



Forkönnun mælistaða fyrir skjálftamælanet í
NA gosbeltinu

Kristín S. Vogfjörð

Greinargerð KSV-99-02

ORKUSTOFNUN

Rannsóknasvið

November 1999

Greinargerð

KSV-99/11 02

Forkönnun mælistaða fyrir skjálftamælanet í NA gosbeltinu

Inngangur: Í 12 daga í byrjun september var sett upp jarðskjálftamælanet umhverfis Peistareyki til að kanna staðsetningu og stærð skjálfta á svæðinu, vegna fyrirhugaðrar uppbyggingar fimm stöðva fastanets á norðaustur gosbeltinu. Ennfremur var áhugi fyrir því að kanna suð á ósnortnu jarðhitasvæði, aður en það væri tekið til vinnslu. Pannig væri hægt að læra að greina á milli vinnslutengds suðs og náttúrulegs suðs, en það gæti haft hagnýtt gildi við könnun og vöktun svæðisins í framtíðinni. Á sama tíma og skráð var í Peistareykjanetinu, var leitað staðsetninga fyrir stöðvar fastanetsins. Þetta nýja fastanet, sem mun tengjast landsneti Veðurstofunnar á að geta skráð skjálftavirkni á virkjunarsvæðunum í Bjarnarflagi, Kröflu, Peistareykjum og í Öxarfirði. Samskipti í netinu verða þráðlaus og munu allar stöðvar senda í móttakara á Kröflufjalli. Síðan munu gögnin fara um fjarskiptanet Landsvirkjunar til Reykjavíkur.

Um framkvæmd mælinganna sáu Kristín S. Vogfjörð og Sigvaldi Thordarson, en hann var síðan leystur af á seinni hluta tímabilsins af Bjarna Gautasyni. Uppsetningin fólst í því að grafa um 70 cm djúpa holu niður á klöpp, eða hraun og steypa þar láréttu undirstöðu undir skjálftanemann. Þar utan um var sett plasttunna og síðan mokað yfir. Skráningartæki, loftnet og rafgeymir voru hins vegar ofanjarðar. Framkvæmdir hófust 7. sept. með því að leitað var staða fyrir Peistareykjanetið, grafnar holur og steypt í botninn. Síðan var netið sett upp á tveim dögum, þann 11. og 12. sept. Eftir það var hafist handa við að leita staðsetninga fyrir fastastöðvar. Þá var einnig farið í allar stöðvar netsins þann 15. og athuguð skráning og skipt um geyma. Mynd 1 sýnir staðsetningu stöðva í Peistareykjanetinu svo og mögulegar staðsetningar fastastöðva. Þær eru nánast hinar sömu og upphaflega var áætlað í greinargerð frá maí síðastliðnum [1].

Við núverandi ástand er, skv. gagnagrunni Veðurstofu Íslands, fjöldi skráðra skjálfta á jarðhitasvæðunum fjórum að meðaltali eftirfarandi:

Krafla + Bjarnarflag	~2.2/mán
Peistareykir	~1.2/mán
Öxarfjörður	~0.5/mán

En eins og fyrri skráning Orkustofnunar í Kröflu 1997 benti til [2], þá nemur núverandi mælanet Veðurstofunnar aðeins hluta af skjálftavirkni þessara svæða. Samkvæmt henni skráðust 19 skjálftar í Kröflu og Bjarnarflagi á 10 daga tímabili. Ekki er búið að vinna úr gögnum Peistareykjanetsins, en þau mun gefa nánari vísbendingu um skjálftavirkni á Peistareykjum. Ef gert er ráð fyrir að skráningin í Kröflu lýsi meðaltalsvirkni svæðanna sem hægt væri að skrá með þéttara neti, má búast við að meðalfjöldi skjálfta í Kröflu og Bjarnarflagi verði ~55/mán. Ennfremur, ef virkni hinna svæðanna tveggja er áætluð samkvæmt því, gæti heildarvirknin 25–30 faldast með tilkomu netsins. Þetta myndi þýða heildarskjálftavirkni upp á 4 skjálfta á dag af öllum svæðunum fjórum. Þessi fjöldi gæti þó þúsundfaldast í einstöku skjálftahrinum.

Stærð skjálftanna og nákvæm lega virkra svæða er ekki vel þekkt en fjarlægð fastastöðvanna frá þeim hlýtur að takmarkast af þeim þáttum: Stöðvarnar verða að vera nógu nálægt til að skrá virknina en þó nógu dreifðar til að geta þjónað fleiri en einu svæði. Grunnhugmynd að uppsetningu netsins, sem sýnd er á mynd 1, leitast við að uppfylla þessi skilyrði. Allir staðirnir voru kannaðir, en ekki vannst tími til að skrá á þeim öllum.

kn1 Sauðahnjúkur/Olíufjall Leitað var staðsetningar meðfram norðvesturjaðri Búrfells. Það var þó árangurslaus leit, því þykkur jökulgarður liggur þar alls staðar með fjallinu og hvergi hægt að komast nálægt móberginu sem myndar fjallið. Skessuhali, móbergsfjall sem gengur norðaustur úr Búrfelli er lægra og skriðurnar utan á því sennilega ekki eins þykkar og við Búrfell, en ekki virtist vera þar nein gróðurþekja til að grafa niður stöð. Ekki vannst tími til að ganga austur að Skessuhala, eða Olíufjalli, en úr suðvesturhlíðum þess virðist ganga móbergsgull og í gróðurþekjunni við botn hans og sitt hvoru megin við, er líklegt að finna megi góðan stað fyrir mæli. Það þarf þó að kanna betur næsta sumar. Annar mögulegur staður fyrir mæli fannst vestar, á móbergshálsi sem gengur norður úr Sauðahnjúk, sem er á milli Búrfells og Hvannfells. Hnjúkurinn og ásinn eru umflotin hrauni, en sunnan í ásnum má finna eins til tveggja metra þykka gróðurþekju ofan á móberginu, sem lítur út fyrir að vera vænleg staðsetning fyrir mæli. Ekki vannst tími til að skrá þar. Staðurinn er í vari fyrir norðri, en hæsti toppur ássins er nokkrum tugum metra norðar. Þar sér í topp Kröflu og mætti þar staðsetja sendiloftnetið fyrir stöðina.

