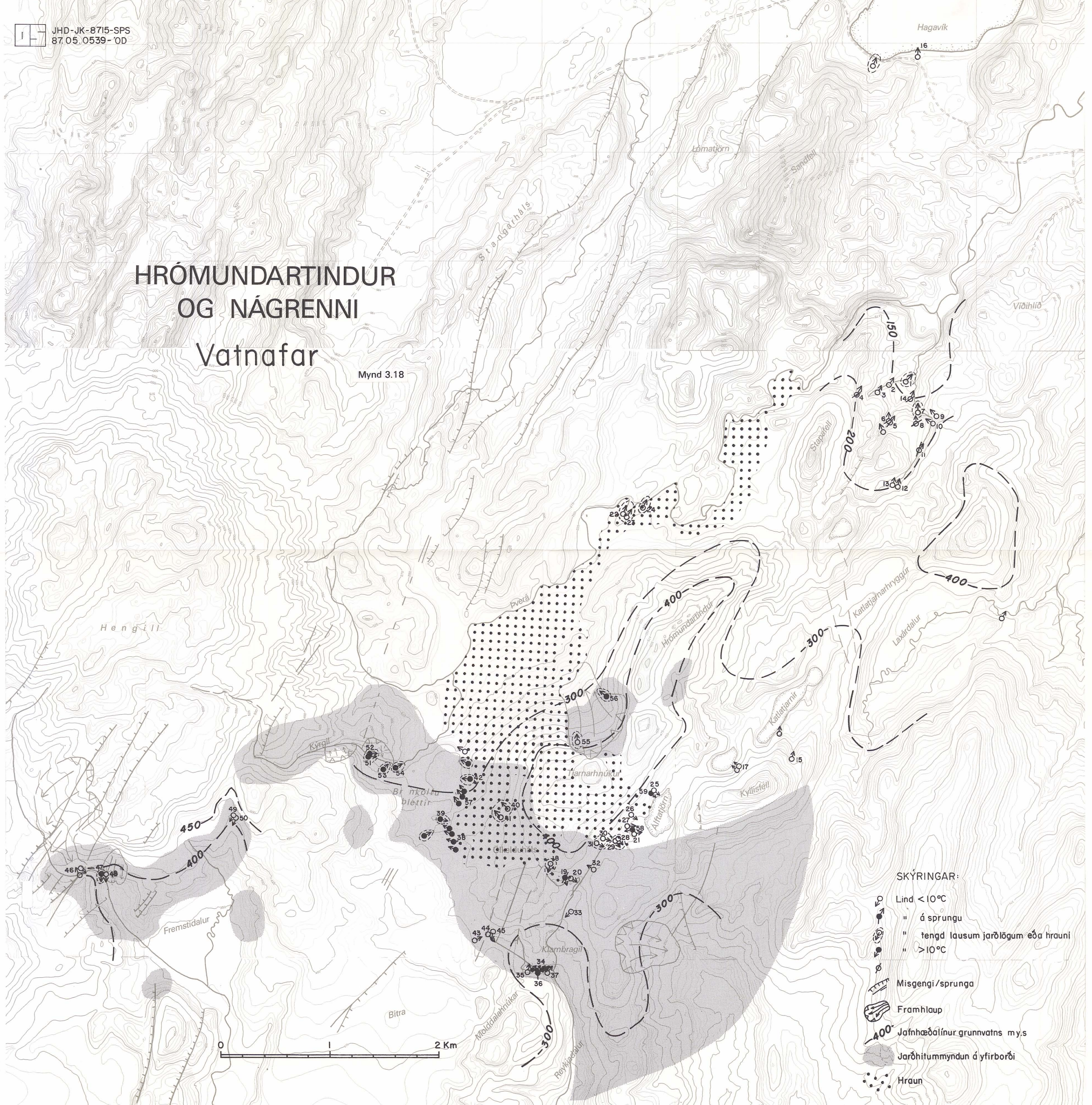
The volcanism of the Hrómundartindur volcanic system is distributed on three parallel swarms. The middle swarm extends from Núpafjall in the south to Stapafell in the north. The bulk of the volcanic production has occurred on this swarm around Hrómundartindur. The Ölkelduháls geothermal field is also located on this swarm. The other two volcanic swarms are the Katlatjarnir swarm east of the middle swarm and Haga-víkurfjöll west of it. Volcanic activity on this system can be traced into the early Weichselian glaciation, possibly into the Eemian interglaciation, about 100,000-130,000 years before present. The basement of this system is visible on both sides: Hyaloclastites belonging to the Hengill system in the northwest; and in the east, rock sequences belonging to the Hveragerði central volcano and the fissure swarm that extends northeast of it (Grafningshálsar). A central graben structure is not visible in the Hrómundartindur system, but faults throwing west occur on the easternmost branch of volcanic fissures. Faults are also seen trending towards it from the south and northeast, mostly with westerly throws. The volume of erupted material in this volcanic system is thus rather small and has been estimated about 2 km³.

