

Þórður Arason

Mælingar og skráning á niðurslætti eldinga til jarðar á Íslandi

apríl 2004 - mars 2005

Ársskýrsla 2005, unnin fyrir Samstarfsnefnd um rannsóknir á eldingum:
Flugmálastjórn Íslands, Hitaveitu Suðurnesja hf, Landssíma Íslands hf, Landsnet, Löggildingarstofu,
Og Vodafone, Orkuveitu Reykjavíkur, Rafmagnsveitur ríkisins, Samband íslenskra tryggingafélaga
og Veðurstofu Íslands

Efnisyfirlit

| | |
|--|----|
| Inngangur | 5 |
| Rekstur mælistöðva | 6 |
| LLP-eldingamælarnir | 8 |
| ATD sferics eldingar við Ísland | 10 |
| Annáll þrumuveðra við Ísland | 11 |
| Nýjar þrumuspár | 20 |
| Eldingar í Grímsvatnagosinu 2004 | 21 |
| Eldingaráðstefnan ICLP 2004 | 32 |
| EGU 2005 ráðstefnan | 35 |

Inngangur

Hér er lýst mælingum á eldingum og fyrstu úrvinnslu gagnanna á Veðurstofu Íslands fyrir sl. ár, apríl 2004 til mars 2005. Greinargerðin er lögð fram á ársfundi samstarfsnefndar um rannsóknir á eldingum 13. maí 2005. Þetta er áttunda ársskýrslan sem lögð er fyrir ársfund samstarfsnefndarinnar og er hér sett upp sem hluti ritraðar greinargerða frá Veðurstofu Íslands. Tíu stofnanir og fyrirtæki standa að þessu rannsóknasamstarfi, sem hófst sem tilraunaverkefni átta stofnana 1996, en gengið var frá nýjum samstarfssamningi til fimm ára í maí 2003. Á starfsárinu var Landsvirkjun skipt í tvö fyrirtæki, Landsvirkjun og Landsnet og tók Landsnet við skuldbindingum Landsvirkjunar í samstarfinu. Aðilar að samstarfinu eru nú Flugmálastjórn Íslands, Hitaveita Suðurnesja hf, Landssími Íslands hf, Landsnet, Löggildingarstofa, Og Vodafone, Orkuveita Reykjavíkur, Rafmagnsveitur ríkisins, Samband íslenskra tryggingafélaga og Veðurstofa Íslands.

Stjórn samstarfsnefndarinnar 2004-2005 var þannig skipuð:

Eymundur Sigurðsson, fulltrúi Landsnets, formaður

Benedikt Sigurðsson, fulltrúi Orkuveitu Reykjavíkur, ritari

Þórður Arason, fulltrúi Veðurstofu Íslands, meðstjórnandi

einnig starfaði Gísli Júlíusson með stjórninni til dauðadags.

Í þessari greinargerð er birt yfirlit um rekstur eldingamælistöðva og kerfi á Veðurstofunni. Unnið var úr mælingum LLP-eldingamælikerfis samstarfsnefndarinnar (LLP, Lightning location and protection). Tekinn var saman fjöldi eldinga úr ATD sferics eldingakerfi bresku veðurstofunnar, sem nefndin hefur aðgang að (ATD, Arrival time difference). Þá er gefið yfirlit um þau þrumuveður sem hafa gengið yfir landið undanfarið ár samkvæmt mælingum og mönnum athugunum á veðurstöðvum Veðurstofu Íslands. Sérstaklega er gerð grein fyrir eldingum í Grímsvatnagosi í nóvember 2004. Að lokum er sagt frá tveimur ráðstefnum sem niðurstöður voru kynntar á. Þess er vænst að niðurstöður eldingarannsóknanna muni nýtast jafnt í vísindalegum tilgangi í samhengi við alþjóðarannsóknir á þessu sviði, sem og í hagnýtum tilgangi fyrir þær stofnanir og fyrirtæki sem að verkefninu standa.

Á starfsárinu létust tveir frumkvöðlar samstarfsnefndarinnar. Henry Berg Johansen rafmagnstæknifræðingur, fæddur 15. júní 1951, lést 20. nóvember 2004. Henry starfaði á Veðurstofunni þegar LLP-eldingamælarnir komu til landsins 1996. Í upphafi var reynt að setja tækin upp eins og þau höfðu verið hönnuð til, með beintengdum síopnum símalínunum frá hverjum mæli í sérstaka skráningartölvu á Veðurstofunni. Þessi rekstur gekk illa. Henry hannaði þá og forritaði nýja lausn sem byggði á því að á hverri stöð væri PC-tölva sem skráði mælingar frá LLP-mæli. Henry forritaði og setti síðan upp innhringitölvu á Veðurstofunni sem hringdi reglulega í allar stöðvar og náði í mæligögn. Þessi leið kallaði á sértæka lausn til að halda nákvæmri tímasetningu atburða. Lausnin sem var hönnuð og útfærð af Henry hefur reynst afskaplega vel.

Gísli Júlíusson rafmagnsverkfræðingur lést 29. desember 2004, en hann fæddist 4. september 1927. Gísli starfaði lengst sem yfirverkfræðingur á Landsvirkjun. Gísli var frumkvöðull í að rannsóknum á eldingum var komið á hærra stig hér á landi með samstarfi við erlenda aðila og með því að fá til landsins LLP-eldingamælana. Gísli var fyrsti formaður samstarfsverkefnisins þegar það var stofnað árið 1996. Eftir að Gísli fór á eftirlaun tók hann virkan þátt í stjórnarfundum, sem áheyrnarfulltrúi. Síðast fundaði Gísli með stjórninni á 129. fundi stjórnarinnar, þann 16. desember 2004.

Rekstur mælistöðva

Á starfsárinu voru fjórar eldingamælistöðvar úti á landi og ýmis tæki og hugbúnaður á Veðurstofunni sem tengjast eldingamælingum.

Syðri-Neslönd við Mývatn – LLP eldingamælistöð

LLP-stöðin var ekki heimsótt á árinu. Hún var síðast skoðuð af Þórði Arasyni og Sigvalda Árnasyni 14. september 2002. Rekstur stöðvarinnar hefur gengið mjög vel og ekkert athugasvert komið upp. Stöðin er mjög næm á eldingar í samanburði við hinar stöðvarnar.

Hnausar í Meðallandi – LLP eldingamælistöð

Slökkt hefur verið á LLP-stöðinni undanfarin tvö ár, eða allt frá 9. janúar 2003.

Ásgarður í Dölum – LLP eldingamælistöð

LLP-stöðin mælir mjög lítið af eldingum. Síðast var stöðin heimsótt í september 2001 af Þórði Arasyni og Árna Sigurðssyni.

Reykjavík – LLP eldingamælistöð

LLP-stöðin mælir mjög lítið af eldingum, en mikið er skráð af suði og eru því skeyti nokkuð mörg.

Keflavíkurflugvöllur – ATD Sferics eldingamælistöð

Stöðin er í húsi háloftastöðvar Veðurstofu Íslands á Keflavíkurflugvelli. Tækin eru í eigu bresku veðurstofunnar, en gegn aðstoð við rekstur stöðvarinnar höfum við aðgang að mæligögnum fyrir norðanvert Atlantshaf. Rekstur stöðvarinnar hefur gengið mjög vel.

Reykjavík – LLP innhringimiðstöð

PC-tölva á Veðurstofunni sér um að hringja inn gögn frá öllum þremur LLP-eldingamælistöðvunum. Hringt var í stöðvarnar á 3 klst fresti á starfsárinu. Gögnin voru skráð á miðlægan disk yfir tölvunet. Innhringitölvun er tengd GPS-tæki þannig að hægt er að umreikna alla atburði yfir á réttan tíma. Rekstur innhringitölvunnar gekk vel á árinu.

Reykjavík – EFMS bylgjuskráningarkerfi

EFMS-bylgjuskráningarkerfið skráir bylgjuform eldinga, en ekki er unnið sérstaklega úr gögnunum (EFMS, Elektrisk feltmálesystem). Lengst af var slökkt á mælikerfinu, en það var ræst að kvöldi 1. nóvember þegar gos var að hefjast í Grímsvötnum.

Þrumuspár

Þrumuspár voru áfram reiknaðar út frá franska veðurspálíkaninu Arpège. Á árinu var reikningum breytt verulega, en áður var reiknaður lóðréttur hitastigull, en nú er svokallað CAPE reiknað (convective available potential energy) en það er mælikvarði á þá orku sem losnar við að loft við yfirborð er lyft upp í 5 km hæð. Álitnið er að þessar nýju þrumuspár séu áreiðanlegri en fyrri reikningar. Þrumuviðvaranir eru sem fyrr sendar í tölvupósti.

Vefurinn

Vefsíður samstarfsnefndarinnar voru sem fyrr á <http://www.vedur.is/athuganir/eldingar>. LLP-vefsíður voru uppfærðar á klukkustundarfresti. Sferics síður með bresku gögnunum fyrir norðanvert Atlantshaf voru uppfærðar á 30 mín fresti. Þrumuspásíður voru uppfærðar einu sinni á sólarhring.

ALDF - eldingamælistöðvar

Samstarfsnefndin keypti á árinu 2003 fjóra ALDF-eldinganema af dönsku veðurstofunni (ALDF, Advanced lightning direction finder). Stefnt er að því að ALDF-tækin, framleidd um 1990, taki við af LLP-tækjunum sem eru frá því um 1980. ALDF-tækin eru ekki enn komin í rekstur en unnið er að því.

LLP-eldingamælarnir

Á starfsárinu apríl 2004 til mars 2005 voru þrjár LLP-stöðvar í gangi, Reykjavík, Ásgarður og Syðri-Neslönd. Stöðin í Ásgarði skráir lítið af gögnum og mest af því sem hún skráir eru atburðir þar sem stöðin fer í mettun og nýtast ekki. Reykjavíkurstöðin skráir hins vegar mjög mikið af suði. Sú breyting hefur þó orðið á að ekki er mikið af skráðum merkjum frá eldingum. Ástand stöðvanna í Reykjavík og Ásgarði hefur því enn versnað þannig að svo til engin nýtanleg gögn koma frá þessum stöðvum. Stöðin á Syðri-Neslöndum virðist mæla nokkuð af raunverulegum eldingum í þrumuveðrum. Þar sem staðsetning eldinga byggir á því að fá stefnugögn frá a.m.k. tveimur stöðvum er því svo til ekkert af nýtanlegum staðsetningum úr LLP-kerfinu.

Á árinu voru einungis 125 skeyti sem bárust í 62 atburðum frá a.m.k. tveimur stöðvum samtímis eins og sjá má í **töflu 1**. Þegar búið er að tína burt gallaða atburði eru eftir 21 elding. Flestar þessara, eða 20, eru fjarlæggar eldingar þannig að stefna frá stöðvum er svo til samsíða. Eftir stendur að á árinu var einungis hægt að staðsetja eina eldingu við landið með LLP-kerfinu. Þessi elding var skráð 30. desember 2004 kl. 22:00:57,36 af bæði Reykjavíkurstöðinni og Syðri-Neslöndum. Staðsetning er 63,059°N, 22,352°V um 30 km suður af Grindavík

Tafla 1. Flokkun samtímaatburða

| Mánuður | Skeyti | Atb | Mettun | Grunnlína | Suð | Pólun | Ósamstæð | Val |
|---------|--------|-----|--------|-----------|-----|-------|----------|-----|
| 2004-04 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2004-05 | 4 | 2 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2004-06 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2004-07 | 8 | 4 | 2 | 0 | 0 | 2 | 0 | 0 |
| 2004-08 | 8 | 4 | 3 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 |
| 2004-09 | 6 | 3 | 0 | 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 2004-10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2004-11 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2004-12 | 43 | 21 | 20 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| 2005-01 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 2005-02 | 24 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 |
| 2005-03 | 28 | 14 | 6 | 0 | 1 | 0 | 0 | 7 |
| Samtals | 125 | 62 | 33 | 0 | 4 | 5 | 0 | 21 |

Tafla 2. Staðsetning eldinga

| Ár | Val | Innan ramma | Óstöðugar | Innan hrings | Sjór | Land | Gos |
|--------------|------|-------------|-----------|--------------|------|------|-----|
| 1997 (7 mán) | 198 | 100 | 8 | 72 | 45 | 27 | - |
| 1998 | 617 | 236 | 8 | 131 | 66 | 65 | 9 |
| 1999 | 141 | 88 | 10 | 39 | 29 | 10 | - |
| 2000 | 372 | 240 | 1 | 179 | 70 | 109 | 6 |
| 2001 | 576 | 293 | 1 | 134 | 110 | 24 | - |
| 2002 | 405 | 171 | 2 | 128 | 102 | 26 | - |
| 2003 | 197 | 115 | 6 | 89 | 43 | 46 | - |
| 2004 (3 mán) | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| 2004 (9 mán) | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| 2005 (3 mán) | 19 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | - |
| | (21) | (1) | (1) | (1) | (1) | (0) | (0) |
| Samtals | 2527 | 1243 | 37 | 773 | 466 | 307 | 15 |

Rammi miðast við svæðið 60°-70°N og 0°-40°V. Hringur miðast við 400 km geisla frá 65°N, 19°V.

Tafla 2 sýnir flokkun allra staðsettra eldinga frá upphafi mælinga. Goseldingar í töflunni eru fyrir Grímsvatnagosið 1998 og Heklugosið 2000. Engar eldingar voru staðsettar með LLP-kerfinu í Grímsvatnagosinu 2004.

ATD sferics eldingar við Ísland

Gegn aðstoð við að reka ATD sferics eldingamælistöð á Keflavíkurflugvelli, sem er í eigu bresku veðurstofunnar, fær Veðurstofa Íslands aðgang að gögnum Bretanna. Á 30 mín fresti er náð í nýjustu ATD sferics gögn frá bresku veðurstofunni. Gögnin eru vistuð og teiknuð á kort af N-Atlantshafi fyrir vefsíðu. Nákvæm tímasetning ATD eldinganna, sem við höfum aðgang að, er örlítið villandi, því skráður er tíminn þegar gögnin eru skráð í gagnagrunn á bresku veðurstofunni, sem skeður e.t.v. 5-15 mín eftir niðurslátt eldingarinnar. Til stendur að leiðrétta þetta hjá Bretunum. Í **töflu 3** má sjá fjölda eldinga á dag við Ísland sem ATD-kerfið hefur skráð á árinu. Fyrir utan goseldingarnar 2.-3. nóvember 2004 var áberandi mest um þrumuveður í ágúst 2004 og fyrrihluta desember 2004. Heildarfjöldi ATD eldinga á árinu var 576, innan hrings með 400 km geisla frá miðju landinu. Ef frá eru dregnar goseldingarnar 252 er þetta nokkuð færri eldingar en síðasta ár, apríl 2003 – mars 2004 er þær voru 515.

