



Veðurstofa Íslands Greinargerð

Kristján Ágústsson

**Stefnur og strik í landslagi á Hellisheiði
og í Hengli**

**VÍ-G98037-JA05
Reykjavík
September 1998**

EFNISYFIRLIT

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INNGANGUR | 3 |
| 2 | KORTAGRUNNUR OG HUGBÚNAÐUR VIÐ VINNSLU | 3 |
| 3 | JARÐSKJÁLFTAVIRKNI Í JÚNÍ 1998 | 5 |
| 4 | LANDSLAG | 5 |
| 5 | SPENNUSVIÐ | 8 |
| 6 | SAMANBURÐUR VIÐ AÐRAR MÆLINGAR | 11 |
| 7 | LOKAORÐ | 12 |
| 8 | HEIMILDIR | 12 |

1 INNGANGUR

Víða á Reykjanesskaga má finna norðlægar og norðvestlægar sprungur og línur í landslagi sem skera algengustu stefnu nútíma gossprungna, móbergshryggja og siggengja sem er NA–SV. Til dæmis eru N–S sprungur í Fagradalsfjalli og víðar (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1989). Þá hafa slíkar sprungur verið kortlagðar með nútíma staðsetningartækni (m.a. GPS) í seinni tíð (Pálmi Erlendsson 1996; Vigfús Eyjólfsson 1998). Á Hellisheiði og í Hengli eru allmargar norðlægar jarðskjálftasprungur þekktar og kortlagðar (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1989; Kristján Sæmundsson 1995a). Í seinni tíð hafa virkar jarðskjálftasprungur enn fremur verið kortlagðar með afstæðum staðsetningum jarðskjálfta (Sigurður Rögnvaldsson o.fl. 1998).

Þegar unnið er með stafræn kort er unnt að draga fram einkenni landslags sem ekki eru alltaf augljós þegar hefðbundin kort eru skoðuð. Unnt er að stýra lýsingu korts þar sem hægt er að ákveða hæð og stöðu sólar sem og styrk hennar. Þá er kvörðun lita eða gráma mikilvæg og sömuleiðis hvaða aðferðum er beitt við útreikninga á hæðarnetum.

Á Hellisheiði og í Hengli koma fram margar einkar skýrar stefnur í landslagi þegar skoðuð eru stafræn kort þar sem þessum brögðum hefur verið beitt. Dreifing stefnanna er ekki tilviljunarkennd heldur greinast þær í skýrt afmarkaða flokka. Þessar stefnur má einnig sjá í fínni dráttum eins og smágiljum og einstökum misgengjum (Kristján Sæmundsson 1995a) sem eru of lítil til að sjást á þeim kortum sem fjallað er um hér. Þetta hvort tveggja styður það að þessi stóru form séu af tektónískum uppruna þó svo að rjúfandi öfl hafi farið um þau höndum og mótað þau að hluta og í sumum tilvikum skerpt þau. Hugsanlegt er einnig að tilviljanir geti í stöku tilvikum ráðið þessu en það getur ekki verið algengt.

Í þessari greinargerð er fyrst og fremst lýsing á landslagi í Hengli og á Hellisheiði, hugleiðingar um það og hvaða ályktanir er unnt að draga af því. Greinargerðin er fyrsti áfangi í verkefni þar sem verið er að athuga og þróa aðferðir við greiningu, jafnframt því sem verið er að skoða fleiri svæði.

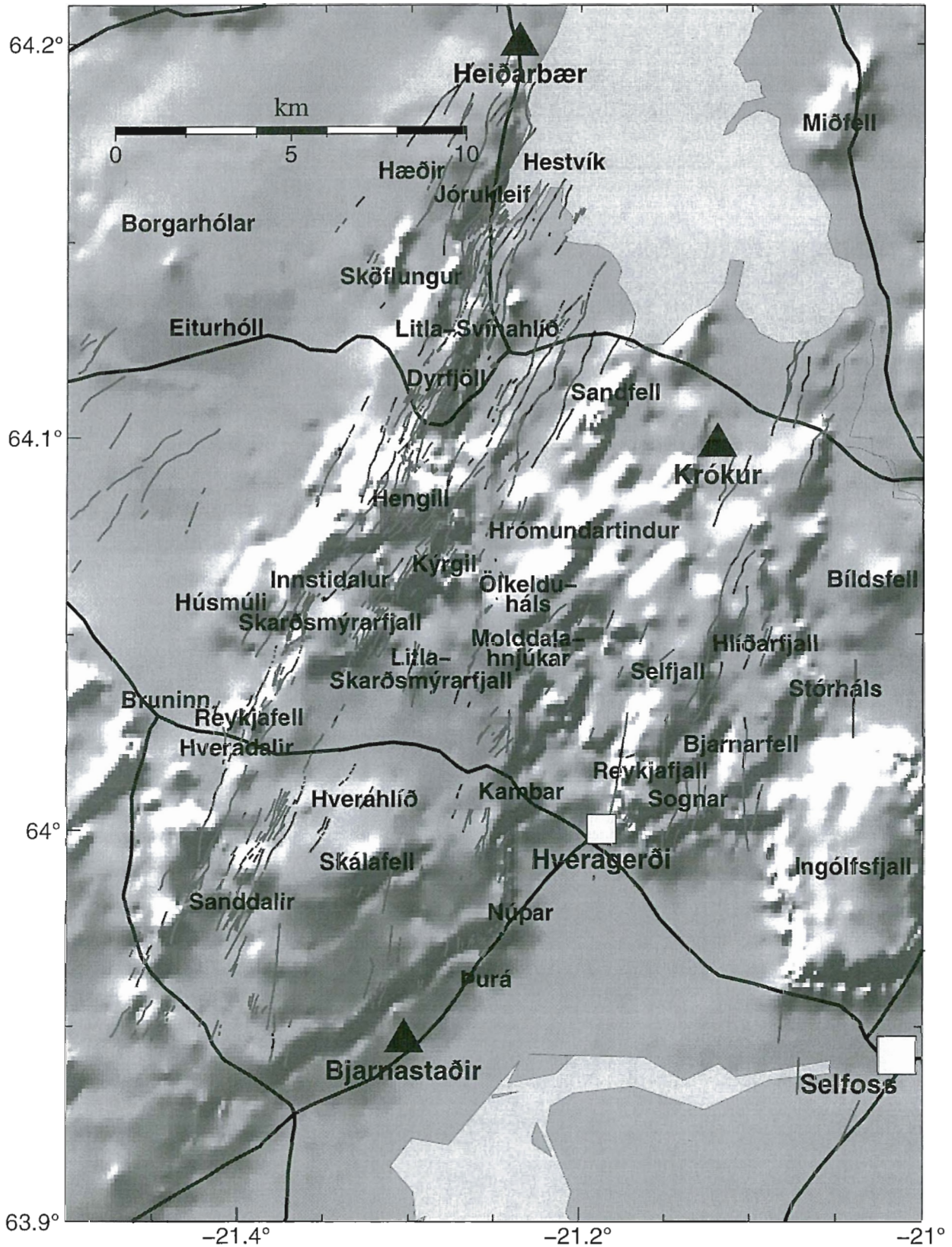
2 KORTAGRUNNUR OG HUGBÚNAÐUR VIÐ VINNSLU

