



ORKUSTOFNUN  
Jarðhitadeild

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

## **NESJAVELLIR**

**Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985**

**OS-86014/JHD-02**  
Reykjavík mars 1986

**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  
Snorri Páll Snorrason**

## **NESJAVELLIR**

**Jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985**

**OS-86014/JHD-02**

Reykjavík mars 1986

**Unnið fyrir  
Hitaveitu Reykjavíkur**

## ÁGRIP

Sumarið 1985 var gerð ítarleg jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli. Hún leiddi í ljós að jarðhitinn er mjög tengdur innskotum og yngstu gosvirkninni. Norðan Hengils má greina þrjár misgamlar og misjafnlega virkar gosreinar. Ekki sjást merki um jarðhitavirkni á elstu gosreininni við Háhrygg. Jarðhitavirkni er á tveimur þeim yngstu sem liggja meðfram Nesjavalladal, sín hvoru megin.

Viðnámsmælingar sýna að jarðhitavirknin nær mun lengra til norðurs eftir vestari gosreininni undir Kýrdalshrygg en þeirri austari. Þær sýna vesturmörk jarðhitakerfisins í austanverðum Háhrygg, nema umhverfis holu NJ-12 í Kýrdal þar sem háviðnámsbunga teygir sig austur undir Kýrdalshrygg; og norðurmörk undir Kýrdalshrygg á móts við stað mitt á milli holu NJ-16 og Nesjavallabæjar. Hátt við nám kemur fram neðan lágviðnáms, einkum syðst á svæðinu, og bendir það til að jarðhitakerfið sé á suðumarki.

Þyngdarmælingar benda til þess að innskot séu undir gosreinunum í móbergsfyllingu sigdældarinnar. Þau stýra rennsli í jarðhitakerfinu.

Jarðfræðilegar aðstæður, skjálftavirkni og viðnámsdreifing benda til þess að í gosreininni undir Kýrdalshrygg eigi sér stað varmanám úr heitum innskotum og uppstreymi jarðhitavökva og þar sé ekki eingöngu um að ræða rennsli frá meginjarðhitakerfinu undir Hengli.

Fallmælingar eftir Nesjavalladal og að rótum Hengils sýndu ekki marktækar hæðarbreytingar samfara vinnslu áranna 1984 og 1985.



1986.04.01

Dags.

KÁ /bb  
Tilv. yðar

...  
Hitaveita Reykjavíkur  
c/o Jóhannes Zoëga  
Grensásvegi 1  
...  
108 REYKJAVÍK

Hér með er Hitaveitu Reykjavíkur afhent lokaskýrsla um yfirborðs-  
rannsóknir á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli sumarið 1985.

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur unnið þetta verk samkvæmt verk-  
samningi, JHD-3-1985, gerðum 18. apríl 1985.

Virðingarfyllst

  
Knútur Arnason

EFNISYFIRLIT

	bls.
ÁGRIP	2
EFNISYFIRLIT	3
MYNDASKRÁ	5
TÖFLUSKRÁ	7
1 INNGANGUR	9
2 JARÐFRÆÐI NESJAVALLASVÆÐISINS OG HENGLAFJALLA	11
2.1 Jarðfræðilegt yfirlit	11
2.2 Berglög í Henglafjöllum	14
2.2.1 Berglög frá síðasta hlýskeiði (EEM)	15
2.2.2 Nesjaskógsmyndun og berglög frá svipuðum tíma	17
2.2.3 Háhyggsmyndun	18
2.2.4 Fálkaklettamyndun og eldri Stangarhálsmyndun	21
2.2.5 Hengill	24
2.2.6 Yngri Stangarhálsmyndun og skyldar myndanir	28
2.2.7 Túff og hraunlög á Sleggju og Hengli	28
2.2.8 Hryggjaklasi vestast í Dyrafjöllum	30
2.2.9 Dyngjugos á síðjökultíma	32
2.2.10 Sprungugos eftir ísöld	34
2.2.11 Jarðgrunnur	42
2.3 Tímasetning og upphleðsluhraði	44
2.4 Brotahreyfingar í Hengilskerfinu	47
2.5 Jarðhiti og ummyndun	51
2.6 Vatnafar í Hengli	55
2.7 Helstu niðurstöður með tilliti til jarðhitans	64
3 JARÐEDLISFRÆÐILEG KÖNNUN	66
3.1 Inngangur	66
3.2 Viðnámsmælingar	68
3.2.1 Framkvæmd	68
3.2.2 Túlkun	69
3.2.3 Niðurstöður viðnámsmælinga	70
3.3 Þyngdarmælingar	83
3.3.1 Inngangur	83
3.3.2 Úrvinnsla	83
3.3.3 Túlkun þyngdarkortsins	89
3.3.4 Niðurstöður þyngdarmælinga.	94

3.4	Landmælingar	98
3.4.1	Tilgangur	98
3.4.2	Mælinetið	98
3.4.3	Fallmælingar 1984 og 1985	98
3.4.4	Mæliaðferð, nákvæmni og afköst	99
3.4.5	Hæðakerfi	99
3.4.6	Niðurstöður fallmælinga	100
3.5	Niðurstöður jarðeðlisfræðilegrar könnunar	102
4	SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR	107
	HEIMILDIR	110
	ENGLISH SUMMARY	114
	VIÐAUKI: Tvívíð viðnámslíkön ásamt lýsingu	115

## MYNDASKRÁ

	bls.
Mynd 2.1 Eldstöðvakerfi á Hengilssvæði	12
Mynd 2.2 Hlýskeiðshraun vestan við Dyrafjöll	16
Mynd 2.3 Nesjaskógs-, Háhryggs- og Sleggjumyndun	19
Mynd 2.4 Fálkaklettamyndun og eldri Stangarhálsmyndun	23
Mynd 2.5 Hengilsmyndun	25
Mynd 2.6 Berggerðir í Hengilsmyndun	27
Mynd 2.7 Yngri Stangarhálsmyndun og skyldar myndanir	29
Mynd 2.8 Túff og hraunlög á Sleggju og Hengli og yngstu hryggir í Dyrafjöllum	31
Mynd 2.9 Hraun og túff frá síðjökultíma	33
Mynd 2.10 Eldvirkni eftir ísöld	35
Mynd 2.11 Jarðvegssnið við hraunjaðra á Nesjavöllum	36
Mynd 2.12 Tímasetning gosa í Hengilskerfinu, sem orðið hafa eftir ísöld	38
Mynd 2.13 Jarðvegssnið í Kýrdal	39
Mynd 2.14 Upphleðsla í Hengilskerfinu	46
Mynd 2.15 Einfölduð þversnið af brotakerfinu norðan Hengils	49
Mynd 2.16 Einfölduð mynd af brotakerfinu í Hengli og á Nesjavallasvæði	50
Mynd 2.17 Ummyndun og jarðhiti í Hengli	53
Mynd 2.18 Þversnið af legu grunnvatnsborðs í Hengli	57

	bls.
Mynd 3.1 Yfirlitsmynd af mælisvæðinu við Nesjavelli, örnefni og borholur	67
Mynd 3.2 Staðsetning viðnámsmælinga	74
Mynd 3.3 Lína I: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun	75
Mynd 3.4 Lína II: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun	76
Mynd 3.5 Lína III: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun	77
Mynd 3.6 Lína IV: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun	78
Mynd 3.7 Lína VII: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun	79
Mynd 3.8 Eðlisviðnám í ohmm við sjávarmál	80
Mynd 3.9 Eðlisviðnám í ohmm 250 m neðan sjávarmáls	81
Mynd 3.10 Eðlisviðnám í ohmm 500 m neðan sjávarmáls	82
Mynd 3.11 Ákvörðun á eðlismassa	86
Mynd 3.12 Bouguer þyngdarkort ásamt túlkun	87
Mynd 3.13 Þrívítt Bouguer þyngdarkort ásamt staðsetningu borhola	88
Mynd 3.14 Lína IV: Tvívítt þyngdarlíkan	95
Mynd 3.15 Lína VI: Tvívítt þyngdarlíkan	96
Mynd 3.16 Lína VII: Tvívítt þyngdarlíkan	97
Mynd 3.17 Fallmælingar á Hengilssvæði 1985	101
Mynd 3.18 Eðlisviðnám og áætlaður berghiti 250 m neðan sjávarmáls ásamt túlkun þyngdarkorts	105
Mynd 3.19 Eðlisviðnám og áætlaður berghiti 500 m neðan sjávarmáls ásamt staðsetningu skjálfta og túlkun þyngdarkorts	106



bls.

Í viðauka:

Mynd V.1 Lína I: Tvívítt viðnámslíkan	119
Mynd V.2 Lína IV: Tvívítt viðnámslíkan	120
Mynd V.3 Lína V: Tvívítt viðnámslíkan	121
Mynd V.4 Lína VI: Tvívítt viðnámslíkan	122
Mynd V.5 Lína III: Tvívítt viðnámslíkan	123
Mynd V.6 Lína VII: Tvívítt viðnámslíkan	124
Mynd V.7 Lína II: Tvívítt viðnámslíkan	125

TÖFLUSKRÁ

Tafla 2.1 Lindir á Hengilssvæði	58
Tafla 2.2 Vatnsborð í gufuholum	62
Tafla 2.3 Vatnsborð í höggborsholum	63
Tafla 3.1 Afköst í viðnámsmælingum	69



## 1 INNGANGUR

Jarðhitadeild Orkustofnunar hefur á undanförunum árum unnið að heildarkönnun jarðhita á Hengilssvæðinu. Árið 1984 hófust umræður milli Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar um að Jarðhitadeild tæki að sér að gera ítarlegar yfirborðsrannsóknir á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli. Í nóvember það ár lagði Jarðhitadeild fram tillögur um hvernig að því verki skyldi staðið (Axel Björnsson o.fl. 1984). Þar var lagt til að yfirborðsrannsóknum yrði skipt í tvö verkefni:

### Verkefni 1.

Taka saman í skýrslu öll tiltæk gögn úr yfirlitskönnun Hengilssvæðisins og ná út úr þeim eins miklum upplýsingum og unnt er um jarðhitasvæðið við Nesjavelli. Á grundvelli þessarar samantektar verði síðan gerðar tillögur um frekari mælingar og kortlagningu, sem ætlað er að segja til um víðáttu og innri gerð jarðhitakerfisins. Gera tíma- og kostnaðaráætlun um frekari kortlagningu, mælingar, úrvinnslu og túlkun. Þessi skýrsla ætti að vera tilbúin fyrri hluta árs 1985 þannig að hún nýtist við gerð verkáætlunar fyrir sumarið 1985.

### Verkefni 2.

Framkvæmd þeirra rannsókna, sem skilgreindar verða út frá samantekt í verkefni 1 og sem samkomulag verður um milli Hitaveitu Reykjavíkur og Orkustofnunar. Teikning korta og sniða, túlkun jarðeðlisfræðilegra mælinga með hliðsjón af jarðfræði og niðurstöðum borholurannsókna. Samtúlkun á öllum niðurstöðum.

Í nóvember 1984 var gerður samningur milli Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðhitadeildar Orkustofnunar um framkvæmd verkefnis 1 (sjá Axel Björnsson o.fl. 1985). Því lauk með því að Jarðhitadeild lagði fram skýrslu um verkið í apríl 1985 (Axel Björnsson o.fl. 1985). Þar er gerð grein fyrir þeim yfirborðsrannsóknum sem gerðar höfðu verið á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli og reynt að tengja niðurstöður þeirra innbyrðis og við þær upplýsingar sem fengist höfðu með borunum á svæðinu. Í framhaldi af þessari samantekt voru ennfremur í skýrslunni gerðar tillögur um frekari yfirborðsrannsóknir.

Á grundvelli þessara tillagna var gerður samningur milli Hitaveitu Reykjavíkur og Jarðhitadeildar Orkustofnunar, dagsettur 18. apríl 1985, um framkvæmd ítarlegra yfirborðsrannsókna á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli (Rannsóknarsamningur JHD-3-1985). Tilgangur þeirra var að kanna víðáttu, útmörk og innri gerð jarðhitasvæðisins og ennfremur að koma upp föstu mælineti til að fylgjast með hugsanlegum breytingum samfara vinnslu á svæðinu. Jarðhitadeild skilaði áfangaskýrslu í

október 1985 (Knútur Árnason o.fl. 1985). Þar var fjallað um framkvæmd þessara rannsókna og þá úrvinnslu gagna sem hafði farið fram. Ennfremur voru settar fram tillögur um frekari rannsóknir sumarið 1986.

Í þessari skýrslu eru lokaniðurstöður yfirborðsrannsókna frá árinu 1985. Auk viðamikilla jarðfræðirannsókna, eru birtar tvívíðar túlkanir á viðnámsmælingum og þyngdarmælingum. Þessar niðurstöður eru bornar saman við niðurstöður borholurannsókna sem snerta áætlaðan berghita, þrýsting og borsvarf en einnig berggerð og beltaskiptingu ummyndunarsteinda. Að lokum er fjallað um helstu niðurstöður yfirborðsrannsókna og þær felldar saman í eina heildarmynd af svæðinu. Frumgögn viðnáms-, þyngdar- og fallmælinga eru birt í sérstakri gagnaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1986).

## 2 JARÐFRÆÐI NESJAVALLASVÆÐISINS OG HENGLAFJALLA

### 2.1 Jarðfræðilegt yfirlit

Í Henglafjöllum er einungis að finna ungar jarðmyndanir, hraun móberg og grágrýti, sem hvíla á hlýskeyðshraunum norður við Þingvallavatn og vestur við Mosfellsheiði. Til austurs jaðra Henglafjöll við annað líklegt eldstöðvakerfi, Hrómundartinds-kerfið, sem fellur utan við þessa jarðfræðilýsingu (mynd 2.1). Henglafjöll eru að flestu leyti dæmigerð um miðsvæði eldstöðvakerfis eins og þau gerast í gliðnunarbeltum Íslands. Þau ná yfir megineldstöðina í því og hluta sprungusveimsins. Í megineldstöðinni er framleiðsla gosefna mest og þar hefur hlaðist upp fjalllendi. Þar er að finna andesít og líparít og eitt af virkari háhitasvæðum landsins.

Jarðhitasvæðið sem almennt er nefnt Hengils svæði er þrískipt jarðfræðilega milli jafnmargra samliggjandi eldstöðvakerfa sem eru misgömul og sumpart ólík. Einungis vestasti hluti þess tilheyrir Hengilskerfinu. Það nær frá Hverahlíð norður undir Nesjavelli, en það eru 12 km. Miðja jarðhitasvæðisins virðist vera undir sunnanverðum Hengli. Þar spanna hverir og ummyndun yfir breiðast bil í sprungusveimnum, og merki sjást um forna jarðhita-sprengigíga. Hveravirkni er mikil við rætur fjallsins nema norðvestast utan megin sigspildunnar.

Líkur eru á að virkni á Hengils svæðinu hafi stórt séð færst í vestur í stökkum og skilið eftir slóð af dvínandi eldvirkni og háhita til hliðar austan megin. Elsta megineldstöðin á Hengils svæðinu, nú útdauð, er ofan við Hveragerði (Kristján Sæmundsson og Ingvar Birgir Friðleifsson 1980). Sprungusveimur frá henni lá norðaustur yfir Grafningshálsana (Kristján Sæmundsson 1979). Önnur er líklega í fjallendinu kringum Hrómundartind með ísúru bergi, og háhitasvæði, en lítilli virkni eftir ísöld (mynd 2.1). Ekki er vitað hvað Hengilskerfið hefur verið virkt í langan tíma. Af jarðlagasniðum í borholum má ráða að virknin nái yfir a.m.k. þrjú jökulskeið rúmlega 300.000 ár (Hjalte Franzson óbirt). Virkni í Hengilskerfinu er mest í því miðju en dvínandi til hliðanna. Þó sjást norðan Hengils merki um vestursækni virkninnar í formi sigðalda til hliðar við aðal gosreinina.

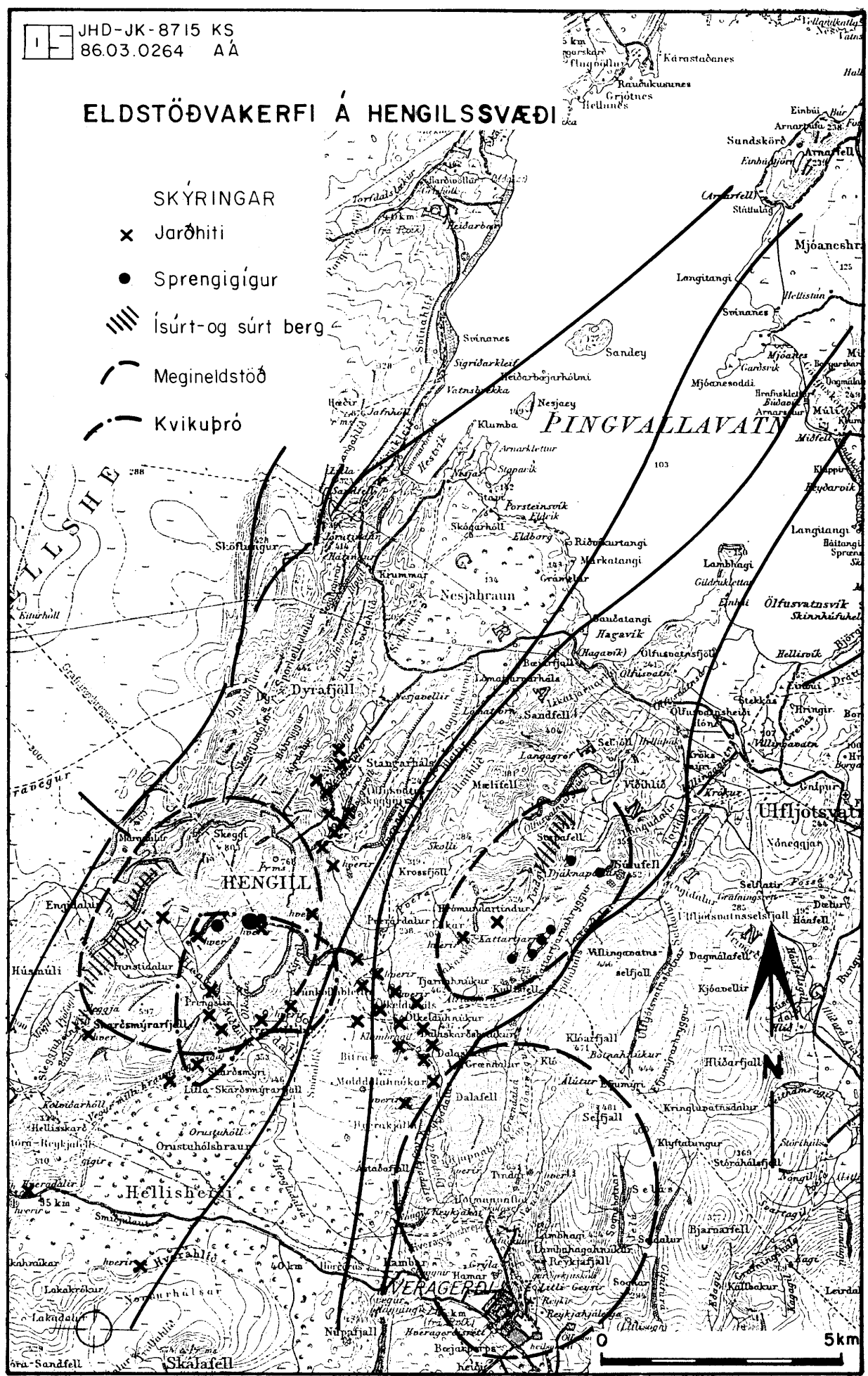
Það svæði sem hér verður lýst nær yfir Hengil og sprungusveiminn norður að Þingvallavatni. Þetta svæði var kortlagt upp á nýtt sumarið 1985. Eins og vænta mátti leiðréttist og skýrðist margt í eldri jarðfræðilýsingu Kristjáns Sæmundssonar (1967). Megindrættirnir í sundurgreiningu móbergsins standa lítið breyttir; einingum hefur fjölgað um nokkur smá móbergshrúgöld, útbreiðsla hinna stærri er



JHD-JK-8715 KS  
86.03.0264 AA

# ELDSTÖÐVAKERFI Á HENGILSSVÆÐI

- SKYRINGAR
- × Jarðhiti
- Sprengigígur
- ▨ Ísúrt-og súrt berg
- - - Megineldstöð
- · - · - Kvikupró



Mynd 2.1 Eldstöðvakerfi á Hengilssvæði

sumsstaðar önnur og afstæður aldur jarðmyndana var a.m.k í einu veigamiklu atriði rangt ákvarðaður. Sundurgreining gossprungna og hrauna er gerbreytt frá fyrri jarðfræðilýsingunni. Rannsókn á berglögum í borholum á Nesjavallasvæðinu hefur á tvennan hátt rennt stöðum undir jarðfræðikortlagninguna. Nokkrar af hinum stærri móbergssýrþum þekkjast í borsvarfi, þannig að tekist hefur að ákvarða legu þeirra neðanjarðar. Einnig hefur tekist að finna mörk jarðmyndana frá síðasta og næstsíðasta jökulskeiði í borholusniðunum og fá þannig mat á upphleðslu í Hengilskerfinu. Upplýsingar um þessi atriði hefur Hjalti Franzson látið í té. Brotahreyingar á svæðinu voru kannaðar ræki- legast í og umhverfis Nesjavalladalinn. Að öðru leyti má segja, að einungis aðaldrættirnir í brotamynstri svæðisins hafi verið rannsakaðir. Útbreiðsla jarðhitans og ummyndun bergs á yfirborði var kortlögð og tengsl rakin við brotamynstur og gosvirkni. Loks var vatnafarið rannsakað vendilega og gert vatnafarskort af Henglafjöllum.

Þegar kortlagning þessi hófst s.l. vor, var áhugi hitaveitumanna eðlilega fyrst og fremst á Nesjavallasvæðinu. Heilstæð mynd af litlum skika fæst þó ekki nema jarðfræðin sé skoðuð í samhengi við kerfið sem hann er hluti af. Því var strax í byrjun reiknað með að jarðfræðikortlagningin skyldi ná norður að Þingvallavatni, en suðurmörkin voru ekki fastákveðin þá þegar. Eftir því sem kortlagningunni vatt fram kom af sjálfu sér að hún skyldi ná yfir Hengil allan. Fullur skilningur var á þessu meðal forráðamanna Hitaveitunnar. Með þessari skýrslu fylgir jarðfræðikort í mælikvarða 1:10.000 og röð af þversniðum í sama mælikvarða. Fjölrituðu útgáfunni fylgir sama kort í mælikvarða 1:20.000 og þversnið í sama mælikvarða.

## 2.2 Berglög í Henglafjöllum

Upphleðsla þeirra gosmyndana sem sjást í Henglafjöllum er aðallega frá síðasta jökulskeiði, en síðan það hófst eru um 115.000 ár. Jökulþykkt hefur verið breytileg á þessu tímabili og svæðið jafnvel íslaust á köflum. Þessi ályktun er byggð á því að móberg er yfirgnæfandi. Hraunlög koma þó einnig fyrir og mynda þekjur á lágum hálsadrögum.

Engin víðáttumikil einsleit lög eða lagsyrpur verða raktar sem leiðarlög gegnum bergstaflann í Henglafjöllum. Upphleðslan einkennist miklu fremur af samkynja hrúgöldum úr móbergi og bólstrabergi sem myndast hafa á tilteknu tímaskeiði á afmörkuðum reinum innan kerfisins. Lögun og stærð móbergs- og bólstrabergshrúgalda sem myndast við gos í jökli gefur til kynna breytilega framleiðslu gosefna og lögun og legu gosrásarinnar, sem fæddi þau af sér. Ungir móbergshryggir eru jafnan úfnir en þeir eldri stroknir af rofi og oft hjúpaðir af jökulbergi. Bólstraberg myndast undir þykkum jökli og rennur út í þykka, flatvaxna bingi og ávala þótt ungir séu. Móbergstúff er jafnan myndað við sprengigos í grunnu vatni, en skálagað móberg við rennsli út í vatn. Þannig má af gerð bergsins, og lögun og stærð goseininganna gera sér grein fyrir ytri aðstæðum á myndunartíma auk legu gosrása og magni gosefna.

Berglögum í Henglafjöllum má skipa í syrpur eftir bergtegundum, útbreiðslu og afstæðum aldri. Þessi skipting er sýnd á kortaröð (myndir 2.2-2.10), og hún er höfð til grundvallar í eftirfylgjandi jarðfræðilýsingu (sjá einnig mynd 2.14).

Syrpurnar eru þessar:

Sprunguhraun eftir ísöld 2.000 - 10.000 ára  
Dyngjuhraun frá síðjökultíma 10.000 - 12.000 ára  
Hryggjaklasi vestast í Dyrafjöllum > 12.000 ára  
Túff og hraunlög á Sleggju og Hengli  
Yngri Stangarhálsmyndun  
Hengill, stapinn.  
Fálkaklettamyndun og eldri Stangarhálsmyndun  
Sleggjumyndun, andesít og líparít (sleppt hér)  
Háhryggsmýndun  
Nesjaskógsmýndun < 115.000 ára  
Hlýskeiðshraun 115.000 - 135.000 ára.

Gosvirkni innan Hengilskerfisins hefur færst nokkuð til í tímans rás. Framan af síðasta jökulskeiði hefur virknin verið mest vestan til í því (Háhryggur - Sleggja), en færst síðar til austurs yfir á miðsvæðið (Hengill- Nesjavalladalur). Seint á síðasta jökulskeiði hefur aftur gosið vestarlega í Dyrafjöllum og á Hengli. Sprunguvirkni í Hengilskerfinu (þ.e. hreyfing til jafnaðar á löngu tímabili) virðist hafa



verið nokkuð jöfn á þeim tíma sem svarar til upphleðslunnar (sbr. kafla 2.4). Ás mesta sigs virðist hafa verið á sömu rein innan sprungusveimsins allt síðasta jökulskeið.

### 2.2.1 Berglög frá síðasta hlýskeiði (EEM)

Dyngjuhraunin frá Eiturhól og Hæðum eru upprunnin rétt utan við Hengilskerfið og ganga sjáanlega inn undir sumar af elstu gosmyndunum sem því tilheyra nyrst í Dyrafjöllum (mynd 2.2).

1. Grágrýtisdyngjan Hæðir er elsta gosmyndunin frá þessu tímasteiði innan takmarka jarðfræðikortsins. Hvirfill dyngjunnar er vestur af Hestvík í 376 m hæð y.s. Þar vottar fyrir gíg. Hlíðarhalli dyngjunnar er kringum 2° og sjáanleg þykkt dyngjuhraunsins í misgengisstöllum við Hestvík er um 30 m niður að millilagi úr túffi. Millilag þetta er um 1,50 m á þykkt og virðist skilja að tvær dyngjusyrpur. Óvíst er um uppruna neðri syrpu. Hún kemur aðeins fram í Jórúkleif og af henni sjást þar um 40 m. Bergið í henni er heldur dílóttara en í þeirri efri. Berglagahalli í neðri syrpu bendir til að hún sé upprunnin á svipuðum slóðum og Hæðadyngjan. Túffið á milli er basaltískt og líkist því að það sé myndað við sprengigos af völdum vatns. Bergið í efri dyngjusyrpu er fínkornaðra og oft straumflögótt. Grágrýti tilheyrandi efri dyngjusyrpu kemur fram í djúpum lækjarskorningum upp af Hestvík. Það austasta sem til þess sést er í Illagili. Steinar úr grófkornóttu grágrýti hafa kastast upp úr gígnum í Sandey sem sýnir að dyngjubasalt er þar undir. Bergið í öllum þessum opnum og lausagrjótið í Sandey er dæmigert beltótt ólivínbasalt, þótt smámunur verði séður á gerð þess.

2. Eiturhóll er hvirfill yngstu dyngjunnar á Mosfellsheiði (Árni Hjartarson 1980). Hraun frá honum ná innundir hraunlög og móbergsmýndanir vestan undir Henglafjöllum. Eiturhóll er vafalítið af svipuðum aldri og Hæðadyngjan.

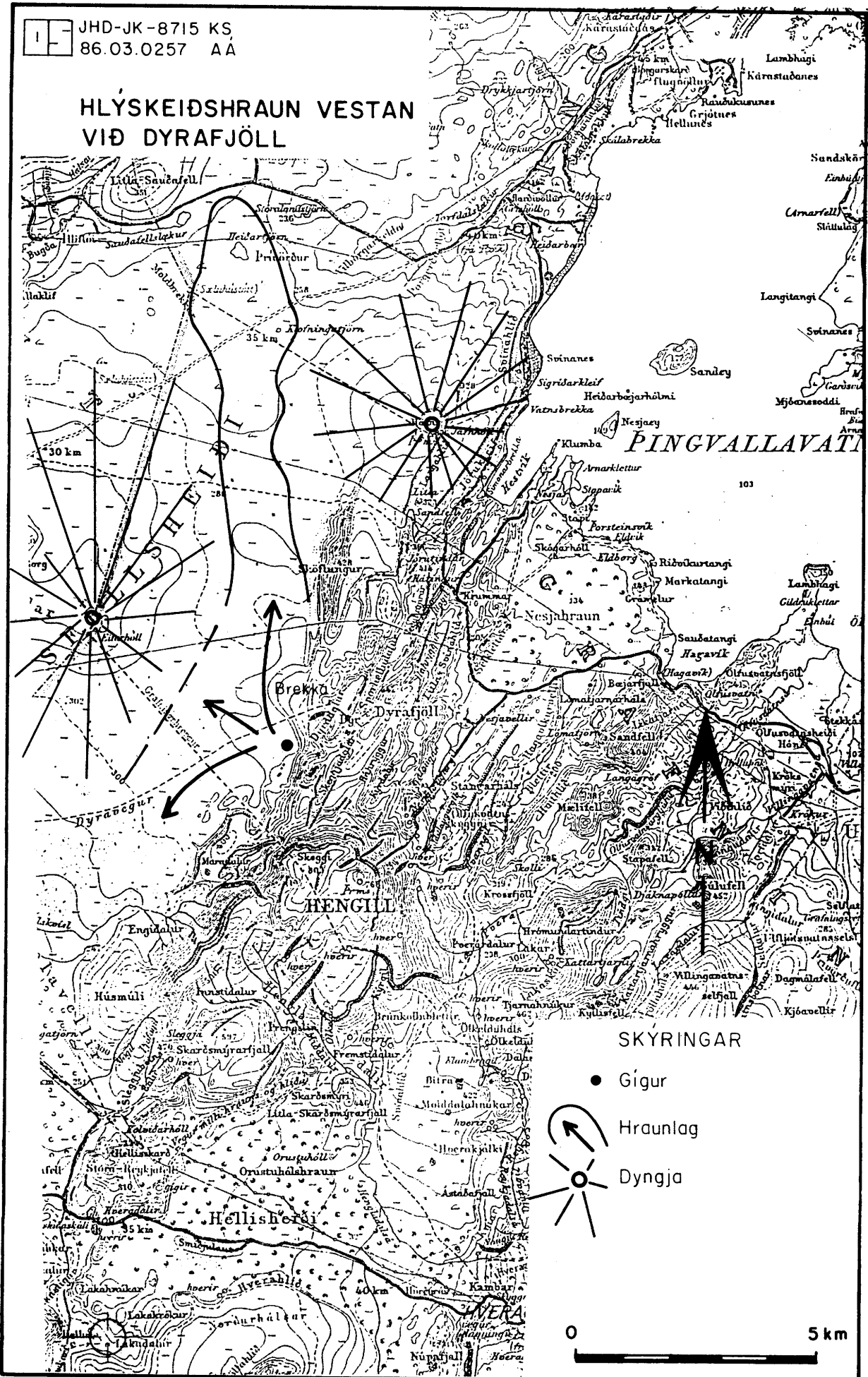
Ofangreindar dyngjur hafa jafnan verið álitnar vera frá síðasta hlýskeiði, því halda t.d. fram bæði Árni Hjartarson (1980) og Kristján Sæmundsson (1981). Þær eru báðar utan Hengilskerfisins.

3. Hraunstraumur sunnan við Brekku. Í jarðfræðilýsingu Kristjáns Sæmundssonar (1967) er getið um hraunstraum, sem liggur frá Brekku vestur á Mosfellsheiði. Hraun þetta hefur runnið norður dældina milli Hæða- og Eiturhólsdyngnanna og einnig breiðst út til suðurs vestan við Marardal og Engidal.



JHD-JK-8715 KS  
86.03.0257 AA

# HLÝSKEIÐSHRAUN VESTAN VIÐ DYRAFJÖLL



## SKÝRINGAR

● Gigur

○ ↻ Hraunlag

☼ Dyngja

0 5 km

Mynd 2.2 Hlýskeiðshraun vestan við Dyrafjöll

Flatarmál hrauns þessa er 15-20 km<sup>2</sup>. Enn sér móta fyrir hrauntröðum í hraunálmunni sem liggur norður á milli dyngnanna. Í ritgerðinni frá 1967 er sagt að gígur sjáist ekki og hraunið gangi undir Brekku og móbergsholtin vestur frá Marardal. Fyrra atriðið er líklega rangt, því að kvos með greinilegri gíglögun er þar sem hraunið nær hæst sunnan við Brekku. Hitt er rétt, að móbergið vestan við Marardal liggur ofan á hraunlaginu. Aldur þess var því talinn síðasta hlýskeið. Bergið í hrauninu vestan við Brekku er lítið sem ekki dílótt með smávegis ólivíni.

### 2.2.2 Nesjaskógsmýndun og berglög frá svipuðum tíma

Elstu móbergseiningarnar sem sjást á yfirborði og upprunnar eru í Hengilskerfinu eru suðvestast og norðaustast í Henglafjöllum (mynd 2.3). Í Köldulaugagili norðaustan í Hengli bryddir á móbergsmýndun sem reiknuð er til sömu syrpu. Það eina sem þessi syrpa á sameiginlegt er lík berggerð, þ.e. ólivínbasalt, og líkur aldur, því að hún gengur undir Háhyggsmýndunina. Þessi syrpa finnst í borholum á Nesjavöllum, en þar sem rannsókn á borsvarfi er ekki að fullu lokið verður nánari umfjöllun um þann þátt að bíða, en látið nægja að vísa í þversniðin.

1. Húsmúli. Húsmúla er lýst í skýrslunni um Vestur-Hengil (Helgi Torfason o.fl. 1983). Hann er grágrýtisdýngja á sökkli úr skálögóttu móbergi og bólstrabergi sem kemur fram undan grágrýtinu nyrst. Húsmúli hefur myndast við gos í jökuljaðri sem var afhallandi til suðurs. Gosið hefur brætt geil fram úr jöklinum og hraunið síðan runnið fram úr henni. Þekktar hliðstæðar myndanir en miklu yngri eru t.d. Hestfjall í Grímsnesi og Bitra austan undir Hengli. Líklegast er að gosið sem myndaði Húsmúla hafi orðið í byrjun jökulskeiðs, og þá þess síðasta. Húsmúli væri eftir því elsta sýnilega goseiningin í Hengilskerfinu.

2. Nesjaskógsmýndun. Elsta móbergsmýndunin norðan Hengils nær yfir um 2 km<sup>2</sup> svæði suðvestan við Hestvík. Hún hefur ekki verið sundurgreind í einstakar goseiningar. Í landslagi sjást ekki glöggar vísbendingar um legu gosstöðva, en fundist hefur gosgangur í Jórugili syðst í Jórurkleif (Kristján Sæmundsson 1967 bls. 34-35), og einnig hefur gosið rétt vestan við misgengið næst ofan við Jórurkleif (Langahlíð). Gosefni frá þessum gosstöðvum hafa hrúgast fram af misgengjum og sýna að sigstallurinn við Jórurkleif hefur verið 20-30 m hár og sá vestari u.þ.b. 10 m hár þegar þarna gaus. Bólstraberg kemur fram í Nesjaskógsmýnduninni í Illagili og víðar þar suðvestur af, líklega kjarninn úr goshrygg. Annars eru móbergsbreksíur mest áberandi. Nesjaskógsmýndunin er hvergi mjög þykk. Í Illagili sést grágrýtisundirlagið með áhvílandi 20 m þykku móbergi og bólstrabergi austan megin, en vestan

megin er sama myndun í öllum gilveggnum yfir 30 m. Í hnúk suður undir Vegghömrum gæti þykktin numið um 100 m, þar af nær hnúkurinn sjálfur um 50 m yfir dældirnar umhverfis. Nesjaskógsmýndunin er mjög eydd af rofi og mikið á henni af ruðningsmóbergi, t.d. á pallinum fram með Hestvík að vestan. Í því er bæði jökulruðningur, vatnaset og skriðubingir. Bergið í Nesjaskógsmýnduninni er dílalaust ólivín-basalt. Í opnum austan við Illagil sést, að Nesjaskógsmýndunin gengur undir nærliggjandi móbergsmýndanir.

3. Móbergsmýndun neðst í Köldulaugagili. Utantil og neðst í Köldulaugagili kemur fram móbergsmýndun úr dílalaus ólivínbasalti (md 15, bls. 45 í Kristján Sæmundsson 1967). Þessi myndun samanstendur af móbergsbreksíu neðst. Þar ofan á er 1/2 m þykkt túffkennt set. Þetta móberg kemur hvergi fram annars staðar, en gæti verið til staðar í syðstu og austustu borholunum (sbr. þversniðin). Mýndunin gengur undir móbergið í Hengli og Stangarhálsi. Afstæður aldur gæti bent til að hún sé frá svipuðum tíma og Nesjaskógsmýndunin.

4. Þverhryggur í Köldulaugagili. Neðarlega í Köldulaugagili kemur fram stuttur móbergshryggur með NV-SA stefnu. Hann leggst ofan á þunnt túffkennt set sem minnst er á hér að framan. Hryggurinn stingst undir Hengilsmyndunina vestan gilsins og undir Stangarhálsmyndunina austan þess. Hryggurinn er svotil úr hreinu móbergstúffi. Gosgangur sem tengist tilurð hryggsins sést ekki í honum.

### 2.2.3 Háhryggsmýndun

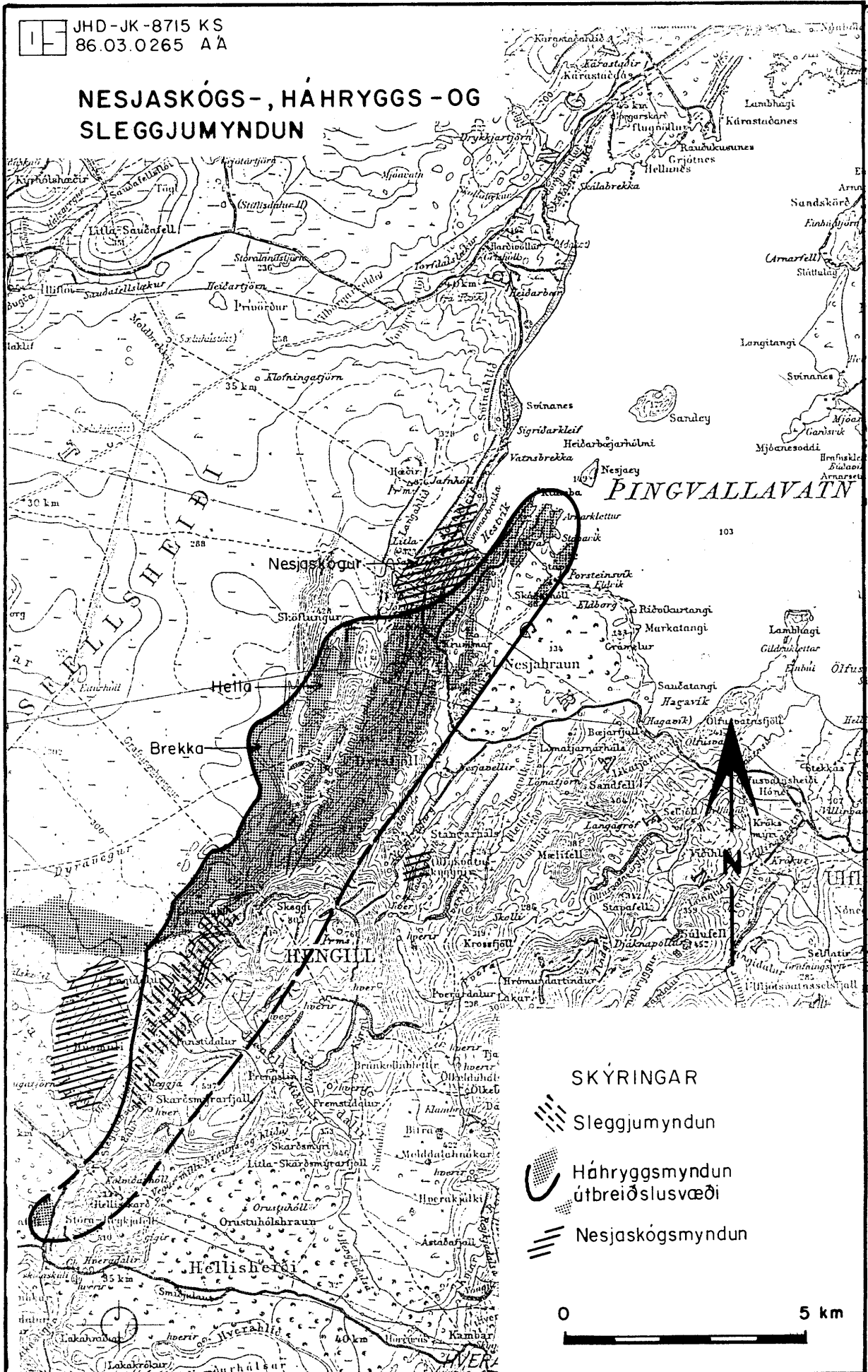
Háhryggsmýndunin er stærsta syrpan á Hengilssvæðinu (mynd 2.3). Norðan Hengils myndar hún auk Háhryggs alla undirstöðu Dyrafjalla og tangana austan við Hestvík. Landslag á útbreiðslusvæði Háhryggsmýndunar fer smáhækkandi frá Þingvallavatni suður að Hengli, þar sem hún nær í 500 m hæð. Hún kemur fram vestan undir Skeggja allt upp í 600 m hæð. Í framhaldi af Háhrygg til suðvesturs er andesítið og líparítið í Sleggju (616 m), sem sést liggja ofaná Háhryggsmýnduninni vestan undir Hengli. Hækkandi landslag til SV eftir Háhryggsmýnduninni bendir til vaxandi gosframleiðslu í átt að Hengli. Súra og ísúra bergið í Sleggju bendir til, að miðsvæði gosvirkinnar í Hengilskerfinu á upphleðslutíma Háhryggsmýndunar hafi verið enn sunnar, þ.e. í Sleggju.

Háhryggsmýnduninni má skipta upp með hliðsjón af lögun móbergsfjallanna og hraunlaga sem henni tilheyrta bergfræðilega og í tíma. Aldursröð goseininga innan Háhryggsmýndunar er ekki fullljós.



JHD-JK-8715 KS  
86.03.0265 AA

# NESJASKÓGS-, HÁHRYGGS- OG SLEGGJUMYNDUN



Mynd 2.3 Nesjaskógs-, Háhryggs- og Sleggjumyndun

1. Lág og breiðvaxin móbergfell. Landslag í Háhyggsmýnduninni ein-kennist að hluta til af breiðum fremur lágum móbergsfellum og má geta sér til, að sum þeirra séu sérstakar goseiningar. Stærstur þessara móbergssökkla er Háhyggur sjálfur milli Kýrdals og Litluvalla að austan, Skeggjadals og Vatnsstæða að vestan og Botnadals að norðan. Hella, Brekka og fellið vestan við Marardal eru minni. A.m.k. þrjár goseiningar eru í Háhyggsmýnduninni milli Botnadals og Þingvalla-vatns. Glögg skil sjást vestan við Selkletta og undir túffinu í Krummum norðan við Botnadal. Haugar af lagskiptu móbergstúffi til-heyrandi Háhyggsmýndun liggja frá fellinu vestan við Engidal langt vestur á Mosfellsheiði. Í jarðfræðilýsingunni 1967 var talið lík-legast, að túffið væri aðflutt með hlaupvatni samtímis því sem Háhyggsmýndunin kringum Marardal og Engidal var að hlaðast upp. Túffið liggur upp á NV-horn Húsmúla og er því yngra. Gangar sem gefið gætu til kynna að um goshyggi með þessari stefnu væri að ræða hafa ekki fundist í túffinu.

2. Móbergshryggir. Vestan við Háhygg er landslag í Háhyggsmýnduninni á kafla með nokkuð öðrum svip; uppmjóir aflangir hryggir, sem liggja ofaná breiðu sökklunum og virðast marka yngstu gosreinina í Háhyggsmýnduninni. Þar er mest áberandi hryggurinn vestan við Skeggjadal. Móbergshryggirnir í Háhyggsmýnduninni eru ekki aðgreindir á jarð-fræðikortinu.

Í eldri hluta Háhyggsmýndunarinnar má benda á líklegar gosstöðvar þar sem eru gígskálar í túffi kringum Vatnsstæði, og berggangar sjást austan Skeggjadals og sunnan til í fellinu vestan við Engidal. Í yngri hlutanum gefa hryggirnir til kynna með lögum sinni, hvar gos-sprungurnar hafa legið. Í ási þeirra sjást ganglaga kleggjar.

Berggerð í Háhyggsmýnduninni er svo til eingöngu móbergsbreksíur og móbergstúff. Bólstraberg hefur ekki fundist nema í litlum mæli, t.d. í Vegghömrum. Berggerðin og lögum móbergshauganna vestan til í Háhyggsmýndun bendir til að fremur þunnur jökull hafi legið þar yfir á myndunartíma hennar, líklega um og innan við 200 m þykkur. Hærri tala fæst, þegar reynt er að meta jökulþykkt á upphleðslutíma Háhyggsmýndunar út frá þykkt hennar í sigdældinni milli Skeggjadals og Nesjavalladals. Þar nemur heildarþykktin allt að 500 m. Þess er þó að gæta, að túffhryggir geta auðveldlega náð talsvert upp úr jökli sbr. Surtsey og vel má hugsa sér að skálarlaga túffgígar myndist ofan vatnsborðs. Samkvæmt því hefur jökulþykktin vart verið yfir 500 m á þeim tíma sem meginhluti Háhyggsmýndunarinnar í sigdældinni var að hlaðast upp. Yfirborð jökulsins hefur þá verið í allt að 600 m hæð yfir núverandi sjávarmáli. Sama niðurstaða fæst ef litið er á yngstu hlíðabröttu hryggina og Sleggjumýndunina.

Bergið í Háhryggsmynduninni er fínkornótt þóleiít. Sums staðar örlar á smáum feldspatdílum (Skógarholt, Selklettur).

Háhryggsmyndunin kemur fram í borholum á Nesjavallasvæðinu og þykkar til vesturs. Lega hennar er sýnd í sniðum sem liggja um borholusvæðið (sjá þversniðin).

Áætlað rúmmál myndunarinnar allrar norðan og vestan Hengils að Sleggju frátalinni er kringum 6-8 km<sup>3</sup>. Jarðhita-ummyndun sést hvergi í Háhryggsmynduninni. Hins vegar er hún mikil í Sleggju (sbr. Vestur-Hengils skýrslu).

