

Sigurlaug Hjaltadóttir
Kristín S. Vogfjörð

Kortlagning sprungna í Fagradalsfjalli á Reykjanesskaga með smáskjálftum

Kortlagning jarðhita í gosbeltum Íslands - fyrsti áfangi

EFNISYFIRLIT

1 ÁGRIP.....	5
2 INNGANGUR.....	5
3 AÐFERÐIR: UPPTAKAGREINING OG BROTLAUSNIR	6
4 GÖGN OG ÚRVINNSLA	6
5 NIÐURSTÖÐUR OG TÚLKUN	10
5.1 1997-1998 (t2).....	10
5.2 1999-2003 (t3).....	11
5.3 1. janúar-18. júlí 2004 (t4)	13
5.4 19. júlí 2004 – 31. október 2005 (t5).....	13
5.5 Samantekt á sprungum	18
6 HEIMILDIR	22
VIÐAUKI A: Dreifing skriðhorna fyrir allar kortlagðar sprungur	25
VIÐAUKI B: Tillaga að kortlagningu frá nóvember 2005	31

1 ÁGRIP

Jarðskjálftagögn, sem Veðurstofa Íslands hefur safnað frá 1997 til októberloka 2005, eru notuð til að kortleggja sprungur í Fagradalsfjalli á Reykjanesskaga. Upptakagreining er notuð til að fá nákvæmari staðsetningar á skjálftaupptökum á svæðinu sem síðan eru notaðar til að kortleggja sprungur innan þess. Hreyfistefnur á kortlögðum brotflötum eru ákvarðaðar með samtúlkun skjálftadreifar og brotlausna. Stefna sprungnanna sem í ljós koma er ýmist norðlæg eða norðaustlæg, líkt og áður kortlagðar yfirborðssprungur á svæðinu.

2 INNGANGUR

Síðastliðin fimmtán ár hefur Veðurstofa Íslands rekið net jarðskjálftamæla á Íslandi, svokallað **SIL**-kerfi. Fyrstu átta mælarnir voru settir niður í Suðurlandsbrotabeltinu árið 1990 en í árslok 2005 voru stöðvarnar orðnar 47 talsins og eru þær aðallega staðsettar umhverfis flekaskilin (sjá mynd 1 í viðauka B). Hægt er að nota svokallaða upptakagreiningu til þess að fá mun nákvæmari staðsetningar á upptökum skjálfta, oft með það mikilli nákvæmni að hægt er að kortleggja margar þær sprungur sem smáskjálftar verða á. Aðferðin hefur verið notuð til að kortleggja sprungur víða á Íslandi, t.d. í Tjörneshvöllum (Sigurður Th. Rögnvaldsson o.fl., 1998) á Hengilssvæðinu (Sigurður Th. Rögnaldsson o.fl., 1999; Kristín S. Vogfjörð, 2000; Kristín S. Vogfjörð o.fl., 2005b), víðar á Suðvesturlandi og stóru Suðurlandskjálfta-sprungurnar frá júní, 2000 (Sigurlaug Hjaltadóttir og Kristín S. Vogfjörð, 2005). Markmið núverandi rannsóknar er að nota **SIL**-gögn til að kortleggja sprungur í Fagradalsfjalli á Reykjanesskaga en í nóvember síðastliðnum gerði Veðurstofa Íslands tillögu að þátttöku Orkustofnunar í kortlagningu sprungna í gosbeltunum (sjá viðauka B) og er kortlagning á Fagradalsfjalli fyrsti áfangi í því samstarfi.

Fagradalsfjall er fremur rislítill móbergstapi (Ari Trausti Guðmundsson, 2001) frá einu af síðustu jökulskeiðum ísaldar. Hraunhetta hylur hæsta hluta fjallsins í norðvestri (Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson, 1980) en yngri hraun frá nútíma liggja umhverfis fjallið. Þær yfirborðssprungur sem hafa verið kortlagðar í fjallinu og í nágrenni við það eru ýmist norðlægar eða norðaustlægar og sýna oftast merki um sig (Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson, 1980; Clifton, 2004).

3 AÐFERÐIR: UPPTAKAGREINING OG BROTLAUSNIR

Upptakagreining byggir á þeirri staðreynd að bylgjuform skjálfta, sem verða í hrinum á afmörkuðu svæði, eru oftast mjög lík, sér í lagi ef skjáftarnir verða á sömu sprungum. Ef fjarlægð milli einstakra skjálfta er lítil, miðað við fjarlægð skjálftadreifarinnar frá mælistöð, verða farbrautir bylgna nærri þær sömu og munurinn á ferðatíma bylgna stafar af þeirri hlutfallslega litlu fjarlægð sem er á milli skjálftanna. Þetta þýðir að hægt er að mæla afstæðan komutíma bæði P- og S-bylgna skjálftanna á hverri stöð með mikilli nákvæmni með víxlfylgni (e. *cross correlation*) og þar af leiðandi fá nákvæmari afstæðar staðsetningar (Slunga o.fl., 1995).

Brotlausn skjálfta ákvarðast af þremur hornum: striki (ϕ), halla (δ) og skriðhorni (λ). Notuð er svokölluð netleit (e. *grid search*) til þess að finna allar mögulegar samsetningar á ϕ , δ og λ í fjögurra gráða þrepum (Rögnvaldsson og Slunga, 1993 og 1994). Útgeislunarmynstið er síðan reiknað fyrir sérhverja samsetningu og borið saman við mælt útslag svo og skautun P- og S-bylgna á þeim stöðvum sem hægt er greina þær. Þær samsetningar, sem hafa frávik frá mældu útslagi innan ákveðins viðmiðunargildis og rétta skautun, eru geymdar sem mögulegar lausnir. Strikstefna er skilgreind þannig að hallinn er til hægri ef horft er eftir striki brotflatarins. Halli flatarins er mældur frá láréttu og skriðhorn er mælt í fletinum, rangsælis frá láréttri stefnu (strikinu).

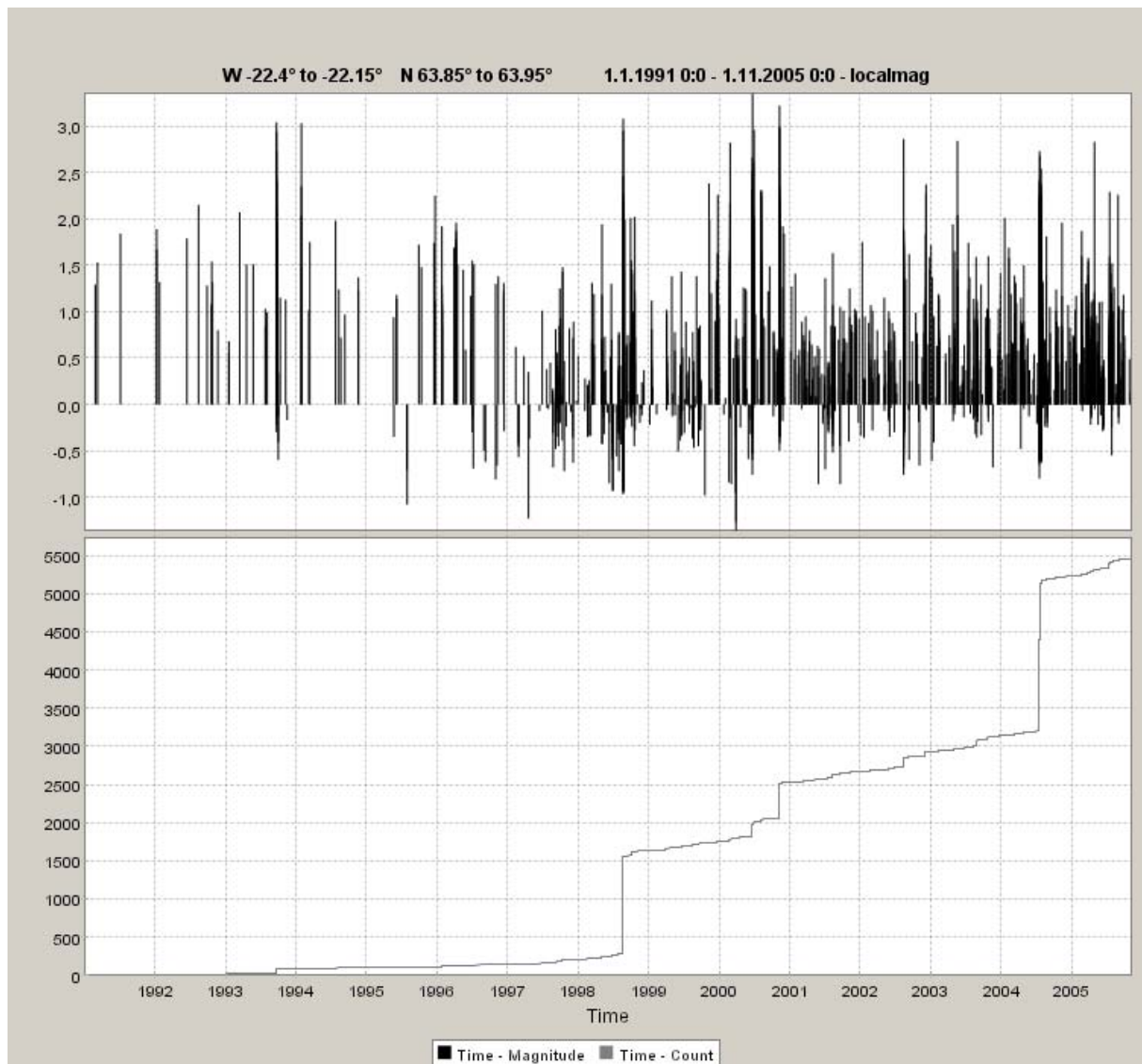
Samtúlkun skjálftadreifarinnar og brotlausnanna er notuð til þess að skilgreina sprungur og meta hreyfingu á þeim. Skjáftar sem virðast vera á sömu sprungu eru valdir og strik og halli besta flatar í gegnum dreifina eru fundin. Fyrir sérhvern skjálfta á sprungunni er sú brotlausn valin sem best fellur að striki og halla sprungunnar. Til að meta hreyfistefnu á sprungufletinum er tekið meðaltal af skriðhornum allra skjálftanna sem skilgreina hann.

4 GÖGN OG ÚRVINNSLA

Upptakagreining var notuð til að fá betri afstæðar staðsetningar fyrir alla skjálfta sem staðsettir hafa verið við Fagradalsfjall frá upphafi, eða nánar til tekið frá júlí 1991 til októberloka 2005 á svæði sem nær frá 63,85°N að 63,95°N og frá -22,40°A að -22,15°A. Á þessu svæði hafa verið staðsettir 5466 atburðir á fyrrgreindu tímabili. Þar sem hugbúnaðurinn, sem notaður er til að endurstaðsetja skjálftana, tekur að hámarki 1800 skjálfta í hverri keyrslu, var ákveðið að skipta gögnunum upp í fimm tímabil, t1-t5, eins og fram kemur í töflu 1.

Keyrsla	Tímabil	Fjöldi skjálfta	r	d	Fjöldi hópa
t1	1.júlí 1991-1996	142	2,0	1,0	36
t2	1997-1998	1471	1,9	1,3	292
t3	1999-2003	1491	1,9	1,3	261
t4	1. jan.-18. júlí 2004	1283	1,9	1,3	238
t5	19.júlí 2004-31.okt. 2005	1079	2,0	1,3	201

