

Flugmálastjórn Íslands

Landssími Íslands hf

Landsvirkjun

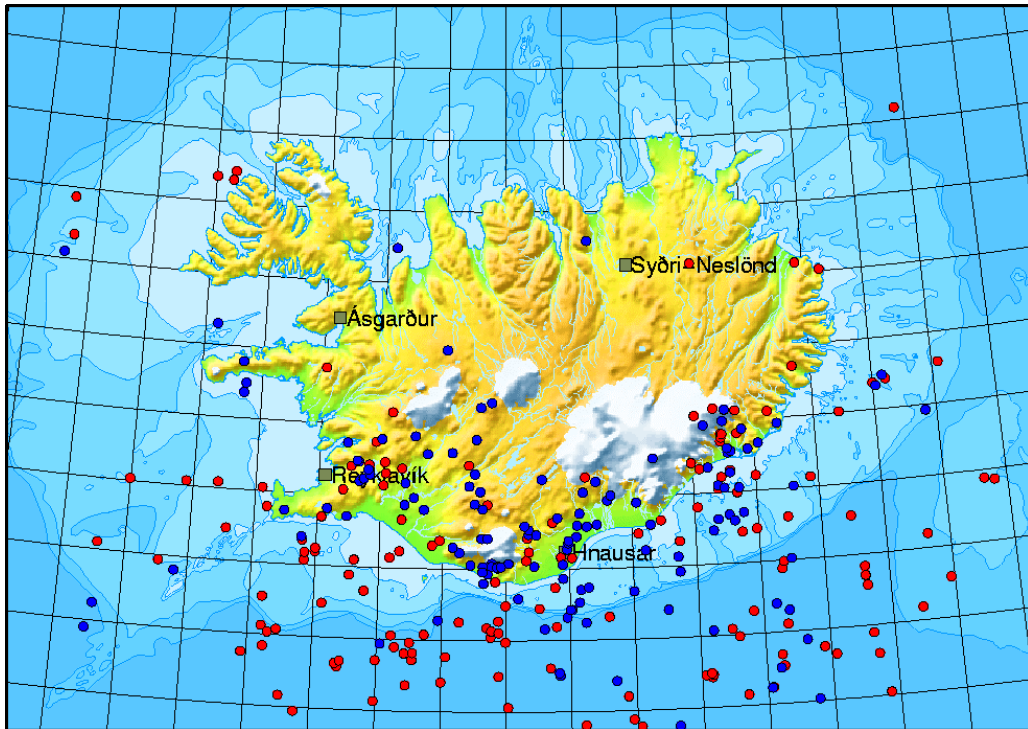
Löggildingarstofa

Orkuveita Reykjavíkur

Rafmagnsveitur ríkisins

Samband Íslenskra tryggingafélaga

Veðurstofa Íslands



## *Mælingar og skráning á niðurslætti eldinga til jarðar á Íslandi*

*Ársskýrsla 2000*

*Samstarfsnefnd um rannsóknir á eldingum*

*Apríl 2000*

## EFNISYFIRLIT

Skýrsla formanns .....	4
Verkefni samstarfsnefndarinnar .....	6
Flokkun eldingamæliskeyta apríl 1999 til mars 2000 .....	9
Annáll þrumuveðra við Ísland frá 1. apríl 1999 til 31. mars 2000 .....	13
Tilraunir með þrumuspár .....	33
Bylgjuform rafsviðs frá eldingum .....	36
Viðauki: Samþykkt grein á ICLP 2000 ráðstefnuna .....	43

Á forsíðu má sjá staðsettar eldingar við Ísland á því 34 mánaða tímabili sem eldingastaðsetningakerfið hefur verið virkt eða frá júní 1997 til mars 2000. Rauðir deplar sýna jákvæðar eldingar og bláir neikvæðar, en formerki eldinga ákvarðast af rafhleðslu þrumuskýs miðað við jörðu.

---

Ágæti lesandi,

Hér birtist ársskýrsla samstarfsnefndar um rannsóknir á eldingum fyrir starfsárið 1999 til 2000. Hún er lögð fram á ársfundi samstarfsnefndarinnar 28. apríl 2000. Þetta er þriðja skýrslan sem stjórn samstarfsnefndarinnar skilar á ársfundi. Átta stofnanir standa að þessu rannsóknasamstarfi, sem hófst sem þriggja ára tilraunaverkefni 1996. Í fyrra var ákveðið að framlengja samstarfinu til 2002.

Í þessari ársskýrslu er birt yfirlit um starfsemi stjórnar frá síðasta ársfundi. Þá er gerð grein fyrir nokkrum verkefnum sem stjórnin vill vinna að. Í skýrslunni er yfirlit um mælingar s.l. árs og þrumuveður sem hafa gengið yfir landið. Ennfremur er lýst nýjum aðferðum við þrumuspár sem voru þróaðar á starfsárinu. Birtar eru fyrstu niðurstöður úr bylgjuskráningakerfi fyrir eldingar. Að lokum er birt stutt grein um goseldingar í Grímsvatnagosinu 1998, sem búið er að samþykkja á alþjóðlega eldingaráðstefnu í haust.

Stjórn samstarfsnefndarinnar vonar að efni skýrslunnar vekji áhuga þeirra sem hana lesa. Þess er vænst að niðurstöður rannsókna muni nýtast jafnt í vísindalegum tilgangi í samhengi við alþjóðarannsóknir á þessu sviði, sem í hagnýtum tilgangi fyrir þau fyrirtæki sem að verkefninu standa.

Stjórn samstarfsnefndarinnar 1999-2000

Eymundur Sigurðsson, formaður  
Guðleifur M. Kristmundsson, ritari  
Þórður Arason, meðstjórnandi  
einnig störfuðu með stjórninni  
Helga Jóhannsdóttir  
Gísli Júlíusson

---

## SKÝRSLA FORMANNS

*Eymundur Sigurðsson, Landsvirkjun*

Ágætu fundarmenn.

Samkvæmt 6. grein samnings um rannsóknir á eldingum á Íslandi á að boða til fundar fyrir apríllök ár hvert. Þar segir einnig að flytja eigi skýrslu liðins starfsárs.

Stjórnin hefur að vanda skipt þessu verkefni sem öðrum bróðurlega á milli sín. Ég mun stikla á stóru í mínu erindi en Þórður Arason fulltrúi Veðurstofu Íslands mun síðan segja frá rekstri mælikerfisins o.fl. hér á eftir.

Stjórn verkefnisins síðastliðið ár var þannig skipuð

Eymundur Sigurðsson, formaður, fulltrúi Landsvirkjunar.

Guðleifur M. Kristmundsson, ritari, fulltrúi Orkuveitu Reykjavíkur.

Þórður Arason, meðstjórnandi, fulltrúi, Veðurstofu Íslands.

Einnig störfuðu með stjórninni þau Helga Jóhannsdóttir og Gísli Júlíusson. Frá síðasta ársfundi hafa verið haldnir 18 bókaðir stjórnarfundir.

Á síðasta ársfundi var samþykktur nýr 3ja ára samningur um þetta samstarf. Að venju var gefin út ítarleg ársskýrsla.

Vefsíða verkefnisins er þó nokkuð notuð og reynt hefur verið að hafa hana lifandi. Á síðastliðnu ári var farið að birta svokallaðar þrumuspár sem byggjast á tölvulíkönunum um hitastigul og raka andrúmsloftsins. Þetta hefur gengið nokkuð vel og mun Þórður Arason lýsa þessum spám nánar hér á eftir.

Reynt hefur verið að halda sambandi við svipaðar nefndir á hinum Norðurlöndunum og á Bretlandseyjum bæði með samstarf í huga og hugsanleg kaup á búnaði frá þeim. Þetta hefur gengið svona upp og ofan. Verið er að sækja um styrk frá Evrópusambandinu þar sem ætlunin er að fara út í mjög víðtækan samanburð á rannsóknum veitna á Norðurlöndunum og á Bretlandseyjum á sviði truflana í raforkuflutningskerfum. Árni Jón Elíasson hjá RARIK, sem hefur unnið að þessu máli í tengslum við Ísingarrannsóknir hefur verið okkar tengiliður við hina erlendu aðila. Staða umsóknarinnar er nokkuð óljós um þessar mundir en reiknað er með að það skýrist innan tíðar. Þó samstarf við erlenda aðila hefði mátt ganga betur munum við þó ekki gefast upp og m.a. er ætlunin að reyna að nýta ICLP ráðstefnuna í ár til að koma á einhverskonar samstarfsverkefnum.

---

Stefnt er að því að Þórður Arason og Eymundur Sigurðsson fari á vegum verkefnisins á 25<sup>th</sup> International Conference on Lightning Protection (ICLP) ráðstefnu sem verður á Rhodos á Grikklandi. Búið er að samþykkja eina grein frá okkur um eldingar tengdar eldgosum.

Verið er að vinna að því innan stjórnarinnar að stilla upp nokkrum verkefnum sem við þurfum að fá leyst. Þetta hefur verið gert þannig að hægt sé að leggja það fram sem verklýsingu fyrir t.d. háskólanema sem vilja taka að sér verkefni á þessu sviði.

Nokkur umræða hefur verið um það innan stjórnar hvort ekki væri rétt að rannsaka sögu landsins með tilliti til dauðsfalla og annara skakkafalla sem hafa orðið af völdum eldinga. Líkur eru taldar á því að fleiri dauðsföll hafi orðið hér á landi af völdum eldinga en t.d. af völdum jarðskjálfta. Hinsvegar má benda á að myndun þéttbýliskjarna dregur jafnan úr hættu á dauðsföllum af völdum eldinga.

Rekstur mælitækja og úrvinnsla gekk þokkalega á árinu. Þó virðist sem tækin á Hnausum og í Ásgarði séu eitthvað vanstillt. Reynt hefur verið að auka næmni þeirra með skipulögðum hætti en vegna þess hve eldingar eru þó fátíðar og hve erfitt er að setja af stað gervielingar til að prófa tækin þá hefur þetta verkefni tekið allt of langan tíma. Komið var upp aðstöðu í Reykjavík þannig að hægt er að sækja tæki út á land og keyra það samsíða Reykjavíkurstöðini inn á sama loftnet. Með því móti er það von okkar að betur gangi að stilla tækin og laga ef með þarf.

Á síðastliðnu ári var bylgjuskráningarkerfi frá DEFU í Kaupmannahöfn í gangi á þaki Veðurstofunnar. Mikið af gögnum hefur safnast og útilokað að vinna úr því nema að hreinsa það fyrst. Ungur piltur var ráðinn í það verkefni síðastliðið sumar og gerði hann það vel. Frekari úrvinnsla stendur yfir og vonumst við til að geta birt einhverjar niðurstöður um samanburð þessa kerfis og LLP kerfisins síðar á árinu.

Í upphafi þessa árs var sendur út gíróseðill vegna stofngjalds í samræmi við 2. grein samningsins um rannsóknir á eldingum á Íslandi. Vonandi hefur þetta borist til allra aðila nú þegar.

Að vanda hafa þeir Þórður Arason og samstarfsmenn hans á Veðurstofunni borið hita og þunga af rekstri kerfisins. Starfsmenn veitnanna, sem búa nálægt þeim stöðum sem mælistöðvar eru, hafa einning komið nokkuð að þessu og ber að þakka það.

Annað starf hefur einnig verið með ágætum og vil ég þakka samstarfsfólki mínu í og utan stjórnar verkefnisins fyrir gott starf á liðnu starfsári.

---

## **VERKEFNI SAMSTARFSNEFNDARINNAR**

*Helga Jóhannsdóttir, Landsvirkjun*

Það eru ótalmörg verkefni sem er orðið aðkallandi að vinna í tengslum við það starf sem nú er unnið við skráningu á eldingum. Þessi mál hafa verið rædd á nokkrum stjórnarfundum í vetur og hefur hér verið tekið saman yfirlit yfir nokkur þau verkefni sem spennandi væri að vinna í nánustu framtíð. Það skal tekið fram að stjórnin hefur hvorki mannafla né fjármagn til að vinna öll þessi verkefni, en þau eru tilvalin bæði sem sumarverkefni fyrir háskólanema og eins sem lokaverkefni.

## **SAMANBURÐUR Á ÍSLENSKA ELDINGASKRÁNINGARKERFINU OG SAMSVARANDI KERFUM Í NÁGRANNALÖNDUM**

Tímabært er orðið að bera saman mæligildi úr íslenska eldingaskráningarkerfinu og norska og/eða breska kerfinu. Hér þyrfti bæði að skoða nákvæmni staðsetningarákvörðunar, straumstyrk, pólun og fjölda eldinga.

Með LLP eldingaskráningarkerfinu getum við ákvarðað straumstyrk eldinga. Hinn hái straumstyrkur sem við höfum mælt í íslenska kerfinu hefur vakið nokkra athygli. Því miður er ekki gott að gera sér grein fyrir hvort að þessar niðurstöður okkar eru réttar eða ekki. Ljóst er að samræmi milli mælistöðva er ekki viðunandi. Nauðsynlegt er að ákvarða þann mun sem virðist vera á milli stöðva og að staðfesta að sá hái straumstyrkur sem við mælum sé rétt ákvarðaður. Til dæmis er hægt að ákvarða meðal hlutfallsmun milli stöðvanna og leiðréttta hann. Munur milli stöðva stafar líklega bæði af mismunandi (rangri) stillingu tækjanna og af mismunandi jarðleiðni umhverfis stöðvarnar. Mikilvægt er í þessu sambandi að bera saman okkar mat á straumstyrk eldinga á Færeyjasvæðinu við mat norska Impact mælikerfisins. Þessi samanburður gæfi einnig mikilvægar upplýsingar um nákvæmni kerfisins. Einnig væri áhugavert að bera saman á milli þessara tveggja kerfa pólun eldinga og heimtur kerfisins, þ.e. hvort að íslenska kerfið er að mæla álíka margar eldingar og norska kerfið.

---

## **BYLGJUSKRÁNINGARKERFI**

Bylgjuskráningarkerfi sem Morten H. Brask hjá DEFU í Danmörku hefur hannað og sett upp fyrir okkur, gefur mikilvægar upplýsingar um bylgjuform eldinga. Út frá formunum má reikna ýmsa stuðla, eins og ristíma eldingarinnar, útslag í gagnstæða átt, o.fl. Með því að tengja saman atburði, sem LLP eldingaskráningarkerfið mælir, við þá sem bylgjuskráningarkerfið skráir ætti að vera hægt að sjá t.d. hvað ristími má vera langur til að LLP tækið samþykki eldinguna. Ennfremur er hægt að kortleggja hve breytilegur ristími í jákvæðum íslenskum eldingum er. Niðurstöður úr slíkum samanburði eru nauðsynlegar til að fínstilla LLP tækin.