Olíufjall kemur betur út fyrir Kröflusvæðið, en Sauðahnjúkshálsinn er betri fyrir Bjarnarflag. Hægt er að keyra að Sauðahnjúkshálsinum með því að fara umhverfis Hvannfell og svo austur yfir hraunið. Á móts við fjallveg F862 liggur vegarslóði suður frá þjóðvegi 1 að Austari Skógmannahöfðum og samkvæmt upplýsingum frá gangnamönnum, sem voru á svæðinu, er hægt að komast af honum að Vestari Skógmannahöfðum, en óvist er hvort hægt sé að komast þaðan að Olíufjalli. Það þarf að athuga næsta sumar ef Olíufjall er valið fyrir staðsetningu kn1.

kn2 Krókóttuvötn Skráð var í two sólarhringa (frá 22.–24. sept.) norðan Krókóttuvatna, beint vestur af Kröflu, í um 6 km fjarlægð frá Hveragili þar sem er sjónlína í Kröflu. Staðsetningin er vestan við slóðann sem liggur frá tjaldstæðinu í Reynihlíð upp að suðausturhlíðum Gæsafjalla. Svæðið sem um ræðir er um 100 m x 100 m, og afmarkast af tveim móbergsásum að vestan og suðaustan, slóðanum að austan og misgengisbrún að sunnan. Svæðið fyrir sunnan virðist hafa fallið niður og þar eru Krókóttuvötn. Grafin var um 70 cm djúp hola ofan á eitthvað sem virtist vera grágrýti. Norðan við hana þykknar jarðvegslagið og þar mætti finna stað fyrir fastastöð. Ef æskilegt þykir að komast nær skjálftavirkninni mætti fara austur að Ytri Bjarghóli, sem er um 800 m austar. Hann er úr móbergi og norður úr honum gengur lægri móbergsás með sendnum hlíðum, þar sem e.t.v. mætti koma fyrir mæli. Pangad er einnig hægt að komast með vinnuvél.

Meðan á skráningu stóð var hola í Kröflu í blæstri og sást af henni hávaðinn í gögnunum. Holublásturinn yfirgnæfði ekki staðbundna skjálftavirkni og skráðust greinilega 6 skjálftar í 5-10 km fjarlægð (og sennilega fleiri, eða 15 skjálftar) (sjá mynd 6), auk þess tveir á Þeistareykjasprungusveimnum úti í Öxarfirði í um 50 km fjarlægð (sjá mynd 5) og einn í Krísuvík í 320 km fjarlægð. Einungis Krísuvíkurskjálftinn, sem var af stærðinni 3,4 á Richterkvarða, og annar Öxarfjarðarskjálftanna, af stærð 1,3 voru numdir af landsneti Veðurstofunnar. Nokkur hávaði var á svæðinu frá því byrjað var að skrá um kl. 19:00, 22.

sept og fram til um kl. 10:30, 23. sept. Þetta suð virðist aðallega vera á tíðnum yfir ~15 Hz. Allan tímán var suð á tíðnibandinu 4-12 Hz og stafar það sennilega frá jarðhitasvæðinu í Kröflu. Lotubundnr púlsar, með 5 til 10 mínútna millibili, sem voru stærstir á láréttu þáttum mælisins sáust einnig á þessari stöð. Svona púlsar sáust líka í gögnunum sem skráð voru í Kröflu 1997 [2] og stafa sennilega frá sendinum á Kröflufjalli. Ef þarna rís fastastöð eru þessir púlsar líklegir til að valda fjölda falskra fasaskilgreininga á dag. Eindahreyfingi í P bylgju frá jarðskjálfta getur venjulega gefið stefnuna í upptök hans. Á þessu svæði virðist hún nokkuð línuleg og orkan ekki dreifð yfir stórt horn. Stefnan á Krísvík er 233° og eindahreyfingin í fyrstu sveiflunni í P bylgjunni er nokkurn veginn í stefnu 237°, sem er ekki slæmt og bendir til að strúktúrinn undir stöðinni sé nokkuð einsleitur. Í Krókóttuvötn er farið upp frá tjaldstæðinu við Reynihlíð.

kn3 Grjótháls Leitað var undirlags fyrir stöð á norðanverðum Grjóthálsi í um 440 m hæð, í nágrenni við staðsetningu sem merkt er á mynd 1, en þar sér í Kröflulofnetið yfir miðja Graddabungu. Ekki tókst að skrá þar. Þessi stöð gæti einnig þurft að þjóna sem endurvarpi (repeater) fyrir stöð kn5, en til að merki frá kn5 komist yfir norðausturhlíðar Peistareykjabungu þá gæti kn3 þurft að færast upp í 500 m hæð, á staðinn sem merktur er með grænum ferningi á mynd 1. Til að þetta virki þarf einnig að sjást yfir vestur öxl Hágangna. Skyggni gafst ekki til að ganga úr skugga um það áður en mælingatímabilinu lauk, og þarf því að fara aftur á staðinn til að kanna það, ásamt því að kanna með sendiloftnetum og endurvörpun hvort svona uppsetning virki. Ef stöðvarinnar er hins vegar ekki þörf sem endurvarpa fyrir kn5, er fjöldi staða í vesturhlíðum Grjóthálsins þar sem Kröflulofnetið sést yfir Graddabungu. Á Grjóthálsi er nokkuð þykk gróðurþekja, en í giljum—þar sem ætti einnig að vera var fyrir hávaða frá norðanvindinum— má sjá grágrýtislög og líklegt er að ekki verði erfitt að finna skjálftastöðinni stað þarna. Þó er líklegt að vindhávaði aukist með hæð.

Hægt er að keyra út af fjallvegi F862, um 1,5 km sunnan við afleggjarann í Vesturdal. Þaðan er keyrt um 5,6 km suður með rafmagnsgirðingu. Þá beygir girðingin til suðvesturs og til að komast ofar í hlíðina þarf að leggja girðinguna og fara yfir hana. Sá slóði nær þó ekki upp í 500 m hæð og þyrfti að keyra utan slóða til að komast að punktinum. Hækken landslags er hins vegar aflíðandi og ætti því ekki að vera vandamál að keyra á staðinn.

kn4 Gæska/Mælifell/(Geitafell) Staðsetning þessarar stöðvar er undir Lambajöllum þar sem kallast Gæska, vestur af skjálftasvæðinu á Peistareykjum. Staðsetningin er í sprungusveim sem markar vestari jaðar Peistareykjasvæðisins. Undirlagið er þó ekki Borgarhraunið, sem er frá nútíma heldur virðist það vera eldra grágrýti. Illa gekk að grafa niður á grágrýtislagið og því var farið ofan í sprungusveiminnum þar sem gróðurþekjan var þynnri. Stöðin var hluti af Peistareykjanetinu og ætlunin var að leita betri staðar fyrir fastastöð og skrá þar líka, en ekki vannst tími til þess. Æskilegri staðsetning er vestar, hinum megin við ás sem þarna gengur til norðurs. Uppi á ásnum er hægt að finna einhvers konar móberg og í gilinu vestan við er líklega hægt að komast í móberg eða grágrýti og þar ætti að vera var fyrir vindhávaða. Ekki er þó hægt að fara alveg ofan í gilið, því sendiloftnetið þarf að vera uppi á ásnum, og má ekki vera lengra í burtu en u.p.b. 100 m. Tími gafst heldur ekki til að skoða nánar hvernig hægt er að koma vinnuvél upp á ásinn, framhjá misgengjunum sem liggja meðfram hlíðinni.