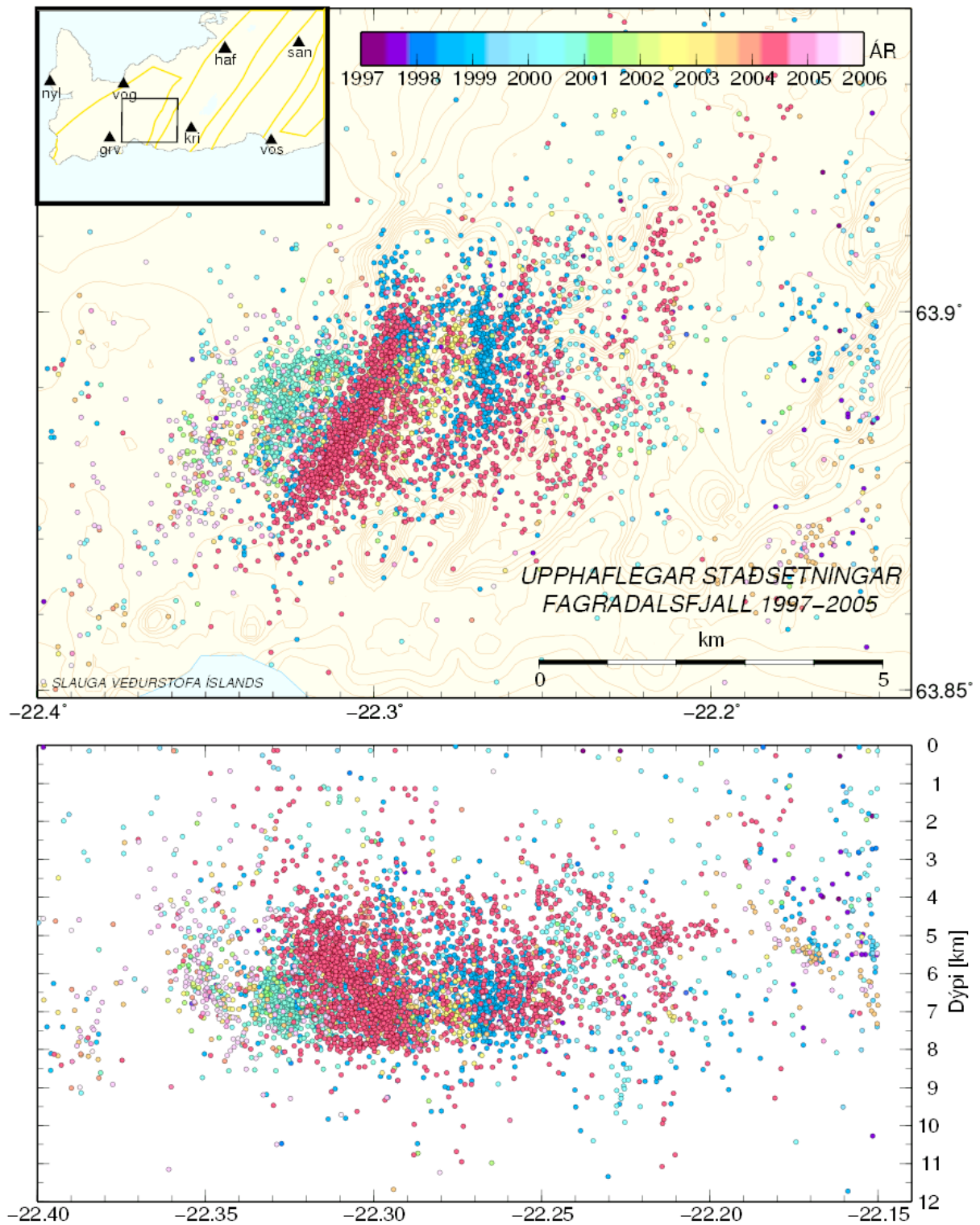
Tafla 1. Fjöldi skjálfta í hverri keyrslu. Tímabilinu sem rannsóknin spannar var skipt upp í fimm hluta; hámarksfjöldi skjálfta í hverri keyrslu er 1800. **r** er geisli (radius) þess svæðis sem sérhver hópur er innan og **d** er fjarlægð milli miðja tveggja svæða, eða skörun.



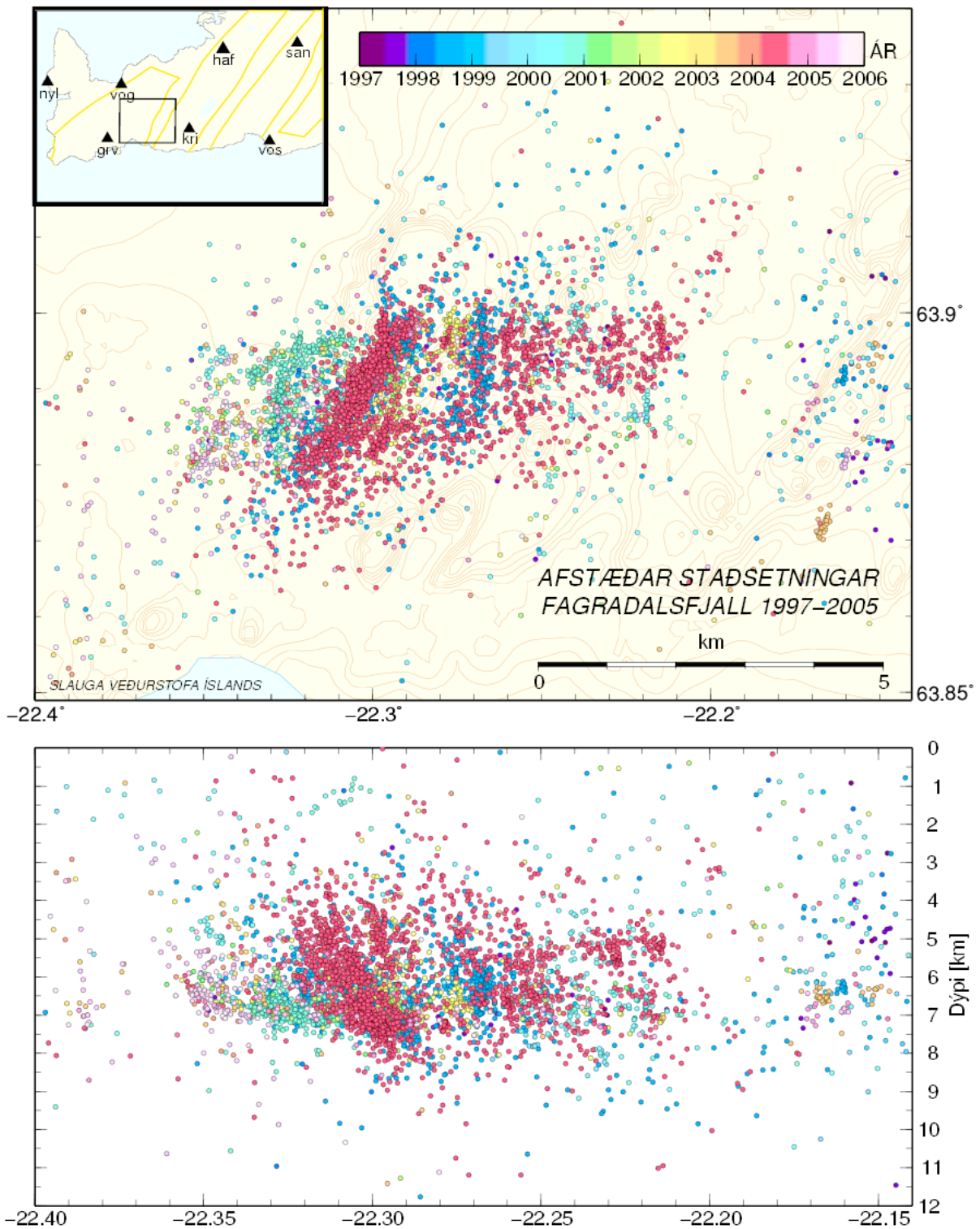
Mynd 1. Jarðskjálftar í Fagradalsfjalli frá upphafi stafrænna mælinga, þ.e. frá 1991 til októberloka 2005. Efri myndin sýnir stærð skjálfta sem fall af tíma en sú neðri uppsafnaðan fjölda.

Fyrir endurstaðsetningu var skjálftunum á hverju tímabili skipt upp í hópa (*e. groups*) með ákveðnum lágmarks- og hámarks fjölda hver (6-45), en flestir hópar innihalda 45 skjálfta. Einnig var valin stærð þess svæðis sem hver hópur gat spannað (**r** í töflu 1), svo og skörun milli hópa (**d** í töflu 1); **r** og **d** voru valin þannig að sem flestir skjálftar lentu í a.m.k. sex hópum. Fyrir tímabilin eftir 1996 voru gögn frá stöðvum sem hafa ólæstar klukkur ekki notuð. Upplýsingar um klukkulæsingu á tímabilinu 1991-1996 eru ekki aðgengilegar. Á því tímabili voru því öll gögn höfð með.

Á árunum 1991-1996 var aðeins einn jarðskjálftamælir á Reykjanesskaganum, nánar til tekið í Krísuvík, og næmni SIL-kerfisins því lítil þar; aðeins 142 skjálftar eru skráðir í Fagradalsfjalli á þeim tíma. Frá því síðla árs 1996 til apríl 1997 bættust sex mælar við (Steinn Jakobsdóttir, 1998) og jókst þá næmni kerfisins á Reykjanesskaga til muna. Þrjár stórar hrinur hafa orðið á tímabilinu, eins og sjá má á mynd 1: í ágúst 1998 (um 1300 skjálftar; t2), í nóvember 2000 (um 500 skjálftar; t3) og í júlí 2004 (um 1960 skjálftar). Auk þess var allnokkur virkni í júní 2000 í kjölfar Suðurlandsskjálftanna. Þar sem fjöldi skjálfta í



Mynd 2. Skjálftar í Fagradalsfjalli frá 1997-2006, í lit eftir því hvenær tímabilsins þeir urðu. Svörtu þríhyrningarnir á innfelledu myndinni sýna staðsetningu **SIL**-stöðva á Reykjanesskaga; grv-stöðin var ekki í notkun frá 30. jan. 2003-23. nóv. 2005. Neðri myndin sýnir dýptarsnið, horft frá suðri; kvarðinn á x-ás er sá sami og á kortinu á efri myndinni (V-A).



Mynd 3. Allir endurstaðsettir skjálftar í Fagradalsfjalli frá 1997-2006, í lit eftir því hvenær tímabilsins þeir urðu. Svörtu þríhyrningarnir á innfelledu myndinni sýna staðsetningu **SIL**-stöðva á Reykjanesskaga. Neðri myndin sýnir dýptarsnið, horft frá suðri; kvarðinn á x-ás er sá sami og á kortinu á efri myndinni.

síðastnefndu hrinunni var meiri en hámarksfjöldi atburða í keyrslu, þurfti að skipta henni niður í tvær keyrslur (t4 og t5) og var skipt um miðbikið, þegar um tveggja daga hlé varð á hrinunni rétt upp úr miðjum mánuðinum (Sigurlaug Hjaltadóttir o.fl., 2006).

5 NIÐURSTÖÐUR OG TÚLKUN

Alla skjálfta í Fagradalsfjalli frá 1997 (tímabil t2-t4) má sjá á mynd 2 og endurstaðsetta skjálfta á mynd 3, í mismunandi lit eftir því hvenær á tímabilinu þeir urðu. Tímabil t1 skilaði aðeins dreifðri virkni sem ekki virtist sýna neinar sprungur og var þeim gögnum því sleppt í frekari úrvinnslu. Upphaflegu staðsetningarnar á mynd 2 sýna dreifðari virkni. Með afstæðu staðsetningunum þéttist virknin heldur og myndar afmarkaðri þyrpingar en áður, einnig í dýpi. Þetta má t.a.m. glögg sjá á virkninni frá nóvember 2000 (blágrænir hringir), 2002 (gulir) og 2004 (rauðir). Þegar sprungurnar voru kortlagðar var tekið mið af dreifingu þeirra skjálfta sem hafa litla afstæða staðsetningarskekkju, einkum ef virknin var dreifð og erfitt var að átta sig á því mynstri sem í ljós kom. Stefna, halli og stærð sprunguflata eru samt sem áður ákvörðuð af öllum skjálftum sem liggja á eða við fletina, óháð staðsetningarnákvæmni. Virkninni á einstökum sprungum/þyrpingum sem kortlagðar voru verður nú lýst á hverju tímabili fyrir sig.

5.1 1997-1998 (t2)

Mynd 4 sýnir afstæðar staðsetningar frá 1998. Þeir skjálftar sem hafa afstæða skekkju innan við 100 m í lengd og breidd og 300 m í dýpi eru sýndir í lit, aðrir sem gráir hringir. Virknin virðist raða sér í nokkrar línulegar þyrpingar, mjög misstórar. Eins og minnst var á hér að ofan varð allstór hrina í ágúst 1998. Stór hluti skjálfta í þeirri hrinu varð á stærstu sprungunum sem greina má á þessu tímabili, sprungum 02 og 04. Nokkrar aðrar sprungur eða sprungubrot koma einnig í ljós. Sprungurnar hafa allar norðlæga eða norðaustlæga stefnu, nema þyrping 03 sem hefur SSA-lægt strik. Dreifingu skriðhorna (λ) og meðalskriðhorn ($\lambda_{ave}, \lambda_{wav}$) á hverri sprungu má sjá í töflu 2 og á mynd 9 í viðauka A. Að neðan er stutt yfirlit yfir hverja sprungu/þyrpingu:

- **02** Um 2000 m löng N-S sprunga, strik= 183° , halli= 88° . 324 skjálftar eru notaðir til að skilgreina sprunguflötinn; hægt er að meta skriðhorn fyrir þá alla (þ.e. skautun bylgju er valin á a.m.k. einni mælistöð). Flestir skjálftarnir raða sér á 5,6-7 km dýpi. Dreifing skriðhorna er einsleit og sýnir ríkjandi hægri sniðgengisfærslu (λ í kringum 180°). Nokkrir stórir skjálftar hafa þó stærri siggengisþátt ($\lambda \sim 125^\circ$) svo meðalskrið (λ_{ave} og λ_{wav}) á sprungunni er því samþætt úr hægri sniðgengisfærslu og minni siggengisþætti.
- **03** Tæplega 1000 m löng sprunga, strik= 165° , halli= 88° . Aðeins nyrðri hluti sprungunnar er skilgreindur af skjálftum með lága afstæða skekkju (mynd 4) en alls eru 55 skjálftar notaðir til að ákvarða sprunguflötinn, þar af er hægt að meta skriðhorn fyrir 54. Skjálftarnir raða sér á dýptarbilið 4,5-7,5 km. Dreifing skriðhorna er fremur einsleit og sýnir hægri sniðgengisfærslu, hugsanlega með örlitlum samgengisþætti.
- **04** Um 4000 m löng NA-SV sprunga, strik= 222° , halli= 84° . 542 skjálftar eru notaðir til að skilgreina sprunguflötinn; hægt er að meta skriðhorn fyrir þá alla. Flestir skjálftarnir raða sér á 5,4-7,8 km dýpi. Um helmingur skjálftanna hefur nær eingöngu vinstri sniðgengisfærslu en álíka margir hafa einnig minni samgengisþátt ($\lambda \sim 30^\circ$).