3. Hraunlög. Á upphleðsluskeiði Háhryggsmyndunar hefur gengið yfir hlýindakaflí og jökla leyst af Hengilssvæðinu. Þá hafa runnið hraunlög út yfir móbergssökkjana og niður af þeim. Hraunlögin eru þykkust á Háhrygg 20-30 m og þar sjást flest 4-5 lög í einu sniði. Hraunlögin eru samfelldust á Háhrygg, en minni skæklar eru á fellinu vestan við Marardal, á Brekku, Hellu og norðaustan við Botnadal. Heildarflatarmál hraunflákans er nálægt 5 km<sup>2</sup>. Hraunlögin finnast hæst í landinu á Háhrygg í um og yfir 500 m hæð y.s., en lægst liggja þau í kringum 150 m hæð y.s. sunnan við Hestvík. Bergið í hraunlögunum er dæmigert straumflögótt þóleiít, dílalaust og mjög fínkornað. Hugsanlega nálgast samsetningin í sumum tilfellum basalt-andesít t.d. vestan við Kýrdal (Kristján Sæmundsson 1967). Víða sjást haugar af rauðu gjalli upp úr og undir hrauninum, þeir syðstu í Háhrygg þeir nyrstu austan við Stapavík við Þingvallavatn. Sumt af þeim er fyrir víst gíghólar. Dreifingin gefur til kynna upptök í sömu gosreininni og myndaði Háhryggsmóbergið.

Í jarðfræðilýsingu Kristjáns Sæmundssonar (1967) voru hraunlögin ofan á Háhrygg talin vera nánast samaldra undirliggjandi móbergs- og bólstrabergsmyndunum, enda samkynja þeim bergfræðilega. Ástæðan fyrir því, að skipt hefur verið um skoðun varðandi hraunlögin á Háhrygg er sú, að hraunin hafa runnið í mishæðóttu landslagi, niður eftir brekkum og að hluta til út yfir eldri Nesjaskógsmyndunina (sbr. Kristján Sæmundsson 1967). Hlíðabröttu hryggirnir vestantil í Háhryggsmynduninni standa þó uppúr.

#### 2.2.4 Fálkaklettamyndun og eldri Stangarhálsmyndun

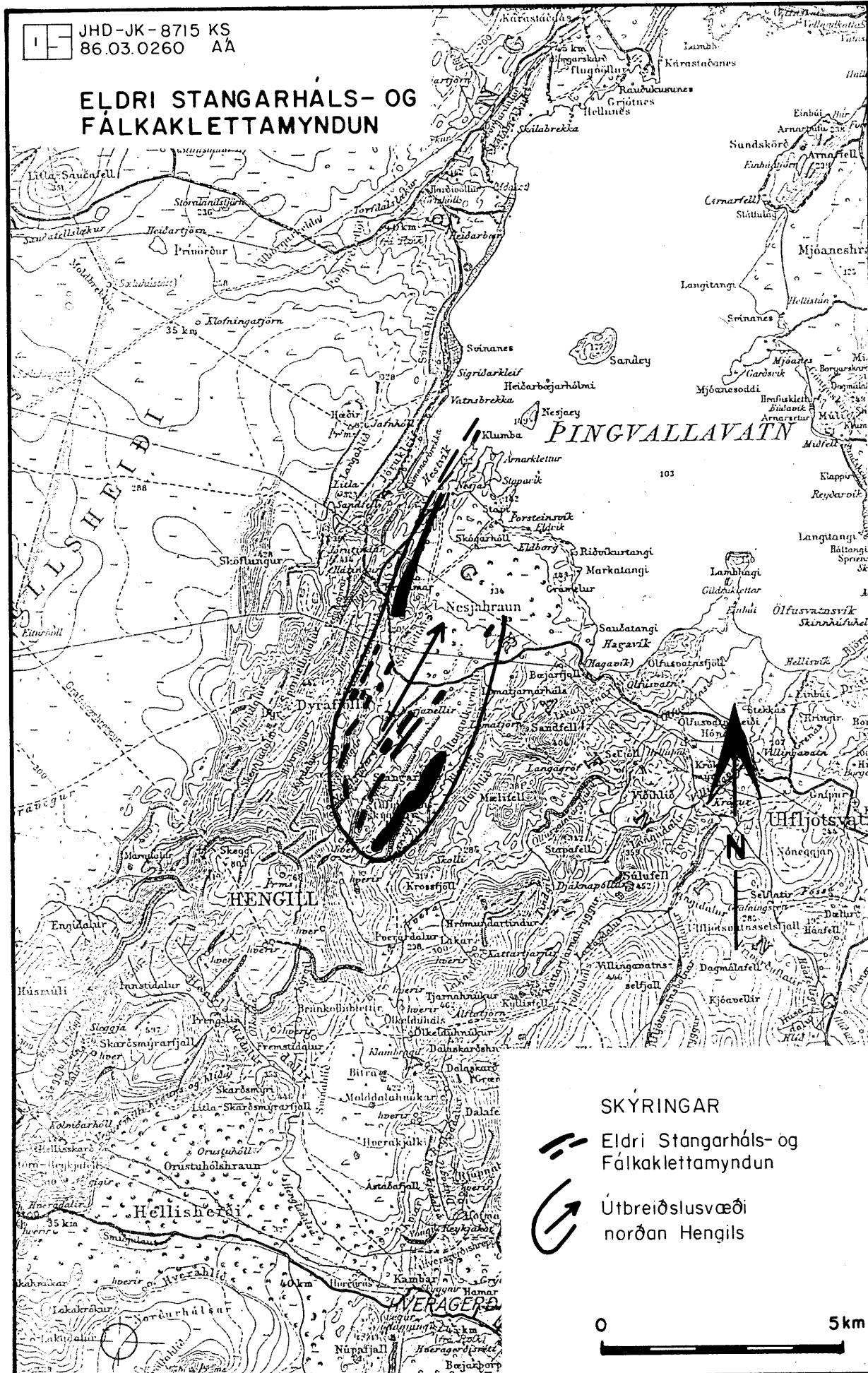
Hér er dregin saman í einingu allútbreidd bólstrabergssyrpa, vegna líkrar ásýndar, berggerðar og aldurs (mynd 2.4).

1. Fálkaklettamyndun. Vestan megin við Nesjavalladalinn er bólstrabergsmyndun úr stórdílóttu basalti. Hún kemur fram í hyrnum ofan við vinnubúðirnar, í Fálkaklettum og ofan við Litluvelli. Framhald til norðausturs er austan við Botnadal og Krumma allt að suðausturhorninu á Hestvík. Lítil kleggi af stórdílóttu bólstrabergi er yst á tanganum norðan við Nesjar. Á milli Hengils og Litluvalla sést bólstrabergið einungis í fáum opnum undir yngri bólstrabergsmyndun og hraunum. Sunnan við Litluvelli sést það liggja ofan á Háhryggsmýnduninni og er þykkt jökulbergslag á milli. Augljóslega er þarna um að ræða breiðan hrygg eða bunka úr bólstrabergi með NA-SV stefnu, sem liggur utan á Háhrygg. Norðausturframhaldið norðan Litluvalla er ekki hulið neinum yngri myndunum; þar breytist lögunin úr breiðum sökkli í hrygg eftir því sem norðaustur kemur og gosframleiðslan hefur minnkað. Á fellinu austan við Botnadal er 20 m djúpur gígbolli ofan í bólstrabergið (Djúpidalur), líklega á gossprungunni. Gígur þessi er þar sem bólstrabergsbunkinn er breiðastur. Þar hefur gosið líklega varað lengst á þessum kafla sprungunnar. Hugsast gæti að hann hafi myndast í goslok þegar kvika slokaðist niður í gosrásina, eða rann frá sem n.k. undanhlaup þegar aðstreymi að neðan hætti.

Svo til öll þessi myndun er úr hreinu bólstrabergi og hlýtur samkvæmt því að túlkast sem djúpvatnsásýnd. Þess er þó að gæta að myndun bólstrabergs er ekki aðeins háð vatnsdýpi, heldur einnig efna-samsetningu bergsins. Ólivínbasalt myndar þannig bólstraberg í grynnra vatni en póleiít og ísúrt berg, sbr. Háhrygg. Í jarðfræðilýsingu Kristjáns Sæmundssonar (1967) var Fálkaklettamyndunin talin yngri en móbergið og bólstrabergið í Hengli. Það er rangt. Í gilinu sunnan við Litluvelli sést Hengilsmyndunin liggja ofan á stórdílóttu Fálkakletta-bólstrabergi þannig að enginn vafi er á að það er eldra.

2. Eldri Stangarhálsmyndunin. Breiður sökkull að mestu úr bólstrabergi myndar alla undirstöðu Stangarháls frá Hvanngili norður undir Þorsteinsdal að austan, en að vestan kemur sama myndun fram í lágum holtum umflotnum hrauni. Það nyrsta er norður undir Rauðstrýtu. Bólstraberg er ríkjandi í holtunum vestan megin í Stangarhálsi. Að austanverðu ber meira á breksíum og túffi t.d. í Hvanngili þar sem opnur eru bestar. Þeim megin er myndunin mjög kafin í ruðningsmóbergi. Elsta Stangarhálsmyndunin nær yfir 4-5 km<sup>2</sup> svæði og mesta sýnileg þykkt er um 70 m. Aðeins að austanverðu sést afhallandi jaðar í gosmynduninni með breksíum og túffi. Að vestanverðu endar hún við misgengisstalla og hverfur undir hraun. Bergið í þessari myndun er stórdílótt ólivínbasalt, en dílamagn nokkuð breytilegt.





Mynd 2.4 Fálkaklettamyndun og eldri Stangarhalsmyndum

Lögun og gerð sökkulsins undir Stangarhálsi bendir til að bólstrabergið í honum hafi breiðst út eins og hraun í djúpu vatni, eða undir þykkum jökli, líklega frá gossprungu, sem lá NA-SV eins og lengdarás útbreiðslusvæðisins. Gosið hefur ekki komist á það stig að mynda hrygg úr breksíum og túffi. Þau móbergsafbrigði finnast einungis á jaðri þessarar goseiningar að suðaustanverðu.

Ummyndun af völdum jarðhita sést einungis syðst í eldri Stangarhálsmynduninni, við Köldulaugagil og næst Hagavíkurlaugum.

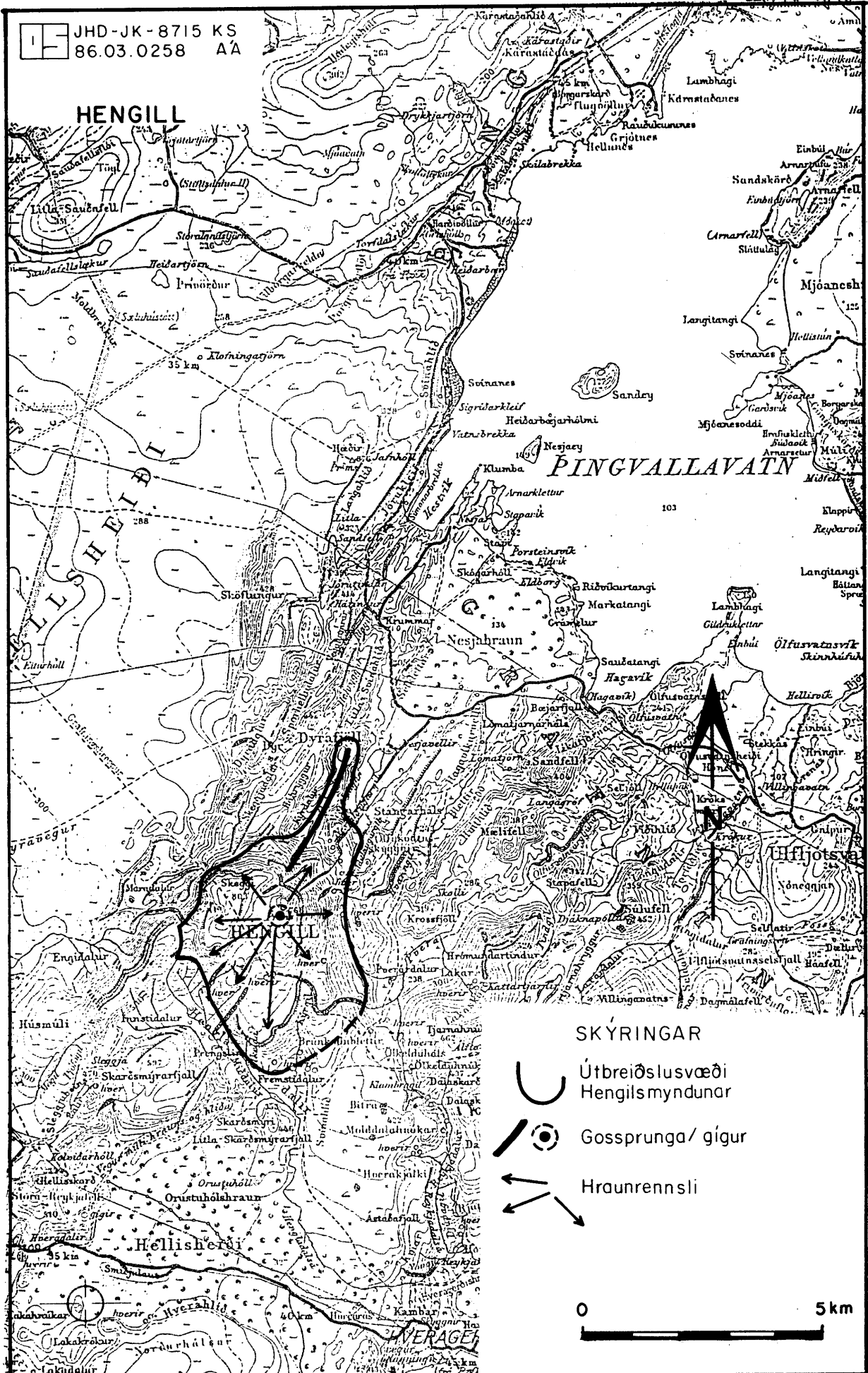
3. Hraunlag á Stangarhálsi. Austanmegin á Stangarhálsi eru leifar af hraunlagi. Það er mikið rofið og einungis eftir af því sundurlausir skæklar á afmörkuðu svæði, samtals um 0,3 km<sup>2</sup> að flatarmáli. Bergið er stórdílótt ólivínbasalt eins og bólstrabergið undir. Ólíklegt er að hraunlögin á Stangarhálsi séu hraunskjöldur, myndaður í sama gosi og bólstrabergið undir, vegna þess að það er djúpvatnsásýnd, en ekki skálögótt vatnsfylling. Upptökin hafa þó líklega verið í sama gossprungukerfi og fæddi bólstrabergið.

### 2.2.5 Hengill

Hengill er að uppbyggingu dæmigerður stapi. Bergið í honum einkennist af fremur litlum feldspatdílum, samsettum úr kristalláþyrpingum (glomeroporphyritic). Þetta kennimark hjálpar til að aðgreina Hengilsmyndunina frá öðrum móbergs- og bólstrabergsmyndunum sem jaðra við hana (mynd 2.5).

Hengill hefur hlaðist upp austan við háan fjallshrygg úr Háhryggs- og Sleggjumyndun (þóleiít og andesít). Fyrst á lokastiginu hafa gosefni náð vestur yfir hann. Rúmmál gosefna í Hengilsstapanum er alls kringum 4 km<sup>3</sup>, og er hann rúmmálmesta goseiningin í kerfinu. Gígur er varðveittur í Nesjaskyggni. Þess sjást þó glögg merki, að gosið hefur byrjað sem sprunga og hún legið norðaustur eftir Kýrdalshrygg. Nesjaskyggirnir er 768 m hár, en hann er vestan til í sigdæld og nemur sigið þar um 100 m. Hengill hefur myndast á þeim tíma þegar jökull lá hvað þykkastur á þessu svæði, með yfirborð í allt að 800 m hæð yfir núverandi sjávarmáli.

Berggerðir í Hengli eru mismunandi í samræmi við vöxt fjallsins upp úr þykkum jökli: (1) Bólstraberg frá byrjunarstigi gossins, (2) móbergsbreksíur myndaðar undir jökli, (3) móbergstúff myndað um það leyti sem gosið var að komast á þurrt, og efst (4) hraunlög og skálögótt móberg myndað á þurru og við rennsli út í jökullón (mynd 2.6).

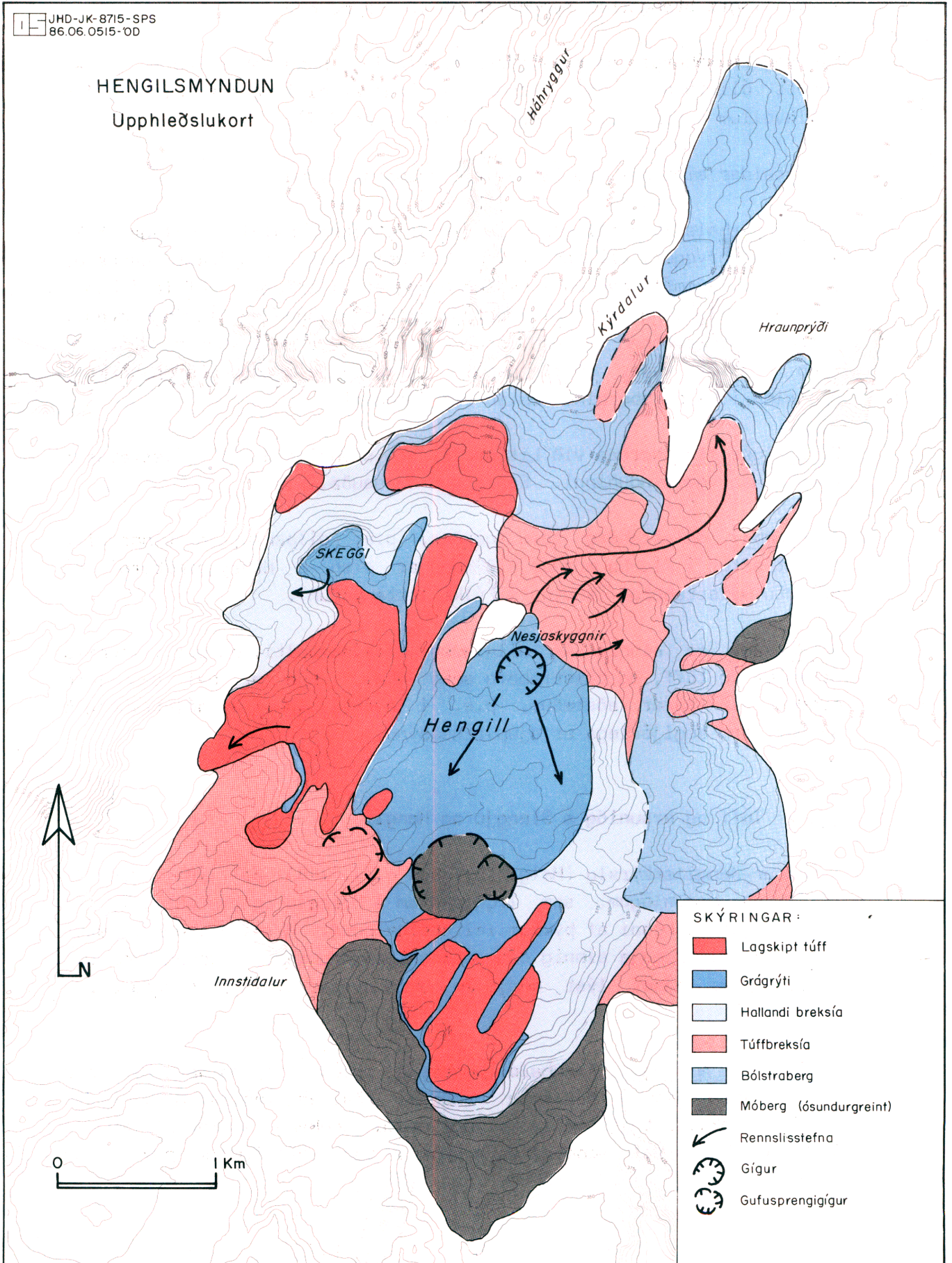


Mynd 2.5 Hengilsmyndun

1. Bólstraberg sömu gerðar og í Hengli er að finna í Kýrdalshrygg ofan á Fálkaklettamynduninni alveg norður undir Litluvelli. Bólstrabergið myndar lágan ávalan hrygg, efnismagn er fremur lítið (2500 m x 500 m x 100 m). Bólstrabergið gengur syðst undir breksiur og móbergssvuntur aðrunnar ofan úr Hengli.

Aðstæður benda til að bólstrabergið hafi komið upp á gossprungu sem lá eftir Kýrdalshrygg, líklega þeirri sömu sem fæddi af sér Hengilsstapann sunnar. Séð í því samhengi myndi bólstrabergshryggurinn gefa til kynna að Hengilsgosið hafi byrjað sem gossprungu, en virknin síðan einskorðast við stuttan kafla þar sem Hengill hlóðst upp.

2. Móbergsbreksiur frá meginupphleðslustigi stapans meðan allt var á kafi í jöklinum er aðallega að finna austan og norðan í fjallinu. Austan megin nær þessi myndun frá fjallsrótum upp í rúmlega 500 m hæð, mest bólstrabergsstraumar og bólstrabrotaberg með túff-ívafi, myndað við framhlaup úr rennandi bólstrabergi. Norðan í fjallinu eru bólstrabreksiur neðan til, en túffríkar breksiur ofar og utaná. Í þessu sjást aðgreinanlegir straumar sem ná ofan úr háfjallinu, sumir niður á jafnsléttu, í lögun eins og efnið hafi sest til í stórum hvelfingum.
3. Móbergstúff frá því stigi sem eðli gossins var að breytast úr bólstrabergsflæðigosi í öskugos í grunnu jökullóni, er að finna ofaná bólstrabreksiunum í austanverðu fjallinu og í túffstöbbunum norðanundir Skeggja þar austur af, einnig í Hveragili upp af Innstadal, líklega í báðum tilfellum tilflutt í vatni og hlaðið utan á breksiukúfinn (2). Túfflög sem sjást ofan til í Nesjaskyggni eru líklega einnig frá þessu skeiði, mynduð í nálægð við gígsvæðið.
4. Allt suður- og vesturfjallið svo og háfjallið upp í Nesjaskyggni er myndað á lokastigi gossins eftir að gígsvæðið var komið upp úr jökullóninu og gosrásin einangruð frá aðstreymi vatns. Þá hefur eðli gossins breyst í flæðigos á ný og runnið hraun. Þau hafa runnið út í jökullónið og hlaðið undir sig sökkli úr skálögóttu móbergi með bólstrabergs-ívafi. Hraungígurinn hefur verið í Nesjaskyggni og hraunrennslið þaðan verið mest til suðurs og vesturs. Efnismagn í skálagaða sökklinum og hraununum frá lokastigi gossins er nálægt þriðjungur af allri Hengilsmynduninni.



Mynd 2.6 Berggerðir í Hengilsmyndun

### 2.2.6 Yngri Stangarhálsmyndun og skyldar myndanir

Ein yngsta móbergs- og bólstrabergseiningin í Hengilskerfinu er dílasnautt ólivínbasalt sem finnst í Stangarhálsi og á smáblettum frá Litluvöllum norðaustur í Þingvallavatn (mynd 2.7).

Eftirtaldar einingar eru taldar til þessarar syrpu:

1. Stangarháls. Langstærsta einingin er í Stangarhálsi, tæplega 5 km langur goshrýggur, breiðastur móts við Nesjavelli en mjókkar suðvestur í Hengil. Rúmmál gosefna í þessum hrygg er um  $1/2 \text{ km}^3$ . Efnið í honum er svo til eingöngu bólstraberg. Hryggjarlögur er eingöngu syðst. Norðar breiðkar hann og er flatur að ofan. Þar er í honum stór og djúp gíglega kvos, Þorsteinsdalur, greinilega mynduð á sama hátt og gígurinn í bólstraberginu austan við Botnadal.

2. Litluvellir. Norðan við Litluvelli er smáhrúgald úr bólstrabergi ofan á Háhrýggsmýnduninni. Efnismagn er nauðalítið.

3. Klumba. Bólstraberg sömu gerðar, þ.e. dílasnautt ólivínbasalt, finnst aftur í Klumbu norðan við Nesjar ofan á Háhrýggsmóbergi og dílóttu bólstrabergi (endinn á Fálkaklettamyndun).

4. Nesjaey er einnig úr dílalausum ólivínbasalti, en þar yfirgnæfa breksíur og túff, og bólstraberg sést ekki. Hún er því sennilega mynduð við aðrar aðstæður, þ.e. í þynnri jökli en bólstrabergið sunnar, sem augljóslega er djúpvatnsásýnd.

### 2.2.7 Túff og hraunlög á Sleggju og Hengli

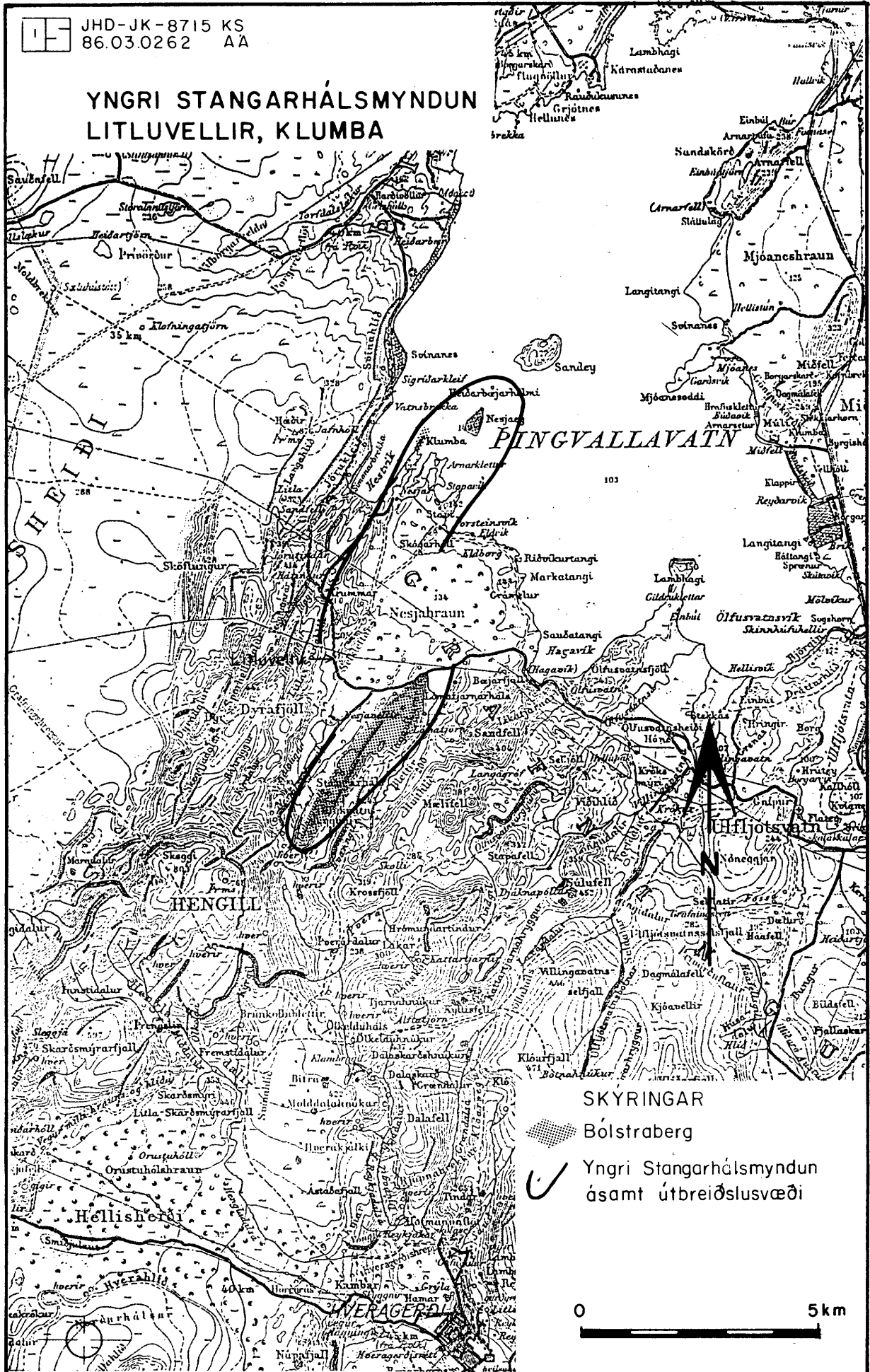
Í Vestur-Hengilsskýrslu (Helgi Torfason o.fl. 1983) er lýst móbergs-túffi og hraunlögum, sem liggja ofan á Sleggju og eru aðskilin frá súra berginu í henni af þykkum leirsteinslögum. Nyrst á Sleggju sést að hraunlögin liggja einnig ofan á Hengilsmynduninni. Þessum einingum verður ekki nánar lýst hér, en getið nýrrar einingar í sömu syrpu (mynd 2.8).

Túffstabbur á Hengli. Framhald þessarar syrpu til norðausturs eru túffstabbur ofan á hásléttu Hengils, aðallega vestanmegin. Mesta þykkt er nokkrir tugir metra kringum hæstu hnúkana á Hengli sunnan Skeggja. Haugar af móbergi hafa bunkast upp í hvilftunum þar vestan



JHD-JK-8715 KS  
86.03.0262 AA

# YNGRI STANGARHÁLSMYNDUN LITLUVELLIR, KLUMBA



Mynd 2.7 Yngri Stangarhálsmyndun og skylar myndanir

og sunnan við. Þar liggur túffið ofaná hraunlögunum nyrst á Sleggju (sjá Vestur-Hengilsskýrslu). Efnið er að langmestu leyti fíngert lagskipt móbergstúff. Þunn dreif af því finnst allt austur í Nesjasbyggni og einnig á nokkru svæði suðaustan til á Hengli. Bólstrabergs-ívaflinn finnst í túffinu kringum háhnúkana og ganghleinar liggja gegnum það þar norður af. Stefnan er norð-suðlæg og nyrsti gangurinn sveigir í NV-SA stefnu í átt að Skeggja. Laghalli í túffinu frá ganghleininum bendir til að þær marki gosrásir.

Túffið er yfirleitt ferskt og liggur víðast hvar á ummynduðu og rofnu yfirborði Hengilsstapans. Sum staðar sést þó að ummyndun nær upp í túffið, og gefa þeir staðir til kynna hvar hveravirkni hefur lengst haldist við á háfjallinu. Trausti Einarsson (1951) vakti fyrstur athygli á ferskleika túffsins, og taldi það jafnvel að hluta myndað eftir ísöld.

## 2.2.8 Hryggjaklasi vestast í Dyrafjöllum

Syrpan sem hér verður lýst á skylt við túff- og hraunlagasyrpuna á Sleggju og Hengli að því leyti að hvortveggja er upprunnin vestan við meginsigdældina sem gengur yfir Hengil (mynd 2.8). Auk þess er stefna gossprungna í þessum syrpu báðum afbrigðileg á Hengli og næst honum að norðan.

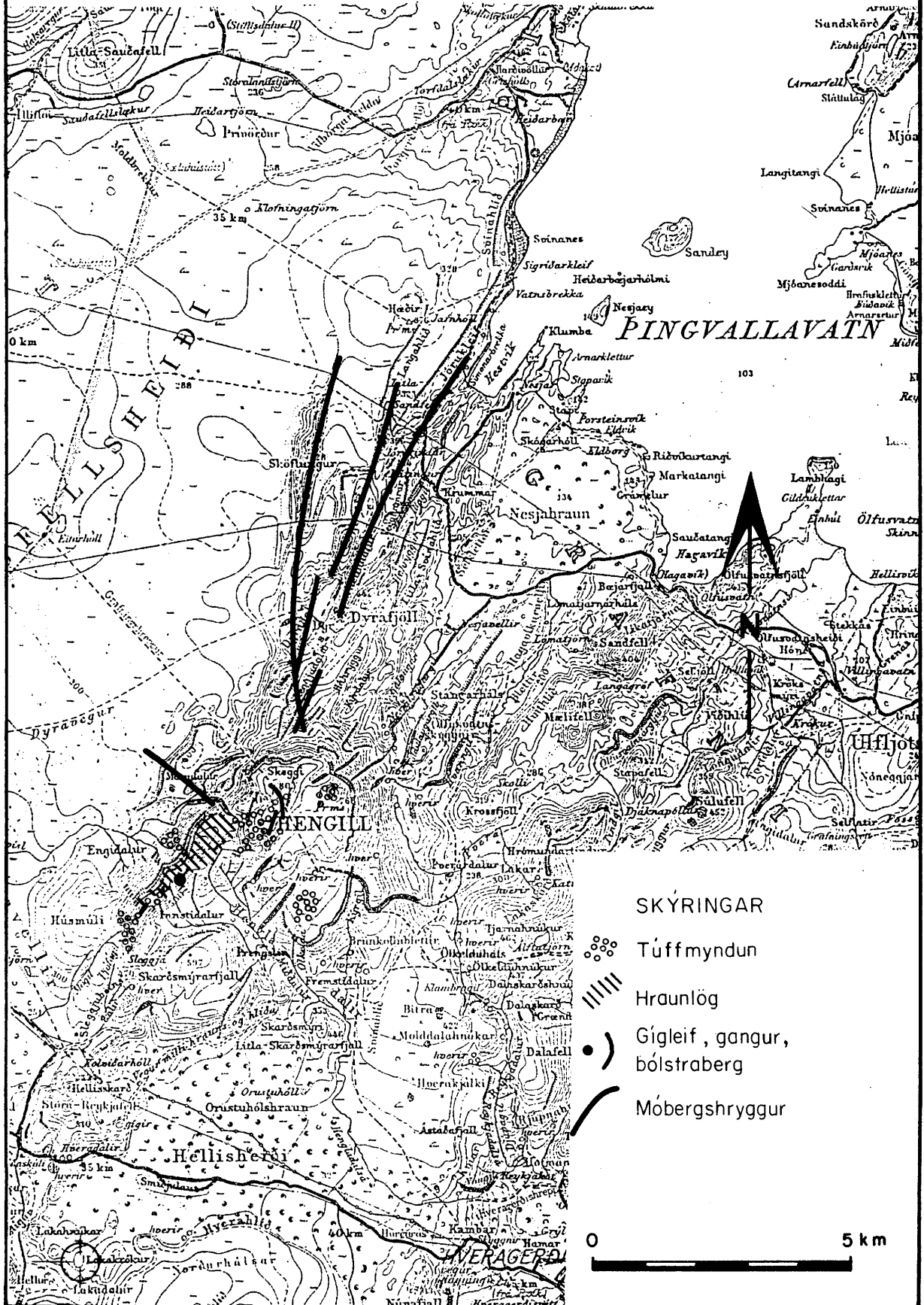
1. Sköflungur, Jórutindur, Hátindur. Kerfi af móbergshryggjum liggur eftir Dyrafjöllum frá Jórúkleif suður á móts við Skeggjadal. Í jarðfræðilýsingu Kristjáns Sæmundssonar (1967) er þetta hryggjakerfi talið samsvara þremur gossprungum með þeim rökum að það samanstendur af þremur samsíða röðum. Miðröðin, Litla Sandfell - Jórutindur - hryggir norðan og vestan við Dyradal, eru að mestu úr bólstrabergi, með hulu af lagskiptu túffi nyrst og syðst (Sandhryggur). Vestasti hryggurinn (Sköflungur) er samfelldur og bogadreginn frá NNW-SSA syðst til NNA-SSV nyrst. Efnið í honum er mest bólstrabreksíur. Austasti hryggurinn er lengstur og nær frá Jórúkleif suður að Hengli (yfir 8 km). Hann er að mestu bólstrabreksíur og túff (Hátindur). Efnismagn í þessum hryggjaklasa öllum er um 1-1,5 km<sup>3</sup>. Framleiðsla hefur verið mest á miðkaflanum. Lengstu hryggirnir, Sköflungur og Hátindsröðin, eru rýrir til endanna. Ganghleinar standa víða út úr ási hryggjanna og gosgangar sem ná niður í undirlagið sjást á nokkrum stöðum (Kristján Sæmundsson 1967). Í austustu hryggjaröðinni sjást gosgangar bæði austan við Skeggjadal og í Jórugili. Í miðröðinni sést gosgangur í Jórugili, og í Sköflungi sést gosgangur syðst, þar sem hryggurinn liggur með NV-SA stefnu yfir haftið milli Dyradals og Skeggjadals.





JHD-JK-8715 KS  
86.03.0263 AA

# TÚFF OG HRAUNLÖG Á SLEGGJU OG HENGLI YNGSTU HRYGGIR Í DYRAFJÖLLUM



Mynd 2.8 Túff og hraunlög á Sleggju og Hengli og yngstu hryggir í Dyrafjöllum

2. Þverhryggur sunnan við Marardal. Með þessari syrpu er talinn hryggur sem liggur frá undirhlíðum Hengils til norðvesturs yfir fellid vestan Engidals og Marardals og út á Mosfellsheiði. Efnið í honum er svotil eingöngu móbergstúff. Suðaustast er hryggurinn rofinn og þar sést gosgangurinn sem er úr dílóttu basalti (feldspat og ólivín).

NV-SA stefnan sést í brotlínunum sem ganga suðaustur yfir Hengil og mynda með gossprungunum í þessari syrpu og þeirri sem á undan var lýst kerfi sem skásker NA-SV brotin, sem annars eru ríkjandi á Hengils-svæðinu. Þessi stefna gossprungna og brotlína er ekki skýrð til fullnustu. Nyrst á Hengli og næst Hengli að norðan kemur þessi stefna fyrir í gossprungum og misgengjum, þar sem hliðrun verður á aðal-sigspildunni í sprungusveimnum. Erfiðara er að finna einhlíta skýringu á NV-SA gossprungu vestan Hengils og þverbrotunum sem ganga SA yfir fjallið í framhaldi af henni. Um hugsanlega skýringu vísast í kafla 2.4.

### 2.2.9 Dyngjugos á síðjökultíma

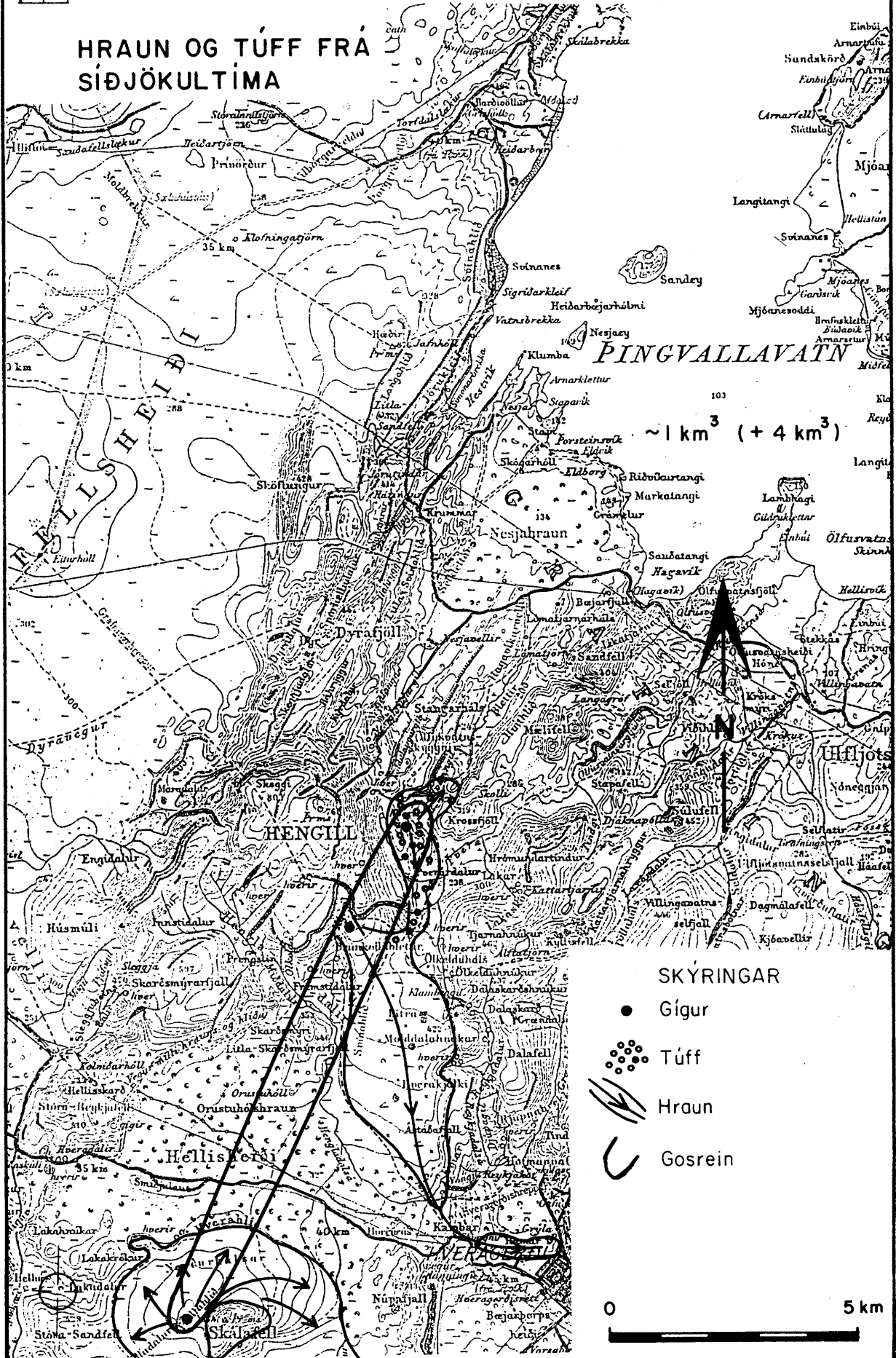
Á síðjökultíma urðu allstór "dyngjugos" við austurjaðar sprungusveimsins gegnum Hengil (mynd 2.9). Syðsta gosið myndaði Skálafellsdyngjuna (Þorleifur Einarsson 1960) sem er sunnan við takmörk rannsóknasvæðisins og eina reglulega dyngjan. Hún er þeirra efnismest, líklega 3-4 km<sup>3</sup>.

1. Bitra er annar stór grágrýtisfláki austan og norðan við Hengladalsá. Grágrýtið er upprunnið í gíg austan undir Hengli (474 m y.s.) og hefur breiðst þaðan suður og austur af fjallinu niður Kamba og hefur myndað hrauntanga fram í sjó þar sem nú er Hamarinn ofan við Hveragerði. Heildarrúmmál gosefnanna er tæplega 1 km<sup>3</sup>. Hraunjaðrar á Bitru og Skálafellsdyngjunni fara hækkandi inn að hálendi Hellisheiðar og Hengils og eru tugir metra á hæð innst á fjallinu. Gosin hafa hafist undir jökli og hlaðið upp móbergssökkli. Hann kemur fram beggja megin í hraunrananum sem liggur upp að gígnum efst á Bitru. Bræðsluvatn hefur hlaupið suður og austur af fjallinu og hraunið síðan runnið í geilina. Hún hefur svo víkkað er hraunið hlóðst upp að ísveggjunum og bræddi úr þeim (Kristján Sæmundsson 1967). Því er slegið föstu að hraun þessi séu frá síðjökultíma því að þau hafa runnið á þeim tíma í ísaldarlokin, er sjávarstaða var hæst, en það er talið hafa verið á Alleröð - hlýskeiðinu fyrir rúmum 11.000 árum (Þorleifur Einarsson 1978). Jökull hefur gengið yfir dyngjuhraunin og skilið eftir sig jökulrákir og jökulruðning. Rákirnar stefna til SA ofan frá jökulskilum, sem lágu frá Hengli vestur á Reykjanesskaga. Grágrýtið í Bitru og Skálafellsdyngju er af sömu gerð, mjög dílótt af feldspati og ólivíni og feldspatdílarinn stórir.



JHD-JK-8715 KS  
86.03.0261 AA

# HRAUN OG TÚFF FRÁ SÍÐJÖKULTÍMA



Mynd 2.9 Hraun og túff frá síðjökultíma

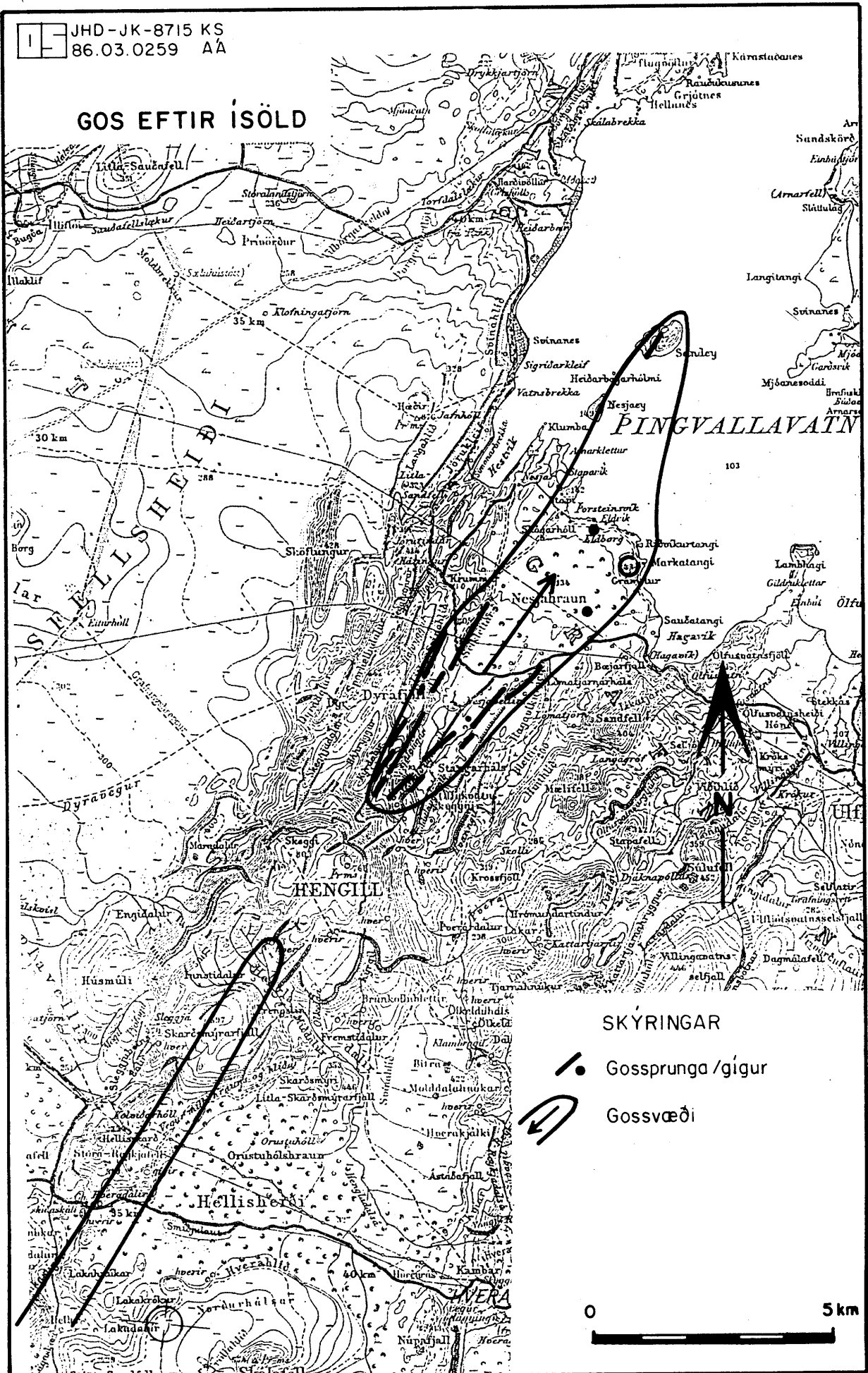
2. Sandklettur er þriðja gosmyndunin í þessari syrpu, norðaustur frá Bitrugígnum og austan undir Hengli. Bergið í Sandklettum er sömu gerðar og í Bitru, feldspatdílótt ólivínbasalt, en efnið svotil eingöngu lagskipt móbergstúff. Þó er bólstraberg og bólstrabreksía austan til í Sandklettamynduninni austan undir Stangarhálsi þar á móts við sem hún er þykkust. Þar er í henni stór gíglaga kvos um 500 m í þvermál, sennilega mynduð við sprengigos í grunnu vatni. Sandkletttagosið hefur samkvæmt þessu byrjað með bólstrabergsrennsli en fljótlega breyst í sprengigos, eftir að jökullinn bráðnaði í gegn og móbergstúffið þá myndast. Gosin í Sandklettum og Bitru hafa orðið í þunnum jökli, Sandkletttagosið þó mun neðar í landinu og jökullinn verið þar þykkari. Sandklettur eru líka efnisminni og hafa aldrei náð því að fylla jökullónið sem gosið bræddi, svo myndast hafi hraun. Bólstrabergið undir Sandklettum og afrennsli hraunsins frá Bitrugígnum til suðurs bendir til að ekki sé um sömu goseiningu að ræða. Greinilegt túffrennsli hefur þó verið frá gígnum í Bitru til austurs ofan í Þverárdal saman við túffið í Sandklettum og skil verða tæpast dregin þar á milli. Hugsanlega hefur þarna í byrjun orðið sprungugos, en gosvirkni fljótlega færst á tvö gígop (Sandkletta og Bitru) og að lokum á eitt, Bitru.