Peistareykjanetið skráði samfleytt í 12 daga þ.e.a.s allar nema þessi eina stöð. Í henni var diskurinn laus og hætti hún að skrá eftir þrjá daga. Því eru einungis til gögn frá 12.-15.

sept., að viðbættum fjörutíu mínumúrum frá 23. sept., þegar komið var til að taka stöðina niður. Við skoðun gagna kom í ljós að tíðnisvörun skráningartækisins var trufluð, sennilega vegna lausa disksins því fjörutíu mínumúturnar sem skráðust eftir að hann var festur virðast lausar við þessa truflun. Truflunin felst í því að suð frá tækinu stóreykst á heilu tíðnunum, þ.a. þar eru toppar í tíðmirófinu. Á því þriggja daga tímabili sem stöðin var virk skráðust 14 skjálftar í 30–45 km fjarlægð, sennilega allir í Öxarfirði, en erfitt er að ákvarða úr hvaða átt þeir koma því P bylgjan er oftast lítil; stundum reyndar ekki sýnileg yfir bakgrunnsóróann og eindahreyfingin því óræð. Þá skráðust aðrir 10 skjálftar í nokkurra (5–7) kilómetra fjarlægð. Hugsanlegt er þó að einhverjir þeirra séu úr Öxarfirði líka, en úr því er ekki hægt að skera fyrri en önnur gögn frá Peistareykjanetinu eru skoðuð. Skjálftahrina var á Kolbeinseyjarhrygg, norður af Siglufirði og skráðust 18 skjálftar þaðan og einn frá Dalvík (sjá mynd 4). Flestir þeirra skráðust á landsnetið, en einungis 3 af Öxarfjarðarskjálftunum 14 og enginn af nálægari skjálftum. Prátt fyrir tækjatruflanir gefur stöðin í Gæsku sennilega grófa vísbendingu um hávaða í sprungusveimnum og bendir hún til að hávaðinn sé óviðunandi. Bjögun á eindahreyfingu í skjálftabylgjunum, sem gæti verið vegna bylgjustokksáhrifa (wave-guide effect) sprungusveimsins, gerir einnig úrvinnslu gagna erfiða. Það mun því þurfa að fara um svæðið aftur, kanna aðgengi inn í gilið og skrá þar ef kostur er. Þar sem þessi staðsetning er síð næsta við Peistareykjaskjálftasvæðið er hún mikilvæg til dýptarákvörðunar, og af þeim sökum er mikilvægt að reyna að finna henni stað á þessu svæði.

Í Gæsku er hægt að komast meðfram girðingu vestur frá Bæjarfjalli. Það er hins vegar seinfarin leið og hugsanlega fljótara að koma sunnan að, þ.e. meðfram girðingunni, þar sem hún liggur vestan Klappabrekku. Þá er farið til vesturs út af Peistareykjasláðanum, sem liggur af Þjóðvegi 87, eftir u.þ.b. 5,3 km.

Staðsetningar fyrir stöðina var einnig leitað sunnar, meðfram Klappabrekku, sem er nokkurra kilómetra langur grágrýtishryggur með norðlæga stefnu, en ekki fannst þar ákjósanlegt undirlag fyrir mæli. Annar mögulegur staður sem eftir er að kanna er 5 km norðar, við Mælisfell. Í Mælisfell er komið norðan að, austan með Höfuðreiðarmúla, en óvist er hvort hægt er að komast alla leið með vinnuvél. Ekki vannst tími til að skoða Mælisfell né aðgengi að því. Ef Mælisfell gengur ekki heldur, má reyna þriðja staðinn, sem er í byggð, við Geitafell í Reykjahverfi, en þar virðist vera rafmang. Geitafell er í um 13 km fjarlægð frá skjálftasvæðinu á Peistareykjum og myndi því ekki skorða dýpi eins vel og mælistöðvar í Gæsku eða við Mælisfell myndu gera. Hvaða staðsetning sem valin er fyrir kn4, þarf hún að senda í endurvarpa (repeater) sem sendir áfram í Kröflu. Fyrir Gæsku og Mælisfell getur staðsetning endurvarpans verið austan og ofan Hamrabjarga, sunnan við Gæsadal. Gróf staðsetning hans er merkt á mynd 1. Geitafell gæti líklega einnig virkað með endurvarpa á svipuðum slóðum, en staðsetningu hans þyrfti að finna. Mælisfell og Geitafell eru merkt með X4 á mynd 1.

kn5 Magnúsarhóll/Dimmadalsás/(Rauðhóll) Þrír staðir, allir á svipaðri breiddargráðu voru skoðaðir fyrir uppsetningu þessarar stöðvar. Magnúsarhóll 29 km beint norður af Kröflu, Dimmadalsás, 7,3 km vestar og norður af Peistareykjabungu og Rauðhóll, enn vestar, norðan Peistareykja. Við Magnúsarhól var skráð í two sólarhringa, frá 14.–16. sept. Holan, sem var utan í og nálægt toppi á hraunhlíð, var um 70 cm djúp og grafin niður á hraunhelluna þar sem steypit var yfir. Hóllinn er í 254 m hæð og rís nógu hátt upp úr landslaginu, til að sjónlína virðist vera í topp Kröflu. Þetta þyrfti þó að sannreyna með senditækjum. Gróðurþekjan þykknar þegar fjar dregur hlónum og því

varð holan að vera svo nálaegt toppi hans. Fastastöð gæti líklega verið í vari fyrir vindi, í slakka, 20-30 m frá hólnum, en sendiloftnetið nálaegt toppi. Mikill vindur var þegar stöðin var sett upp og sér þess greinileg merki í gögnunum, því vindurinn yfirgnæfir allt á tíðnisviðinu yfir 12 Hz. Þegar lygnir dettur suðið hins vegar niður í ásættanlegt gildi. Pess vegna væri reynandi að skrá lengra frá hólnum til að kanna hvort þar sé nægileg kyrð. Á tíðnibilinu 3-12 Hz er lítið suð, merki frá skjálftum greinileg og eindahreyfing í P bylgjum mjög línuleg og lítið trufluð. Það virðist því vera að undirlagið sé einsleitt og truflí lítið bylgjuútbreiðsluna. Ef hægt er að minnka suðið með því að fara fjær hólnum, þá gæti þetta verið góður staður og þarna þarf líklega ekki endurvarpa. Fjarlægð hans í Kröflu, 29 km gæti þó verið of mikil fyrir spread-spectrum mótoldin. Eyjólfshæð, er annar hraunhóll u.þ.b. 1 km sunnar sem kæmi einnig til greina. Þaðan sést líklega einnig í Kröflutopp.

Fjöldi skjálfta skráðist á Magnúsarhóli. Af þeim sem ekki skráðust á landsnetið voru fimm í hrinunni á Kolbeinseyjarhrygg norður af Siglufirði af stærð 1,1-2,2 á Richterkvarða, Dalvíkurkjálftinn af stærð 1,0 (sjá mynd 4), og Bjarnarflaggsskjálftinn af stærð 1,9 (sjá mynd 3). Auk þessa voru skjálftar sem ekki skráðust á landsnetið. Þrír þeirra voru í um 40 km fjarlægð, þar af einn í Öxarfirði og einn á Skjálfanda, einn var í um 60 km fjarlægð, einn í um 100 km fjarlægð og einn í um 200 km fjarlægð. Auk þessara 13 skjálfta voru 6 sem gætu verið í 5-10 km fjarlægð. Því er þó ekki hægt að slá föstu fyrr en önnur gögn úr Þeistareykjanetinu eru skoðuð.