Tafla 3. Fjöldi eldinga við Ísland eftir dögum

| Dagsetning | ATD | Dagsetning | ATD | Dagsetning | ATD |
|------------|-----|------------|-----|------------|-----|
| 2004-04-02 | 28 | 2004-08-22 | 1 | 2004-12-10 | 6 |
| 2004-04-12 | 2 | 2004-08-27 | 2 | 2004-12-13 | 12 |
| 2004-04-20 | 1 | 2004-09-12 | 1 | 2004-12-14 | 2 |
| 2004-04-24 | 5 | 2004-09-17 | 2 | 2004-12-29 | 12 |
| 2004-06-02 | 7 | 2004-10-10 | 1 | 2004-12-30 | 7 |
| 2004-06-03 | 1 | 2004-10-18 | 14 | 2004-12-31 | 8 |
| 2004-06-23 | 4 | 2004-10-19 | 1 | 2005-01-01 | 2 |
| 2004-06-24 | 7 | 2004-11-02 | 143 | 2005-01-03 | 1 |
| 2004-07-05 | 1 | 2004-11-03 | 109 | 2005-01-04 | 14 |
| 2004-07-17 | 1 | 2004-11-10 | 2 | 2005-01-10 | 2 |
| 2004-07-23 | 2 | 2004-11-13 | 1 | 2005-01-18 | 1 |
| 2004-07-30 | 1 | 2004-11-17 | 7 | 2005-01-19 | 2 |
| 2004-08-02 | 1 | 2004-12-02 | 5 | 2005-02-07 | 3 |
| 2004-08-04 | 18 | 2004-12-03 | 1 | 2005-02-08 | 11 |
| 2004-08-06 | 2 | 2004-12-05 | 4 | 2005-02-09 | 2 |
| 2004-08-09 | 3 | 2004-12-06 | 20 | | |
| 2004-08-10 | 1 | 2004-12-08 | 69 | Samtals | 576 |
| 2004-08-20 | 12 | 2004-12-09 | 11 | | |

Fjöldi miðast við eldingar innan hrings með 400 km geisla frá 65°N, 19°V.

Annáll þrumuveðra við Ísland

Gerð er grein fyrir þeim eldingum sem við höfum fréttir af eða hafa verið mældar af eldingastaðsetningakerfum á sl. ári, frá 1. apríl 2004 til 31. mars 2005. Á úrkomustöðvum Veðurstofunnar er einungis mæld úrkoma og snjódýpt einu sinni á dag, kl. 9 árdegis. Úrkomustöðvarnar skrá einnig hvort vart hafi verið við þrumuveður undangenginn sólarhring, þ.e. frá kl. 9 árdegis daginn áður, en nákvæmari tímasetning er ekki skráð.

Lýsing á einstökum veðrum og skemmdum

Sjá má staðsettar eldingar í apríl til júní á **mynd 1**.

2. apríl 2004: ATD sferics kerfið skráði 28 eldingar á Vatnajökulssvæðinu um nóttina kl. 00:00-08:30.

12. apríl 2004: ATD sferics kerfið skráði tvær eldingar á Suðurlandi kl. 16:05.

20. apríl 2004: ATD sferics kerfið skráði eina eldingu á Vatnajökli kl. 23:05.

24. apríl 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Lækjarbakka í Flóa tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring. ATD sferics kerfið skráði fimm eldingar á Suðausturlandi og við Suðurströndina um kl. 01:25-10:20.

15. maí 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Skaftafelli tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring.

2. júní 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Svartáarkoti tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 3. ATD sferics kerfið skráði 7 eldingar á Norðausturlandi kl. 15:20-19:00.

18. júní 2004: Veðurathugunarmaður á Bláfeldi í Staðarsveit tilkynnti um þrumuveður með eða án úrkomu á síðustu klukkustund ($w = 29$) kl. 12.

23.-24. júní 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Vogsósum tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 24. ATD sferics kerfið skráði eina eldingu í Bláfjöllum kl. 14:40 þ. 23., og 10 eldingar suður af landinu kl. 21:55-03:55.

29. júní 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Stafni í Svartárdal tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring.

Sjá má staðsettar eldingar í júlí til september á **mynd 2**.

5. júlí 2004: Veðurathugunarmaður á Hæli í Hreppum tilkynnti um mikið þrumuveður á athugunartíma samfara regni en ekki hagli (w = 97) kl. 18. Í frétt Mbl. 6. júlí sagði: „Skriðuföll í þrumuveðri við Galtafell. Þrumuveður með gífurlegu úrfelli og éljum, svo hvítnaði í fjöll um stundarsakir, gekk yfir Galtafell og nágrenni í Hrunamannahreppi í gær. Eldglæringar sáust á himni og að minnsta kosti einni eldingu sló niður, samkvæmt eldingarmæli Veðurstofu Íslands. Veðrið var staðbundið í grennd við Galtafell og féll aurskriða úr því við bæinn Sólheima í kjölfar úrkomunnar, sem var mikil á skömmum tíma“. ATD sferics kerfið skráði eina eldingu í Grímsnesi kl. 17:15.

23. júlí 2004: ATD sferics kerfið skráði tvær eldingar um 30 km SSA við Akureyri kl. 17:45-17:50.

30. júlí 2004: ATD sferics kerfið skráði eina eldingu í Þórsmörk kl. 10:50.

9. ágúst 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Kirkjubóli við Akranes tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring. Í frétt Mbl. sagði: „Þá varð vart við þrumuveður á Suðurlandi í nótt, auk þess sem þar rigndi og fylgdi hlýtt loft í kjölfar þess“.

22. ágúst 2004: ATD sferics kerfið skráði eina eldingu í Skagafirði kl. 13:10.

27. ágúst 2004: ATD sferics kerfið skráði tvær eldingar 14 km NV við Höfn kl. 15:35-16:25.

3. september 2004: Í frétt Mbl. sagði: „Eldingar spilla síma- og netsambandi í Skaftafellssýslu. Síma- og netsambandslaust er nú á mörgum bæjum í vestanverðri Skaftafellssýslunni af völdum eldinga. Gríðarlegt úrhelli með þrumuveðri var í nótt á þessu svæði. Stella Hrönn Jóhannsdóttir, starfandi þjóðgarðsvörður í Skaftafelli segir í samtali við vefsetrið horn.is að rignt hafi ótrúlega mikið í nótt. *Þetta var eins og hitabeltisstormur og minnti okkur helst á rigninguna í kvikmyndinni Forest Gump,*

segir Stella. Hún segir rigninguna hafa dunið á þakinu með þvílíkum hávaða að hækka þurfti vel í sjónvarpinu til að fylgjast með fréttunum. Rafmagnið fór af en kom fljótlega aftur með miklum truflunum. Enn eru rafmagnstruflanir og GSM símasamband er einnig stopult, segir Stella. Segir í fréttinni, að samkvæmt upplýsingum frá starfsmönnum Símans hafi borist fjölmargar tilkynningar um símasambandsleysi á Mýrum, Suðursveit og í Örafum og virðist sem eldingar hafi eyðilagt ferjöld, eða módem. Þar sem menn notast við slík tæki eru bæði símar og tölvur sambandslausar“.

10. september 2004: Veðurathugunarmaður á veðurfarsstöðinni Önnuparti í Þykkvabæ tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring.

17. september 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Skógum undir Eyjafjöllum tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring. ATD sferics kerfið skráði tvær eldingar við sunnanverða Austfirði kl. 12:30-16:50.

Sjá má staðsettar eldingar í október til desember á **mynd 3**.

2.-3. nóvember 2004: ATD sferics kerfið skráði 252 eldingar í Grímsvatnagosi yfir og norðan við Grímsvötn frá kl. 01:45 þ. 2. til kl. 08:50 þ. 3.

2. desember 2004: ATD sferics kerfið skráði tvær eldingar á Barðaströnd kl. 18:05-18:10.

5. desember 2004: Veðurathugunarmaður á Bláfeldi í Staðarsveit tilkynnti um þrumuveður með eða án úrkomu á síðustu klukkustund ($w = 29$) kl. 21. ATD sferics kerfið skráði nokkrar eldingar vestur af landinu og á Faxaflóa kl. 16:55-19:30.

6. desember 2004: ATD sferics kerfið skráði tvær eldingar á Vatnajökli kl. 03:05-04:20.

8. desember 2004: Veðurathugunarmenn á Veðurstofunni í Reykjavík tilkynntu um þrumuveður á síðustu klukkustund, en ekki á athugunartíma og lítilsháttar rigningu á athugunartíma ($w = 91$) kl. 12. Veðurathugunarmenn á úrkomustöðvunum í Skaftafelli, Snæbýli í Skaftártungum, Skógum undir Eyjafjöllum, Lækjarbakka í Flóa, Hítardal og Setbergi í Grundarfirði tilkynntu um þrumuveður undangenginn

sólarhring þ. 9. Eina eldingu sá Þórður Arason af skrifstofu sinni í Veðurstofuhúsi, kl. 14:25. Hann var ekki að horfa beint en telur sig hafa séð eldingarákina, sem virtist nokkuð lóðrétt. Stefna í eldingu var um ASA. Tími í þrumu var meiri en 10 sek. ATD skráði eina eldingu kl. 14:30 (úrvinnslutími) 64.05°N, 21.45°V, þ.e. 24 km 112° (ASA) við Veðurstofuhús. ATD sferics kerfið skráði 106 eldingar langt sunnan við landið og með allri suðurströndinni frá Kambanesi til Reykjavíkur frá kl. 04:25 þ. 8. til kl. 02:20 þ. 9.

9.-10. desember 2004: Veðurathugunarmaður á Bláfeldi í Staðarsveit tilkynnti um þrumuveður með eða án úrkomu á síðustu klukkustund ($w = 29$) kl. 18 og 21 þ. 9. Veðurathugunarmaður á Stórhöfða í Vestmannaeyjum tilkynnti um sjáanleg leiftur (rosaljós) en engin skrugga heyrðist ($w = 13$) kl. 24 þ. 9. Veðurathugunarmenn á úrkomustöðvunum í Skógum undir Eyjafjöllum, Hólmum, Vogsósum og Setbergi í Grundarfirði og veðurfarsstöðinni Korpu í Reykjavík tilkynntu um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 10. Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Hjarðarfelli á Snæfellsnesi tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 11. ATD sferics kerfið skráði nokkrar eldingar suður af Vestmannaeyjum og Mýrdalsjökli frá kl. 16:45 þ. 9. til kl. 06:10 þ. 10. ATD sferics kerfið skráði eina eldingu nálægt Borgarnesi kl. 14:35 þ. 10.

13. desember 2004: Veðurathugunarmenn á úrkomustöðvunum Kvískerjum í Örafum, Skaftafelli og Skógum undir Eyjafjöllum tilkynntu um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 13. ATD sferics kerfið skráði 12 eldingar á svæðinu frá Þórsmörk að Lóni kl. 02:30-09:25.

28. desember 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Neðra-Skarði tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 28.

29. desember 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Hjarðarfelli á Snæfellsnesi tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 29. Í frétt Mbl. sagði: „Bilanir urðu í raforkudreifingarkerfi Landsvirkjunar í nótt og um tíma fór straumur meðal annars af stóriðjuverunum á Grundartanga; álveri Norðuráls og járnblendiverksmiðju og lá framleiðsla þar niðri í tæpa klukkustund. Það liggur ekki fyrir hvað gerðist en líklega hefur ísing á línunum einnig átt hlut að máli. Eða jafnvel eldingar því við höfum fregnir af eldingaveðri á Hvalfjarðarsvæðinu“. ATD sferics

kerfið skráði nokkrar eldingar suður af landinu og eina á norðanverðu Snæfellsnesi kl. 07:00.

30.-31. desember 2004: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Lækjarbakka í Flóa tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 30. Veðurathugunarmenn á úrkomustöðvunum Lækjarbakka í Flóa og Hítardal tilkynntu um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 31. ATD sferics kerfið skráði nokkrar eldingar suður af landinu og örfáar vítt og breitt um landið á gamlársdag.

Sjá má staðsettar eldingar í janúar til mars á **mynd 4**.

4. janúar 2005: ATD sferics kerfið skráði mikil þrumuveður langt suðaustan við landið og tvær eldingar á Austfjörðum og þrjár við Mýrdalsjökul.

17. janúar 2005: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Neðra-Skarði tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring.

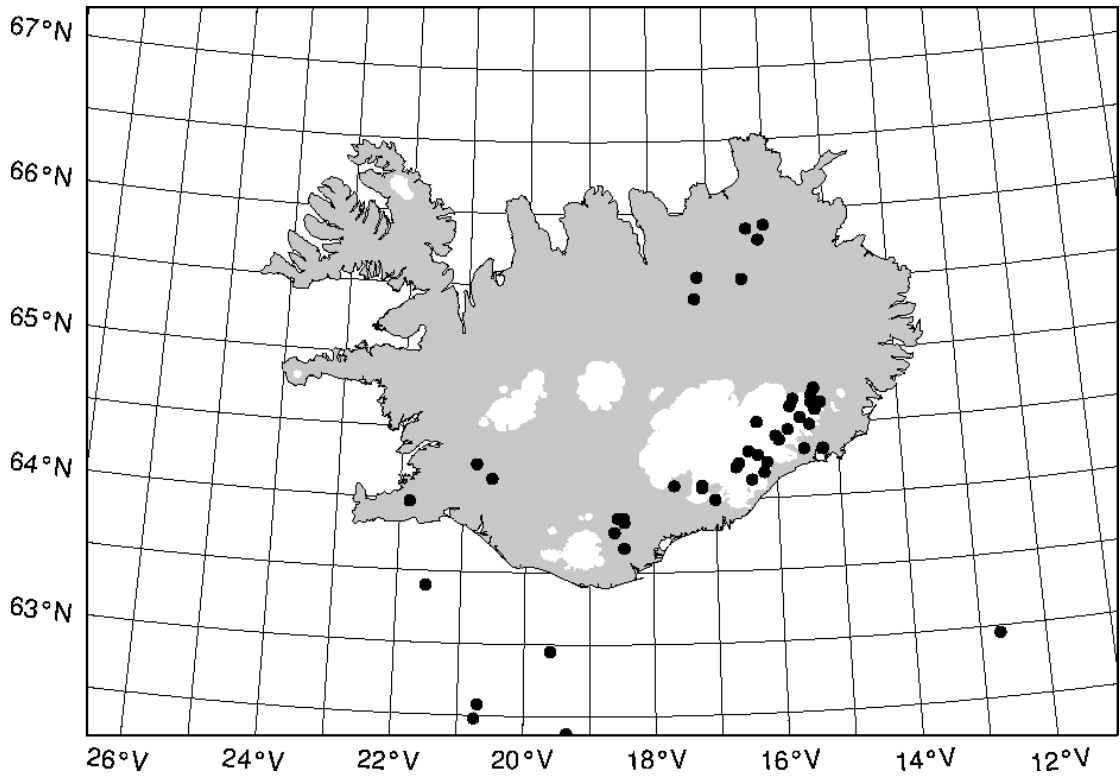
7.-8. febrúar 2005: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Skógum undir Eyjafjöllum tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 8. ATD sferics kerfið skráði þrjár eldingar undir Eyjafjöllum kl. 11:05-12:50 þ. 8. Veðurathugunarmenn á úrkomustöðvunum Kvískerjum í Örfæfum og Hítardal tilkynntu um þrumuveður undangenginn sólarhring þ. 9. ATD sferics kerfið skráði eina eldingu við Mýrdalsjökul kl. 16:30 þ.8., og fimm eldingar í Örfæfum kl. 20:15-20:25 þ. 8.