#### 2.2.10 Sprungugos eftir ísöld

Gosvirkni í Hengilskerfinu eftir ísöld er bundin við mjóa gosrein 30 km að lengd, sem nær frá Þrengslaveginum sunnan við Litla Meitil norðaustur í Sandey í Þingvallavatni (mynd 2.10). Hún er slitin um Hengil, nær að honum í Innstadal og ofan við Nesjavelli. Hér verður einungis lýst norðurgreininni sem liggur frá rótum Hengils norður í Sandey. Þar hafa orðið þrjú sprungugos eftir ísöld. Gosprungurnar, sem voru virkar í hvert sinn eru nokkuð sundurslitnar og hliðraðar til og stundum með samhliða, misaldra kvíslum, sem benda til fleiri en einnar goshrinu.

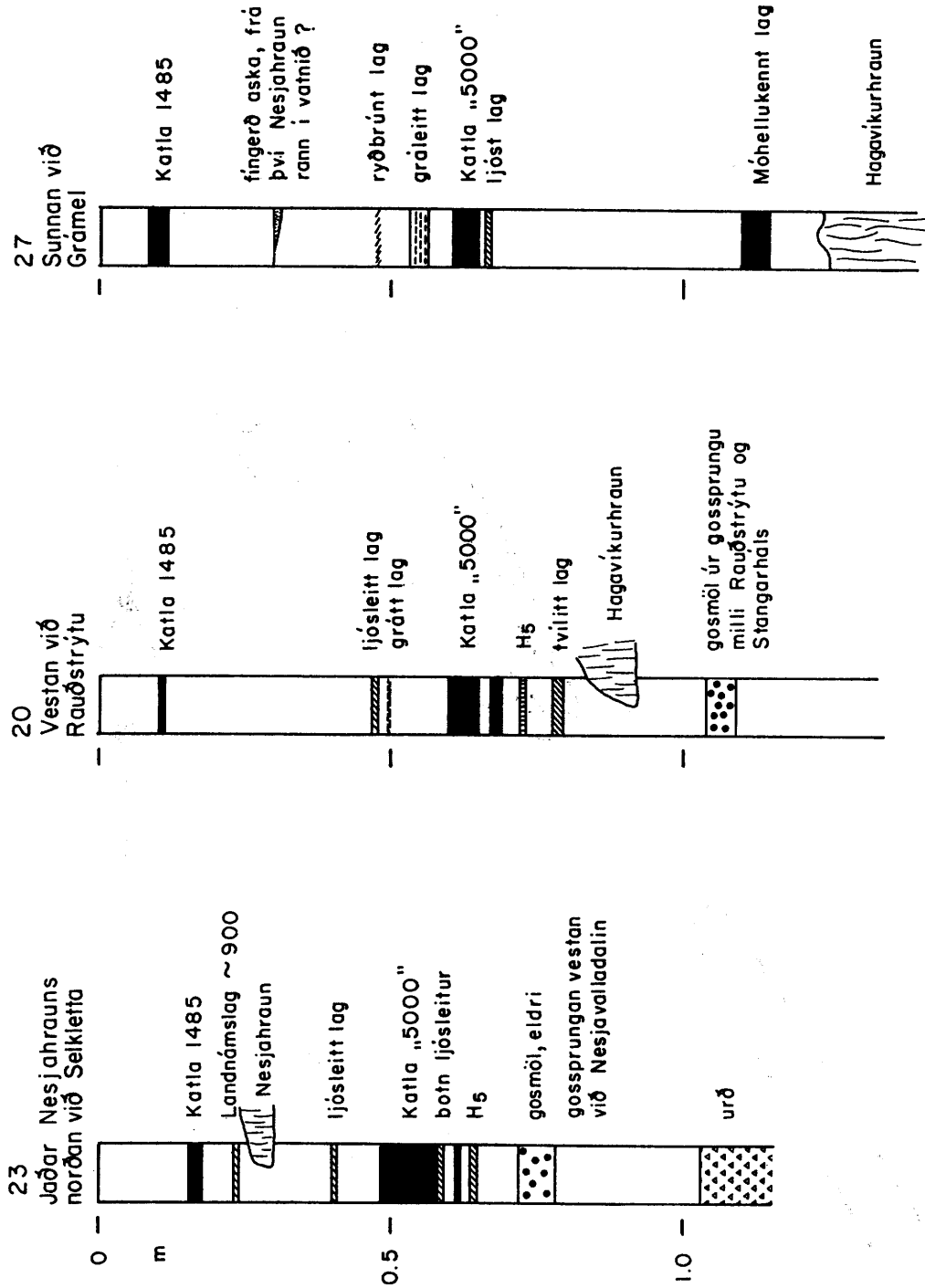
Til sundurgreiningar á hraunum og gossprungum var grafinn fjöldi jarðvegssniða bæði innundir hraunjaðra til að ákvarða legu hraunbotns í sniðunum og í nágrenni við gíga og gossprungur til að ákvarða legu gosmálar í þeim. Nokkur öskulög langt að komin finnast í jarðvegi á Hengilssvæðinu (mynd 2.11). Gagnlegust er syrpa af öskulögum um það bil í miðjum jarðvegsstabbnum með tveimur áberandi svörtum öskulögum og einu ljósu. Svörtu lögin eru úr Kötlu. Það efra og þykkara hefur verið kallað Katla "5000" (Þorleifur Einarsson 1961), en er líklega eitthvað eldra, þar sem 5000 ára aldurinn er áætlaður út frá óleiðréttu geislakolstímatali. Ljósa öskulagið sem er rétt undir

JHD-JK-8715 KS  
86.03.0259 AA



Mynd 2.10 Eldvirgni eftir ísöld

JHD-JK-8715 KS  
86.04.0272 AA



Mynd 2.11 Jarðvegssnið við hraunjaðra á Nesjavöllum

báðum svörtu lögunum er frá Heklu, líklega H5 og þá um 7000 ára (Sigurður Þórarinnsson 1971). Karl Grönvold á Norrænu Eldfjallastöðinni efnagreindi gler úr öskulögunum og ákvarðaði uppruna þeirra. Landnámslagið frá því um 900 og tvö yngri Kötulög frá því um 1000 og 1485 hafa minna gildi fyrir aðgreiningu hrauna, en eru mikils virði í sambandi við rannsókn á jarðvegsmyndun og -eyðingu. Aðeins yngsta hraunið hefur verið aldursákvarðað með hjálp gróðurleifa sem fundust undir gjalli norðan við Nesjavelli, og reyndist það vera um 2000 ára gamalt (Kristján Sæmundsson 1962). Hin tvö hraunin eru líklega um það bil 8000-9000 ára (mynd 2.12).

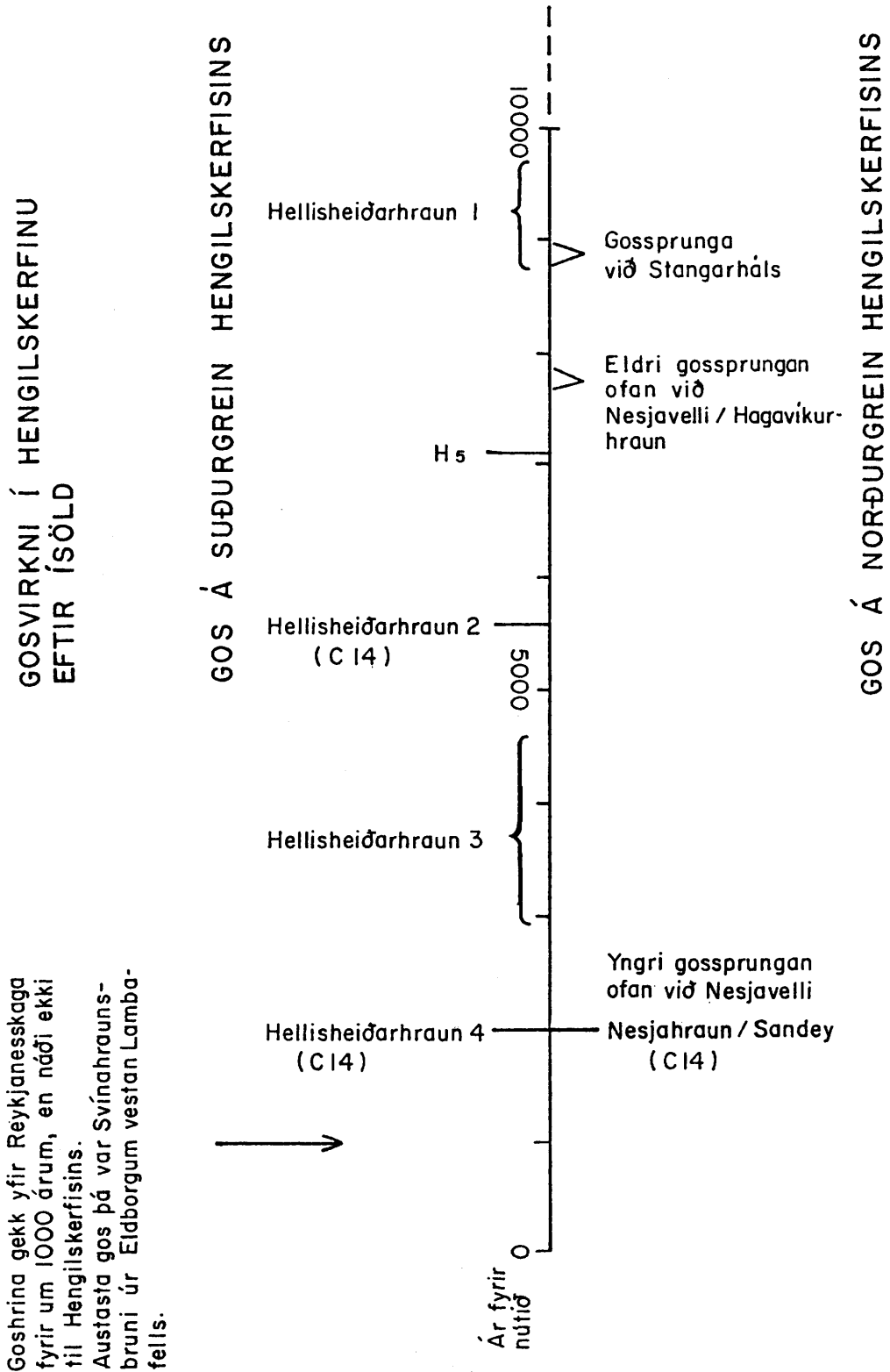
Hraunin hafa fyllt í allstóra vík sem gengið hefur til suðvesturs úr Þingvallavatni og náð hefur a.m.k. suður fyrir kaldavatnsholuna K2. Af dýptarkorti má ætla að hraun nái frá ströndinni um það bil 200 m norður í vatnið. Heildarrúmmál hraunanna má áætla um 0,5-0,7 km<sup>3</sup>. Hraunin eru að sjá þykk og einföld fjærst gossprungunum en beltuð í nágrenni við þær.

1. Gossprungu vestan í Stangarhálsi. Elsta gosið norðan Hengils hefur komið upp í gossprungukerfi sem liggur frá Nesjlaugagili a.m.k. norður í Rauðstrýtu, hugsanlega alveg norður í Grámel. Lengd hennar samkvæmt því er allt að 7 km. Hraun frá þessum gossprungum sjást aðeins utaní og meðfram Stangarhálsi austast í Nesjavalladalnum. Samanlagt flatarmál þess sem sést af hrauni er einungis um 1 km<sup>2</sup>. Gossprungukerfið skiptist í tvær samsíða greinar. Önnur liggur frá Nesjlaugagili norðaustur yfir lágu stallana vestan í Stangarhálsi. Hin er austar og liggur frá Köldulaugagili norðaustur eftir Stangarhálsi, og eru um 250-300 m á milli. Bergið úr eystri sprungunni er nokkuð dílóttara en úr þeirri vestari. Í gjá einni vestan við Stangarháls sjást tvö hraunlög úr þessu gossprungukerfi. Það neðra er nokkuð dílótt og líklega úr eystri-greininni. Efra hraunið er örugglega úr þeirri vestari. Á milli hraunanna er engin jarðvegsmyndun. Ekki hefur heppnast að finna hraun frá þessum tveimur greinum gossprungukerfisins saman í jarðvegssniðum. Úbyggjandi niðurstaða um aldursmun fæst ekki fyrr en það hefur tekist.

Rauðstrýta er stakur gígur í norðausturframhaldi Stangarhálssprungunnar og stendur upp úr yngra hrauni. Jarðvegssnið sem grafin voru í óbrennishólma suðvestur frá Rauðstrýtu sýna, að hún er frá sama tíma og Stangarhálssprungan, og að töluverð gjallframleiðsla hefur verið í gossprungunni á kaflanum frá Rauðstrýtu suðvestureftir. Líklega hefur þó ekki gosið þarna úti í vatninu.

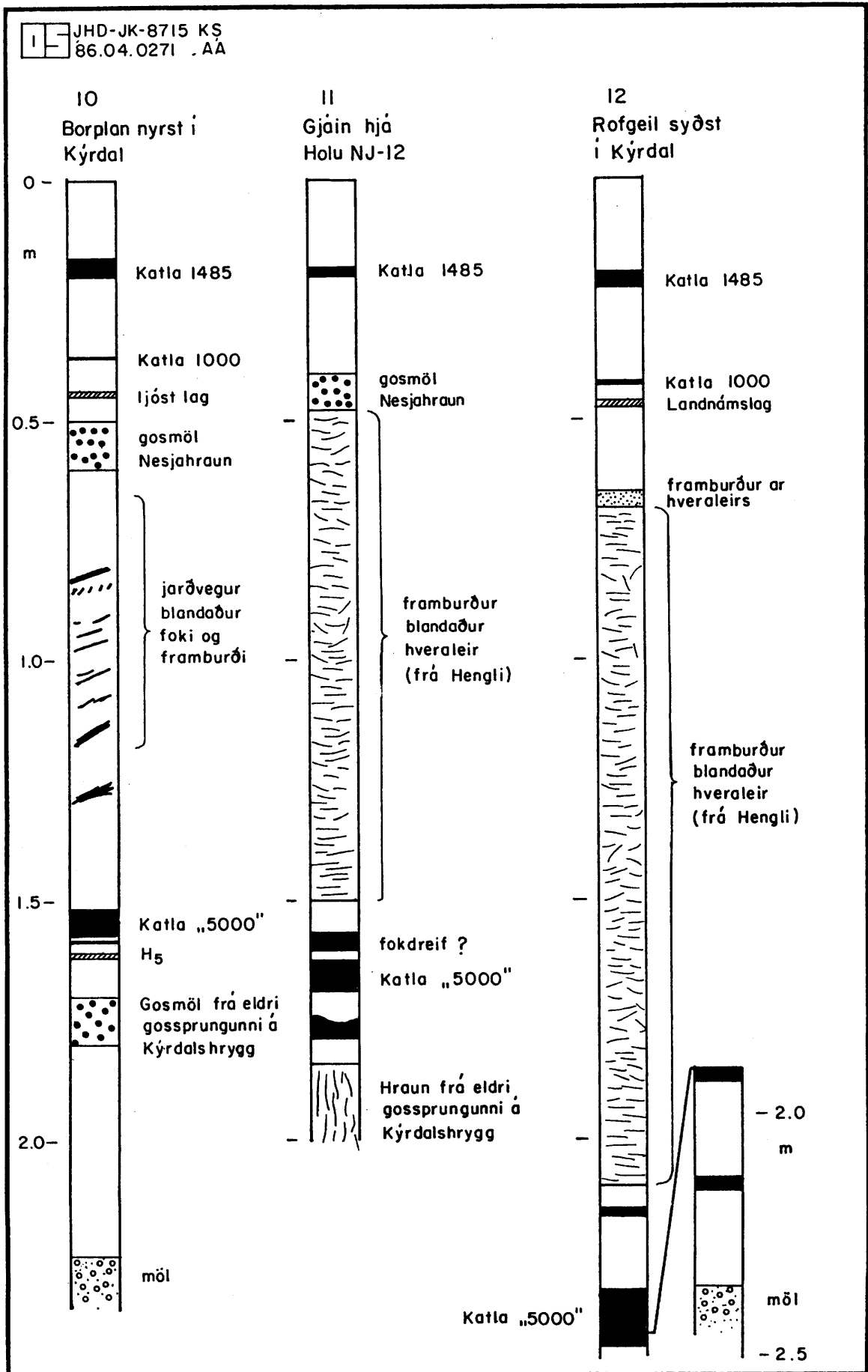
Ekki hefur verið skorið úr um hvort Grámelur er gígur í þessu sama gossprungukerfi, eða gervígur og þá í öðru hvoru eldra hrauninu. Í

## GOS Í HENGILSKERFINU



Mynd 2.12 Tímasetning gosa í Hengilskerfinu, sem orðið hafa eftir ísöld





Mynd 2.13 Jarðvegssnið í Kýrdal

jarðvegssniði, sem grafið var niður á Hagavíkurhraun við jaðarinn á Nesjahrauni aðeins 250 m suður frá Syðri Grámel þar sem hann er hæstur og breiðastur, sást enginn vottur af ösku úr honum (mynd 2.11). Væri hann frá sama tíma og Nesjahraun má telja víst, að askan úr honum hefði komið fram í þessu sniði. Gjóskan í Grámel er nokkuð gjallkennd og í henni ofarlega brík úr sambræddum kleprum. Efnið er ólíkt fíngerðri gjösku sem myndast, þegar gýs upp úr vatni eins og t.d. í Sandey. Að lögun er Grámelur kennslubókardæmi um gervigíg (sbr. Fisher og Schmincke 1984).

2. Eldri gossprungan í Kýrdalshrygg - Hagavíkurhraun. Gamalt gossprungukerfi liggur eftir Kýrdalshrygg og áfram til norðausturs vestan við Litluvelli. Þar hliðrast gossprungan 800 m til austurs og sést á stuttum kafla norðaustan við Selkletta. Lengdin er alls rúmir 5 km. Allstór klepra- og gjallgígur mjög sokkinn í yngra hraun er til hliðar við aðalgrein gossprungukerfisins niðri í Nesjavalladalnum austan undir Fálkaklettum, og annar uppi í austurhlíðinni á Kýrdalshrygg nokkru norðar. Frá þessum gígum hefur runnið megnið af því hrauni sem sést á yfirborði en það er Hagavíkurhraun. Gjallmyndun hefur verið töluvert mikil í þessu gosi og víða má í jarðvegi finna nærri gossprungunum væn gjallög þaðan ættuð. Gjall í jarðvegi við vesturjaðar Nesjahrauns norðan við nyrstu sýnilegu gígana (mynd 2.11), gæti bent til að gossprungan hafi náð lengra til norðausturs en nyrstu gígarnir sem nú sjást. Samhengi Hagavíkurhrauns og gíganna innan við Nesjavelli er sémilega glögg. Hagavíkurhraun hefur runnið sunnan úr Nesjavalladalnum eftir breiðum hrauntröðum og lagst yfir Stangarháls-gossprungurnar og hraunin þaðan. Í óbrennishólmanum norður af Stangarhálsi skilur 10-15 cm þykkt moldarlag á milli Hagavíkurhrauns (ofar) og gosmalarlags, sem vafalaust er komið úr gossprungunni milli Rauðstrýtu og Stangarháls. Hvort tveggja er vel neðan við öskulagasyrpuna með H5 og Kötlu "5000" (mynd 2.11).

Flatarmál Hagavíkurhrauns og hraunskæklanna næst gígaröðinni er um 4 km<sup>2</sup>. Það finnst í borholum undir Nesjahrauni og hefur nýrunnið verið á að giska þrefalt stærra. Þykkt hraunsins í borholum er á bilinu 10-25 m en sjaldnast er hægt að greina hraunin sundur í þeim með vissu. Í jarðvegssniðum norður með gossprungunni er hvergi nema eitt gosmalarlag, sem frá henni gæti verið komið. Það er nokkuð neðan við öskulagasyrpuna í miðjum jarðvegsstabbnum. Gossprungukerfið gamla á og utan í Kýrdalshrygg, ofan við Litluvelli og norðan við Selkletta er því allt talið samtíma.

Öll misgengi sem liggja suðvestan frá að Hagavíkurhrauni milli Lómatjarnarháls og Nesjahrauns hafa hreyfst eftir að Hagavíkurhraun rann. Hreyfingin er mismikil, mest við misgengin norður og norðaustur úr Stangarhálsi um 4 m. Mesta hreyfing á einu misgengi sést vestan við

Stangarháls, norðaustur af holu NG-10, og nemur 8-10 m. Gliðnun nemur 2-3 m á stærri misgengjunum. Samanlagt sig frá því á móts við Lómatjarnarháls vestur í sigdældina nærri kaldavatnsholunni K2 nemur 15-20 m.

3. Yngri gossprungan í Kýrdalshrygg - Nesjahraun. Síðast gaus í Hengilskerfinu fyrir um 2000 árum (mynd 2.12) (Kristján Sæmundsson 1962, Jón Jónsson 1975). Þá gaus norðan Hengils á 10 km löngu kerfi af gossprungum, sem náði eftir Kýrdalshrygg norður í Sandey. Hraunflákinn sem þá rann er Nesjahraun. Aðalupptök þess eru á miðkafla gossprungukerfisins milli Nesjavalla og Selkletta. Flatarmál hraunsins er 10-11 km<sup>2</sup>.

Sunnan Nesjavalla samanstendur gígaröðin víðast hvar af einni aðal-gossprungu, nokkurra metra breiðri gjá utan í Kýrdalshrygg. Frá henni hafa runnið þunnfljótandi hraun ofan brekkurnar niður í Nesjavalladalinn. Mjó yngri gossprungu frá sama gostímabili liggur meðfram henni á köflum. Norðan Nesjavalla taka við klepra- og gjallgígar. Liggur þaðan dreif af gjalli vestur yfir Litluvelli. Hraun frá þessum gígum hefur verið þykkara og runnið í breiðum hrauntröðum norður í vatn og er apalhraunkennt fjærst upptökunum. Ekki verða greindar með vissu nema tvær goshrinur í gígaklasanum norðan Nesjavalla og tilheyra stærstu gíghólarnir á miðkaflanum ásamt meginhraunstraumnum þeirri síðari.

Eldborg norður við Vatn er líklega ósvikinn eldgígur frá tímum Nesjahrauns eins og hraunbleðillinn þar vestur af sem ranglega var talinn eldri í jarðfræðilýsingu Kristjáns Sæmundssonar (1967).

Sandey er frá sama tíma og Nesjahraun sem sést af legu öskunnar frá Sandeyjargosinu í öskulagasniðum austan við Þingvallavatn (Kristján Sæmundsson óbirt). Í henni eru tveir gígar á NA-SV-lægri sprungu. Gosið í Sandey hefur þróast í sprengigos vegna snertingar vatns og kviku. Lega gossprungunnar frá Nesjahraunsgígum norðaustur í Sandey er athyglisverð og styður hugmynd um brotlínu sem nær frá Fálkaklettum þangað norður, þótt hennar sjáist lítil merki í yfirborðsmyndunum. Hún kann að hafa legið nærri vesturjaðri sigdældarinnar gegnum Hengil, áður en sigrin í Hestvík og Skeggjadal komu til (sbr. kafla 2.4).

Síðan Nesjahraun rann hefur sáralítill hreyfing orðið á misgengjum á því svæði sem það þekur. Hálf meters gliðnun sést í framhaldi stærsta misgengisins gegnum Stangarháls, og álíka mikil hreyfing sést á einni misgengissprungu á Litluvöllum vestan við Nesjavelli.

## 2.2.11 Jarðgrunnur

Laus jarðlög mynduð í lok ísaldar og eftir ísöld eru stundum nefnd einu nafni jarðgrunnur. Sú nafngift mun vera frá Guðmundi Kjartanssyni (1958), og hentar vel til aðgreiningar frá berggrunni sem merkir það sama og föst klöpp í daglegu tali. Hér er jarðvegur talinn til jarðgrunns, enda verða ekki dregin skörp skil milli hans og sumra lausu jarðmyndananna. Jarðgrunnur á Hengilssvæðinu er af ýmsum toga og skal stuttlega getið hinna helstu afbrigða.

1. Jökulruðningur og malarköst. Á því svæði sem kortlagt var er mikið um jökulruðning sem klíning utan á ávölum móbergshrúgöldum. Ruðningar frá ísaldarlokum sjást ekki með vissu fyrr en norður við Hestvík og norðan í Hæðadyngjunni. Þar fylgja þeim malarmyndanir, þó smávægilegar við Hestvík, og gagnslitlar sem fyllingar- eða steypuefni.

2. Lónafyllingar. Í lok ísaldar hefur um tíma staðið uppi jökulstíflað lón í dalnum austan við Stangarháls. Malarhjallar frá þeim tíma sjást austan til á Hagavíkurvöllum en hverfa undir yngri framburð við misgengisstall. Líklega hefur einnig verið jökulstíflað lón í Nesjavalladalnum í ísaldarlokin, en þess sjást engin merki vegna landsigs og hraunanna sem kaffært hafa allar menjar þess. Setlög af þessum uppruna hafa ekki verið greind í höggborsholum í Nesjavalladalnum.

3. Framhlaup. Nokkur smá framhlaup hafa fallið ofan úr Hengli þar sem ummyndun er mikil og bratti mestur. Þau helstu eru ofan við Hagavíkurlaugar og upp af Hengladölum. Ekki hefur enn verið reynt að grafast fyrir um aldur þeirra. Vísbending fannst um að stóra framhlaupið úr Sleggju niður í Innstadal (sjá Vestur-Hengilsskýrslu 1983) sé yngra en hraunið í dalbotninum, en það mun vera næstyngsta Hellisheiðarhraunið (Þorleifur Einarsson 1960). Aldur þess er líklegast á bilinu 3000-4500 ár (sbr. mynd 2.12).

4. Grjótskriður og framburður. Grjótskriður er helst að finna utan í hlíðum bólstrabergshryggja (Stangarháls, Jórutindur, Sköflungur) og neðan undir basalklettum (Skeggi), þar sem berg er lítt frostpolið og langur bratti neðanundir fyrir lausagrjót að safnast í. Fram úr giljum liggja smáar aurkeilur, sem borist hafa fram í leysingum. Dalkvosir, margar afrennslislausar, eru safngryfjur fyrir lækjaframburð, aurrennsli og jarðskrið frá nærliggjandi hlíðum. Stærstu framburðar-slétturnar eru Hagavíkurvellir og Nesjavellir. Í framburði ofan á hrauninu í Kýrdal (úr eldri Kýrdalshryggjarsprungunni) er allþykk fylla af leirburði, sem kominn er efst ofan úr Hengli (mynd 2.13). Hugsanlega er leirinn tilkominn vegna tímabundinnar leirhveravirkni í efstu drögum lækjanna sem renna til Kýrdals, en þau ná rétt aðeins upp í ummyndaða svæðið á Hengli.

5. Jarðvegur. Jarðvegur hefur farið að myndast á Hengilssvæðinu strax og jökla leysti. Neðst í jarðvegsstöbbunum er hann móbhellukenndur og nokkuð fastur og samanstendur augljóslega að mestu af móbergsmylsnu, áfoki úr gróðurvana móbergi og aurflákum. Ofar tekur við moldarjarðvegur, einnig áfok að mestu leyti, en fíngerðari og líklega lengra aðkominn, eftir að land á Hengilssvæðinu huldist gróðri að mestu. Innan um moldarjarðveginn finnast öskulög og gráleitar rákir, sem líkjast öskulögum en gætu allt eins verið fokmyndun með staðbundna útbreiðslu. Ofan landnámslagsins breyta jarðvegssniðin um svip, þau verða dekkri, meira blandin grófu fokefni (að hluta úr móbhellunni?) og jarðvegsmyndunin augljóslega miklu hraðari en árbúsundin á undan. Þar veldur að sjálfsgöðu uppblástur sem fylgdi í kjölfar búsetu og óhóflegs ágangs á gróður í heimalöndum og afrétti. Jarðvegseyðingin endurspeglast einnig glögg í framburðarmyndunum, t.d. á Hagavíkurvöllum. Þar fer að gæta aurstrauma og efju í jarðvegsstabbanum ofan landnámslagsins og Kötlu 1000.

Enn hefur ekki reynt á það að marki, hvort unnt sé að nota breytilega jarðvegsgerð og öskulög til könnunar á sprunguvirkni í Dyrafjöllum. Sæmileg þekking á hvoru tveggja er fengin og verður reynt á komandi sumri að nýta hana til könnunar á brotahreyfingum.

Breytilega gerð jarðvegs og öskulög má nota til að kanna breytingar á hverasvæðum, sbr. athuganir Trausta Einarssonar (1951) í Hveragerði. Prófanir sem gerðar voru á þessu sýndu að óbyggjandi niðurstaða fæst helst, þar sem hveravirkni hefur hjaðnað verulega eða dáíð út, og þar sem hrúður fellur út í afrennsli hvera.

### 2.3 Tímasetning og upphleðsluhraði

Þess var getið í inngangi að berglög sem nú sjást á yfirborði í Hengilskerfinu væru aðallega frá síðasta jökulskeiði, og þau elstu hefðu myndast fyrir rúmlega 100.000 árum. Hugmyndir um lengd síðasta jökulskeiðs og loftslagssveiflur innan þess hafa verið að þróast á undanförunum árum. Tímalengd þess var lengstum talin vera á bilinu 70.000 - 100.000 ár með hlýindaköflum fyrir 25.000, 40.000 og 65.000 árum, en hörðum kuldaskaiðum fyrir um 18.000 og 60.000 árum. Nú er almennt talið, að síðasta jökulskeið hafi hafist fyrir 115.000 árum (sjá t.d. Schackleton o.fl. 1983, Larius o.fl. 1985). Setlög í Norður-Atlantshafi bera þess vitni að ísaldarloftslag hefur ríkt hér á norðurslóðum allt þetta tímabil (Sigurðsson og Loebner 1981). Á mynd 2.14 eru sýndar þrjár kúrfur yfir gang loftslags, tvær frá suðurhveli jarðar, sem þykja sýna betur meðallag á hnettinum, hin þriðja frá Grænlandsjökli, sem sýnir ástandið í okkar heimshluta.

Með hliðsjón af jarðlagagreiningu í borholum á Nesjavallasvæðinu má áætla rúmmál gosmyndana frá nútíma og síðasta jökulskeiði í Hengilskerfinu milli Innstadals og Þingvallavatns. Sú tala sem þannig fæst er 14-18 km<sup>3</sup>.

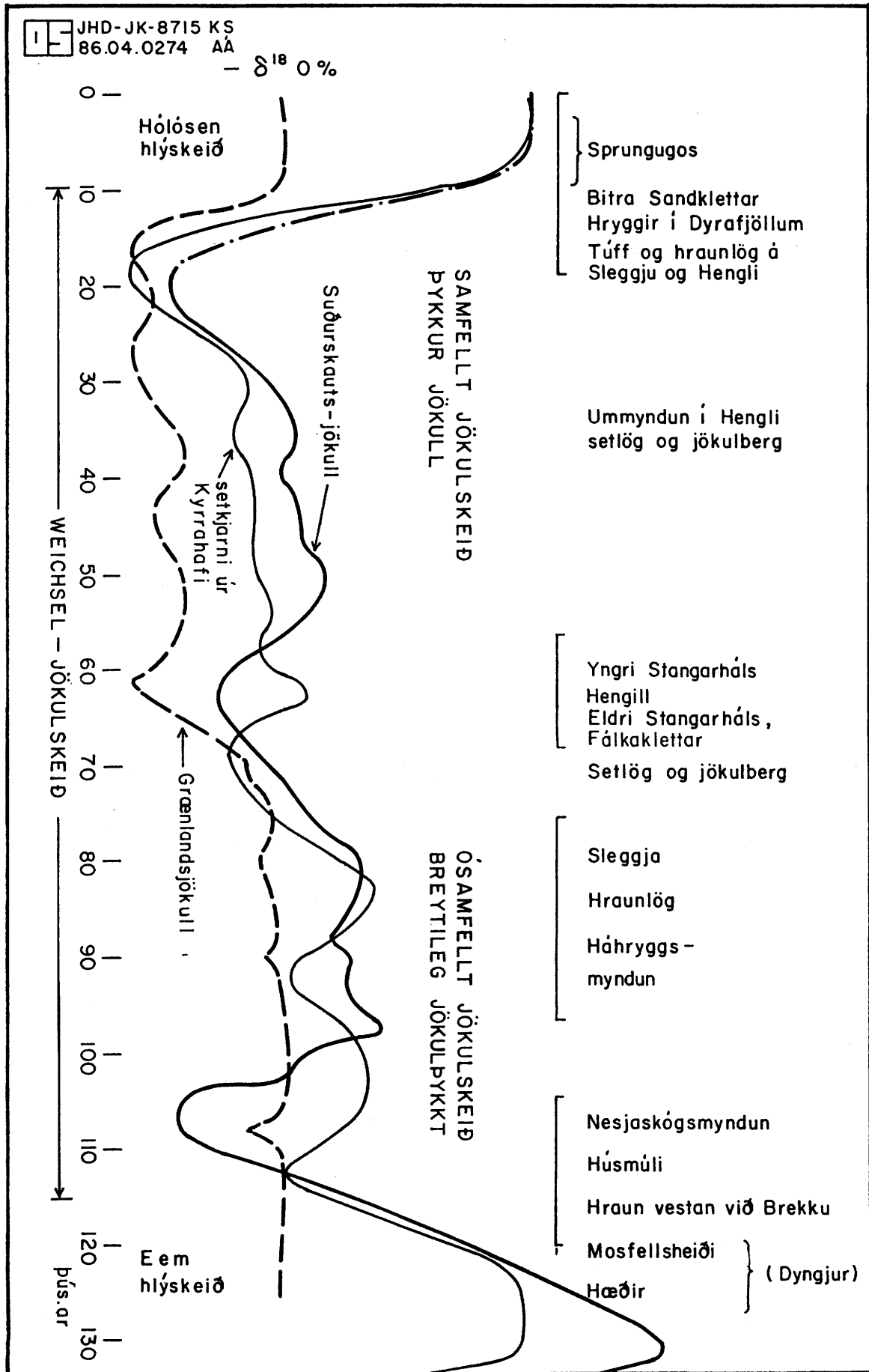
Upphleðslan hefur ekki verið jöfn í tíma. A.m.k. ein stór goseining, Hengill, sem er um 4 km<sup>3</sup> að rúmmáli er mynduð í einu gosi, og vísbending er um allöng goshlé eða róleg tímabil milli þess sem aðalstyrpurnar hlóðust upp. Sú ályktun er dregin m.a. af setlögum og jökulbergi á myndunum sem eru eldri en Hengill, og sjálfur hefur Hengill rofist og ummyndast, áður en yngri lög settust til ofan á honum.

Niðurskipun gosmyndana í Hengilskerfinu innan síðasta jökulskeiðs er að sjálfsögðu afar óviss og ber að taka mynd 2.14 með fyrirvara sem fyrstu tilraun til tímasetningar. Fyrir utan dyngjurnar í austurhlíðum Hengils sem eru frá síðjökultíma, er nánast öll niðurskipunin byggð á afstæðum aldri og ásýnd gosmyndananna, sem ýmist benda til að þykkur eða þunnur jökull hafi legið yfir svæðinu, þegar þær urðu til. Myndun Hengils er hér sett á kuldaskaið, sem gekk yfir fyrir um 60.000 árum. Upphleðslan deilist samkvæmt þessu í fjögur megingímabil:

1. Ólivínbasalt frá lokum síðasta hlýskeiðs og byrjun síðasta jökulskeiðs.
2. Þóleíft, andesít og líparít frá fyrri helmingi síðasta jökulskeiðs.
3. Dyngjugosið í Hengli um miðbik síðasta jökulskeiðs.

4. Ólivínbasalt og dílótt basalt frá síðasta hluta jökulskeiðsins og frá nútíma.

Rúmmálmestu gossyrpurnar, Háhyggs-, Sleggju- og Hengilsmyndunin, alls um 10-12 km<sup>3</sup> eru frá fyrra helmingi síðasta jökulskeiðs. Afgangurinn um 4-6 km<sup>3</sup>, skiptist nokkurn veginn jafnt á lok jökulskeiðsins og nútíma annars vegar og lok síðasta hlýskeiðs og upphaf jökulskeiðsins hins vegar.



Mynd 2.14 Upphleðsla í Hengilskerfinu



## 2.4 Brotahreyfingar í Hengilskerfinu

Brotamynstur Hengilskerfisins einkennist af NA-SV-lægum misgengjum, sem mynda um 5 km breiða gliðnunar- og sigdæld langs eftir því miðju (mynd 2.16). Á jöðrum sigdældarinnar sunnan Hengils eru stór misgengi óvirk eða lítið virk (Helgi Torfason o.fl. 1983), en norðan Hengils nær virknin yfir alla sigdældina. Ás mesta sigs liggur eftir miðri sigdældinni sunnan Hengils en hliðrast norðan Hengils vestur að stóru jaðarmisgengjunum í Skeggjadal og í Hestvík. Hliðrunin til vesturs verður í norðurhliðum Hengils og á kaflanum milli Botnadals og Jórugils. Á báðum stöðum er norð-suðlæg stefna áberandi í misgengjum og gossprungum, sbr. stefnu Sköflungs og gosgangs uppi á Hengli. Í borholusniðum sjást merki um misgengi meðfram Kýrdalshrygg með falli til austurs, en eingöngu í myndunum sem eru eldri en móberg frá síðasta jökulskeiði. Það gæti bent til að sigdæld hafi áður legið norðaustur í beinu áframhaldi af sigdældinni í gegnum há-Hengilinn. Sigdældin hefur síðan færst til vesturs í áföngum. Lengst er þessi þróun komin í Hestvík og Skeggjadal, en sprungustykki milli Botnadals og Skeggjadals virðist hafa legið eftir.

Í þyngdarmælingum sem gerðar voru á Nesjavallasvæði sumarið 1985 kemur fram áberandi stallur við Skeggjadal, líkt og austan í Húsmúla (Helgi Torfason o.fl. 1983). Þyngdarstallurinn fellur saman við stórt misgengi vestast í Skeggjadal. Í norðurframhaldi þess eru misgengin við Vegghamra og Jórubleif sem bæði marka vesturjaðar sigdældarinnar.

Snörun á sigspildum er áberandi þáttur í högguninni kringum Hestvík. Þar mælist halli bergspildnanna allt að  $10^\circ$  SA, sumsstaðar jafnvel yfir  $15^\circ$ . Vísbending um snörun sést einnig austan við Nesjavelli, allt að  $5^\circ$  halli til SA og á sunnanverðum Hengli, einnig um  $5^\circ$  til SA í sama misgengjaklasanum. Snörunin bendir til að venjuleg siggengi hallandi inn undir signu spilduna séu ríkjandi á jöðrum sprungusveimsins að austan og í öllum sigdalnum þegar kemur þangað norður fyrir sem meginupphleðslunni sleppir, en það er um línuna Hagavík - Jórugil. Þegar sunnar kemur, í aðalogsreinina eftir Kýrdalshrygg og Nesjavalladalnum, verða lóðréttar gliðnunasprungur og gosrásir ráðandi í miðjum sprungusveimnum en siggengi út til jaðranna. Þetta er sýnt á þremur einfölduðum þversniðum (mynd 2.15).

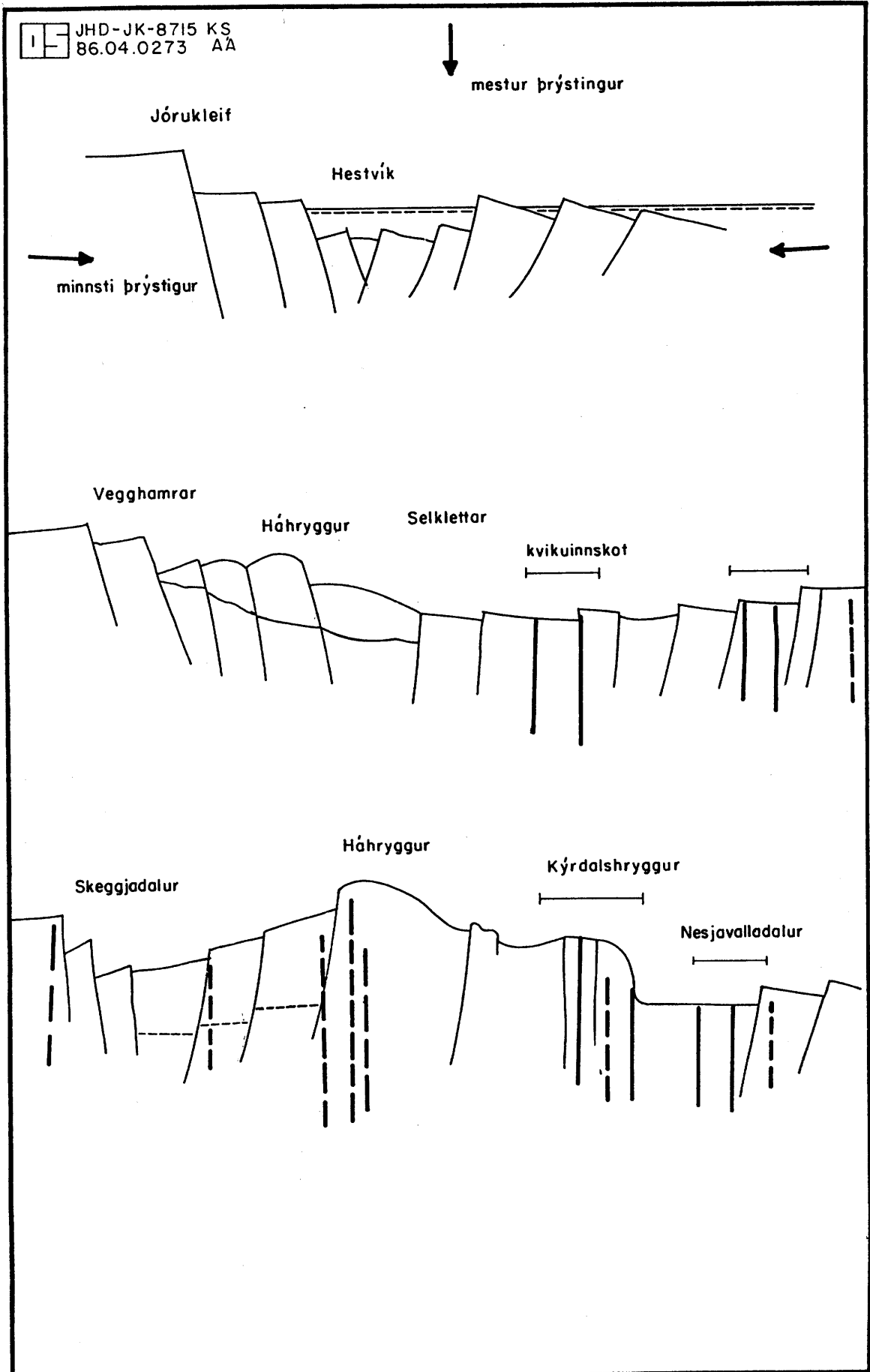
Ofangreint mynstur hefur mikla þýðingu fyrir dreifingu jarðhitans. Á siggengissvæðunum er ekki að vænta kvikuinnskota sem virkað gætu sem varmagjafar undir jarðhitakerfi ólíkt því sem er um lóðréttar gjár og kvikurásir á þröngu bili með síendurteknum kvikuinnskotum. Á upphleðsluskeiði Háhryggsmyndunar gæti gosrein með lóðréttum sprungu- og gangafyllingum hafa verið virk undir Háhrygg eins og Sleggju suðvestan Hengils. Hennar sér þó ekki merki í þyngdarmælingum né heldur í um-

myndun. Lágur berghiti er ofan til í holu 12 miðað við áætlaðan hæsta berghita út frá ummyndun (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1986b). Þar munar 100°C. Hugsanlegt er að hár hiti þarna undir sé frá þeim tíma er jarðhitavirkni var tengd upphleðslu á gosreininni, sem lá frá Sleggju norðaustur um Háhrygg. Á hinn bóginn er líka hugsanlegt að ummyndunin ofan til í holu 12 stafi frá núverandi uppstreymi undir Kýrdalshrygg en staðbundin kæling hafi átt sér stað vegna niðurstreymis í gjám og misgengjum vestur í Háhrygg og í Kýrdal.