Að Magnúsarhóli er styst að keyra norðan að, af þjóðvegi 85 og fara um 11 km suður eftir slóða, sem liggar upp frá bæjunum Kvistási, Laufási og Austurgarði í Kelduhverfi.

Staðsetningar fyrir kn5 var einnig leitað á Dimmadalsási, sem er grágrýtisás 7,3 km vestan við Magnúsarhól. Ekki tókst að skrá á ásnum, því gróðurþekjan reyndist þykkari en 1 m þar sem grafið var niður. Hún er þó líklegamátulega þykk (1-2 m) fyrir fastastöð. Í 300 m hæð nálaegt toppi ássins, þar sem sendiloftnetinu yrði komið fyrir, sér yfir norðausturöxl Þeistareykjabungu í topp Grjótháls, en þar yrði endurvarpanum komið fyrir (grænn ferningur á mynd 1). Grunnur gilskorningur liggar frá línuveginum upp að toppi þar sem líklega er hægt að finna mæli stað, og þar er líklega heldur minni truflun af vindi sem annars gæti verið nokkur. Hægt er að koma vinnuvél þangað. Að Dimmadalsási er hægt að komast af slóðanum sem liggar austur frá Húsavík og er þá beygt norður af honum við afleggjara sem merktur er Sultir. Háspennulína og línuvegur liggar svo norðaustur yfir ásinn og niður í Kelduhverfi. Línuvegurinn sker einnig slóðann að Magnúsarhóli.

Rauðhóll, móbergshóll við vegamót á Þeistareykjaslöða og Húsavíkurslöðanum var einnig skoðaður (merktur X5 á mynd 1). Sendinn jarðvegur liggar upp að hólnum og gætu þar verið margir góðir staðir fyrir mæli. Af hólnum sér á topp Þeistareykjabungu og gæti stöð á þessum stað hugsanlega sent í endurvarpa þar. Kröflutindur sést frá gatnamótum norðan í toppi Þeistareykjabungu, en ekki er þó víst að hægt sé að finna endurvarpa stað þarna uppi sem sæi í báða staði. Frá Rauðholi sést einnig niður á Kópasker í um 45 km fjarlægð. Pangad er e.t.v. hægt að senda.

Gæði mælistöðva Tíðniráf (amplitude spectra) fjögurra mínumútna langra skjálftarita, sem valin voru á hljóðlátum tímabilum á stöðvunum þrem þar sem gerð var til-ruunaskráning eru sýnd á mynd 2; fyrir lóðréttu þátt mælanna vinstra megin og austur þátt þeirra hægra megin. Tækjatruflanirnar á Gæsku sjást í toppunum sem standa upp

úr spektrinu á heilum tíðnum fyrir ofan u.p.b. 6 Hz. Á tíðnirófunum má sjá áhrif úthafsöldunnar, þ.e. að orkan í bakgrunnsóróanum eykst með laekkandi tíðni, en dettur svo niður við 0.2 Hz vegna horntíðninnar í mælinum. Við 2–4 Hz fellur svo útslagið á öllum stöðvunum niður fyrir línuna sem dregin er við 100. Við Krókóttuvötn eykst útslag þó aftur á bilinu 4–12 Hz; því veldur hávaði frá Kröflusvæðinu. Í Gæsku má sjá að hávaði á láréッta þættinum er meiri en á þeim lóðréttu, sennilega vegna áhrifa sprungusveimsins. Útslagið á Magnúsarhóli er dæmigert fyrir logn; í miklum vindu eykst hávaðinn þannig að útslagið getur rúmlega tvöfaldast á tíðnibilinu upp að 12 Hz og allt að tífaldast þar fyrir ofan.

Gæði stöðvanna má einnig bera saman við gæði nálægra SIL stöðva, í Reynihlíð og Gilhaga, með því að skoða skjálftarit frá sama skjálfta. Svörun beggja kerfa, Orion-Lennarz5 og SIL-Guralp, ætti að vera fasti fyrir tíðnir ofan við u.p.b. 0.2 Hz, en mögnun Orion-Lennarz5 kerfisins tvisvar sinnum meiri. (Ekki hefur þó verið gengið úr skugga um að það sé rétt með því að skrá á Orion í SIL stöð.) Mynd 3 sýnir síuð skjálftarit, þannig að þau innihalda einungis tíðnir milli 3 og 12 Hz, (lóðréttan, norður og austur þátt) frá skjálfta sem varð í Bjarnarflagi 16. sept. og skráðist á Magnúsarhóli í 38 km fjarlægð. Merkið frá skjálftanum er greinilegt yfir bakgrunnsóróann, bæði P og S bylgjan, og gæðin ekki verri en á SIL stöðinni á Gilhaga í 54 km fjarlægð.

Skjálftinn á Dalvík er sýndur á mynd 4, þar sem öll gögnin eru, eins og áður, síuð og innihalda einungis tíðnir milli 3 og 12 Hz. Efst eru þrír þættir mælisins í Gæsku, í 61 km fjarlægð frá upptökunum. Þar má greininlega sjá P og S bylgjurnar á lóðréttu þættinum, en einnig að meiri hávaði er á láréttu þáttunum og erfiðara að greina komutíma bylganna. Mun minni hávaði er í skjálftaritunum frá Magnúsarhóli, í 72 km fjarlægð, en þar er P bylgjan mjög greinileg á lóðréttu þættinum og S bylgjan á lóðréttu og norður þættinum. Hins vegar, á SIL stöðinni í Reynihlíð sem er í svipaðri fjarlægð, 76 km, er hvorki hægt að greina P né S bylgjurnar fyrir bakgrunnshávaða; áætlaður komutími þeirra er merktur með stjörnu á myndina. Á SIL stöðinni á Gilhaga, í 92 km fjarlægð, er hægt að sjá S bylgjuna á norður þættinum en P bylgjan er ekki sýnileg yfir bakgrunnssuðið. Það lítur því út fyrir að gæðin á Magnúsarhóli séu ekki verri en á SIL stöðvunum á tíðnibandinu 3–12 hz og gætu orðið ásættanleg á hærri tíðnum, ef hægt er að minnka vindhávaða með því að fara fjær hólnum. Ennfremur, ef hægt er að minnka hávaðann á láréttu þáttunum á Gæsku með því að fara upp úr sprungusveimnum og yfir ásinn, þá gætu gæðin þar einnig orðið ásættanleg.

Einn af Öxarfjarðarskjálftunum 23. sept. skráðist á stöðina í Krókóttuvötnum og mynd 5 sýnir skjálftarit frá honum, síuð með háhleypisíu ofan við 5 Hz, ásamt gögnum frá Reynihlíð. Krókóttuvötn eru í 51 km og Reynihlíð í 58 km fjarlægð frá upptökunum. Komutími P bylgjunnar sést nokkuð vel á Krótóttu vötnum, en ógreinilegar í Reynihlíð. S bylgjan er illa sýnileg á báðum stöðvum. Gæði í Krókóttuvötnum virðast því ekki síðri en í Reynihlíð. Fjöldi nálægra skjálfta skráðist einnig á stöðina í Krókóttuvötnum og sýnir mynd 6 two slíka. Þar eru gögnin síuð með háhleypisíu ofan við 2 Hz og má greinilega sjá bæði P og S bylgjur á öllum þáttum mælisins. Þessir skjálftar eru ekki skráðir á SIL kerfið.