The Ölkelduháls geothermal field is located on a 4.5 km long strip along the crest of the middle swarm, from Hrómundartindur to the south of Molddalahnúkar. The upflow is probably controlled by dykes underneath, but cooling gabbroic intrusions probably act as the main heat source. Indications of such intrusions are cumulate-type porphyritic rocks, particularly in the youngest volcanic units, and also gabbroic cumulates which are most abundant in the youngest volcanic unit, the Tjarnahnúkur lava flow of early Postglacial age.

The tectonics of the Hrómundartindur volcanic system is dominated by NE-SW extension in the area from Ölkelduháls northwards as is indicated by three branches of volcanic fissures with that trend. The fanning out of the volcanic fissures away from Ölkelduháls may have to do with a magma chamber located in that area. From Ölkelduháls southwards the structure of the N-S trending single branch of the volcanic system is influenced by the transform movement of the South-Iceland seismic zone with prominent N-S and ENE-WSW fractures.

HRÓMUNDARTINDUR OG NÁGRENNI Vatnafar

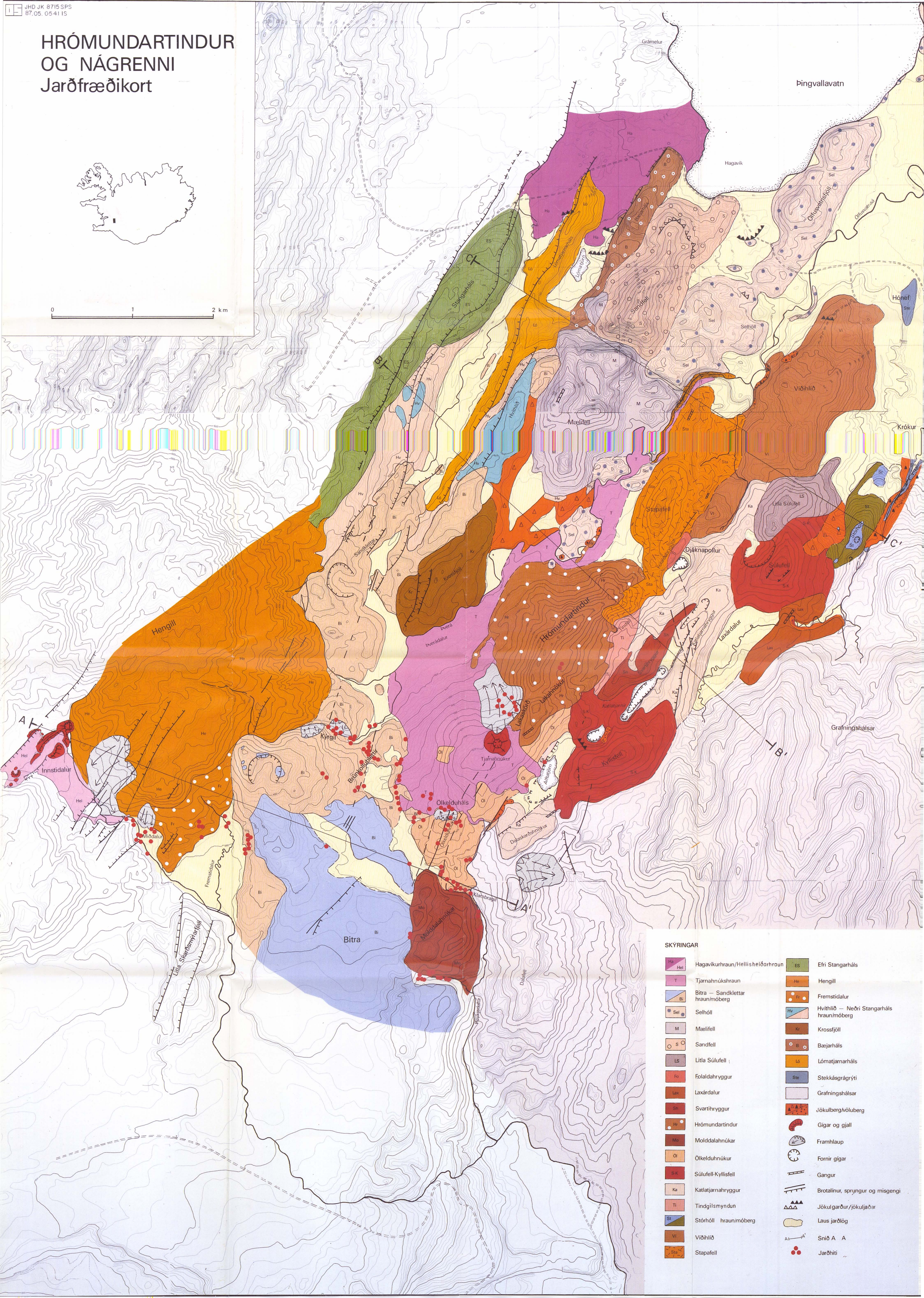
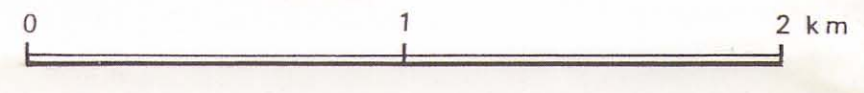
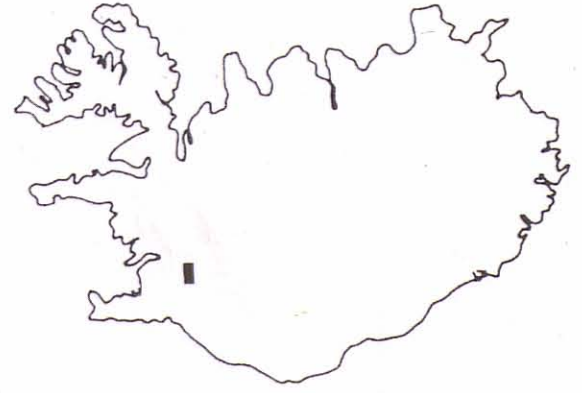
Mynd 3.18



- SKÝRINGAR:
- Lind < 10°C
 - " á sprungu
 - " tengd lausum jarðlögum eða hrauni
 - " > 10°C
 - Misgengi/sprunga
 - Framhlaup
 - 400 Jafnhæðalínur grunnvatns mys
 - Jarðhitumyndun á yfirborði
 - Hraun