13. febrúar 2005: Veðurathugunarmaður á úrkomustöðinni Brúsastöðum í Vatnsdal tilkynnti um þrumuveður undangenginn sólarhring.

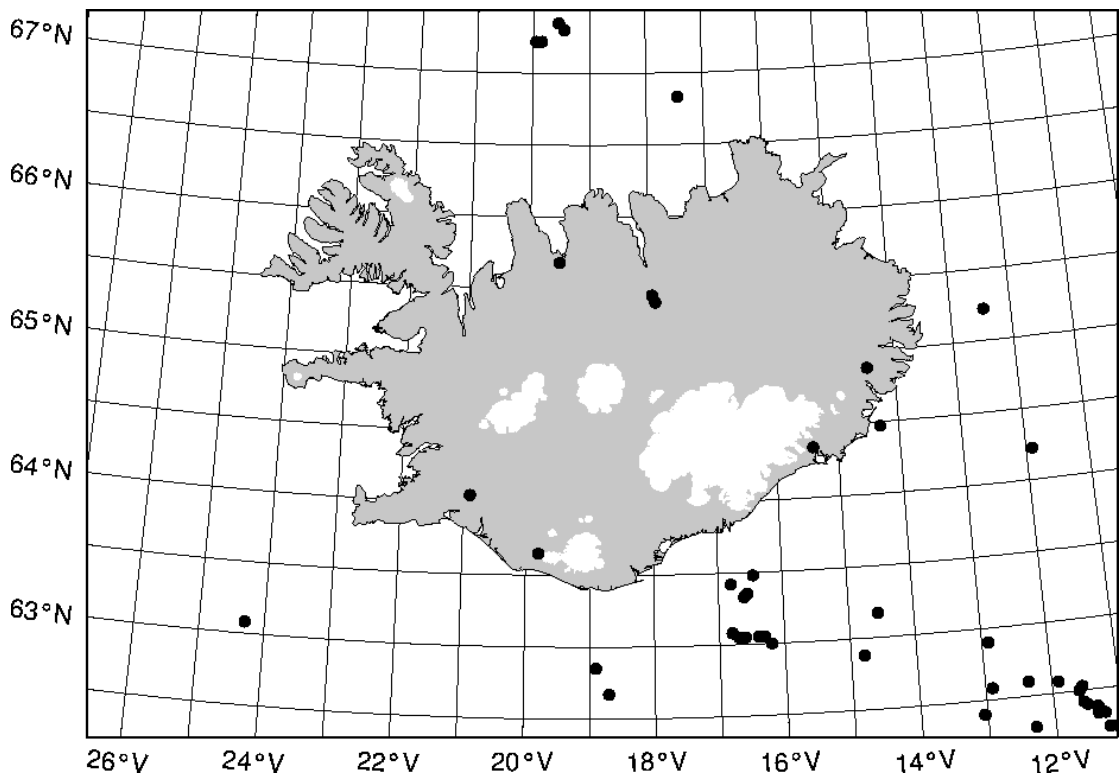
Kort af þrumuveðrum ársins

Á **myndum 1 til 4** eru sýnd þriggja mánaða tímabil með staðsettum eldingum úr ATD sferics kerfinu.

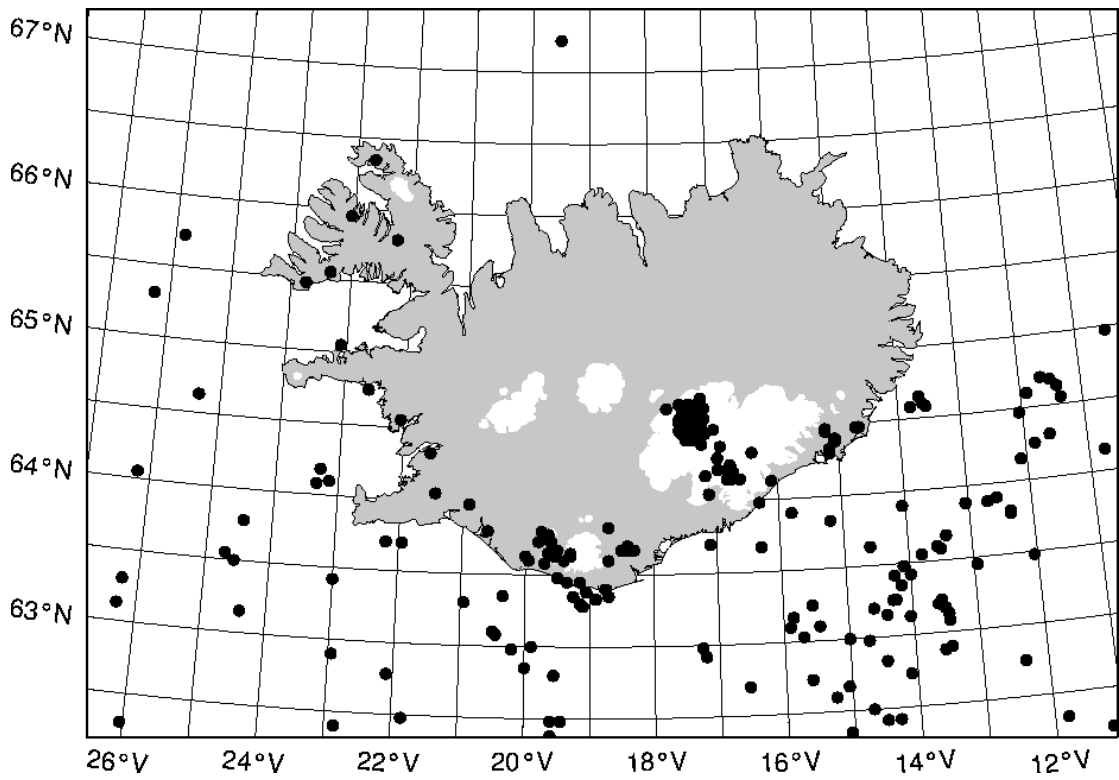
Myndir 5 til 7 sýna þrjú þrumuveður, 2.-10. ágúst 2004, 2.-14. desember 2004, og 29. desember 2004 – 4. janúar 2005. Á **mynd 8** er yfirlit yfir allt mæliárið. Á **mynd 9** eru allar eldingar úr breska ATD sferics eldingamælikerfinu frá september 1998 til mars 2005 sýndar á einu korti.



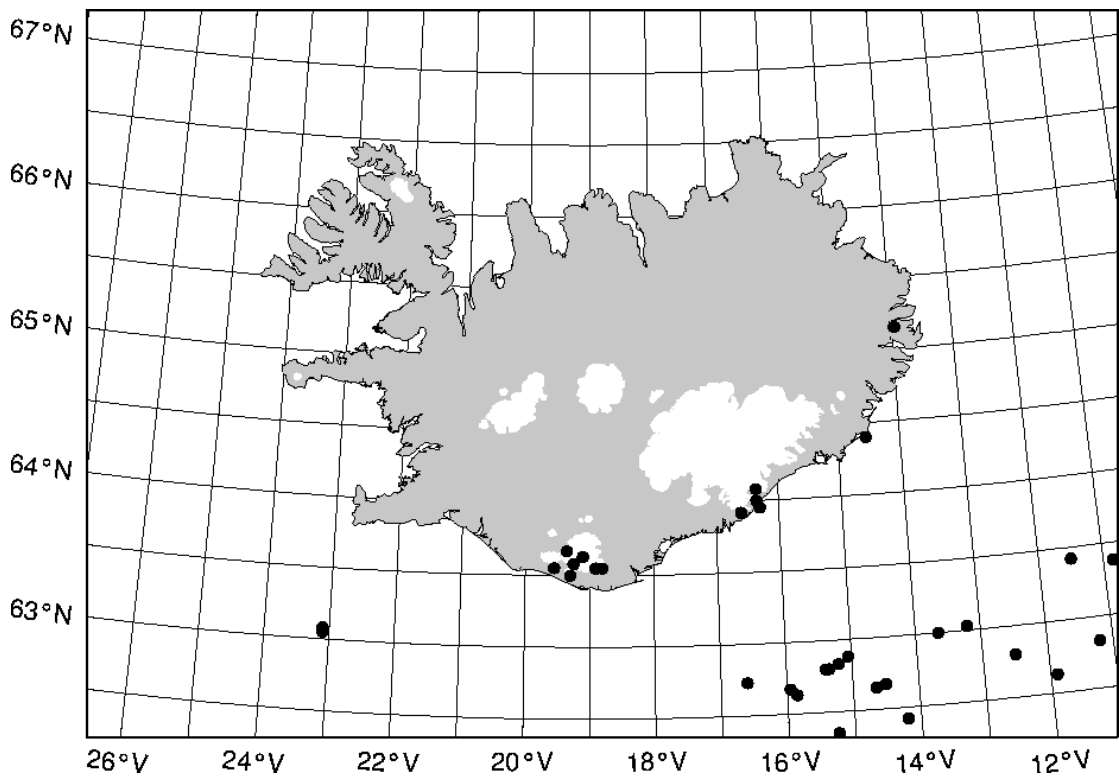
Mynd 1. Eldingar í apríl til júní 2004



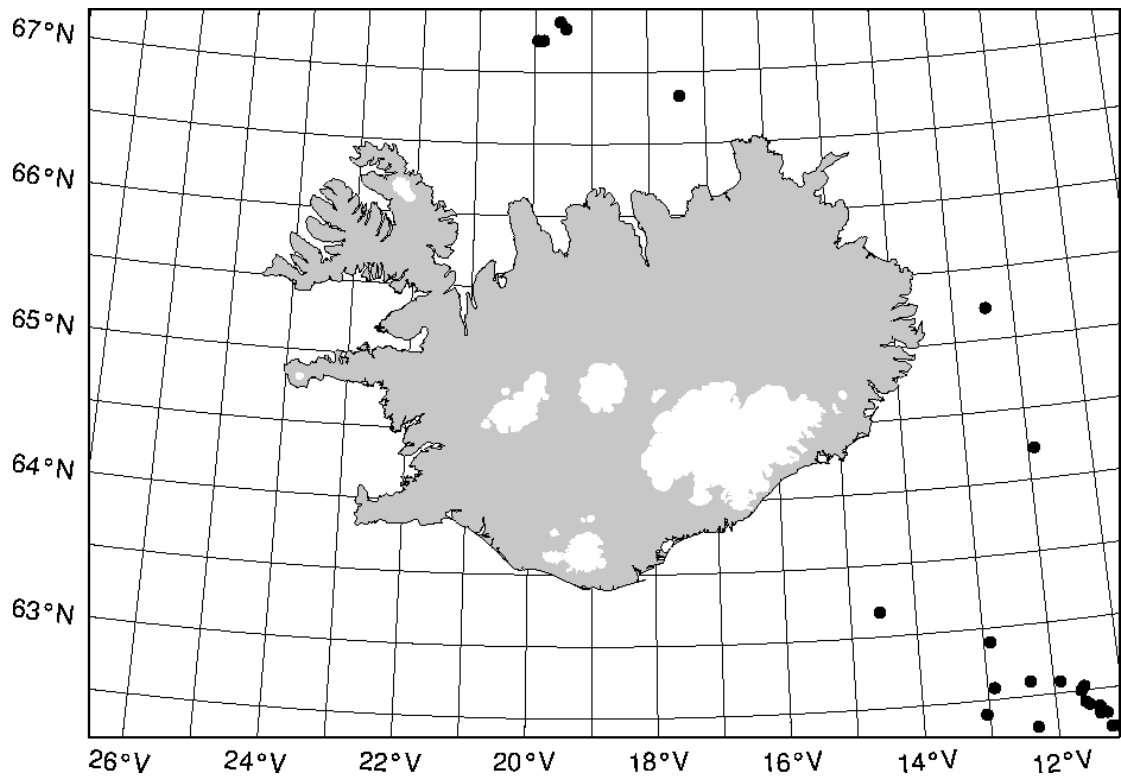
Mynd 2. Eldingar í júlí til september 2004



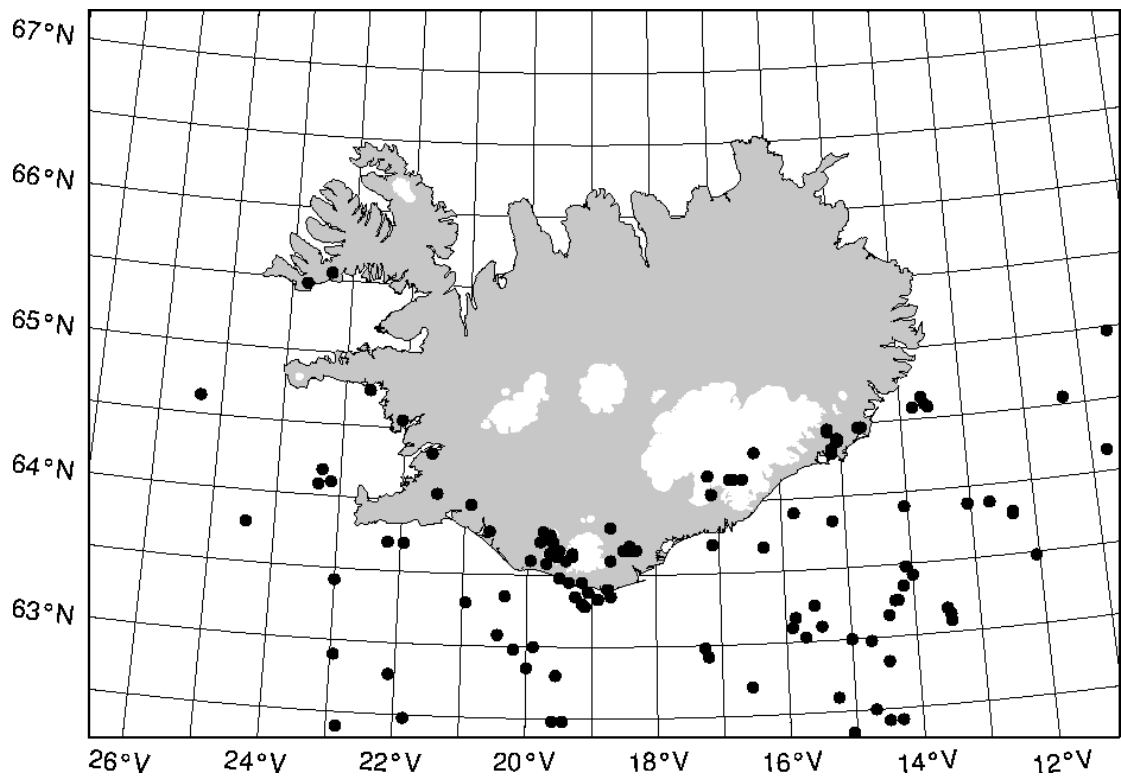
Mynd 3. Eldingar í október til desember 2004