Samantekt Nokkuð góður grunnur að staðsetningum mælistöðva í fastanetinu er kominn, en enn er eftir að athuga nokkra staði og jafnvel skrá á þeim. Þá þarf einnig að fara með sendi og endurvarpsloftnet á suma staði og ganga úr skugga um að heysti á milli stöðva.

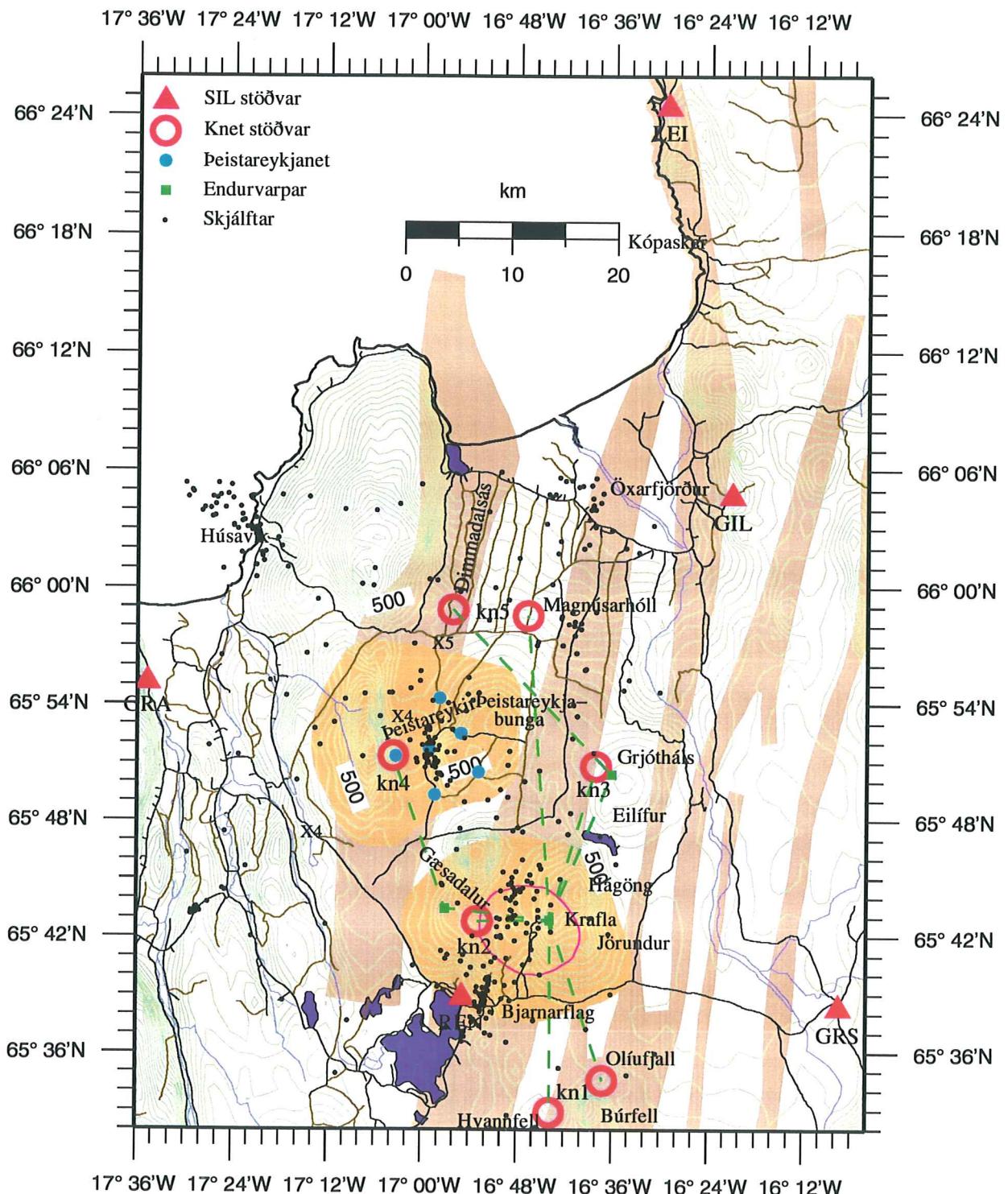
- 1) Tveir staðir eru mögulegir fyrir **kn1**, Sauðahnjúkur og Olíufjall og þarf að skoða Olíufjall nánar áður en staðsetning er endanlega ákveðin.
- 2) Staðsetning **kn2** nálægt skjálftavirkninni, austan eða vestan megin við Kröflu er mikilvæg fyrir dýptarnákvæmni og til að skorða algilda A-V staðsetningu sprungna, en þær eru væntanlega flestar með norðlæga stefnu. Krókóttuvötn, staðurinn sem kannaður var vestan við Kröflu virðist góður. Ef breyta þarf tilhögun netsins eitthvað, er einnig hugsanlegt að finna megi stað í um 5 km fjarlægð fyrir austan Kröflusvæðið, norðan Jörundar og sunnan Hágangna, en þar á samkvæmt jarðfræðikorti að vera hægt að finna grágrýti. Ekki var kannað hvernig mætti komast þangað.
- 3) Eftir er að finna nákvæmlega stað norðvestan í Grjóthálsi fyrir **kn3**, en hann veltur einnig á staðsetningu **kn5**.
- 4) Á sama hátt og fyrir **kn2** vestan við Kröflu, er staðsetning **kn4** vestan við Þeistareykjasvæðið mikilvæg til að skorða sprunguplönnin í A-V stefnu og nálægð þess við svæðið til að skorða dýpi. Kanna þarf betur aðgengi að gilinu vestan Gæsku, sem er líklega besti kosturinn. Ef sá staður gengur ekki, þarf að skoða hina staðina tvo, Mælifell og Geitafell.
- 5) Velja þarf á milli tveggja staða, Magnúsarhóls og Dimadalsáss fyrir **kn5**, og athuga hvort heyrist á milli stöðva. Ef hvorug þeirra gengur má athuga þriðja staðinn, Rauðhól.

Enn á eftir að vinna úr gögnunum úr Þeistareykjanetinu, en þau ættu að gefa betri hugmynd um skjálftavirkni Þeistareykjasvæðisins og þar með hafa áhrif á lokaákvörðun um staðsetningu stöðva í nálægð þess. Þá er einnig von á mælistöð norðan við Húsavík og mun hún styrkja staðsetningarnákvæmni skjálfta á Þeistareykjum og í Öxarfirði. Ef hins vegar verður fallið frá virkjun í Öxarfirði er hugsanlega ástæða til að endurskoða staðsetningu **kn5** og e.t.v. færa hana sunnar. Ekki er þó víst að þar finnist vænlegri staðir. Með tilliti til gæða stöðvarinnar í Reynihlíð, er e.t.v einnig athugandi að flytja hana enn aftur.