Svæðið sem einkum er fjallað um hér nær frá Brunanum í Svínahrauni í vestri og austur fyrir Ingólfsfjall og frá Ölfusárósum í suðri og norður undir Heiðarbæ í Þingvallasveit (mynd 1).

Við alla vinnslu á kortum er notaður GMT hugbúnaður (Wessel og Smith 1991). Hnitúð hæðargögn eru frá Norrænu eldfjallastöðinni, Orkustofnun og National Geophysical Data Center í Bandaríkjunum. Hver leggur í möskvum hins reiknaða hæðarnets er um 100 m langur (100 punktar/km²). Hnit vega eru frá Landmælingum Íslands og vatna og áa frá Sigfúsi Johnsen, Raunvísindastofnun Háskólans. Sprungur eru lesnar af jarðfræðikorti Náttúrufræðistofnunar (Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1989) og einnig eru fengin hnitúð gögn frá Orkustofnun (Kristján Sæmundsson 1995a). Önnur gögn sem fjallað er um eins og þyngdarkort og segulkort hafa verið birt í skýrslum Orkustofnunar (Gylfi P. Hersir o.fl. 1990).

Forvinna í sambandi við kortin svo sem útreikningur á hæðarnetum og fleira er unnin af Gunnari Guðmundssyni, Veðurstofu Íslands.

Stærð þeirra drátta eða forma sem verið er að skoða hér og dreifing hæðarpunkta er slík að útilokað er að þau séu afleiðing af vinnslunni (*e. aliasing*). Landslagið sem fram kemur er í raun lágtíðniþáttur hins raunverulega landslags (háar tíðnir eru síðar burt).



Mynd 1. Svæðið sem fjallað er um og helstu örnefni. Svartir þríhyrningar sýna jarðskjálftamæla Veðurstofunnar. Vegir eru dregnir með sverum línunum og sprungur með grennri gráleitum línunum.

3 JARÐSKJÁLFTAVIRKNI Í JÚNÍ 1998

Mynd 2 sýnir staðsetningar jarðskjálfta sem SIL kerfið nam í júní 1998, en SIL kerfið er jarðskjálftamælanet Veðurstofunnar (Reynir Böðvarsson o.fl. 1996). Allmarga atburði vantar enn þar sem úrvinnslu er ekki alveg lokið.

Stærstu skjálftarnir urðu 4. júní 1998 og áttu upptök sín sunnan til í Litla-Skarðsmýrarfjalli að öllum líkindum. Það er nokkru norðan miðju á línu skjálfta sem teygir sig frá Bjarnastöðum í Hjallahverfinu í Ölfusi og norður undir Kýrgil í Hengli og hefur stefnu um N10°A. Á um 1200 metra kafla austan Litla-Skarðsmýrafjalls er opin sprunga á yfirborði. Greinileg ummerki um hræringar, eins og hnik og byltur lausra steina og sig lausra efna í hlíðum, eru til suðurs að þjóðvegi og jafnvel suður að Hverahlíð. Fyrir norðan yfirborðssprunguna eru greinileg merki um miklar hræringar af svipuðum toga norður undir Kýrgil.

Það er athyglisvert hve þessir atburðir og sólarstaðan sem notuð er á mynd 2 draga skýrt fram ýmsar norðlægar línur í landslaginu. Það er til dæmis nokkuð glögg að línan sem skjálftadreifin fylgir til suðurs á sér mörkun á yfirborði og sést til dæmis nokkuð suður fyrir Skálafell (mynd 2 og mynd 5). Ennfremur eru nokkrar samsíða línur austar mjög skýrar.

Einnig koma fram nokkuð skýrar ANA-lægar línur sem jarðskjálftavirknin norðan og austan Ölkelduháls fylgir að einhverju leyti.