Einnig er áhugavert að nota niðurstöður úr bylgjuskráningarkerfinu til að kanna hlutfall ský eldinga og ský-jörð eldinga við Ísland.

## **ÞRUMUVIÐVÖRUNARKERFI**

Tilraunir með þrumuspár virðast við fyrstu athugun vera nokkuð áreiðanlegar. Veðurstofan hefur aðgang að nokkrum veðurspálíkönnum sem sýna ástand lofthjúpsins nokkra daga fram í tímann. Ein mikilvægasta stærðin sem ákvarðar hvort élja- eða skúraklakkar geta myndast og þar með þrumuveður, er hvort loftið er stöðugt eða óstöðugt. Ef mjög heitt loft lendir eða myndast undir köldu lofti, þá vill heita loftið leita upp og það kalda niður. Í mörgum tölvuspálíkönnum má nálgast hitastig með hæð og reikna hversu óstöðugt loftið er. Vert væri að bera saman hitastigulsreikninga við staðsetningu mældra eldinga í LLP eldingaskráningarkerfinu. Hugsanlega þarf að taka loftraka með í myndina, hita og vind. Út úr slíkum samanburði gætu komið nákvæmari þrumuspár.

## **SÖGULEG ATHUGUN Á ELDINGUM Á ÍSLANDI**

Áhugavert er að skoða sögu eldinga á Íslandi. Fjölmiðlar, bækur og mörg fyrirtæki (Veðurstofan, raforkufyrirtæki, símafyrirtæki, Flugmálastjórn, tryggingafélög, Löggildingastofa o.fl.) búa yfir vitneskju um skaða af völdum eldinga. Þessum upplýsingum þarf að safna saman. Einnig þyrfti að skoða fjölda dauðsfalla af völdum eldinga á Íslandi og taka saman skaða vegna eldinga á búfenaði og eignum. Meta þarf á markvissan hátt hvað þetta kostar þjóðfélagið. Einnig er fróðlegt að vita hvað er eytt af fjármunum í eldingavarnir (rafveitur, sími, húsnæði, flug) og hvort sá kostnaður er réttlætanlegur.

---

## **LLP ELDINGASKRÁNINGARKERFIÐ**

Stefnuskekkjur LLP eldingaskráningakerfisins voru ákvarðaðar í apríl 1998 eftir að gögnum hafði verið safnað í hálf t. Vert er að endurtaka þennan feril með mun meira af gögnum. Með meira magni af mæligildum er frekar hægt að velja úr þær eldingar sem eru nothæfar í gagnabankann okkar. Einnig þarf að leggja vinnu í að meta hvort að stillingar á einstökum stöðvum eru í lagi, hvort að ástæða er til að færa mælistöðvarnar til, o.s.frv.

Fara þarf í gegnum gögnin og greina í sundur fjölda eldinga inn á landi og yfir sjó og pólun þeirra. Einnig að fara yfir hve margar eldingar liggja á milli mismunandi breiddar-/lengdargráða, og fleira í þessum dúr. Fara þarf í gegnum allar samþykktar eldingar og telja hversu oft hver stöð hefur tekið þátt í samþykktum eldingum.

## **SAMVINNUVERKEFNI UM ELDINGAR**

Eldingahópurinn er þáttakandi í umsókn á rannsóknarstyrk hjá Evrópusambandinu. Verkefnið er samvinnuverkefni aðila frá nokkrum löndum og felur í sér athuganir á ísingarvandamálum og vandamálum vegna eldinga, m.a. afleiðingum þeirra í raforkukerfinu. Ef þessi styrkur fæst, þá þarf að skipuleggja það og fá manneskju til að vinna það.

---



**FLOKKUN ELDINGAMÆLISKEYTA APRÍL 1999 TIL MARS 2000***Pórður Arason, Veðurstofu Íslands*

Í þessum kafla sýni ég, mest með töflum, hvernig fjöldi skeyta frá mælistöðvum verður að samtímaatburðum, og úr samtímaatburðunum eru valdar eldingar við Ísland. Kaflinn er sambærilegur við álíka kafla í ársskýrslu 1999.

Í **töflu 1** sýni ég fjölda skeyta frá eldingamælistöðvunum, mánuð fyrir mánuð síðastliðið ár, apríl 1999 til mars 2000. Fyrst er sýndur heildarfjöldi skeyta í mánuði og hafa þau verið lægst 62 í júlí 1999 og hæst 2210 í ágúst 1999. Þar næst er sýndur fjöldi skeyta frá hverri stöð RE: Reykjavík, ÁS: Ásgarður, SN: Syðri-Neslönd, HN: Hnausar, en (-) gefur til kynna að stöð var ekki í gangi. Komið hefur í ljós að daglega koma raf-suðs skeyti frá RE og SN í fastar stefnur. Ekki er ljóst hvað orsakar suðið, en vegna fastra stefna má tína þessi skeyti í burtu. Að lokum er sýndur fjöldi stakra skeyta og fjöldi skeyta sem koma á sama tíma (innan 1 sek) og skeyti frá annarri stöð.

Þau 705 skeyti sem komu ekki stök mynda 297 samtímaatburði, en í 207 skipti eru einungis skeyti frá tveimur stöðvum í samtímaatburði, í 69 skipti þrjú samtímaskeyti og í einungis 21 tilviki skynja allar stöðvar samtímaatburð.

**Tafla 1.** Flokkun skeyta frá eldingamælistöðvum

Mánuður	Fjöldi	RE	ÁS	SN	HN	Suð-RE	Suð-SN	Stök	Samtíma
1999-04	454	96	26	-	332	1	-	452	2
1999-05	104	66	28	-	10	2	-	100	4
1999-06	102	66	21	-	15	3	-	100	2
1999-07	62	14	36	-	12	0	-	58	4
1999-08	2210	1287	66	806	51	310	1	2080	130
1999-09	1091	942	32	102	15	130	8	1041	50
1999-10	925	763	41	99	22	131	8	864	61
1999-11	1082	952	25	88	17	224	19	1066	16
1999-12	570	417	17	111	25	157	15	560	10
2000-01	620	344	72	155	49	51	26	475	145
2000-02	1054	529	41	396	88	140	50	814	240
2000-03	1213	1082	15	100	16	142	61	1172	41
Samtals	9487	6558	420	1857	652	1291	188	8782	705

Í **töflu 2** má sjá flokkun samtímaatburða eftir mánuðum, þar sem gallaðir atburðir eru tíndir burt og búið til úrval fyrir frekari úrvinnslu. Í 34 tilfellum verður atburður ónothæfur vegna mettunar á a.m.k. einni stöð en þá fást engar upplýsingar um stefnu í eldingu. Ef einungis ein stöð gefur stefnu er ekki hægt að finna nothæfa staðsetningu og eru þessir atburðir ekki notaðir frekar í þessari úrvinnslu. Þó ein stöð mettist, en e.t.v. tvær sem skynja stefnu er atburðurinn notaður. Í 8 tilfellum skynjuðu einungis tvær stöðvar eldinguna, en hún var á grunnlínu stöðvanna, annað hvort milli stöðvanna eða í beinni línu frá þeim. Miðað var við 10° grunnhorn frá grunnlínu. Staðsetning slíkra eldinga verður alltaf mjög ónákvæm og voru þessir atburðir ekki notaðir frekar. Í engu tilfelli var þekkt suð-stefna frá Reykjavík eða Syðri-Neslöndum í skeyti á sama tíma og skeyti frá annarri stöð. Í 4 tilvikum voru samtímaatburðir tíndir burt vegna öfugrar pólnar. Það vakti athygli mína að eftir þessa hreinsun gagna var í engu tilviki um ósamstæð gögn að ræða. Auðvelt er að sjá að ef tvær stöðvar gefa handahófsstefnu á sama tíma þá eru 75% líkur á að stefnurnar verði ósamstæðar. Því bendir allt til þess að í valinu séum við með skráningu á 251 raunverulegum eldingum.

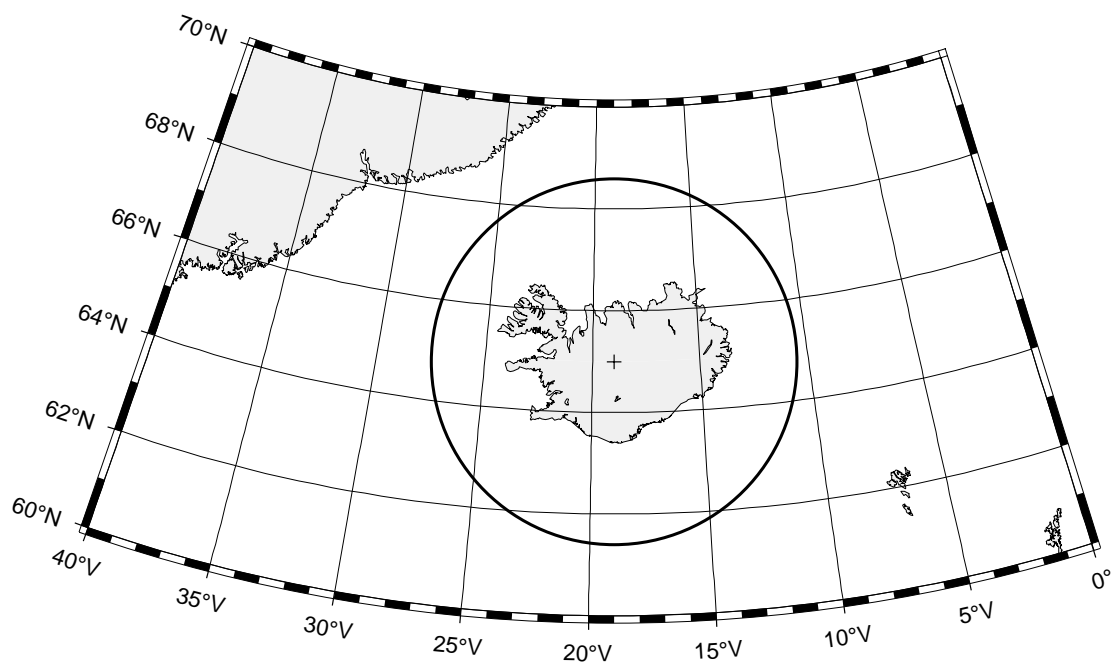
**Tafla 2.** Flokkun samtímaatburða

Mánuður	Samtíma	Mettun	Grunnlína	Suð	Pólun	Ósamstæð	Val
1999-04	1	0	0	0	0	0	1
1999-05	2	0	0	0	0	0	2
1999-06	1	0	0	0	0	0	1
1999-07	2	1	0	0	0	0	1
1999-08	52	0	3	0	2	0	47
1999-09	21	4	0	0	0	0	17
1999-10	25	2	1	0	1	0	21
1999-11	8	3	0	0	0	0	5
1999-12	5	3	0	0	1	0	1
2000-01	61	8	1	0	0	0	52
2000-02	102	11	2	0	0	0	89
2000-03	17	2	1	0	0	0	14
Samtals	297	34	8	0	4	0	251

Af hinum 251 völdu samtímaatburðum er stór hluti þar sem stefnur eru nær samsíða, sem bendir til að eldingarnar séu mjög fjarlægjar. Valinn var rammi umhverfis Ísland sem markast af 60°-70°N og 0°-40°V og valdar þær eldingar sem staðsetjast innan rammans. Við þetta fækkaði eldingunum niður í 176 og er 60°N baugurinn eingöngu takmarkandi. Í 9 tilvikum er staðsetning það nálægt einni stöð sem skynjar eldinguna, að

staðsetning verður reiknilega óstöðug. Þær eru ekki notaðar frekar. Því eru í raun 167 nokkuð vel staðsettar eldingar innan rammans. Til að velja enn frekar eldingar á landi og rétt umhverfis landið var valinn hringur með 400 km geisla og miðju í 65°N, 19°V. Erum við þá komin með 101 eldingu sem eru þó flestar yfir sjó. **Mynd 1** sýnir kort af 400 km hringnum, miðju hans og það svæði sem notað er sem rammi um landið.

**Tafla 3** sýnir flokkun allra staðsettra eldinga frá upphafi mælinga. Goseldingar í töflunni eru fyrir Grímsvatnagosið 1998 og Heklugosið 2000. Athyglisvert er að sjá að fjöldi eldinga yfir landi var langhæstur 1998, en mun lægri á öðrum árum. Munar hér mest um hitaupstreymi yfir Suðurlandsundirlendi í júlí. Einungis tvær stöðvar mældu sumarið 1997 og eftir er að mæla sumarið 2000, en hins vegar bauð sumarið 1999 ekki upp á þær aðstæður sem gefa af sér öflugt hitaupstreymi yfir Suðurlandi.



**Mynd 1.** Hringur með 400 km geisla og miðju í 65°N og 19°V á svæðinu sem afmarkast af 60°-70°N og 0°-40°V

**Tafla 3.** 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	140	66	65	9
1999	141	88	10	39	29	10	-
2000 (3 mán)	155	109	0	70	53	17	6
Samtals	1111	532	26	321	193	119	15

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

Í **töflu 4** má sjá flokkun þeirra 101 eldinga sem falla innan 400 km hringsins. Sjá má fjölda eftir formerki eldingar, hve margar stöðvar tóku þátt í staðsetningu og fjarlægðarbil frá landsmiðju.

**Tafla 4.** Flokkun eldinga innan hrings fyrir tímabilið 1999-04 til 2000-03

	Fjöldi	Neikvæðar	Jákvæðar	2 stöðvar	3 stöðvar	4 stöðvar	Fjarlægð (km)
Sjór	76	16	60	49	24	3	165-397
Land	19	13	6	13	5	1	118-222
Gos	6	5	1	3	3	0	38-119
Samtals	101	34	67	65	32	4	38-397

## ANNÁLL ÞRUMUVEÐRA VIÐ ÍSLAND FRÁ 1. APRÍL 1999 TIL 31. MARS 2000

*Þórður Arason, Veðurstofu Íslands*

Í þessum annál er gerð grein fyrir þeim eldingum sem við höfum fréttir af eða hafa verið mældar af íslenska LLP eldingastaðsetningakerfinu á s.l. ári, eða frá 1. apríl 1999 til 31. mars 2000. Á þessu tímabili voru staðsettar 101 elding á eða við Ísland innan hrings með geisla 400 km frá miðju landinu (65°N, 19°V), sú fyrsta 18. apríl 1999 og sú síðasta 18. mars 2000. Ennfremur minnst ég á stærri þrumuveður sem hafa verið mæld með kerfinu, þó eldingarnar hafi verið lengra frá landinu. Þegar tímasetning er tiltekin frá veðurathugunarstöðvum er átt við að vart var við þrumur og/eða eldingar einhvern tíma á gefnu tímabili.