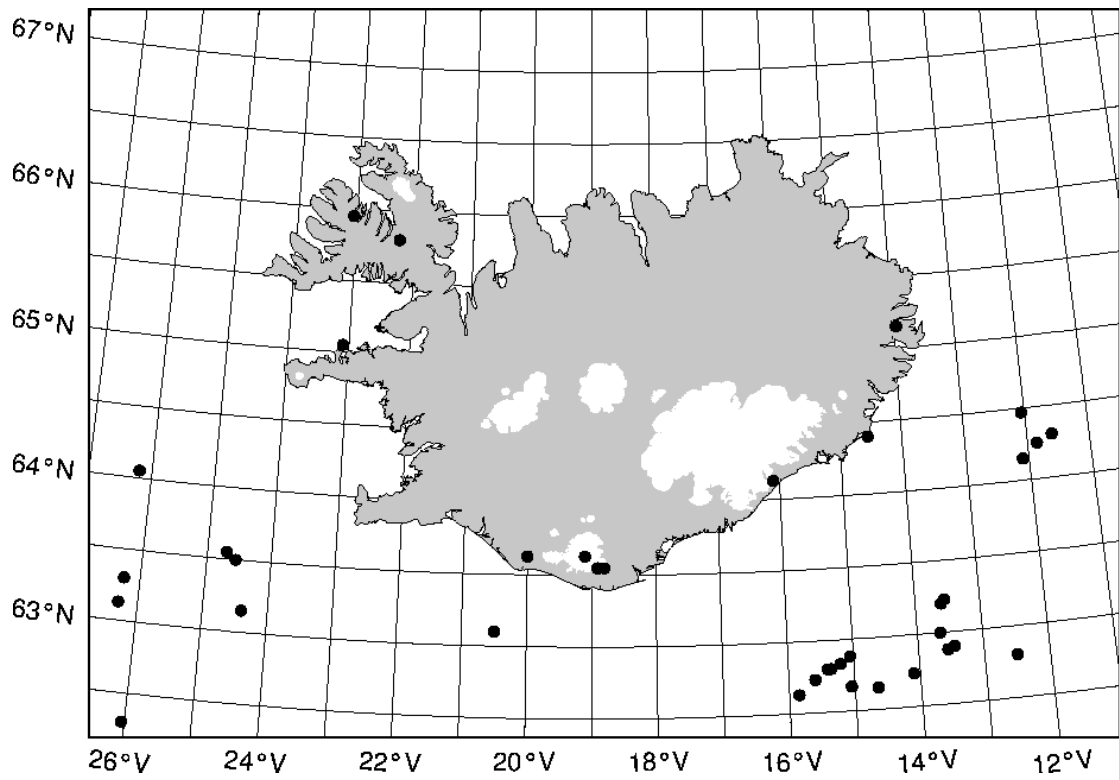
Mynd 4. Eldingar í janúar til mars 2005



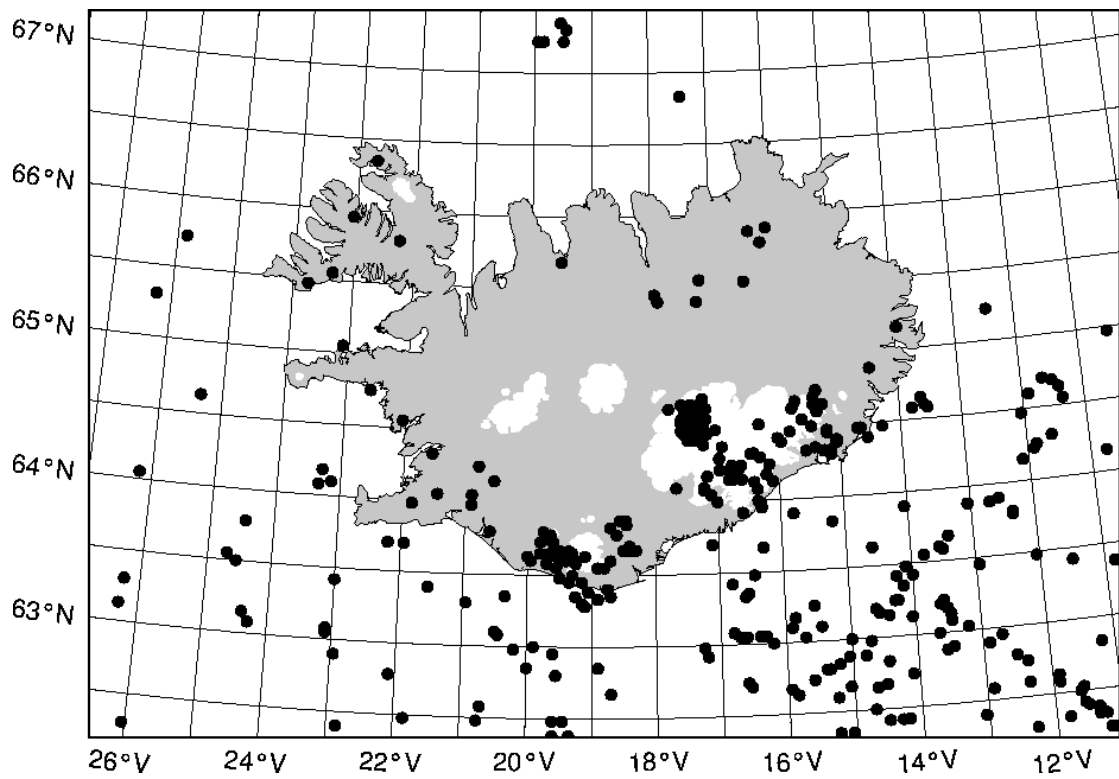
Mynd 5. *Þrumuveðrin 2.-10. ágúst 2004*



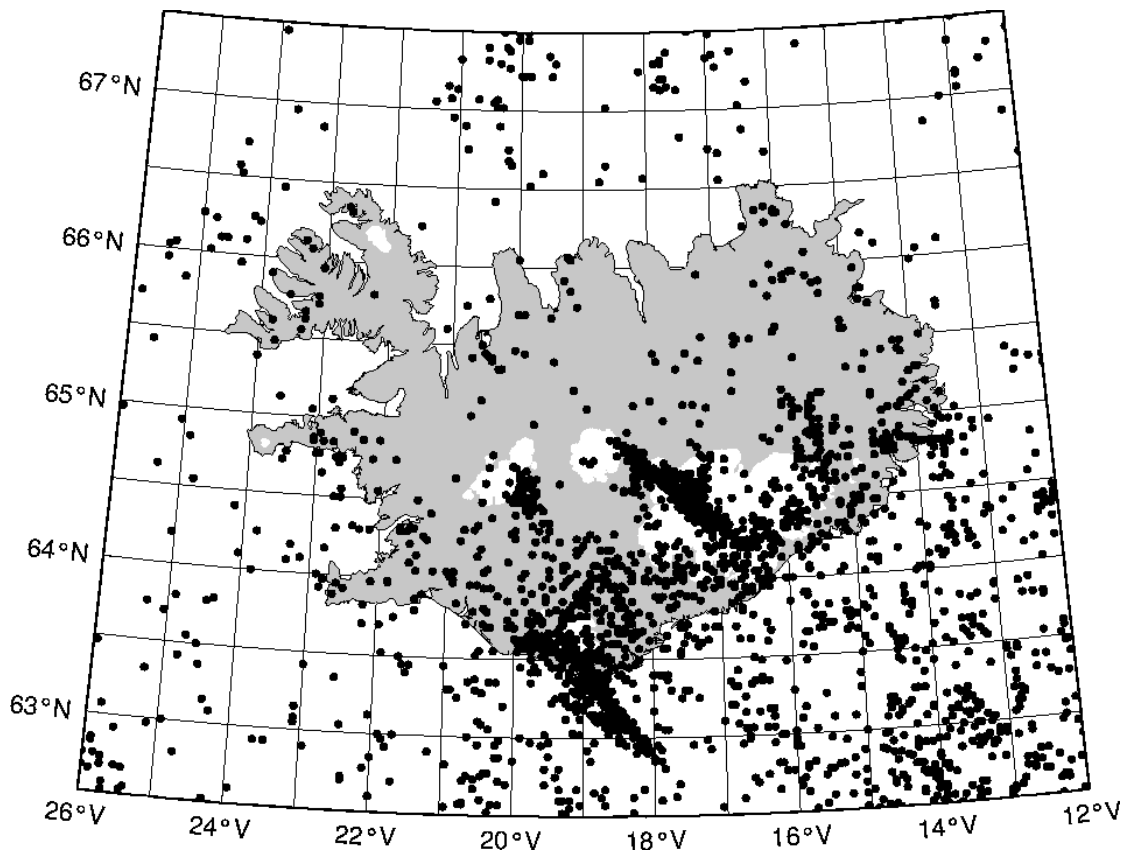
Mynd 6. *Þrumuveðrin 2.-14. desember 2004*



Mynd 7. *Drumuveðrin 29. desember 2004 – 4. janúar 2005*



Mynd 8. *Eldingar á árinu apríl 2004 til mars 2005*



Mynd 9. Skráðar eldingar með ATD-sferics eldingamælikerfinu frá september 1998 til mars 2005

Nýjar þrumuspár

Í árslok 1999 var farið að reikna lóðréttan hitastigul í franska veðurspálíkaninu Arpège til að meta stöðugleika lofts og möguleika á myndun þrumuveðra. Á árinu 2004 voru þessir reikningar þróaðir áfram og í stað hitastiguls var reiknaður CAPE-stuðull (convective available potential energy), sem lýsir þeirri orku sem losnar við að lofti við yfirborð er lyft upp í 5 km hæð. Ef það þarf orku til að lyfta loftinu þá er loftið stöðugt, en ef orka losnar þá bendir það til þess að lofthjúpurinn sé óstöðugur, sem ýtir undir myndun skúra- og þrumuskýja. Nýjar vefsíður með CAPE-þrumuspám voru settar upp sumarið 2004, þar sem ástandinu er spáð á 6 klst fresti tvo og hálfan dag fram í tímann. Þessir reikningar eru gerðir tvisvar á dag og vefsíðurnar uppfærðar. Þrumuspárnar voru kynntar fyrir öryggismönnum Landsvirkjunar með erindi 2. nóvember 2004. Á árinu 2004 voru þessir reikningar þróaðir lengra þannig

að hægt væri að spá fyrir um líkur á þrumuveðri á tilteknum stað og tíma. Niðurstöður þeirrar vinnu voru kynntar á ICLP 2004 ráðstefnunni, en ekki hefur verið lokið við að setja þessar líkindaspár í rauntímakeyfrslu á vefinn.

Eldingar í Grímsvatnagosinu 2004

Eldgos hófst í Grímsvötnum að kvöldi 1. nóvember 2004. Gosórói á skjálftaritum bendir til þess að gosið hafi hafist um eða rétt fyrir kl. 21:50. Úrkomuratsjá Veðurstofunnar á Miðnesheiði sá gosmökkinn fyrst um kl. 23, en þá náði hann í 9 km hæð y.s. Mikið dró úr gosvirkninni að morgni 3. nóvember og sá ratsjáin gosmökkinn síðast þann morgun kl. 08:30. Næstu daga fjaraði gosið út og er talið að því hafi verið lokið að morgni 6. nóvember. Fyrstu sjónarvottar að gosinu voru starfsmenn við Kárahnjúka, sem sáu gosmökkinn lýsast upp af eldingum fyrstu gosnóttina. Þann 2. nóvember náðust góðar myndir af gosinu, og þar á meðal kvikmynd af eldingu í mekkinum (sjá myndir 10 og 11).

Veðurstofan hefur aðgang að þremur mælikerfum sem mældu eldingar í gosinu. 1) Breska ATD-sferics kerfið skráði staðsetningar á 252 eldingum í gosinu. Tímasetning er ónákvæm upp á 5 mín og staðsetning er oft frekar ónákvæm. 2) EFMS bylgjuskráningarkerfið í Reykjavík skráir bylgjuform á lóðréttu rafsviði í einstökum atburðum í tæpa 1 ms. Skráð voru bylgjuform 152 atburða í gosinu. 3) Íslenska LLP-eldingamælikerfið náði ekki að staðsetja eldingar, en ein stöðin, Syðri-Neslönd við Mývatn skráði mikilvægar upplýsingar um 149 eldingar, þ.á.m. nákvæma tímasetningu (0.01 sek), straumstyrk, pólun og leiftrafjölda í eldingu.

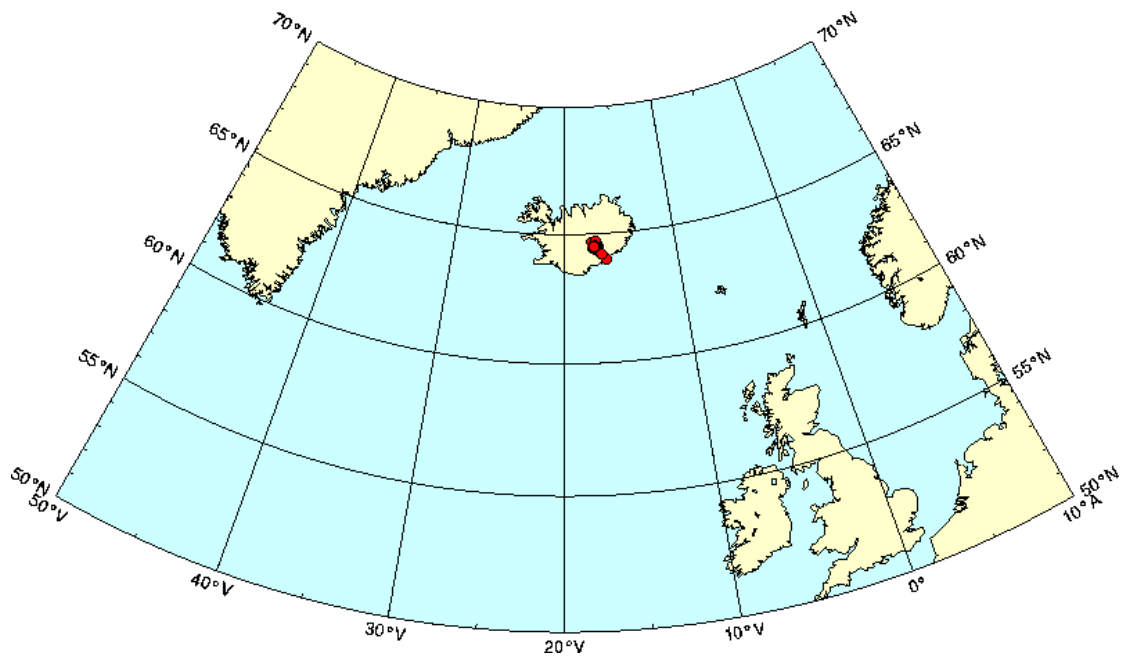
Breska veðurstofan rekur mjög langdrægt ATD sferics eldingamælakerfi, sem getur staðsett eldingar um alla jörð en er næmast á eldingar í Evrópu (ATD, arrival time difference). Árið 2002 setti hún upp eina stöð á Keflavíkurflugvelli í húsnæði Veðurstofu Íslands. Gegn aðstoð við rekstur stöðvarinnar hefur Veðurstofa Íslands aðgang að gögnum bretanna. Gögn um staðsettar eldingar eru sótt á 30 mín fresti og staðsettar eldingar á N-Atlantshafi settar á kort á vefsíðu. ATD kerfið byggir á því að mæla lóðrétt rafsvið og nemur því betur lóðréttar eldingar sem margar slá til jarðar, en skráir einnig eitthvað af skýjaeldingum.