4 LANDSLAG

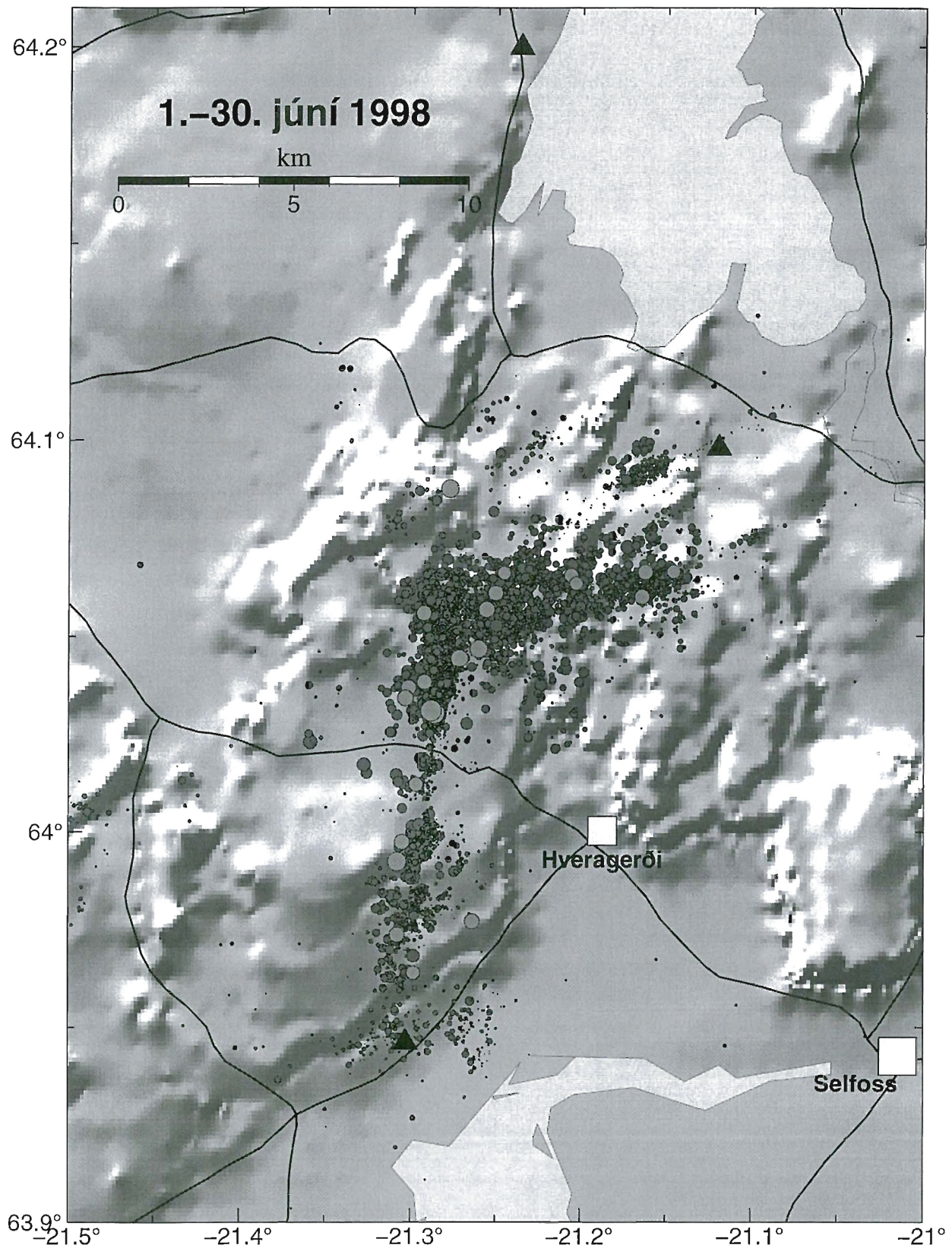
Á mynd 3 eru sýndar algengustu stefnur í landslagi á Hellsheiði og í Hengli, þ.e.a.s. þær stefnur sem lesa má af myndum 4 og 5, en á myndunum er stefnu á lýsingu (stöðu sólar) breytt um 45° í þrepum allan hring sólar. Stefnurnar eru lesnar af kortunum og þær sem sýndar eru á mynd 3 sjást a. m. k. á þremur stöðum. Í þessum áfanga er engin tölfræðileg greining unnin varðandi óvissu á striki og þess háttar. Óvissan sem gefin er er aðeins gróft mat. Lauslega áætlað er óvissan á striki um $\pm 3^\circ$ í flestum tilvikum.

Það er með nokkrum ólíkindum hve lítil breytileiki er innan hvers hóps að öðru jöfnu og til dæmis hve skýrar bæði N0°A og N10°A stefnurnar eru og hve vel þær greinast hvor frá annarri.

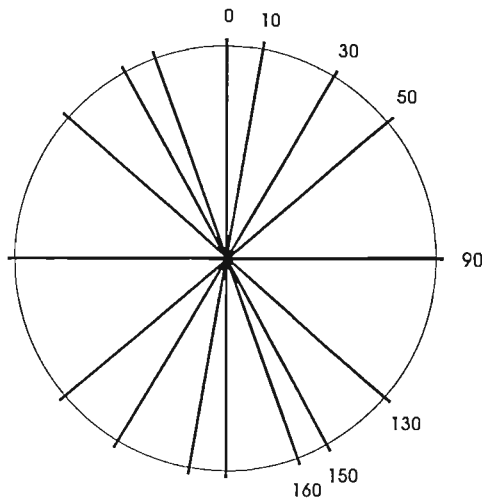
Myndir 4 og 5 tala sínu máli ef til vill best sjálfar. Því meira sem þær eru skoðaðar því fleiri einkenni og línur er unnt að sjá. Meðal annars kemur hvelfing dyngnanna Hæða og Borgarhóla skemmtilega í ljós. Hér að neðan er greint frá línunum á mynd 3 og því lýst hvar þær eru greinilegastar á myndum 4 og 5. Fjallendið milli Hveragerðis og Króks er kallað Grafningsfjöll.

N0°A er mjög áberandi stefna á öllu svæðinu og sést greinilega við allar sólarstöður. Á flestum myndanna má greina hana, en mest áberandi er hún á línu frá Núpum um Kamba og norður undir Jórukleif. Margar samsíða línur eru í Grafningsfjöllum, uppi á Ingólfsfjalli sem og austur og vestur brúnir Ingólfsfjalls. Einnig er óljós lína frá Húsmúla, um Reykjafell og Sanddali.

N10°A er stefna eftirskjálftadreifarinnar frá 4. júní (mynd 2). Þá línu má rekja í landslagi frá Litlu-Svínahlíð ofan Hestvíkur og suður fyrir Skálafell. Hana má einnig sjá í Kömbum, fjöllunum ofan við Hveragerði og norðan og norðvestan Ingólfsfjalls. Hún sést einnig vestan Skálafells og fellur þar saman við kortlagða jarðskjálftasprungu. Hluti Sköflungs fylgir þessari stefnu. Þessi stefna er skýrust þegar lýsing er N270°A og N315°A.