### LÝSING Á EINSTÖKUM VEÐRUM OG SKEMMDUM

#### **APRÍL 1999**

**18. apríl 1999:** Kerfið nam eina eldingu suður af landinu kl. 00:10.

#### **MAÍ 1999**

**5. maí 1999:** Kerfið nam eina eldingu í sjó úti fyrir Austfjörðum kl. 06:21, sjá **mynd 2**.

**20. maí 1999:** Kerfið nam eina eldingu í sjó úti fyrir Suðurlandsundirlendi kl. 19:17.

#### **JÚNÍ 1999**

**15. júní 1999:** Kerfið nam eina eldingu. Staðsetning er óstöðug, en gæti verið yfir landi nálægt Hnausum.

#### **JÚLÍ 1999**

**30. júlí 1999:** Kerfið nam eina eldingu á landi við Grindavík kl. 06:39, sjá **mynd 3**.

---

### **ÁGÚST 1999**

**24. ágúst 1999:** Kerfið mældi öfluga eldingu í Húnaflóa kl. 20:51. Staðsetning og straumur eru vel ákvörðuð. Mjög sjaldgæft er að kerfið mæli eldingar úti fyrir Norðurlandi.

**27.-28. ágúst 1999:** Kerfið nam 9 eldingar nálægt Reykjanesskaga frá kl. 22:57 til 02:25, en afstaða stöðva er óhagstæð og staðsetningar óstöðugar. Ein elding nær staðsetningu í sjó nálægt Sandgerði kl. 01:15.

**30.-31. ágúst 1999:** Kerfið nam 41 eldingu (8 innan hrings) suður af landinu á tímabilinu frá kl. 17:46 til 02:30, sjá **mynd 6**. Einungis ein elding nær inn á land nálgægt Þorlákshöfn kl. 02:29.

### **SEPTEMBER 1999**

**1.-2. september 1999:** Kerfið nam 9 eldingar (5 innan hrings) á tímabilinu kl. 19:31 til 03:02, sjá **mynd 6**. Þær eru mjög dreifðar fyrir sunnan land. Ein er við Ingólfshöfða, en aðrar ná ekki inn á land. Veðurathugunarmaður á Akurnesi í Hornafirði tilkynnti þrumuveður á tímabilinu frá kl. 00 til 02 þ. 2., og veðurathugunarmaður á Fagurhólsmýri í Örafum tilkynnti þrumuveður á tímabilinu frá kl. 00 til 05 þ. 2.

**10. september 1999:** Kerfið nam eina eldingu inni á landi á Austfjörðum kl. 17:45.

**26. september 1999:** Kerfið nam 4 eldingar utan hrings langt suður í hafi á tímabilinu milli kl. 00:01 og kl. 03:05.

### **OKTÓBER 1999**

**6. október 1999:** Kerfið nam eina gífurlega öfluga eldingu í Mýrdal kl. 12:15, sjá **mynd 4**. Allar stöðvar námu eldinguna. Reykjavíkur og Hnausastöðvarnar mettuðust, en hinar tvær eru sammála um að straumurinn sé um -200 kA.

**27. október 1999:** Allmargir sjónarvottar voru að eldingu rétt austan við Reykjavík kl. 07:22. Kerfið mældi 4 eldingar á tímabilinu kl. 05:40 til 07:22 á Suðvesturlandi, eina óstaðsetta kl. 11:34 og þrjár úti fyrir Vestfjörðum kl. 18:16 til 20:17. Eldingin í Reykjavík kl. 07:22 mældist kl. 07:21:52.3, 18 km ASA frá Veðurstofunni og straumur er metin sem +66 kA. Allar fjórar stöðvar mældu þessa eldingu, en mæling Reykjavíkurstöðvarinnar er ekki í samræmi við mælingar hinna stöðvanna vegna nálægðar.

**28. október 1999:** Kerfið nam 8 eldingar (ein innan hrings) suður af landinu frá kl. 11:28 til 21:53.

---

### **NÓVEMBER 1999**

**21. nóvember 1999:** Veðurathugunarmaður á Akurnesi í Hornafirði tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 21 til 23. Kerfið nam eina óstaðsetta eldingu kl. 03:51 og aðra eldingu suður af Reykjaneskaga kl. 14:38.

**23. nóvember 1999:** Kerfið nam 3 eldingar (eina innan hrings) suður af landinu kl. 01:53 til 11:01.

**28. nóvember 1999:** Veðurathugunarmaður á Kirkjubæjarklaustri tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 20:00 til 20:50: Þrumuveður án úrkomu á síðustu klst. en ekki á athugunartíma kl. 21. Veðurathugunarmaður á Stórhöfða í Vestmannaeyjum tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 20:00 til 20:50: Þrumuveður á síðustu klst. en ekki á athugunartíma, lítils háttar snjókoma, slydda eða hagl á athugunartíma kl. 21. Veðurathugunarmaður í Norðurhjáleigu í Álftaveri varð var við tvær eldingar við bæinn og virtust vera sunnan við húsið eða yfir því. Hún sá ekki sjálfar eldingarnar, einungis ljósblossana og gífurlegar þrumur. Sú fyrri kom um kl. 19:45 og sú síðari rétt fyrir kl. 20:00. Rafmagnið fór með þeirri síðari og var rafmagnslaust fram á nótt. Síminn fór líka og komst í lag daginn eftir. Spennir í sveitinni bilaði. Öflug elding á Torfajökulssvæðinu mældist kl. 20:24. Hnausastöðin mældi ein stöðva þrjár veikar eldingar milli kl. 19:48 og 20:05.

**29. nóvember 1999:** Veðurathugunarmaður á Skjaldþingsstöðum í Vopnafirði tilkynnti um leiftur (rosaljós), en heyrði þó ekki í skruggum á tímabilinu frá 12 til 15.

### **DESEMBER 1999**

**4. desember 1999:** Veðurathugunarmaður í Bolungarvík tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 21 til 23.

**10. desember 1999:** Veðurathugunarmaður á Stórhöfða í Vestmannaeyjum tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 02:00 til 02:50: Þrumuveður á síðustu klst. en ekki á athugunartíma, miðlungs eða mikil snjókoma, slydda eða hagl á athugunartíma kl. 03. Frétt var í Morgunblaðinu um eldingu nálægt Vík í Mýrdal. Kerfið nam eina eldingu kl. 23:33 langt suður í hafi.

**12. desember 1999:** Veðurathugunarmenn á Akurnesi í Hornafirði og Fagurhólsmýri í Örafum tilkynntu um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 15 til 17. Veðurathugunarmaður á Stórhöfða í Vestmannaeyjum tilkynnti um leiftur (rosaljós), en heyrði þó ekki í skruggum á tímabilinu frá 18 til 21. Kerfið nam eina eldingu kl. 12:58 (óstaðsett).

---

**13. desember 1999:** Veðurathugunarmaður í Norðurhjáleigu í Álftaveri tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 08:00 til 08:50: Þrumuveður á síðustu klst. en ekki á athugunartíma, lítils háttar rigning á athugunartíma kl. 09. Kerfið nam 2 eldingar kl. 18:37 og 19:44 (óstaðsettar).

**22. desember 1999:** Veðurathugunarmaður á Akurnesi í Hornafirði tilkynnti um leiftur (rosaljós), en heyrði þó ekki í skruggum á tímabilinu frá 15 til 18. RARIK menn á Höfn urðu varir við þrumuveður fyrir kl. 15:39.

### **JANÚAR 2000**

**1. janúar 2000:** Veðurathugunarmaður í Breiðuvík á Vestfjörðum tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 23:00 til 23:50: Þrumuveður á síðustu klst. en ekki á athugunartíma, lítils háttar snjókoma, slydda eða hagl á athugunartíma kl. 24. Kerfið nam 7 eldingar (5 innan hrings) suður af landinu kl. 06:07 til 10:30, sjá **myndir 5 og 7**.

**2. janúar 2000:** Veðurathugunarmaður í Breiðuvík á Vestfjörðum tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 08:00 til 08:50: Þrumuveður á síðustu klst. en ekki á athugunartíma, lítils háttar snjókoma, slydda eða hagl á athugunartíma kl. 09. Kerfið nam 5 eldingar (2 innan hrings) suður af landinu kl. 03:05 til 09:18. Ein elding mældist yfir landi á Mýrdalssandi með -267 kA, sjá **mynd 7**.

**3.-4. janúar 2000:** Kerfið nam 17 eldingar (9 innan hrings) suður af landinu kl. 02:47 þ. 3 til 08:08 þ. 4, sjá **mynd 7**.

**9. janúar 2000:** Veðurathugunarmaður á Vatnsskarðshólum í Mýrdal tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 21 til 23. Veðurathugunarmaður í Norðurhjáleigu í Álftaveri tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 23:00 til 23:50: Þrumuveður á síðustu klst. en ekki á athugunartíma, lítils háttar snjókoma, slydda eða hagl á athugunartíma kl. 24. Einhverjar skemmdir urðu á búnaði hjá RARIK í Skaftártungum. Tilkynnt var um eldingu nálægt Hrauneyjafossvirkjun kl. 21:33, en engar skemmdir urðu á búnaði. Kerfið skráði 13 eldingar (8 innan hrings) frá kl. 17:08 þ. 9. til 00:14 þ. 10. Allar dreifðar suður af landinu nema ein á Mýrdalssandi, sjá **mynd 8**. Sjá einnig kafla um bylgjuform rafsviðs frá eldingum síðar í þessari skýrslu.

**10.-12. janúar 2000:** Kerfið nam 16 eldingar (2 innan hrings) suður af landinu kl. 00:13 þ. 10. til 01:04 þ. 12.

**31. janúar 2000:** Veðurathugunarmaður á Bláfeldi á Snæfellsnesi tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 20:00 til 20:50: Þrumuveður á síðustu klst. en ekki á athugunartíma, miðlungs eða mikil snjókoma, slydda eða hagl á athugunartíma kl. 21.

---



## **FEBRÚAR 2000**

**2. febrúar 2000:** Kerfið nam eina eldingar suður af landinu kl. 04:07, sjá **mynd 9**.

**4.-5. febrúar 2000:** Kerfið nam 35 eldingar (14 innan hrings) suður af landinu kl. 21:14 þ. 4. til 19:54 þ. 5. Fimm eldinganna eru yfir landi undir Eyjafjöllum.

**8.-14. febrúar 2000:** Kerfið nam 36 eldingar (12 innan hrings) suður af landinu. Ein er yfir landi nálægt Kirkjubæjarklaustri kl. 12:42 þ. 11.

**21. febrúar 2000:** Veðurathugunarmaður á Bláfeldi á Snæfellsnesi tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 20:00 til 20:50: Þrumuveður án úrkomu á síðustu klst. en ekki á athugunartíma kl. 21.

**22.-24. febrúar 2000:** Kerfið nam 8 eldingar (engin innan hrings) suður í hafi.

**25. febrúar 2000:** Veðurathugunarmenn í Reykjavík og á Keflavíkurflugvelli tilkynntu þrumuveður á tímabilinu frá kl. 21 til 23. Rafmagn og sími slóu út á Keflavíkurflugvelli. Einhverjar skemmdir urðu hjá Landsímanum í eldingaveðri á Suðurnesjum um kl. 22. Hitaveita Suðurnesja skráði tvær eldingar. Önnur kom niður kl. 21:57 og sló við það út rofa fyrir Hafnarlínu í aðveitustöðinni að Fitjum. Ekki er vitað hvar eldingin kom niður, en línan nær að Kalmanstjörn sunnan við Hafnir. Seinni eldingin virðist hafa komið niður kl. 22:04 og þá í ljósastaur sem stendur við Reykjanesbraut. Hnit staursins eru 63.9791°N, 22.5599°V (Lambert-Hjörsey: -723142.1, 394230.0). Kerfið nam 12 eldingar frá kl. 16:19 þ. 25. til 06:01 þ. 26. Einungis ein elding nær staðsetningu suður af Reykjanesskaga kl. 22:36, og morguninn eftir tvær suðaustur í hafi. Kerfið mældi þó að hluta eldingarnar sem við höfum tímasettar. Eldingin sem fór í Hafnarlínu kl. 21:57, skráðist kl. 21:56:47,2 í Reykjavík og Ásgarði, en Reykjavíkurstöðin mettaðist. Fjarlægðin í Ásgarð er um 148 km og straumur því nálægt -167 kA. Eldingin sem fór í ljósastaurinn kl. 22:04 skráist kl. 22:04:20,7 einnig í Reykjavík og Ásgarði, en í þetta sinn mettaðist Ásgarðsstöðin. Reykjavík er í 36.3 km fjarlægð og gæti hafa truflast vegna nálægðar, en sú mæling bendir til að staumurinn hafi einungis verið -11 kA.

**26. febrúar 2000:** Veðurathugunarmaður á Stórhöfða í Vestmannaeyjum tilkynnti um leiftur (rosaljós), en heyrði þó ekki í skrugum á tímabilinu frá 18 til 21. Eldgos hófst í Heklu kl. 18:17. Gosið náði fljótt hámarki og fjaraði út á nokkrum dögum. Einungis skráðust eldingar frá gosmekkinum fyrstu 6 tíma gossins, kl. 18:58 til 00:07 þ. 27, sjá **mynd 10**.

---

## MARS 2000

**13. mars 2000:** Veðurathugunarmaður í Norðurhjáleigu í Álftaveri tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 12 til 17.