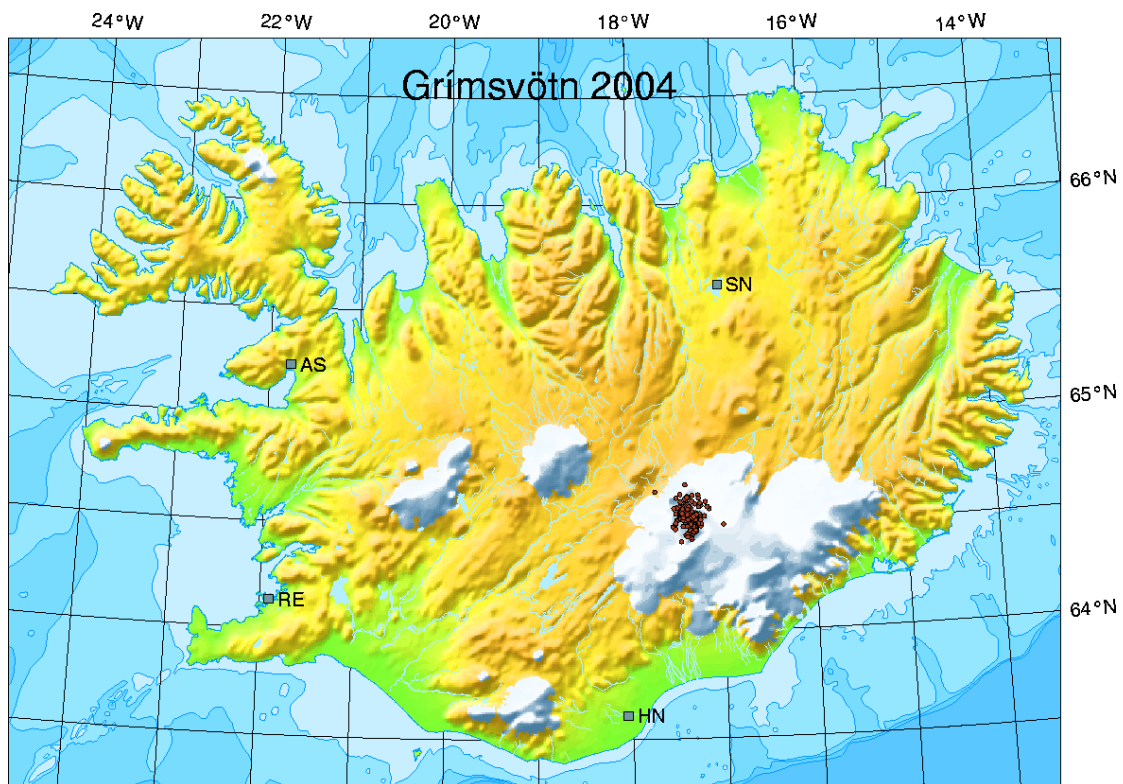
Mynd 10. *Elding í gosmekkinum 2. nóvember líklega kl. 16:57:39.
Úr kvikmynd eftir Ómar Ragnarsson (RÚV).*



Mynd 11. *Grímsvatnagosið 2. nóvember 2004, horft til austurs.
Ljós. Matthew J. Roberts.*



Mynd 12. Staðsettar ATD eldingar í gosvikunni. Athyglisvert er að engin veðurtengd þrumuveður voru nálægt landinu á þessum tíma.

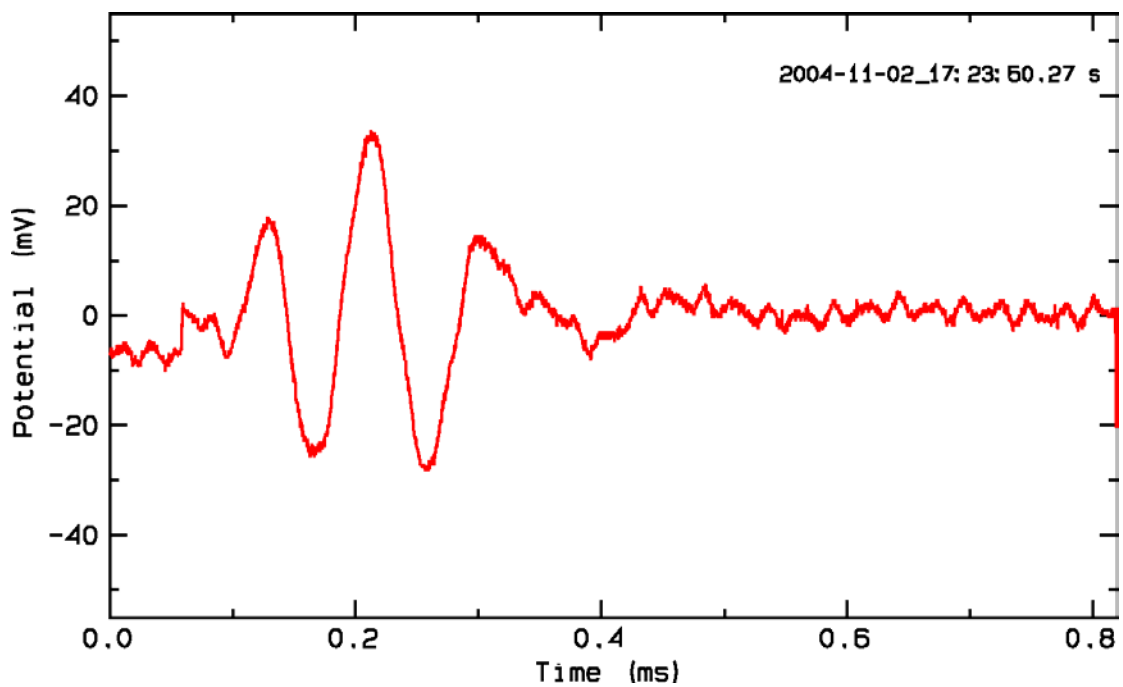
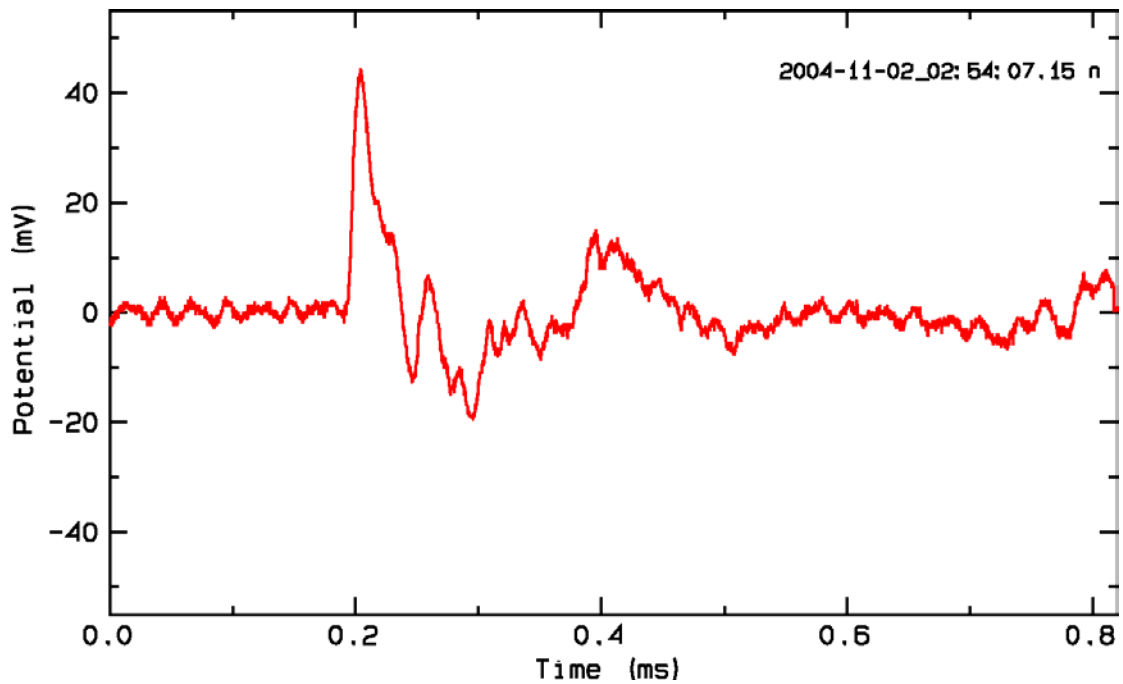


Mynd 13. Staðsetning ATD eldinga í gosinu. Hér eru einungis sýndar eldingar þar sem óvissa í staðsetningu er metin minni en 5 km.

Svo vel vildi til í gosinu að engin veðurtengd þrumuveður voru nálægt Íslandi, eins og sjá má á **mynd 12**, og því eru mæligögnin ekki trufluð af nálægum veðureldingum. Á **mynd 13** má sjá staðsettar eldingar í gosinu og eru hér eingöngu sýndar eldingar þar sem mat á óvissu í staðsetningu er minna en 5 km. Athyglisvert er að eldingarnar eru yfir Grímsvötnum og norðan Grímsvatna, en á þessum tíma var sunnanátt og gosmökkurinn lá til norðurs. ATD kerfið skráði 252 eldingar í gosinu, þá fyrstu 2. nóvember kl. 01:45 og þá síðustu 3. nóvember kl. 08:50.

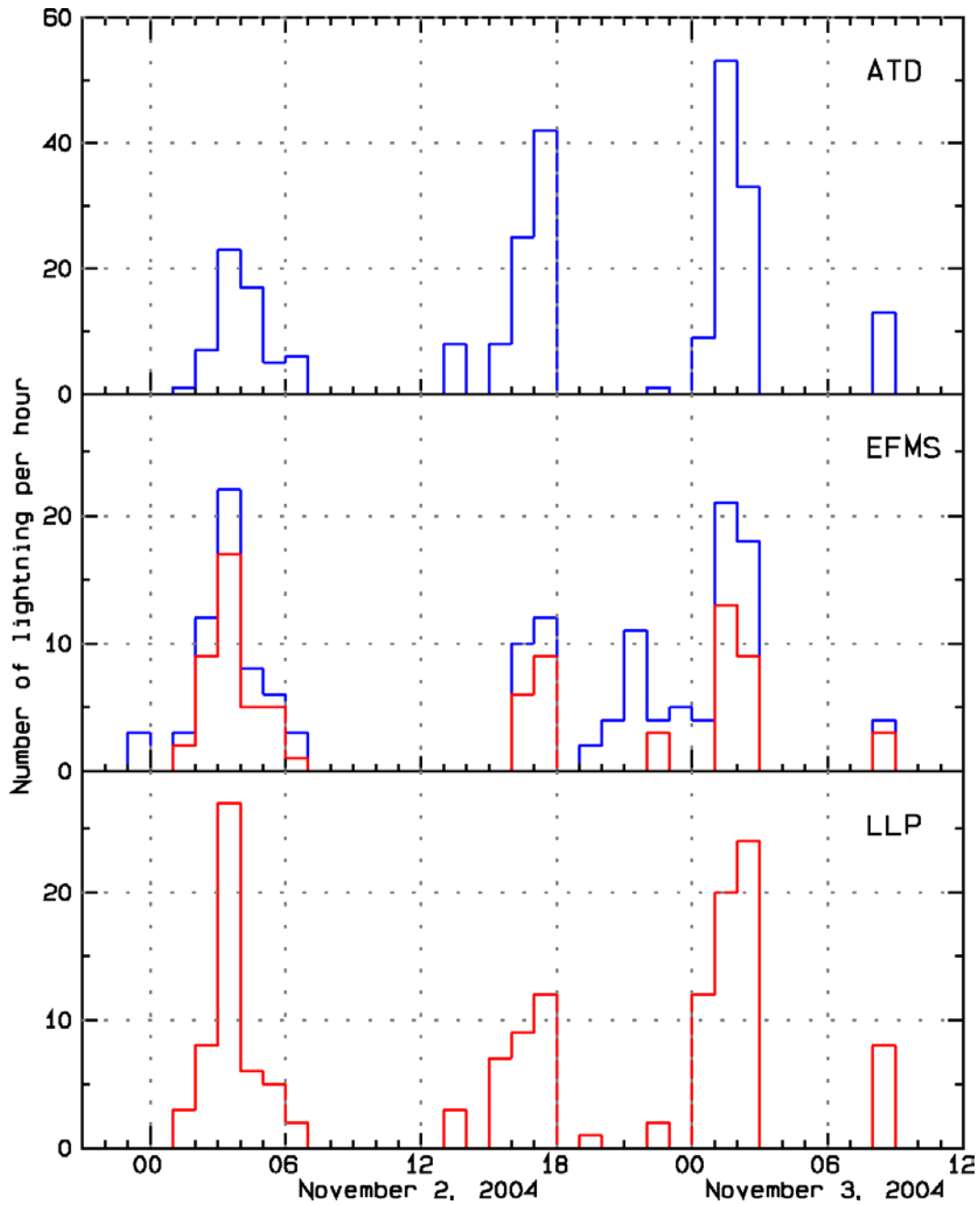
Á þaki veðurstofuhúss er EFMS loftnet sem nemur snöggar breytingar í lóðréttu rafsviði, en við eldingu verður mikill rafsegulsmellur (EFMS, Elektísk feltmálesystem). Skráningartæki tengt loftnetinu mælir breytingar í rafsviði og ef þær eru nægjanlega miklar er atburðurinn skráður ásamt nákvæmum tíma sem fenginn er með GPS-búnaði. Fyrir hvern atburð eru skráðir 4096 mælipunktar á 200 ns fresti. Hver mæling stendur yfir í 10 ns, en á þeim tíma ferðast ljósið 3 m. Skráningarkerfið var ræst um kl. 22:50. Skráð voru bylguform 152 atburða í gosinu, frá 1. nóvember kl. 23:23, til 3. nóvember kl. 08:37. Á **mynd 14** má sjá dæmi um tvær gerðir bylguforma, annars vegar neikvætt pólaða eldingu sem sló til jarðar og hins vegar skýjaeldingu. Skýjaeldingar voru 70 og neikvætt pólaðar eldingar voru 82. Engin jákvætt póluð elding var skráð.

Á Íslandi eru fjórar LLP-eldingamælistöðvar. Tækin eru komin verulega til ára sinna, en þau voru framleidd um 1980. Á hverri stöð eru loftnet og búnaður sem síar burt form skýjaeldinga og skráir einungis eldingar sem slá til jarðar. Fyrir hverja eldingu er skráður tími, stefna í eldingu, styrkur merkis, pólun eldingar og leiftrafjöldi í eldingu. Ef a.m.k. tvær stöðvar mæla sömu eldinguna er hægt að nota stefnur til að ákvarða staðsetningu eldingar. Út frá fjarlægð í eldingu má reikna hámarksstraumstyrk eldingar. Í Grímsvatnagosinu gaf einungis ein LLP-stöðin gagnlegar mælingar, en það var stöðin á Syðri-Neslöndum við Mývatn. Því var ekki hægt að reikna staðsetningar út frá LLP-gögnunum, en með því að gefa sér fjarlægð frá Syðri-Neslöndum til Grímsvatna mátti nota þessi gögn til að reikna straumstyrk eldinganna. LLP-stöðin á Syðri-Neslöndum skráði 149 eldingar, þá fyrstu 2. nóvember kl. 01:37 og síðustu 3. nóvember kl. 08:40.