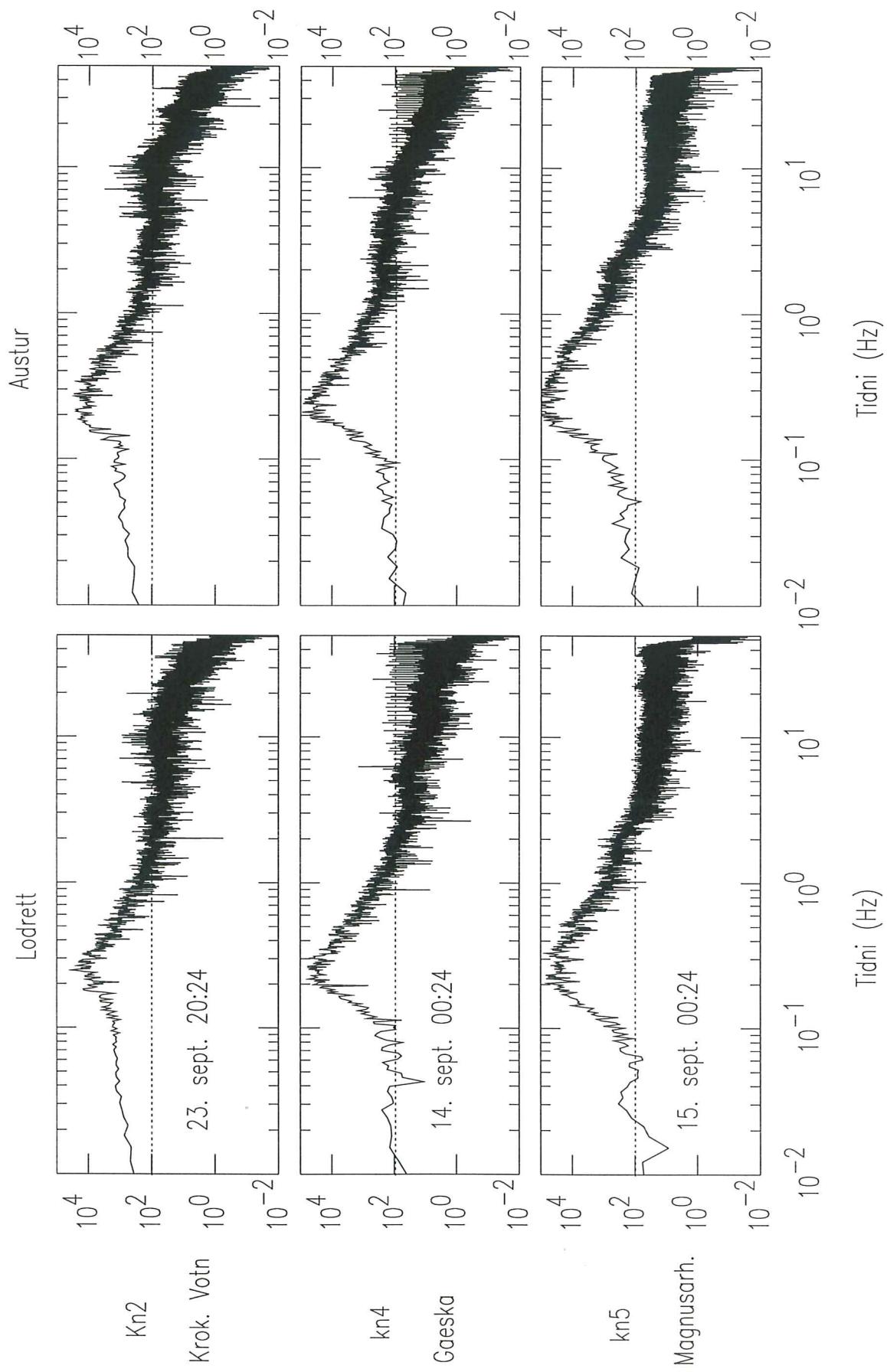
Loka framkvæmda- og fjárhagsáætlun um það sem eftir er af verkinu er væntanleg eftir næstu áramót.

Heimildir

- [1] Kristín S. Vogfjörð, "KNET: tillögur að uppsetningu mælanets til skráningar smá-skjálfta á háhitasvæðunum við Námafjall, Kröflu, Þeistareyki og í Öxarfirði," 1999. Greinargerð á OS, maí. 1999.
- [2] Kristín S. Vogfjörð, "Smáskjálftar í Kröflu í lok borunar holu KJ-31 í október 1997," Skýrsla OS-99012, Orkustofnun, 1999.