**17. mars 2000:** Veðurathugunarmenn í Reykjavík tilkynntu þrumuveður á tímabilinu frá kl. 05:00 til 05:50: Þrumuveður á síðustu klst. en ekki á athugunartíma, miðlungs eða mikil snjócoma, slydda eða hagl á athugunartíma kl. 06. Fjöldi sjónarvotta var að þessum eldingum á höfuðborgarsvæðinu. Yfirlit um hvað eldingamælikerfin mældu kemur fram í tölvuskeyti frá mér sem sent var að morgni 17. mars:

Kæru þrumufélagar,

Ég vaknaði við gífurlegt hagléi sem buldi á þakinu heima hjá mér í Kópavogi. Svo hætti haglið og skömmu síðar sá ég blossa um kl. 04:51:56. Síðan komu eldingar með stuttu millibili og sú fimmta kl. 04:54:(25-35). Mislangt var milli E-Þ, e.t.v. um 10 sek (3 km). Ég sá engar eldingar, bara bjarmann í skýjunum.

Samkvæmt útvarpsfréttum sló eldingum niður í tvo ljósastaura, í Hafnarfirði og Reykjavík.

Trausti Jónsson telur sig hafa séð eina eldingu (strikið sjálft) slá niður í nágrenni Laugaráss. Nákvæmur tími er óviss.

Yfirlit um hvað mældist í nótt og hvað ekki.

- 1) Mælistöðvar úti á landi á Syðri-Neslöndum, Hnausum og Ásgarði rumskuðu ekki, en hefðu átt að gera það. Ekki er því hægt að ákvarða neinar staðsetningar.
- 2) LLP-mælikerfi á þaki VÍ mældi 804 atburði og voru sex þeirra áberandi stærstir:  
04:47:51.9 Upphaf smábraks  
04:51:35.7 +1500.0 Mettun  
04:52:00.3 -473.4 LLP og svo mettun  
04:52:26.7 -367.5 LLP og svo mettun  
04:53:00.3 -407.0 LLP  
04:54:28.6 Mettun og svo -452.3 LLP  
05:06:23.6 Mettun og svo -166.2 LLP
- 3) Rafsviðsbylgjuskráningarkerfi í turni VÍ mældi yfir 1200 atburði.  
Í hverjum atburði fer lóðrétt rafsvið yfir þröskuldsgildi og er þá rafsviðið skráð í 0.8 ms á 200 ns fresti.  
Helstu atburðir eru  
04:49:10.581 Upphaf smábraks  
04:51:35.632 Fyrirboðar eldingar og svo mettun  
04:52:00.368 A.m.k. 3 neikvæðar eldingar á 87 ms  
04:52:27.602 Neikvæð elding og síðan í mettun  
04:53:00.357 Neikvæð elding  
04:54:28.528 Mettun og svo Neikvæð elding  
05:06:23.700 Neikvæð elding

Veðurathugunarmaður í Norðurhjáleigu í Álftaveri tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 12 til 17.

---

**18. mars 2000:** Veðurathugunarmaður á Stórhöfða í Vestmannaeyjum tilkynnti um þrumuveður á tímabilinu frá kl. 03 til 05. Veðurathugunarmaður í Hjarðarlandi í Biskupstungum tilkynnti þrumuveður á tímabilinu frá kl. 08:00 til 08:50: Þrumuveður á síðustu klst. en ekki á athugunartíma, lítills háttar snjócoma, slydda eða hagl á athugunartíma kl. 09. Kerfið nam 12 eldingar (8 innan hrings) á tímabilinu frá kl. 18:02 þ. 17. til 06:24 þ. 18, sjá **mynd 11**.

**28. mars 2000:** Kerfið nam tvær eldingar (utan hrings) langt suður í hafi og þá síðari kl. 04:03.

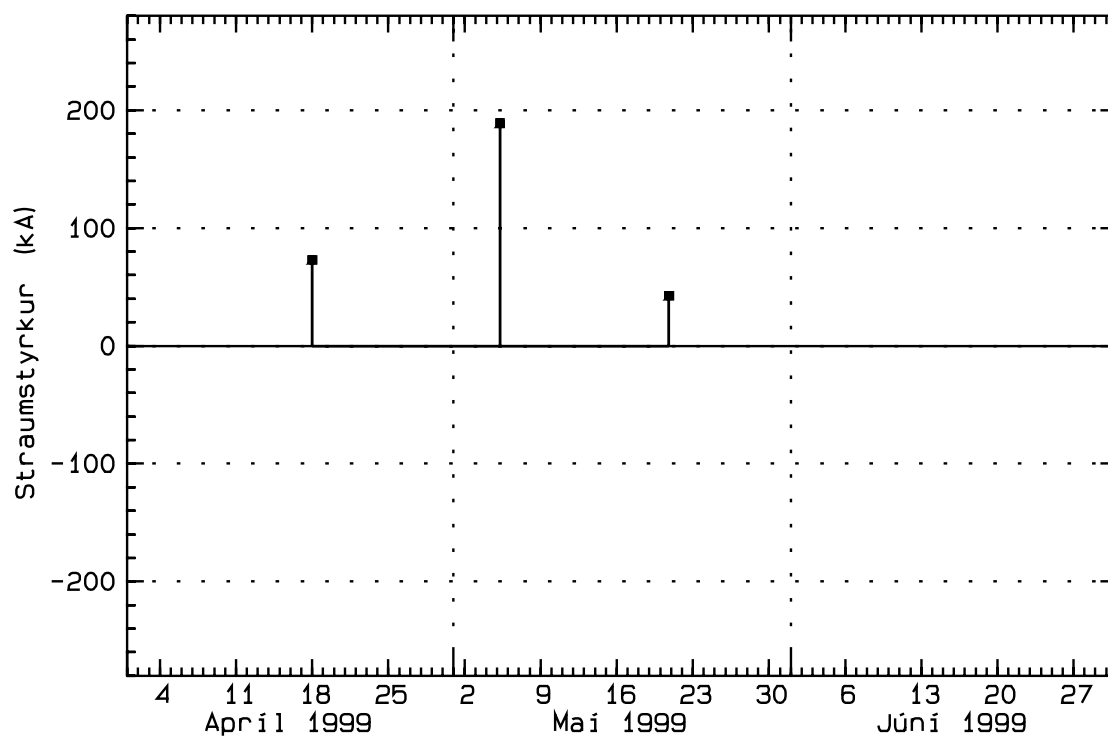
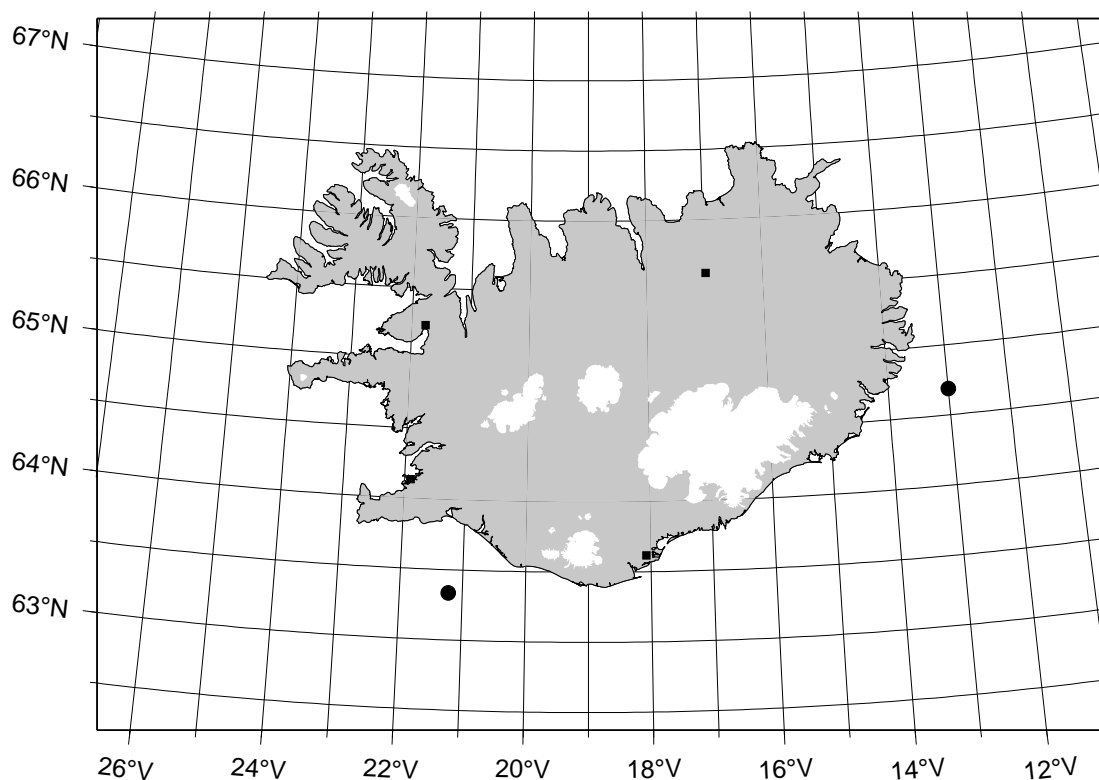
## KORT OG LÍNURIT AF ÞRUMUVEÐRUM ÁRSINS

Á **myndum 2-5** eru sýnd þriggja mánaða tímabil með staðsetningarkortum og naglaritum. Staðsetningarkortin sýna staðsettar eldingar, þar sem jákvæðar/neikvæðar eldingar eru sýndar með fylltum/opnum hringi. Mælistöðvarnar eru sýndar með litlum ferningum. Hafa ber í huga að mældar eldingar eru innan nokkuð stærra svæðis en staðsetningarkortin sýna, og því sjást ekki allar eldingarnar á kortunum. Á naglaritunum er sýndur straumstyrkur eldinga í kíló-amperum sem fall af tíma. Þar eru einstakar eldingar sýndar sem lóðréttir naglar og jákvæðar eldingar stefna upp á ritinu, en neikvæðar niður. Hægt er að sjá tímasetningu eldinganna á ritinu.

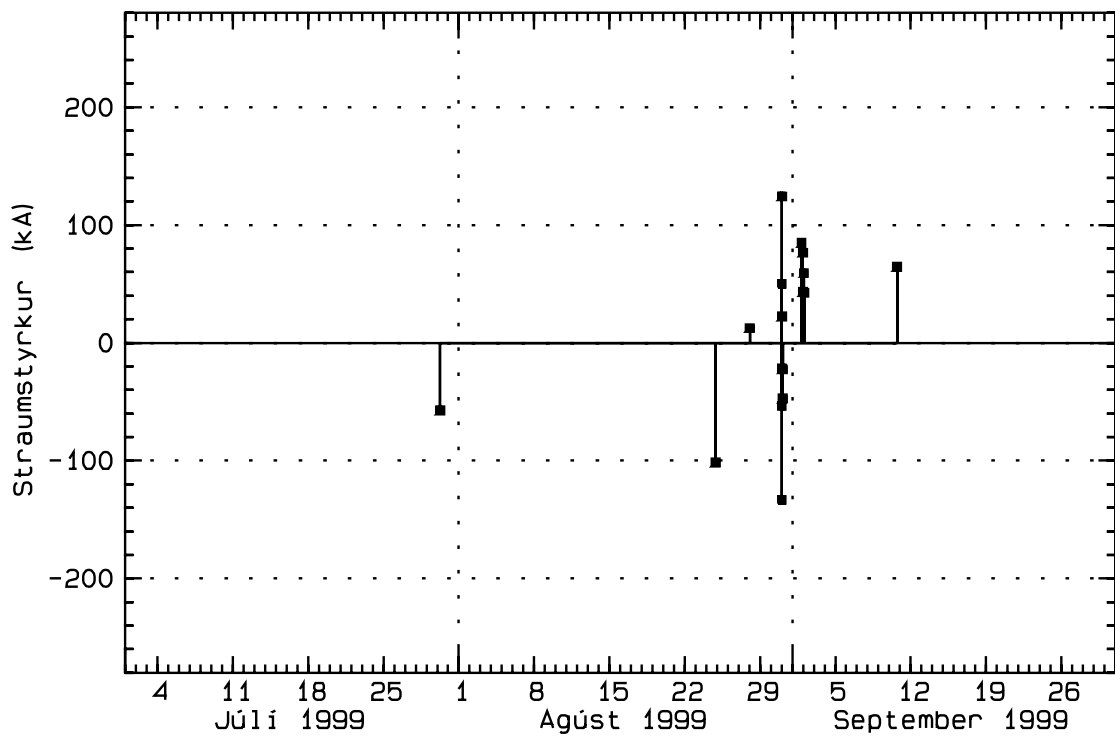
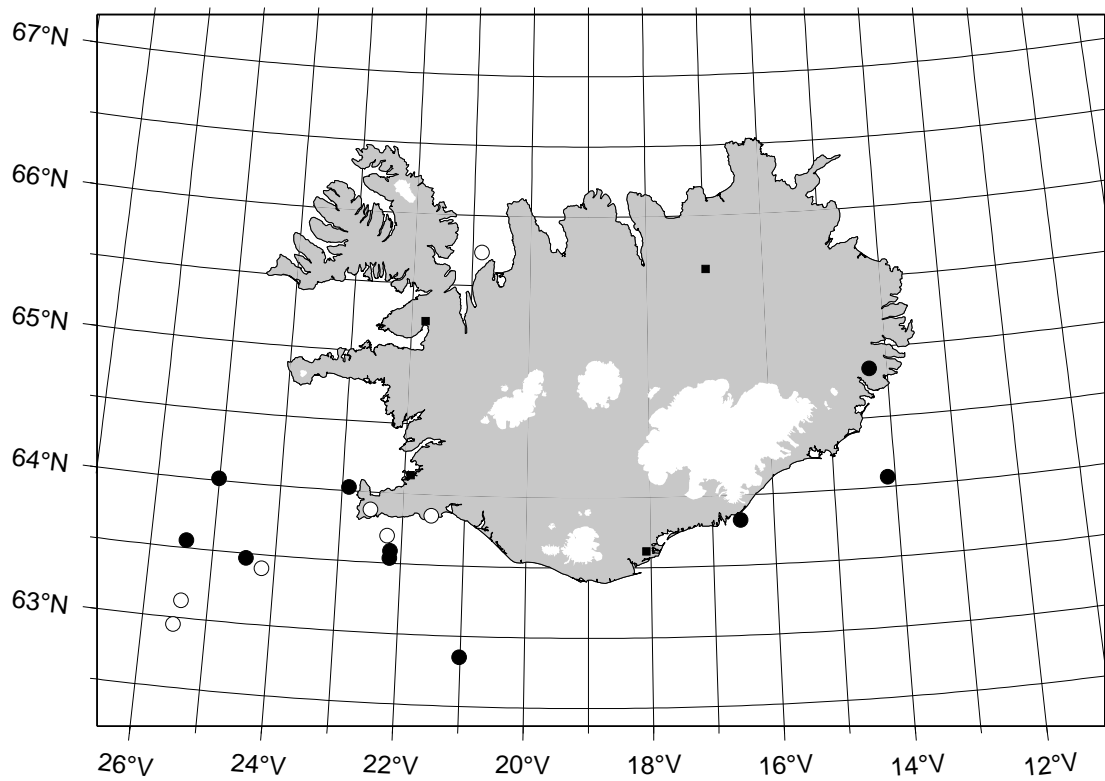
**Myndir 6-11** sýna einstök þrumuveður. Naglaritin sýna nú mismunandi langan tíma og á þeim er hægt að sjá hve lengi veðrin stóðu og tímasetningu einstakra eldinga.