Mynd 2. Jarðskjálftar á Hengilssvæði í júní 1998. Upptök jarðskjálftanna eru sýnd með hringjum og ljósari hringir eru jarðskjálftar af stærðinni 3 á Richterkvarða og yfir. Upptök stærstu skjálftanna 4. júní 1998 eru um 1 km norðan vegar á miðri Hellisheiði eða sunnan til í Litla-Skarðsmýrarfjalli. Skjálftadreifin á línunni frá Bjarnastöðum og norður undir Kýrgil í Hengli er að mestu eftirskjálftar eftir stóru atburðina 4. júní. Nokkra atburði vantar þar sem úrvinnslu er ekki lokið.



Mynd 3. Stefnur þeirra lína sem algengastar eru á Hengils- og Hellisheiðarsvæðum.

N30°A er stefna goshryggja, nútíma gossprungna og stærri misgengja. Hennar gætir helst í vesturhlíðum Henglafjalla og Dyrfjalla. Einnig má sjá hana við Miðfell, Hrómundartind og víðar og hennar gætir við allar sólarstöður.

N50°A: Brimklifið ofan við Bjarnastaði (Hjallahverfið) og að Þurá hefur þessa stefnu. Stefnuna má framlengja norður fyrir Ingólfsfjall, nánast eins og að fjallinu sé skotið austur eftir henni. Samsíða stefnu má greina sunnan í Skálafelli. Nokkuð áberandi samsíða línu má rekja frá Reykjafelli um Skarðsmýrarfjall að Sandfelli í Grafningi. Þessi stefna er glögg við flestar sólarstöður en þó sýnu gleggst við N270°A og N315°A.

N90°A: A–V línur eru ekki margar en brúnirnar eru skarpar á Ingólfsfjalli. Þá er hálendisbrúnin sömuleiðis skýr á Grafningsfjöllunum til suðurs, þ.e.a.s. frá Hveragerði og austur að Ingólfsfjalli. Veikar A–V stefnur má greina norðan til í Grafningsfjöllum og í Hverahlíð á Hellisheiði þegar sól er N180°A og N225°A.

N130°A stefna er ekki áberandi. Það er helst á svæðinu við Selfjall og Hlíðarfjall í Grafningsfjöllum sem hennar gætir við N45°A og N90°A sólarstöðu.

N150°A er ekki mjög áberandi og gætir helst þar sem sólarstaða er N45°A og N90°A. Hún er nokkuð glögg í Reykjafjalli ofan við Hveragerði og má rekja slitrótt upp í Hengil. Mikið af jarðhita á Hengilssvæðinu og við Hveragerði fylgir þessari línu (Kristján Sæmundsson 1995b). Í það minnsta tvær samsíða línur má greina NA af þessari.

N160°A: Þessi stefna er all áberandi einkum þegar sólstaða er N0°A. Hengillinn sjálfur er markaður þessari stefnu bæði Innstadalsmegin og Grafningsmegin. Margar samsíða línur eru í Grafningsfjöllum. Þessi stefna ásamt línunum N10°A draga upp lítið eitt kreppt hné þar sem hnésbótin er við Molddalahnjúka og hnéskelin er við Stórháls.

Þeir staðir sem nefndir eru hér að ofan eru aðeins þar sem þessar línur eru hvað mest áberandi, en þær má finna á mörgum öðrum stöðum. Ennfremur má finna aðrar stefnur óljósari.

Það er athyglisvert að stefna hryggja, misgengja og nútíma gossprungna sem er svo sláandi á loftmyndum og jarðfræðikortum er lítið áberandi á þessum kortum. Skýringin er sú að þessi

form eru fíngerð, eða með öðrum orðum af stuttri bylgjulengd og síast því burt í flestum tilvikum.

Eins og getið var um hér á undan þá finnast þær stefnur sem hér eru taldar upp einnig í smáum mælikvarða eins og einstökum misgengjum og sprungum, giljum og brúnum, þ.e. landslagi sem er of fíngert til að sjást á þessum síuðu kortum. Við vitum að brúnirnar ofan við Bjarnastaði og víðar í Ölfusinu eru forn sjávarbjörg og brimklif. En stærð þeirra og stefnufesta, allavega þeirra efri, er slík að líklegast er að þær séu af tektónískum uppruna. Sama gildir líklega um Ingólfsfjall og fleiri staði. Hins vegar eru dæmi um aðrar orsakir en tektónískar fyrir löngum og skýrum línunum. Dæmi um það eru Hverahlíð á Helligshéi en hún er talin mynduð þar sem hraun stöðvast á jökli (Kristján Sæmundsson 1967).