- **05** Um 700 m langt sprungubrot sem er að öllum líkindum framhald til suðurs af sprungu t3-04, sem virk var í nóvemberhrininu, 2000. Strik=200°, halli 85°. Af þeim 33 skjálftum sem eru á sprungufletinum, er hægt að ákvarða skriðhorn fyrir 27. Skjálftarnir raða sér á dýptarbilid 5,9-7,3 km. Breytileiki í skriðhorni er mikill en bendir helst til vinstri sniðgengisfærslu.
- **06** Tæplega 300 m langt sprungubrot við norðurenda sprungu t4-07; strik=3°, halli=79°. Þrettán skjálftar eru á þessu broti, og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir þá alla. Breytileiki í skriðhorni er nokkuð mikill en flestir skjálftar sýna þó hægri sniðgengisfærslu ásamt minni siggengisþætti. Skjálftarnir raða sér á 6,2-6,5 km dýpi.
- **07** Rúmlega 160 m langt sprungubrot við suðurenda sprungu t4-07; strik=20°, halli=88°. Ellefu skjálftar eru á þessu broti, og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir þá alla. Dreifing skriðhorna er nokkuð mikil en flestir skjálftar sýna þó hægri sniðgengisfærslu með álíka stórum siggengisþætti. Skjálftarnir raða sér á 5,2-6 km dýpi.
- **08** Um 170 m langt sprungubrot/þyrping með N-S stefnu. Strik=189°, halli=87°. Tíu skjálftar eru í þessari þyrpingu og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir þá alla; dreifing skriðhorna er allmikil en sýnir í flestum tilfellum hægri sniðgengishreyfingu, líklega með siggengisþætti.
- **09** Um 250 m löng N-S þyrping í vestanverðum Núpslíðarhálsi. 15 skjálftar á dýptarbilinu 6,1-6,4 km skilgreina brotflöt með strik=12° og halla=78°. Hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir alla skjálftana en dreifing þeirra er lítt samleit. Flestir sýna þó sambland af álíka stórum siggengis- og sniðgengisþáttum. Skjálftarnir á sprungunni eru allir nema einn minni en 1 að stærð og þeir sem sýna vinstri hreyfingu (6 af 15) eru allir 0,66 að stærð eða minni og brotlausnir þeirra því e.t.v. ekki vel ákvarðaðar.

5.2 1999-2003 (t3)

Á mynd 5 má sjá afstæðar staðsetningar frá 1999 til 2003. Þeir skjálftar sem hafa afstæða skekkju innan við 100 m í lengd og breidd og 300 m í dýpi eru sýndir í lit, aðrir sem gráir hringir. Virknin raðar sér á nokkrar línulegar þyrpingar. Sprungurnar sem í ljós koma vestast á svæðinu voru aðallega virkar í kjölfar Suðurlandsskjálftanna árið 2000 og urðu flestir skjálftarnir í byrjun nóvember það sama ár. Nokkrar aðrar sprungur eða sprungubrot koma einnig í ljós. Sprungurnar hafa allar norðlæga eða norðaustlæga stefnu. Dreifingu skriðhorna (λ) og meðalskriðhorn á hverri sprungu má sjá í töflu 2 og á mynd 10 í viðauka A. Að neðan er stutt yfirlit yfir hverja sprungu/þyrpingu:

- **02** Um 500 m löng sprunga með strik=186° og halla 88°. Skjálftarnir eru á 7-7,2 km dýpi. Af þeim 8 skjálftum sem eru á sprungunni er hægt að ákvarða skriðhorn fyrir 7. Flestir skjálftanna hafa skriðhorn nærri 225°-230°, þ.e. á sprungunni er jafnstór hægri sniðgengisfærsla og sig.
- **03** Um 500 m löng N-S sprunga með strik=182° og halla =88°. Hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir alla 23 skjálftana sem eru á sprungufletinum; þeir eru á 6,7-7,1 km dýpi. Skriðhorn eru mjög breytileg, en sýna þó öll hægri sniðgengisfærslu, ýmist með

samgengis- eða siggengispætti. Meðalskriðhorn í fletinum er því nálægt 180°. Sprungan var einnig virk á tímabili t4 (nr. 02).

- **04** Um 1500 m löng sprunga, aðallega virk í byrjun nóvember 2000. Strik=16°, halli=82°. Af 177 skjálftun sem skilgreina sprunguflötinn er hægt að ákvarða skriðhorn fyrir 173. Skjálftarnir eru á 6,4-7,2 km dýpi. Flestir skjálftarnir sýna hægri sniðgengisfærslu með heldur minni siggengispætti. Sprungan er hugsanlega samsett úr smærri skástíga hlutum.
- **05** Rúmlega 600 m löng ANA-VSV sprunga. Strik=243°, halli=78°. Flestir skjálftarnir eru á dýptarbilinu 6,8-7,2 km. Hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 85 af 90 skjálftum sem skilgreina sprunguflötinn. Dreifing skriðhorna er fremur einsleit og sýnir vinstri sniðgengisfærslu með álíka stórum siggengispætti.
- **06** Rúmlega 700 m löng NA-SV sprunga. Strik=232°, halli=88°. Flestir skjálftarnir á sprungunni eru á 6,8-7 km dýpi. 64 skjálftar skilgreina sprunguflötinn, af þeim er hægt að ákvarða skriðhorn fyrir 62. Sprungan er líklega framhald til vesturs af sprungu 05, en sprunga 04 sker þær í sundur. Líkt og fyrir sprungu 05 sýna flestar brotlausnir vinstri sniðgengishreyfingu með jafnstórum siggengispætti.
- **07** Rúmlega 700 m löng N-S sprunga með strik=353° og halla=84°. Skjálftarnir 53 á sprungunni eru aðallega á 6,6-7 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 49 þeirra. Meirihluti brotlausna sýnir hægri sniðgengisfærslu með minni siggengispætti. Sá hluti skjálftanna sem sýnir samgengispátt inniheldur almennt minni skjálfta.
- **08** Rúmlega 560 m löng NNA-SSV sprunga. Strik=25°, halli=88°. Af þeim 21 skjálfta sem skilgreina sprunguflötinn er hægt að ákvarða skriðhorn fyrir 20. Meirihluti skjálftanna er á um 7 km dýpi. Dreifing skriðhorna er fremur ósamleit en flest sýna þó siggengispátt. Sprungan gengur út til NA úr sprungu 07.
- **09** Um 230 m ílöng þyrping með norðlæga stefnu; strik=176°, halli=85°. Aðeins 6 skjálftar eru í þessari þyrpinu, hægt er að meta skriðhorn fyrir þá alla. Dreifing skriðhorna sýnir hægri sniðgengisfærslu og allir nema sá stærsti sýna einnig siggengispátt. Skjálftarnir eru allir á 6,8-7,1 km dýpi. Þyrpingin er líklega hluti af stærri sprungu sem ekki sýnir neina virkni frá 1997-2005 nema á þessu afmarkaða svæði.
- **10** Tæplega 500 m löng sprunga suður af SV-enda Núpshlíðarháls. Strik=29°, halli=69°. Af þeim 26 skjálftum sem skilgreina sprunguflötinn er hægt að ákvarða skriðhorn fyrir 22. Breytileyki skriðhorna eru fremur mikill, nær allir skjálftar hafa þó siggengispátt, en brotlausnirnar sýna ýmist vinstri eða hægri sniðgengisfærslu. Skjálftarnir eru flestir á 6,5-6,7 km dýpi.
- **11** Tæplega 600 m löng N-S sprunga. Strik=182°, halli=90°. Skjálftarnir 17 eru á 5,7-7,2 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir þá alla. Allar brotlausnir nema tvær sýna hægri sniðgengisfærslu og flestar innihelda minni samgengispátt.

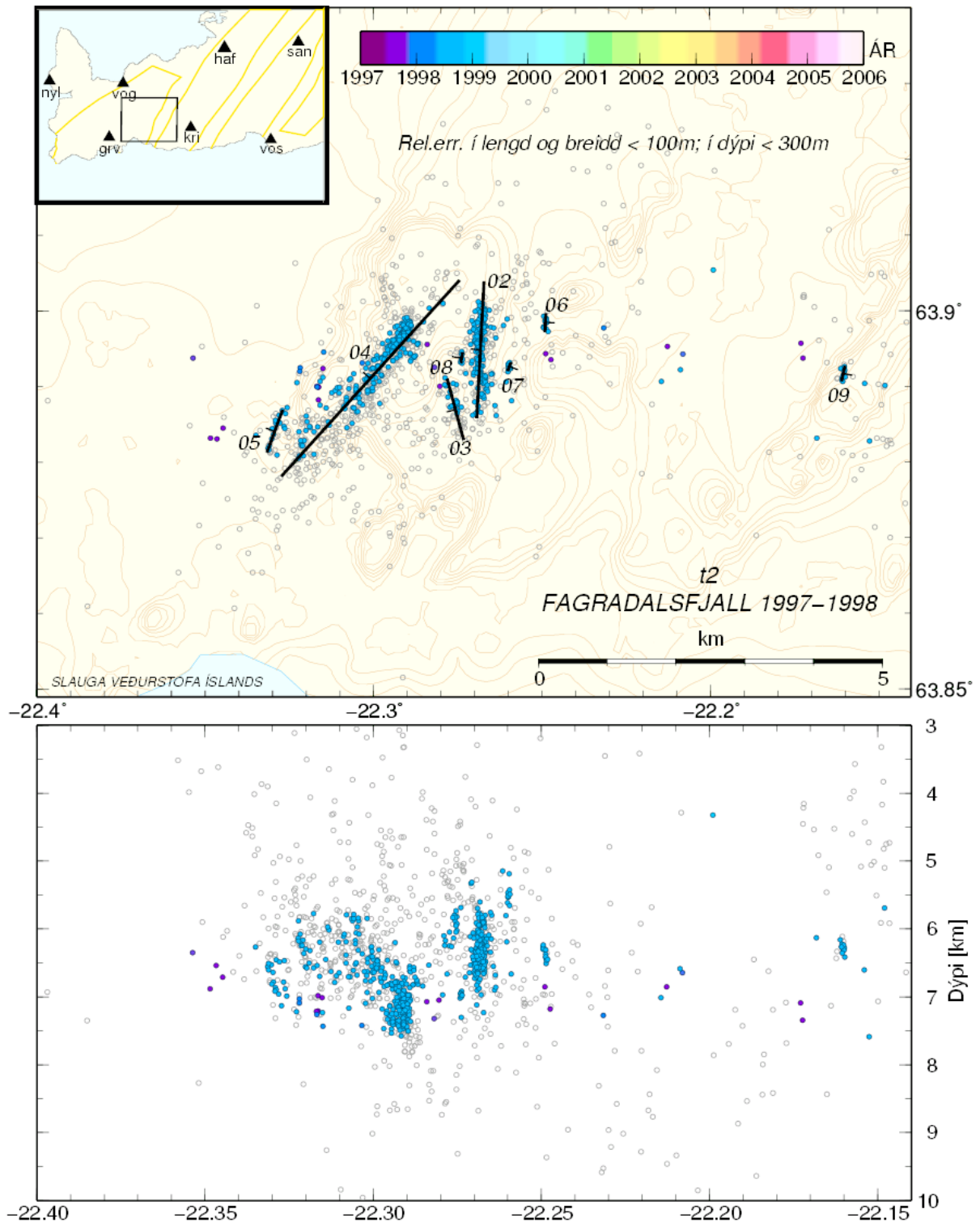
5.3 1. janúar-18. júlí 2004 (t4)

Á mynd 6 má sjá afstæðar staðsetningar frá fyrri hluta árs 2004. Þeir skjálftar sem hafa afstæða skekkju innan við 200 m í lengd og breidd og 500 m í dýpi eru sýndir í lit, aðrir sem gráir hringir. Virknin er fremur dreifð fyrir þetta tímabil og fáar skýrar sprungur koma í ljós. Tekið var mið af dreifingu best staðsettu skjálftanna við kortlagninguna. Sprungurnar hafa allar norðlæga eða NNA-læga stefnu. Dreifingu skriðhorna (λ) og meðalskriðhorn á hverri sprungu má sjá í töflu 2 og á mynd 11 í viðauka A. Að neðan er stutt yfirlit yfir hverja sprungu/þyrpingu:

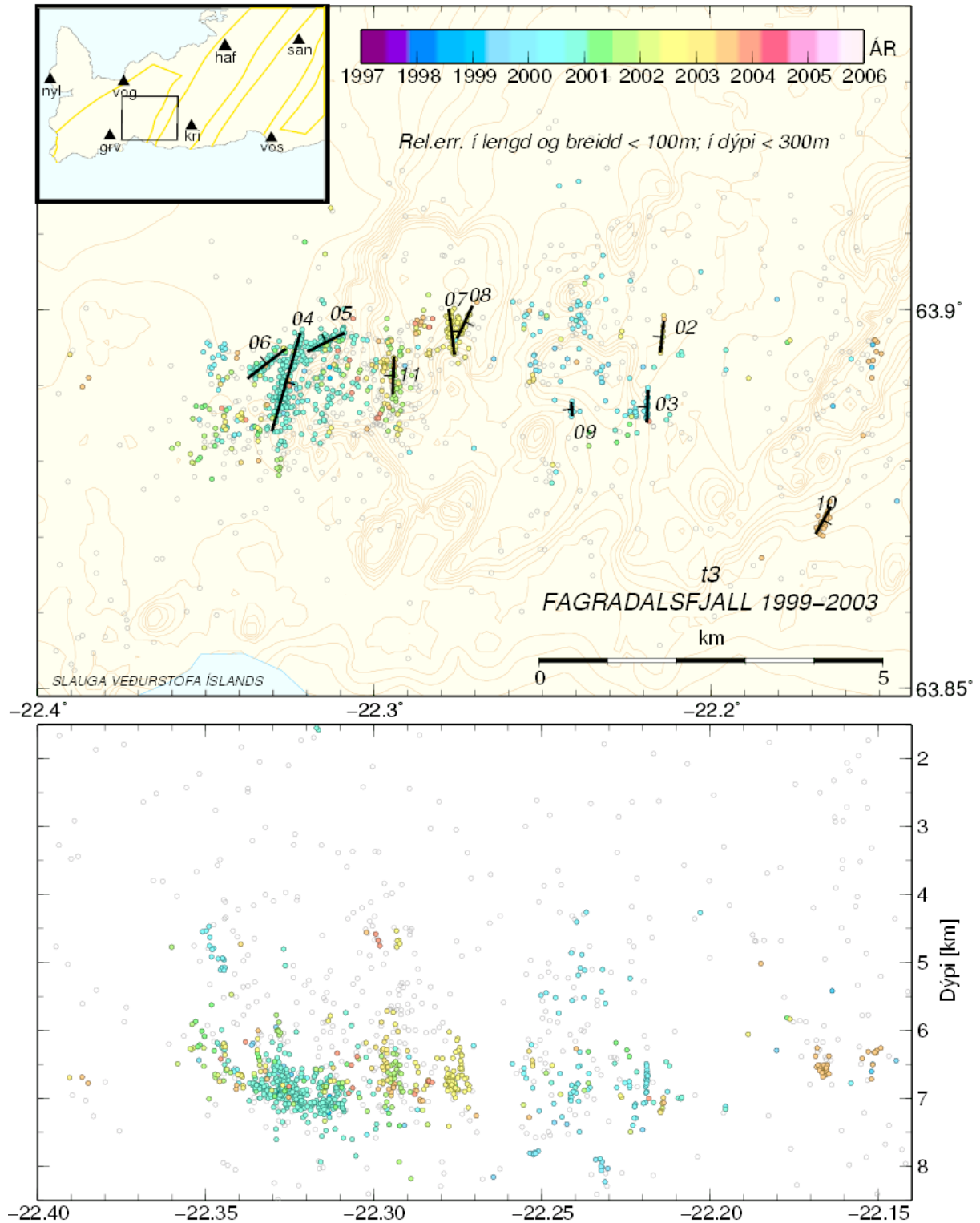
- **02** Tæplega 800 m löng N-S sprunga. Strik=175°, halli=88°. Þeir 43 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru flestir á 5-5,5 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 39 þeirra. Brotlausnir flestra skjálftanna sýna nær eingöngu hægri sniðgengisfærslu, þó hefur hluti skjálftanna einnig nokkurn samgengisþátt ($\lambda \approx 130^\circ$). Þessi sprunga kemur einnig fram á tímabili t3 (t3-02, þá dreifðist virkni frá febrúar 2002 til ágúst 2003).
- **03** Tæplega 700 m löng N-S sprunga. Strik=11°, halli=85°. Þeir 34 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru á 6,3-7,1 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 33 þeirra. Brotlausnir flestra skjálftanna sýna hægri sniðgengisfærslu ásamt ýmist sig-eða samgengisþætti.
- **04** Tæplega 900 m löng SV-NA sprunga. Strik=220°, halli=86°. Þeir 80 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru á 4-7 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 50 þeirra. Brotlausnir flestra skjálftanna sýna vinstri sniðgengisfærslu ásamt minni samgengisþætti.
- **05** Um 1200 m löng N-S sprunga. Strik=2°, halli=85°. Þeir 57 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru flestir á 4,8-6 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 56 þeirra. Brotlausnir flestra skjálftanna sýna aðallega hægri sniðgengisfærslu.
- **06** Tæplega 800 m löng N-S sprunga. Strik=11°, halli=81°. Þeir 11 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru flestir á 6-6,6 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 10 þeirra. Dreifing skriðhorna er mjög breytileg og meðalskriðvigur því vart marktækur. Þéttleikinn er þó mestur í kringum -125° til -135°, þ.e. fyrir þau horn sem hafa álíka stóra hægri sniðgengisfærslu og sig.
- **07** Um 850 m löng NNA-SSV sprunga. Strik=31°, halli=87°. Þeir 40 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru á 5,6-7,4 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 39 þeirra. Brotlausnir flestra skjálftanna sýna ýmist vinstri sniðgengisfærslu ásamt minni siggengisþætti eða hægri sniðgengisfærslu ásamt álíka stórum siggengisþætti. Sprungan er hugsanlega mynduð úr fleiri smærri skástíga sprunguhlutum; þyrpingar t2-06 og t2-07 eru líklega N- og S-endar sprungunnar.

5.4 19. júlí 2004 – 31. október 2005 (t5)

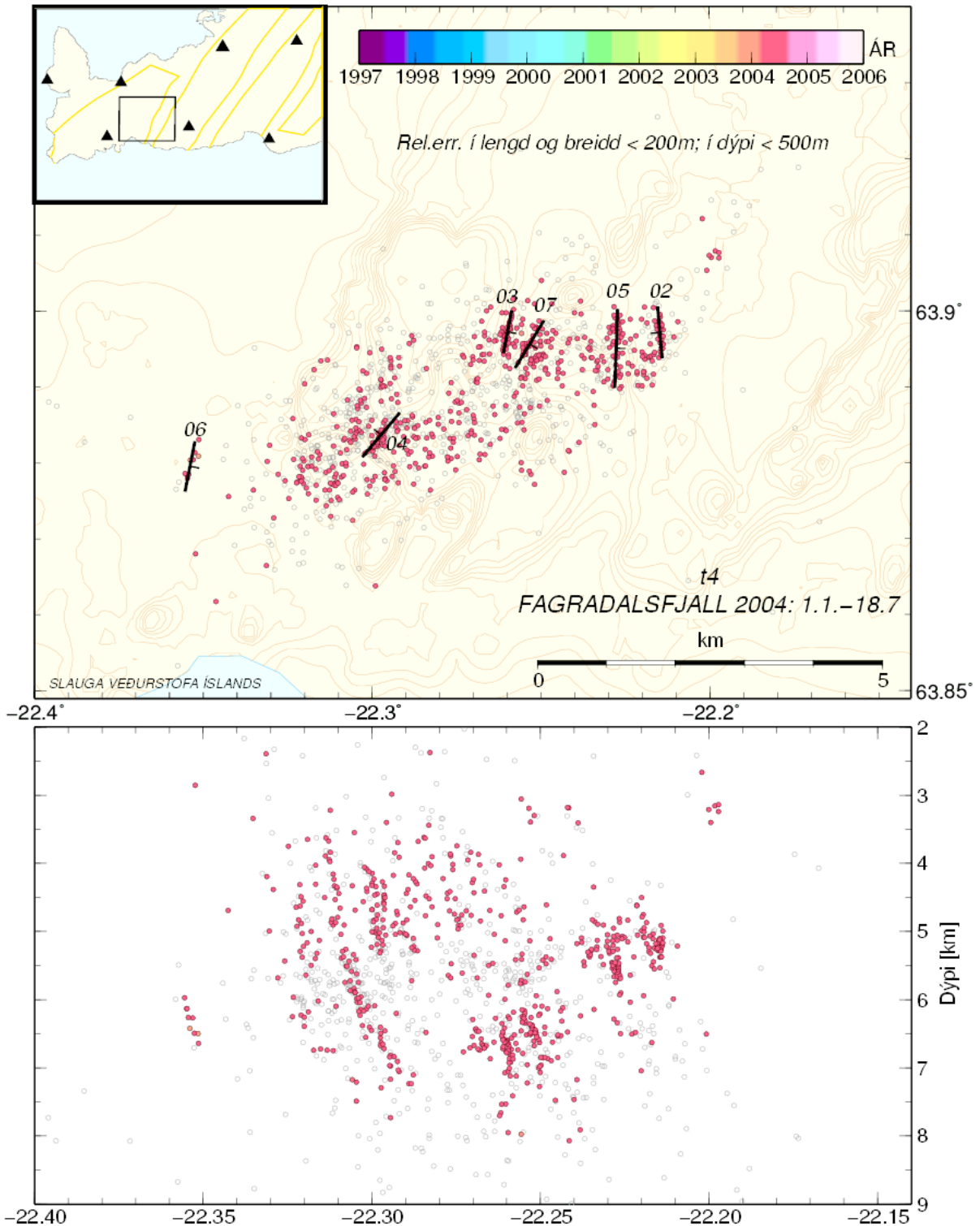
Á mynd 7 má sjá afstæðar staðsetningar frá síðari hluta árs 2004 og fram til októberloka 2005. Þeir skjálftar sem hafa afstæða skekkju innan við 100 m í lengd og breidd og 300 m í dýpi eru sýndir í lit, aðrir sem gráir hringir. Virknin á þessu tímabili er mjög staðbundin og takmarkast



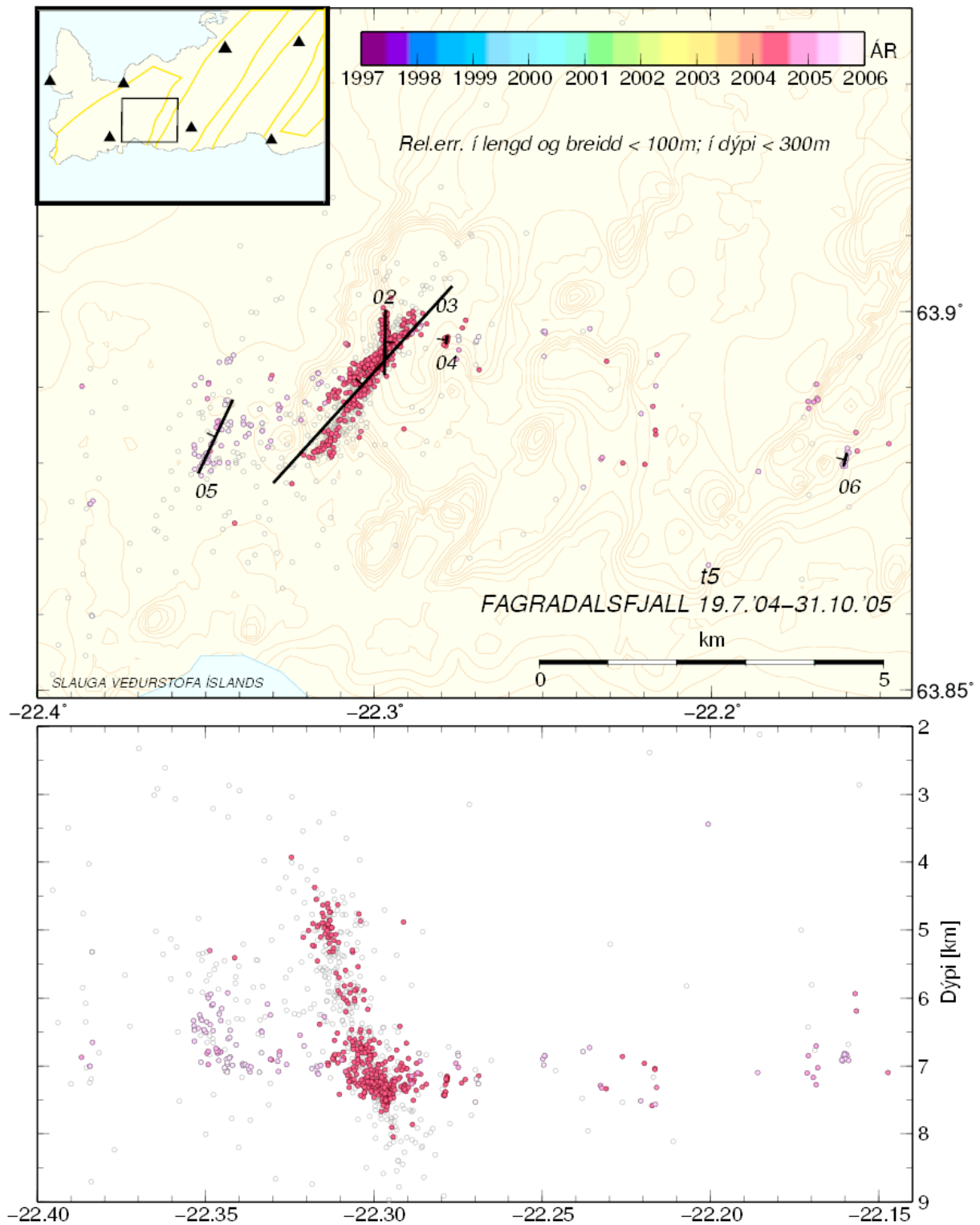
Mynd 4. Endurstaðsettir skjálftar á tímabili t2, þ.e. frá 1997 til 1998. Skjálftar sem hafa litla afstæða skekkju (innan við 100 m í lengd og breidd og innan við 300 m í dýpi) eru sýndir í lit (sami litaskali og á myndum 1 og 2) en aðrir eru sýndir sem gráir hringir. Svörtu strikin sýna lengd, strik og hallastefnu þeirra virku sprungna/þyrpinga sem kortlagðar voru á þessu tímabili; þær eru tölusettar 02-09. Kvarðinn á þversniðinu er sá hinn sami og á kortinu fyrir ofan, bæði fyrir x-ás (A-V) og dýpi.