Þar á eftir á **mynd 12** er yfirlit yfir allt mæliárið. Á **mynd 13**, eru allar eldingar frá júní 1997 til mars 2000 sýndar á einu korti. Samsvarandi litmynd er birt á forsíðu þessarar ársskýrslu, og þar eru jákvæðar eldingar rauðar og neikvæðar eldingar bláar. Að lokum, á **mynd14** eru fjöldi eldingadaga og fjöldi eldinga í mánuði frá upphafi mælinga. Punktalínan sýnir alla samtímaatburði, en heildregnu stólparnir sýna staðsettar eldingar innan rammans (60°-70°N og 0°-40°V).

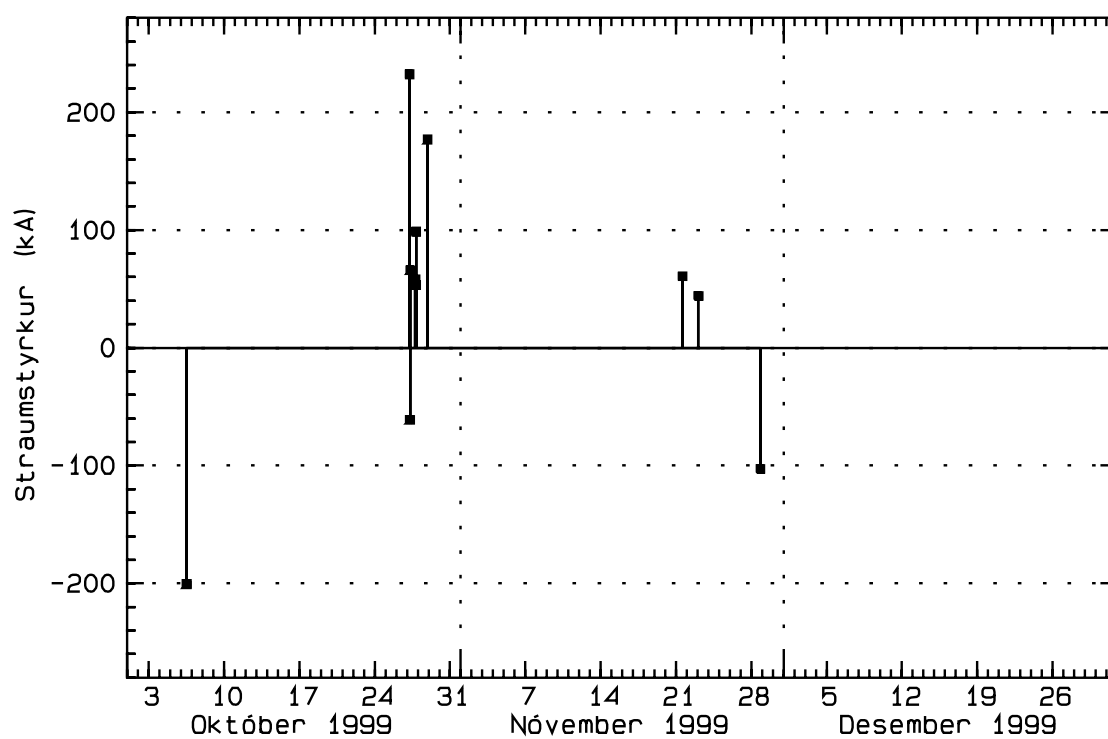
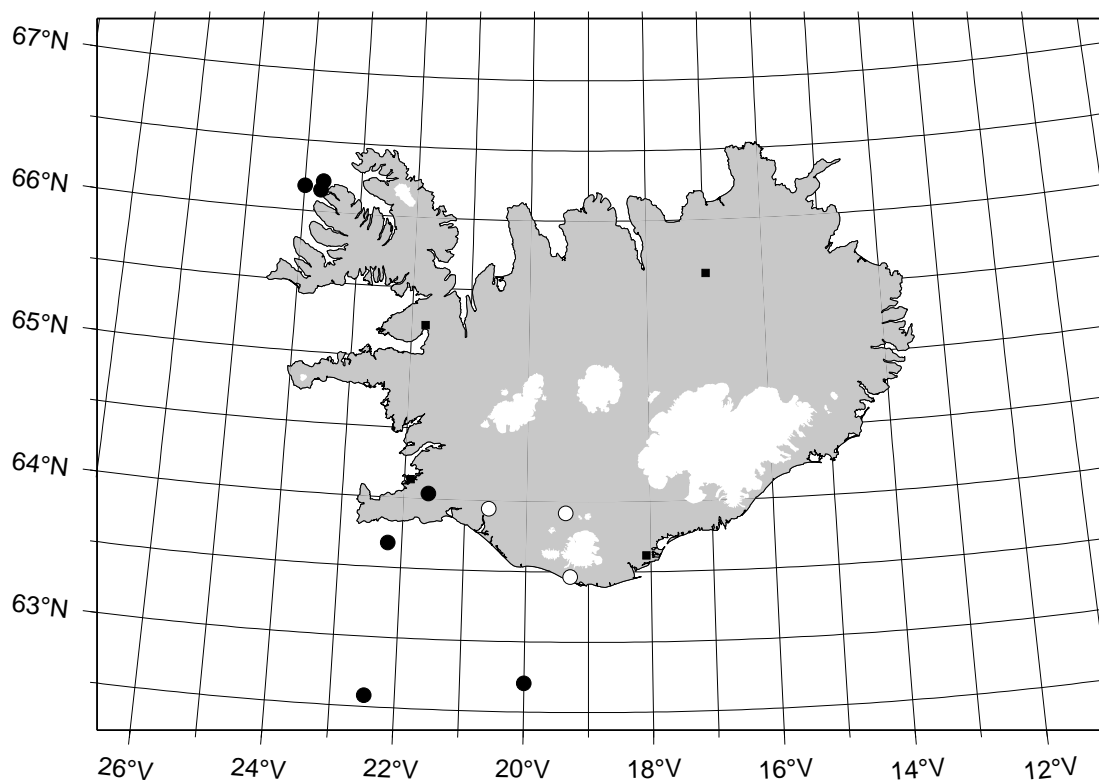
---



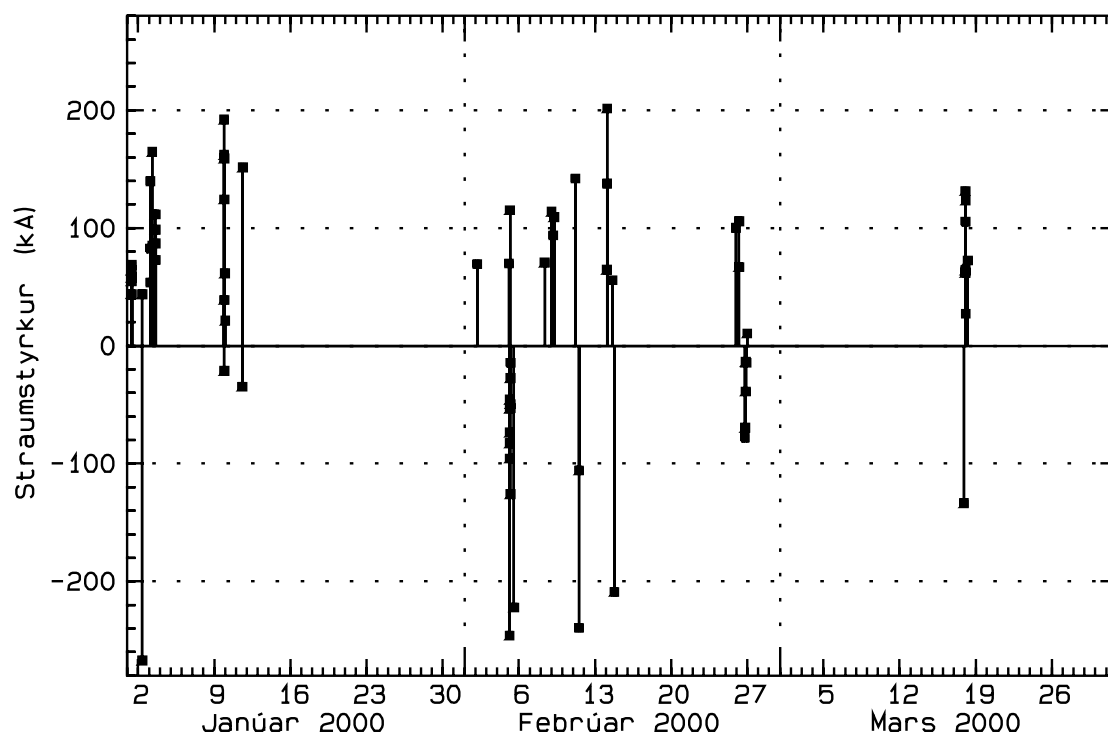
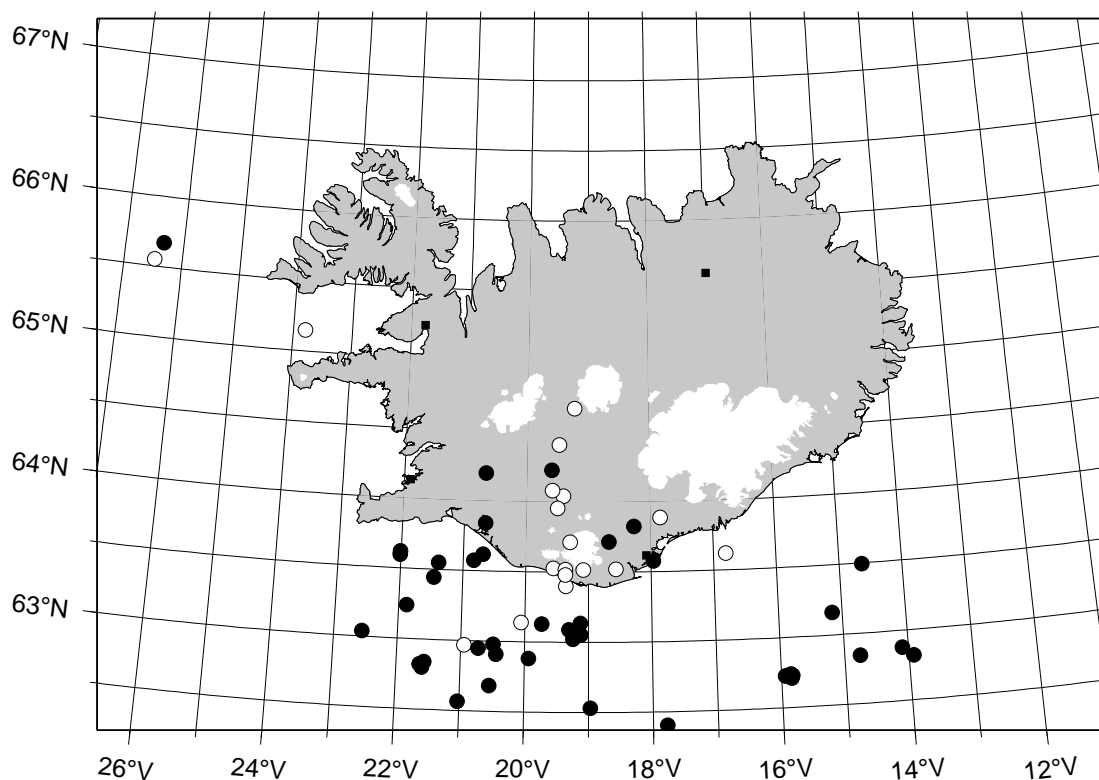
Mynd 2. Staðsettar eldingar í apríl til júní 1999