0 1 2 Km

HRÓMUNDARTINDUR OG NÁGRENNI Jarðfræðikort

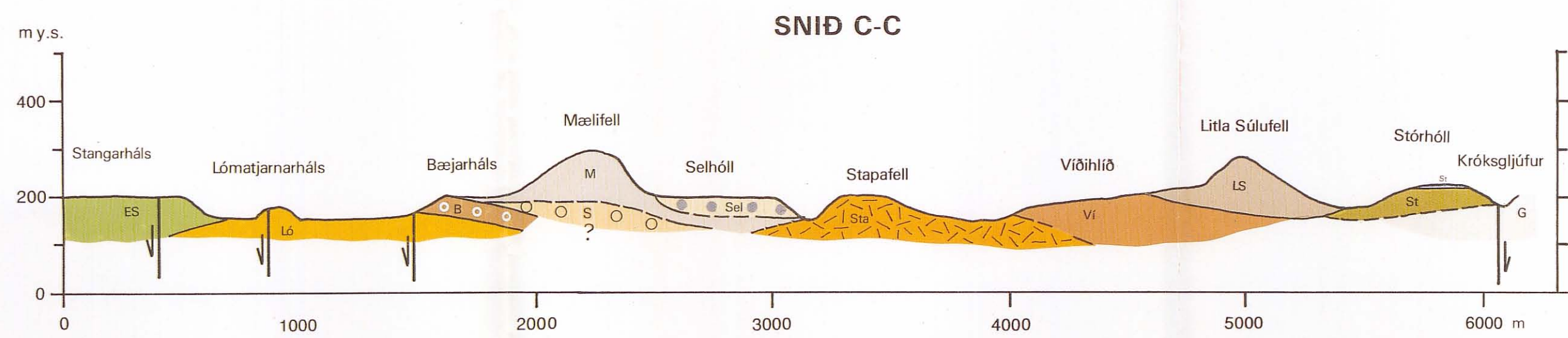
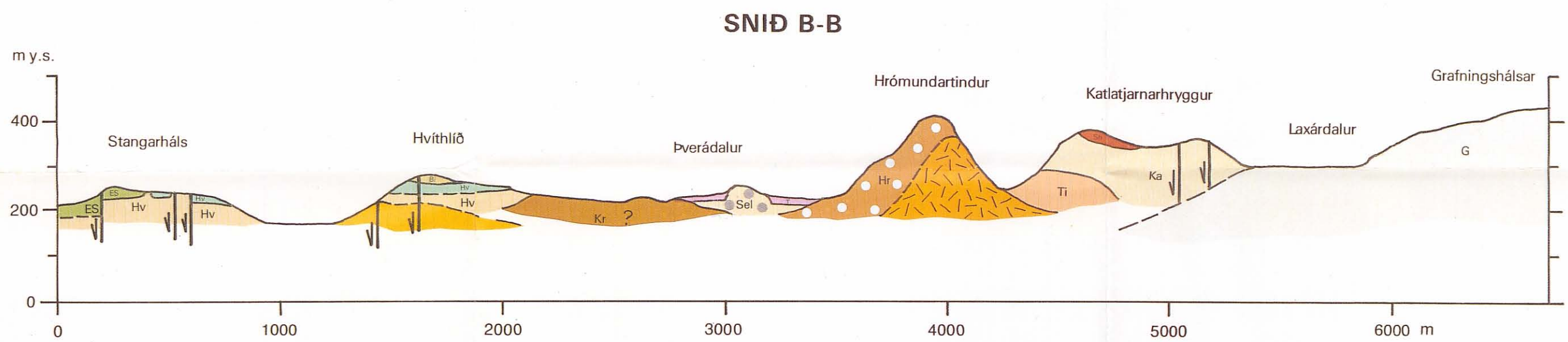
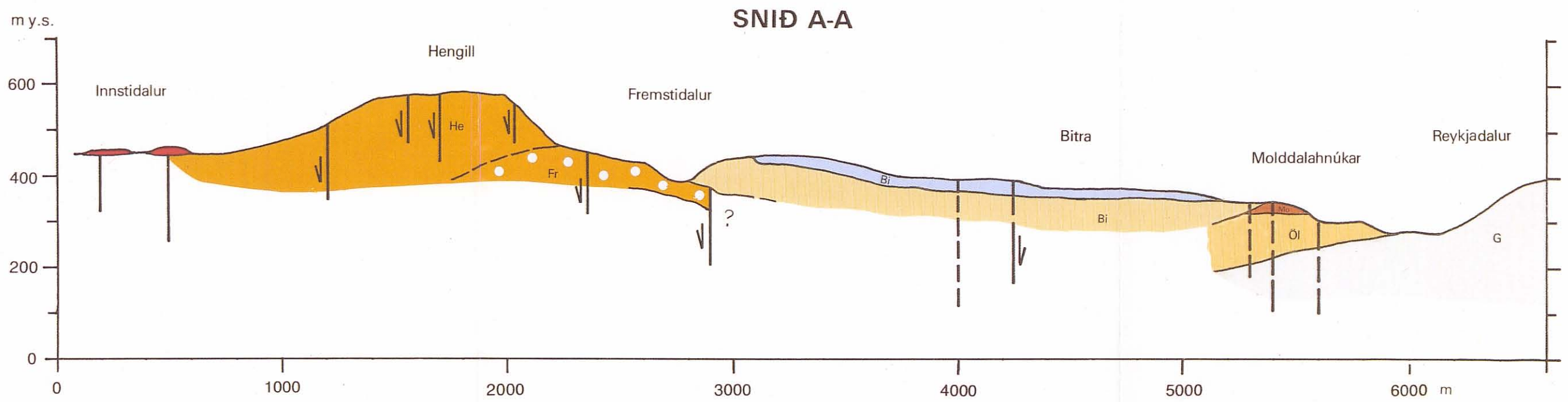