Stærð misgengja sem mælist á yfirborði ákvarðast að vissu marki af aldri gosmyndana á hverjum stað. Þetta stafar af því að sömu misgengin eru virk í langan tíma og geta jafnast út á yfirborði ef nýjar gosmyndanir leggjast yfir þau. Nærtæk dæmi eru hraunin suðvestan við Þingvallavatn. Í Nesjahrauni hefur lítil sem engin höggun orðið frá því er það rann fyrir um 2000 árum. Í Hagavíkurhrauni sem er um 8000 ára hefur allt að 4 m sig orðið um einstök misgengi (meira innar í Nesjavalladalnum). Í Stangarhálsi nemur færsla á sömu misgengjum hinsvegar tugum metra. Lóðrétt færsla á misgengjum yfir Hengil nemur um 120 m, en í Hestvík a.m.k. 250 m. Í Háhrygg þar á milli nemur misgengisfærslan a.m.k. 140-150 m milli Selkletta og Vatnsstæða. Miðað við áætlaðan aldur gosmyndananna kringum Hestvík (um 100.000 ára) í Háhrygg (kringum 70.000 ára) og í Hengli (kringum 60.000 ára) lætur nærri að sigráðinn sé um 20-30 m á hverjum 10.000 árum í ási mesta sigs miðað við jaðra sigdældarinnar.

Misgengishreyfingarnar verða sennilega mest í smárykkjum. Síðast urðu þess háttar sprunguhreyfingar í Hengilskerfinu árið 1789. Norðan Þingvallavatns seig spildan milli Almannagjár og Hrafnagjár um a.m.k. 1 m og gjár víkkuðu, en land reis til hliðanna. Kringum Nesjar geta samtímaheimildir um hliðstæðar landbreytingar. Þeirra sér ekki merki í Nesjahrauni og hafa því sennilega verið einskorðaðar við Hestvík og ás sigdældarinnar suðvestur yfir Dyrafjöll. Ekki er vitað um tíðni gliðnunarrykkja í Hengilskerfinu.

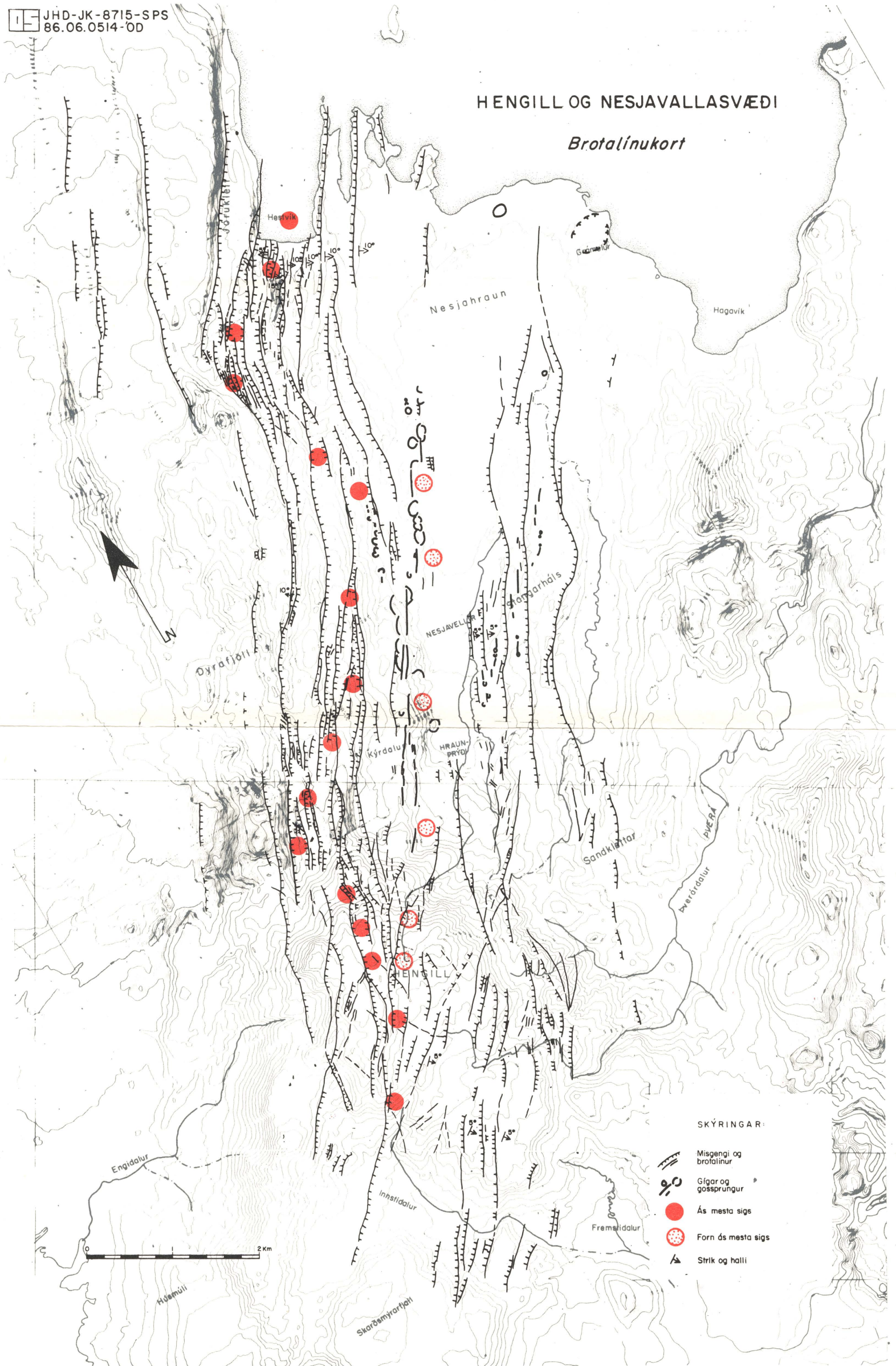
Brotakerfi með NV-SA stefnu gengur þvert yfir Hengilskerfið um miðjan Hengil milli Kýrgils og Marardals. Gosið hefur á sprungum með þessari stefnu vestan undir Hengli (sjá bls.32). Þarna er um að ræða kerfi af skástígum sprungum sem gefa til kynna hægri hliðrun öfugt við skjálftabeltið á Suðurlandi. Engin einhlít skýring er á þessu sprungukerfi, nema það virðist vitna um NA-SV-gliðnun þvert yfir megineldstöðina. Fyrirbærið væri eftir því mjög staðbundið og á einhvern hátt tengt því að virka sigdældin þrengist, þegar kemur suður fyrir Hengil.



Mynd 2.15 Einfölduð þversnið af brotakerfinu norðan Hengils

# HENGILL OG NESJAVALLASVÆÐI

## Brotalínukort



Mynd 2.16 Einfölduð mynd af brotakerfinu í Hengli og á Nesjavallasvæði

## 2.5 Jarðhiti og ummyndun

Útbreiðsla ummyndunar og jarðhita var kortlögð samhliða jarðfræðinni. Jarðhitakortlagningin náði einungis yfir Hengil sjálfan að Hengladölum í suðri. Útbreiðsla ummyndunar og hvera er sýnd á mynd 2.17. Við kortlagninguna var ummyndun skipt í tvennt. Annarsvegar svæði þar sem ummyndun er væg og einkennist af brúnum lit, sem stafar af mikilli ummyndun glers og oxun járnsambanda. Hinsvegar eru dregin fram þau svæði þar sem ummyndun er mikil, allt upp í útkulnuð hverasvæði. Þar er mestallt berg ummyndað yfir í leir og víða eru ljósir leirflekki. Í djúpum giljum sést sumsstaðar niður úr yfirborðsummyndun. Þar er bergið gráleitt eða grængrátt af seólítum, kalsíti, kvarsi og leir. Ummyndunin var ekki könnuð bergfræðilega umfram greiningu í mörkinni.

1. Virkur jarðhiti er allútbreiddur á Hengilssvæði (sbr. mynd 2.17). Mest er um gufuhveri, en einnig er nokkuð um vatnshveri og ölkeldur. Virkustu hveraþyrpingarnar eru upp með Nesjalaugagili og Köldulaugagili og í Innstadal. Aðallega eru þetta gufuhverir oft með brennisteins-útfellingum. Vatnshverir eru þar einnig því að hverasvæðin falla sumsstaðar saman við grunnvatnsborð. Vatnshverir og kolsýruhverir eru ríkjandi í Hagavíkurlaugum og suðaustan undir Hengli. Eins og að líkum lætur ráða sprungur og misgengi mjög dreifingu jarðhitans. Þetta er mjög áberandi bæði að því er varðar lögum hveraþyrpinga og hvernig þær raðast.

Nyrsti jarðhiti sem vart verður við er í Nesjavalladalnum, nokkur gufuaugu neðan við Fálkakletta. Þau fylgja misgengi sem er að mestu hulið undir Nesjhrauni. Hveraþyrpingarnar upp með Nesjalaugagili og Köldulaugagili fylgja stórum misgengjum og smærri sprungum til hliðar við þau. Dæmi sjást um nýlegar hverabreytingar á Nesjavöllum. Í vestari hliðargrein Köldulaugagils hefur hveravirkni eflst á síðustu árum og sprungur komið í jörð uppi á gilbarminum. Hins vegar hefur mikið dregið úr hveravirkni í hrauninu norðan við holu NG-4.

Í Kýrgili og giljunum næst norðan þess eru nokkur gufuaugu sem láta fremur lítið yfir sér. Þau sýnast vera síðustu leifar af áður útbreiddri hveravirkni í misgengissprungum í austurhlíðum Hengils. Í Innstadal eru tvær gufuhveraþyrpingar í norðurhlíðum dalsins. Önnur er í Hveragili, hvæsandi gufuhverir sem ná allhótt upp eftir gilinu. Hin er í daldragi sem gengur norðvestur úr Innstadal. Þar er dálítill skella með brennisteinshverum. Neðst í sama gili eru gufuaugu og þyrping af ölkeldum. Í austanverðum Innstadal uppi í hlíðinni að norðanverðu eru ölkeldur, sú heitasta 28°C. Uppi á fjallinu tæpan kílómetra norðaustur þaðan er ölkelda, 21,5°C heit. Í dalskvompu, líklega jarðhita-sprengigíg um hálfum km lengra til norðausturs, kemur upp kolsýruloft sem mikið ber á í kyrru veðri. Þessir þrír staðir

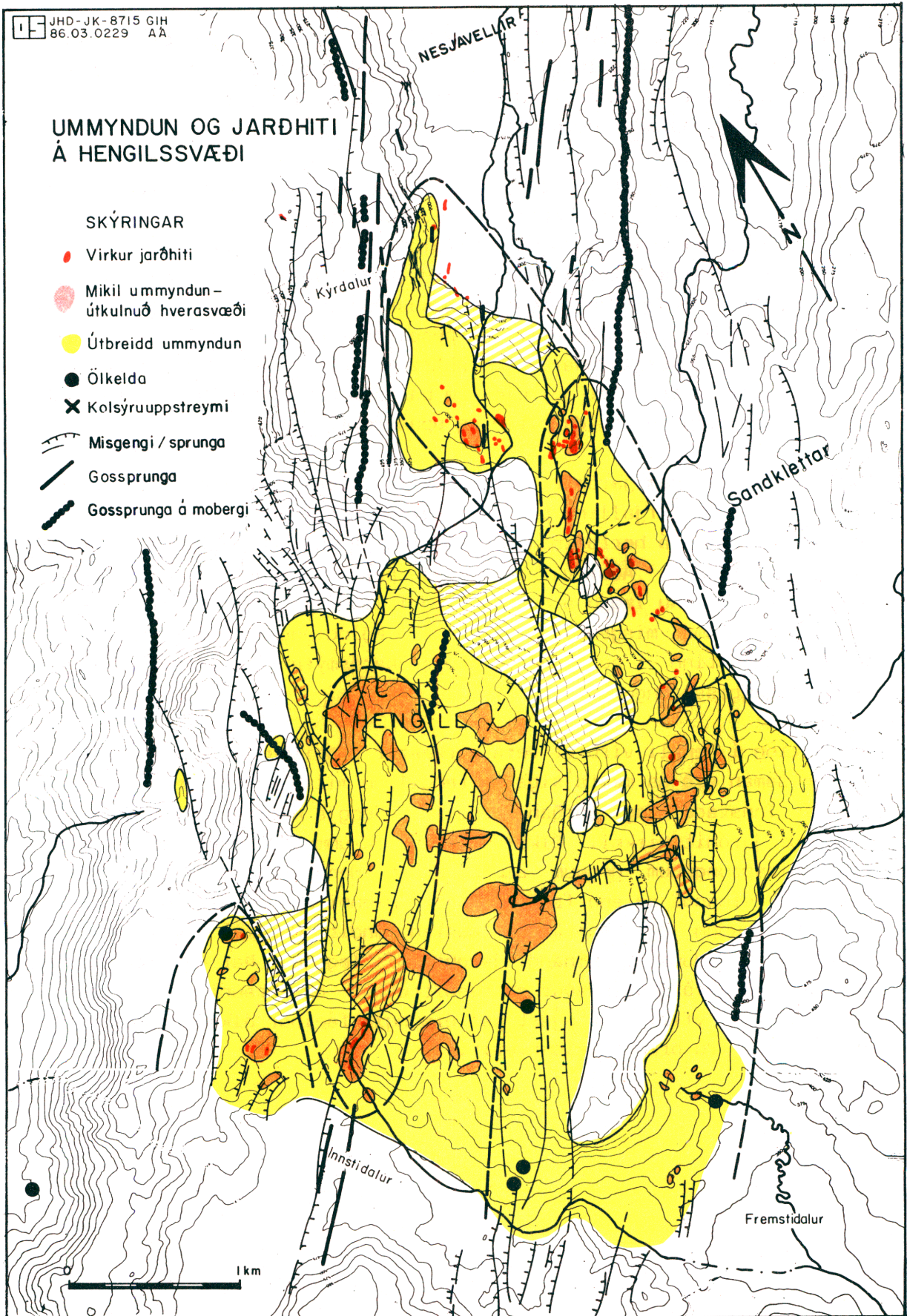
fylgja nokkurn veginn einu og sama misgengi. Í vesturhlíðum Sleggju upp af Engidal eru ölkeldur á tveimur stöðum, 20,4 og 22,6°C heitar. Nokkrar volgar lindir koma upp í hlíðinni norðan við Miðdal og eru 16°C heitar, en sjóðandi hverir eru í dalbotninum. Þeir eru utan við svæðið sem kortlagt var eins og jarðhitamerkin í Sleggju, í Stóra-Skarðsmýrarfjalli og Fremstadal.

2. Ummyndun er mjög útbreidd á Hengilssvæðinu (sbr. mynd 2.17) og nær yfir svotil allan Hengil nema norðvesturhlutann. Frá Hengli teygist ummyndaða svæðið norður eftir Köldulaugagili og norður með Fálka-klettum. Í kápuvasa er kort sem sýnir vatnafar í Hengli og á Nesjavallasvæðinu. Þar er sýnt í grófum dráttum hvernig ummyndun fylgir tveimur spildum sunnan Hengils. Önnur liggur til suðurs yfir Miðdal og Fremstadal í Stóra-Skarðsmýrarfjall austanvert. Hin liggur suður eftir Sleggju í Sleggjubeinsdal.

Vesturmörk ummyndunar uppi á Hengli eru við stór misgengi sem skera fjallið og marka vesturjaðar sigdældarinnar sem liggur yfir Hengil frá SV til NA. Vestan við þessi misgengi er bergið alveg ferskt nema syðst í norðausturframhaldi af Sleggju. Austurmörk ummyndunar eru við Bitru og Sandkletta sem eru gosmyndanir frá lokum síðasta jökulskeiðs og miklu yngri en Hengilsmyndunin. Líklegt er að ummyndun nái innundir ungu gosmyndanirnar. Miðhlíðar Hengils norðan megin eru alveg ferskar austur undir Köldulaugagil, og lítil ummyndun með brúnunum í framhaldi þar suður af. Á háfjallinu austanverðu er allstórt svæði alveg ferskt. Jarðhitavirknin undir þessari spildu hefur því ekki verið eins mikil og bæði austan og vestan megin við hana.

Sunnarlega á Hengli eru hringlaga kvosir, 300-500 m í þvermál, í röð frá austri til vesturs. Ummyndun er mikil í þeim og umhverfis og skriður hafa fallið úr börmunum ofan í þær. Líklega er þarna um gamla jarðhita-sprengigíga að ræða frá þeim tíma er jarðhitavirkni var mest í Hengli, á síðari hluta síðasta jökulskeiðs. Jarðhitasprengigígar myndast við kröftuga suðu vatns ef rás (sprunga eða gígur) opnast frá yfirborði niður í jarðhitakerfi og öflug suða verður í því. Jarðhiti er ekki í gígum þessum nú, en mikið kolsýruútstreymi er í botni þess austasta. Ekkert úrkast hefur fundist frá gígum þessum.

Aðeins í Hveragili upp af Innstadal og í Kýrgiljunum báðum sést að ráði niður úr yfirborðsummyndun. Í Kýrgiljunum er mikið af fyllingum (kalsít og kvars) í misgengisbelti í móberginu og bergið kolummyndað næst þeim.



Mynd 2.17 Ummyndun og jarðhiti í Hengli.  
Brotalínur afmarka mismunandi virkar jarðhitaspildur

Ummyndunin í Hengli hefur að verulegu leyti verið um garð gengin áður en yngsta túffmyndunin lagðist yfir. Ummyndun nær upp í túffið aðeins á miðspildunni í ási mesta sigs og á misgengisspildunum sem liggja frá austanverðum Innstadal norðaustur á Hengil.

Á tveimur stöðum er tiltölulega stutt síðan hveravirkni dó út. Annar er í kvosunum vestan við Nesjaskyggni, en um þær liggja sömu misgengin og virkasti hitinn í Innstadal fylgir. Beint þar norðaustur af er hitinn undir Fálkaklettum vestast í Nesjavalladalnum. Athyglisvert er að þessi "jarðhitaspilda" tengir gossprungurnar í Innstadal og í Nesjavalladalnum næst Hengli. Af þessu má ráða að tengsl séu á milli jarðhitans og gosvirkinnar. Jarðhitinn leitar út frá miðsvæðinu undir Hengli eftir aðal-gosreinunum þar sem gangar og innskot safnast fyrir neðanjarðar og valda hitun og uppstreymi vatns.

Hitt svæðið þar sem jarðhiti virðist tiltölulega nýkulnaður er í kvosinni austarlega á fjallinu þar sem kolsýruuppstreymið er. Þar eru merktir hverir á herforingjaráðskortinu danska sem mælt var á fyrsta áratug aldarinnar. Áður var bent á að þessi staður og ölkeldurnar sunnar á fjallinu lögju á norðaustlægrri línu, en í framhaldi af henni til NA og á sömu misgengissprungum er Köldulaugagil og jarðhitinn þar. Jarðhitinn í austanverðu Stóra-Skarðsmýrarfjalli fylgir þessum sömu misgengissprungum.

Jarðhitinn í Hengli virðist vera virkastur á spildu sem fellur nokkurn veginn saman við ás mesta sigs og tengilínu milli yngstu gossprunganna í Innstadal og norðan Hengils. Beggja megin við eru merki um dvínandi jarðhitavirkni. Ölkeldur og óvirk ummynduð svæði sem fylgja misgengissprungunum gegnum austanverðan Hengil benda til að þar sé jarðhiti dvínandi og enn frekari jaðareinkenni eru í kolsýruhverunum í Hagavíkurlaugum og Fremstadal austan undir Hengli. Vestan við virkustu spilduna er dvínandi jarðhiti í Sleggju. Þar var ummyndunin að mestu um garð gengin áður en basalttúffið og hraunlögin (2.2.7.) lögðust þar yfir. Nú sjást þar einungis fáeinar ölkeldur nema næst Hengli; þar eru brennisteinshverir.



## 2.6 Vatnafar í Hengli

Sumarið 1985 voru kortlagðar lindir á Hengilssvæðinu samhliða almennri jarðfræðikortlagningu. Hiti var mældur í flestum lindanna og rennsli áætlað, einnig var reynt að finna hvaða jarðfræðileg skilyrði réðu uppkomu lindanna. Niðurstöður eru sýndar í töflu 2.1.

Veðurfar sumarið 1985 var hagstætt til kortlagningar á vatnafari. Úrkoma var í lágmarki og rennsli úr lindum með minnsta móti. Þess sáust merki allvíða að lindir höfðu þornað upp með öllu og verulega dregið úr rennsli annara linda. Því má ætla, að þær lindir sem mældar voru séu stöðugar allt árið og endurspegli grunnvatnsflöt hver á sínum stað.

Auk linda í Hengli, sem athugaðar voru sumarið 1985 voru lindir kringum Húsmúla og í Engidal kortlagðar í febrúar 1986. Þær voru skoðaðar lauslega síðsumars 1985 og voru þá rennandi, þannig að þær eru líklega einnig stöðugar allt árið.

Lindir í Henglinum eru af ýmsum toga. Þar sjást lindafletir þar sem vatn rétt seytlar fram úr berginu. Þeir eru oft góð vísbending um grunnvatnsborð. Allmargar lindanna koma upp á sprungum eða tengjast þeim náíð. Loks er fjöldi linda tengdur lausum jarðlögum og hraunum. Þannig er um lindir undan framhlaupum í Innstadal og Engidal. Lindir koma fram undan hrauninu í Innstadal og undan Nesjahrauni norður við vatn, aðallega á þeim kafla sem virku sigsprungurnar ná yfir. Um þær er ekki fjallað frekar í þessu yfirliti. Grunnvatnsaðstæður í Nesjahrauni voru kannaðar sérstaklega sumarið 1985 af vatnafræðingum frá verkfræðistofunni Vatnaskil (Vatnaskil 1985).

Sameiginlegt einkenni lindanna kringum Hengil og Húsamúla er lítið rennsli. Samanlagt rennsli frá rúmlega 120 lindum á svæðinu mældist nálægt 200 l/s. Meðalrennsli frá hverri lind eða smálandasvæði er því tæplega 2 l/s. Vatnasvið lindanna allra er nálægt 20 km<sup>2</sup>. Meðalafrennsli þess svæðis gæti verið nálægt 100 l/s af hverjum km<sup>2</sup>. Heildarafrennsli umrædds svæðis væri samkvæmt þessu um 2 m<sup>3</sup>/s. Lindarennslíð er því um 10% afrennslisins. Þær tölur sem hér eru nefndar um hluta lindarennslis af heildarafrennslinu eru gróf ágiskun. Þrjár ár eiga upptök á svæðinu, Þverá, Hengladalsá og Engidalsá. Þær hafa dragáreinkenni, en lítið er vitað um rennsli í þeim að öðru leyti.

Austurhluti Hengils er mjög ummyndaður og á yfirborðsvatn þar ógreiða leið niður í neðri lög Hengils. Þetta sést best á því að víða uppi á

fjallinu eru örsmáar lindaseyrur, greinilega skammt að runnar, og smálindir (0,1-1,0 l/s) sjást á stöku stað hátt í fjallinu. Oftast koma þær fram undan basaltinu sem þekur háfjallið. Lindamynstur þetta sýnir að Hengillinn steypir af sér mestum hluta þeirrar úrkomu sem á hann fellur og að grunnvatnsborð að hluta falskt er hátt í fjallinu. Gleggsta dæmið um falskt vatnsborð hátt í fjallinu eru kaldar (2,5°C) lindir (64 og 65) uppundir brúnum í suðausturhorni fjallsins. Beint þar neðanundir, 150 metrum lægra, eru volgar lindir (16°C) sem ómögulega geta verið í sama vatnskerfinu og lindirnar uppi undir brún. Hér er því gert ráð fyrir tveimur vatnskerfum í Hengli, örðru köldu (2-5°C) hátt (500-600 mys) í fjallinu, en hinu talsvert neðar (300-450 mys).

Hengill er allur sundurskorinn af misgengjum. Síðast munu sum þeirra hafa hreyfst fyrir tæpum 200 árum. Misgengin geta opnað lekaleið fyrir vatn úr efsta vatnslaginu og niður í neðri lög Hengils. Kaldar lindir í Nesjalaugagili og Innstadal gætu átt rót sína að rekja til leka af þessu tagi. Nefna má að lindirnar í Nesjalaugagili (5.0°C) eru í svipaðri hæð og 75°C heitar laugar í Köldulaugagili.

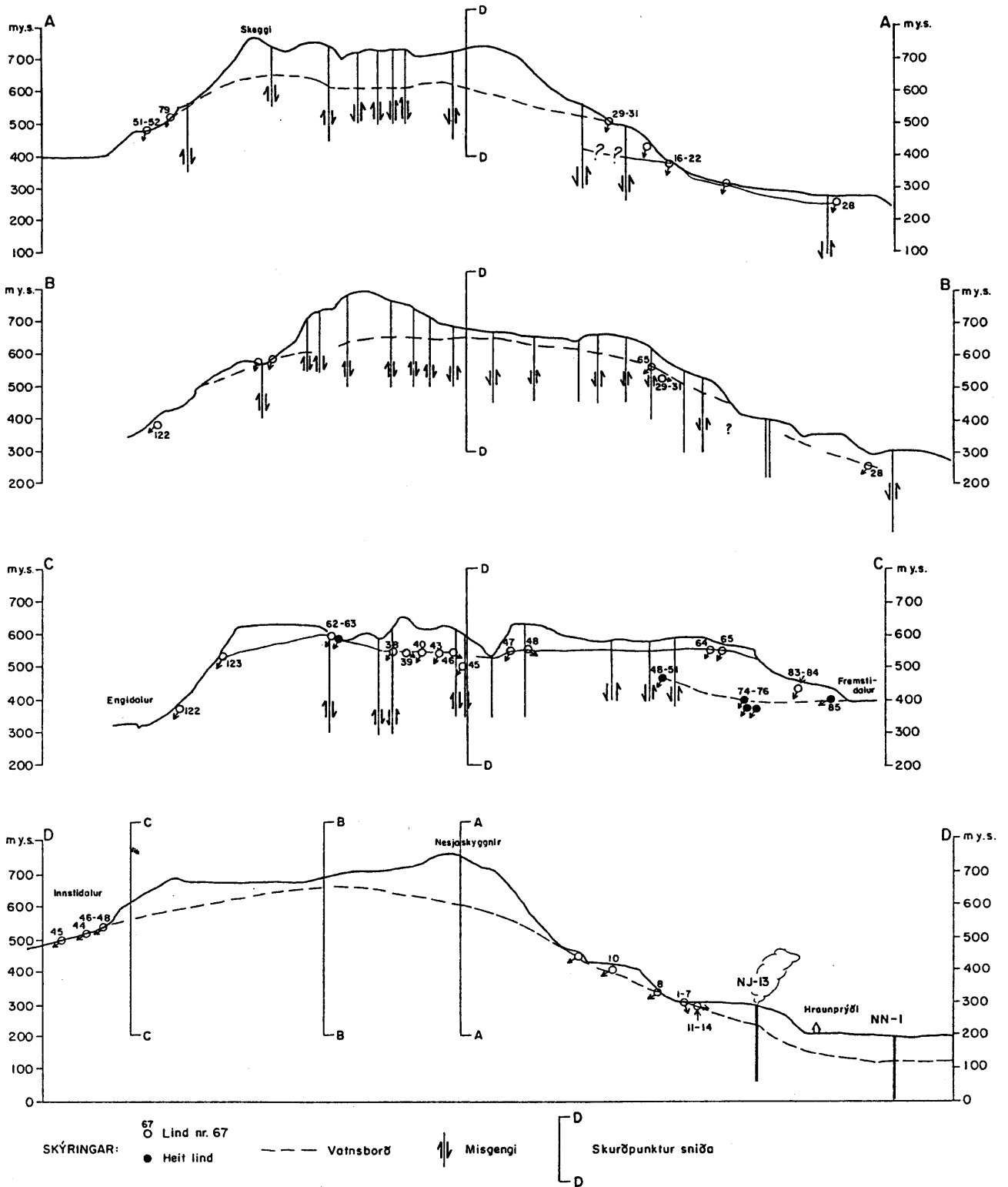
Grunnvatnsborðinu hallar bratt frá Hengli niður að vinnubúðunum í Nesjavalladal. Að nokkru fylgir grunnvatnið landslagi, en breytingar á lekt vega þó þyngra. Hengill og stallurinn fyrir ofan vinnubúðirnar eru að mestu úr bólstra- og túffbreksíum og þar er ummyndun talsverð. Lekt jarðlaga þar er lítil nema staðbundin við sprungur. Ástandið niðri í Nesjavalladal er talsvert annað. Þar er ummyndun mun minni, sprungur fleiri og opnari og hlutfall lekari jarðlaga svo sem bólstrabergs við grunnvatnsborð herra en í hlíðum Hengils. Allt þetta stuðlar að miklum halla grunnvatnsborðs niður til dalsins.

Grunnvatnsástand í dalnum er engan veginn einfalt. Eins og sjá má af töflu 2.2 koma fram þrjú vatnsborð ofan við 100 mys í holu NG-7. Í holu NN-1 eru a.m.k. tvö vatnsborð ofan við 100 mys. Efsta vatnsborðið í þessum holum stendur sennilega í sambandi við hálfvalskt ósamfellt grunnvatnsborð í dalnum. Hátt vatnsborð í höggborsholu 0 og lindir undan hrauninu í krikanum vestan við vinnubúðirnar eru sennilega af svipuðum toga. Verr gengur að ákveða við hvaða vatnsborð í t.d. NG-7 á að miða þegar grunnvatnskort af svæðinu er teiknað. Hér var valin sú leið að miða við vatnsborð 111-113 mys í holu NN-1, þar til betri gögn liggja fyrir. Að lokum er vert að geta þess að misbrestur er á skráningu vatnsborðs, einkum í höggborsholunum. Mikill fengur væri að því að bót yrði ráðin þar á.

JHD-JK-8715-SPS  
86.03.0266-00

# GRUNNVATN Í HENGLI

## Þversnið



Mynd 2.18 Þversnið af legu grunnvatnsborðs í Hengli

TAFLA 2.1: Lindir á Hengilssvæði

Númer lindar	Hiti °C	Rennsli lindar 1/s(q)	Heildar rennsli 1/s(Q)	Athugasemdir
1	5,0	4		lindir koma úr túffi Hengilsmyndunar
2	5,0	3		" " "
3	5,0	1-2		" " "
4	5,8	2		" " "
5	9,6	2-3		" " "
6	7,2	1-2		" " "
7	4,2	8		tengd sprungu
8	4,1-4,5		5	úr túffbreksíum Hengils
9	6,5-8,2		1-2	" " "
10	4,2	3-4		tengd sprungu ?
11	72,0	0,2		tengd sprungu
12	86	0,3		koma fram á skilum Hengils og neðri Stangarh.
13	80	0,5		" " "
14	81	0,2		" " "
15	27	0,2		tengd sprungu
16	77	0,5-1		úr berggrunni
17	67	1		" "
18	76	2		" "
19	36	0,5-1		leki undan kalkhelli
20	45	0,1		" "
21	39	0,1		" "
22	45	0,5		" "
23	9,5	0,1		undan lausum jarðlögum
24	9,4	0,1		"
25	8,1	0,1		"
26	7,2	0,2		"
27	8,3	0,5		"
28	9,3	0,1		tengd sprungu
29	2,8	4		sennilega tengdar berggrunni
30	2,2	0,5		" " "
31	2,9	0,5		" " "
S1	5,3	0,1-0,5		" " "
S2	1,8	2,0		" " "
32	3,8	0,5		undan framhlaupi úr Sleggju
33	3,8	1		" " "
34	4,1	0,1	0,4	" " "
35	16,2	0,1		tengd sprungu
36	4,1-4,5	2-3		" "
37	3,2	0,2		úr berggrunni, sennilega tengdar sprungur

Framh.

Númer lindar	Hiti °C	Rennsli lindar 1/s(q)	Heildar rennsli 1/s(Q)	Athugasemdir
38	4,1	0,3		" " " "
39	4,2	1,0		" " " "
40	4,2	0,2		" " " "
41	5,0	1,5		tengdar sprungu
42	5,5	1	1,5	" "
43	4,3	4		" "
44	6,3-6,5		15	" "
45	5,0	0,1	0,5	" "
46	6,5	1	5	" "
47	5,4		0,1	smáar lindir á lagskilum í berggrunni
48	3,4		1	" " " "
49	28	1,5	2	ölkelda (rauðar útfellingar) tengd sprungu.
50	25,7	0,5		" " " " " "
51	25,5	0,1		" " " " " "
52	3,9	0,1	1	undan hrauninu í Innstadal
53	4,1	0,5-1	5	" " " "
54	4,5		3-4	" " " "
55	4,7		5	" " " "
56	4,5	0,1	0,5	undan lausum jarðlögum
57	4,2	0,1		" " " "
58	5,2	0,1		" " " "
59	5,9	0,2		" " " "
60		0,1	0,3	" " " "
61	4,6	0,2-0,5		tengd sprungu
62	2,5	2-3		lindir á lagskilum í berggrunni
62	11,7	0,5		ölkelda? (rauðar útfellingar), tengd sprungu
"	5,6	0,01		" " " " "
63	5,5	4-5		undan hrauninu í Innstadal
64	2,3	0,5	2-3	undan basaltþekju Hengils
65				" " " "
66	1,8	0,3	1-2	lindir á lagskilum í túffbreksíu
67	13,6	0,1		ölkelda (rauðar útfellingar) tengt sprungu
68	6,0	0,1		Fremstidalur lind undan lausum jarðlögum
69				" " " "
70	6,6	0,2-0,3		" " " " "
71	8,1	0,1		" " " " "
72	4,6	0,1	0,5	" " " " "
73	4,1	0,1-0,2		" " " " "
74	16,4	3-4		úr breksíu tengt sprungu?
75	16,1	1	5-6	" " " "
76	14,7	0,5	1	" " " "

Framh.

Númer lindar	Hiti °C	Rennsli lindar l/s(q)	Heildar rennsli l/s(Q)	Athugasemdir
76	15,4	0,2-0,5	2	tengt sprungu
78	21,5	0,3		ölkelda (rauðar útfellingar) tengt sprungu
79	3,8?	0,01		að mestu undan lausum lögum
80	5,5	0,2		" " "
81	19,9	0,2		úr sprungu í móbergi
82	5,0	0,1		lindarák rétt við 81
83	3,0	0,5	2-3	
84	5,0		3-4	beint úr bergi
85	25,7	0,6	1-2	ölkelda (rauðar útfellingar) tengt sprungu
86	3,8-4,7		3-4	lindir undan framhlaupi í Engidal
87	30 +	0,1		lind úr framhlaupi í Sleggjubeinsdal
88	14,6	0,2	2-3	" " " "
89	4,4	0,5		" " " "
90	4,8	2	2-3	" " hluti er leki frá 89
91	4,1	3-4	6-8	lindir í mób. austanv. í Sleggjub dal
92	3,4	1	1	kemur fram á mótum grágrýtis og móbergs.
93	3,8	0,3		lindir 93 til 115 koma flestar fram úr lausum
94	3,2	1		jarðlögum við brekkurætur Húsmúla. Þær
95	4,4	0,1		endurspegla grunnvatnsborð þar.
96	2,3	0,2		
97	3,8	0,01		
98	4,7	1		
99	2,8	0,5	1	
100	3,8	0,2	3	
101	4,2	0,3	3	
102	4,2		2	
103			3-4	óvíst um upptök
104			2-3	" " "
105	4,2-6,1	0,1	2	
106			1	
107	5,4	1	2	
108	5,1	6-7	7-8	
109	3,4	1		
110	1,4	0,4		
111	4,2	0,2		
112	5,7	0,2		

Framh.

Númer lindar	Hiti °C	Rennsli lindar l/s(q)	Heildar rennsli l/s(Q)	Athugasemdir
113	4,1	2-3		
114	3,0	0,5		
115	2,5	0,2		
116	20,4	0,1	1	ölkelda (rauðar útfellingar) tengt sprungu
117	7,2	0,5		sennilega tengd berggrunni
118	22,6	0,1		ölkelda (rauðar útfellingar) tengt sprungu
119	7,1	0,1		koma úr lausum jarðl., tengdar berggrunni
120	7,0	0,2		" " " " " "
121	6,6	2		" " " " " "
122	2,0	0,1	1	kemur fram á mótum Háhryggs og "Þverhryggs"
123	3,3	3		lindir koma fram á mótum Sleggju og Hengils
124	"	"		" " " " " "

TAFLA 2.2: Vatnsborð í gufuholum

Hola	Dýpi holu	Hiti °C	Vatns- borð m	Holu- kóti m	Hæð drifb m	Vatns- hæð mys	
NG-7	74		15	184,6	5	175	
NG-7	77	15	70	184,6	5	120	
NG-7	396		81	184,6	5	109	vatnsb tengt æð á 196 mm
NG-7	593		82	184,6	5	110	" " "
NG-10	123	15	30	199,3	5	174	mælt fyrir steypingu
NG-10	123		47	199,3	5	152	mælt eftir steypingu
NG-10	256		74	199,3	5	130	
NJ-12	234	14	82	337,7	7,5	263	
NJ-13	84		66	287,8	7,5	229	
NJ-14	299	30	20	363	7,5	350,5	
NJ-16	271	16	32,5	166	7,5	141	

Kóti er gefinn upp á kjallara, en vatnshæð er mæld frá drifborði viðkomandi bortækis.



TAFLA 2.3: Vatnsborð í höggborsholum

Hola	Dýpi holu	Vatnsborð m	Holu kóti m	Vatns-hæð m	Botn holu mys	
NG-8	60,4	?????	309,1		249	
NG-9	58	11,2	305,9	295	248	
NG-10	38,6	þur	199,3		161	
CC (14)	62	þur	367,9		301	
E (11)	47,2	30	187,3	157	140	
F (12)	52	þur	337,7		285	
G	56	29	194	165	138	
H (13)	57	þur	287,8		231	
I	60	þur	338		278	
J (15)	9	88,5	236	147,5		
K (16)	60	þur	166		106	
M	62,5	þur	358		295	
NN-1	58	46	187,5	141,5		
NN-1	121	42	187,5	145,5		
NN-1	121	76	187,5	111,5		
NN-1	134	75,7	187,5	111,8		
NN-1	156	74,2	187,5	113,3		
NN-1	233	74,1	187,5	113,4		
O	60?	15	282	267	222?	
K-1	55		141,688		87	síríti
K-2	69		130,805		62	
K-3	33		110,523		77	dæla í holunni
NL-1	45			100,9		holan ónýt
NL-2	27		122,291	100,61	95	
NL-3	32,5		127,356	100,69	95	
NL-4	52		141,167	100,86	89	
Pingvallavatn	22 08 85			100,62		

## 2.7 Helstu niðurstöður með tilliti til jarðhitans

Hér skal að lokum dregið á helstu niðurstöður jarðfræði- og vatnafarskortlagningarinnar að því leyti sem hún snertir jarðhitavinnslu á Nesjavallasvæðinu.

1. Norðan Hengils er sprungusveimurinn virkur í allri sinni breidd milli Hagavíkurvalla að austan og vesturhryggja Dyrafjalla að vestan. Á síðustu 2000 árum hefur þó einungis aðal-sigspildan, sem liggur eftir Dyrafjöllum, verið virk að ráði. Í henni virðast vera skilyrði fyrir greitt niðurstreymi kalds vatns. Út til jaðra sprungusveimsins virðast hallandi siggengi og snaraðar sigspildur ráðandi, en lóðréttar gjár og gosrásir koma fyrir á reinum innan sigdældarinnar.
2. Út frá mikilli samfelldri ummyndun, fornum jarðhita-sprengigígum og hveravirkni má álykta að aðaluppstreymið í jarðhitakerfinu sé undir sunnanverðum Hengli niður til Innstadals. Þessi ályktun fær stuðning af P-bylgju-seinkun (Foulger 1984), sem hugsanlega er vísbending um heitan bergmassa (samsafn nýrra og gamalla innskota?) í skorpunni þar undir. Frá aðal-uppstreymissvæðinu teygjast jarðhitauppstreymi til NA og SV eftir því hvernig innskotavirkni liggur.
3. Jarðhitinn sýnir merki um óstöðugleika ef litið er á jarðsögulega stutt tímabil (tugir árþúsunda). Virknin virðist geta eflst á vissum tímabilum samhliða öflugri gos- og innskotavirkni á takmörkuðum spildum, en hjaðnar aftur þegar dregur úr kvikuinnskotum.
4. Norðan Hengils má greina þrjár misgamlar og misjafnlega virkar gosreinar innan aðal-sigdældarinnar. Tvær virkar gosreinar liggja meðfram Nesjavalladalnum. Önnur liggur eftir Stangarhálsi og vestan í honum, en gossprungurnar dreifast á um það bil eins km breiða spildu. Mikill jarðhiti fylgir þessari gosrein í Nesjaulaugagili og Köldulaugagili. Hin liggur á mjóu belti eftir og meðfram Kýrdalshrygg. Þar hefur gosið fjórum sinnum síðan um mitt síðasta jökulskeið. Jarðhiti er lítill sem enginn eftir gosreininni, en smávægileg ummyndun er utan í hryggnum að austanverðu. Engu að síður sýna boranir og jarðeðlisfræðimælingar, að aðalrás jarðhitakerfisins á Nesjavallasvæði fylgir henni. Elsta gosreinin liggur norðaustur eftir Háhrygg vestanverðum. Þar suðvestur af, á sömu gosrein og frá svipuðum tíma, er Sleggja. Ummyndun í Sleggju er mikil en jarðhiti dvínandi (sbr. Vestur-Hengilsskýrslu). Til hins sama bendir lágur hiti miðað við ummyndunarsteindir í Kolviðarhólsholu (Guðmundur Ómar Friðleifsson munnlegar upplýsingar). Hugsanlegt er að jarðhiti hafi fylgt gosreininni eftir

Háhrygg á sínum tíma, en aldrei náð til yfirborðs því að engin merki sjást eftir ummyndun.

5. Mjög dregur úr gosvirkni um línu milli Hagavíkur og Jórugils, en hallandi siggengi verða allsráðandi þar fyrir norðan. Kvikinnskot virðast ekki ná að ráði þangað norður sem myndi jafnframt þýða ýtrustu norðurmörk á jarðhitakerfinu. Jarðskjálftavirkni bendir til að norðurmörk jarðhitakerfisins séu mun sunnar, þ.e. við veginn norðan við Nesjavelli, þar sem innrás vatns í heit innskot framkallar skjálfta (Foulger 1984).
6. Í austanverðum Hengli, er mikil jarðhitavirkni, en mikið um ölkeldur og kolsýruútstreymi. Svo virðist sem jarðhitavirknin sé dvínandi þeim megin. Ljóst er þó að mjög virk jarðhitarein hefur á síðasta jökulskeiði legið yfir Hengil austanverðan og fylgt misgengjunum sem liggja austast upp úr Innstadal og norðaustur í Köldulaugagil.
7. Sunnan í Hengli er virkasta jarðhitaspildan í beinu norðausturframhaldi af gossprungum í Innstadal. Hveravirkni og ummyndun fylgir sömu gossprungum alveg suður í Hveradali.
8. Vatnafar í Hengli er nátengt ummyndun bergs og sprungum. Afrennsli linda var sumarið 1985 í þurkatíðinni alls um 200 l/s. Í Hengli er mikil ummyndun nema norðvestast og berglög þétt. Þar nær grunnvatnsborð uppfyrir 600 m hæð y.s. Grunnvatn í Nesjavalladalnum innst er í kringum 120 m, í Fremstadal og Miðdal kringum 400 m og sunnan og vestan undir Húsmúla í 300 m hæð y.s. Að einhverju leyti er um falskt grunnvatnsborð að ræða, a.m.k. í Hengli. Reikna má með lágu grunnvatnsborði og niðurstreymi í virkustu sprungureininni gegnum Dyrafjöll.

Sum þau atriði sem hér voru talin eru nýstárleg, einkum hin nánú tengsl, sem virðast vera milli jarðhita og gosvirkinnar ef haft er í huga hversu ákveðið slíkum tengslum hefur áður verið hafnað (Trausti Einarsson 1951). Ýmislegt sem hér hefur verið rakið mun væntanlega skýrast nokkuð við smásmugulegri skoðun, svo sem á brotakerfinu og gosvirkni á upphleðslutíma Háhryggsmyndunar sem m.a. verður rannsakað nánar á komandi sumri.

### 3 JARÐEÐLISFRÆÐILEG KÖNNUN

#### 3.1 Inngangur

Í þessum kafla er fjallað um jarðeðlisfræðilegar mælingar sem gerðar voru á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli sumarið 1985. Þær eru: Viðnámsmælingar, þyngdarmælingar og fallmælingar.

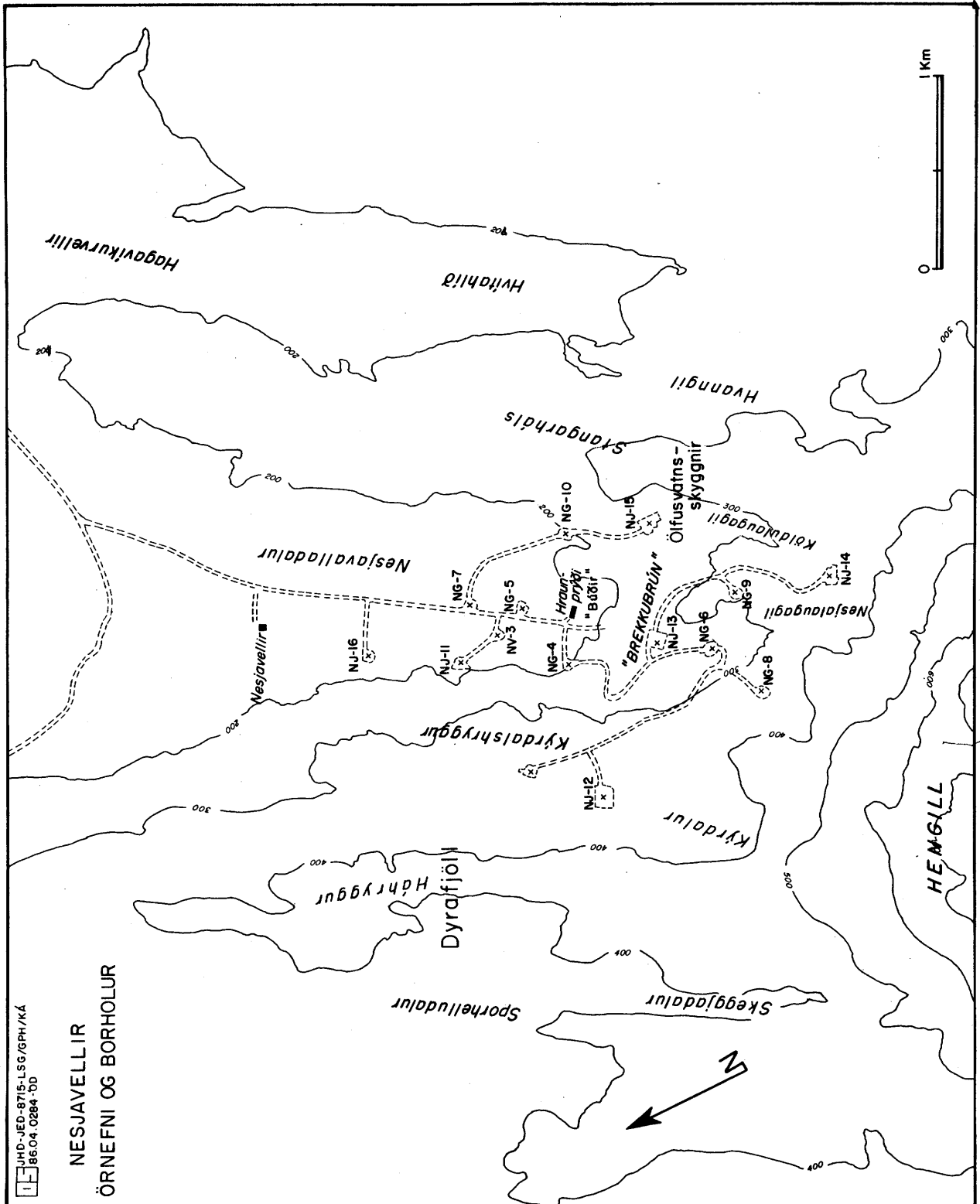
Í niðurstöðukafla er einnig fjallað lítillega um jarðskjálftamælingar sem gerðar voru á árunum 1978-1984. Þar eru niðurstöður yfirborðsmælinga bornar saman við upplýsingar sem fengist hafa úr borholum á rannsóknarsvæðinu (Benedikt Steingrímsson o.fl. 1986a, 1986b, 1986c, 1986d, 1986e, 1986f, Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason 1986, Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason 1985a, 1985b, 1985c, Valgarður Stefánsson o.fl. 1983).