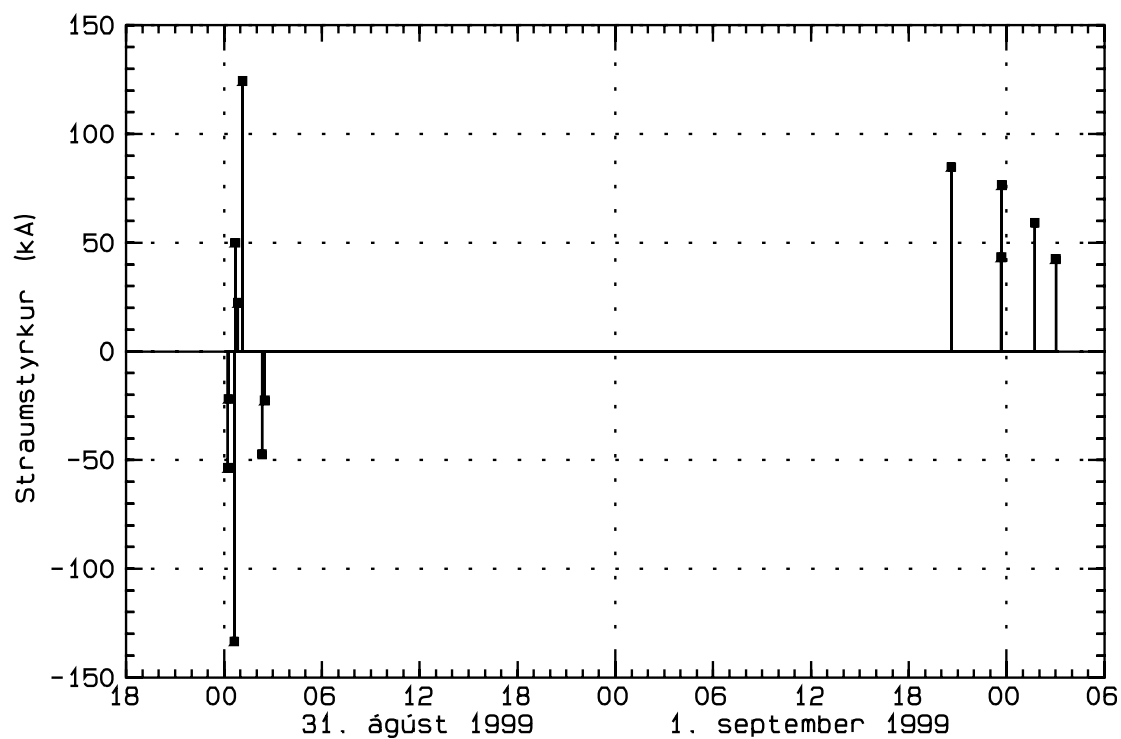
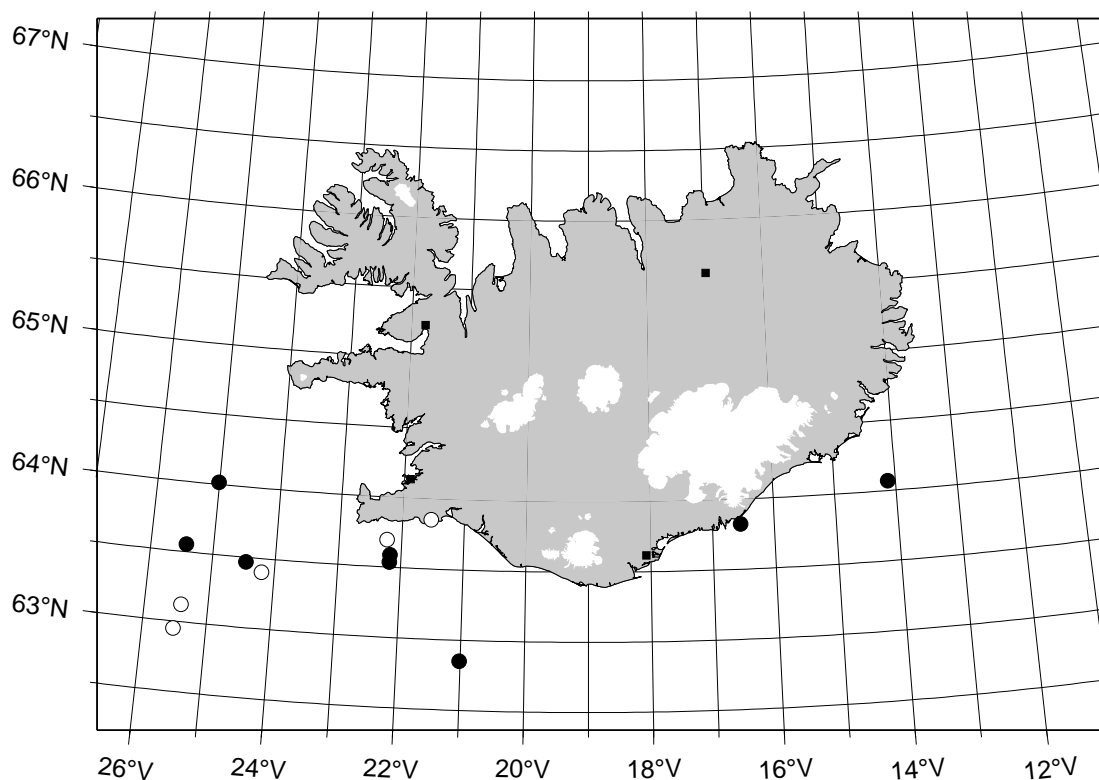
Mynd 3. Staðsettar eldingar í júlí til september 1999



Mynd 4. Staðsettar eldingar í október til desember 1999

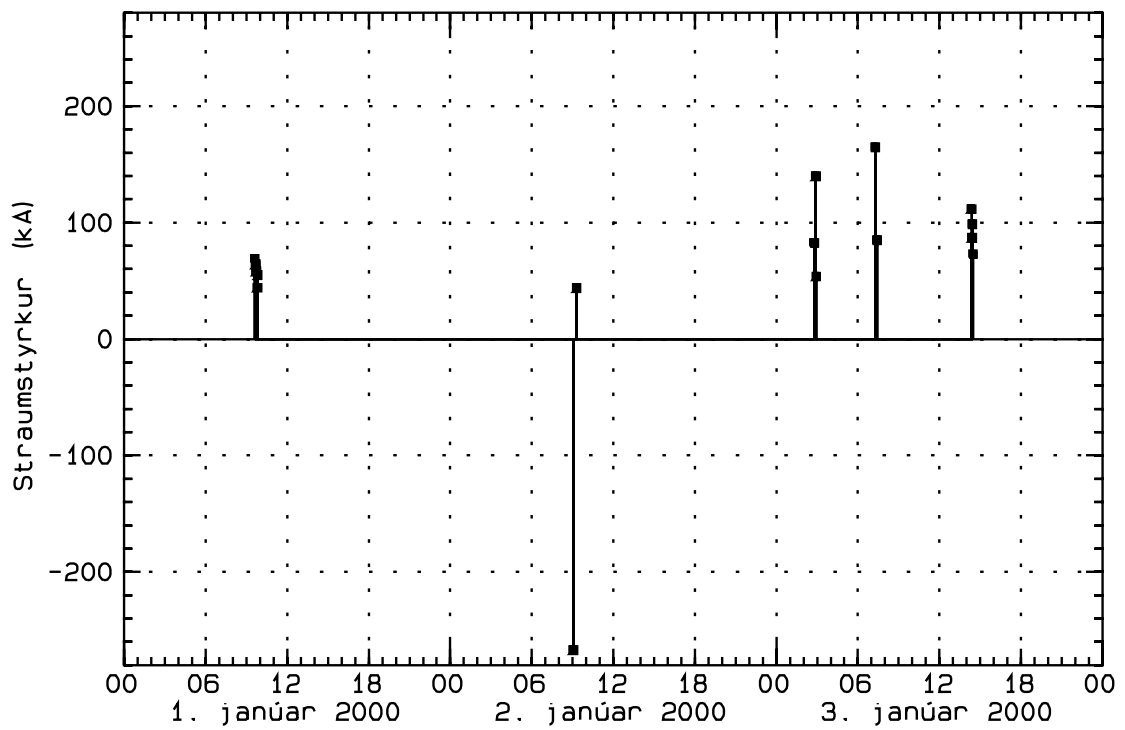
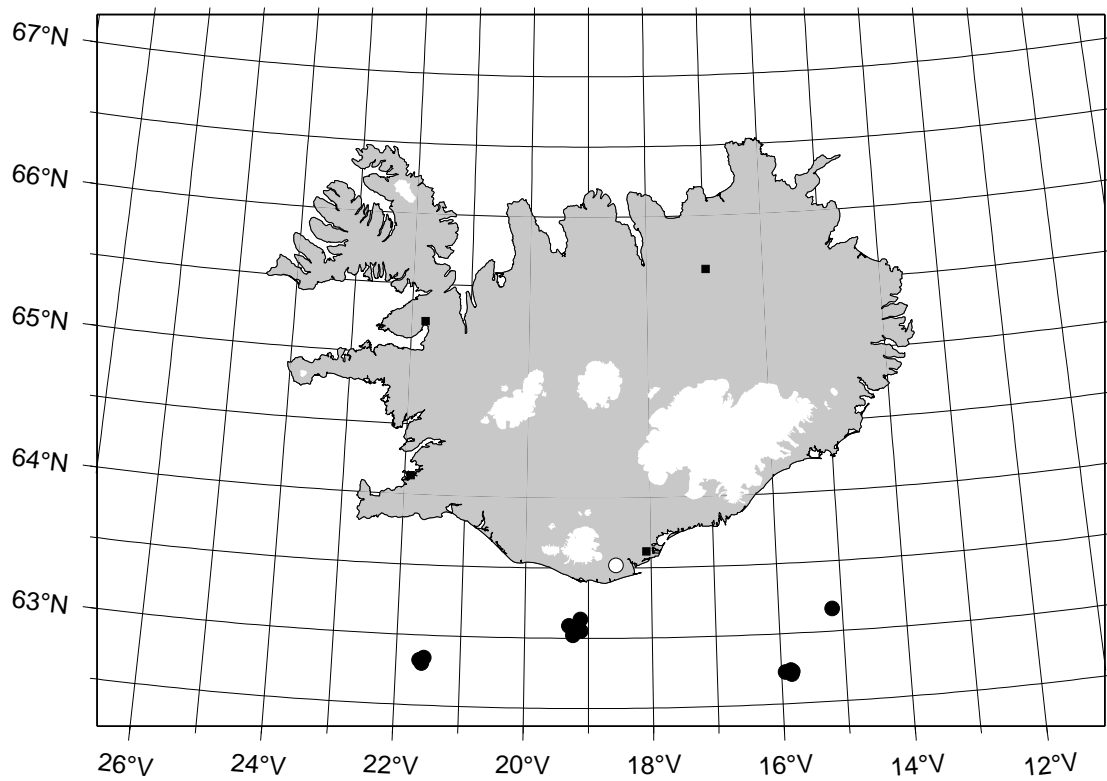


Mynd 5. Staðsettar eldingar í janúar til mars 2000

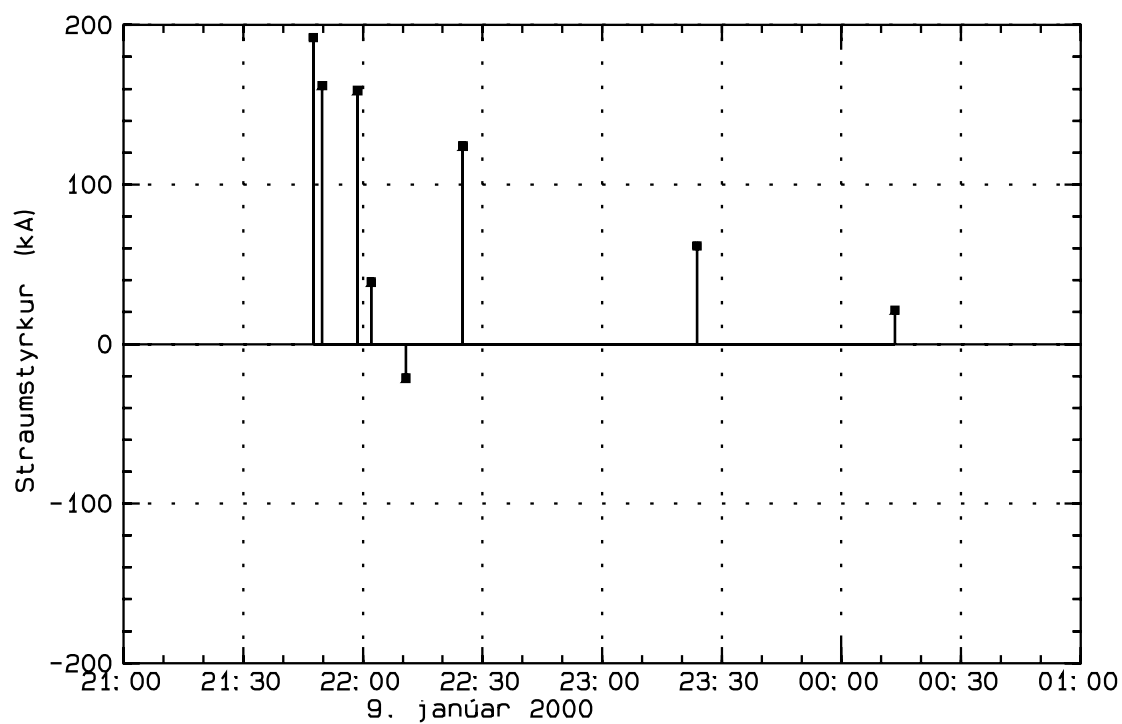
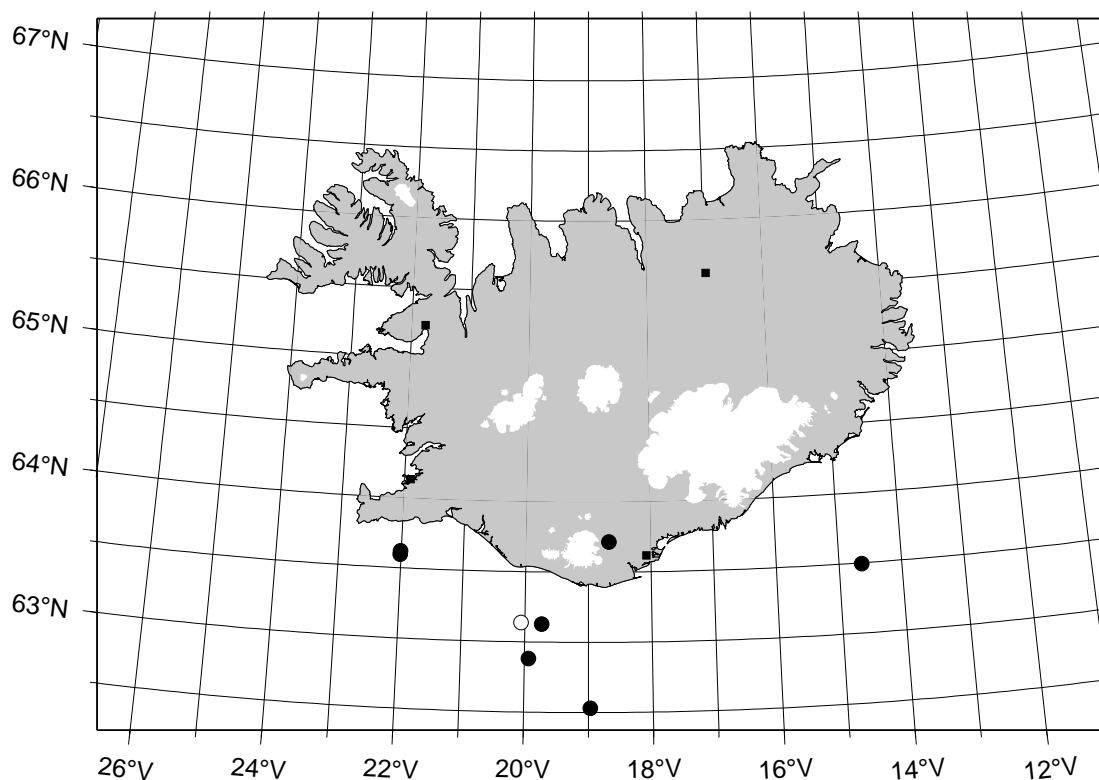