Mynd 5. Endurstaðsettir skjálftar á tímabili t3, þ.e. frá 1999 til 2003. Skjálftar sem hafa litla afstæða skekkju (innan við 100 m í lengd og breidd og innan við 300 m í dýpi) eru sýndir í lit (sami litaskali og á myndum 1 og 2) en aðrir eru sýndir sem gráir hringir. Svörtu strikin sýna lengd, strik og hallastefnu þeirra virku sprungna/þyrpinga sem kortlagðar voru á þessu tímabili. Kvarðinn á þversniðinu er sá hinn sami og á kortinu fyrir ofan, bæði fyrir x-ás ($A-V$) og dýpi.



Mynd 6. Endurstaðsettir skjálftar á tímabili t4, þ.e. frá 1. janúar til 18. júlí 2004. Skjálftar sem hafa litla afstæða skekkju (innan við 200 m í lengd og breidd og innan við 500 m í dýpi) eru sýndir í lit (sami litaskali og á myndum 1 og 2) en aðrir eru sýndir sem gráir hringir. Svörtu strikin sýna lengd, strik og hallastefnu þeirra virku sprungna/þyrpinga sem kortlagðar voru á þessu tímabili. Kvarðinn á þversniðinu er sá hinn sami og á kortinu fyrir ofan, bæði fyrir x-ás (A-V) og dýpi.



Mynd 7. Endurstaðsettir skjálftar á tímabili t5, þ.e. frá 19. júlí 2004 til 31. október 2005. Skjálftar sem hafa litla afstæða skekkju (innan við 100 m í lengd og breidd og innan við 300 m í dýpi) eru sýndir í lit (sami litaskali og á myndum 1 og 2) en aðrir eru sýndir sem gráir hringir. Svörtu strikin sýna lengd, strik og hallastefnu þeirra virku sprungna/þyrpinga sem kortlagðar voru á þessu tímabili. Kvarðinn á þversniðinu er sá hinn sami og á kortinu fyrir ofan, bæði fyrir x-ás (A-V) og dýpi.

nær eingöngu við júlí 2004 hrinuna á stóru SV-NA sprungunni sem einnig var virk í október 1998 (t2-04). Í gegnum hana gengur önnur minni N-S sprunga (t5-02), en hún var einnig virk á tímabili t3 (þó ógreinilegri og ekki kortlögð þar). Dreifingu skriðhorna (λ) og meðalskriðhorn á hverri sprungu má sjá á mynd 12 í viðauka A. Að neðan er stutt yfirlit yfir hverja sprungu/þyrpingu:

- **02** Um 1000 m löng N-S sprunga. Strik= 1° , halli= 87° . Þeir 152 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru flestir á 6,9-7,7 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 149 þeirra. Flestir skjálftar hafa hægri sniðgengisfærslu ásamt minni sam- eða siggengisþætti.
- **03** Um 4000 m löng SV-NA sprunga. Strik= 222° , halli= 83° . Þeir 604 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru á 3,5-9 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 166 þeirra. Flestir skjálftar hafa vinstri sniðgengisfærslu ásamt minni samgengisþætti. Sprungan er hugsanlega samsett úr smærri skástígum sprungum (mynd 7).
- **04** Tæplega 150 m ílöng þyrping. Strik= 187° , halli= 82° . Þeir 16 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru á 7,1-7,5 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir þá alla. Flest skriðhorn sýna hægri sniðgengisfærslu ásamt siggengisþætti.
- **05** Rúmlega 1200 m löng NNA-SSV sprunga vestan við Fagradalsfjall. Strik= 205° , halli= 88° . Þeir 39 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru flestir á 6-7,2 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir 38 þeirra. Flest skriðhorn sýna aðallega siggengisfærslu með minni vinstri sniðgengisþætti.
- **06** Um 200 m löng N-S sprunga í sunnanverðum Núpshlíðarhálsi. Strik= 194° , halli= 88° . Þeir 12 skjálftar sem skilgreina sprunguflötinn eru á 6,8-7 km dýpi og hægt er að ákvarða skriðhorn fyrir þá alla. Dreifing skriðhorna er mjög breytileg og meðalskriðhorn því vart marktækt.

5.5 Samantekt á sprungum

Sprungurnar og sprungubrotin sem einkum hafa komið fram í þessari kortlagningu eru allar nær lóðréttar og yfirgnæfandi meirihluti hefur N-S- til NA-SV-læga strikstefnu, eins og sjá má á mynd 8 og í töflu 2. Mynd 8 sýnir einnig sprungurós, sem lýsir dreifingu strikstefna sprungnanna. Sumar sprungur eru virkar á fleiri en einu tímabili. Í öðrum tilvikum virðist virkni aðeins vera á hluta sprungna (þ.e í litlum þyrpingum) á því tímabili sem rannsóknin nær yfir. Í flestum tilfellum sýna brotlausnir hægri sniðgengisfærslu í bland við sig eða stundum samgengi, eins og algengast er í Suðurlandsbrotabeltinu.

Hægri sniðgengisfærslur eru á sprungum með strikstefnu á bilinu 353° - 25° og 165° - 194° , en vinstri handar færslur eru á sprungum með strikstefnur á bilinu 200° - 243° . Brotlausnir skjálfta á sprungum t3-08 með strikstefnu 25° , t3-10 með strikstefnu 29° , og þyrpingu t4-07 með strikstefnu 31° sýna nokkuð vel aðskildar dreifingar af bæði vinstri og hægri færslum (myndir 10 og 11). Meðalskriðhorn lýsir ríkjandi sikhreyfingum, með minni láréttri færslu; hægri sniðgengishreyfingu á sprungu t3-08, en vinstri sniðgengishreyfingum á sprungum t3-10 og t4-07. Líklega er því 25° strikstefna nálægt því að vera hornrétt á stefnu mestu spennu við Fagradalsfjall. Í suðvesturfjórðungi sprungurósarinnar skiptir úr hægri handar færslu yfir í vinstri handar færslu nálægt 194° strikstefnu, því sú stefna sýnir vel aðskildar þyrpingar af

vinstri og hægri handar færslum (t5-06 á mynd 12). Við 187° strikstefnu er ríkjandi hægri handar færsla (t5-04 á mynd 12), en við 200° strikstefnu er vinstri handar færsla orðin ríkjandi (t2-05 á mynd 9). Þessar færslustefnur eru í þokkalegu samræmi við $N102,7^\circ \pm 1,1^\circ A$ rekstefnu á Reykjaneskaga, samkvæmt flekahreyfingalíkaninu NUVEL-1A (DeMets o.fl., 1990, 1994).

Stærsta virka sprungan á svæðinu (t2-04 og t5-03) er um 4 km löng, með ríkjandi vinstri sniðgengisfærslu í 202° strikstefnu. Á sprungunni, sem gengur inn undir suðaustanvert Fagradalsfjall, urðu meira en þúsund skjálftar á tímabilinu. Önnur 2 km löng sprunga (t2-02) með norðlæga stefnu gengur norður undir Fagradalsfjallið austanvert. Á henni er hægri sniðgengisfærsla ríkjandi og þar urðu ríflega þrjú hundruð skjálftar. Önnur misgengi eru minni, yfirleitt um nokkur hundruð metrar á lengd. Nokkrar sprungur sýna breytileg skriðhorn á mismunandi tímabilum eða á tiltölulega litlu svæði. Dæmi um slíkar sprungur eru:

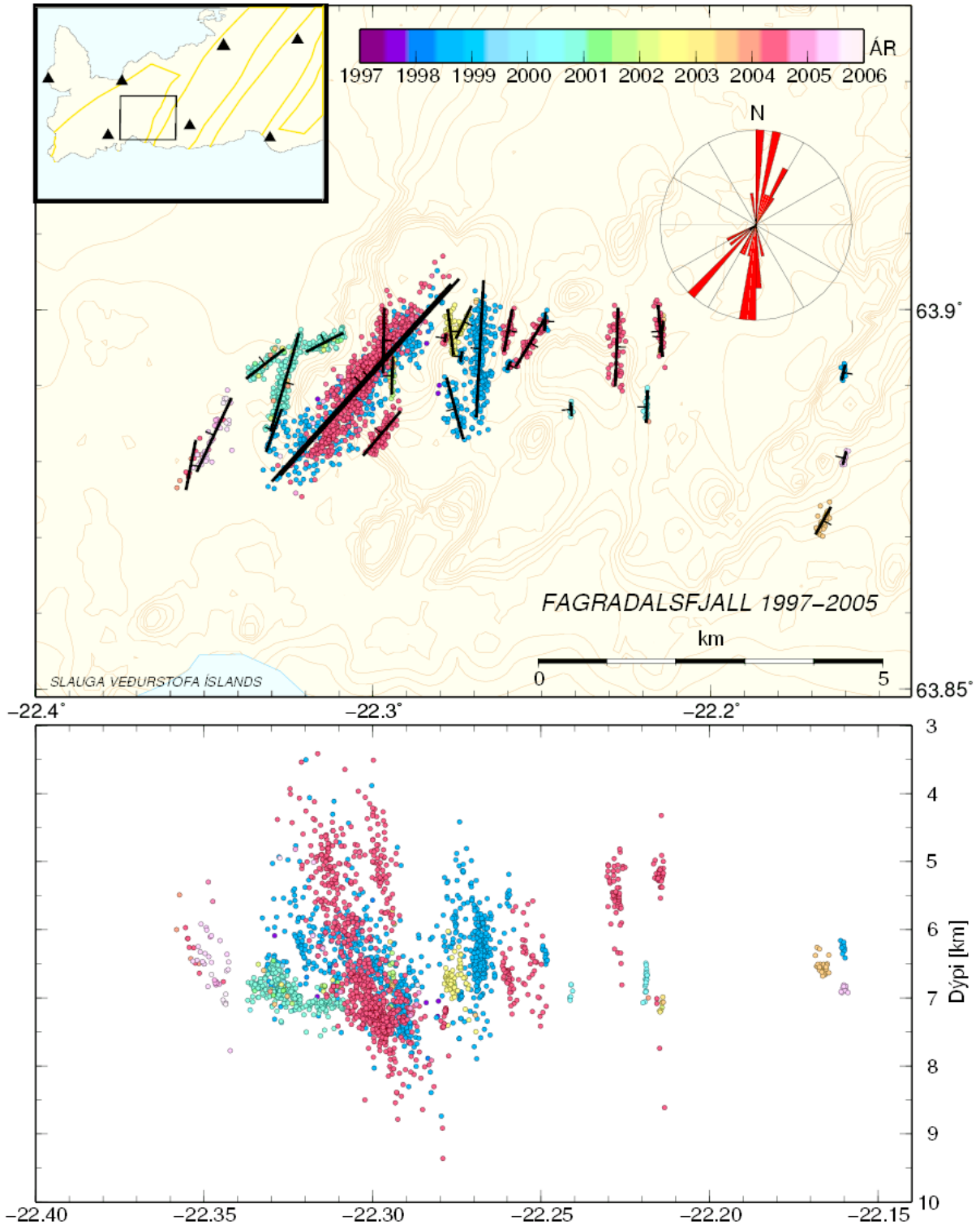
- 1) t5-05 og t4-6. Strikstefna t5-05 er 205° og dreifing skriðhorna sýnir ríkjandi sigþátt í bland við vinstri sniðgengisfærslu (mynd 12). Suðvestur af henni gengur sprunga t4-06 sem hefur norðlægari strikstefnu (11°) og ríkjandi hægri sniðgengishreyfingu (mynd 11). Rúmt ár (maí 2004 - júlí 2005) líður á milli þess að brotin eru virk og staðbundna spennusviðið gæti því hugsanlega hafa snúist nægilega í millitíðinni til að valda þessari breytingu.
- 2) Sprunga t2-05 (mynd 9) er framhald til suðurs af sprungu t3-04 (mynd 10). Hún hefur strikstefnu 200° og sýnir sambland af sigi og vinstri sniðgengisfærslu. Í raun munar einungis 4° á stefnu sprungnanna og 12° á halla þeirra en t3-04 sýnir sambland af sigi og ríkjandi hægri sniðgengisfærslu. Um það bil 2 ár líða á milli þess að brotin eru virk; t2-05 er virk aðallega seinni hluta árs 1998 en t3-04 seinni hluta árs 2000 og hugsanlega hefur spennusviðið snúist nóg á því tímabili til að orsaka þessa breytingu. Tveir $M \approx 5$ skjálftar, sem urðu á Krísuvíkursvæðinu í kjölfar 17. júní skjálftans í Holtum, gætu hugsanlega hafa orsakað slíkan snúning (Kristín S. Vogfjörð o.fl., 2005a; Sigurlaug Hjaltadóttir og Kristín S. Vogfjörð, 2005).
- 3) Þyrpingin t4-07 sýnir tvær vel aðskildar dreifingar af færslustefnum (mynd 11) þar sem annars vegar er ríkjandi vinstri sniðgengisfærsla og hins vegar hægri sniðgengi. Líklegt er að þyrpingin sé a.m.k. að hluta til samsett úr styttri norðlægum misgengjum með hægri sniðgengisfærslum, enda tengir þyrpingin saman tvær aðrar, stuttar norðlægar sprungur (t2-06 og t2-07 á mynd 9) með ríkjandi hægri sniðgengisfærslur. Rúm fimm ár líða á milli þess að brotin eru virk og mögulegt er að snúningur spennusviðs á þessu tímabili hafi einnig haft áhrif.