5 SPENNUSVIÐ

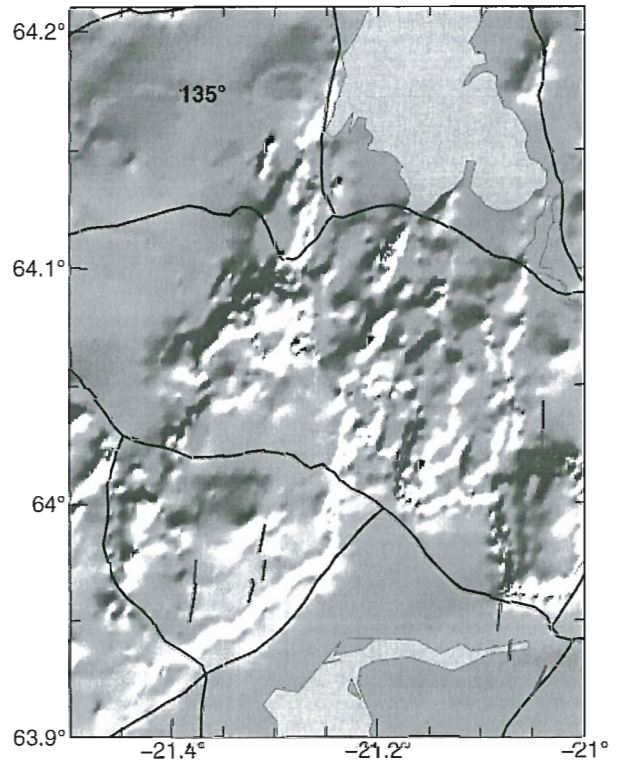
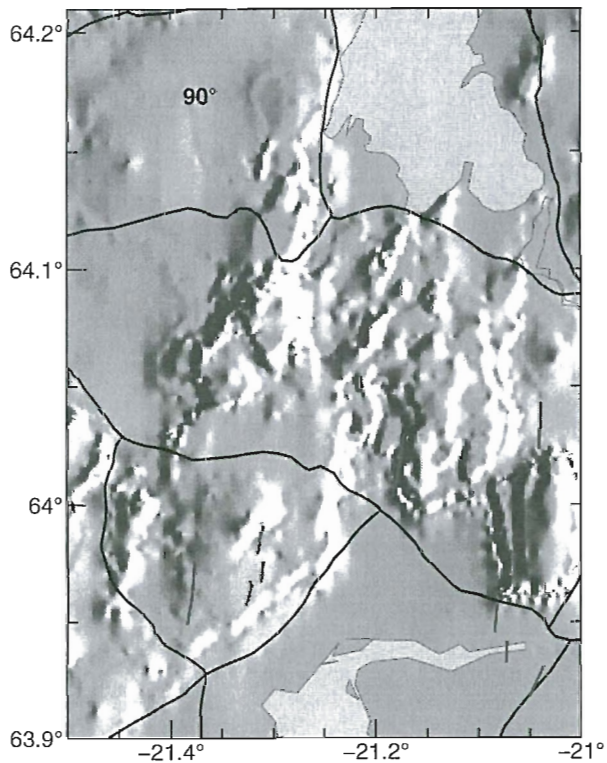
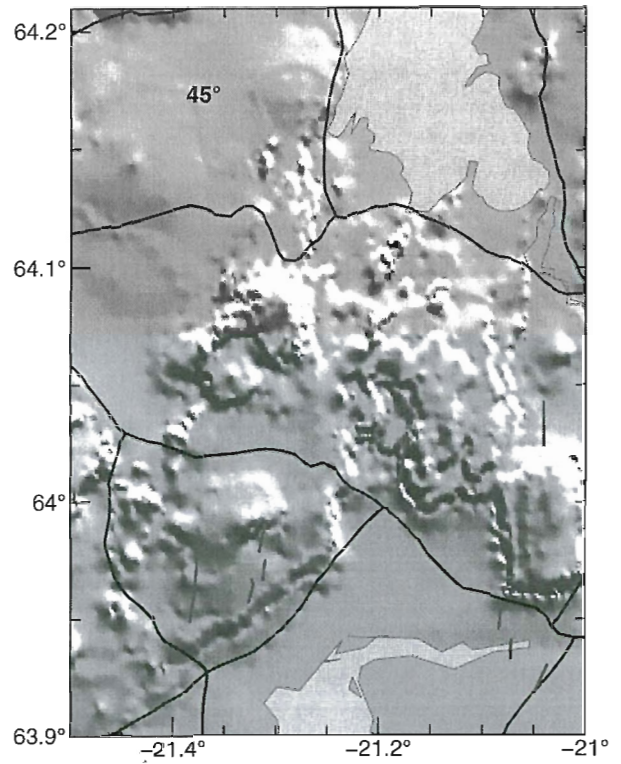
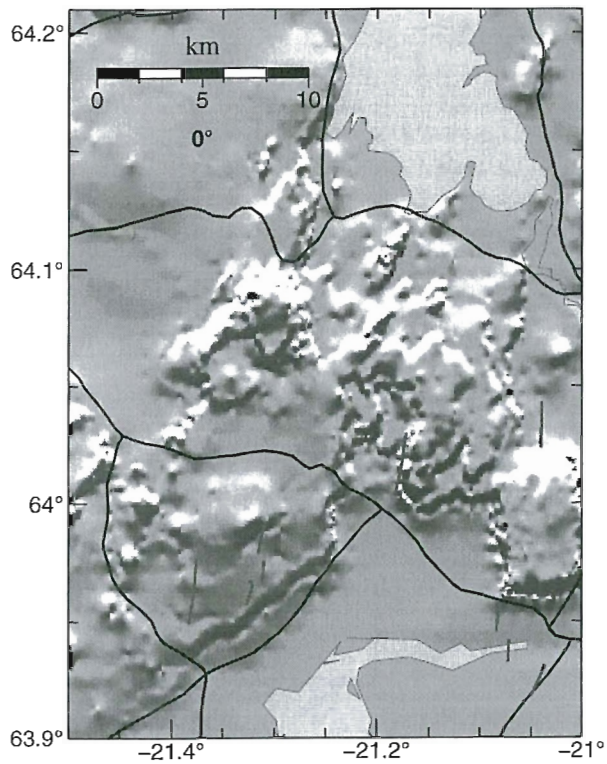
Það er þekkt að við sama ríkjandi spennusvið geta orðið jarðskjálftar á sprungum með gjörólíkum stefnum. Það er bæði vegna þess að færsla verður á gömlum sprungum og svo geta ýmis staðbundin áhrif og veikleikar valdið þessum breytileika. Brotlausn jarðskjálfta, þ. e. ákvörðun á legu brotflatar, stefnu og stærð færslu á honum, byggir á geislunarmynstri jarðskjálftabylgna og það er alfarið háð brotinu sjálfu en ekki sviðinu sem olli því. Það má því segja að brotlausn jarðskjálfta gefi aðeins grófa hugmynd um það spennusvið sem ríkir á viðkomandi svæði (McKenzie 1969).

Þrátt fyrir þessi vandkvæði þá má reikna með að þegar til lengri tíma sé litið þá séu brot og færslur að meðaltali með svipaða stefnu og ríkjandi spennusvið ætti að valda. Samkvæmt tilraunum myndar brotflötur bergs yfirleitt um 30° horn frá stefnu mestu samþjöppunar spennu (Jaeger og Cook 1969). Minnsta spenna myndar þá um 60° horn við brotflötinn og lóðlínur (normalar) þessara höfuðspenna spana brotflötinn. Sem dæmi þá eru sýnd á mynd 6 þau spennusvið sem geta valdið færslu á N–S broti og er gengið út frá ofangreindum tilraunaniðurstöðum.