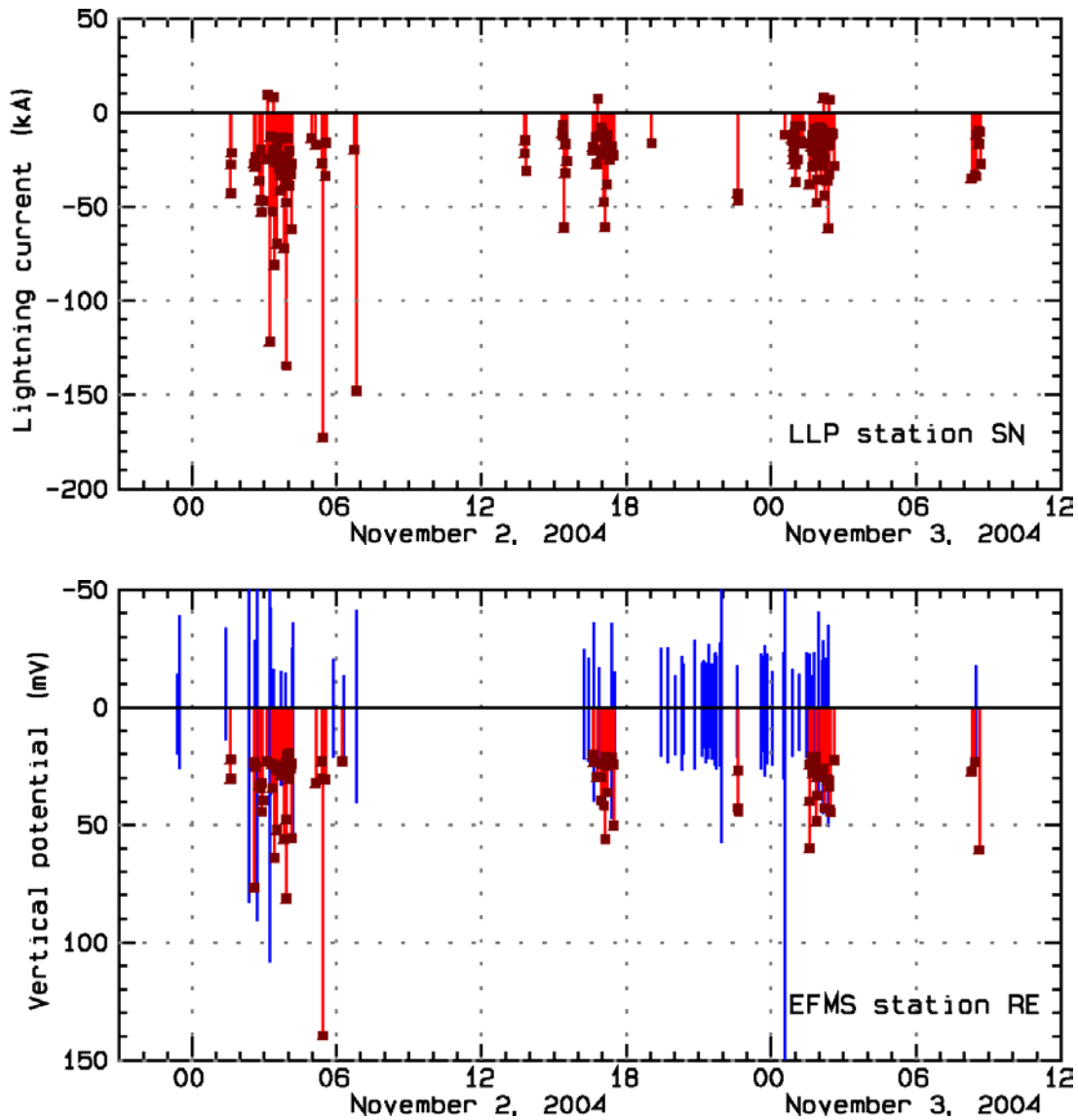


Mynd 14. *Tvö dæmigerð bylgjuform eldinga: (efri) Neikvætt póluð elding sem sló til jarðar. (neðri) Skýjaelding*

Á mynd 15 má sjá fjölda eldinga á hverri klukkustund sem þessi þrjú mælikerfi skráðu. Ef tekið er tillit til þess að kerfin skrá mismunandi gerðir eldinga er mjög gott samræmi milli kerfanna. Það vekur strax athygli að eldingarnar koma í nokkrum hrinum með þögnum á milli.

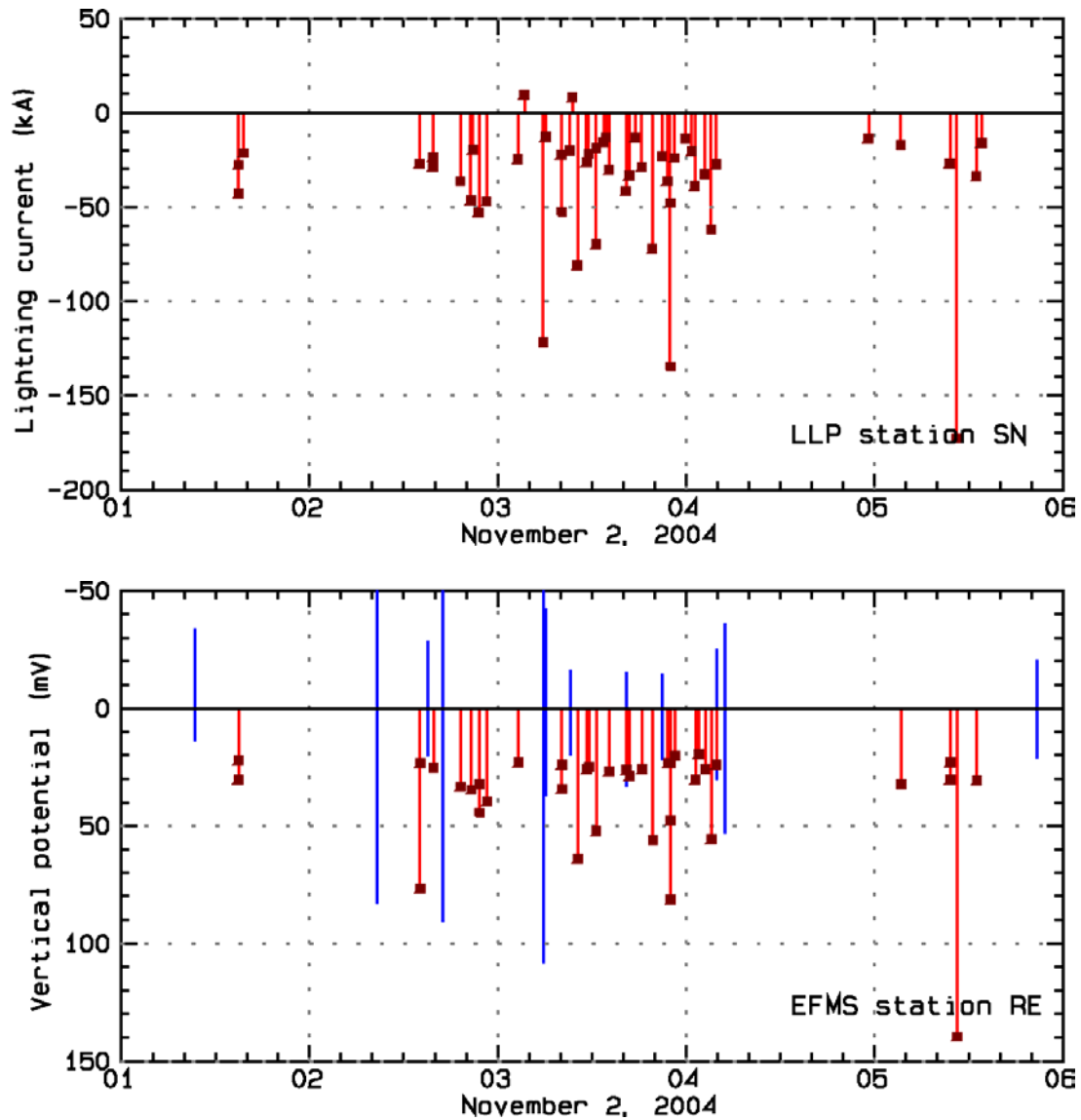


Mynd 15. Fjöldi eldinga á klukkustund fyrstu 36 klst gossins fyrir þrjú mælikerfi. ATD kerfið mælir bæði eldingar til jarðar og skýjaeldingar. EFMS kerfið getur aðgreint eldingar til jarðar (rauðar) og skýjaeldingar (bláar). LLP kerfið mælir einvörðungu eldingar til jarðar.



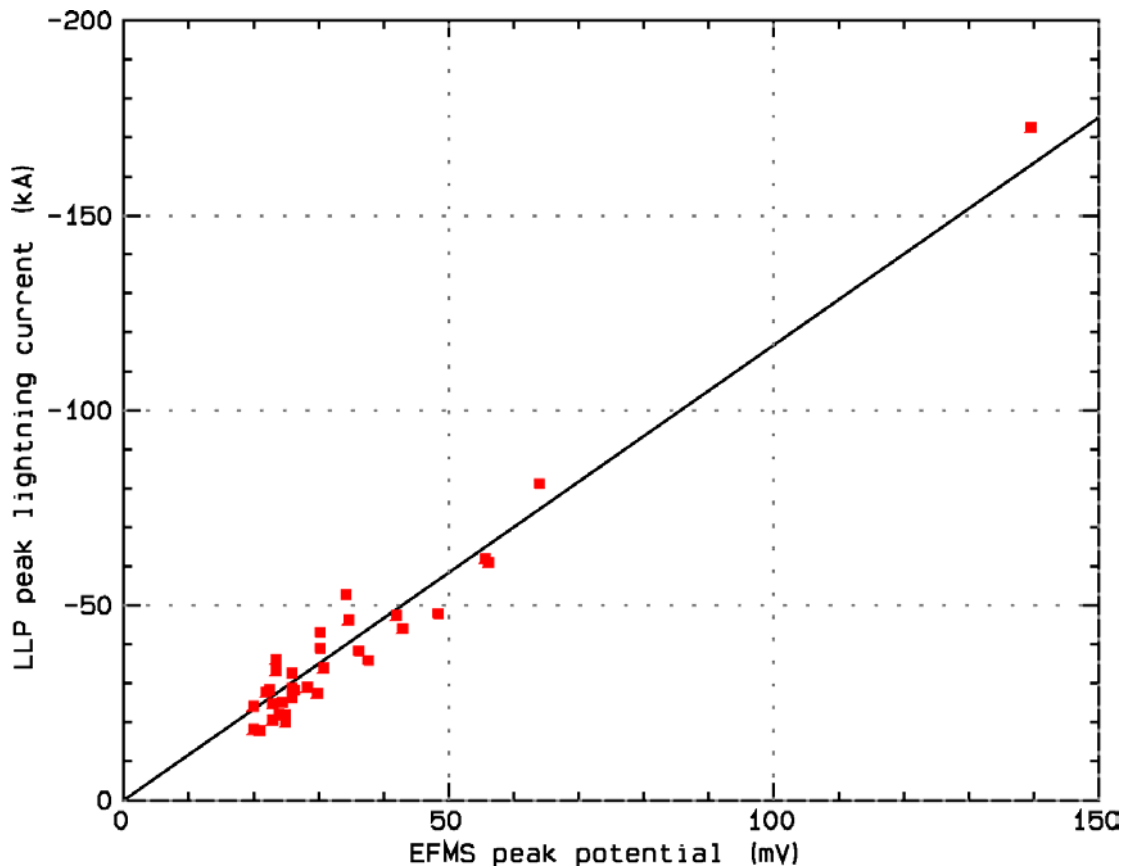
Mynd 16. Styrkur skráðra atburða fyrstu 36 klst gossins. (a) Straumstyrkur (kA) eldinga reiknaður frá mælingu á LLP stöðinni á Syðri-Neslöndum. (b) Mesta útslag bylgjuforms á EFMS stöðinni í Reykjavík fyrir neikvætt pólaðar eldingar til jarðar (rauðar) og skýjaeldingar (bláar)

Mynd 16 sýnir samanburð LLP og EFMS mælinganna. Sýndur er styrkur merkis sem fall af tíma. Á efra ritinu sést LLP straumstyrkur sem fall af tíma. Langflestar eldinganna eru neikvætt pólaðar, þ.e. rafhleðsla skýs er neikvæð miðað við jörðu og fimm jákvætt póluðu eldingarnar eru allar mjög máttlitlar. Á neðra ritinu sýna bláu línurnar útslag skýjaeldinga og rauðu línurnar útslag neikvætt pólaðra eldinga til jarðar. Mjög gott samræmi er milli þessara tveggja kerfa.



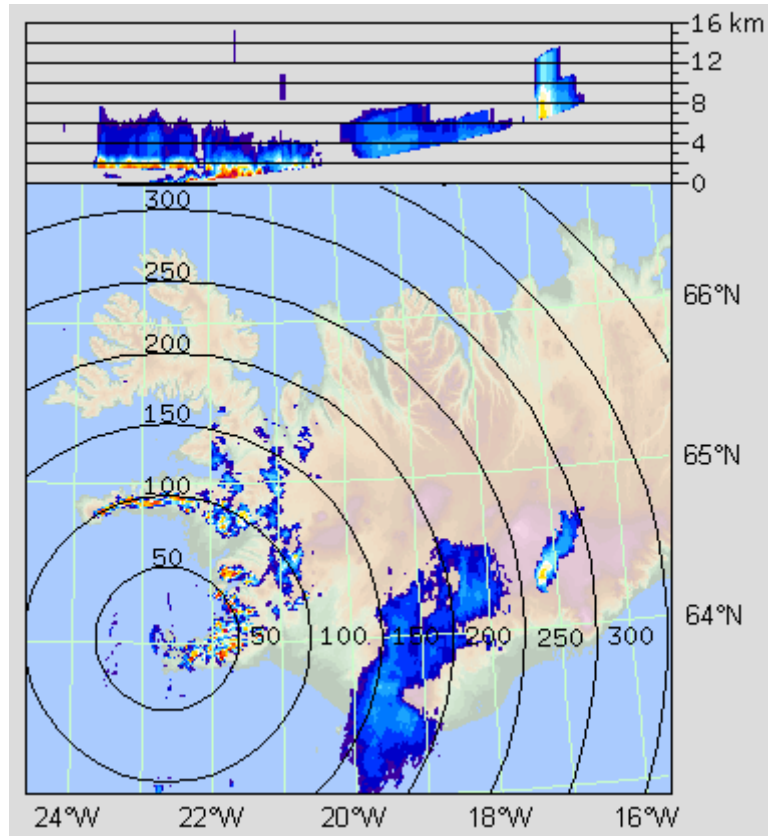
Mynd 17. Sama og á Mynd 16, en einungis fyrir 5 klst fyrstu nóttina, kl. 01 til 06. Sjá má gott innbyrðis samræmi milli mælikerfa.