Sprungu	ϕ (°)	δ (°)	λ_{ave} (°)	λ_{wav} (°)	lengd (km)	y (°N)	x (°A)	Fjöldi skjálfta	rms (m)
t2-02	183	88	-171,48	-159,15	2,082	63,8949	-22,2683	324/324	64,0
t2-03	165	88	171,10	175,84	0,972	63,8870	-22,2757	54/55	61,3
t2-04	222	84	-9,75	-8,94	4,009	63,8911	-22,3010	542/542	122,0
t2-05	200	85	-13,92	-40,02	0,703	63,8841	-22,3294	27/33	30,6
t2-06**	3	79	-159,40	-160,33	0,297	63,8985	-22,2489	13/13	10,0
t2-07**	20	88	-141,43	-141,11	0,160	63,8927	-22,2597	11/11	20,0
t2-08	189	87	-154,05	-145,76	0,170	63,8938	-22,2739	10/10	5,7
t2-09	12	78	-113,77	-149,44	0,248	63,8917	-22,1604	15/15	6,3
t3-02	186	88	-135,8	-140,81	0,495	63,8964	-22,2143	7/8	3,8
t3-03	182	88	175,33	-178,49	0,495	63,8872	-22,2188	23/23	7,0
t3-04	16	82	-158,59	-166,50	1,555	63,8905	-22,3262	173/177	39,7
t3-05	243	78	-37,96	-38,79	0,641	63,8957	-22,3143	85/90	40,7
t3-06	232	88	-39,82	-44,55	0,737	63,8929	-22,3321	62/64	47,0
t3-07	353	84	-171,82	-158,85	0,716	63,8971	-22,2770	49/53	25,6
t3-08	25	88	-100,79	-116,47	0,562	63,8984	-22,2730	20/21	17
t3-09	176	85	-156,54	142,92	0,227	63,8869	-22,2412	6/6	7,9
t3-10	29	69	-72,11	-76,70	0,489	63,8722	-22,1665	22/26	19,2
t3-11	182	90	-174,03	-178,94	0,594	63,8913	-22,2943	17/17	18,1
t4-02	175	88	174,09	166,37	0,793	63,8972	-22,2147	39/43	23,0
t4-03	11	85	-151,45	170,47	0,671	63,8973	-22,2599	33/34	15,5
t4-04	220	86	3,36	0,35	0,883	63,8837	-22,2974	50/80	34,9
t4-05	2	85	-166,79	177,67	1,198	63,8951	-22,2277	56/57	51,1
t4-06	11	81	-172,05	121,27	0,779	63,8796	-22,3540	10/11	25,5
t4-07	31	87	-67,94	-34,94	0,846	63,8957	-22,2534	39/40	38,2
t5-02*	1	87	-164,05	179,74	1,006	63,8960	-22,2968	149/152	24,1
t5-03	222	83	14,39	10,08	4,022	63,8904	-22,3035	166/604	86,2
t5-04	187	82	-159,02	-156,84	0,137	63,8963	-22,2786	16/16	2,6
t5-05	205	88	-51,26	-59,40	1,246	63,8835	-22,3472	38/39	46,2
t5-06	194	88	-150,54	-106,60	0,218	63,8804	-22,1601	12/12	10,2

*Einnig mótart fyrir sprungunni á tímabili t3, en þó ekki jafn greinilega og hér.

** Líklega N- og S-endar sprungu t4-07.

Tafla 2. Helstu stærðir fyrir þær sprungur sem hafa verið kortlagðar: strik (ϕ), halli (δ), meðalskriðhorn (λ_{ave}), vegið meðalskriðhorn (λ_{wav}), lengd sprungu, hnit miðju (x =breidd, y =lengd), fjöldi skjálfta á sprungunni sem hægt er að meta skriðhorn fyrir/heildarfjöldi skjálfta á sprungunni og rms-fjarlægð skjálfta frá sprungufletinum. Línur í sama lit tákna sömu sprungur sem greindust á tveimur tímabilum.



Mynd 8. Kortlagðar sprungur/sprungubrot í Fagradalsfjalli frá 1997 - 31. október 2005. Þeir skjálftar sem skilgreina sprunguflétina eru einnig sýndir í lit eftir því hvenær þeir urðu. Rósin í efra, hægra horni sýnir dreifingu strikstefna (ϕ).

6 HEIMILDIR

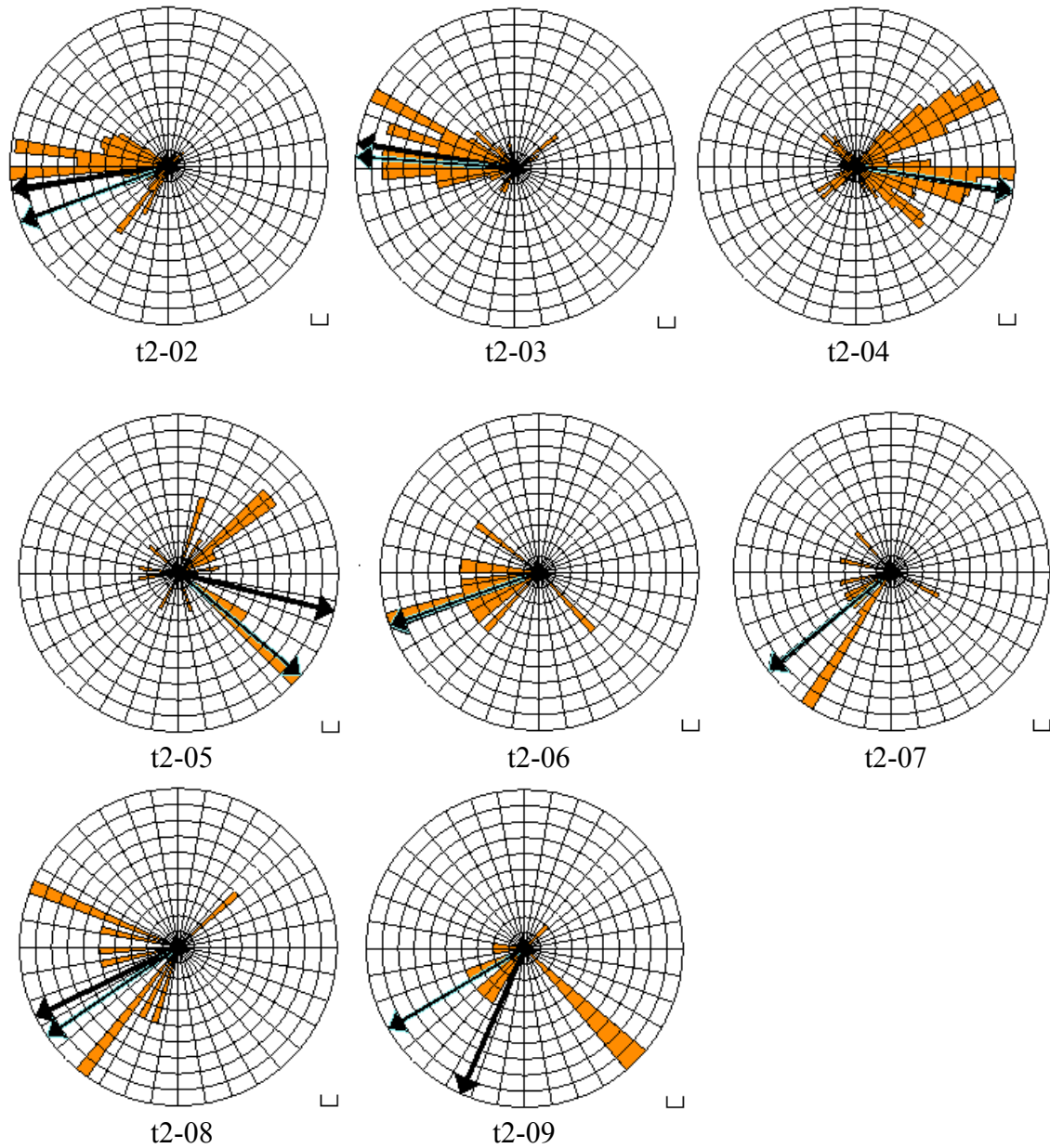
- Ari Trausti Guðmundsson, 2001. *Íslenskar Eldstöðvar*, Vaka-Helgafell, Reykjavík, bls. 214-215.
- Clifton, A.E., Páll Einarsson, Þóra Árnadóttir, C. Pagli, og M. Roberts, 2004. Identifying seismogenic faults: Case studies from SW Iceland. *EOS, Trans., AGU 2004 Fall Meeting*.
- DeMets, C. G., R. G. Gordon, D. F. Argus og S. Stein, 1990. Current plate motions, *Geophys. J. Int.*, 101, 425-478.
- DeMets, C., R. G. Gordon, D. F. Argus og S. Stein, 1994. Effect of recent revisions to the geomagnetic reversal time scale on estimates of current plate motions, *Geophys. Res. Lett.*, 21, 2191-2194.
- Kristín S. Vogfjörð, 2000. Kortlagning brotflata með smáskjálftum í nágrenni Grændals. *Orkustofnun, skýrsla OS-2000/031*.
- Kristín S. Vogfjörð, Sigurlaug Hjaltadóttir og R. Slunga, 2005a. The $M \approx 5$ triggered events in the South Iceland Seismic Zone of June 17, 2000: Determination of fault plane, magnitude and mechanism. *Geophysical Research Abstracts*, 7, 10274.
- Kristín S. Vogfjörð, Sigurlaug Hjaltadóttir og R. Slunga, 2005b. Volcano-tectonic Interaction in the Hengill Region, Iceland during 1993-1998. *Geophysical Research Abstracts*, 7, 09947.
- Kristján Sæmundsson og Sigmundur Einarsson, 1980. *Jarðfræðikort af Íslandi, blað3, Suðvesturland*, önnur útgáfa. Náttúrufræðistofnun Íslands og Landmælingar Íslands, Reykjavík.
- Steinunn Jakobsdóttir, 1998. Uppsetning SIL-kerfisins. *Veðurstofa Íslands, greinargerð VÍ-G98012-JA01*
- Sigurður Th. Rögnvaldsson, R. Slunga, 1993. Routine and fault plane solutions for local networks: A test with synthetic data, *Bull. seism. Soc. Am.*, 83, 1232-1247.
- Sigurður Th. Rögnvaldsson, R. Slunga, 1994. Single and joint fault plane solutions for microearthquakes in South Iceland, *Tectonophysics*, 237, 73-86.
- Sigurður Th. Rögnvaldsson, Ágúst Guðmundsson og Ragnar Slunga, 1998. Seismotectonic analysis of the Tjörnes Fracture Zone, an active transform fault in north Iceland. *J. Geophys. Res.*, Vol. 103, No. B12, p. 30117-30129 (98JB02789).
- Sigurður Th. Rögnvaldsson, Kristín S. Vogfjörð og Ragnar Slunga, 1999. Kortlagning brotflata á Hengilssvæði með smáskjálftum. *Rit Veðurstofu Íslands*, VÍ-R99002-JA01.

Sigurlaug Hjaltadóttir og Kristín S. Vogfjörð, 2005. Subsurface fault mapping in Southwest Iceland by relative location of aftershocks of the June 2000 earthquakes. *Rit Veðurstofu Íslands*, 21, VÍ-ES-01.