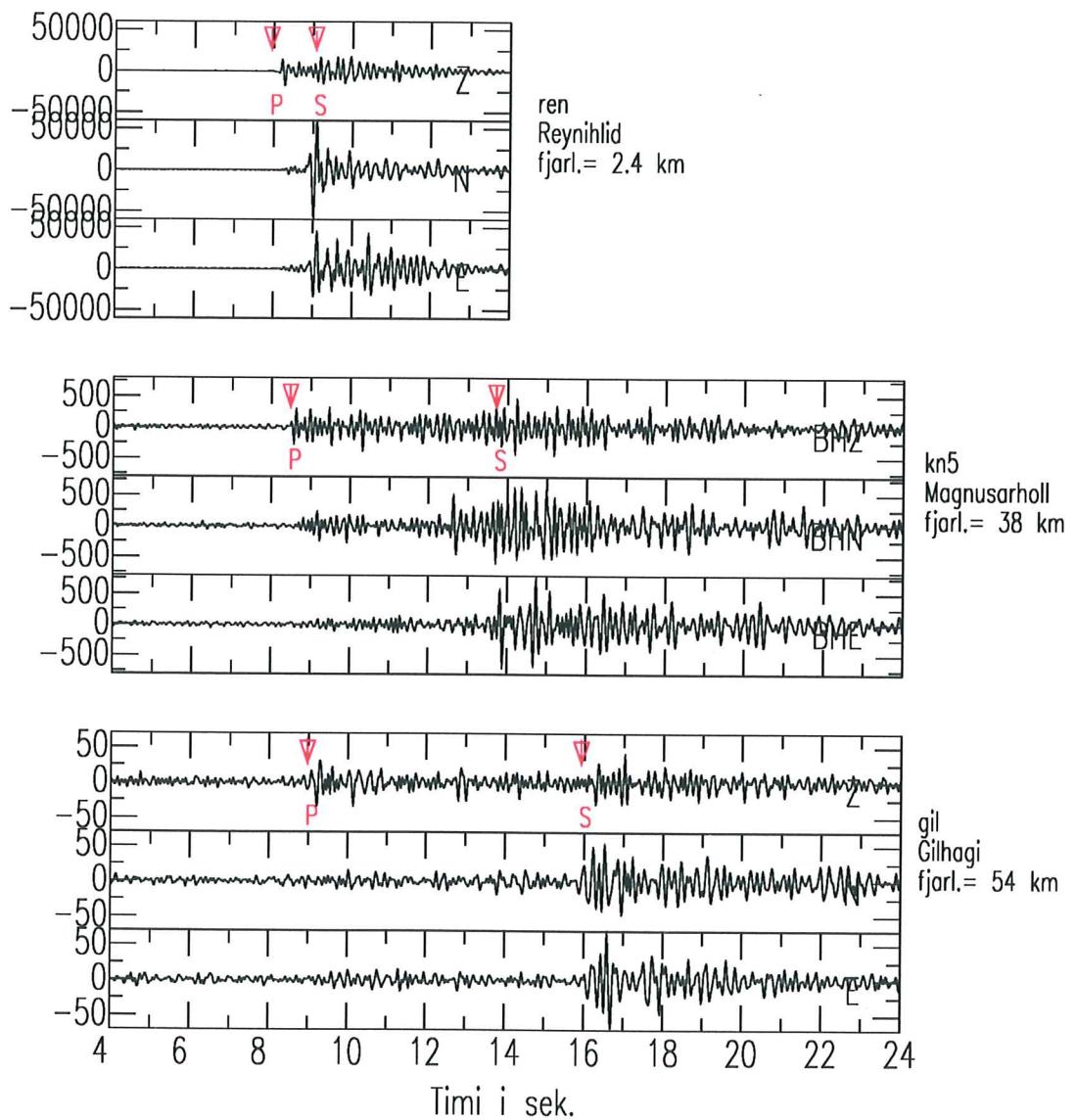


Mynd 1. Kort af norðaustur gosbeltinu, sem sýnir staðsetningar SIL stöðva, fyrirhugaðra viðbótarstöðva og endurvarpa (KNET), ásamt tímabundna Þeistareykjanetsins. Sprungusveimar og megineldstöðvar eru skyggðar og helstu kennileiti merkt. Kröfluaskjan er sýnd með rauðum hring.



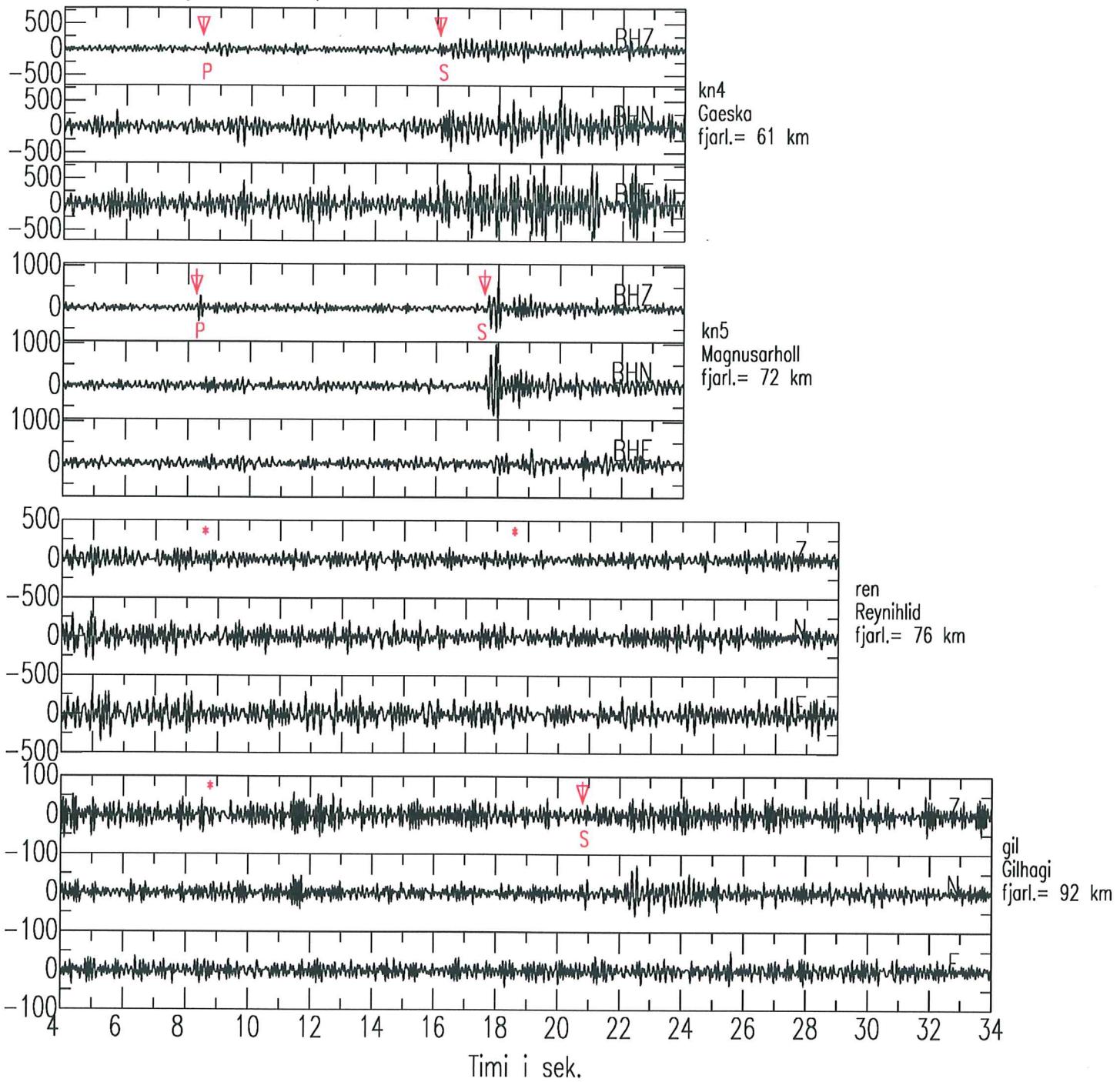
Mynd 2. Tíðniróf (amplitude spectra) 4 mín. glugga frá lóðréttu (vinstri) og austur (hægri) þáttum mælanna við Krókóttuvötn (eftst), Gæsku (miðju) og Magnúsarhól (neðst). Tækjatrufanir á Gæsku lýsa sér í toppum við heilu tíðnirnar. Óróinn frá úthafssöldunu sést í auknu útslagi með lækkandi tíðni, en horntíðni nemanna við 0.2 Hz vegur á móti honum svo útslagið minnkar þar fyrir neðan. Við $2-4\text{ Hz}$ er óróinn á öllum stöðvunum fallinn niður að viðmiðunarlínunni við 100. Á Krókóttuvötnum eykst óróinn aftur milli 4 og 12 Hz , semilega vegna truflana frá Krófflusvæðinu. Í Gæsku sést að óróinn á austur þættinum er mun hærri en á lóðréttu þættinum á tíðnibandinu $2-10\text{ Hz}$, semilega vegna sprungusveimsins. Rófið frá Magnúsarhóli er dæmigert fyrir logn, en í miklum vindu rúmlega tvöfaldast óróinn á bandinu upp að 12 Hz og allt að tifaldast þar fyrir ofan.