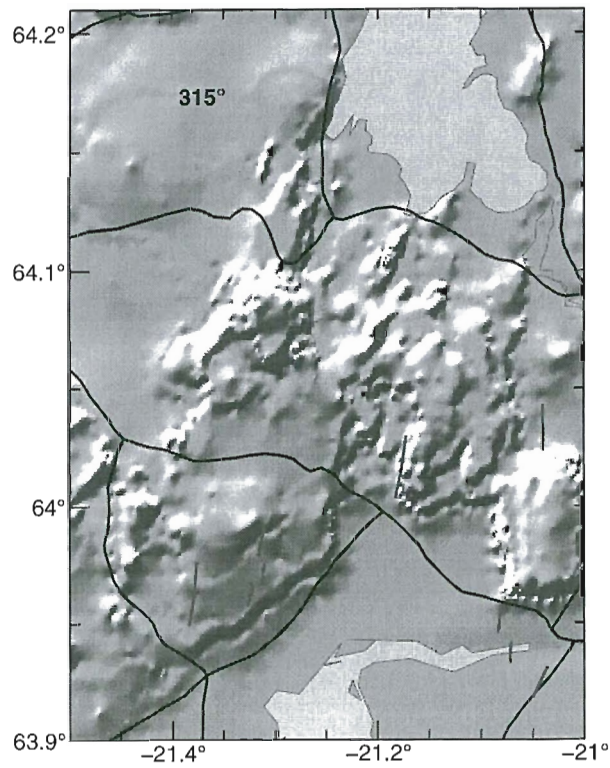
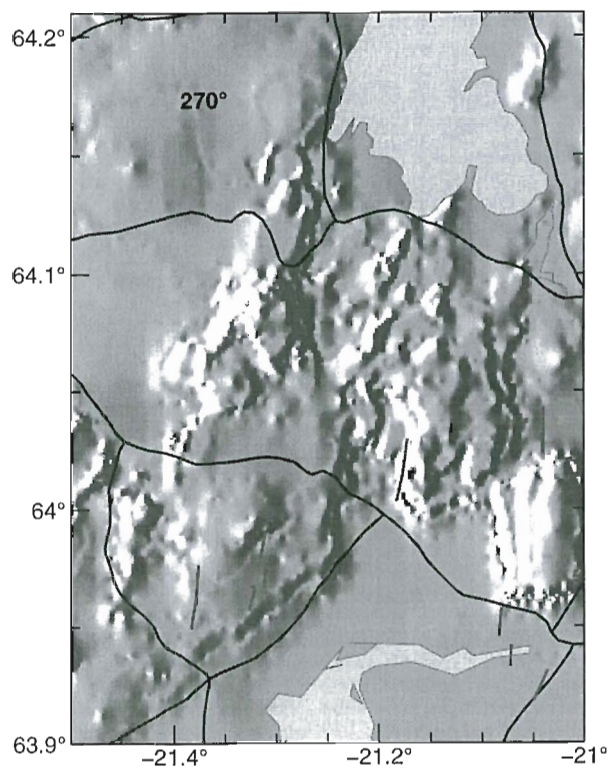
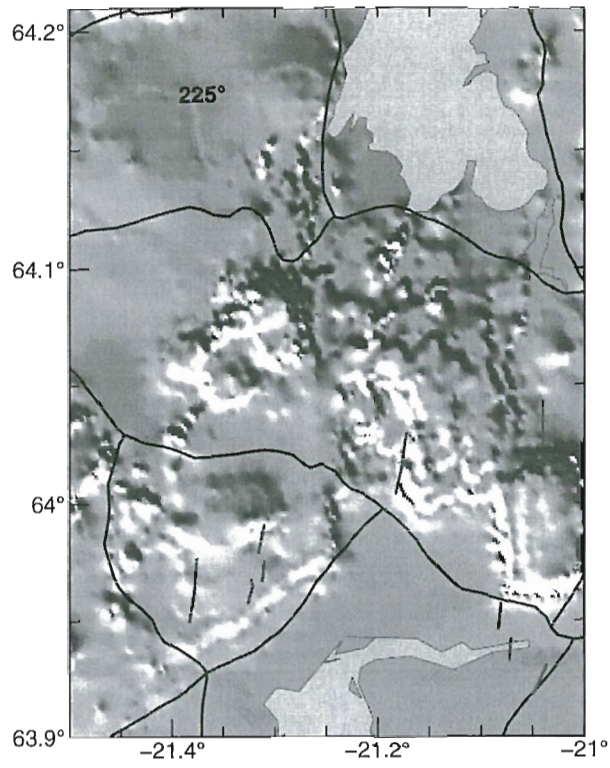
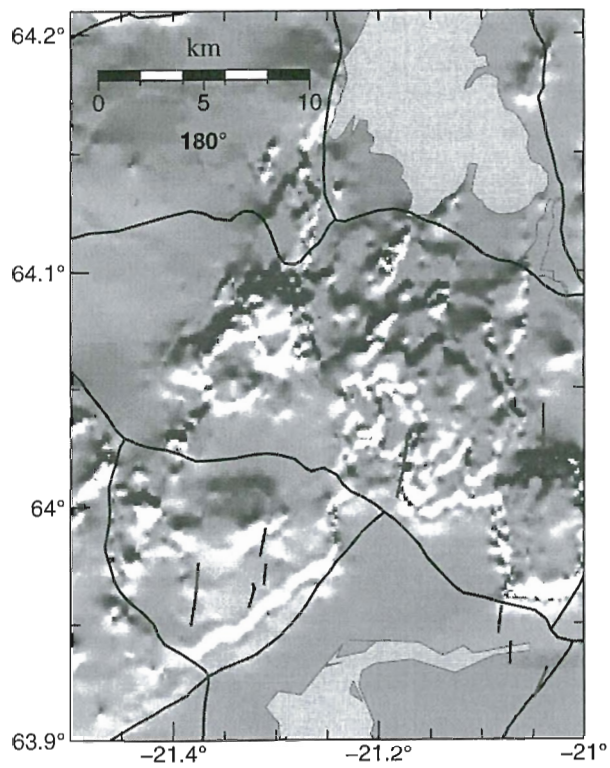
Ef við göngum sem sagt út frá því að þær línur og stefnur sem við sjáum á myndum 4 og 5 og eru settar niður á mynd 3 séu af tektónískum toga, þá má reyna að giska á hvaða spennusvið hafi átt þátt í að mynda þær, með því að nota niðurstöðurnar sem fram koma á mynd 6. Í fyrstu atrennu er rétt að einfalda dæmið nokkuð og útiloka samgengi. Samgengi eru ekki algeng á Íslandi en engu að síður er oft nokkur samgengisþáttur í sniðgengisskjálftum samkvæmt brotlausnum. Siggengi eru hins vegar algeng og þá einkum í eldgosabeltunum. Á Íslandi eru allir stórir jarðskjálftar sniðgengisskjálftar og einnig flestir hinna smærri.