SKÝRINGAR

| | | | |
|--|----------------------------------|--|--|
| | Hagavíkurhraun/Hellisheiðorhraun | | Efri Stangarháls |
| | Tjarnahnúkskraun | | Hengill |
| | Bitra - Sandklettur hraunmóberg | | Fremstidalur |
| | Selhöll | | Hvithlíð - Neðri Stangarháls hraunmóberg |
| | Mælifell | | Krossfjöll |
| | Sandfell | | Bæjarháls |
| | Litla Súlufell | | Lómatjarnarháls |
| | Folaidahryggur | | Stekkásgrárgýti |
| | Laxárdalur | | Gráfningshálsar |
| | Svarthryggur | | Jökulberg/völuberg |
| | Hrómundartindur | | Gígar og gjall |
| | Molddalahnúkar | | Framhlaup |
| | Ölkelduhnúkur | | Fornir gígar |
| | Súlufell-Kyllisfell | | Gangur |
| | Katlajarnahryggur | | Brotalínur, sprungur og misgengi |
| | Tindgilsmyndun | | Jökulgarður/jökuljaðar |
| | Stórhóll hraunmóberg | | Laus jarðlög |
| | Viðihlíð | | Snið A-A |
| | Stapafell | | Jarðhiti |

HRÓMUNDARTINDUR OG NÁGRENNI

Jarðlagasnið



SKÝRINGAR

- | | | | | |
|--------------------|---------------------|-----------------------|---|-------------------------|
| Tjarnarhnúkskraun | Svartihryggur | Tindgilsmyndun | Hengill | Lómatjarnarháls |
| Bitra hraun/móberg | Hrómundartindur | Stórhóll hraun/móberg | Fremstidalur | Grafningshálsar |
| Selhóll | Molddalahnúkar | Víðihlíð | Hvíthlíð — Neðri Stangarháls hraun/móberg | Gígar |
| Mælifell | Ölkelduháls | Stapafell | Krossfjöll | Brotalínur, og misgengi |
| Litla Súlufell | Katlatjarnarhryggur | Efri Stangarháls | Bæjarháls | Sandfell |