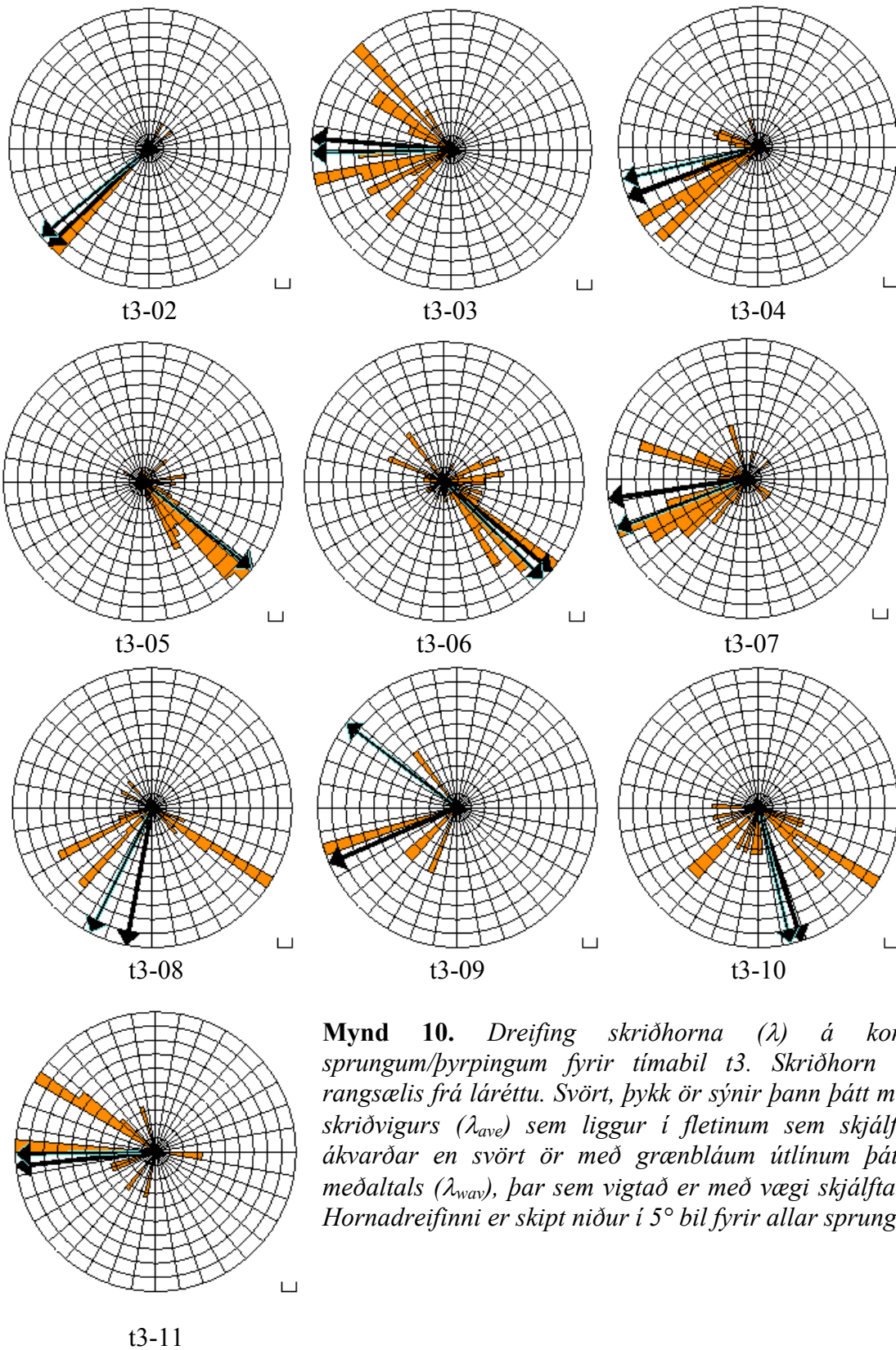
Sigurlaug Hjaltadóttir, Halldór Geirsson og Þórunn Skaftadóttir, 2006. Seismic activity in Iceland during 2004. *Jökull* 55, bls. 107-119.

Slunga, R., Sigurður Th. Rögnvaldsson og Reynir Böðvarsson, 1995. Absolute and relative locations of similar events with application to microearthquakes in southern Iceland. *Geophys. J. Int.*, 123, 409-419.

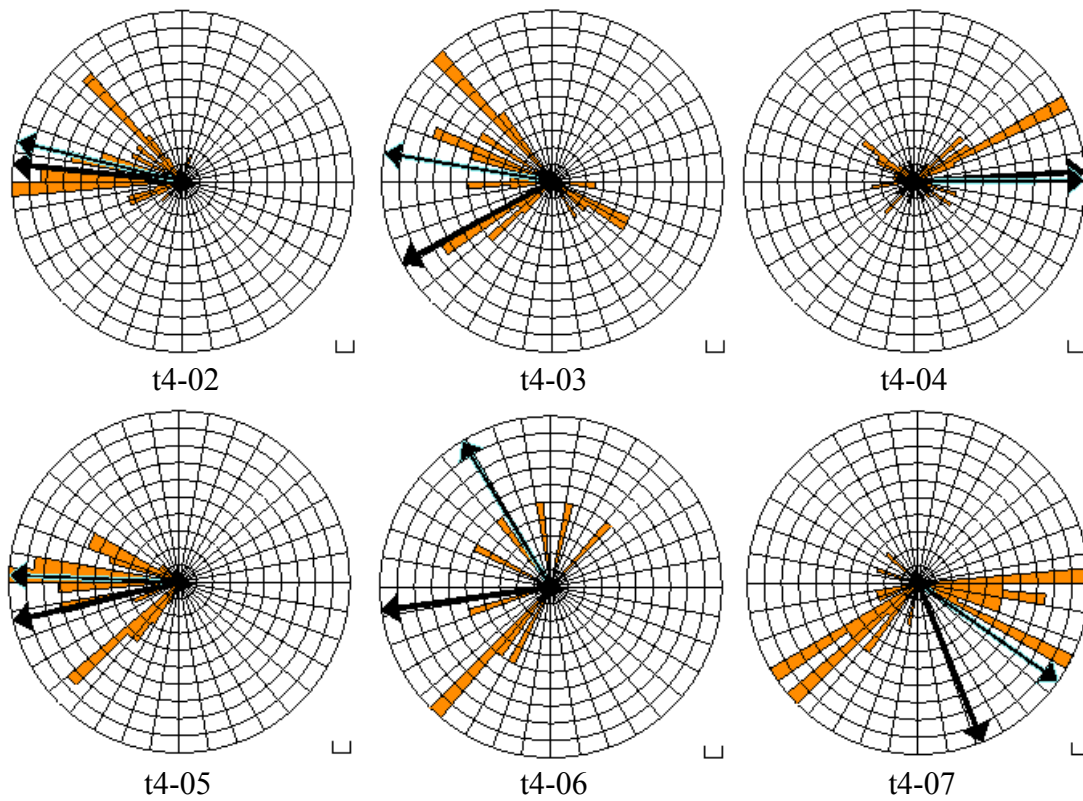
VIÐAUKI A: Dreifing skriðhorna fyrir allar kortlagðar sprungur



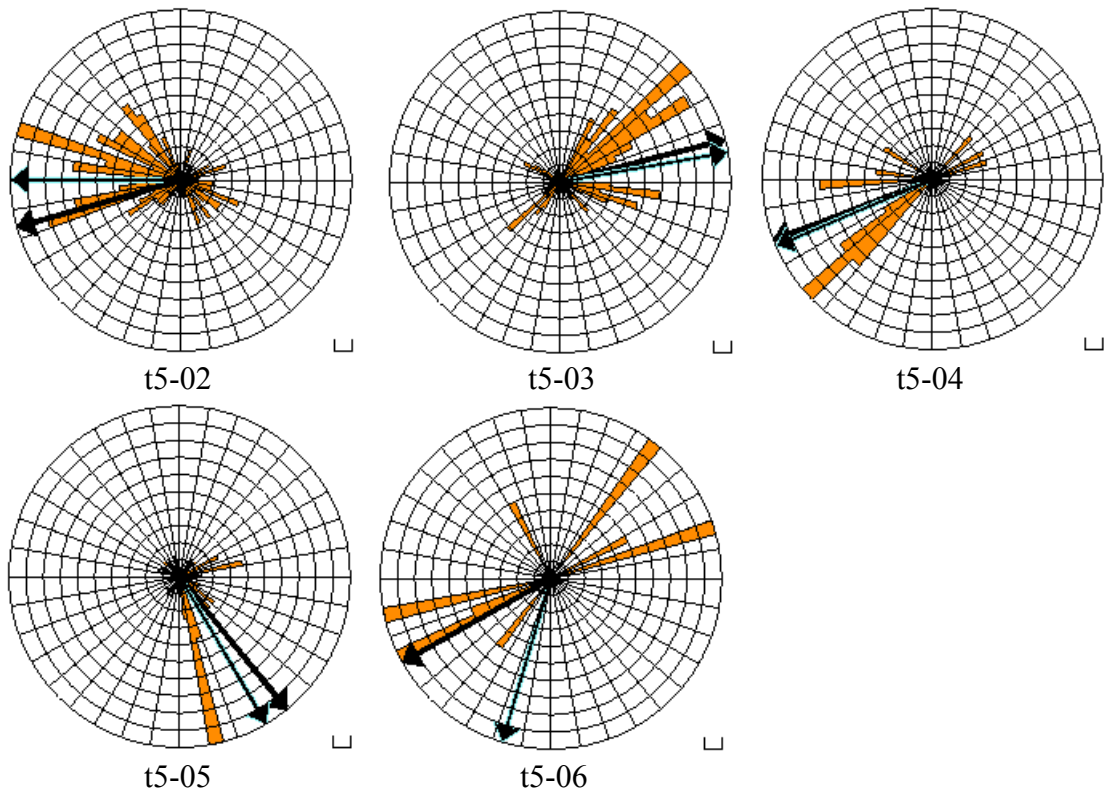
Mynd 9. Dreifing skriðhorna (λ) á kortlögðum sprungum/þyrpingum fyrir tímabil t2. Skriðhorn er mælt rangsælis frá láréttu. Svört, þykk ör sýnir þann þátt meðaltals-skriðvigurs (λ_{ave}) sem liggur í fletinum sem skjálftadreifin ákvarðar en svört ör með grænbláum útlínum þátt vegins meðaltals (λ_{wav}), þar sem vigtað er með vægi skjálftanna, M_0 . Hornadreifinni er skipt niður í 5° bil fyrir allar sprungur nema sprungu 09, þar er notað 10° bil.



Mynd 10. Dreifing skriðhorna (λ) á kortlögðum sprungum/þyrpingum fyrir tímabil t3. Skriðhorn er mælt rangsælis frá láréttu. Svört, þykk ör sýnir þann þátt meðaltals-skriðvigurs (λ_{ave}) sem liggur í fletinum sem skjálftadreifin ákvarðar en svört ör með grænbláum útlínunum þátt vegins meðaltals (λ_{wav}), þar sem vigtað er með vægi skjálftanna, M_0 . Hornadreifinni er skipt niður í 5° bil fyrir allar sprungur.



Mynd 11. Dreifing skriðhorna (λ) á kortlögðum sprungum/byrpingum fyrir tímabil t4. Skriðhorn er mælt rangsælis frá láréttu. Svört, þykk ör sýnir þátt meðaltals-skriðvigurs (λ_{ave}) sem liggur í fletinum sem skjálftadreifin ákvarðar en svört ör með grænbláum útlinum þátt vegins meðaltals (λ_{wav}), þar sem vigtað er með vægi skjálftanna, M_0 . Hornadreifinni er skipt niður í 5° bil fyrir allar sprungur.



Mynd 12. Dreifing skriðhorna (λ) á kortlögðum sprungum/þyrpingum fyrir tímabil t5. Skriðhorn er mælt rangsælis frá láréttu. Svört, þykk ör sýnir þann þátt meðaltals-skriðvigurs (λ_{ave}) sem liggur í fletinum sem skjálftadreifin ákvarðar en svört ör með grænbláum útlínum þátt vegins meðaltals (λ_{wav}), þar sem vigtað er með vægi skjálftanna, M_0 . Hornadreifinni er skipt niður í 5° bil fyrir allar sprungur.

VIÐAUKI B: Tillaga að kortlagningu frá nóvember 2005

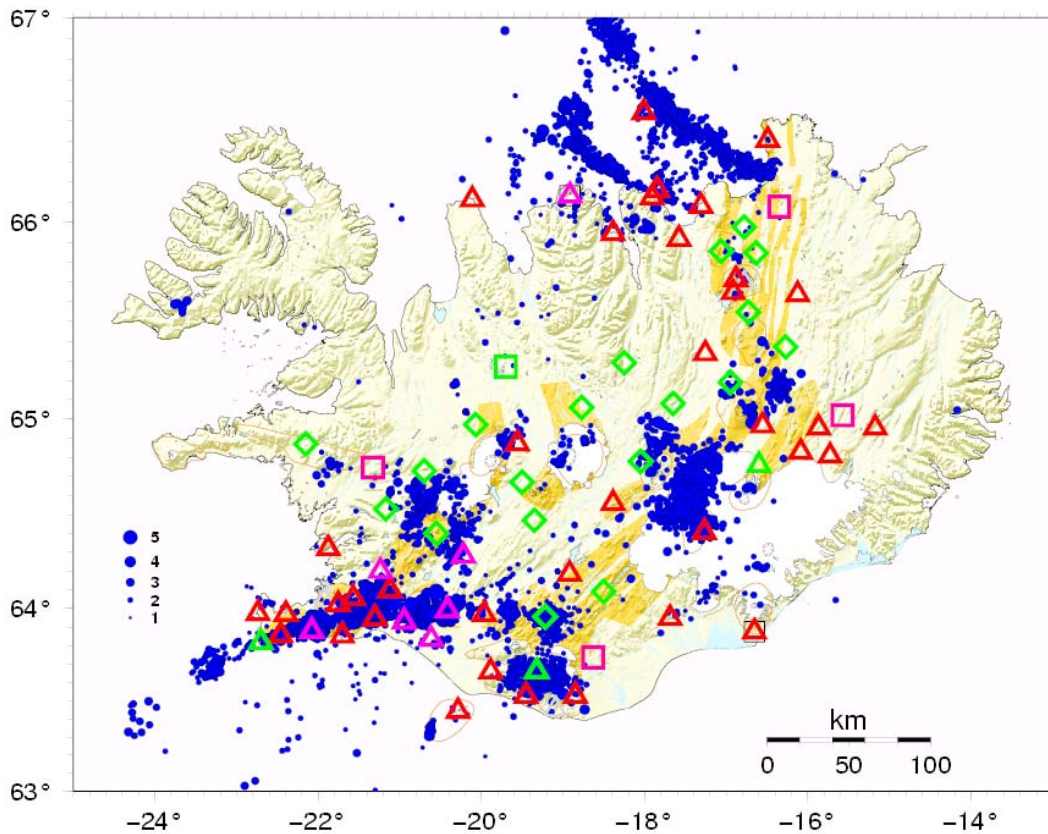
Kortlagning jarðhita í gosbeltum Íslands