Mynd 17 sýnir sömu gögnin en nú fyrir 5 klst um fyrstu gosnóttina. Með því að velja saman stakar eins leiftra eldingar sem eru skráðar á sama tíma er hægt að bera saman styrk merkis með þessum tveim kerfum. Þetta er sýnt á **mynd 18** og samræmi er mjög gott.

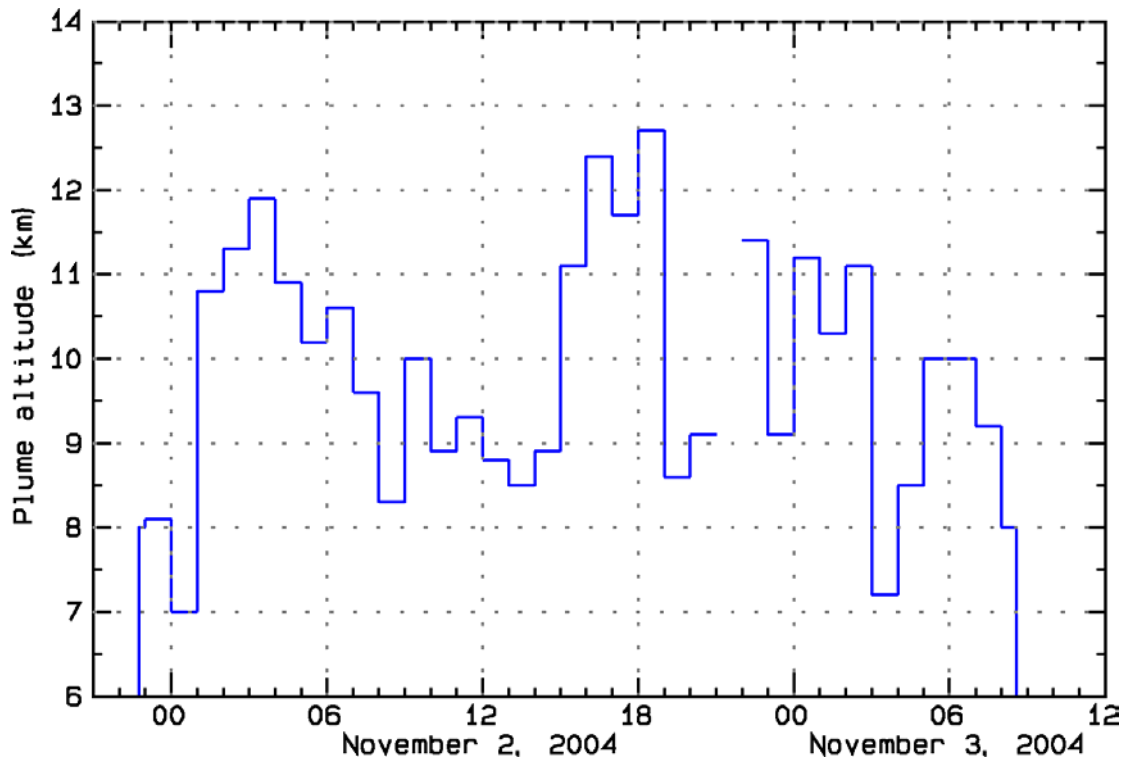


Mynd 18. Samanburður á útslagi eldinga í EFMS kerfinu og LLP straumstyrk fyrir stakar eins-leiftra eldingar þar sem lítill vafi leikur á að um sömu eldingu er að ræða

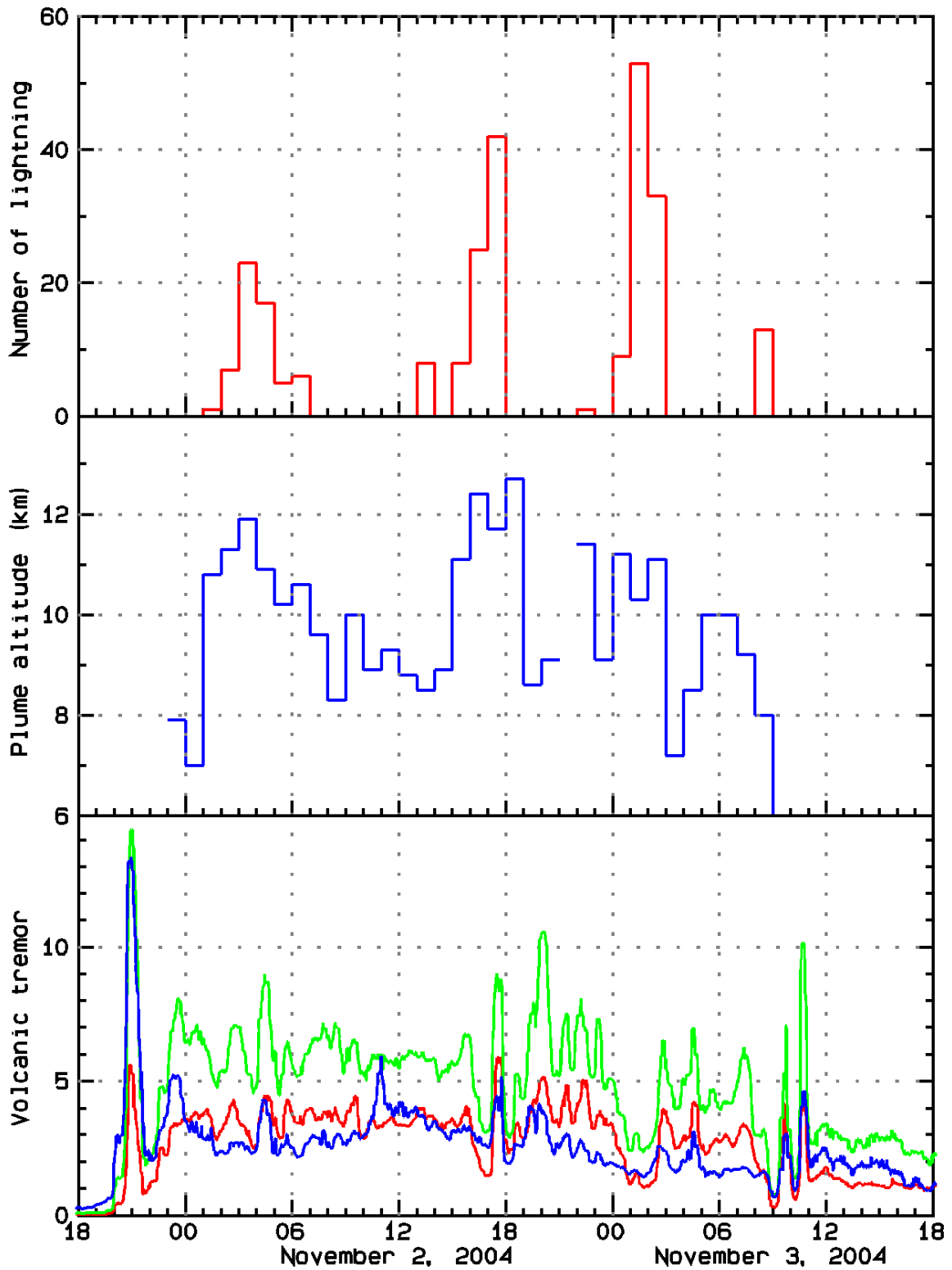
Úrkomuratsjá Veðurstofunnar var notuð til að fylgjast með gosmekkinum og dæmi um mynd úr henni má sjá á **mynd 19**, að morgni 2. nóvember, en þar sést gosmökkurinn vel og þá var hæð hans 13-14 km. Í gosinu var tekin ratsjármynd á 5 mín fresti. Má m.a. meta hæð gosmakkar á ratsjármyndunum og var það gert á 5 mín fresti. Á **mynd 20** er búið að taka 1 klst meðahæð gosmakkar og sést að kraftur gossins sveiflaðist allnokkuð. Á **mynd 21** er fjöldi eldinga á hverri klukkustund borin saman við hæð gosmakkar og gosóróa. Mjög gott samræmi er milli hæðar gosmakkar, þ.e. kraftsins í gosinu og eldingavirkni.



Mynd 19. Úr veðursjá Veðurstofunnar 2. nóvember kl. 04:00.
Fyrir ofan sést lóðrétt ofanvarp



Mynd 20. Hæð gosmakkar (1 klst meðaltal) eins og hún var metin af veðursjónni



Mynd 21. (a) Fjöldi staðsettra eldinga á hverri klukkustund með ATD sferics mælikerfi, (b) meðalhæð gosmakkar á hverri klukkustund, (c) gosórói af skjálftaritum

Eldingaráðstefnan ICLP 2004

Dagana 13.-16. september 2004 tók Þórður Arason þátt í ráðstefnunni 27th International Conference on Lightning Protection, ICLP 2004 (www.iclp2004.org), í Avignon-borg í Suður-Frakklandi. ICLP ráðstefnur eru haldnar annað hvert ár og flytjast alltaf á nýjan stað milli landa. Samstarfsnefndin sendi fulltrúa á ICLP 1998 og ICLP 2000. Ráðstefnan var haldin í ráðstefnuaðstöðu í miðaldahöll Páfans, Centre International de Congrès du Palais des Papes, en Páfagarður var fluttur frá Róm til Avignon á 14. öld. Allur aðbúnaður í Páfahöllinni var til fyrirmyndar.



Mynd 22. Páfagarður í Avignon



Mynd 23. Merki ráðstefnunnar

Umfang ráðstefnunnar var svipað og undanfarin ár. Ráðstefnuna sóttu 262 þátttakendur frá 42 löndum. Kynnt voru 187 erindi og veggspjöld og voru erindi flutt samtímis í tveim sölum. Erindi ráðstefnunnar voru gefin út í ráðstefnuritinu Proceedings Volume I & II, 27th International Conference on Lightning Protection (samtals 1121 bls.). Ráðstefnuritið kom einnig út á CD-diski. Að ICLP-venju var rannsóknnum skipt í tíu efnisflokkar:

1. Lightning discharge
2. Lightning occurrence characteristics
3. LEMP and lightning induced effects
4. Lightning attachment
5. Lightning down conductors and earthing
6. Lightning protection of power systems
7. Lightning protection of electronic systems
8. Lightning deleterious effects
9. Practical and specific lightning protection problems

10. Lightning protection and lightning testing standards

Fyrstu flokkarnir fjalla að mestu um eðlisfræðilega eiginleika eldinganna á meðan þeir síðari eru um verkfræðilegar aðferðir og tæknilegar útfærslur til að verjast tjóni af völdum eldinga.

Kynntar voru nýjar þrumuspár á veggspjaldi. Ennfremur var flutt erindi um uppruna loftmassa sem gefa þrumuveður á Íslandi. Veggspjaldinu og erindinu var vel tekið. Í ráðstefnurnitinu voru þessar tvær greinar birtar, en afrit þeirra var birt í ársskýrslu 2004 (Greinargerð Veðurstofunnar 04011):

Þórður Arason (2004) Comparison of data from a lightning location system and atmospheric parameters from a numerical weather prediction model, Í: Proceedings Volume I, 27th International Conference on Lightning Protection (ICLP 2004), Centre International de Congrès du Palais des Papes, Avignon, Frakklandi, 13.-16. september 2004, s. 259-263.

Haraldur Ólafsson, Þórður Arason og Trausti Jónsson (2004) Seasonal and interannual variability of thunderstorms in Iceland and the origin of airmasses in the storms, Í: Proceedings Volume I, 27th International Conference on Lightning Protection (ICLP 2004), Centre International de Congrès du Palais des Papes, Avignon, Frakklandi, 13.-16. september 2004, s. 217-221.

Vaisala, aðalframleiðandi og í raun eini framleiðandi eldingastaðsetningatækja, var ekki með kynningarbás eins og þeir hafa áður verið með. Ken Cummins forsvarsmáður þeirra lýsti því yfir að þeir sjái ekki þörf á slíku þar sem menn skoði vefinn og hafi samband ef þeir þurfa verðtilboð. Að mínu viti er þetta þó skýrt merki þeirrar einokunaraðstöðu sem þeir hafa komið sér upp.

Rannsóknir á nýlegum eldingavörnum sk. ESE (early streamer emission) vöktu nokkra athygli á ráðstefnunni, en slík tæki eru nú seld um allan heim. Framleiðendur halda því fram að þessir eldingavarar séu mun áhrifameiri en veljulegur Franklin-stafur. Rannsóknir styðja ekki þessar fullyrðingar framleiðenda og bendir allt til þess að almenningur sé blekktur til að kaupa dýran búnað þegar ódýrari lausnir reynast alveg eins vel. Urgur var í mörgum ráðstefnugesta vegna þessa máls.

Comparison of Data from a Lightning Location System and Atmospheric Parameters from a Numerical Weather Prediction Model

Þórunn Arason, Veðurstofa Íslands - Icelandic Meteorological Office, Reykjavik, ICELAND
arason@vedur.is



Abstract

This study presents a comparison between the occurrence of thunderstorms in Iceland as identified by lightning location systems and the properties of the atmosphere as analysed and predicted by a short range numerical meteorological forecast model. The purpose of the comparison is to identify thunderstorm prediction indices, suitable for Iceland.

The numerical meteorological forecast model of Météo-France, Arpège, was used for this study. On the basis of output from the Arpège, the key atmospheric variables were defined in a grid. The lightning locations of the ATD sferics system of the UK Met Office and the LLP-based lightning location system of the Icelandic Meteorological Office, were used for this study.

Several thunderstorm indices based on the temperature and humidity profile of the atmospheric column of each element of the forecast model were calculated. The indices that best predicted occurrences of lightnings were then used in a statistical similarity model that estimates thunderstorm probabilities. These were adjusted for annual variations and diurnal variations in the summer.

The results enable the construction of probabilistic local thunderstorm forecasts for Iceland, based on output from an operational numerical weather prediction model.

Thunderstorm indices and similarity analysis

Seventeen various thermodynamic and kinematic thunderstorm indices that indicate potential instability of the atmosphere were used in this study along with seven indices that describe the state of the atmospheric column. The 24 indices used were calculated for every grid-point of the Arpège numerical weather prediction model for the period 2000-2003 every six hours.

In order to estimate thunderstorm probabilities for a given place and time, we chose to compare the state of the atmospheric column to previous states at similar times and places.

To assess similarity of two states of the atmosphere we calculated the distance between the 24-dimensional thunderstorm index vectors in 24-dimensional space. If two states are identified by the subscripts n and m , then we measure the distance of the i -th index by

$$d_{i,n,m} = w_i (x_{i,n} - x_{i,m}) / \sigma_i$$

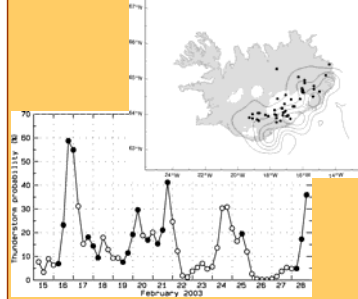
where $x_{i,n}$ and $x_{i,m}$ are the value of the i -th stability index for state n and m , respectively, σ_i is the standard deviation of index x_i and w_i is an empirically chosen weight for the i -th index. Low distances between two states in the 24-dimensional space represent similar situations.