Á mynd 3.1 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 niðurstöðumyndir verði ekki of flóknar eru einungis fá þeirra sýnd á þeim.

Til frekari glöggvunar og til að auðvelda lestur textans eru hér á eftir nefnd nokkur algeng örnefni og kennileiti og sagt hvað við er átt með þeim.

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 Nesjavelli. Með brekkubrún er átt við brekkubrúnina fyrir suðurenda Nesjavalladals. Búðirnar eru vinnubúðir Hitaveitu Reykjavíkur í sunnanverðum Nesjavalladal.

Að lokum skal þess getið að farið er nokkuð frjállega með áttir á þann hátt að þær eru færðar að ríkjandi sprungustefnu sem er um 30° austan við norður. Þannig er t.d. oft þegar talað er um norður (upp á flestum myndum) strangt tekið átt við norð-norð-austur.



Mynd 3.1 Yfirlitsmynd af mælisvæðinu við Nesjavelli, örnefni og borholur

## 3.2 Viðnámsmælingar

### 3.2.1 Framkvæmd

Við viðnámsmælingar á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli var sumarið 1985 unnið eftir verkáætlun sem sett var fram í skýrslunni Nesjavellir-yfirborðsrannsóknir (Axel Björnsson o.fl. 1985). Í þeirri verkáætlun var gert ráð fyrir að mælt yrði í 6 úthöldum eða um 60 verkdaga og meðalafköst í Schlumbergermælingum væru 1,3 mæling/dag eða 1 km/dag í viðnámsniðsmælingum. Gert var ráð fyrir að mæla á 5 línur, þar af skyldu þrjár stefna A-V þvert á ríkjandi sprungustefnu og tvær S-N. Á hverri línu skyldi gera bæði Schlumbergermælingar og viðnámsniðsmælingar með þremur straumörmum (250 m, 500 m og 750 m).

Megintilgangur þessara viðnámsmælinga var að kortleggja lágviðnámsvæði sem tengist jarðhitasvæðinu við Nesjavelli og athuga hvort jarðhitinn stjórnist af misgengjum og brotum. Ennfremur skyldi kanna dýpt niður á lágviðnámið og hvort hátt viðnám leyndist undir.

Viðnámsmælingar hófust þann 4. júní og lauk þann 27. ágúst. Unnin voru 6 úthöld og tveir dagar að auki þannig að heildarfjöldi verkdaga var 62. Í töflu 3.1 er gefið yfirlit yfir gang verksins og á mynd 3.2 eru sýndar staðsetningar mælinga og mællína. Í fyrstu 5 úthöldum var upphaflegri áætlun fylgt nokkuð nákvæmlega. Ekki var þó hægt að gera viðnámsniðsmælingar með lengsta straumarmi (750 m) um miðbik línu I og syðri hluta línu III vegna þess hve viðnám var lágt og spennumerki þar af leiðandi lítið. Við lok 5. úthalds var að mestu búið að mæla 4 línur, tvær þvert á sprungustykkið (lína I og lína IV) og tvær langsum eftir því (lína II og lína III). Þá var ljóst að ekki yrði lokið við að mæla syðstu þverlínuna á áætluðum tíma. Á verkfundi þann 1. ágúst var því ákveðið að bregða útaf upphaflegri verkáætlun þannig að í stað hennar yrðu mældar þrjár stuttar línur til þess að kanna frekar útmörk lágviðnámsvæðisins í Nesjavalladal. Tvær þessara lína (lína V og lína VI) eru þvert á dalinn, sín hvoru megin við línu IV og voru þær einungis viðnámsniðsmældar og aðeins með tveimur straumörmum (250 m og 500 m). Sú þriðja (lína VII) liggur út eftir vestanverðum dalnum og var hún einungis mæld með Schlumbergermælingum (sjá Knútur Árnason o.fl. 1985).

Í töflu 3.1 kemur fram að heildarafköst urðu 32 Schlumbergermælingar og 40,15 km í viðnámsniðsmælingum. Miðað við áætluð meðalafköst í verkáætlun hefði verið átt að taka tæplega 65 verkdaga, en þeir voru í raun 62. Þannig voru afköst um 4,5% meiri en áætlað hafði verið.

TAFLA 3.1: Afköst í viðnámsmælingum

Úthald	Schlumb. mælingar	Viðnáms. mælingar	Línur
1. Úthald, 04.06-13.06:	1,0	11,500 km	lína I
2. Úthald, 18.06-27.06:	11,5		lína I,II
3. Úthald, 02.07-11.07:		11,975 km	lína III, IV
4. Úthald, 16.07-25.07:	14,0		lína III, IV, II
5. Úthald, 30.07-08.08:		10,400 km	lína IV, II
6. Úthald, 13.08-22.08:	5,5	7,850 km	lína II, VII, V, VI
7. Úthald, 26.08-27.08:		1,775 km	lína II
-----			
Samtals:			
6,2 úthöld, 62 dagar	32,0	40,150 km	7 línur
-----			

### 3.2.2 Túlkun

Til túlkunar voru teknar mælingar frá sumrinu 1985 auk Schlumbergermælingar HE-91 frá 1984. Túlkun viðnámsmælinganna skiptist í tvo verkhluta. Í fyrstu voru Schlumbergermælingarnar túlkaðar einvítt til þess að fá grófa mynd af viðnámskipan svæðisins. 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 töluverð í mishæðóttu landi eins og við Nesjavelli. Niðurstöður einvíðrar túlkunar voru birtar í áfangaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1985).

Seinni verkhlutinn fólst í tvívíðri túlkun. Þá er gert ráð fyrir að viðnám geti breyst bæði með dýpi og í stefnu mælilínu, en ekki þvert á stefnu hennar. Viðnámsniðsmælingar eru mun næmari fyrir viðnámsbreytingum í stefnu mælilínu en Schlumbergermælingar. Hins vegar er dýptarskynjun þeirra (300-400 m) mun minni en Schlumbergermælinga (700-800 m). Með því að beita báðum mæliaðferðum á sömu línu fást áreiðanlegri upplýsingar en ella.

Geysimikið fjalllendi einkennir mælisvæðið við Nesjavelli. Því var skrifað tvívítt túlkunarforrit (FELIX), sem tekur mishæðótt landslag með í útreikningana í stað þess að gera ráð fyrir að yfirborðið sé láréttur flötur. Ragnar Sigurðsson stærðfræðingur á Orkustofnun framkvæmdi þá vinnu.

Einvið líkön Schlumbergermælinga ásamt viðnáms-sniðsmæliferlum hve­rrar mæ­lilínu voru notuð til þess að gera fyrsta líkan í tvívíðri túlkun. Gert var eitt líkan fyrir hverja mæ­lilínu í heild. Reiknaðir voru í töl­vu þeir sýndarviðnámsferlar bæði Schlumbergermælinga og viðnáms­sniðsmælinga, sem þetta líkan gaf og þeir bornir saman við mældu ferlana. Ef samræmið var ekki nægilega gott var líkaninu breytt, uns viðunandi samræmi náðist milli reiknaðra og mældra sýndarviðnámsferla. Alls þurfti að breyta viðnámslíkani hve­rrar mæ­lilínu 25-30 sinnum til þess að samræmið yrði viðunandi. Þó nægði að breyta líkaninu í lín­um V og VI u.þ.b. 10 sinnum, en þær voru einungis viðnáms-sniðsmeldar. Loka­líkön mæ­lilína eru sýnd á myndum V.1 til V.7 í viðauka í þessari skýrslu og þeim lýst stuttlega.

Bæði mældir og reiknaðir sýndarviðnámsferlar Schlumbergermælinga og viðnáms-sniðsmælinga fyrir hverja mæ­lilínu eru birtir í sérstakri skýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1986). Reiknuðu sýndarviðnámsferlarnir byggja á lokalíkön­um mæ­lilínanna sem einnig eru birt þar. Með því að bera saman mælda og reiknaða sýndarviðnámsferla hve­rrar línu má meta hversu vel tókst til við túlkun hennar.

### 3.2.3 Niðurstöður viðnámsmælinga

Viðnámslíkön­um einstakra mæ­lilína er lýst í viðauka. Á myndum 3.3 til 3.7 hafa viðnámslíkön fyrir línur I, II, III, IV og VII verið einfölduð nokkuð. Á myndunum eru sýndar borholur sem eru í eða nálægt mæ­lilín­um. Þar eru færðar inn upplýsingar sem fengist hafa við rann­sókn borsvarfs. 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 mæ­lilín­um hefur lega jafnhitalína verið metin út frá áætluðum jafnhitaflötum í þrívíðu rúmi umhverfis holurnar.

Af þessum myndum 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 virðist viðnám vera nokkuð hátt niður á 700 m dýpi neðan sjávarmáls þrátt fyrir að berghiti sé þar áætlaður um 250°C. Viðnámsmæling 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 100 m ofan sjávarmáls og niður á 150 m dýpi neðan sjávarmáls þrátt fyrir að berghiti á þessu dýptarbili sé 50-100°C. Á þessum slóðum eru miklar hitabreytingar í stefnu þvert á línu I og vera má að berghiti milli NJ-13 og NJ-15 sé til muna hærri



en sýnt er á mynd 3.3. Eins og minnst er á í viðauka svarar lína I á þessum slóðum illa forsendum tvívíðrar túlkunar og því má búast við því að líkanið sé þar nokkuð ónákvæmt.

Á myndum 3.3 til 3.7 sést að nokkuð góð fylgni er milli berghita yfir 250°C og hásviðnáms neðan lágviðnáms. Undantekningar frá þessu eru í línu I milli NJ-13 og NJ-15 (mynd 3.3) þar sem hátt viðnám kemur fram við 100°C og í norðurhluta línu VII (mynd 3.7) þar sem ekki kemur fram hátt viðnám enda þótt berghiti nái 250°C. Að mögulegum skýringum á háviðnámi neðan lágviðnáms verður vikið síðar.

Nokkuð góð fylgni er milli ummyndunarsteindabelta í borholum og viðnáms. Við samanburð ber að hafa í huga að holunum er í sumum tilfellum varpað inn í mælilínurnar og þær gefa þá ekki nákvæma mynd af ummyndunarsteindum. Almennt er viðnám lægst í smektít-zeólítabeltinu en hækkar aftur þegar kemur niður í blandlagssteinda- og klórítbeltin. Veruleg frávik frá þessu eru NJ-11 og NJ-16 í línu VII (mynd 3.7) og NJ-12 í línunum I og II (myndir 3.3 og 3.4). Holum NJ-11 og NJ-16 er varpað til austurs inn í línu VII og þar er mikið hitafall til austurs. Því er ekki óeðlilegt að þar gæti nokkurs misræmis. Hóla NJ-12 í Kýrdal sker sig 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 3.8, 3.9 og 3.10 eru sýnd jafnviðnámskort við sjávarmál, 250 m neðan sjávarmáls og 500 m neðan sjávarmáls. Þau eru unnin eftir viðnámslíkönum á myndum V.1 til V.7 í viðauka. Þar eru sýnd viðnámsgildi á viðeigandi dýpi við hverja Schlumbergermælimiðju en jafnviðnámslínur eru dregnar í samræmi við viðnámsskil í líkönum mælilína. Þar sem viðnámslíkөн 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.

Á mynd 3.8 sést að við sjávarmál er viðnám mjög lágt (minna en 5 ohmm) á nokkuð breiðu svæði uppi á brekkubrún, þ.e. frá Kýrdalshrygg og austur að Köldulaugagili. Þegar kemur niður í dalinn mjókkar lágviðnámssvæðið og er orðið að mjórri tungu sem nær frá miðjum hlíðum Kýrdalshryggs og skammt austur fyrir búðir. Norðurmörk lágviðnáms-tungunnar við sjávarmál eru um 100 m sunnan við holu NV-3. Út frá þessu lágviðnámssvæði hækkar viðnám mjög ört nema til vesturs syðst í Kýrdal. Þar er viðnám nokkuð lágt vestur undir Háhrygg. Í framhaldi af lágviðnámstungunni í dalnum er einnig nokkuð stórt svæði með tiltölulega lágu viðnámi sem nær vel inn undir Kýrdalshrygg.

Á mynd 3.9 má sjá að 250 m neðan sjávarmáls hefur lágviðnámssvæðið, um og sunnan við brekkubrún, breikkað mikið bæði til austurs og vesturs. Það nær nú frá Kýrdal og austur að Hvanngili. Norður á móts við brekkubrún mjókkar lágviðnámssvæðið mikið og syðst í dalnum er það litlu breiðara en við sjávarmál. Hins vegar teygist nú afgerandi lágviðnámstunga til norðurs og inn undir Kýrdalshrygg. Norðurmörk tungunnar eru (samkvæmt línu II) undir Kýrdalshrygg móts við miðja vegu milli holu NJ-16 og Nesjavallabæjar. Norðvesturmörk tungunnar eru nokkuð óviss og eru dregin með brotinni línu vestur undir Háhrygg. Viðnám hækkar nokkuð ört út frá lágviðnámssvæðinu nema til austurs í Nesjavalladal þar sem það er alllág (minna en 25 ohmm) um eða austur fyrir miðjan dal. Syðst á svæðinu uppi á brekkubrún er farið að koma fram hátt viðnám neðan lágviðnáms.

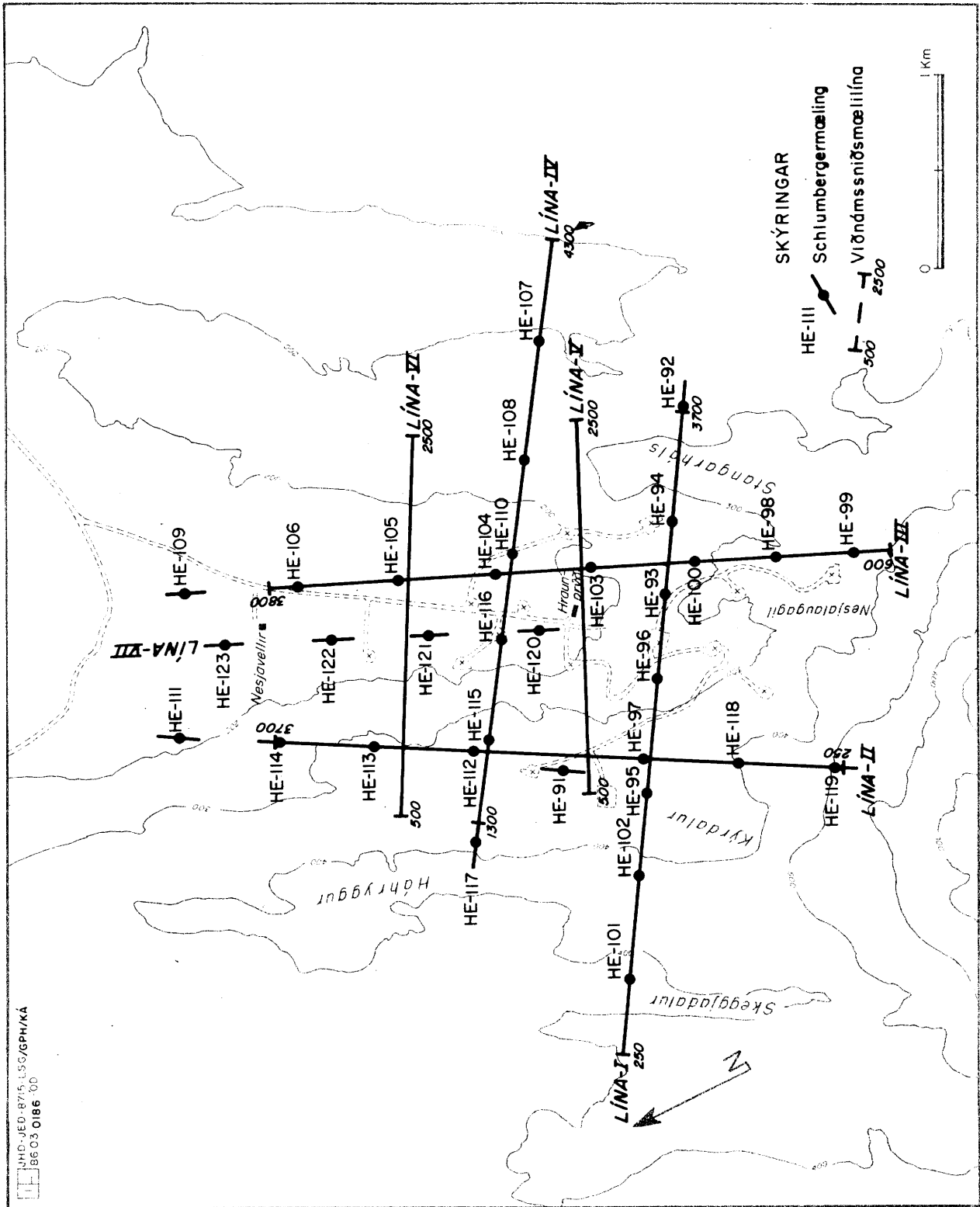
Á mynd 3.10 er sýnt viðnám 500 m neðan sjávarmáls. Útmörk lágviðnámssvæðisins hafa lítið breyst nema hvað það teygir sig nokkuð lengra til austurs syðst á svæðinu og þá einkum innst í Nesjavalladal. Sá áberandi hlykkur til vesturs við austanverða brekkubrúnina sem fram kemur á viðnámskortum við sjávarmál og 250 m neðan sjávarmáls er að mestu horfinn 500 m neðan sjávarmáls. Hátt viðnám er um miðbik Kýrdals kringum holu NJ-12 svipað og á hinum jafnviðnámskortunum og viðnám hækkar mjög ört til norðurs og vesturs frá lágviðnámssvæðinu. Til austurs er viðnám hins vegar nokkuð lágt (minna en 20 ohmm) eins langt austur og mælilínur ná. Hátt viðnám neðan lágviðnáms kemur nú fram á mun stærra svæði og er farið að teygja sig niður í vestanverðan Nesjavalladal norður undir holu NV-3.

Sú mynd sem viðnámsmælingar gefa af viðnámsskipan jarðhitasvæðisins við Nesjavelli og sýnd er á viðnámskortunum þremur (myndir 3.8 til 3.10) er í samræmi við niðurstöður viðnámsmælinga á öðrum háhitasvæðum á Íslandi og nægir að nefna Kröflu sem dæmi (Ragna Karlsdóttir o.fl. 1978). Á útmörkum háhitasvæðanna er viðnám mjög lágt, en þegar kemur inn í jarðhitakerfin sjálf kemur fram mun hærra 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. Orsakir þessa háa viðnáms neðan lágviðnáms hafa verið til umræðu á undanfórnum árum og hafa nokkrar mögulegar skýringar verið settar fram. Í skýrslunni Nesjavellir-yfirborðsrannsóknir (Axel Björnsson o.fl. 1985) var rætt um hvaða skýringar gætu komið til greina á háu viðnámi á jarðhitakerfinu við Nesjavelli. Þar voru leiddar að því líkur að aðalorsök þess sé sú að jarðhitakerfið sé komið í suðu.

Eins og fram kemur á myndum 3.3 til 3.7 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. Vegna þess hve viðnám í vatnsmettuðu bergi lækkar ört með vaxandi hita verður viðnáms-hækkunin í epidótbeltinu varla mjög áberandi við ríkjandi hita í jarðhitakerfinu.

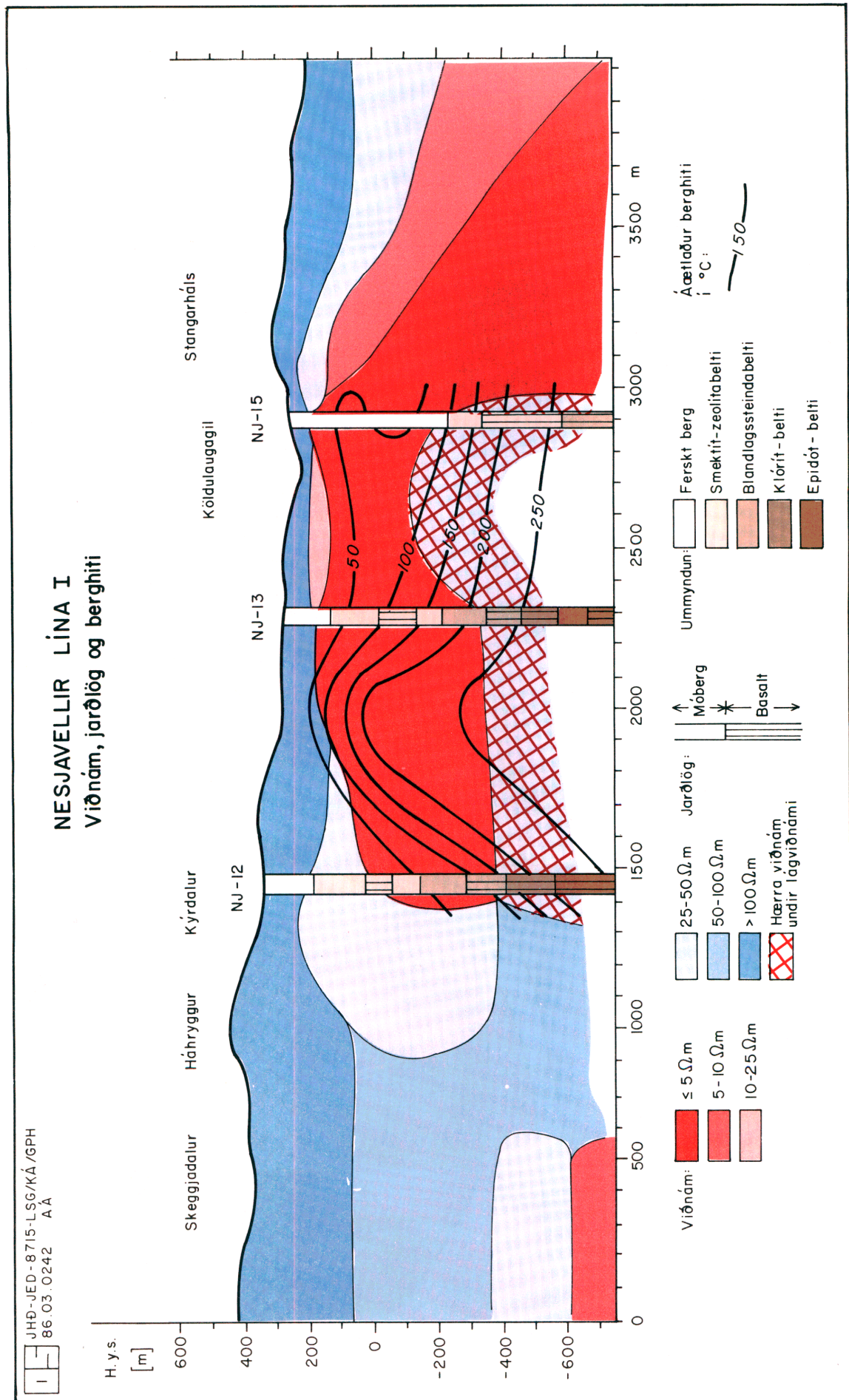
Eins og áður hefur verið minnst á og sjá má á myndum 3.3 til 3.7 er nokkuð gott samræmi milli dreifingar ummyndunarsteinda og viðnáms þ.e. viðnám er lágt í smektít-zeólítabeltinu en hækkar þegar komið er niður í blandlagssteindabeltið og hitastig er komið upp í um 250°C. Viðnámsmælingar í borholum sýna 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 bergsýna hafa leitt í ljós að viðnám eykst mjög þegar suðumarki er náð (Olhoeft 1985). Þessi viðnámshækkun sést ekki 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.

Lauslegt mat á því hvar ætla megi að jarðhitakerfið sé á suðumarki (byggt á hitastigs- og þrýstingsmati í borholum) virðist einnig skjóta stoðum undir þá tilgátu að háa viðnámið neðan lágviðnámsins á Nesjavöllum sé tilkomið vegna þess að jarðhitakerfið sé komið í suðu.



Mynd 3.2 Staðsetning viðnámsmælinga

UNIC-IED-8715, LSG/GPH/KÁ  
86 03 0186 '00

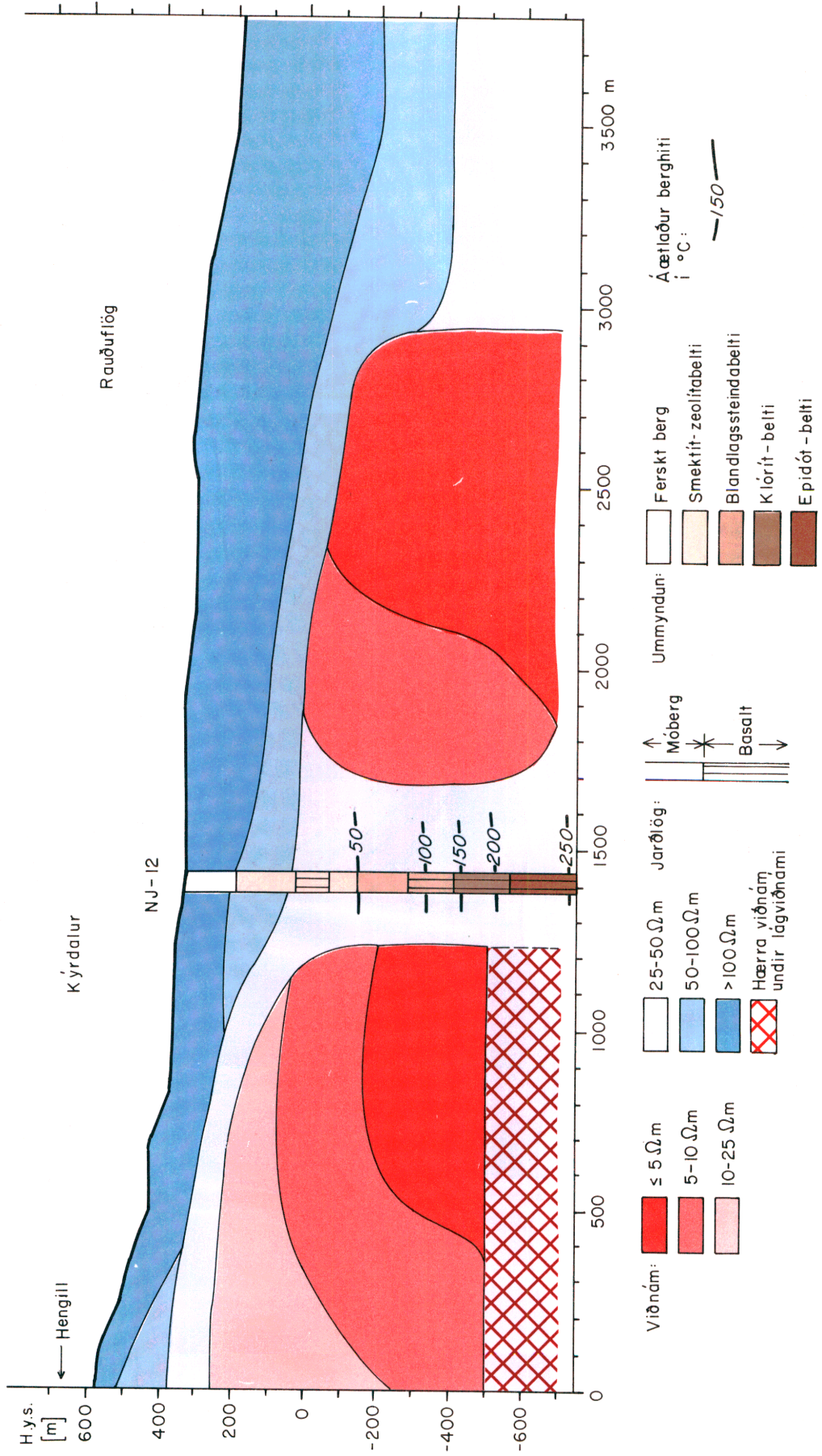


Mynd 3.3 Lína I: Viðnám, áætlaður bergþiti, jarðlög og ummyndun

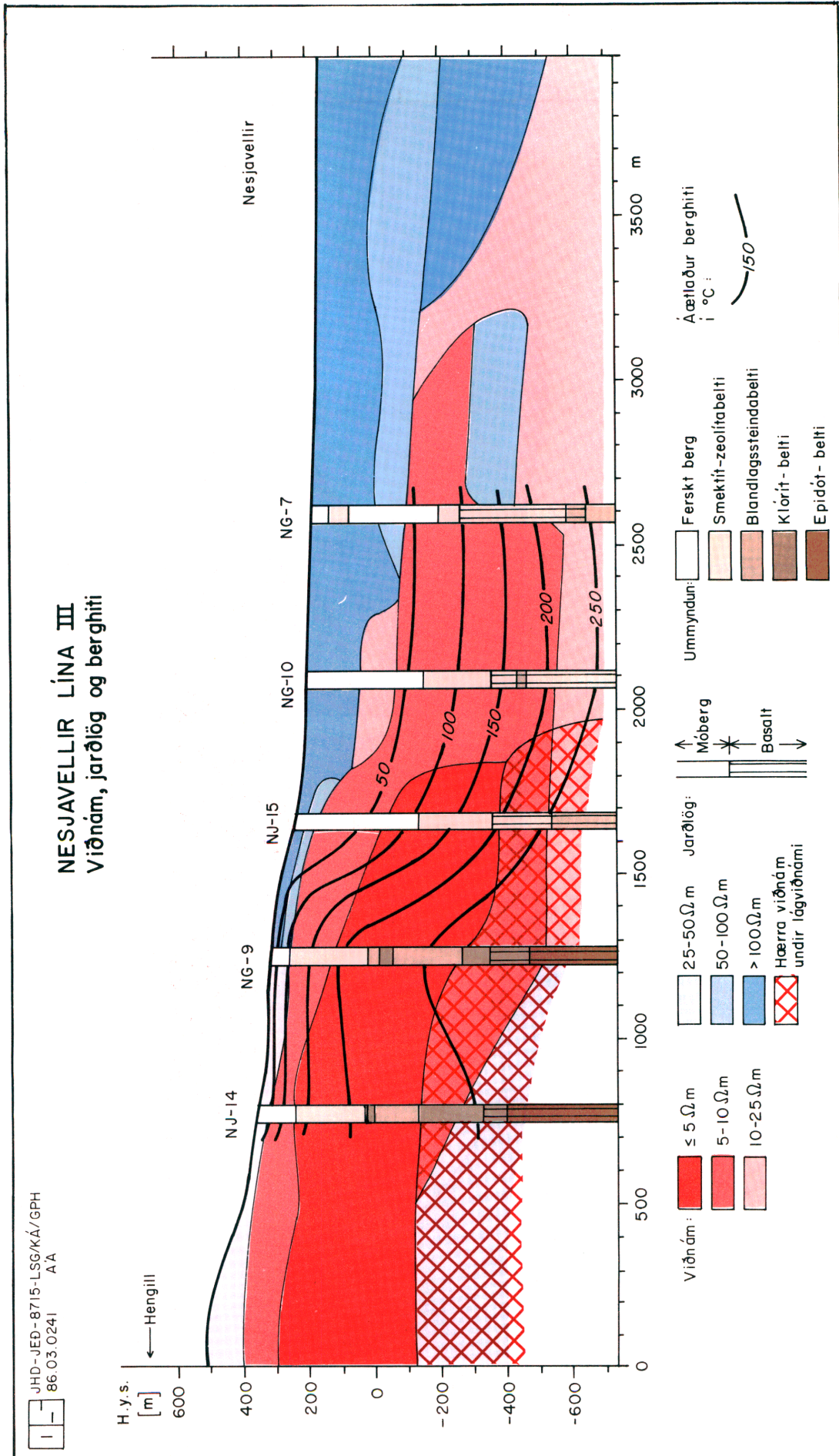
JHD-JED-87/15-L SG/KÁ/GPH  
86.03.0244  
AA

### NESJAVELLIR LÍNA II

Viðnám, jarðlög og berghiti



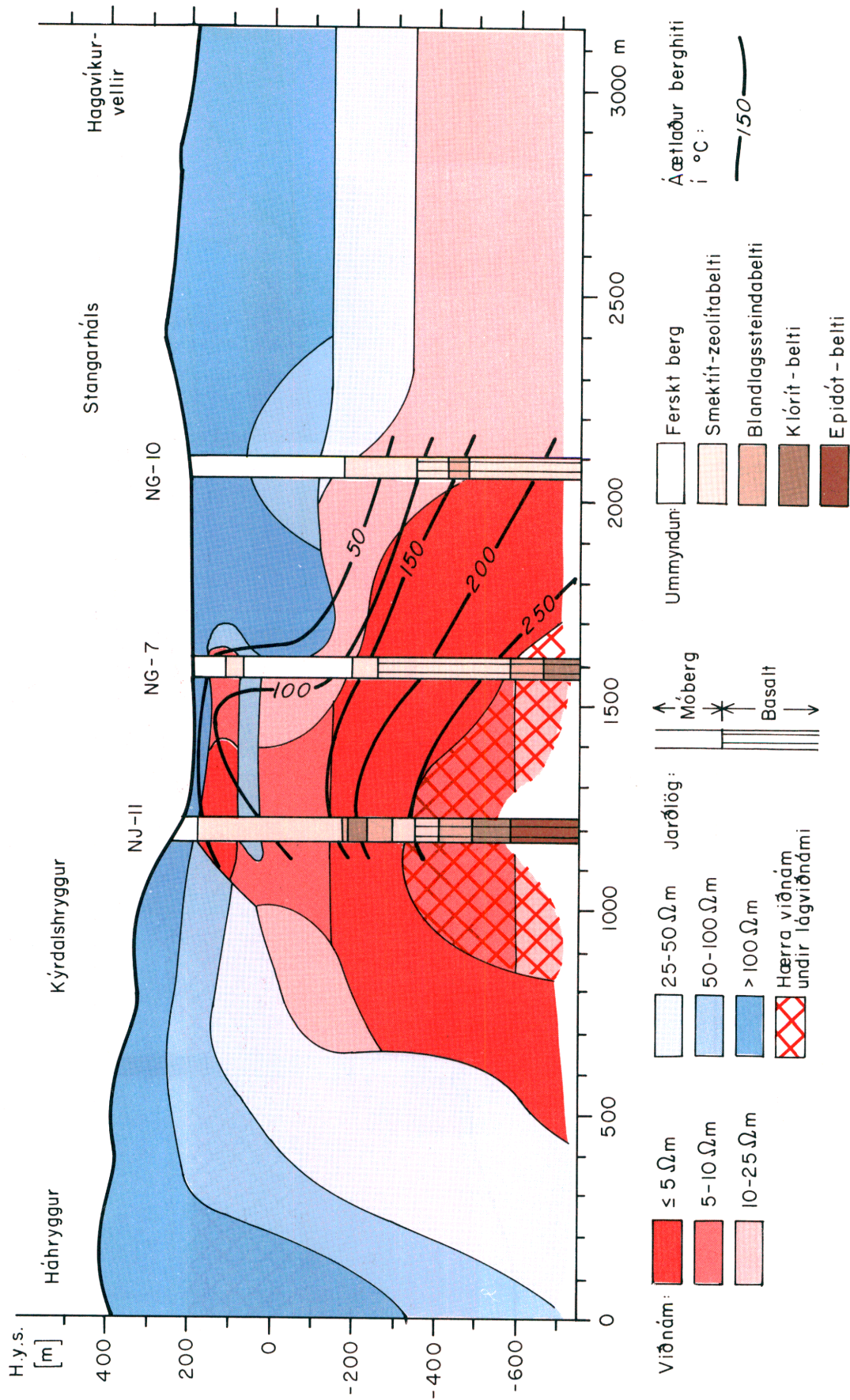
Mynd 3.4 Lína II: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun



Mynd 3.5 Lína III: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun

# NESJAVELLIR LÍNA IV

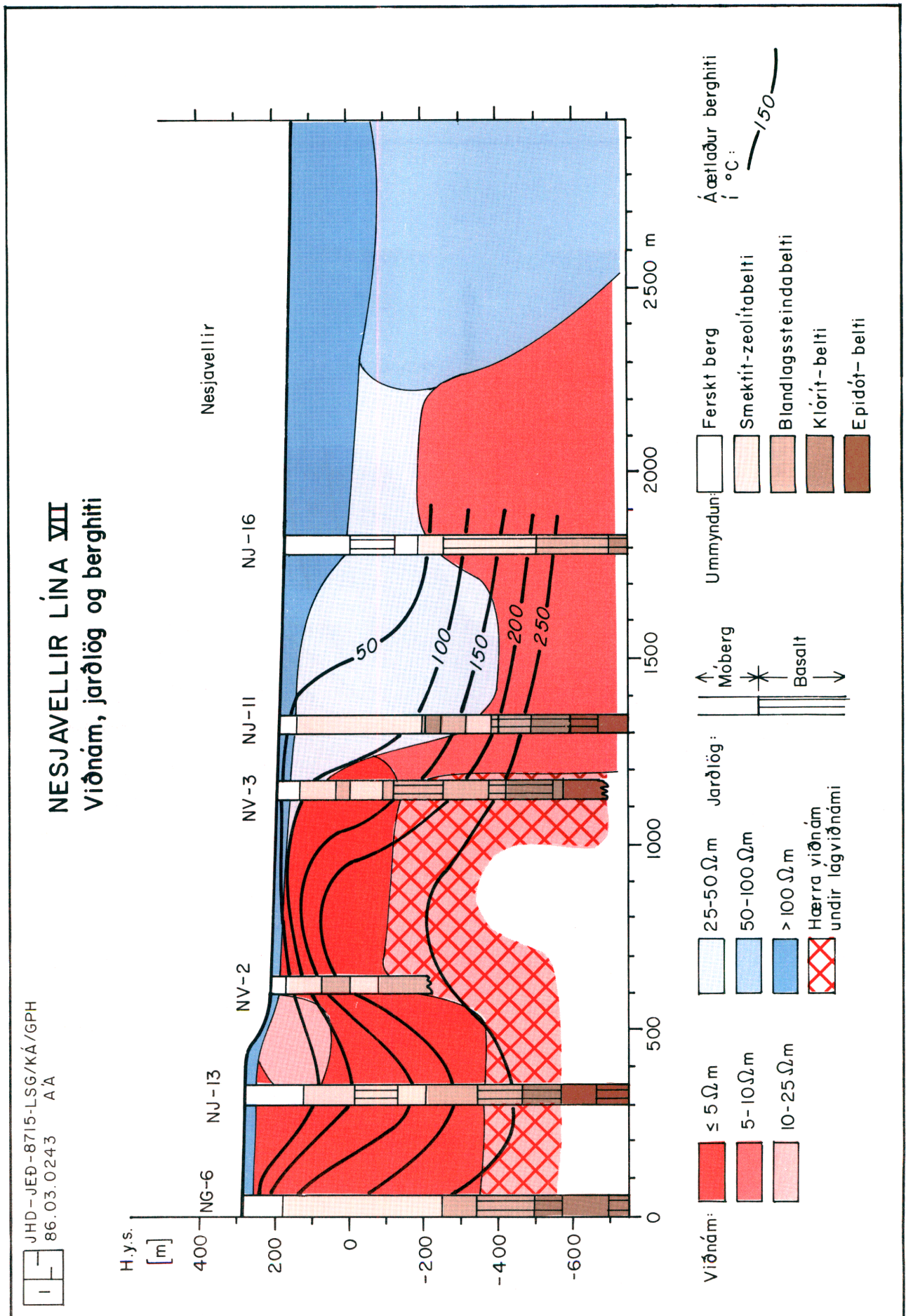
## Viðnám, jarðlög og berghiti



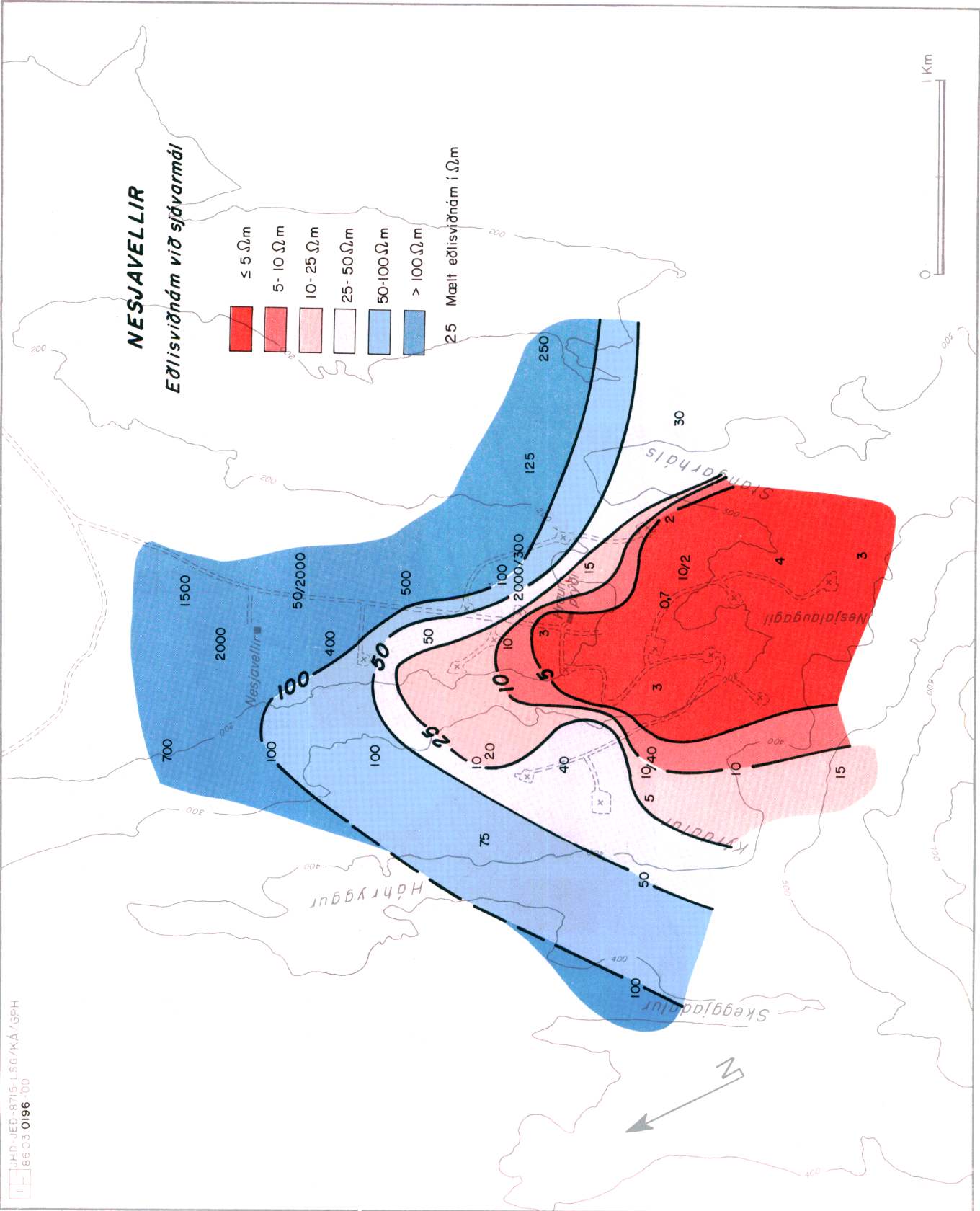
Mynd 3.6 Lína IV: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun

JHD-JED-8715-LSG/KÁ/GPH  
86.03.0240  
AA



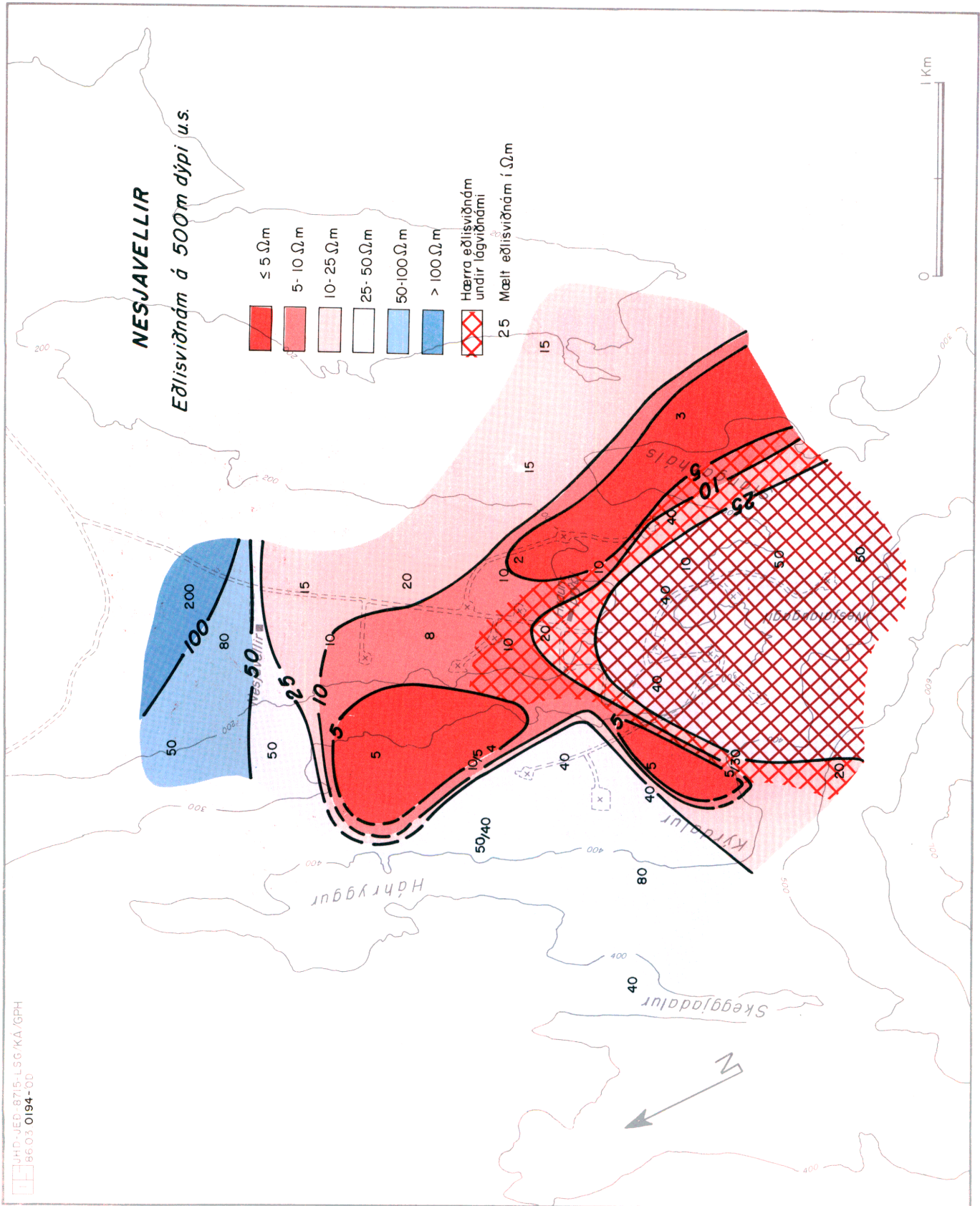


Mynd 3.7 Lína VII: Viðnám, áætlaður berghiti, jarðlög og ummyndun



Mynd 3.8 Eðlisviðnám í ohmm við sjávarmál





Mynd 3.10 Eðlisviðnám í ohm 500 m neðan sjávarmáls

### 3.3 Þyngdarmælingar

#### 3.3.1 Inngangur

Á Nesjavöllum hefur verið þyngdarmælt tvisvar áður; 1966 og aftur 1982-83. Um mælingarnar er fjallað í skýrslu um samantekt á jarðfræði- og jarðeðlisfræðigögnum af Nesjavallasvæði (Axel Björnsson o.fl. 1985). Þær leiddu í ljós að veruleg þyngdaraukning er í vesturjaðri svæðisins og einnig til suðurs við rætur Hengils. Þyngdaraukningin til vesturs stafar af þéttara og eðlisþyngra bergi vestan sprungu-stykkisins en þyngdaraukningin til suðurs stafar trúlega af þéttum innskotum í megineldstöðinni í Hengli.