Mynd 6. Þrumuveðrin 31. ágúst til 2. september 1999

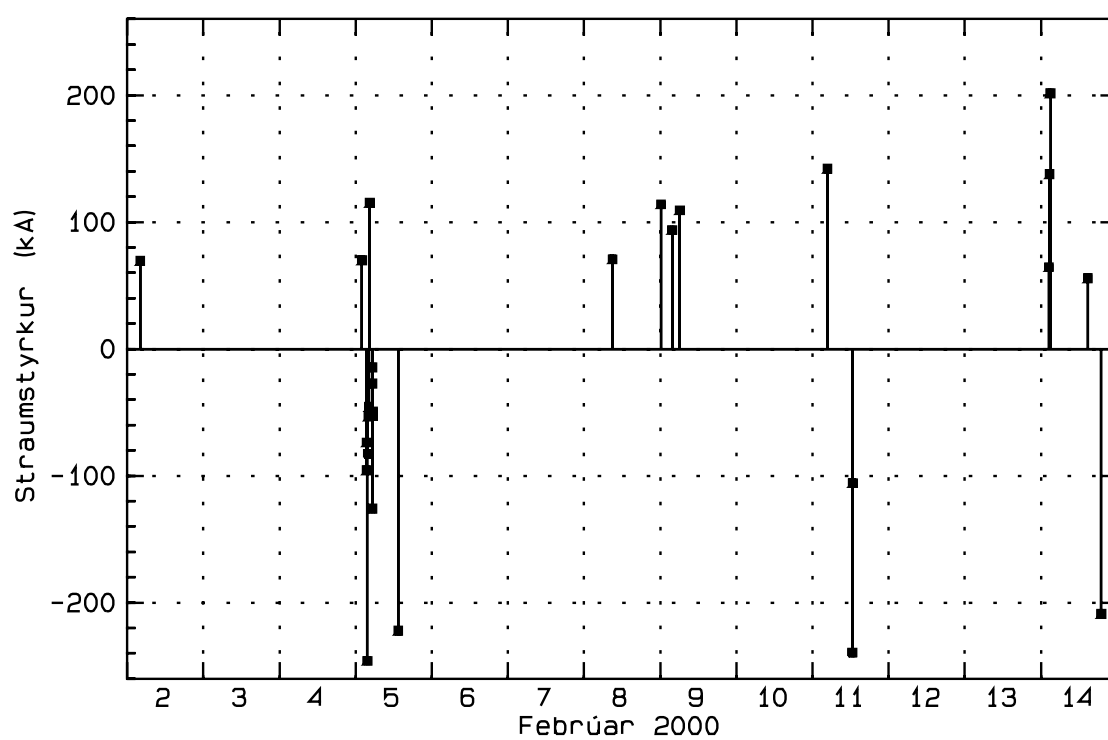
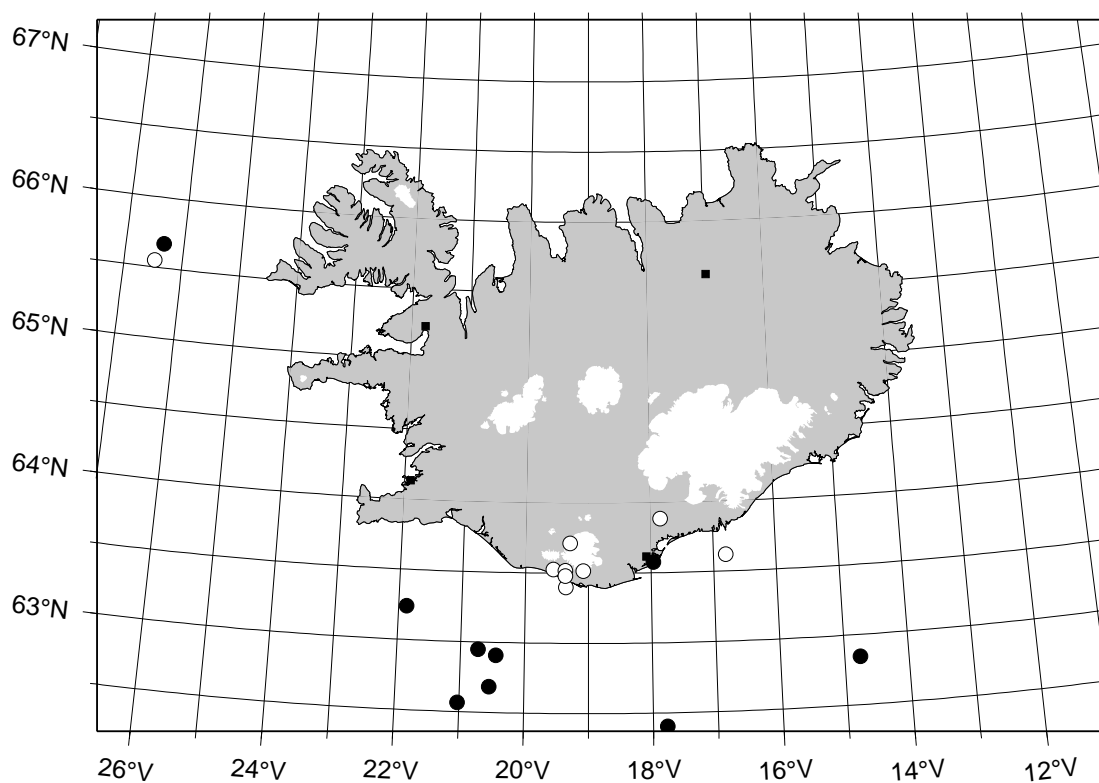




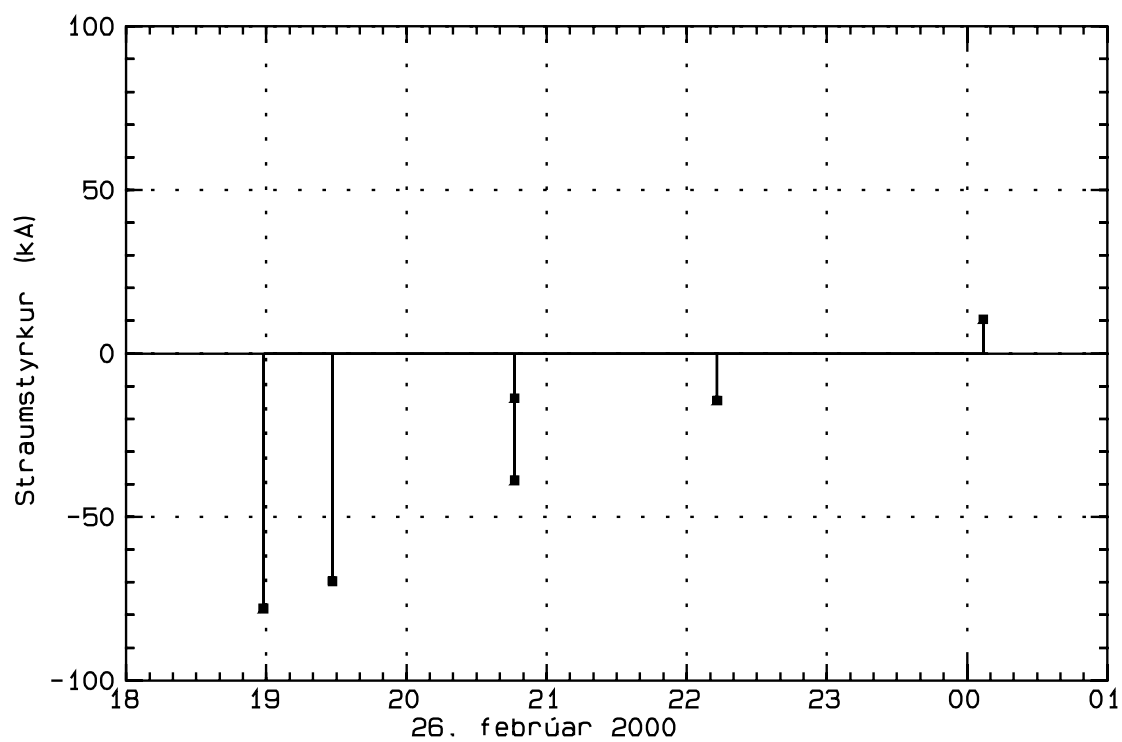
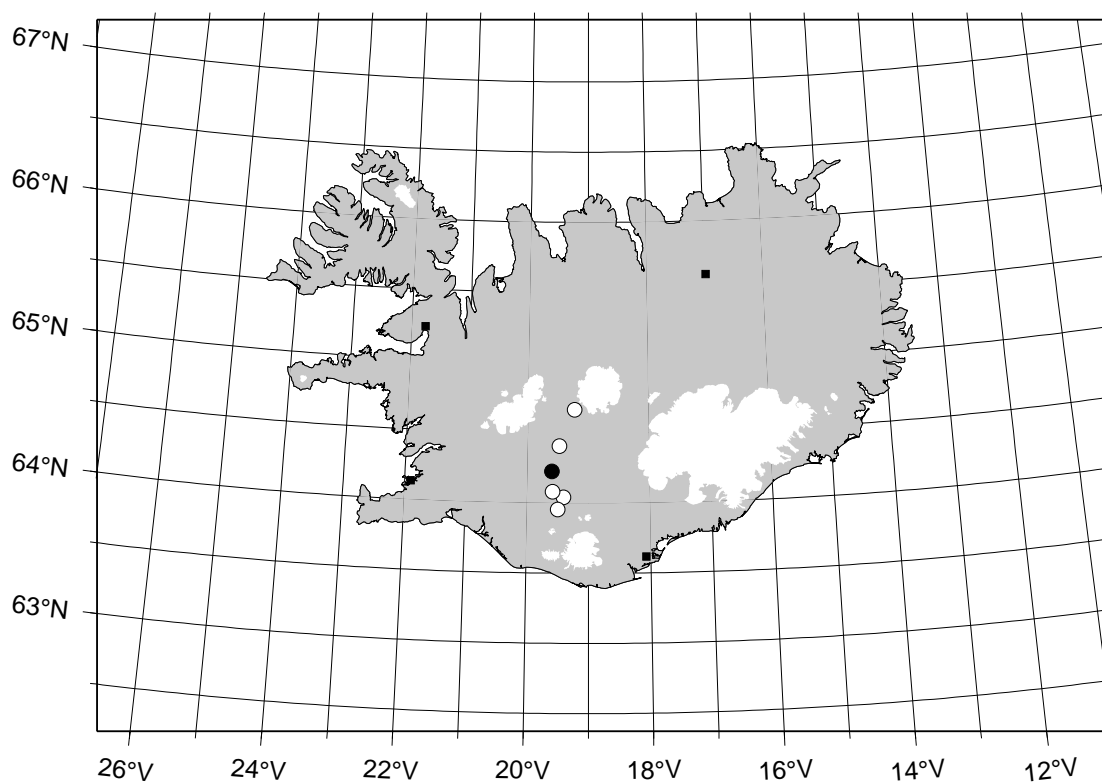
Mynd 7. Þrumuveðrin 1. - 3. janúar 2000



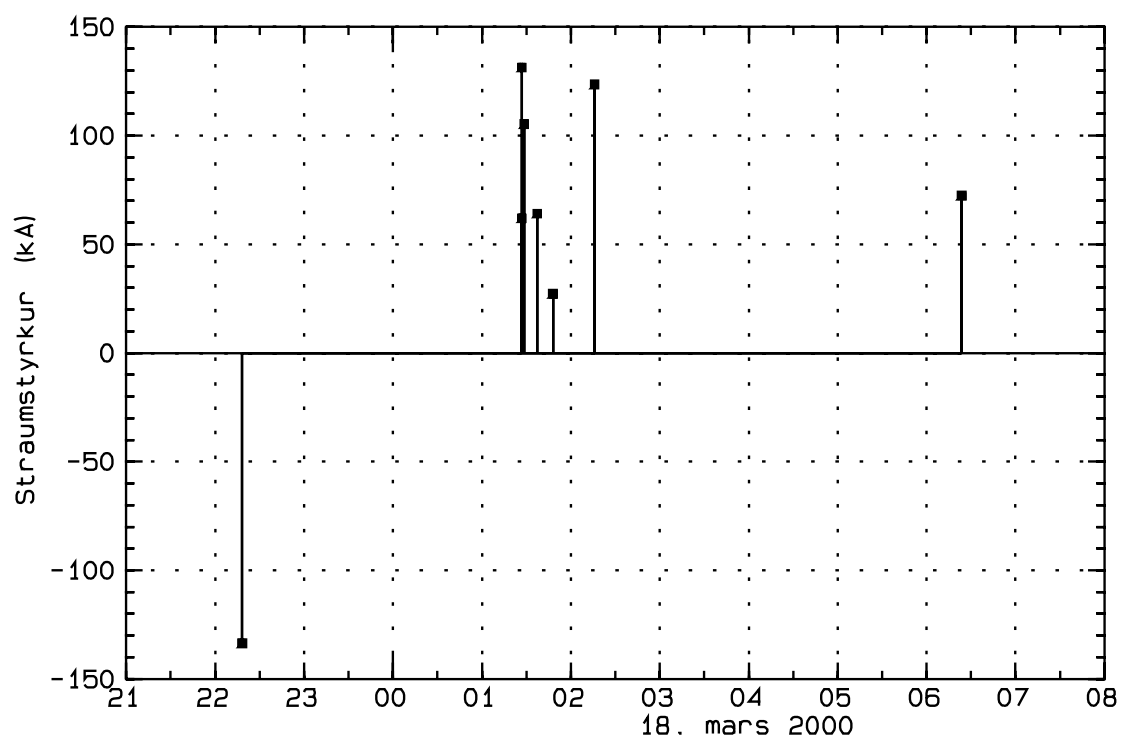
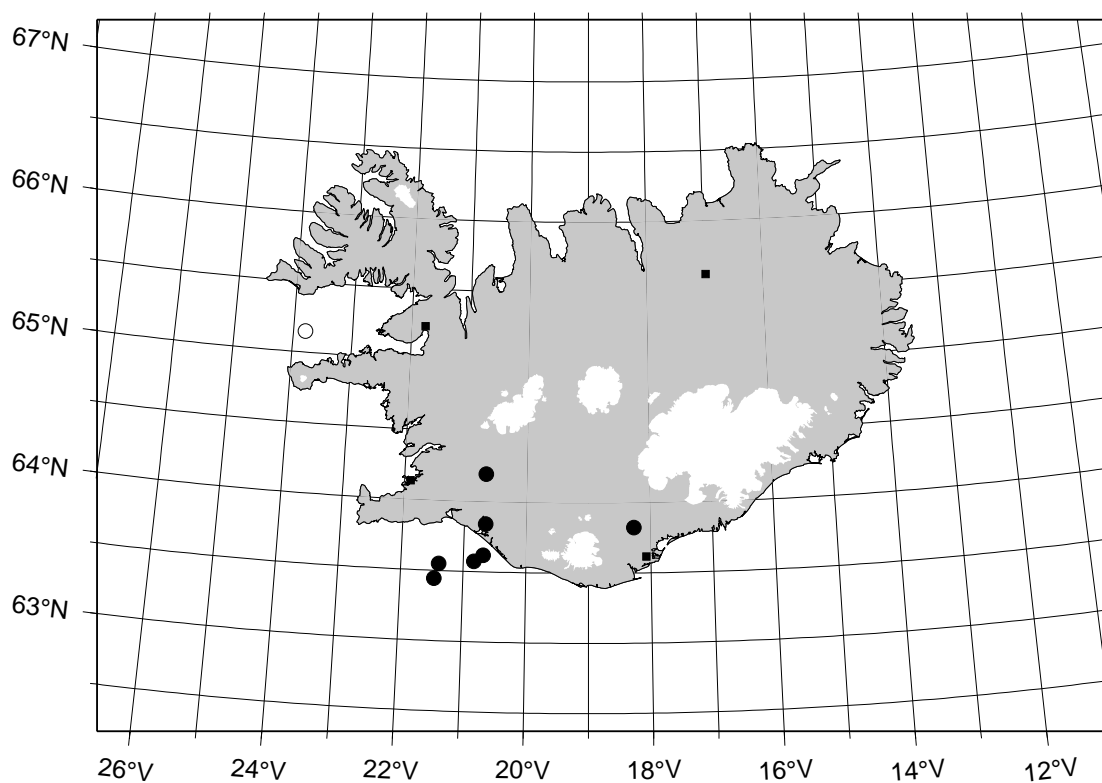
**Mynd 8.** Þrumuveðrið 9. - 10. janúar 2000