Ef litið er á línur með stefnu 0° – 90° má nokkurn veginn skýra þær eins og gert hefur verið víða á Reykjanesi (Páll Einarsson 1991; Sigurður Rögnvaldsson o.fl. 1998), þ.e.a.s. minnsta þrýstispenna NV–SA og mesta þrýstispenna ýmist lóðrétt eða lárétt með stefnu NA–SV. Fyrri sviðið veldur NA–SV lægum siggengjum og það seinna N–S eða A–V sniðgengjum en þannig virðist spennusviðið vera á Hengilssvæðinu í dag. Sé þetta raunin þá hafa engu að síður átt sér stað minni háttar snúningar ($N10^\circ$ – 20° A, $N30^\circ$ – 50° A) innan fjórðungsins $N0^\circ$ – 90° A.

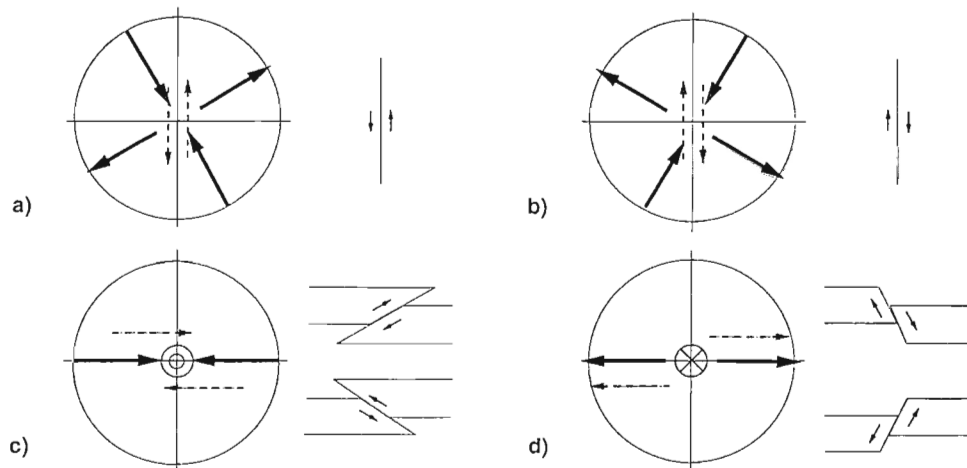
Annað gildir um stefnurnar $N130^\circ$ A, $N150^\circ$ A og $N160^\circ$ A. Hvernig sem á það er litið þá eru þær myndaðar við allt annað spennusvið en línurnar á bilinu 0° – 90° . Í fyrsta lagi gætu þær verið myndaðar með 90° snúningi miðað við ofangreint kerfi þannig að mesta þrýstispenna sé um það bil $N130^\circ$ V eða lóðrétt og minnsta spenna um $N40^\circ$ A. Með smá tilfærslum á stefnu minnstu spennu gæti þetta líkan skýrt flestar stefnur á mynd 3 en það er hins vegar í andstöðu



Mynd 4. Landslag á Hellisheiði og í Hengli eins og það birtist með breytilegri sólarstöðu. Sól-
arstaða í gráðum austur af norðri er sýnd í efra vinstra horni á hverri mynd. Vegir eru
dregnir með svörtum línun og sprungur með gráleitum línun.



Mynd 5. Sömu skýringar og á mynd 4.



Mynd 6. Spennusvið sem geta valdið N–S lögum sprungum. Heildregnar örvar sýna stefnur mestu (inn í hring) og minnstu (út) þrýstispennu. Strikalínuörvar sýna láréttar færslur sem verða samhliða færslum á þessum sprungum, t.d. í jarðskjálftum. Myndirnar til hliðar við hringina sýna einnig færslur. Tilvik a) og b) sýna sniðgengi (vinstri handar og hægri handar) en þá eru mestu og minnstu spennur láréttar og færsla í lóðréttum fleti. Tilvik c) er samgengi og þá er stefna minnstu spennu lóðrétt. Myndin hægra megin við hringinn sýnir lóðrétt þversnið og færslu á þeim. Siggengi er sýnt á mynd d) og þá er stefna mestu þrýstispennu lóðrétt. Lóðrétt þversnið eru hægra megin við hring.

við spennusvið það sem er líklegast í dag.

Þó svo að viss spennusvið geti skýrt einhverjar línur þá eru það jarðfræðilegar athuganir sem skera úr um það hverjar færslur hafa orðið eða eru líklegar. Í fljótu bragði virðist sennilegast að stærstu formin séu siggengi. Stallur eins og norður frá Núpum um Kamba getur myndast við sniðgengi en trúlega er aldur Núpafjalls of lítill til þess. N–S línurnar uppi á Ingólfsfjalli og framhald þeirra til norðurs væri unnt að skýra með siggengi til vesturs uppi á fjallinu en til austurs norðan fjallsins. Spennusviðið væri hins vegar það sama samanber mynd 6d.