Þyngdarmælingar geta veitt nytsamlegar upplýsingar og verið hjálplegar við túlkun annarra gagna. Því var ákveðið að leggja þétt net mælipunkta á tiltölulega litlu svæði við Nesjavelli til að gera nákvæmt þyngdarkort. Mælingar hófust í maí 1985. Mælt var í 5 daga í lok maí og byrjun júní og síðan aftur í 9 daga í ágúst. Mælisvæðið er um 12 km<sup>2</sup> og takmarkast að vestan af línu sem draga má um Sporhelludal-Skeggjadal og að austan af Hvítuhlíð austan Stangarháls. Suðurmörkin eru í norðurhlíðum Hengils og norðurmörkin skammt norðan við Nesjavallabæ. Alls var mælt í 420 punktum og því eru innan við 200 m að jafnaði milli mælipunkta. Staðsetning mælipunkta er sýnd í gagnaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1986). 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.

#### 3.3.2 Úrvinnsla

Áður en hægt er að túlka þyngdarmæligögn er nauðsynlegt að gera leiðréttingar sem miða að því að gera gögn frá mismunandi mælistöðvum samþærileg. Algengasta leið til að gera þetta er að reikna út svonefnda Bouguer þyngd og Bouguer frávik. Fræðilega séð er Bouguer þyngd sú þyngdarhröðun sem mælist við sjávarmál, ef allur bergmassi ofan sjávarmáls hefði sama eðlismassa og væri fjarlægður. Bouguer frávik er mismunur Bouguer þyngdar og meðalþyngdarhröðunar við sjávarmál ( $g_N$ ) og er reiknað samkvæmt líkingunni:

$$g_B = g_M + g_H + g_D + g_A + g_L - g_N$$

þar sem:

gM er þyngdarhröðun í mælistöð. Hún er leiðrétt fyrir áhrifum tungls og sólar (sjá Longman 1959). Rek í þyngdarmæli er jafnað línulega á mælitímann. Viðmiðunarstöð þyngdarmælinganna á Nesjavöllum var mælistöð NE040, en hún var mæld inn miðað við þyngdarmælistöð 5451 á Skólavörðuholti í Reykjavík, sem er í landsneti þyngdarmælinga. Öll þyngdargildi eru í viðmiðunarkerfi IGSN71.

gH er hæðarleiðréttning, oft nefnd free-air leiðréttning. Hana má skrifa:  $gH = 0,3086 \cdot H$ , þar sem H er hæð mælistöðvar í metrum yfir sjávarmáli. Við gerð þyngdarkorts af Nesjavöllum var leitast við að nýta alla mælipunkta á svæðinu með þekktri hæð. Þeir voru hæðarmældir af Landmælingum Orkustofnunar 1982-83 og 1985, Forverki 1981, Hnit h/f 1982, Fjarhitun 1984 og Norrænu Eldfjallastöðinni. Alls voru þetta um 60 mælistaðir eða um 15% allra mælipunkta. Hæð annarra mælipunkta var lesin beint af kortum í mælikvarða 1:5.000 af Nesjavallasvæði frá Hnit h/f.

gD er leiðréttning vegna massa sem er milli mælistöðvar og sjávarmáls. Hana má skrifa:  $gD = -0,04191 \cdot \rho \cdot H$ , þar sem  $\rho$  er eðlismassi í g/cm<sup>3</sup>. Þessi liður er oft nefndur Bouguer leiðréttning. Við gerð þyngdarkorts skiptir verulegu máli að velja réttan eðlismassa.

gL er landslagsleiðréttning sem er gerð vegna þyngdaráhrifa umhverfisins, t.d. fjalla og dala. Hana má rita  $gL = \rho \cdot GL$  þar sem GL er stuðull sem er háður landslagi umhverfis mælistöð. Áhrif landslags verka ávallt til lækkunar á mældri þyngd, sama hvort um er að ræða fjöll eða dali. Landslagsleiðréttning var metin út í 50 km fjarlægð frá hverri mælistöð. Hún er eins og Bouguer leiðréttning háð eðlismassa. Áhrif landslags hverfa þá og því aðeins að réttur eðlismassi sé valinn.

gA er leiðréttning, sem tekur tillit til aðdráttarkrafts þess hluta lofthjúps, sem er ofan við mælistöð. gA má skrifa:  $gA = 0,87 - 0,0001 \cdot H \approx 0,87$ , þ.e. þessi liður er nánast fasti.

gN er fræðilegt þyngdargildi, samkvæmt alþjóðlegum staðli, sem mælingar eru miðaðar við. Hann er meðal annars háður hnattstöðu mælistöðva (sjá Moritz 1980).

Meðaleðlismassi jarðлага ofan sjávarmáls þarf eins og áður hefur komið fram að vera þekktur með nokkuð mikilli vissu til þess að hægt sé að Bouguer- og landslagsleiðrétta mæligildi. Nokkrar aðferðir til þess að meta hana eru þekktar. Sú aðferð sem gaf besta raun í þessu tilfelli byggir á því að Bouguer frávik allra mælipunkta svæðisins séu nálægt meðalfrávikum fyrir svæðið, þ.e.a.s. að Bouguer frávik í sérhverjum mælipunkti megi rita:  $g_B = \bar{g}_B + \delta g$ , þar sem  $\delta g$  er miklu minna en  $\bar{g}_B$ . Líkinguna fyrir Bouguer frávikið má þá rita:

$$g_M - g_N + g_A + 0,3086 \cdot H = \bar{g}_B + \delta g + \rho \cdot (0,04191 \cdot H - GL)$$

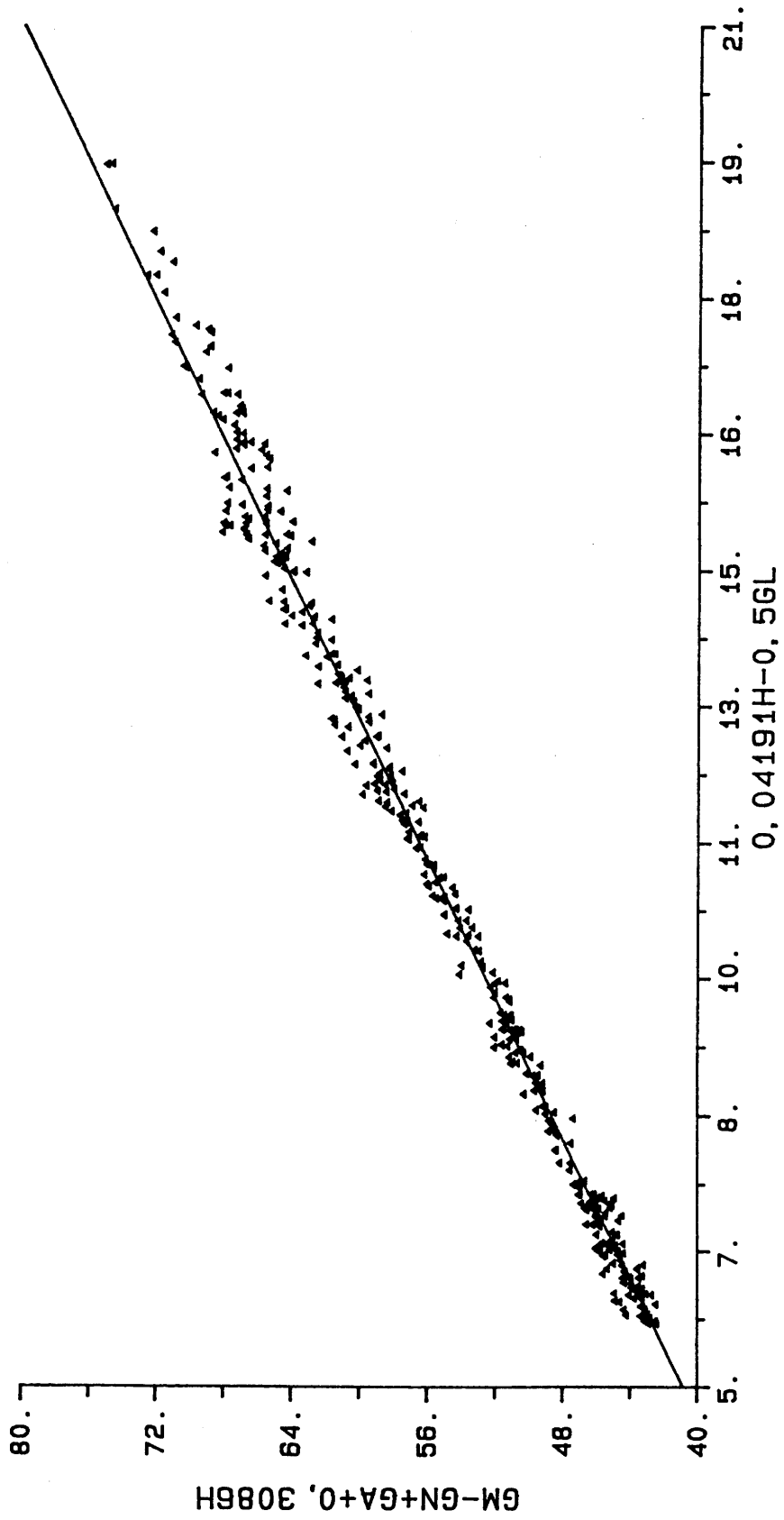
Ef vinstri hlið þessarar jöfnu er teiknuð sem fall af  $0,04191 \cdot H - GL$  fyrir allar mælistöðvar á svæðinu ættu punktarnir að falla sem næst á beina línu með hallatölu  $\rho$  (meðaleðlismassi ofan sjávarmáls). Skurðpunktur línunnar við y-ás gefur meðal Bouguer frávik svæðisins  $\bar{g}_B$ . Á mynd 3.11 hefur þetta verið gert og þar sést greinilega að punktarnir raða sér á sem næst beina línu. Með aðferð minnsta kvaðrats var felld besta beina lína að punktaðreifingunni sem gaf hallatöluna  $\rho = 2,45 \pm 0,03 \text{ g/cm}^3$  og skurðpunkt við y-ás  $\bar{g}_B = 28,6 \pm 0,3 \text{ mgal}$ . Þegar búið var að ákvarða meðaleðlismassa ofan sjávarmáls með þessu móti var landslags og Bouguer leiðrétting reiknuð fyrir allar mælistöðvar svo og Bouguer frávik.

Bouguer frávik á mælisvæðinu er sýnt á mynd 3.12. Á þessu korti eru dregnar jafngildislínur með  $0,5 \text{ mgal}$  millibili. Stærsti óvissuþátturinn í Bouguer fráviki hverrar mælistöðvar er hæðarákvörðun stöðvarinnar. Eins og áður sagði eru einungis um 60 af þeim 420 mælistöðvum sem kortið byggir á með nákvæmlega þekktu hæð út frá fallmælingum. Hæð annarra mælistöðva var lesin af 1:5 000 kortum af svæðinu, sem eru mjög nákvæm og dregin með 2 m hæðarlínum. Óvissa í hæðarákvörðun mælistöðva er því vart meiri en 2 m. Fyrir meðaleðlismassa  $2,45 \text{ g/cm}^3$  svarar óvissa í hæð upp á 1 m til óvissu í Bouguer fráviki upp á u.þ.b.  $0,2 \text{ mgal}$  ( $(0,3086 - 2,45 \cdot 0,04191) \approx 0,2 \text{ mgal}$ ). Óvissa í Bouguer fráviki hverrar mælistöðvar er því minni en  $0,4 \text{ mgal}$ . Með hliðsjón af þessum óvissumörkum kann að virðast vafasamt að draga jafngildislínur með  $0,5 \text{ mgal}$  millibili. Þess ber þó að gæta að forritið sem dregur jafngildislínurnar lítur ekki á einstaka punkta heldur fellir besta sveigða flöt að fyrirfram gefnum fjölda punkta umhverfis hvern punkt og finnur jafngildislínur út frá þessum flötum. Með þessu móti jafnast tilviljanakenndar óvissur verulega út. Með hliðsjón af þessari útföfnun og því hve innra samræmi kortsins er gott má telja réttlætunlegt að draga jafngildislínur eins þétt og gert er og ekki má gleyma því að um 15% mælistöðva hafa mjög litla óvissu í Bouguer fráviki.

Á mynd 3.13 er sýnd þrívíddarmynd af Bouguer frávikinu. Á þeirri mynd er horft til suð-suðausturs ( $30^\circ$  austan við suður). Til glöggvunar á staðsetningu hafa nokkrar borholur verið merktar inn á myndina.

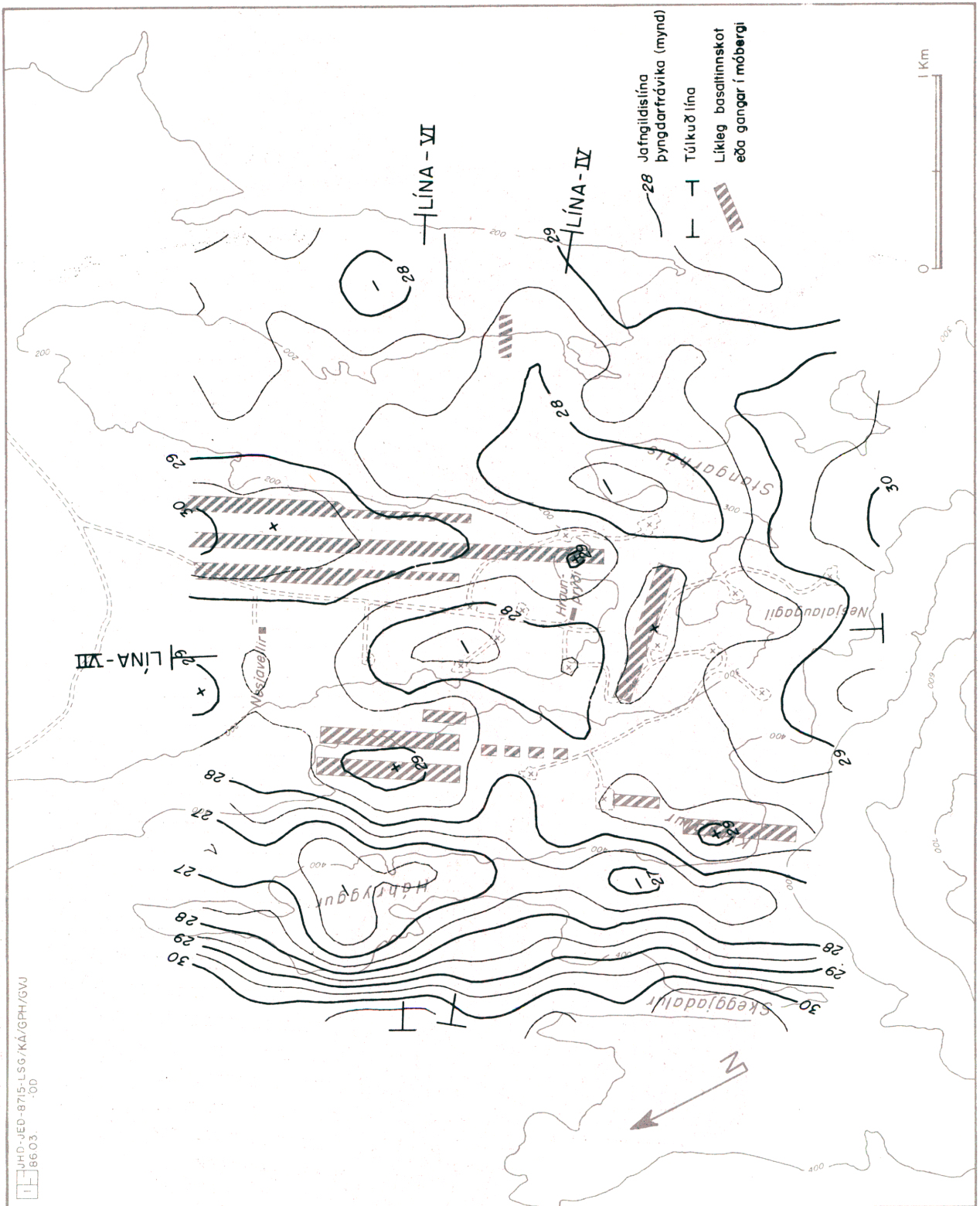
JHD - JED - 8715 - GVJ  
86.03.0234 T

# ÁKVÖRÐUN Á EÐLISMASSA

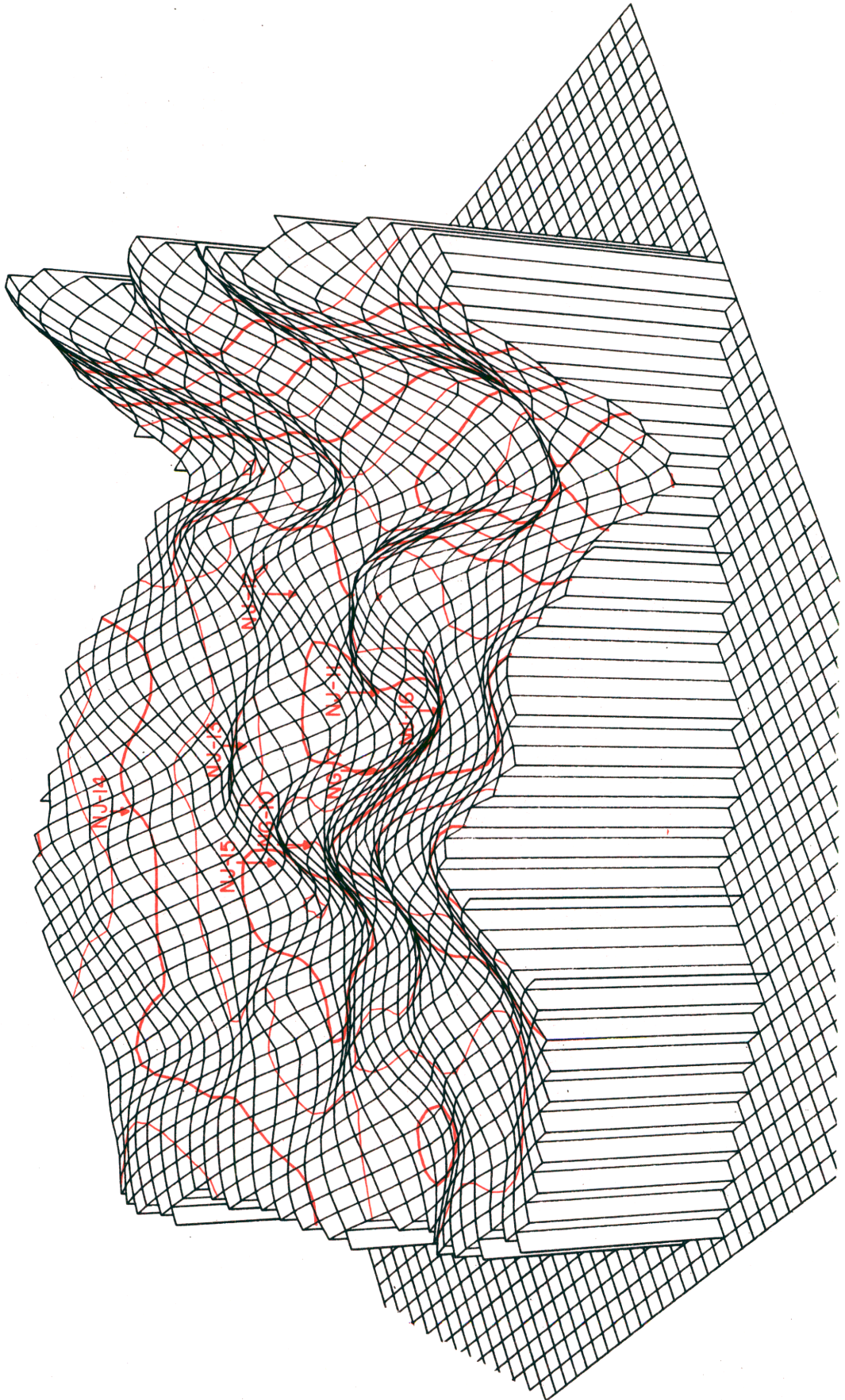


Mynd 3.11 Ákvörðun á eðlismassa





Mynd 3.12 Bouguer þyngdarkort ásamt túlkun



JHD-JED-8715-GVJ/KÁ  
86.03.0238 T

Mynd 3.13 Þrívítt Bouguer þyngdarkort ásamt staðsetningu borhola

### 3.3.3 Túlkun þyngdarkortsins

Af myndum 3.12 og 3.13 sést að megininkenni þyngdarkortsins er að í vesturjaðri þess (í vesturhlíðum Skeggjadals og Sporhelludals) er Bouguer frávik nokkuð hátt, yfir 30 mgal, en snarlækkar til austurs, og nær lágmarki við Háhrygg, um eða undir 27 mgal. Í stórum dráttum fer Bouguer frávikíð síðan aftur vaxandi til austurs og er orðið um 28-29 mgal í austurjaðri kortsins. Þessir megindrættir endurspeгла trúlega sigmynstur og móbergsfyllingu sprungustykkisins og verður nánar að því vikið síðar. Ennfremur sést, einkum í suðausturhluta kortsins, að þyngdarfrávikíð vex í átt að Hengli.

Auk þessara megindrátta kortsins eru svo ýmsir fínir drættir. Mest áberandi er þyngdarlægð í vestanverðum Nesjavalladal frá brekkubrún og norður fyrir holu NJ-16. Þegar talað verður hér á eftir um þyngdarhæðir og þyngdarlægðir er miðað við rúmlega 28 mgal sem einkennandi Bouguer frávik á svæðinu.

Eftir austanverðum Nesjavalladal er þyngdarhæð. Hún fer minnkandi til suðurs og er að mestu horfin þegar kemur suður undir brekkubrún. Eftir Kýrdal og Kýrdalshrygg er þyngdarhæð sem nær rúmlega norður á móts við holu NJ-16. Þessi þyngdarhæð eyðist nálega á bilinu frá holu NJ-12 og norður fyrir höggborsholu I nyrst í Kýrdal, en vex síðan aftur þar fyrir norðan og er mest í hæðinni upp af holum NJ-11 og NJ-16. Eftir Stangarhálsi er þyngdarlægð með nokkuð skörp vesturmörk þar sem hún mætir þyngdarhæðinni í austanverðum Nesjavalladal, en austurmörkin eru óglögg. Að sunnan takmarkast þessi þyngdarlægð á móts við Ölfusvatns-skyggni þar sem þyngdarhækkunar í átt að Hengli fer að gæta.

Ef til vill er rétt að líta svo á að þyngdarlægðirnar í vestanverðum Nesjavalladal og við Stangarháls séu hluti af meginþyngdarlægðinni í sprungustykkinu sem takmarkast í vestri af Skeggjadal og Sporhelludal og að þær verði svo áberandi vegna þyngdarhæðanna eftir Kýrdal og Kýrdalshrygg og í austanverðum Nesjavalladal. Þau Bouguer frávik sem rætt hefur verið um til þessa hafa stefnu að mestu samsíða sprungu-stefnu svæðisins (um 30° austan við norður).

Auk þyngdarhækkunar í átt að Hengli sést á mynd 3.12 eitt þyngdarfrávik sem víkur verulega frá þessari stefnu sprungustykkisins. Þar er um að ræða þyngdarhæð uppi á brekkubrún og nokkurn veginn samsíða henni með stefnu NV-SA. Hún nær frá Kýrdalshrygg og austur undir Köldulaugagil. Þessi þyngdarhæð er afar áhugavænleg því að hún fellur saman við verulegar breytingar í áætluðum berghita og þrýstingi í jarðhitakerfinu. Hóla NJ-13 er í miðri þessari þyngdarhæð og hún sýnir mun lægri hita í efri hluta jarðhitakerfisins en aðrar holur í nágrenninu.

Til þess að átta sig betur á hvaða jarðfræðilegu þætti þyngdarkortið endurspeglar voru gerðir tvívíðir líkanreikningar fyrir valdar línur í gegnum það svæði sem þyngdarmælingarnar náðu til. Við túlkun þyngdarmælinga með líkanreikningum verður að hafa í huga að því fer víðs-fjarri að einkvæmt samband sé milli eðlismassadreifingar og mældra þyngdarfrávika. Við gerð líkana er því nauðsynlegt að nota allar til-tækar upplýsingar sem sett geta líkönum skorður. Við val á línunum til túlkunar var haft í huga að þær skæru meginþyngdarfrávik á svæðinu, að tekið væri mið af tvívíðum forsendum og að til væru óháð gögn (jarð-lagasnið úr borholum, viðnámsmælingar og jarðfræðikönnun á yfirborði) sem nota mætti til að setja líkönum skorður.

Valdar voru línur IV, VI og VII úr viðnámsmælingunum og er lega þeirra sýnd á mynd 3.12. Línur IV og VI liggja nokkurn veginn þvert á þyngdarfrávikin sem eru samsíða sprungustefnunni, en lína VII liggur eftir þyngdarlægðinni í vestanverðum Nesjavalladal og nokkurn veginn þvert á þyngdarhæðina uppi á brekkubrún. Auk þess að falla saman við viðnámsmælingarlínur liggja þessar línur, að VI undanskilinni, í gegnum það svæði sem mest hefur verið borað í. Lína VI var tekin til túlkunar vegna þess að hún liggur yfir þyngdarfrávikin sem eru samsíða sprungu-stefnunni þar sem þau eru hvað mest, einkum þyngdarhæðin vestur af holum NJ-11 og NJ-16. Á mynd 3.14 eru sýnd Bouguer frávik mælistöðva á línu IV. Þar sést vel að megineinkennið er að frá vestri til austurs verður veruleg þyngdarlækkun yfir Háhrygg, síðan nokkuð jöfn hækkun til austurs eins langt og línan nær. Ofan á þessum megindrætti eru tveir toppar, annar yfir norðurframhaldi Kýrdals og Kýrdalshryggs og hinn í austanverðum Nesjavalladal. Helmingunarbreydd þeirra er lítil (300-500 m) sem bendir til þess að eðlismassabreytingar sem þeim valda séu ekki á miklu dýpi (ekki meira en 300-500 m). Samkvæmt jarðlaga-sniði sem sýnt er á blaði í kápuvasa, og byggt er á jarðlagagreiningu úr borholum og jarðfræðiathugunum á yfirborði, er móberg ráðandi berg-gerð fyrir miðju línunnar niður á um 250-300 m neðan sjávarmáls en basalhraunlög þar fyrir neðan. Gera má ráð fyrir að þessi móbergs-fylling nái fast að vesturmörkum sprungustykkisins og skammt vestur fyrir Háhrygg en þar er nú ás mesta sigs. Austan Nesjavalladals má ætla að dýpið niður á basaltgrunninum og þar með þykkt móbergs-fyllingarinnar minnki til austurs þar sem ás mesta sigs er vestur við Háhrygg en austurmörk sprungustykkisins eru um eða austan við austur-enda línunnar. Þar sem móberg er mun eðlisléttara en basalhraunlög er nærtækast að ætla að megindrættirnir í þyngdarfrávikum á línu IV endurspegli móbergsfyllinguna í sigdal sprungustykkisins. Háhryggur er að mestu úr túffi sem er eðlisléttast móbergs og því er eðlilegt að þyngd sé lægst þar. Eins og áður segir bendir lítil helmingunarbreydd þyngdartoppanna tveggja, sem sitja ofan á meginfrávikinu yfir sigdal-num, til þess að þeir séu vegna eðlismassabreytinga ofan 500 m dýpis frá yfirborði. Á mynd 3.14 er sýnd túlkun á þyngdarfrávikum á línunni.

Við gerð líkansins var stuðst við jarðlagasnið sem sýnt er á mynd í kápuvasa og túlkun viðnámsmælinga á línu IV. Í líkaninu er gert ráð fyrir að líta megi á jarðlagastaflann þar sem basalhraunlög eru ráðandi berggerð sem einsleit og ef einungis væri slíkur stafli undir línunni væri Bouguer frávik 30 mgal (bakgrunnssvið). Gert er ráð fyrir að frávik frá þessu bakgrunnssviði sé vegna móbergsfyllingar í sprungustykkinu og eðlismassabreytinga innan hennar. Móbergsfyllingunni var skipt upp í einingar með hliðsjón af túlkun viðnámsmælinga og lögun þyngdarfrávika á línunni. Tölur í þessum einingum gefa til kynna eðlismassafrávik þeirra frá basaltgrunninum undir (í  $\text{g/cm}^3$ ). Með því að stilla af lögun eininga og eðlismassafrávik innan skynsamlegra marka fékkst það líkan sem sýnt er á mynd 3.14 og þar sést að nokkuð gott samræmi er milli mældra og reiknaðra frávika.

Eins og áður hefur komið fram var meðaleðlismassi jarðlaga ofan sjávarmáls metinn  $2,45 \text{ g/cm}^3$ . Í líkani fyrir línu IV er meðaleðlismassafrávik ofan sjávarmáls um  $-0,1 \text{ g/cm}^3$  frá eðlismassa basaltsgrunnins undir. Samkvæmt því ætti hann að hafa eðlismassa nálægt  $2,55 \text{ g/cm}^3$ , sem er ekki ósennilegt gildi fyrir móbergsstunginn hraunlagastafla. Miðað við þennan eðlismassa í basaltgrunninum er eðlismassi túffsins í Háhrygg um  $2,2 \text{ g/cm}^3$  sem er í góðu samræmi við mældan eðlismassa í túffi (algengt er  $2,1-2,3 \text{ g/cm}^3$ , Svanur Pálsson 1972).

Samkvæmt líkaninu á mynd 3.14 er eðlismassi lágur í Háhrygg og undir vestanverðum Nesjavalladal og nokkuð hærra undir Stangarhálsi. Í norðurframhaldi Kýrdals og undir austanverðum Nesjavalladal er eðlismassi svipaður og í basaltgrunninum. Eðlismassahækkun til austurs undir miðjum Nesjavalladal, skammt austan við holu NG-7, fellur saman við mikla viðnámsþéttun.

Við túlkun þyngdarmælinga ber ætíð að hafa í huga að mæld þyngdarfrávik er, fræðilega séð, hægt að nálgast með óendanlega mörgum mismunandi líkönum. Það er því nauðsynlegt að gera sér grein fyrir hversu mikið möguleg líkön fyrir línu IV geta vikið frá því líkani sem sýnt er á mynd 3.14. Við túlkun línunnar var þetta kannað nokkuð. Segja má að niðurstaða þess hafi verið sú að þær jarðfræðilegu forsendur, sem lagðar eru til grundvallar líkaninu og áður hafa verið raktar svo og sú krafa að eðlismassabreytingar séu innan þeirra marka sem mælingar í íslenskum gosmyndunum gefa, setji mögulegum líkönum það þröngar skorður að þau geti vart vikið verulega frá því sem sýnt er á mynd 3.14. Sem dæmi má nefna að reynt var að líkja eftir þyngdarhæðinni norður af Kýrdal með því að gera ráð fyrir að hún stafaði af eðlisþyngra bergi frá yfirborði og niður á um 150 m dýpi. Gert var ráð fyrir að undir væri móberg með eðlismassafrávik  $-0,15 \text{ g/cm}^3$  miðað við basaltgrunninn. Til þess að líkja eftir þyngdarhæðinni þurfti eðlismassafrávik í efstu 150 m að vera  $+0,25 \text{ g/cm}^3$  sem svarar til eðlis-

massa um  $2,8 \text{ g/cm}^3$ . Svo háan eðlismassa hlyti að verða að túlka sem 150 m þykkkan mjög þéttan hraunlagastafla sem engan veginn fær staðist út frá jarðfræðilegum athugunum á þessu svæði.

Á mynd 3.15 eru sýnd þyngdarfrávik á línu VI. Þau eru svipuð frávikunum á línu IV nema hvað þau eru nokkuð meiri. Einnig er sýnt líkan og tilsvarandi reiknuð frávik. Þau falla nokkuð vel að mældum gildum. Við gerð líkansins voru notaðar nokkurn veginn sömu jarðfræðilegu skorður og fyrir línu IV og eru líkönin svipuð. Helsti munurinn er sá að í línu VI er einingin með tiltölulega háan eðlismassa (frávik 0) undir norðurframhaldi Kýrdals og Kýrdalshryggs látin ná til yfirborðs. Ennfremur eru eðlismassabreytingar undir austanverðum Nesjavalladal og við Stangarháls nokkuð meiri en í línu IV.

Á mynd 3.16 eru sýnd þyngdarfrávik fyrir línu VII. Línan liggur eftir vestanverðum Nesjavalladal og nokkurn veginn langsum eftir þyngdarlægðinni í dalnum en þvert í þyngdarhæðina við brekkubrúnina. Á mynd 3.16 sést að Bouguer frávikid vex mjög ákveðið syðst í línunni í átt að Hengli. Þetta er í samræmi við Bouguer kort af Hengilssvæðinu öllu en þar kemur fram þyngdarhæð undir Hengli (Gylfi Páll Hersir o.fl. 1986). Fyrir norðan holu NJ-16 vex Bouguer frávikid eftir línunni einnig til norðurs. Á mynd 3.16 er sýnt líkan fyrir þessa línu ásamt reiknuðum frávikum og falla þau nokkuð vel að þeim mældu. Eins og fyrir hinar línurnar tvær var stuðst við jarðlagagreiningu úr borholum til þess að ákvarða dýpi niður á basaltgrunn og ráð fyrir því gert að þyngdarfrávik stjórnist af móbergsfyllingunni og eðlismassabreytingum innan hennar.

Til beggja enda línunnar vantar jarðfræðilegar upplýsingar til að setja líkaninu skorður. Líkt er eftir þyngdarhækkuninni til norðurs með því að láta dýpi á basaltgrunninn minnka og þar með þykkt móbergsfyllingarinnar. Ekkert verður um það fullyrt hvort þetta er raunhæft eða hvort heldur beri að líta á þessa þyngdarhækkun sem merki um eðlismassabreytingar í móbergsstaflanum. Þess má þó geta að í nyrstu holunni NJ-16, kemur fram um 100 m þykkt hraunlag rétt neðan við sjávarmál. Þetta hraunlag kemur einnig fram í holu NJ-11 en er þar einungis um 20-30 m þykkt. Það kemur ekki fram í holum sunnan við NJ-11. Þetta gæti bent til þess að móbergsupphleðsla um og norðan við holu NJ-16 sé minni og að þar séu dalfyllingar úr hraunlögum sem valda þyngdarhækkun. Við suðurenda línunnar er einnig líkt eftir þyngdarhækkuninni með því að láta móbergsfyllinguna þynnast og hverfa. Eins og áður hefur komið fram sýnir Bouguer kort af Hengilssvæðinu öllu að undir Hengli er þyngdarhæð. Sú þyngdarhæð er talin stafa af innskotum í og undir fjallinu (Gylfi Páll Hersir o.fl. 1986). Sennilega ber að túlka suðurenda líkansins á mynd 3.16 þannig.

Það sem er athyglisverðast við líkanið fyrir línu VII er að undir brekkubrúninni virðist eðlismassi vera nokkuð meiri en bæði norðan og sunnan við, eða nálægt því sá sami og í basaltgrunninum undir. Eins og áður var minnst á sýnir hola NJ-13, sem boruð var uppi á brekkubrún nokkurn veginn í mitt þyngdarfrávikið, mun lægra hitastig en aðrar holur í nágrenni hennar. Þetta kemur til dæmis vel fram á mynd 3.18 sem sýnir viðnám og áætlaðan berghita 250 m neðan sjávarmáls og fjallað er um síðar. Þar sést að jafnhitalínur taka mikinn sveig til vesturs við brekkubrúnina, og að hitafall er mikið niður í austanverðan dalinn. Ef gert er ráð fyrir að á þessu dýptarbili sé streymi jarðhitavökva úr suðri þá bendir þessi sveigur á jafnhitalínunum til þess að við þyngdarfrávikið við brekkubrúnina sé rennslishindrun.

Eins og fram kemur síðar (mynd 3.18) sést einnig að mikið hitafall er til austurs í miðjum Nesjavalladal á mörkum þyngdarlægðarinnar í vestanverðum dalnum og þyngdarhæðarinnar í honum austanverðum. Þetta sést enn betur á mynd 3.6, sem sýnir viðnámslíkan og jafnhitalínur eftir línu IV. Þar sést að mjög skörp hita- og viðnámskil eru um eða skammt austan við holur NG-5 og NG-7. Þessi skil falla saman við verulega eðlismassahækkun í líkani fyrir línu IV (sjá mynd 3.14). Gögn úr borholum benda til þess að í móberginu við þyngdarlægðina í vestanverðum dalnum sé víða um að ræða lárétt rennsli. Hið mikla hitafall til austurs bendir því til þess að þar sé rennslishindrun.

Aukning í eðlismassa í móbergsfyllingunni samfara rennslishindrunum bendir til þess að í móberginu sé til staðar þungt og þétt efni sem nærtækast er að skýra sem basaltinnskot og ganga. Það er eftirtektarvert að þyngdarhæðirnar í stefnu sprungustykkisins við Kýrdal og Kýrdalshrygg og í austanverðum Nesjavalladal falla nokkuð vel saman við þau svæði þar sem gosvirkni hefur verið eftir síðustu ísöld (sjá mynd 2.10). Hér er því verið að gera því skóna að þessar þyngdarhæðir sýni hvar basalt hefur myndað innskot og ganga í móberginu samfara eldvirkni eftir ísöld. Í Köldulaugagili, nokkurn veginn suðaustur af þyngdarhæðinni við brekkubrúnina, sést í goshrygg sem talinn er geta haft svipaða stefnu og þyngdarhæðin. Hún gæti því verið framkomin vegna þess að undir sé goshryggur með þungum og þéttum kjarna eða gangi og að þessi goshryggur hafi síðan grafist í yngri gosmyndunum.

Gerð hefur verið könnun á basaltinnskotum hér á landi (Ingvar Birgir Friðleifsson 1977). Hún leiddi í ljós að basaltinnskot verða einkum í móbergi. Ennfremur sést að þar sem gangar fóru í gegnum jarðlagastafla sem inniheldur bæði móberg og hraunlög þá breikkuðu gangarnir oft og skutu út greinum í móberginu. Astæður þess að innskot verða frekar í móberg en í basalt eru efalítið þær að móbergið er eðlisléttara og mun lausara í sér en basalhraunlög. Ef þung kvika ryðst inn í móbergstafla sem ekki er undir fargi þungra hraunlaga þá er út frá flotjafnvægi eðlilegt að kvikan myndi þar innskot.

### 3.3.4 Niðurstöður þyngdarmælinga.

Meginniðurstöður þyngdarmælinga og túlkunar þyngdarkorts eru þær að yfir sigdal sprungustykkisins er þyngdarlægð sem stafar af því að hann er að mestu fylltur af móbergi. Í vesturjaðri kortsins er þyngdarlægðin mjög skörp vegna þess að þar er núverandi ás mesta sigs sem er nálægt vesturmörkum sprungustykkisins og ennfremur vegna þess að þar er móbergsfyllingin úr túffi sem er eðlislétt. Til austurs fer þyngdarfrávikið í stórum dráttum nokkuð jafnt vaxandi en það endurspeglar annað hvort minna sig og þar með þynnri móbergsfyllingu eða eðlisþyngra móberg, nema um sé að ræða samspil hvors tveggja. Til suðurs hækkar þyngdarfrávikið í áttina að Hengli. Það má ef til vill skýra með innskotum í og undir fjallinu.

Auk þessara megindráttu eru síðan minni frávik. Trúlega ber einungis að líta á staðbundnar þyngdarhæðir sem frávik frá meginlægðinni.

Tvær áberandi þyngdarhæðir eru með stefnu sprungustykkisins, önnur eftir Kýrdal og Kýrdalshrygg og hin í austanverðum Nesjavalladal. Líkanreikningar og sú staðreynd að þessar hæðir falla nokkurn veginn saman við þau svæði þar sem gosvirkni hefur verið eftir ísöld, benda til þess að þarna sé um að ræða basaltganga og innskot í móbergsfyllingu sigdalsins.

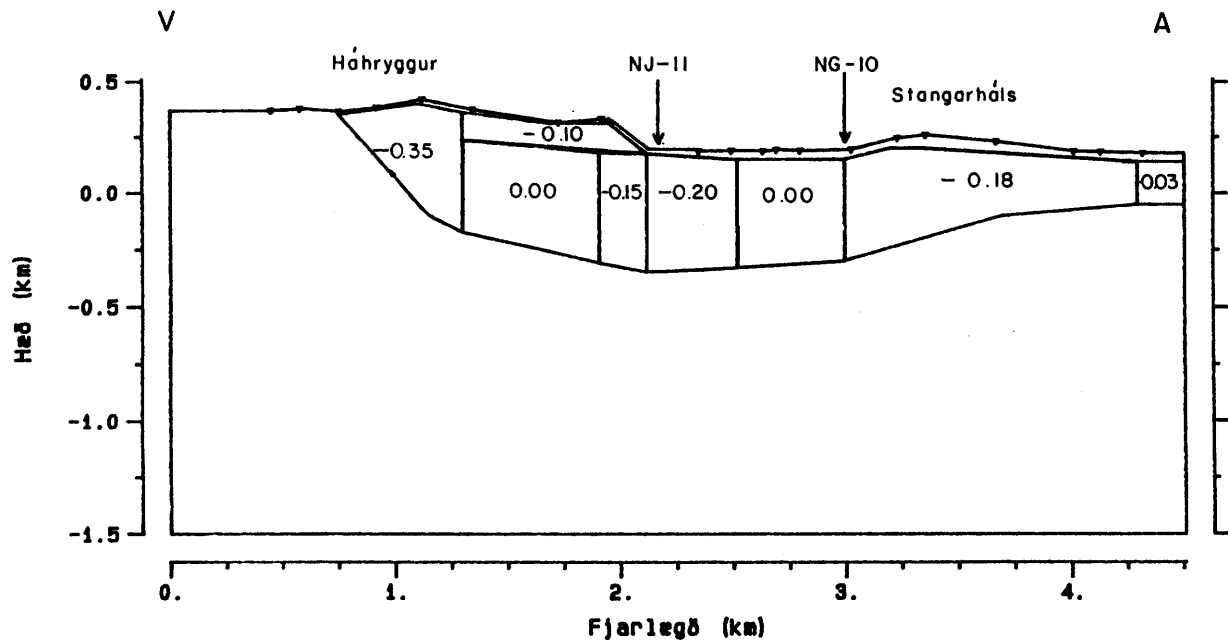
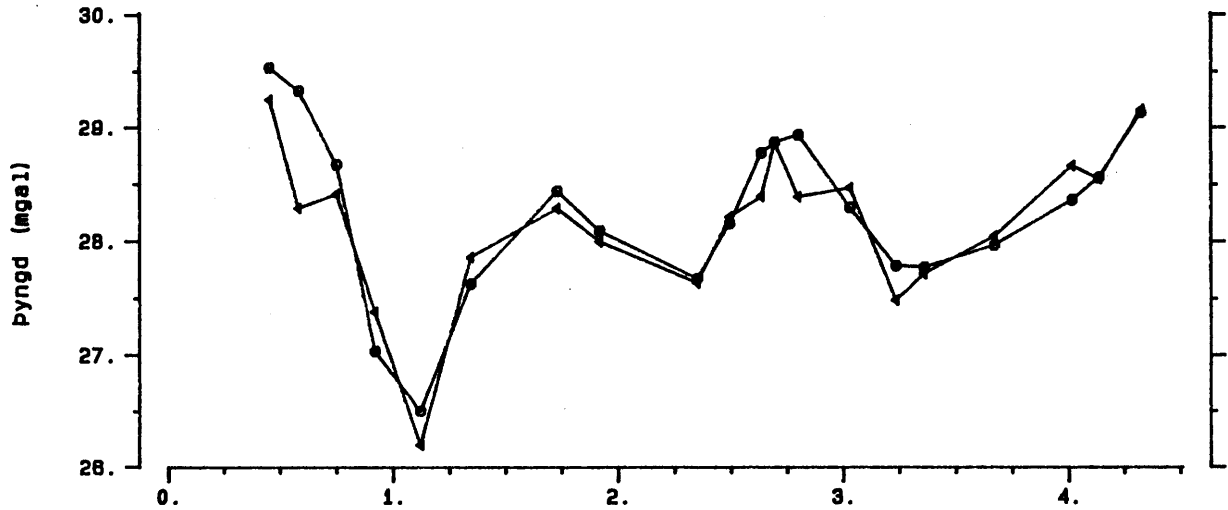
Uppi á brekkubrún fyrir botni dalsins er þyngdarhæð með NV-SA stefnu. Í Köldulaugagili sést í goshrygg sem talinn er geta legið undir þessari þyngdarhæð og gæti hún þá stafað af þéttum kjarna í þeim hrygg. Á mynd 3.12 hafa verið skyggðir þeir staðir í þyngdarkortinu þar sem ástæða er til að ætla að til staðar séu þétt basaltinnskot eða gangar í móbergsfyllingunni. Ekki ber að líta á þetta sem nákvæma túlkun heldur einungis vísbendingu um magn og legu þeirra.