Once we identified adequate number of previous occurrences that are similar, we calculated the frequency of thunderstorms in this data subset.

Sample results

As an example of the results of our calculations we show a contour plot of the predicted thunderstorm probabilities on 20 February 2003 at 06:00 UTC. The similarity calculations indicate increased chances of thunderstorms on the SE-coast. The highest probability in a single element in this case is 2.5%, and the total probability is 30%. The dots show located lightnings at the same time.

The total probability is shown as a function of time for a half month in February 2003, when winter-thunderstorms were quite frequent. The filled/open circles indicate that the lightning location systems measured some/(no) lightnings during the time period.

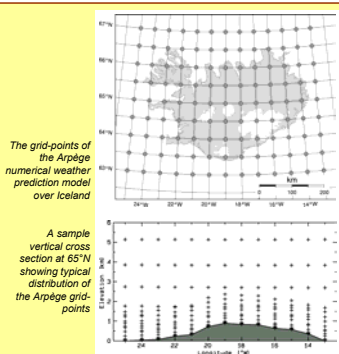


Weather prediction model

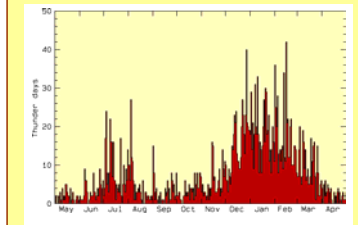
We used the output of the numerical weather prediction model, Arpège, made by Météo-France.

The parameters given by the Arpège output at each grid point are elevation of an air parcel above sea level, air pressure, air temperature, relative humidity, wind speed and wind direction. For each areal element, the Arpège model output predicts the state of the atmosphere in 11-19 vertical layers below the 500 hPa pressure level, which is about 5 km above sea level.

By using analysis of Arpège every 12 hours and 6 hour predictions we were able to define the state of the atmosphere every 6 hours for the four years 2000-2003. Each of the 117 areal elements of the study area is about 47 x 55 km.

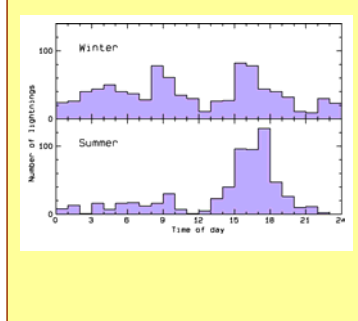


Temporal variation in Iceland

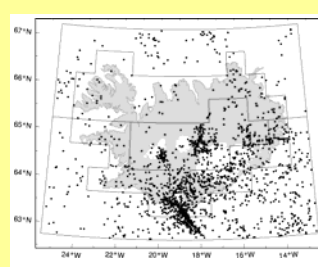


The annual variation in thunder reports from manned observations during the fifty year period 1951-2000 shows the two distinct thunder seasons in Iceland.

During summer there is a strong diurnal variation in the occurrence of thunderstorms, and the data for 2000-2003 shows a significant increase in lightning activity in the afternoon.



Lightning location data



The located lightnings during the four years 2000-2003

We used lightning locations for the four years 2000-2003 from the Icelandic lightning location system and data from the ATD sferics system of the UK Met Office. The lightning data were used to determine times and places of thunderstorms.

For comparison purposes the lightning location data were gridded in space and time in the same way as the Arpège model output, i.e. the same 117 areal elements at six hour time intervals.



The ATD sferics out-station of the UK Met Office in Iceland

Poster presented at the 27th International Conference on Lightning Protection - ICLP 2004, 13-16 September 2004, Avignon, France

Mynd 24. Veggspjald á ICLP 2004 ráðstefnunni

Enginn Íslendingur tók þátt í ICLP 2002 ráðstefnunni sem haldin var í Kraká í Póllandi. Þrátt fyrir nokkrar tilraunir hefur ekki gengið að fá ráðstefnuritið þaðan. Rætt var við Marek Łoboda, sem var í undirbúningsnefnd ICLP 2002 og sendi hann afrit af CD-diski með ráðstefnuerindum.

Hingað til hafa ICLP ráðstefnurnar verið haldnar í Evrópu annað hvert ár, en ICLP 2006 verður haldin í Kanazawa-borg í Japan. Japanir hafa verið mjög virkir á ICLP ráðstefnunum og margar athyglisverðar rannsóknaniðurstöður komið frá þeim. Japanir á fundinum sögðu m.a. að Kanazawa sé fræg fyrir mikla náttúrufegurð og fallegasta japanska garðinn í Japan.

EGU 2005 ráðstefnan

Þórður Arason tók þátt í jarðvísindaráðstefnunni *European Geosciences Union, General Assembly* (www.copernicus.org/EGU/ga/egu05), sem haldin var í Vínarborg í Austurríki 24.-29. apríl 2005. Þar voru kynntar mælingar á eldingum í eldgosum á Íslandi og sérstaklega í Grímsvatnagosinu í nóvember 2004. Eftirfarandi tvö ágrip voru send á ráðstefnuna, það fyrra var kynnt sem erindi á fundi um eldingar og síðara sem veggspjald í flokki um eldgos. Afrit ágripanna eru birt hér á eftir ásamt minnkuðu afriti af veggspjaldinu.

Þórður Arason (2005) Lightning during volcanic eruptions in Iceland, *Geophysical Research Abstracts*, 7, 05369

Þórður Arason (2005) Volcanogenic lightning during the Grímsvötn 2004 subglacial eruption, *Geophysical Research Abstracts*, 7, 05355

Volcanogenic Lightning during the Grímsvötn 2004 Subglacial Eruption

Bórður Arason

Veðurstofa Íslands - Icelandic Meteorological Office, Reykjavík, ICELAND
arason@vedur.is



Abstract

On 1 November 2004 a volcanic eruption began in the Grímsvötn caldera beneath the Vatnajökull ice cap in Iceland. The eruption lasted less than five days, but it was most vigorous during the first 36 hours. The eruption was preceded by both a long term increase in seismicity and a short term earthquake swarm, which enabled successful prediction of the eruption by the staff of the Icelandic Meteorological Office.

The ash plume was first detected by weather radar at about 23 UTC on 1 Nov. During the initial phase of the eruption, numerous lightning were observed in the ash plume. The interaction between magma and water is considered responsible for the electric charge separation, leading to positively charged vapor and negatively charged ash. Fortunately for our data collection, no "weather" thunderstorm activity was occurring close to Iceland during the eruption.

Our lightning data were recorded by three systems, the Icelandic LLP lightning location system, the UK Met Office's ATD sferics location system, and by the EFMS waveform recording system.

A good correlation exists between the lightning activity and the intensity of the eruption as indicated by the height of the ash plume observed by weather radar. The lightning data collected during this brief volcanic eruption gives valuable insight into the character of volcanogenic lightning.

2 Located Lightning and Intensity of the Eruption



Fig. 1. Over 250 lightning strikes were located by the ATD sferics lightning location system of the UK Met Office. The SE-trend of the locations is an artifact of poor locations.



Fig. 3. Lightning in the volcanic column recorded on film by Ómar Ragnarsson (RÚV) in the afternoon of 2 Nov. The film shows 5-6 strokes in the flash. The time interval between the major strokes fits well with three negative polarity cloud-to-ground events recorded by the EFMS system at 16:57:39 on 2 Nov. The LLP system recorded this lightning as four negative polarity cloud-to-ground strokes, the first of which had a peak current of -23 kA.

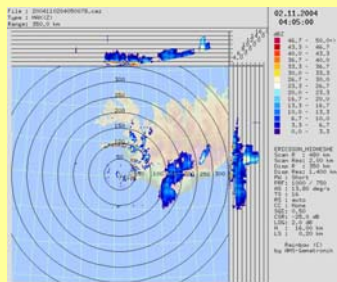


Fig. 2. Weather radar image at 04:05 AM on 2 Nov showing the tephra plume at its maximum.



Fig. 4. The tephra plume early afternoon on 2 Nov prior to the increased activity seen in Fig. 3. Photo Matthew J. Roberts.

3 Recording Systems

Real-time access to the ATD sferics lightning location system of the UK Met Office enabled the location of 252 lightning strikes over the eruption site in the first 36 hours of the eruption (see Fig. 1). The ATD system does not distinguish between cloud-to-cloud (CC) and cloud-to-ground (CG) lightning.

The LLP Icelandic lightning location system was not successful in locating the lightning, but was able to give useful polarity and intensity measurements, from which we were able to calculate peak electric current estimates of 149 CG lightning. The first lightning was at 01:37 UTC on 2 Nov and the last one at 08:40 UTC on 3 Nov.

Our EFMS waveform recording station is located in Reykjavík, 220 km from the volcano. This station records variations in the vertical electric field with a sampling interval of 2.5 μs. We were able to record the waveforms of 152 lightning with the EFMS system from 23:23 UTC on 1 Nov to 08:37 UTC on 3 Nov. Of these waveforms 70 indicate CC lightning and 82 of the waveforms show negative polarity CG lightning.

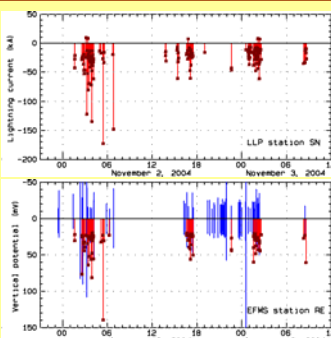


Fig. 5. Signal strength of the LLP and EFMS measured lightning. Blue spikes show CC lightning. There is a very good correlation but the LLP system has a lower threshold value.

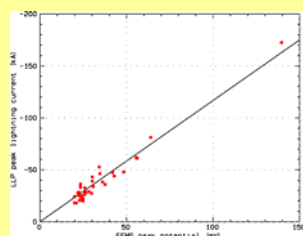
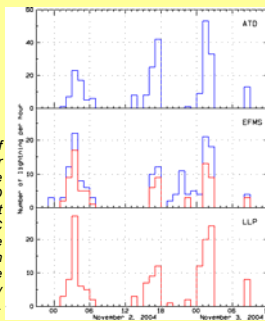


Fig. 7. Comparison of signal strength from single stroke negative polarity CG lightning recorded by the LLP and EFMS systems.

Fig. 6. Number of lightning per hour measured by the three systems. The ATD system does not distinguish between CC and CG lightning. The EFMS system measures both and the LLP system only records CG lightning.



4 Conclusions

The development of the volcanic eruption in Grímsvötn during its first two days shows good correlation between lightning activity and the intensity of the eruption as indicated by height of the ash plume and the volcanic tremor.

Fig. 8 shows the number of lightning per hour located in Grímsvötn by the ATD system, hourly averages of the height of the volcanic ash plume as measured by weather radar, and the volcanic tremor, from a seismic station located on the caldera rim, in three frequency bands (— 0.5-1 Hz, — 1-2 Hz, — 2-4 Hz).

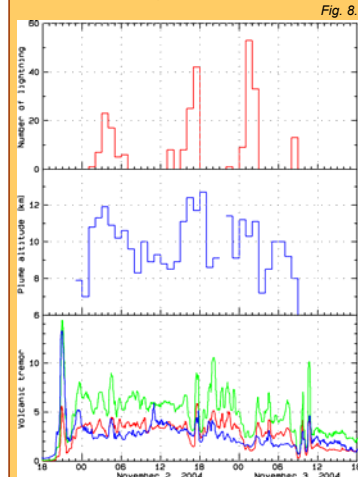


Fig. 8.



Lightning during volcanic eruptions in Iceland

P. Arason

Veðurstofa Íslands - Icelandic Meteorological Office, Reykjavík, Iceland, (arason@vedur.is)

Eyewitness accounts of volcanic eruptions sometimes describe near-continuous lightning activity in the ash plume, especially in subglacial or submarine eruptions. The interaction between magma and water is considered responsible for electric charge separation, leading to positively charged vapor and negatively charged ash. In the Katla 1755 subglacial eruption, two persons were killed by volcanogenic lightning some 30 km away from the volcano. Lightning data collected during the latest three volcanic eruptions in Iceland; Grímsvötn 1998, Hekla 2000 and Grímsvötn 2004, are reviewed. Fortunately for our data collection, no "weather" thunderstorm activity was occurring close to Iceland during these eruptions. The lightning in the Grímsvötn 1998 subglacial eruption were measured by both the LLP Icelandic lightning location system and the ATD sferics system of the UK Met Office. During the eruptions of Hekla 2000 and Grímsvötn 2004 we collected data from both these lightning location systems as well as from our EFMS wave recording station, located in Reykjavík. The station records variations in the vertical electric field with a sampling interval of 200 ns. We note a good correlation between the lightning activity and the intensity of the eruptions as indicated by the height of the ash plume observed by weather radar. The lightning data collected during these three brief volcanic eruptions gives valuable insight into the character of volcanogenic lightning and how they differ from weather lightning.



Volcanogenic lightning during the Grímsvötn 2004 subglacial eruption

P. Arason

Veðurstofa Íslands - Icelandic Meteorological Office, Reykjavík, Iceland, (arason@vedur.is)

On 1 November 2004 a volcanic eruption began in the Grímsvötn caldera beneath the Vatnajökull ice cap in Iceland. The eruption lasted six days, but it was most vigorous during the first 36 hours. The eruption was preceded by both a long term increase in seismicity and a short term earthquake swarm, which enabled successful prediction of the eruption by the staff of the Icelandic Meteorological Office. The ash plume was first detected by a weather radar at 23:10 UTC on 1 Nov. During the initial phase of the eruption, numerous lightning were observed in the ash plume. The interaction between magma and water is considered responsible for the electric charge separation, leading to positively charged vapor and negatively charged ash. Fortunately for our data collection, no "weather" thunderstorm activity was occurring close to Iceland during the eruption. Our lightning data was recorded by three systems. The LLP Icelandic lightning location system was not successful in locating the lightning, but was able to give useful polarity and intensity measurements, from which we were able to calculate peak electric current estimates of 149 cloud-to-ground lightning. The first lightning was at 01:37 UTC on 2 Nov and the last one at 08:40 UTC on 3 Nov. Real-time access to the ATD sferics lightning location system of the UK Met Office enabled the location of over 250 lightning strikes over Vatnajökull in the first 36 hours of the eruption. Our EFMS wave recording station is located in Reykjavík, 220 km from the volcano. This station records variations in the vertical electric field with a sampling interval of 200 ns. We were able to record the waveforms of 152 lightning with the EFMS system from 23:23 UTC on 1 Nov to 08:37 UTC on 3 Nov. About half of these waveforms indicate cloud-to-cloud lightning and about half of the waveforms show negative polarity cloud-to-ground lightning. A good correlation exists between the lightning activity and the intensity of the eruption as indicated by the height of the ash plume observed by weather radar. The lightning data collected during this brief

volcanic eruption gives valuable insight into the character of volcanogenic lightning and how they differ from weather lightning.