Fyrsti áfangi: Fagradalsfjall á Reykjanesi

Kristín S. Vogfjörð, Veðurstofu Íslands

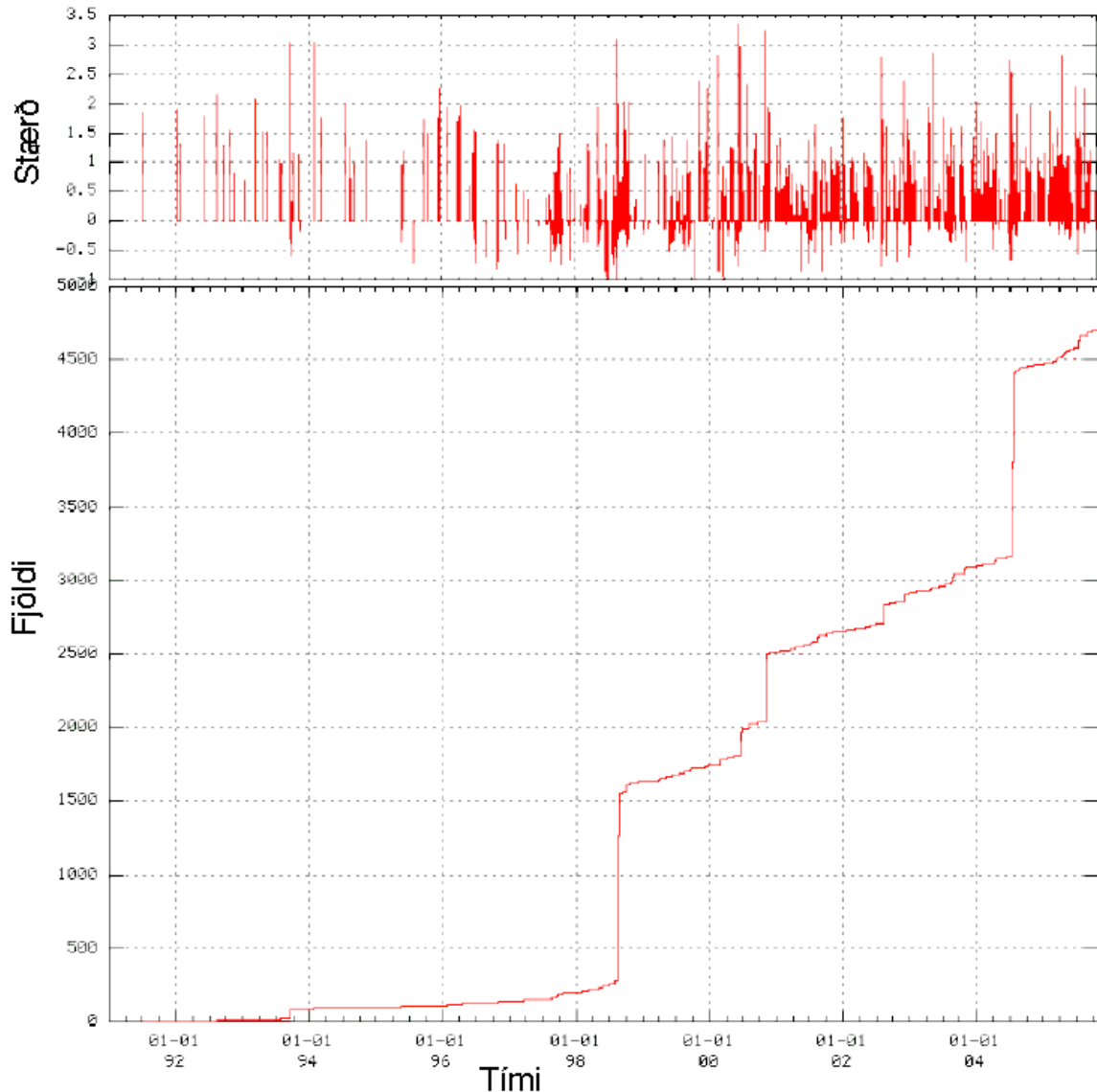
Inngangur

Að undanskildum Reykjaneskaga nær núverandi jarðskjálftamælakerfi Veðurstofu Íslands ekki nógu vel að skrá smáskjálftavirkni á gosbeltum landsins. Smáskjálftavirknin er oft tengd jarðhita og þess vegna ætti að vera hægt að kortleggja öll helstu jarðhitasvæðin með smáskjálftum. Til þess þarf þó að þetta mælakerfið á gosbeltunum, og sýnir mynd 1 uppkast að tillögu um slíka þéttingu netsins. Með þessu móti ætti að nást að skrásetja alla virkni niður í stærð ~ 0.5 . Núverandi stöðvar (rauðar og fjólubláar) eru sýndar með þríhyrningum (stuttbylgjustöðvar) og ferhyrningum (breiðbandsstöðvar). Stöð á Reykjanestá og við Goðabungu í Mýrdalsjökli, sem settar verður upp á næstu vikum eru sýndar með grænum þríhyrningum. Landsvirkjun hefur tilkynnt að hún muni hætta að styrkja stöðina vestan við Kröflu, svo líklega verður hún lögð niður á næstu mánuðum. Tímabundin stöð sem sett var upp í Hrafninnuhrauni í nokkra mánuði sumarið 2005 skilaði litlu af nothæfum gögnum vegna lélegrar staðsetningar og ósamræmis í gagnasöfnunarhugbúnaði. Viðbótarstöðvar sem þarf til að ná virkni gosbeltanna eru sýndar með grænum tiglum og einum ferhyrningi (breiðbandsstöð). Viðbótarstöðvarnar eru 16, þar af ein breiðbandsstöð nálægt Blöndulóni. Staðsetningar á Kröflu- og Þeistareykjasvæði eru þær sömu og kannaðar voru haustið 1999 og greint var frá í skýrslu Orkustofnunar (OS-2000/037). Líklegt er að syðsta stöðin í þeim hópi færi aðeins sunnar og að Reynihlíðarstöðin yrði einnig færð til suðvesturs. Fjórar af stöðvunum 16 eru í byggð og gætu því haft aðgengi að rafmagni og síma. Hinar 12 þyrfu að framleiða afl á staðunum og myndu verða með samskipti um spread-spectrum mótöld. Kostnaður við þær er því meiri.



Mynd 1. Stöðvar og skjálftavirkni

Lagt er til að Orkustofnun styrki uppsetningu og tímabundinn rekstur stöðva sem þarf til að safna nægum skjálftagögnum til að kortleggja megi öll gosbeltin. Ennfremur er lagt til að Orkustofnun styrki úrvinnslu gagna frá þeim stöðum þar sem þegar eru til næg gögn. Þetta á t.d. við um Reykjanes, þar sem þéttleiki stöðva er nægur, að undanteknum vestasta hluta skagans, en þar mun rísa stöð á næstu vikum. Enn fremur er þegar búið að skrá nóg af jarðskjálftum frá flestum svæðum á Reykjanesi og því þegar hægt að hefjast handa við að kortleggja jarðhita þar.

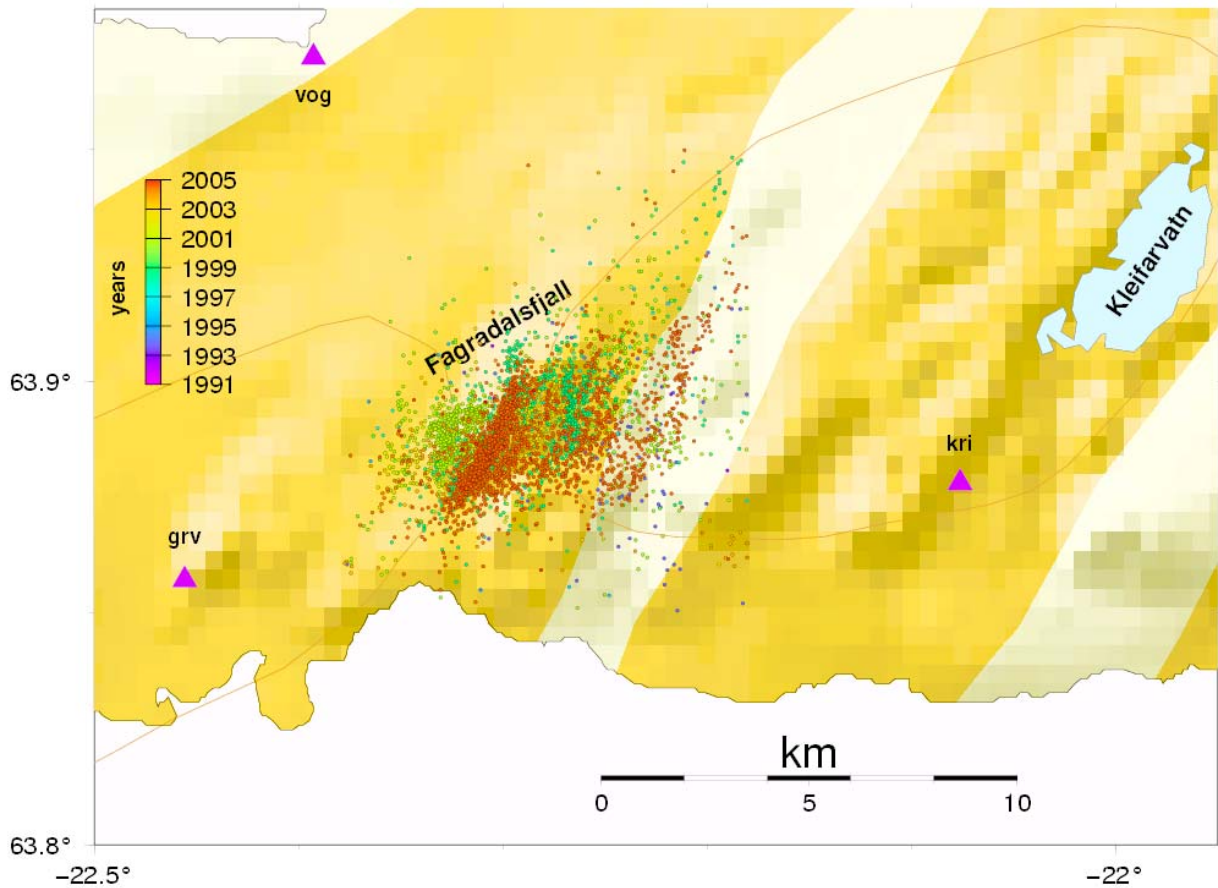


Mynd 2. Stærð og uppsafnaður fjöldi skjálfta frá 1991 til 2005.

Tillaga að fyrsta áfanga

Í fyrsta áfanga að kortlagningu allra gosbeltanna er lagt til að öll virkni, sem þegar er skráð við Fagradalsfjall á Reykjanesi verði kortlögð; alls um 5 þúsund skjálfta. Dreifing þeirra í stærð og tíma er sýnd á mynd 2, en þar sést að stærstu hrinurnar urðu í ágúst 1998, nóvember 2000 og júlí 2004. Dreifing skjálftanna í tíma og rúmi er jafnfram sýnd á mynd 3. Beitt verður afstæðri staðsetningaraðferð (*e. double-difference*) (Ragnar Slunga o. fl., 1995), en hún leyfir staðsetningarnákvæmni upp á tugi metra og gerir þar með kleift að kortleggja sameiginlegar sprungur sem smáskjálftarnir verða á. Aðferðin hefur verið í mikilli þróun og endurskoðun síðastliðin þrjú ár. Meðal annars: (i) til að leyfa fjöldaúrvinnslu gagnanna, (ii) til að bæta víxl fylgnireikninga jarðskjálftaritanna, (iii) til að gera kleift að henda út gögnum frá stöðvum með ólæstar klukkur (Kristín S. Vogfjörð o. fl., 2005). Kortlagning misgengja á Hengilssvæðinu með staðsetningu yfir 80 þúsund skjálfta sem þar urðu á árunum 1993 til 2000, er þegar u.þ.b hálfnuð og hafa mörg stór og smá misgengi komið skýrlega í ljós við þá vinnu. Gert er ráð fyrir að vinnan nú taki rúmlega 6 vikur og hefjist strax, þ.e. 8. nóvember.

Kortlagðar verða allar sprungur við Fagradalsfjall, sem hreyfst hafa á tímabilinu sem SIL kerfið hefur verið til staðar, eða 1991 - 2005. og skýrlsa skrifuð um niðurstöðurnar.



Mynd 3. Skjálftavirkni við Fagradalsfjall á tímabilinu 1991 til 2005.

Heimildir

- R. Slunga, S. Th. Rögnvaldsson og R. Bödvarsson, 1995. Absolute and relative locations of similar events with application to micrearthquakes in southern Iceland, *Geophys. J. Int.*, 123, 409-419.
- K. S. Vogfjörð, S. Hjaltadóttir og R. Slunga, 2005. Volcano-tectonic interaction in the Hengill region, Iceland during 1993-1998, *Geophysical Research Abstracts*, Vol. 7, 09947, EGU General Assembly, Vienna Austria, 24-29 April, 2005.