JHD-JEÐ-8715 KÁ  
86.03.0236 T

### LINA-4 LIKAN

Þríhyrningar eru mæld gildi, hringir reiknuð

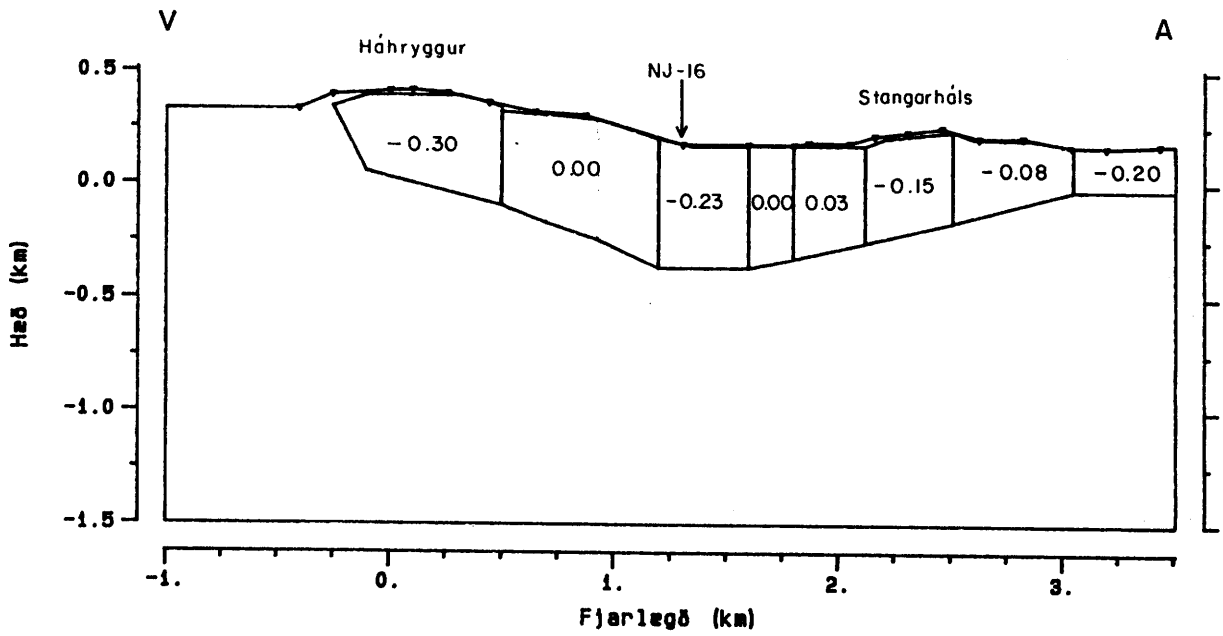
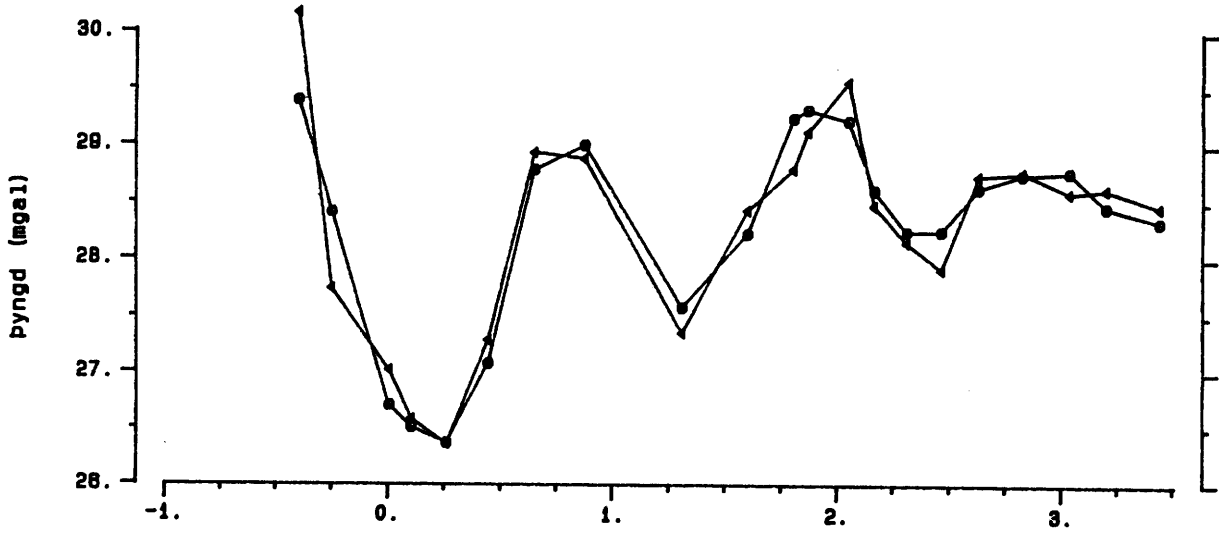


Mynd 3.14 Lína IV: Tvívítt þyngdarlíkan

JHD-JEÐ-8715 KÁ  
86.03.0235 T

### LINA-6 LIKAN

Þríhyrningar eru með gildi, hringir reiknuð

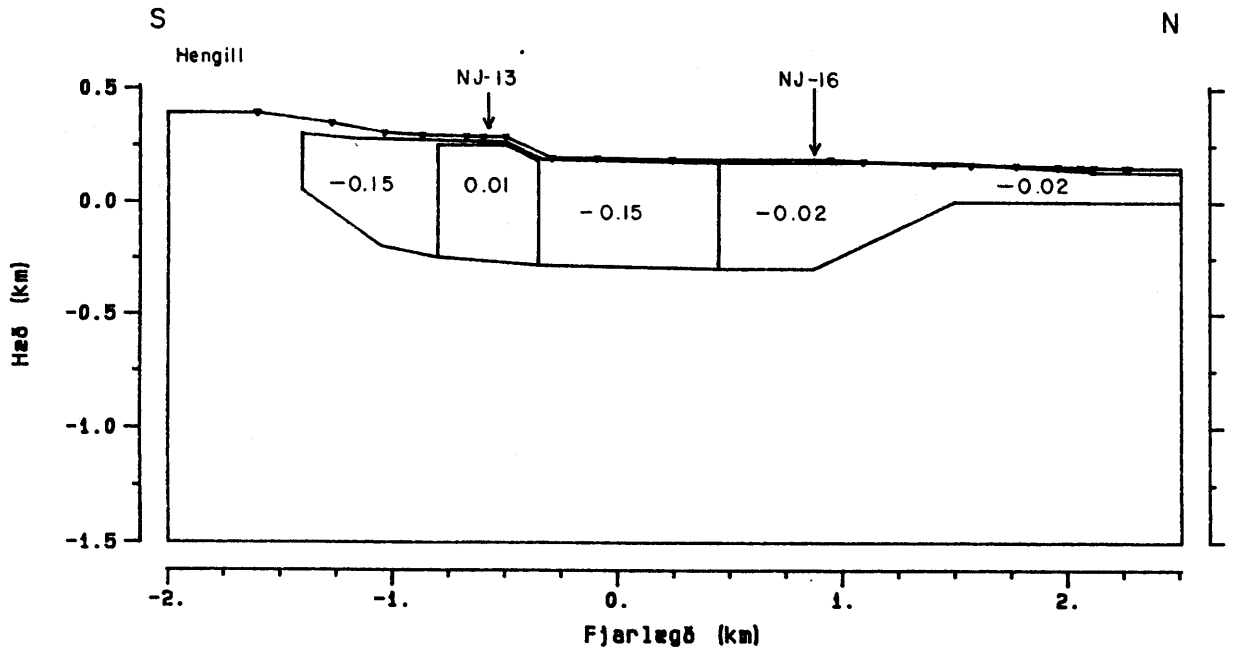
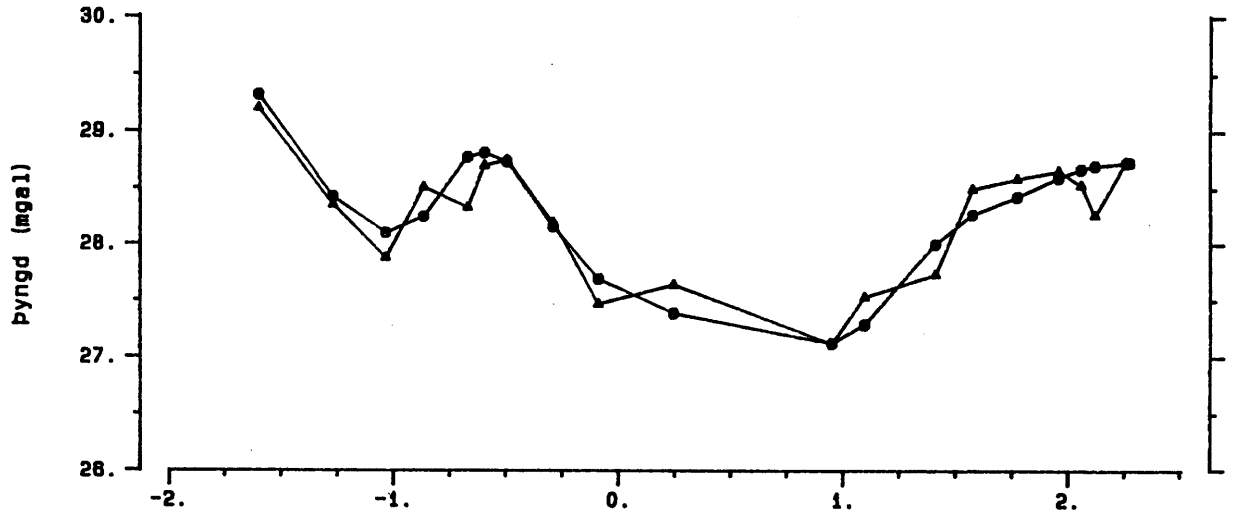


Mynd 3.15 Lína VI: Tvívítt þyngdarlíkan

JHD-JED-8715 KA  
86.03.0237 T

### LINA-7 LIKAN

Þríhyrningar eru mæld gildi, hringir reiknuð



Mynd 3.16 Lína VII: Tvívítt þyngdarlíkan

### 3.4 Landmælingar

#### 3.4.1 Tilgangur

Fallmælingar Orkustofnunar fyrir Hitaveitu Reykjavíkur hófust á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli haustið 1984. Tilgangur mælinganna er:

- (1) Að finna hæðarbreytingar lands, sem vinnsla á svæðinu kann að hafa í för með sér. Í fyrstu eru árlegar mælingar æskilegar.
- (2) Að fylgjast með náttúrlegum hæðarbreytingum lands, ef einhverjar eru, og greina þær frá hæðarbreytingum af manna völdum. Fallmælingar á nokkurra ára fresti eru æskilegar.
- (3) Að leggja hæðarnet, sem nota má við aðrar landmælingar á svæðinu.

#### 3.4.2 Mælinetið

Á mynd 3.17 eru fallmælingar Orkustofnunar fyrir Hitaveitu Reykjavíkur sumarið 1985 sýndar sem heilar línur norðan Hengils. Eldri mælingar Orkustofnunar sunnan Hengils eru einnig sýndar. Loks eru hugsanlegar mælilínur til viðbótar á Hengilssvæðinu sýndar sem slitnar línur.

Æskilegt er að hæðarnetið sé þétt á vinnslusvæðinu, en einnig að það nái vel út fyrir það, þannig að hægt sé að aðgreina náttúrlegar hæðarbreytingar frá hæðarbreytingum af manna völdum.

Með tilliti til nákvæmni og kostnaðar er æskilegt að mælilínur séu í sléttu landi, en því verður ekki við komið norðan í Hengli. Mikilvægt er að þessar mælilínur liggja um land, þar sem góðar klappir fyrir varanleg fastmerki eru finnanlegar. Það er því óvíst að hægt verði að hafa netið nákvæmlega eins og sýnt er á mynd 3.17.

#### 3.4.3 Fallmælingar 1984 og 1985

Haustið 1984 voru sett nokkur hæðarmerki og fallmælt frá þjóðvegi norðan Nesjavalla að Hraunprýði og áfram að borholum uppi á hæðunum suðvestan við Hraunprýði.

Vorið 1985 var settur fjöldi fastmerkja og fallmælt frá Þorsteinsvík að þjóðvegi norðan Nesjavalla og þaðan sömu línu og haustið áður. Mælt

var um Kýrdal að Dyrafjöllum og suður Skeggjadal. Einnig var mælt til suðausturs að Ölfusvatnsá og niður með henni að Þjóðvegi og Hagavík. Mælingar um Hvítuhlíð og Hagavíkurvelli reyndust ekki mögulegar vegna skorts á klöppum á þeim slóðum. Fallmælingarnar 1985 tóku þrjá menn 15 daga, en auk þess fóru nokkur dagsverk í að velja klappir fyrir fastmerkin. Lega þeirra í láréttum fleti hefur enn ekki verið mæld.

#### 3.4.4 Mæliaðferð, nákvæmni og afköst

Við mælingarnar eru notaðir invarkvarðar með 5 mm kvörðun frá Zeiss og fallmælir NA2 með hliðrunarplötu frá Wild. Kvörðunum er stillt upp á fastmerki eða skrúfjárn sem rekin eru í jörð með hamri. Fjarlægð að kvörðum er ákveðin með fallmæli og höfð jöfn í bakmiði og frammiði og undir 35 metrum. Lesið er í einingunum 1/20 mm á kvarða í bakmiði og síðan á kvarða í frammiði. Leitast er við að mæla bil milli fastmerkja samdægurs fram og aftur.

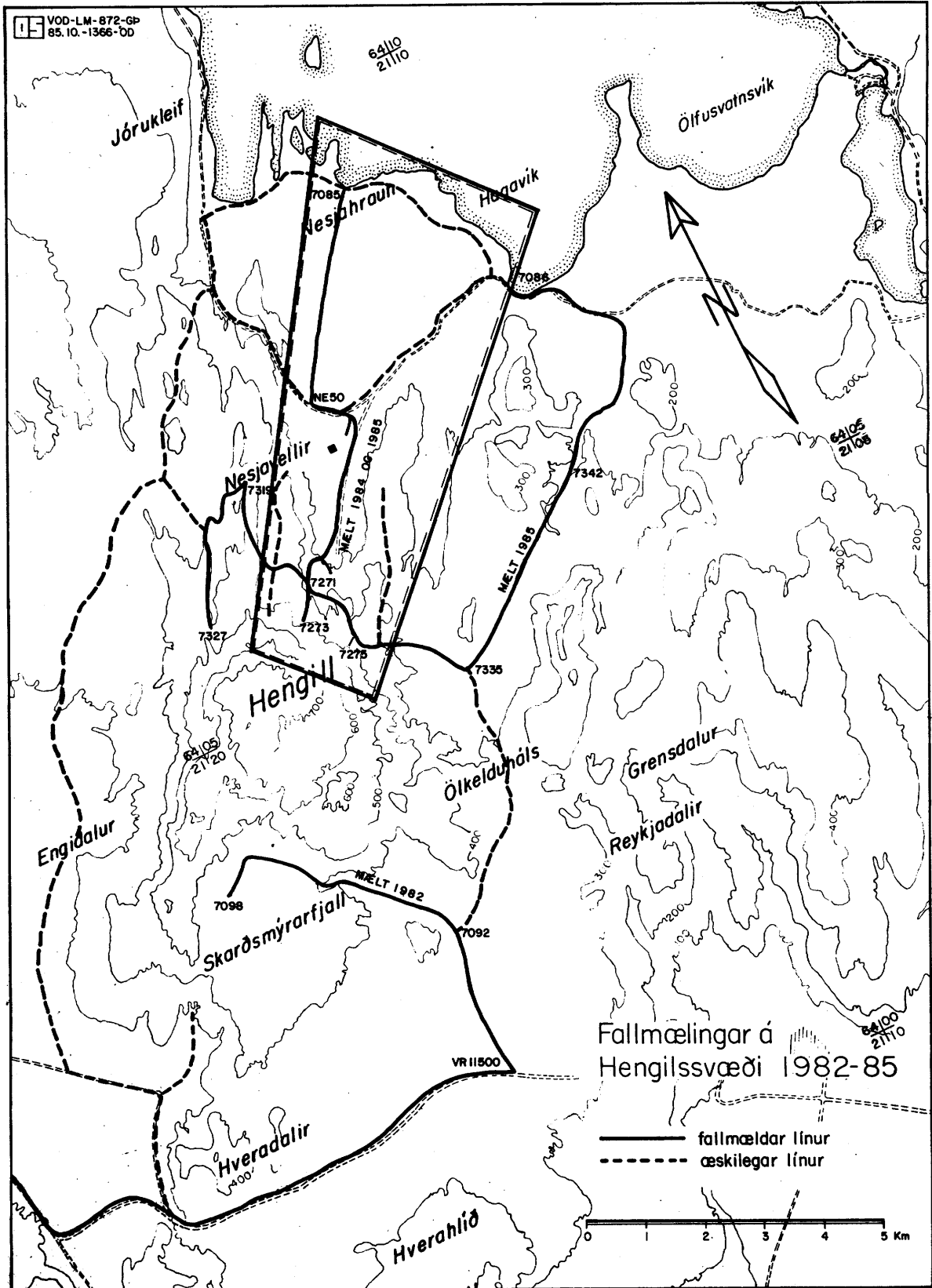
Reynsla af mælingunum 1985 og af mælingum Orkustofnunar annars staðar leiðir í ljós að gera megi ráð fyrir að tilviljanakenndar mæliskekkjur í netinu verði innan við 1 mm á kílómetra (skekkan vex með kvaðratrót fjarlægðar) og meðalafköst 1,5 km (báðar leiðir) á dag. Þrír menn eru við mælingarnar og hafa bíl til umráða. Auk þessa fer nokkur tími í að velja klappir fyrir fastmerki, setja þau og (helst) mæla legu þeirra.

#### 3.4.5 Hæðakerfi

Hæðakerfi Orkustofnunar á Nesjavöllum er fengið með mælingum 1982 frá fastmerki OS-6311 í Sogsbrú (Gunnar Þorbergsson o.fl. 1984). Í sama skipti var vatnsborð í Þingvallavatni mælt á nokkrum stöðum, meðal annars við punkta þekktu úr fallmælingu Landmælinga Íslands frá Reykjavík, og á Nesjavöllum var mælt á tvo punkta Forverks. Samkvæmt þessum mælingum þarf að bæta 0,03 m við hæðartölur Forverks á Nesjavöllum til að fá hæðir í hæðakerfi Orkustofnunar þar, en það munar um 10 cm á hæðakerfi Orkustofnunar og hæðakerfi Landmælinga Íslands. Í fáum orðum sagt er ekki til fullnægjandi hæðartenging milli Reykjavíkur og Nesjavalla og líta ber á hæðakerfi Orkustofnunar á Nesjavöllum sem staðbundið.

### 3.4.6 Niðurstöður fallmælinga

Niðurstöður mælinga eru birtar í gagnaskýrslu (Knútur Árnason o.fl. 1986). Mælingunum 1984 og 1985 ber yfirleitt mjög vel saman. Þó eru tvö bil uppi á hæðunum ofan við Hraunprýði, þar sem land gæti hafa sigið um 5 mm samkvæmt mælingunum. Nánari athugun á mælingunum leiðir í ljós að mismunurinn er ekki marktækur (Wolf 1978). Þessi niðurstaða þarfnast nánari skýringar: Ef 1 km löng lína er mæld tvisvar (t.d. með eins árs millibili) og með 1 mm meðalskekkju í hvort sinn, þá er meðalskekkjan fyrir breytingu á hæðarmun endapunktanna 1,4 mm. Breytingin telst ekki marktæk (með 95 % líkum) nema hún sé 3 - 3,5 sinnum stærri, og er það háð fjölda uppstillinga. Til að hæðarbreytingin teljist marktæk þarf hún að nema 4 - 5 mm á 1 km löngum kafla, 8 - 10 mm á 4 km löngum kafla og 12 - 15 mm á 9 km löngum kafla. Allt þetta miðast við að meðalskekkjan í fallmælingunni sé 1 mm á hvern kílómetra, en sú stærð er í eðli sínu meðaltalsgildi (annað hvort reynslutala úr eldri mælingum eða tala reiknuð fyrir heilt net í senn). Við athugun á einstökum hlutum nets kunna þessar tölur að breytast lítillega.



Mynd 3.17 Fallmælingar á Hengilssvæði 1985

### 3.5 Niðurstöður jarðeðlisfræðilegrar könnunar

Hér verða dregnar saman helstu niðurstöður jarðeðlisfræðilegra mælinga á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli sumarið 1985. Á myndum 3.18 og 3.19 eru sýnd jafnvíðnámskort 250 m og 500 m neðan sjávarmáls. Þeim hefur verið lýst í kafla 3.2.3 og hér verður því einungis stiklað á stóru og helst drepíð á það sem talist geta verulegar breytingar frá fyrri hugmyndum um víðnámsskipan svæðisins. Það sem helst kemur á óvart er að vesturmörk lágvíðnámsvæðisins eru nokkuð óregluleg og töluvert vestar en talið hafði verið. Þau virðast vera í austanverðum Háhrygg, nema hvað í kringum holu NJ-12 í Kýrdal teygir sig hávíðnámsstunga til austurs sem nær undir Kýrdalshrygg. Norðurmörk lágvíðnámsvæðisins eru undir Kýrdalshrygg móts við miðja vegu milli holu NJ-16 og Nesjavallabæjar. Norðvesturmörkin eru ekki þekkt nákvæmlega og vestur af holu NJ-16 eru útmörk lágvíðnámsvæðisins dregin með brotinni línu vestur undir Háhrygg. Austurmörk lágvíðnámsvæðisins 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. Neðan lága víðnámsins kemur fram herra víðnám. Grynnt er á það syðst en eftir því sem dýpra kemur teygir það sig lengra norður eftir vestanverðum Nesjavalladal og 500 m neðan sjávarmáls nær það norður undir holu NV-3. Mælingar gáfu ekki til kynna hátt víðnám undir lága víðnáminu nyrst í lágvíðnámsstungunni, en ekki er ólíklegt að það teygi sig þangað norður á meira dýpi en mælingar skynja. Í kafla 3.2.3 er leitt að því nokkrum líkum að þetta háa víðnám neðan lágvíðnáms sé merki um að jarðhitakerfið sé á suðumarki. Víðnám hækkar mjög ört, til vesturs og norðurs frá lágvíðnámsvæðinu. Til austurs hækkar víðnám ekki eins ört og 500 m neðan sjávarmáls er víðnám lægra en 20 ohmm eins langt til austurs og mæli-línur skynja með nokkurri vissu.

Á myndum 3.18 og 3.19 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 víðnáms og áætlaðs berghita. Vegna þess hve fylgni virðist góð milli berghita og víðnáms (sjá einnig víðnámslíkön á myndum 3.3 til 3.7) hefur lega jafnhitalína, á svæðum þar sem upplýsingar úr borholum eru ekki fyrir hendi, verið áætluð með hliðsjón af víðnámi og þær dregnar með brotnum línunum.

Þyngdarmælingar sýna þyngdarlægð yfir sprungustykkinu og er hún talin stafa af móbergsfyllingu þess. 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 inn-skot í móbergsfyllingunni.



Á myndum 3.18 og 3.19 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 innan þeirra svæða 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 mjög sláandi hve jafnhitalínur 250 m neðan sjávarmáls (t.d. 200°C línan) falla vel að þeirri túlkun þyngdarskortsins að við brekkubrún sé rennslishindrun til norðurs, niður í austanverðan Nesjavalladal.

Þar sem háviðnámstungan kringum holu NJ-12 í Kýrdal teygir sig til austurs virðast innskot og gangar ekki vera til staðar eða a.m.k. í mun minna mæli en bæði sunnan og norðan við. Eins og fram kom í kafla 3.2.3 sýna umyndunarsteindir og hitamælingar í holu NJ-12 að berghiti þar hefur verið mun hærri en nú er allt niðurá um 600 m dýpi. Það bendir til þess að við NJ-12 geti verið innstreymi af köldu grunnvatni. Þetta virðist geta verið í góðu samræmi við þá túlkun þyngdarskortsins að þarna séu innskot ekki til staðar og kalt grunnvatn úr vestri eigi því greiðari leið til austurs en bæði sunnan og norðan við þar sem innskot koma fram. Einnig er hugsanlegt að við innskotin undir Kýrdal og Kýrdalshrygg sé uppstreymi heits vatns í móbergsfyllinguna.

Á 500 m dýpi neðan sjávarmáls er komið niður úr móbergsfyllingu sigdalsins og basalhraunlög orðin ráðandi berggerð. Á mynd 3.19 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 vesturmörk lágviðnámssvæðisins, en í sunnanverðum Nesjavalladal er lágt viðnám (minna en 10 ohmm) farið að ná 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. Eins og sjá má á mynd 3.19 og áður hefur verið á minnst er viðnám á 500 m dýpi neðan sjávarmáls tiltölulega lágt til austurs frá meginlágviðnámssvæðinu. Vera má að það sé vísbending um afrennsli til austurs frá jarðhitakerfinu. Hin öra viðnámsþækkun til norðurs og vesturs gæti aftur á móti bent til þess að þar leiti kalt grunnvatn á úr norðri og vestri.

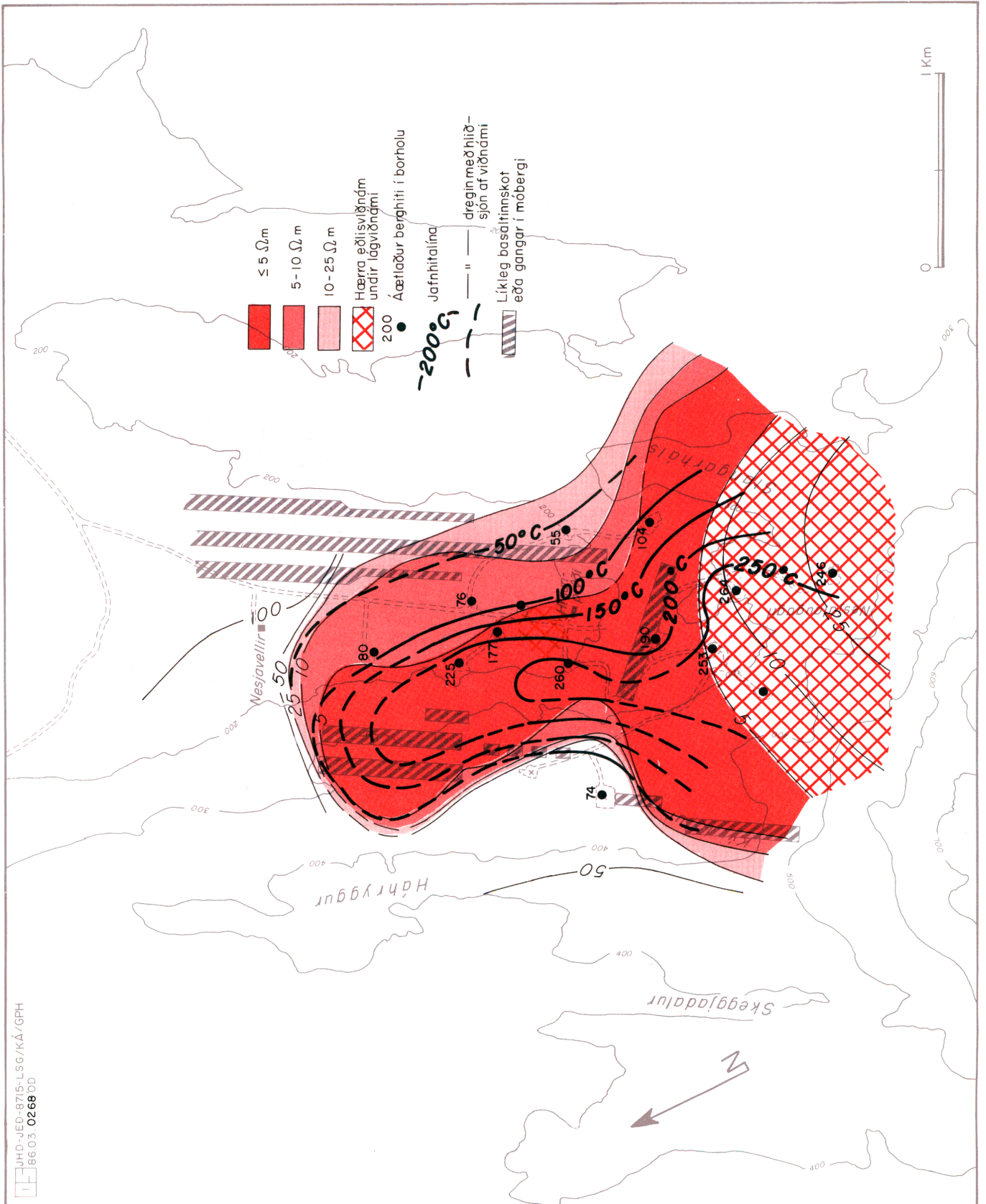
Á árunum 1978-1984 var könnuð jarðskjálftavirkni á Hengilssvæði (Gillian R. Foulger 1984). Þessi könnun náði til Nesjavallasvæðis. Þar mældist nokkuð mikil skjálftavirkni og voru skjálftarnir staðsettir í þrívíðu rúmi. Upptök skjálftanna raða sér í grófum dráttum á línu samsíða ríkjandi sprungustefnu í vestanverðum Nesjavalladal og undir Kýrdalshrygg. Þá er nokkur skjálftavirkni þar sem fram kemur þyngdar-

hæð í framhaldi af Kýrdal norður á bóginn og vestur af holu NJ-11 og NJ-16. Upptök skjálftanna eru á 3-7 km dýpi. Skjálftavirknin virðist ná suður á móts við brekkubrún fyrir enda Nesjavalladals og norður undir Þjóðveg.

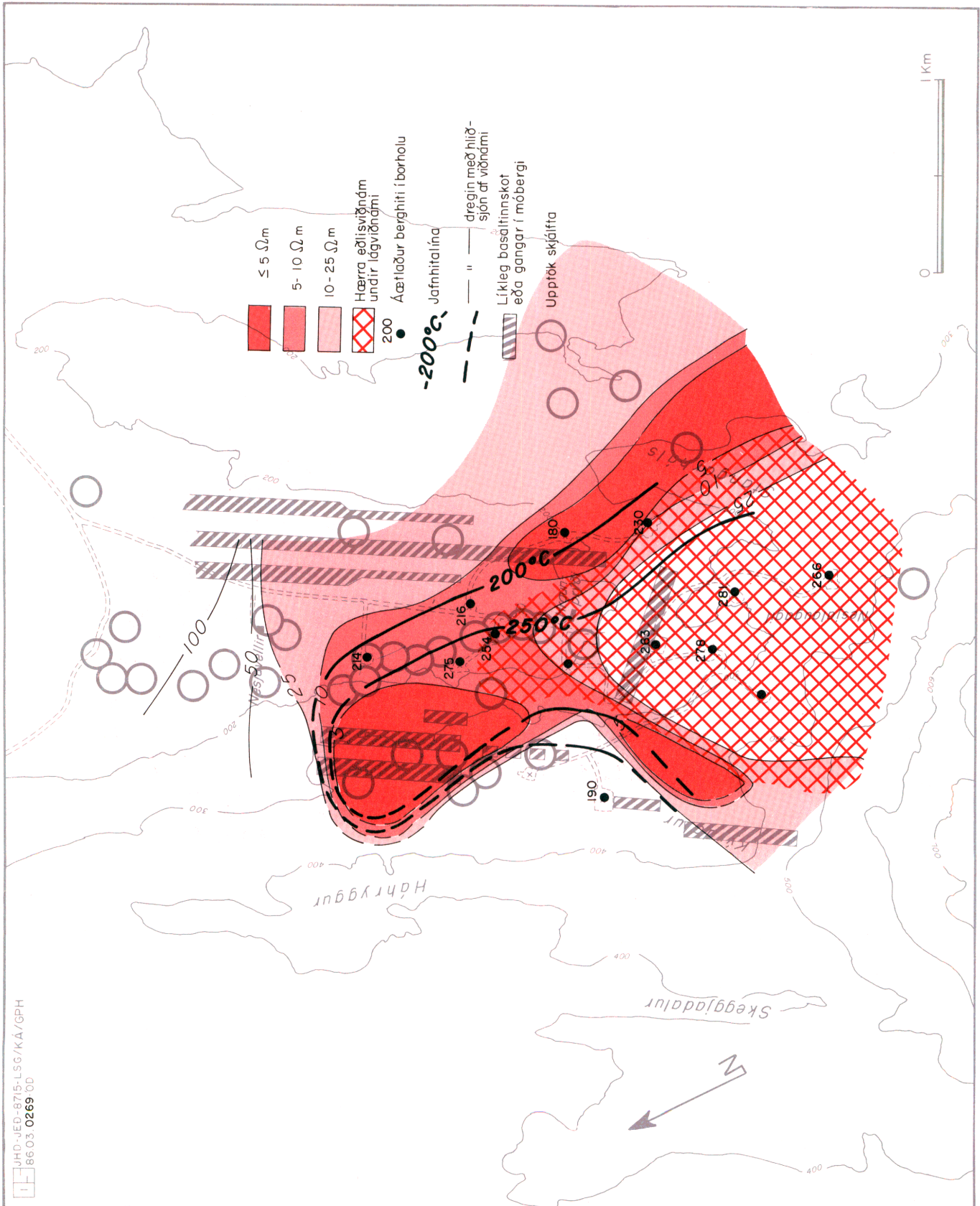
Á mynd 3.19 er sýnd staðsetning skjálftanna varpað til yfirborðs, en hafa ber í huga að staðsetning þeirra er mun óvissari en stærð hringanna gefur til kynna. Við könnun á brotlausnum þessara skjálfta kom í ljós að fyrir helming þeirra skjálfta sem brotlausnir fengust á virtist ekki vera um að ræða sniðgengishreyfingu 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 falla innan í og í norðurframhald af lágviðnámstungunni 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. Hinn geysihái hiti og þrýstingur sem fram kom í holu NJ-11 neðan 2000 m dýpis styður þessa tilgátu. Ástæður þess að lágviðnámstungan 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, sem ef til vill er líkleggra, að honum sé haldið þar niðri af köldu grunnvatnsstreymi að norðan.

Fallmælingum á Nesjavallasvæði var haldið áfram sumarið 1985. Mælinúr sem fallmældar voru sumarið 1984 voru endurmældar og mælinetið aukið nokkuð. Ekki komu fram marktækar hæðarbreytingar milli ára 1984 og 1985.



Mynd 3.18 Eðlisviðnám og áætlaður berghiti 250 m neðan sjávarmáls ásamt túlkun þyngdarkorts



Mynd 3.19 Eðlisviðnám og áætlaður berghiti 500 m neðan sjávarmáls, ásamt staðsetningu skjálfta og túlkun þýngdarkorts

#### 4 SAMANDREGNAR NIÐURSTÖÐUR

Jarðhiti á Hengilssvæðinu er mjög tengdur innskotum og eldvirkni. Meginjarðhitakerfið er undir Hengli sjálfum, en virðist skjóta öngum út í sprungustykkið bæði til norðausturs og suðvesturs. Jarðhitavirkni virðist eflast þar tímabundið á takmörkuðum spildum samfara öflugri gos- og innskotavirkni en dvínar aftur þegar dregur úr kvikuinnskotum.

Norðan Hengils má greina þrjár misgamlar og misjafnlega virkar gosreinar innan aðalsigdældarinnar. Sú elsta liggur norðaustur eftir Háhrygg. Sleggja er í framhaldi þeirrar gosreinar til suðvesturs og frá svipuðum tíma. Ummyndun er mikil í Sleggju en jarðhiti dvínandi. Hugsanlegt er að jarðhiti hafi, á sínum tíma, fylgt gosreininni í Háhrygg en aldrei náð til yfirborðs. Viðnámsmælingar benda ekki til þess að jarðhitavirkni sé nú undir Háhrygg, a.m.k. ekki á því dýpi sem þær skynja.

Tvær virkar gosreinar liggja meðfram Nesjavalladal. Önnur þeirra liggur eftir Stangarhálsi og vestan í honum. Mikil jarðhitavirkni á yfirborði fylgir þeirri gosrein í Nesjalaugagili og Köldulaugagili en nær ekki norður fyrir brekkuna fyrir enda Nesjavalladals. Viðnámsmælingar sýna að á þessari gosrein er viðnám lágt sunnan við brekkubrún, en hækkar mikið til norðausturs niður í dalinn austanverðan. Lágviðnámið teygir sig þó lengra til norðurs eftir því sem dýpra kemur. Þyngdarmælingar benda til þess að undir brekkubrúninni séu gangar eða innskot. Þau geta hindrað rennsli jarðhitavökvans til norðurs.

Hin gosreinin er á mjóu belti eftir og meðfram Kýrdalshrygg. Þar hefur gosið fjórum sinnum síðan um mitt síðasta jökulskeið. Jarðhiti á yfirborði er lítill sem enginn eftir gosreininni, en smávægileg ummyndun er í austanverðum Kýrdalshrygg. Viðnámsmælingar sýna lágt viðnám við þessa gosrein. Vesturmörk þess eru í austanverðum Háhrygg, nema hvað umhverfis holu NJ-12 í Kýrdal teygir sig háviðnámstunga austur undir Kýrdalshrygg. Norðurmörkin eru undir Kýrdalshrygg á móts við stað miðja vegu milli holu NJ-16 og Nesjavallabæjar. Austurmörk lágviðnámssvæðisins eru í vestanverðum Nesjavalladal en þegar kemur að brekkunni fyrir enda dalsins sameinast það lágviðnámssvæðinu við austari gosreinina.

Gosvirkni minnkar verulega norðaustan við línu milli Hagavíkur og Jórugils, en þar verða hallandi siggengi allsráðandi. Kvikuinnskot virðast ekki ná að ráði norður fyrir þessa línu en það bendir til að við hana séu nyrstu möguleg mörk jarðhitakerfisins. Skjálftamælingar benda til að þessi mörk séu mun sunnar.

Neðan lágviðnámsins á Nesjavallasvæði kemur fram hátt viðnám. Grynnt er á það syðst, en eftir því sem dýpra kemur teygir það sig til norðurs í vestanverðum Nesjavalladal. Nokkur rök hníga til þess að þetta háa viðnám merki að jarðhitakerfið sé á suðumarki.

Þyngdarmælingar sýna að yfir móbergsfyllingu sigdældarinnar norðan Hengils er þyngdarlægð. Innan hennar eru staðbundnar þyngdarhæðir sem falla að mestu saman við þau svæði þar sem gosvirkni hefur verið eftir lok ísaldar. Líkanreikningar benda til þess að þar sé um að ræða innskot og ganga í móbergsfyllingunni. Samanburður á útbreiðslu lágviðnámsins og þessara innskota bendir til að þau stjórni útbreiðslu jarðhitans í móbergsfyllingunni.

Könnun á skjálftavirkni á Hengilssvæði leiddi í ljós að töluverð skjálftavirkni er á jarðhitasvæðinu við Nesjavelli. Skjálftarnir röðuðu sér í grófum dráttum á línu með stefnu sprungustykkisins eftir vestanverðum Nesjavalladal og undir Kýrdalshrygg. Virknin takmarkaðist í suðri við brekkubrúnina fyrir enda dalsins og náði norður undir Þjóðveg. Brotlausnir benda til þess að auk sniðgengisskjálfta sé um að ræða rifnarskjálfta samfara vatnskælingu heits bergs og innskota. Skjálftarnir falla nokkurn veginn saman við gosreinina eftir og meðfram Kýrdalshrygg, þar sem vænta má innskota djúpt í jörð. Þeir eru einnig innan og í norðurframhaldi lágviðnámsrennunar í vestanverðum Nesjavalladal og undir Kýrdalshrygg. Þetta bendir til þess að um sé að ræða varmanám úr innskotum undir gosreininni. Geysihár hiti og þrýstingur í holu NJ-11 neðan 2000 m dýpis styður þessa tilgátu.

Sé þetta rétt þá er uppstreymi í jarðhitakerfinu undir Kýrdalshrygg en ekki eingöngu um að ræða streymi jarðhitavökva sunnan úr Hengli eins og gert hefur verið ráð fyrir í líkönum allt þar til hola NJ-11 var boruð.

Vestur- og norðurmörk lágviðnámssvæðisins eru skörp og breytast lítið með dýpi þegar komið er niður fyrir sjávarmál, eins djúpt og mælingar skynja. Austurmörkin færast hins vegar til austurs með vaxandi dýpi og 500 m neðan sjávarmáls er nokkuð lágt viðnám eins langt til austurs og mælingar skynja. Þetta gæti bent til þess að afrennsli af jarðhitakerfinu sé til austurs og að kalt grunnvatn leiti á úr norðri og vestri. Núverandi ás mesta sigs er vestan við Háhrygg og þar hefur brotavirkni verið mest á nútíma þ.e. þar má búast við að kalt grunnvatn eigi greiða leið niður í jarðlögin. Þyngdarmælingar gefa til kynna að innskot og gangar séu í móbergsfyllingu sigdalsins austan við Háhrygg. Ef til vill hamla þau rennsli kalds grunnvatns til austurs nema í Kýrdal umhverfis holu NJ-12 en þar virðist minna um innskot.

Ástæða þess að lágviðnámsrennan meðfram og undir Kýrdalshrygg nær ekki eins langt til norðurs og skjálftavirknin gæti verið sú að dýpra sé á innskotin þar norðurfrá og jarðhitinn hafi ekki enn náð upp á það dýpi sem mælingar skynja eða, sem ef til vill er líkleggra, að honum sé þar haldið niðri af köldu grunnvatnsstreymi úr norðri.

Endurteknar fallmælingar á áður mældum línun sýndu ekki marktækar hæðarbreytingar á Nesjavallasvæði milli áráanna 1984 og 1985.

## HEIMILDIR

Árni Hjartarson, 1980: Síðkvarteri jarðlagastaflinn í Reykjavík og nágrenni. Náttúrufræðingurinn 50, 108-117.

Ásgrímur Guðmundsson og Hilmar Sigvaldason, 1986: Nesjavellir, hola NG-10; jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-86020/JHD-04, í útgáfu.

Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson og Valgarður Stefánsson, 1984: Yfirborðsrannsóknir á Nesjavöllum. Orkustofnun, greinargerð AB-KS-VS/84-04, 4 s.

Axel Björnsson, Kristján Sæmundsson, Knútur Árnason, Grímur Björnsson, Gylfi Páll Hersir og Gunnar V. Johnsen, 1985: Nesjavellir-yfirborðsrannsóknir. 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.
- Fisher, R.V. og H.-U. Schmincke, 1984: Pyroclastic rocks. 472 bls. Springer.
- Foulger, Gillian R., 1984: Seismological studies at the Hengill geothermal area SW-Iceland, PhD-ritgerð. Durham University, 313 s.
- Guðmundur Kjartansson, 1958: Jarðmyndanir í Holtum og nágrenni. Museum Nat. History (Náttúrugripasafnið), Miscellaneous Papers 20, 23 s.
- Gunnar Þorbergsson, Ingvar Þór Magnússon, Ásgeir Gunnarsson, Gunnar V. Johnsen og Axel Björnsson, 1984: Landmælingar og þyngdarmælingar á Hengilssvæði 1982 og 1983. Orkustofnun, OS-84003/VOD-03 B, 58 s.
- Gylfi Páll Hersir, Grímur Björnsson og Axel Björnsson, 1986: Hengill; jarðeðlisfræðileg könnun. Orkustofnun, OS-86015/JHD-03.
- Haraldur Sigurðsson og B. Loebner, 1981: Deep-sea record of cenozoic explosive volcanism in the North Atlantic. Self, S og R.S.J. Sparks ed. Tephra Studies s. 289-316. Reidel.
- 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.
- Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason, 1985a: Nesjavellir, hola NG-7; jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85124/JHD-18, 80 s.
- Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason, 1985b: Nesjavellir, hola NG-8; jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85120/JHD-16, 33 s.
- Hjalti Franzson og Hilmar Sigvaldason, 1985c: Nesjavellir, hola NG-9; jarðlög, ummyndun, mælingar og vatnsæðar. Orkustofnun, OS-85123/JHD-17, 38 s.
- Ingvar Birgir Friðleifsson, 1977: Distribution of large basaltic intrusions in the Icelandic crust and the nature of the layer 2-layer 3 boundary. Geol. Soc. Am. Bull. 88, 1689-1693.

- Johnsen, S.J. o.fl., 1972: Oxygen isotope profiles through the Antarctic and Greenland ice sheets. *Nature* 235, 429-434.
- Jón Jónsson, 1975: Nokkrar aldursákvarðanir. *Náttúrufræðingurinn* 45, 27-30.
- Jón Jónsson, 1977: Reykjafellsgígir og Skarðsmýrarhraun á Hellið. *Náttúrufræðingurinn* 47, 17-26.
- Knútur Árnason, Gylfi Páll Hersir, Kristján Sæmundsson og Snorri Páll Snorrason, 1985: Yfirborðsrannsóknir við Nesjavelli sumarið 1985, III. Orkustofnun, greinargerð KÁ/GPH/KS/SPS-85/04, 13 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 rannsóknnum árið 1986. Orkustofnun, OS-85088/JHD-47 B, 52 s.
- Knútur Árnason, Gunnar V. Johnsen, Gunnar Þorbergsson, Gylfi Páll Hersir og Lúðvík S. Georgsson, 1986: Nesjavellir; jarðfræði- og jarðeðlisfræðileg könnun 1985; mæligögn. Orkustofnun, OS-86017/JHD-06 B, 51 s.
- Kristján Sæmundsson, 1962: Das Alter der Nesja-Lava (SW-Island). *Neues Jahrbuch Geol. Paleontol Monatsh.* 12, 650.
- Kristján Sæmundsson, 1967: Geologie des Hengill-Gebietes. *Acta Naturalia Islandica* 2, no 7, 105 s.
- Kristján Sæmundsson, 1979: Outline of the geology of Iceland. *Jökull* 29, bls. 7-28.
- Kristján Sæmundsson, 1981: Vatnasvið Elliðaánna, jarðfræði. Í Jón G. Óskarsson o.fl. *Vatnsból Reykjavíkur og vatnasvið Elliðaánna. Skýrsla vatnsbólnefndar* I. bls. 42-56. Vatnsveita Reykjavíkur.
- Kristján Sæmundsson og Ingvar Birgir Friðleifsson, 1980: Jarðhiti og Jarðhitarannsóknir. *Náttúrufræðingurinn* 50, bls. 157-188.
- Larius, C. o.fl., 1985: A 150.000 years climatic record from Antarctic ice. *Nature* 316, bls. 591-596.
- Longman, I.M., 1959: Formulas for computing the tidal acceleration due to the moon and the sun. *Journal of Geophysical Research*, 64, 2351-2355.

Moritz, H., 1980: Geodetic reference system 1980. Bulletin Géodésique, 54 no3, 395-405.

Olhoeft, G.R., 1985: Electrical properties of rocks and minerals. Short course notes.

Ragna Karlsdóttir, Gunnar V. Johnsen, Axel Björnsson, Ómar Sigurðsson og Egill Hauksson, 1978. Jarðhitasvæðið við Kröflu. Áfangaskýrsla um jarðeðlisfræðilegar rannsóknir 1976-1978. Orkustofnun OS JHD 7847.