6 SAMANBURÐUR VIÐ AÐRAR MÆLINGAR

Við skoðun á segul- og þyngdarkortum (Gylfi P. Hersir o.fl. 1990) má sjá vissa drætti landslagsins sem fjallað er um hér. Austurbrún segullægðarinnar sem er yfir gosbeltinu sveigir í norðlæga stefnu ($N10^\circ A$) í Grafningsfjöllum sem er áberandi stefna í landslagi þar. Staðbundna segullægðin sem liggur frá Innstadal um Ölkelduháls að Selfjalli og Reykjafjalli ofan Hveragerðis er með stefnu um það bil $N130^\circ A$. Á Bouguer þyngdarkortinu er engin glögg samsvörun við landslagið fyrir utan stefnu gosbeltisins. Að vísu má sjá veik NV–SA frávik, t. d. frá Hveradölum og austur fyrir Núpa og frá Hengli og Nesjavöllum til austurs að Hrómundartindi.

Afstæðar staðsetningar jarðskjálfta hafa verið gerðar fyrir fjölda smáhrina á Hengilssvæðinu (Sigurður Rögnvaldsson o.fl. 1998). Með afstæðum staðsetningum fást mjög nákvæmar innbyrðis staðsetningar og í einstökum hrinum geta þær ákvarðað skýr plön.

Í aðalatriðum má segja að flestar stefnur sem fram koma á mynd 3 komi einnig fram í afstæðum staðsetningum. Flest plön í afstæðu staðsetningunum eru í geirunum $N0^\circ-30^\circ A$ og $N60^\circ-90^\circ A$. Það er ekki gefið að brotlausn hvers skjálfta falli að planinu sem upptökin mynda. Hugsanlegt

er að vökvi undir þrýstingi leiti í gamla sprungu og valdi skjálfta á sprungu með aðra stefnu en sú gamla (e. *hydrofracturing*). M.ö.o. plönin sem afstæðar staðsetningar skilgreina eru ekki nauðsynlega háð spennusviði svæðisins á hverjum tíma (Sigurður Rögnvaldsson o.fl. 1998).

7 LOKAORD

Það er ekki tilgangur með þessari frumathugun að fara út í víðtækar túlkanir. Slík vinna er í undirbúningi og einnig er von á betri gögnum til að vinna að þessu.

Engu að síður er unnt að draga nokkrar ályktanir að þeirri forsendu gefinni að þetta landslag sé að grunni til tektónískt. Þá er athyglisverðast hve miklar breytingar á spennusviði hljóta að hafa orðið á myndunartíma Hengilssvæðisins.

Í fyrsta lagi getur verið um minniháttar breytingar á láréttum spennum að ræða ($\pm 10^\circ$) miðað við það spennusvið sem virðist ríkja í dag og svo færslu mestu þrýstispenngu úr NA–SV lægri stefnu í lóðréttu. Í öðru lagi má leiða líkur að því að spennusviðið hafi verið gjörólíkt, þ.e.a.s. minnsta spenna A–V læg eða NA–SV læg og mesta þrýstispenna með stefnu N–S, NV–SA eða lóðrétt.

Á myndunartíma Hengilssvæðisins er eystra gosbeltið komið á svipaðar slóðir og það er nú. Það er hins vegar líklegt að færsla brotabeltisins sem tengir eystra og vestra gosbeltið (Suðurlands-skjálftabeltið) og hlutfallslega breytileg virkni í gosbeltunum geti valdið þessum spennusviðsbreytingum.

8 HEIMILDIR

Gylfi Páll Hersir, Grímur Björnsson og Axel Björnsson 1990. Eldstöðvar og jarðhiti á Hengilssvæði. *Skýrsla Orkustofnunar OS-90031/JHD-06*. Reykjavík, 93 bls.

Haukur Jóhannesson og Kristján Sæmundsson 1989. *Jarðfræðikort af Íslandi, 1:500000. Berggrunnskort* (1. útgáfa). Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands, Reykjavík.

Jaeger, J.C. and N.G.W. Cook 1969. *Fundamentals of rock mechanics*. Chapman and Hall Ltd.

Kristján Sæmundsson 1967. Vulkanismus und Tektonik des Hengill-Gebietes in SW-Island. *Acta. Nat. Isl.*, 105 bls.

Kristján Sæmundsson 1995a. *Hengill, jarðfræðikort (berggrunnur), 1:50000*. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur og Landmælingar Íslands, Reykjavík.

Kristján Sæmundsson 1995b. *Hengill, jarðhiti, ummyndun og grunnvatn, 1:25000*. Orkustofnun, Hitaveita Reykjavíkur og Landmælingar Íslands, Reykjavík.

McKenzie, D.P. 1969. The relation between fault plane solutions for earthquakes and the directions of the principal stresses. *Bull. Seism. Soc. Am.* 59, 591–601.

Páll Einarsson 1991. Earthquakes and present-day tectonism in Iceland. *Tectonophysics* 189, 261–279.

Pálmi Erlendsson 1996. *Kortlagning jarðskjálftasprungna austan Brennisteinsfjalla*. BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.

Reynir Böðvarsson, Sigurður Th. Rögnvaldsson, Steinunn S. Jakobsdóttir, Ragnar Slunga og Ragnar Stefánsson 1996. The SIL data acquisition and monitoring system. *Seism. Res. Lett.* 67, 35–46.

Sigurður Th. Rögnvaldsson, Gunnar B. Guðmundsson, Kristján Ágústsson, Steinunn S. Jakobs-

- dóttir, Ragnar Slunga og Ragnar Stefánsson 1998. Overview of the 1993–1996 seismicity near Hengill. *Rit Veðurstofu Íslands VÍ-R98006-JA05*. Reykjavík, 16 bls.
- Vigfús Eyjólffsson 1998. *Kortlagning sprungna og nútíma eldvarpa í Fagradalsfjalli á vestanverðum Reykjanesskaga*. BS-ritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík.
- Wessel, P. og W.H.F. Smith 1991. Free software helps map and display data. *EOS* 72, 441 and 445–446.