Bjarnarflagsskjalfi 16. sept. 1999, kl 04:04:48.1 MI=1.9

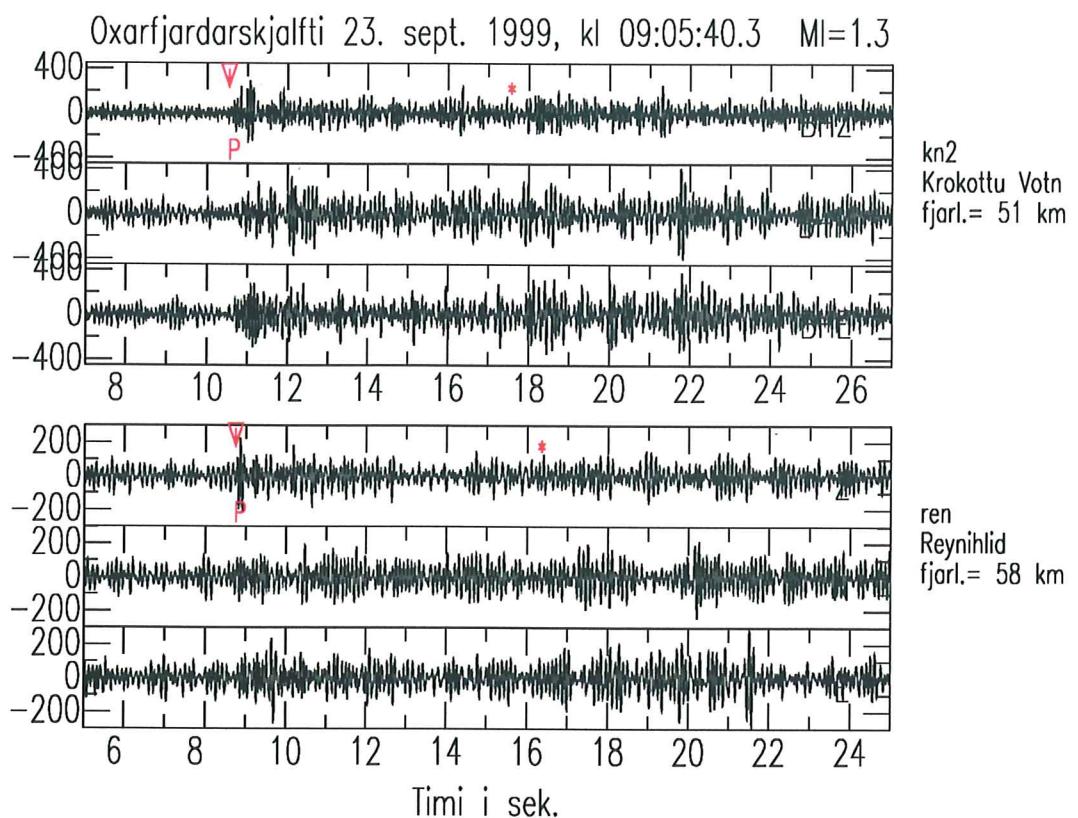


Mynd 3. Þriggja þátta skjálftarit (lóðrétt=Z, norður=N, austur=E) frá Magnúsarholi og SIL stöðvunum í Reynihlíð og Gilhaga. Skjálftinn er í Bjarnarflagi og fjarlægð fá upptökum í mælistöð er sýnd hægra megin við skjálftaritin. Komutími P og S bylgna á hverja stöð er sýndur með örbum.

Dalvikurskjalfi 15. sept. 1999, kl 11:33:37.3 MI=1.0

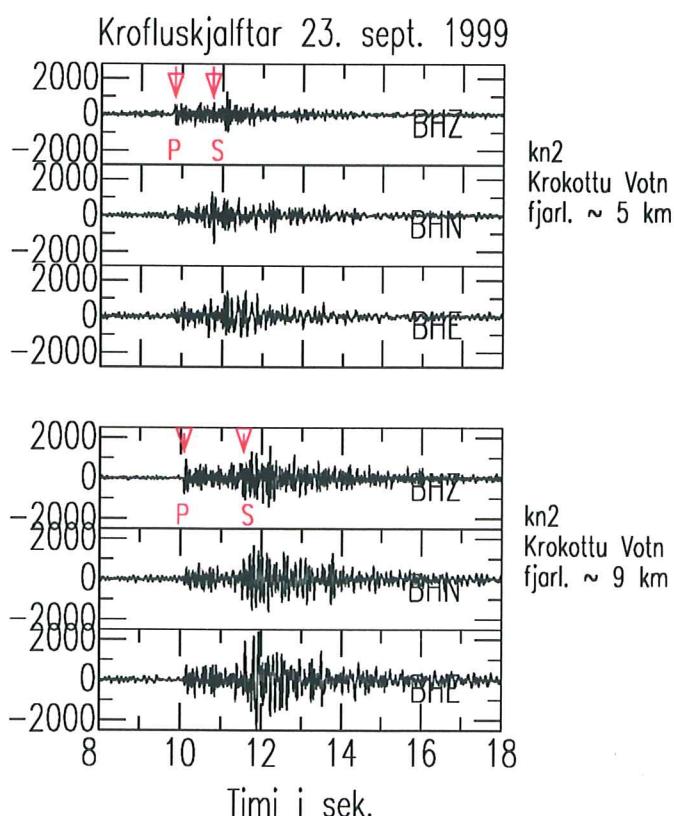


Mynd 4. Þriggja þáttu skjálftarit (lóðrétt=Z, norður=N, austur=E) frá Magnúsarholi og Gæsku, ásamt SIL stöðvunum í Reynihlíð og Gilhaga. Skjálftinn er við Dalvík og fjarlægð frá upptökunum í mælistöð er sýnd hægra megin við skjálftarin. Komutími P og S bylgna á hverja stöð er sýndur með örbum. Á skjálftaritunum frá Reynihlíð sjást hvorki merki um P né S bylgjuna, en áætlaður komutími þeirra er sýndur með rauðri stjörnu. Þessi stöð er þó í svipaðri fjarlægð og Magnúsarhóll, þar sem merkið kemur vel upp úr bakgrunnsróanum. Á Gilhaga sjást merki um S bylgjuna á norður þættinum en P bylgjan er ekki merkjanleg.



Mynd 5. Þriggja þáttu skjálftarit (lóðrétt=Z, norður=N, austur=E) frá Krókóttuvötnum og Reynihlíð.

Skjálftinn er í Öxarfirði og fjarlægð frá upptökum í mælistöð er sýnd hægra megin við skjálftaritin. P bylgjan sést greinilega upp úr bakgrunnsóróanum á lóðréttu þættinum í Krókóttuvötnum, en ekki eins vel í Reynihlíð, sem er í svipaðri fjarlægð. Áætlaður komutími S bylgunnanna er merktur með stjörnu, en merki þeirra eru varla greinanleg í gögnunum.



Mynd 6. Þriggja þáttu skjálftarit (lóðrétt=Z, norður=N, austur=E) frá Krókóttuvötnum, skráð af tveim skjálftum í nágrenni Kröflu. Fjarlægð frá upptökum er sýnd hægra megin við línuritin. P og S bylgjur sjást greinilega á öllum þáttum mælisins.