Shackleton, N.J. o.fl., 1983: Carbon isotope data in core V 19-30 confirm reduced carbon dioxide concentration in the ice age atmosphere. Nature 306, bls. 319-322.

Sigurður Þórarinnsson, 1971: Aldur ljósu gjóskulaganna úr Heklu samkvæmt leiðréttu geislakolstímatali. Náttúrufræðingurinn 41, 99-105.

Svanur Pálsson, 1972: Mælingar á eðlisþyngd og poruhluta bergs. Orkustofnun.

Trausti Einarsson, 1951: Yfirlit yfir jarðfræði Hengilssvæðisins. Tímarit V.F.Í., 37, 49-60.

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.

Vatnaskil, 1985: Nesjavellir Grunnvatnsrannsóknir sumarið 1985. Skýrsla. 18 bls og 4 myndir.

Wolf, H., 1978: Hypothesentests bei gruppenweiser Ausgleichung, eine Erweiterung der linearen Test-Theorie. Zeitschrift für Vermessungsvesen, 103 no 10: 461-469.

Þorleifur Einarsson, 1960: Geologie von Helligheiði. Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, 5. 55 s.

Þorleifur Einarsson, 1961: Pollenanalytische Untersuchungen zur spät-und postglazialen Klimageschichte Islands. Sonderveröff. Geol. Inst. Univ. Köln, 6, 52 s.

Þorleifur Einarsson, 1978: Jarðfræði, Mál og Menning, 254 s.

## ENGLISH SUMMARY

During the summer of 1985 an extensive geological and geophysical survey of the geothermal field at Nesjavellir was conducted. The surface geothermal manifestations are closely associated with intrusions and the youngest volcanism. North of Mt. Hengill three individual volcanic zones of different age and activity may be detected. Geothermal activity is not apparent in the oldest volcanic zone at Háhryggur, but is clearly seen in the two younger zones on both sides of the Nesjavellir valley.

Resistivity measurements show that the geothermal activity stretches much further to the north under the western volcanic zone below Kýrdalshryggur than it does under the eastern one. The measurements show that the western boundary of the geothermal field is under the eastern part of Háhryggur, except around well NJ-12 in Kýrdalur, where high resistivity stretches further east under Kýrdalshryggur. The northern boundary is under Kýrdalshryggur between well NJ-16 and the Nesjavellir farm. High resistivity is detected under low resistivity, mainly in the southern part of the field. This is believed to mean that the field is at boiling point.

Gravity measurements indicate intrusions in the hyaloclastite-filled graben under the volcanic zones. These intrusions control the flow in the geothermal field.

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

Repeated levelling in the area has not revealed any significant elevation changes caused by the withdrawal of geothermal fluids.

VIÐAUKI:

Tvívíð viðnámslíkön ásamt lýsingu

## Lýsing viðnámslíkana

Staðsetning mællína er sýnd á mynd 3.2. Þrjár línur eru samsíða sprungustykkinu, lína II, III og VII og fjórar þvert á það, lína I, IV, V og VI. Lína VII var einungis mæld með Schlumbergermælingum og lína V og VI voru einungis viðnámsniðsmældar. Aðrar mællínur voru mældar með báðum aðferðum. Niðurstöður tvívíðrar túlkunar mællína eru birtar á myndum V.1 til V.7. Þar kemur fram lega Schlumbergermælinga í líkaninu en sá hluti línunnar sem viðnámsniðsmælingar náðu yfir er merktur með láréttum örvum.

Efst í öllum líkönum er yfirborðslag með háu viðnámi (um og yfir 1000 ohmm). Þar er um að ræða lítt ummyndað gosberg. Í öllum líkönum kemur fram lag með lágu viðnámi (lægra en 5 ohmm) og er hátt viðnám neðan þess í öllum tilfellum, nema í línu V og VI enda dýptarskynjun þeirra lítil. Dýptarskynjun mællína er nokkuð mismunandi og eins getur hún verið breytileg innan hverrar línu fyrir sig. Dýptarskynjun er bæði háð straumarmslengd mælinga og eins viðnámsgerð jarðar. Ef hátt viðnám er neðan lags með lágu viðnámi þá sjá mælingar yfirleitt ekki hvað er neðan háviðnámsins. Því er lítið vitað um þykkt þess og eins er tölulegt gildi háviðnámsins oft illa ákvarðað.

Hér verður gerð grein fyrir hverju líkani fyrir sig. Fyrst verður fjallað um þær línur sem eru þvert á ríkjandi sprungustefnu og síðan þær sem eru samsíða henni.

Línur I, IV, V og VI eru þvert á sprungustykkið. Mikið fjalllendi einkennir línurnar, enda liggja þær þvert á þrjá hryggi, Háhrygg, Kýrdalshrygg og Stangarháls. Um miðbik línanna kemur fram lágt viðnám (lægra en 5 ohmm). Útbreiðsla þess er mun minni í nyrðri línunum en í þeirri syðstu uppi á brekkubrún. Neðan lága viðnámsins er hátt viðnám.

Lína I nær frá Skeggjadal, yfir Háhrygg og Kýrdal, Nesja- og Köldulaugagil, uppá Stangarháls og að Hvanngili (mynd V.1). Vesturmörk lága viðnámsins eru í vestanverðum Kýrdal, en þar snarhækkar viðnám til vesturs. Grynnt er á lága viðnámið frá austurbrún Kýrdalshryggs að vesturbrún Stangarháls. Þar er það á u.þ.b. 100 m dýpi, eða um 200 m ofan sjávarmáls. Dýpi á lága viðnámið vex svo til austurs frá Stangarhálsi og rétt austan við Hvanngil er það komið niður á 600 m dýpi undir sjávarmáli. Hátt viðnám er undir lága viðnáminu frá Stangarhálsi og vestur fyrir Kýrdal og er yfirborð þess á tæplega 400 m dýpi undir sjávarmáli. Það nær þó upp á 100 m dýpi undir sjávarmáli milli Stangarháls og Nesjalaugagils. Þar fyrir ofan er viðnám lægst á Nesjavallasvæði.

Síðar hefur komið í ljós að lína I var staðsett nokkuð óheppilega. Miklar breytingar verða í áætluðum berghita og þyngdargildum þvert á hana (sjá kafla 3.5). Viðnámsdreifing er því mjög þrívíð á þessum slóðum, einkum á það við um svæðið frá Stangarhálsi að Nesjalaugagili. Viðnámslíkanið er því vafalaust eitthvað brenglað á þeim slóðum. Vegna mikils fjalllendis var þó nær ógerlegt að hnika línunni til.

Þegar kemur austur undir Hrómundartind lækkar viðnámið aftur og fer niður fyrir 5 ohmm. Þetta er í austurmörkum líkansins og alllangt austan við austustu mælimiðju. Tilvist þessa lága viðnáms verður því að teljast nokkuð óviss. Með framlengingu línunnar til austurs sumarið 1986 ætti að fást úr því skorið.

Lína IV nær frá Háhrygg, yfir Kýrdalshrygg, þvert yfir Nesjavalladal, upp á Stangarháls og að Hagavíkurvöllum (mynd V.2). Vesturmörk lága viðnámsins eru undir Kýrdalshrygg við rætur Háhryggs en austurmörkin liggja um miðjan Nesjavalladal. Grynnt er á lága viðnámið á svæði frá Kýrdalshrygg og austur á móts við holu NG-5. Þar er lagið á rúmlega 300 m dýpi eða tæplega 200 m neðan sjávarmáls. Beggja vegna þessa svæðis dýpkar ört á lagið. Lága viðnámið myndar nokkurs konar kápu utan um herra viðnám undir sem nær upp á tæplega 400 m dýpi neðan sjávarmáls.

Undir austurrótum Kýrdalshryggs kemur fram svæði með afbrigðilega lágu viðnámi (2 ohmm). Þar er líklega um að ræða lárétt streymi inn í móberg, væntanlega úr vestri, undan Kýrdalshrygg.

Lína V og lína VI voru einungis viðnámsniðsmældar með tveimur straumörmum (250 m og 500 m) og sjá því grunnt, 200-300 m. Þær sjá einungis toppinn á lága viðnáminu, þ.e.a.s. dýpi niður á það ásamt ytrimörkum við sjávarmál. Línurnar ná frá Kýrdal og upp á Stangarháls. Lína V er milli línu I og línu IV (mynd V.3) og er líkan hennar nokkurs konar meðaltal af líkönum þeirra. Lína VI er milli línu IV og holu NJ-16 (mynd V.4) og er líkan hennar svipað líkani línu V. Líta má á 2 ohmm lágviðnámsskrokkinn efst í línu IV og 3 ohmm skrokkinn frá Kýrdalshrygg austur að Nesjalaugagili í línu I sem svipað fyrirbrigði og lágviðnámsbeltið í línu V og línu VI. Efrimörk lágviðnámsbeltisins færast dýpra eftir því sem norðar dregur frá línu I til línu VI. Þá færast beltíð meir og meir til vesturs undir Kýrdalshrygg eftir því sem norðar dregur.

Þrjár línur eru samsíða sprungustykkinu. Landið hækkar jafnt og þétt til suðurs í átt að Hengli. Lágviðnámslag kemur fram í öllum líkönum ásamt útmörkum þess til norðurs. Hátt viðnám er neðan lága viðnámsins.

Lína III liggur eftir miðjum Nesjavalladal og nær frá austurbrún Hengils og norður að Þjóðvegi (mynd V.5). Lag með lágu viðnámi (minna en 5 ohmm) liggur frá Hengli til norðurs og er yfirborð þess í tæplega 300 m hæð yfir sjávarmáli. Móts við holu NG-9 dýpkar á lagið og er yfirborð þess við sjávarmál allt norður að brekkurótum. Viðnámið er afbrigðilega lágt á þessu svæði, um og undir 2 ohmm. Norðan við brekkubrún fer viðnám að hækka, fyrst tiltölulega lítið, eða í 8-15 ohmm, en móts við holu NJ-16 tekur við mun hærra viðnám. Neðan lágviðnámsins er hátt viðnám, sem nær frá Hengli og norður á móts við holu NJ-16. Þetta háviðnám er sérstaklega áberandi frá Hengli og norður að brekkurótum.

Athyglisvert er 50-100 ohmm viðnámslag sem liggur frá holu NG-5 og til norðurs. Það er rétt neðan við sjávarmál, um 100 m þykkt og hallar til norðurs. Móts við holu NJ-16 og áfram norður er hátt viðnám bæði ofan og neðan þess. Lagið bendir til lárétts streymis í móbergi.

Lína VII er eftir vestari hluta Nesjavalladals (mynd V.6). Í henni eru einungis fjórar Schlumbergermælingum. Illa gekk að túlka syðri hluta línunnar og er líkleg ástæða þrívíð áhrif sem koma fram um brekkubrúnina. Lágt viðnám teygir sig ofan frá brekkubrún og að holu NV-3. Neðan þess er hátt viðnám. Laga viðnámið er rétt undir yfirborði og nær niður á 400 m dýpi neðan sjávarmáls norður að brekkurótum. Þaðan og að holu NV-3 skýst háviðnámið upp á um 100 m dýpi neðan sjávarmáls. Frá holu NV-3 og að Nesjavallabæ er tiltölulega lágt viðnám (8-10 ohmm) neðan 200 m dýpis undir sjávarmáli. Þar fyrir norðan snar-dýpkar á það og við tekur enn hærra viðnám (80 ohmm).

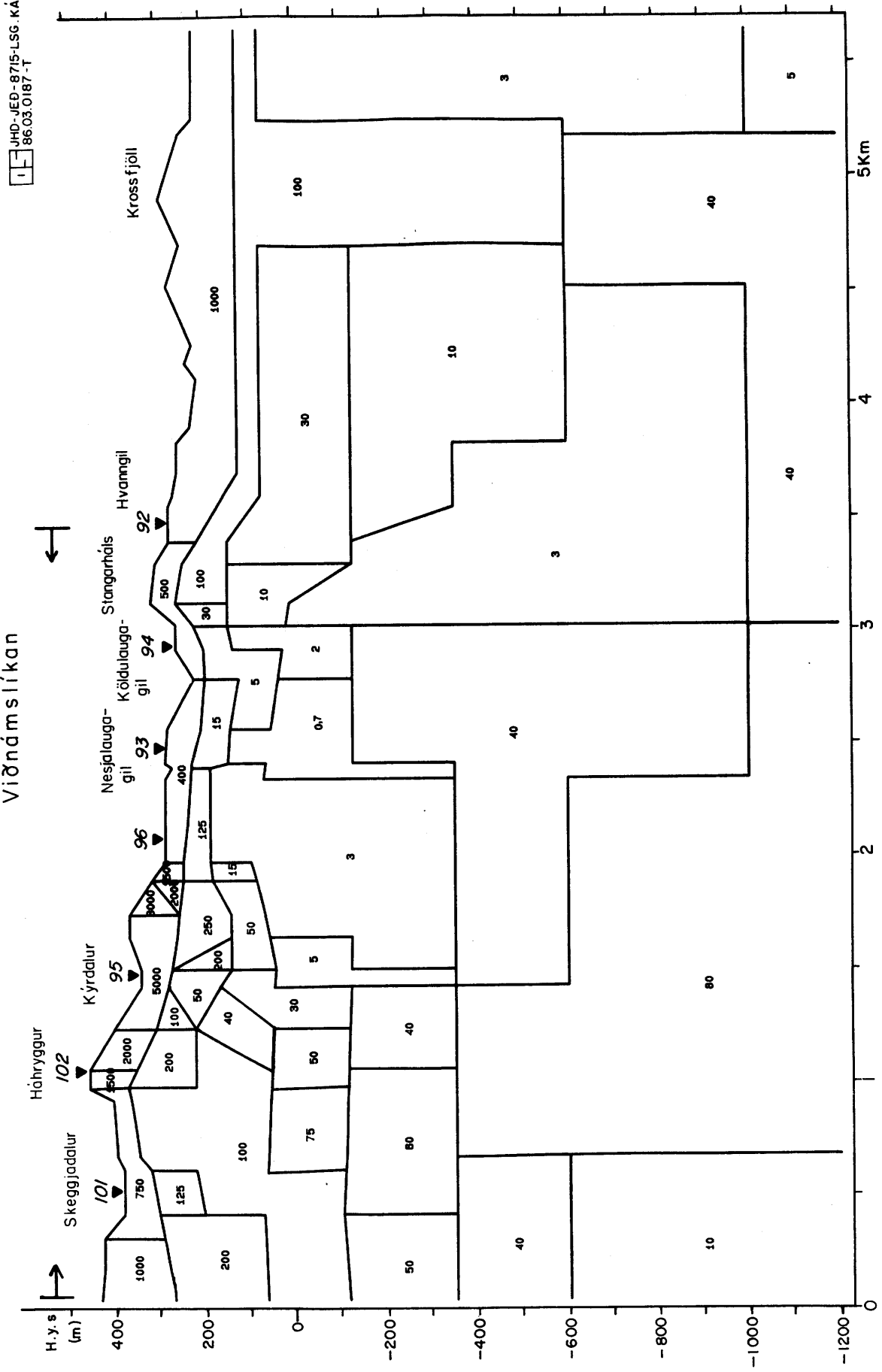
Lína II er eftir Kýrdalshrygg (mynd V.7). Í líkaninu koma fram tveir skrokkar með lágu viðnámi (5 ohmm). Annar er syðst í Kýrdal og hinn norðan við dalinn. Athyglisvert er að um miðjan dalinn í nágrenni holu NJ-12 er viðnám nokkuð hátt (10-40 ohmm). Undir Hengli sunnan við lágviðnámsskrokkinn innst í Kýrdal er viðnám tiltölulega lágt (10 ohmm). Norðan við nyrðri lágviðnámsskrokkinn er viðnám hins vegar tiltölulega hátt (50 ohmm). Hátt viðnám er neðan við lágviðnámið frá Hengli og norður að holu NJ-12.

Einvíð túlkun þessarar línu sýnir einungis lágviðnámssvæði í miðjum dalnum við holu NJ-12 (Knútur Árnason o.fl. 1985). Tvívíð túlkun línunnar gefur gagnstæða niðurstöðu. Á þessu sést að einvíð túlkun getur reynst varasöm.



# LÍNA I

## Viðnámslíkan



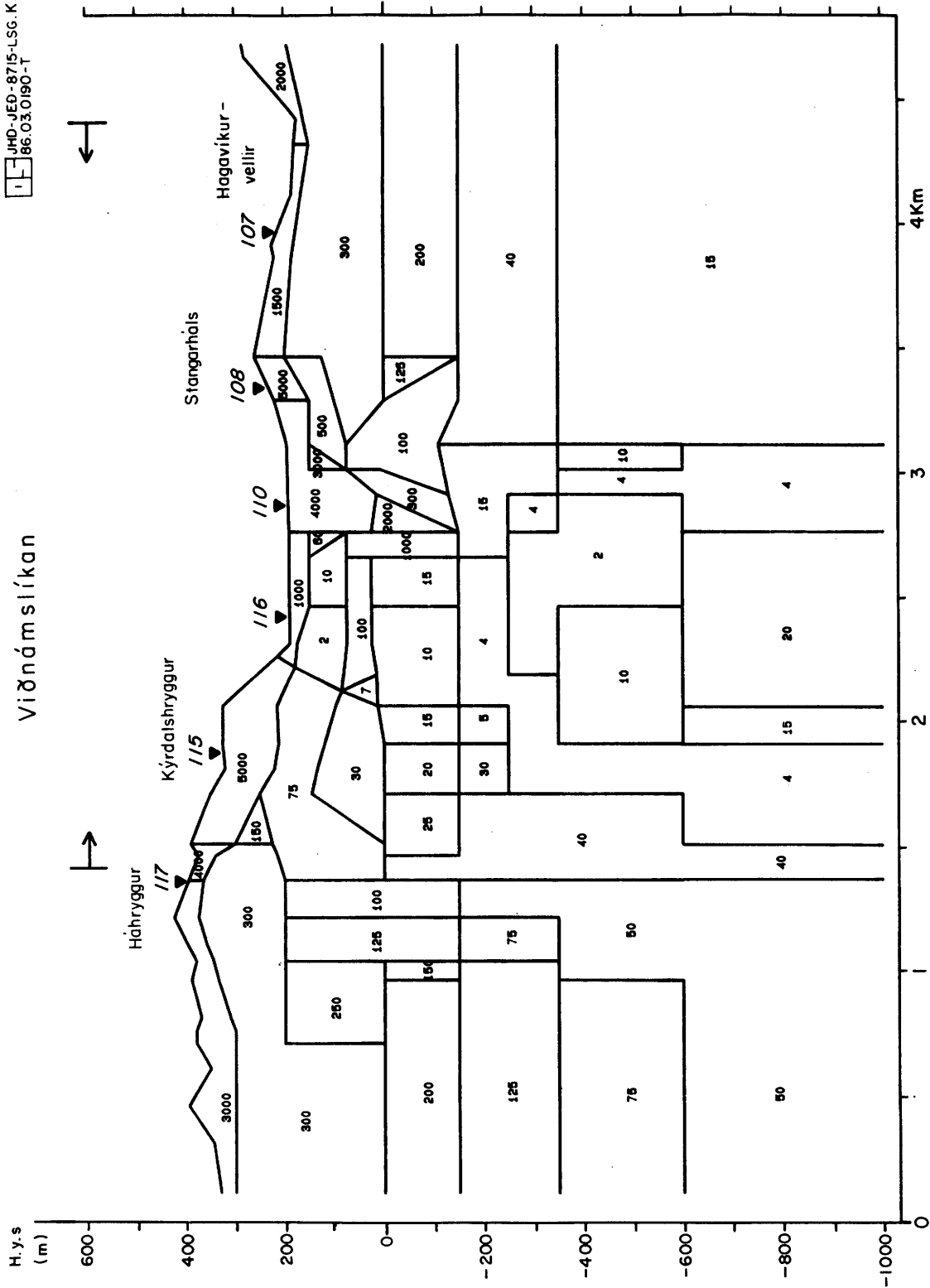
JHD-JED-8715-LSG-KÁ  
86.03.0187-T

Mynd V.I Lína I: Tvívítt viðnámslíkan

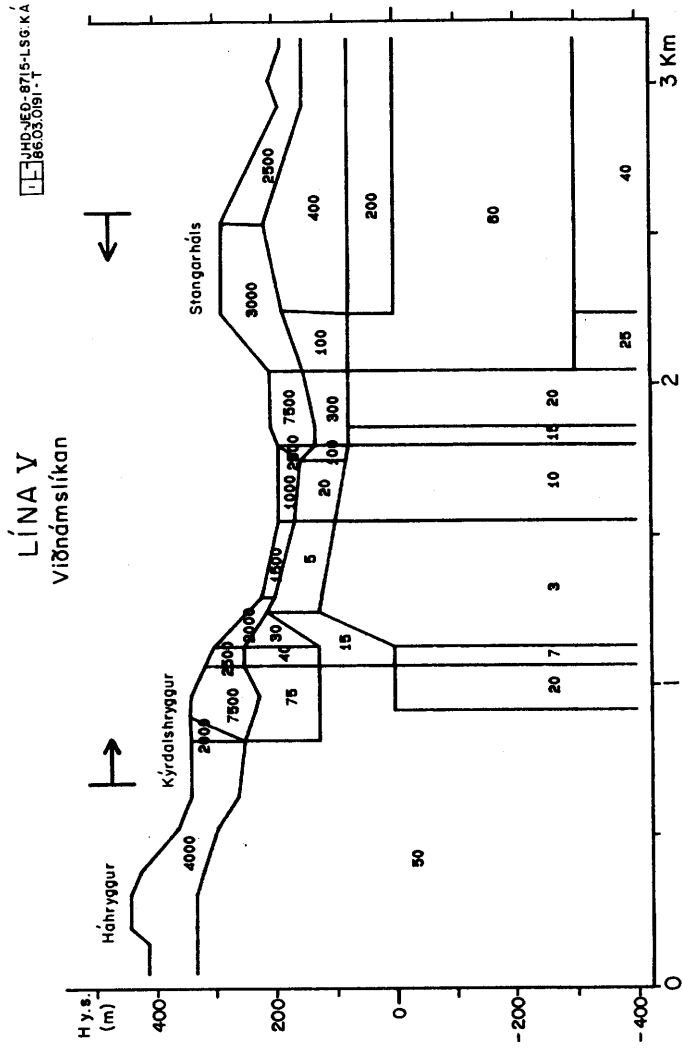
# LÍNA IV

## Viðnámslíkan

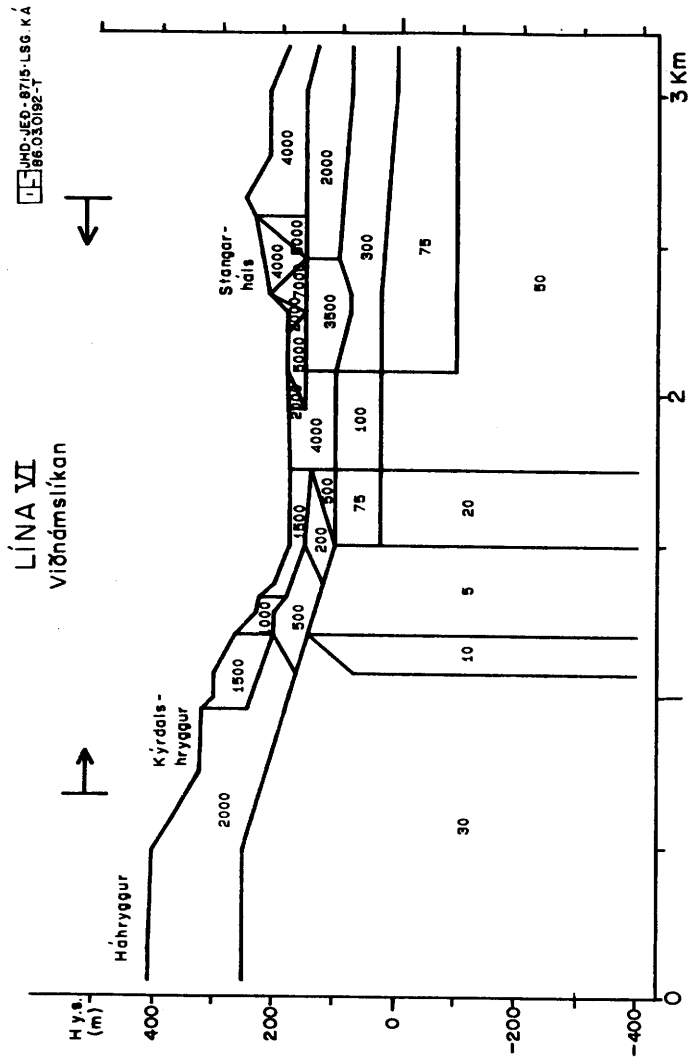
HD-1ED-87/5-LSG.KÁ.  
86.03.0190-1



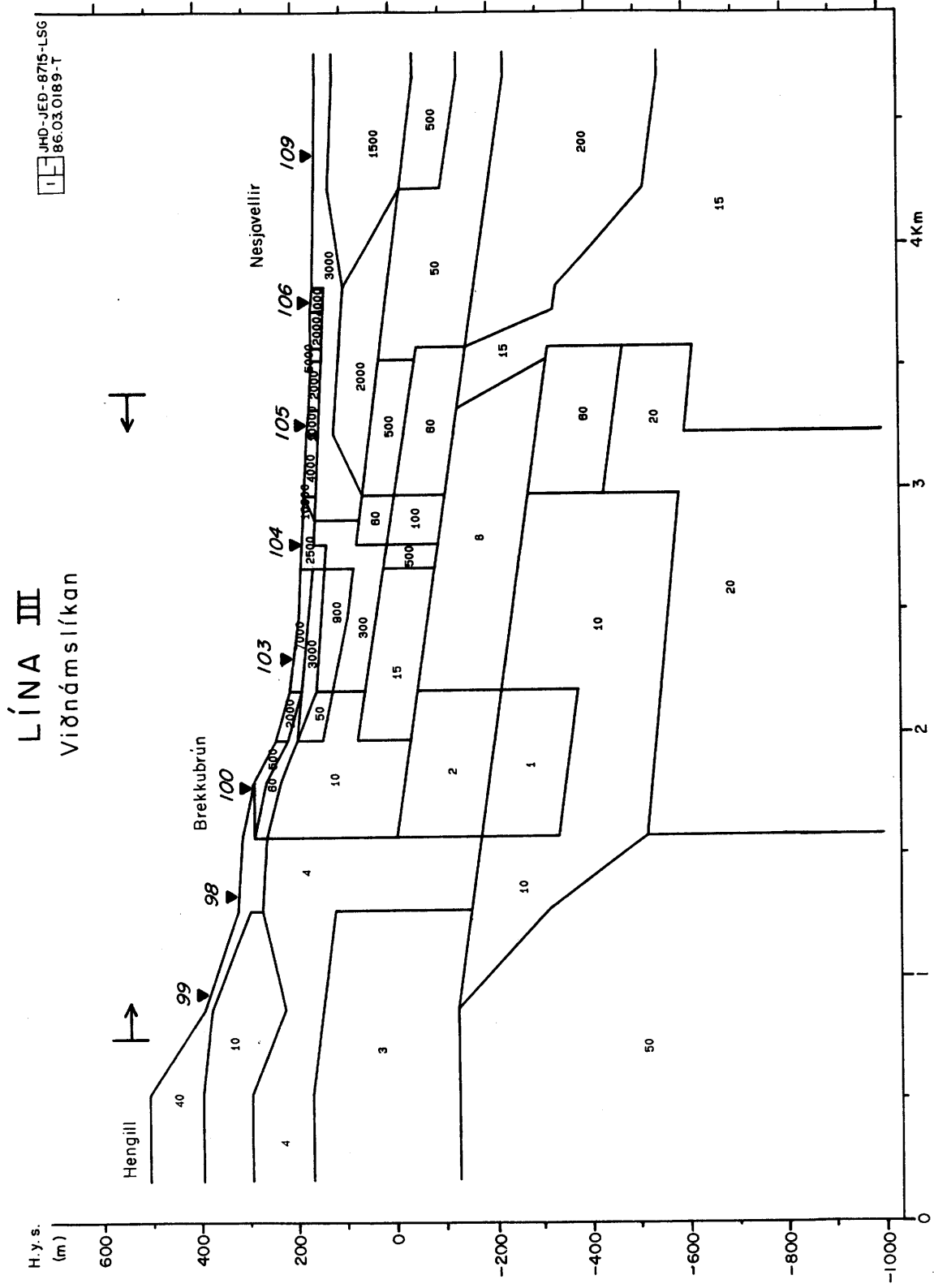
Mynd V.2 Lína IV: Tvívítt viðnámslíkan



Mynd V.3 Lína V: Tvínítt viðnámslíkan



Mynd V.4 Lína VI: Tvívítt viðnámslíkan



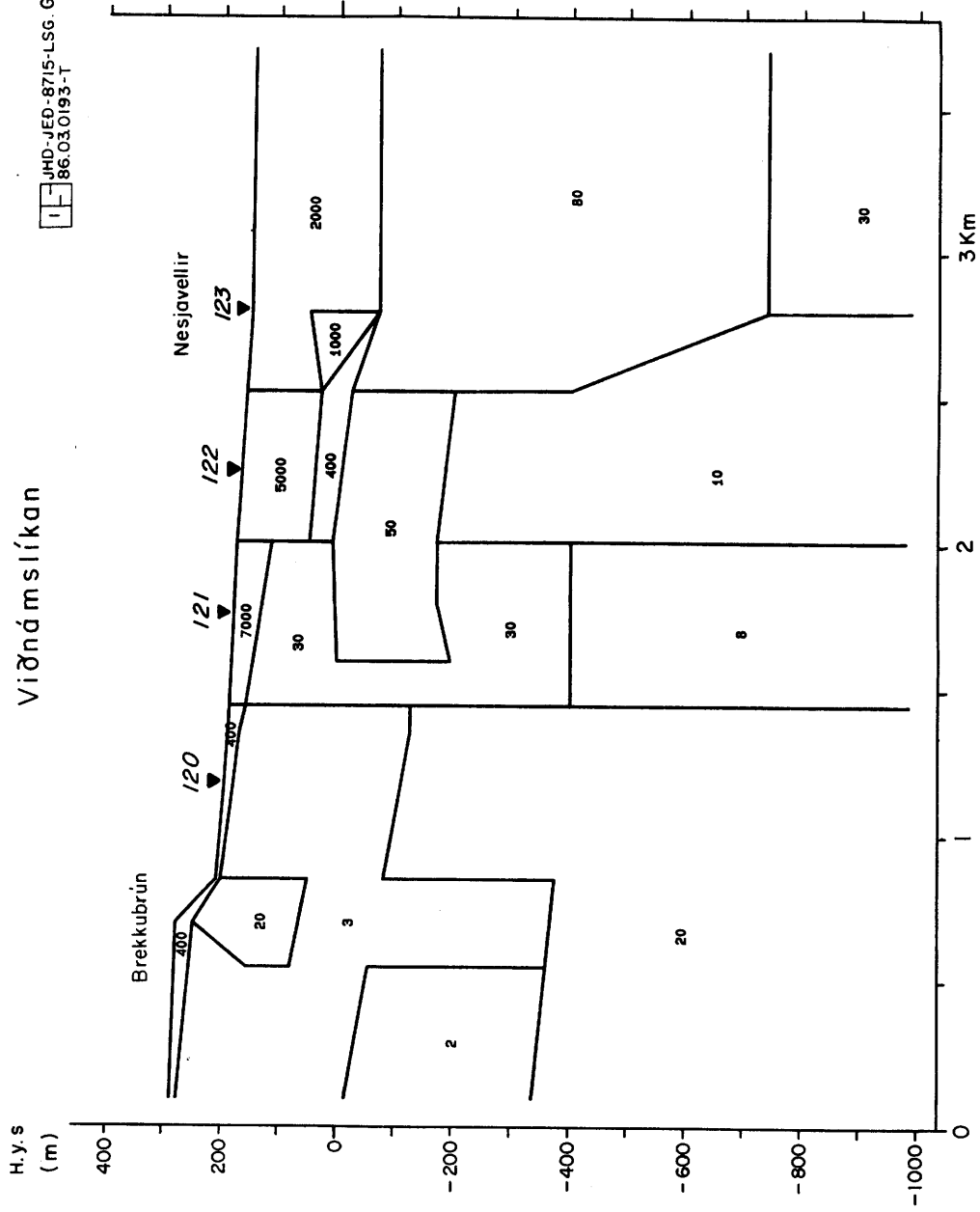
JHD-JED-8715-LSG  
86.03.0189-T

Mynd V.5 Lína III: Tvívítt viðnámslíkan

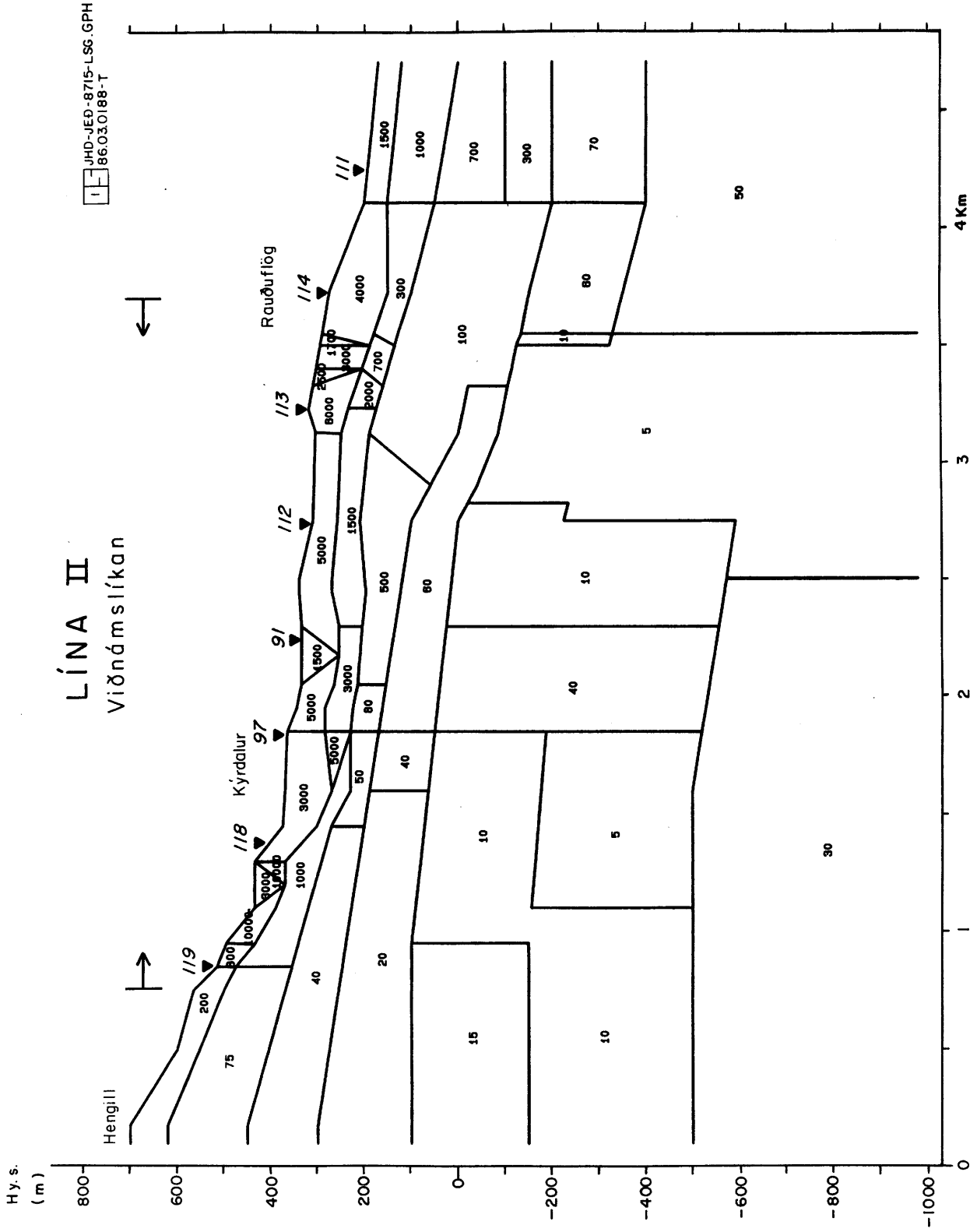
# LÍNA VII

Viðnámslíkan

JHD-JED-8715-LSG. GPH  
186.03.0193-T



Mynd V.6 Lína VII: Ivívitt viðnámslíkan

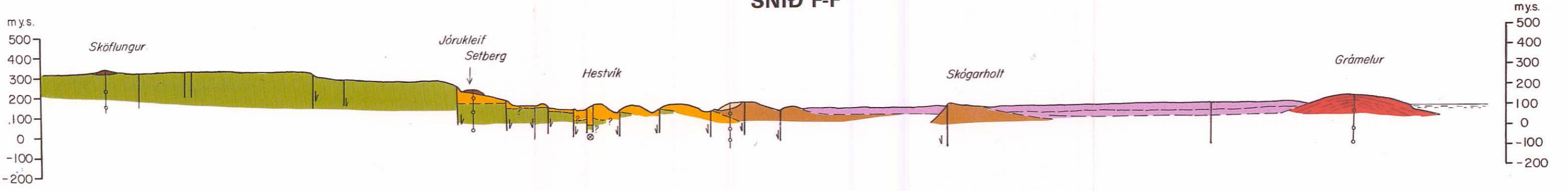


Mynd V.7 Lína II: Tvívítt viðnámslíkan

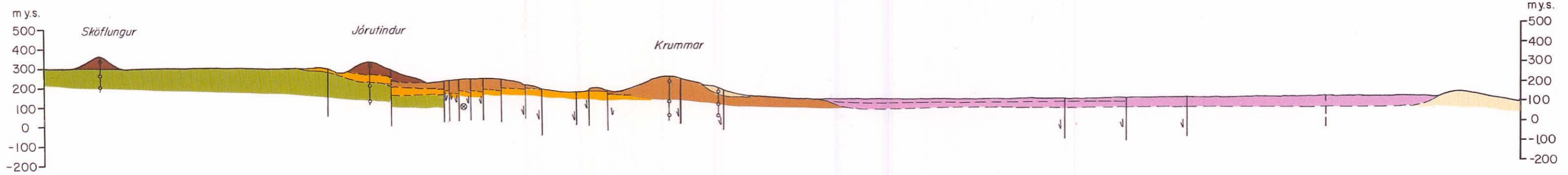
# HENGLAFJÖLL

## Jarðlagasnið

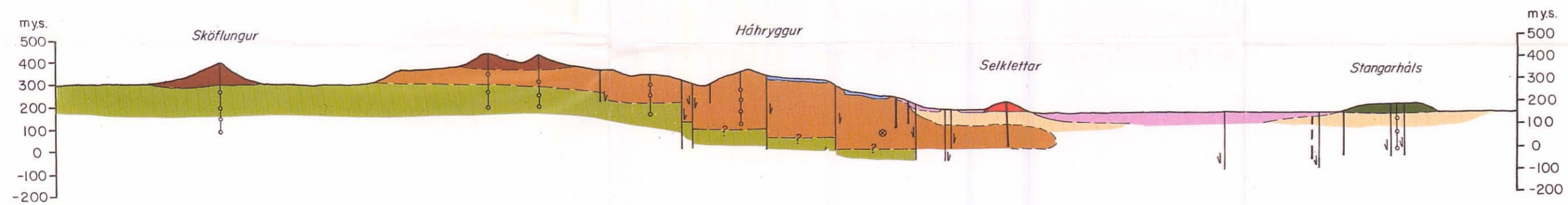
SNID F-F



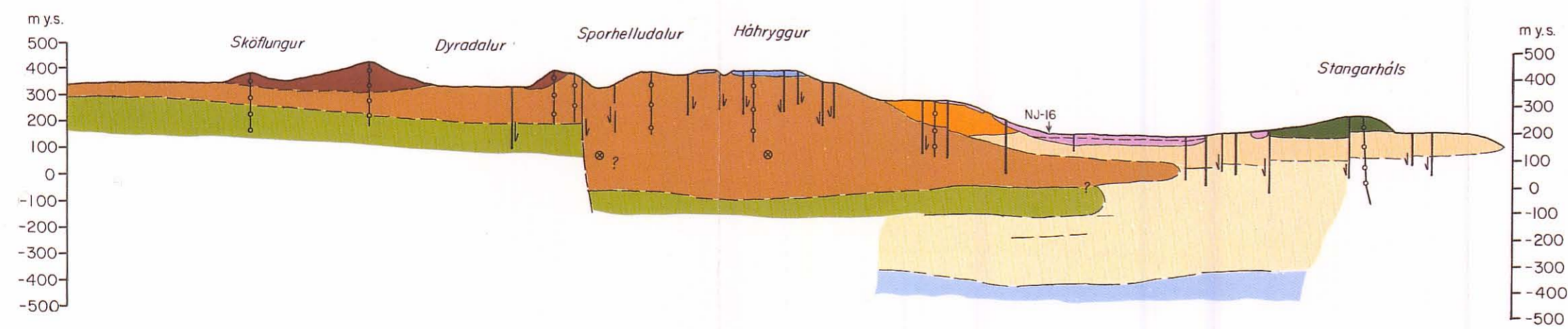
SNID E-E



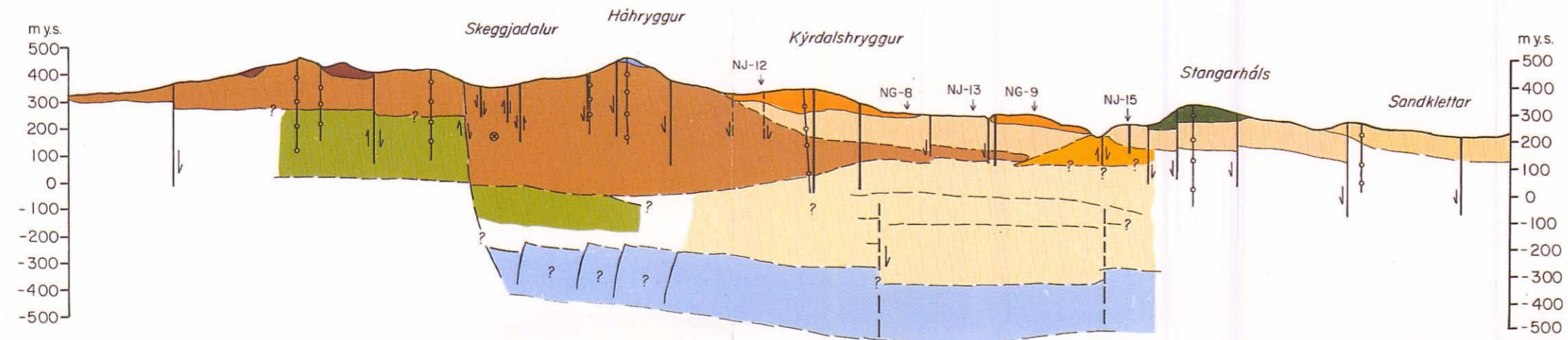
SNID D-D



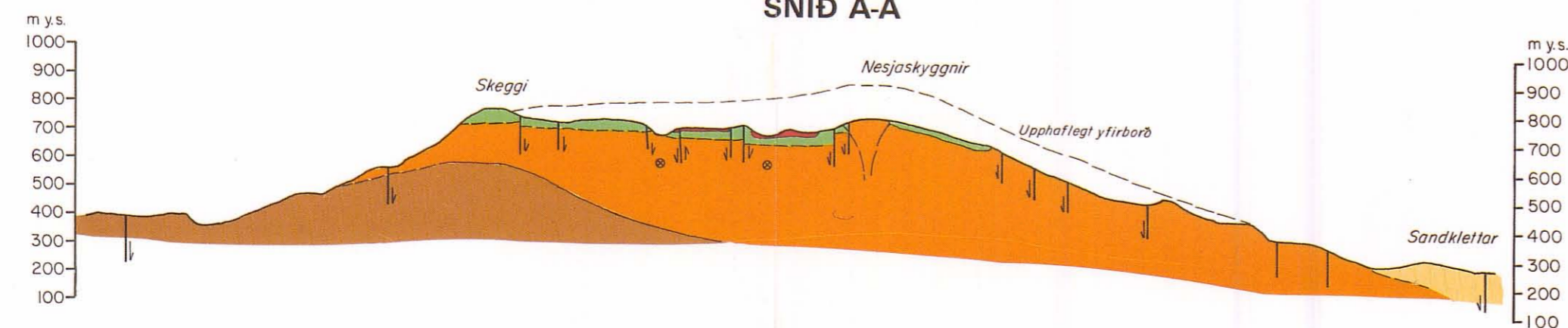
SNID C-C



SNID B-B

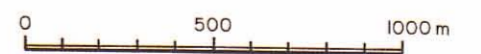


SNID A-A



SKÝRINGAR

- Nútímahraun
- Bitra — Sandklettar
- Dyráfjallamyndun
- Efri-Stangarhálsmyndun
- Hengilstúff
- Hengilsmyndun hraun/móberg
- Neðri-Stangarhálsmyndun
- Háhyggsmyndun hraun/móberg
- Nesjaskógsmyndun
- Grágríti frá síðasta hlýskeyði
- Móberg óskilgreint
- Basalt óskilgreint
- Gígar og gossprungur frá nútíma
- Gossprungur í móbergi
- Misgengi
- Ás mesta sigs





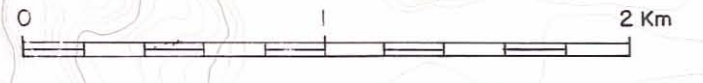
# VATNAFAR

## Hengils og Nesjavallasvæðis



**SKÝRINGAR :**

- Lind 1-10 °C tengd berggrunni
- " " " sprungu
- " " " lausum jarðlögum
- " 10-80 °C " berggrunni
- " " " sprungu
- NL-2 ⊕ Borhola NL-2
- Misgengi/sprungu
- Framhlaup
- 400 Jafnhæðalínur grunnvatns
- Snið A — A'
- Jarðhitamyndun á yfirborði



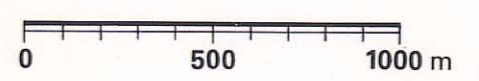
# HENGLAFJÖLL

## Jarðfræðikort



### SKÝRINGAR

- Nesjahraun
- Hagavíkurhraun
- Stangarhálskraun
- Þitra — Sandklettar
- Dyralfjallamyndun
- Efri-Stangarhálsmyndun
- Hengilstúff
- Hengilsmyndun hraun/móberg
- Neðri-Stangarhálsmyndun hraun/móberg
- Háhyggsmyndun hraun/móberg
- Nesjaskógsmyndun
- Grágrýti
- Setlög
- Sprungur og misgengi
- Framhlaup
- Gígar og gjall
- Gufusprengigígar
- Hrauntröð
- Gangur
- Strík og halli (Snörún)
- Fornir gígar
- Jarðhiti á yfirborði
- Laus setlög
- Þversnið



JHD-JK-8715-SPS/KS  
86.05. 0384-Gyða