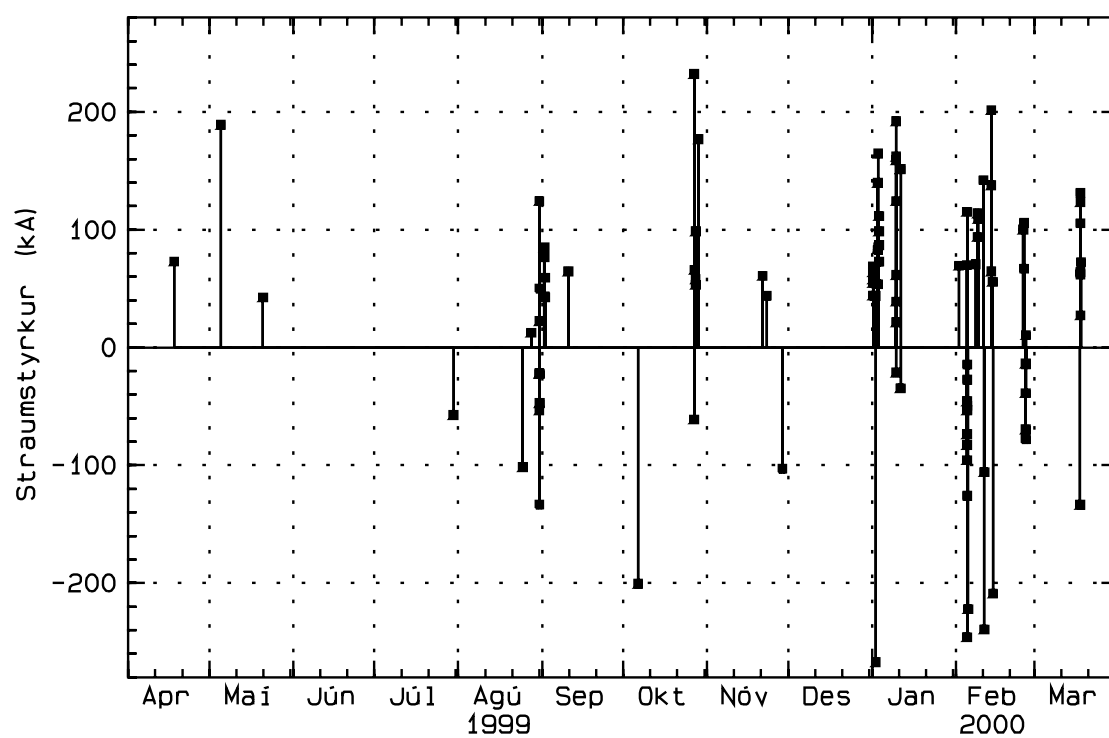
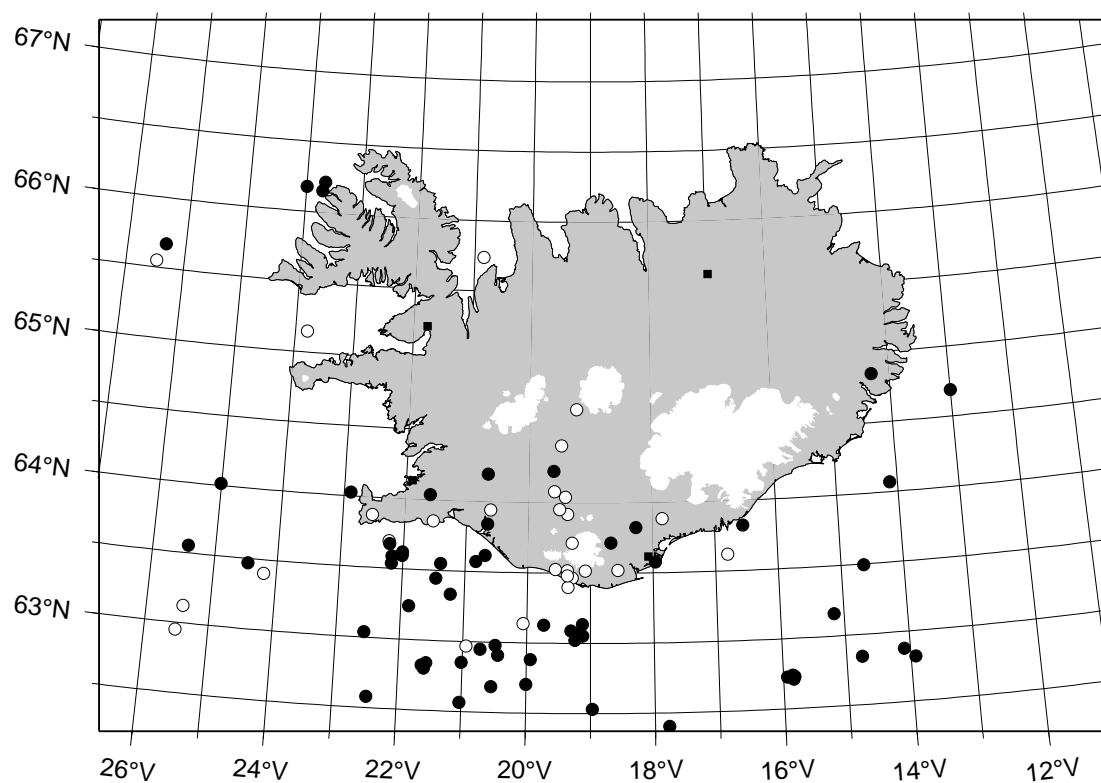
Mynd 9. Þrumuveðrin 2. - 14. febrúar 2000



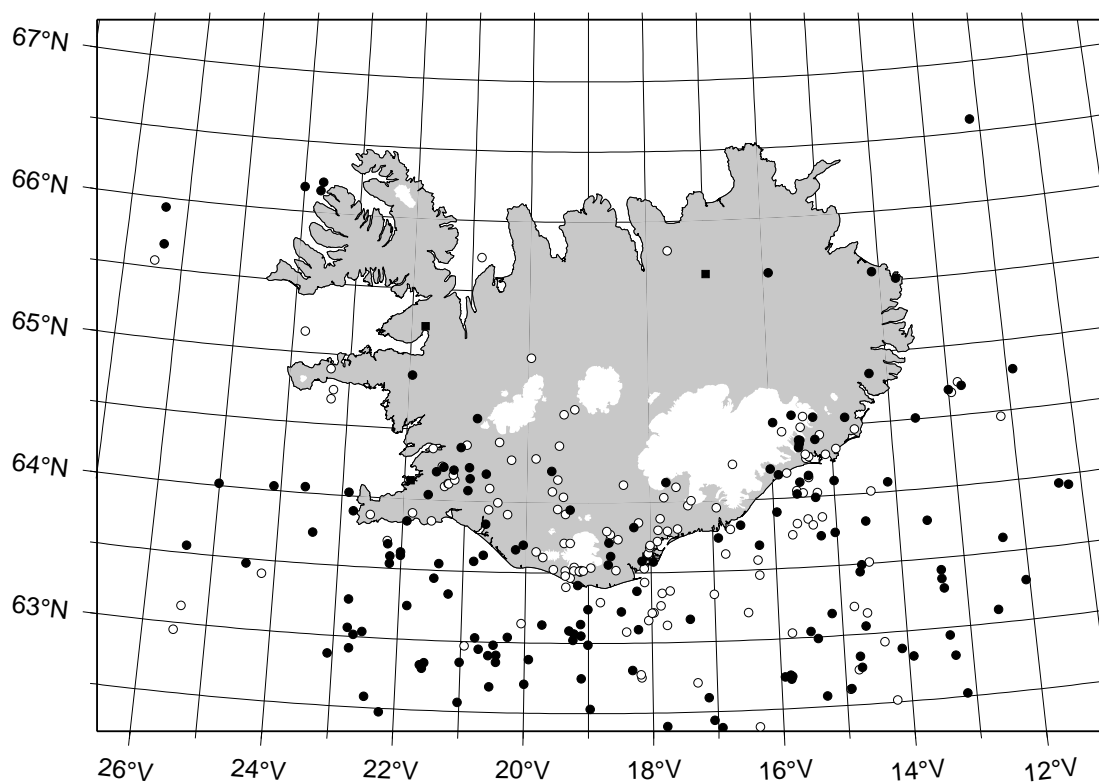
**Mynd 10.** Eldingar í Heklugosi 26. - 27. febrúar 2000



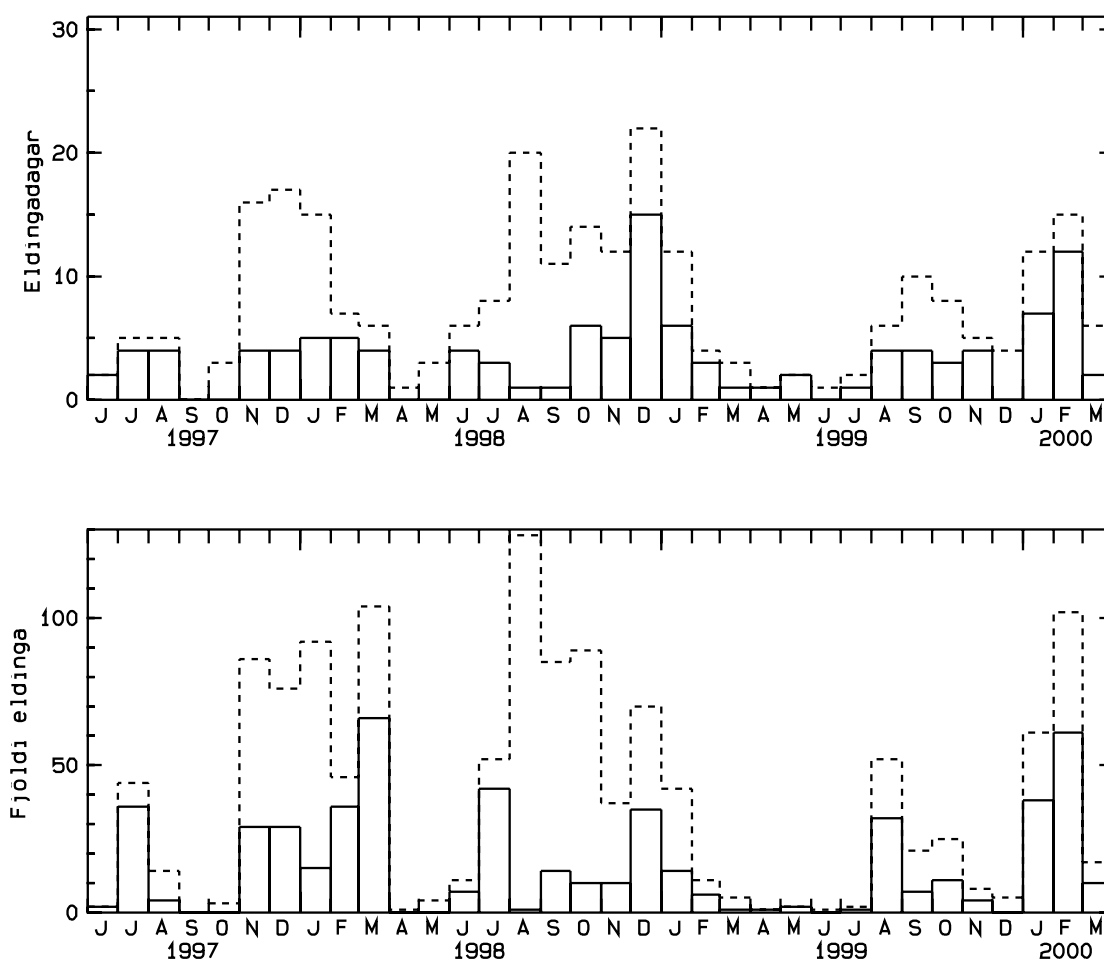
Mynd 11. Þrumuveðrið 17. - 18. mars 2000



**Mynd 12.** Eldingar á árinu apríl 1999 til mars 2000



**Mynd 13.** Staðsettar eldingar frá júní 1997 til mars 2000



**Mynd 14.** Fjöldi eldingadaga og staðsettra eldinga í mánuði  
frá júní 1997 til mars 2000



## TILRAUNIR MEÐ ÞRUMUSPÁR

*Þórður Arason, Veðurstofu Íslands*

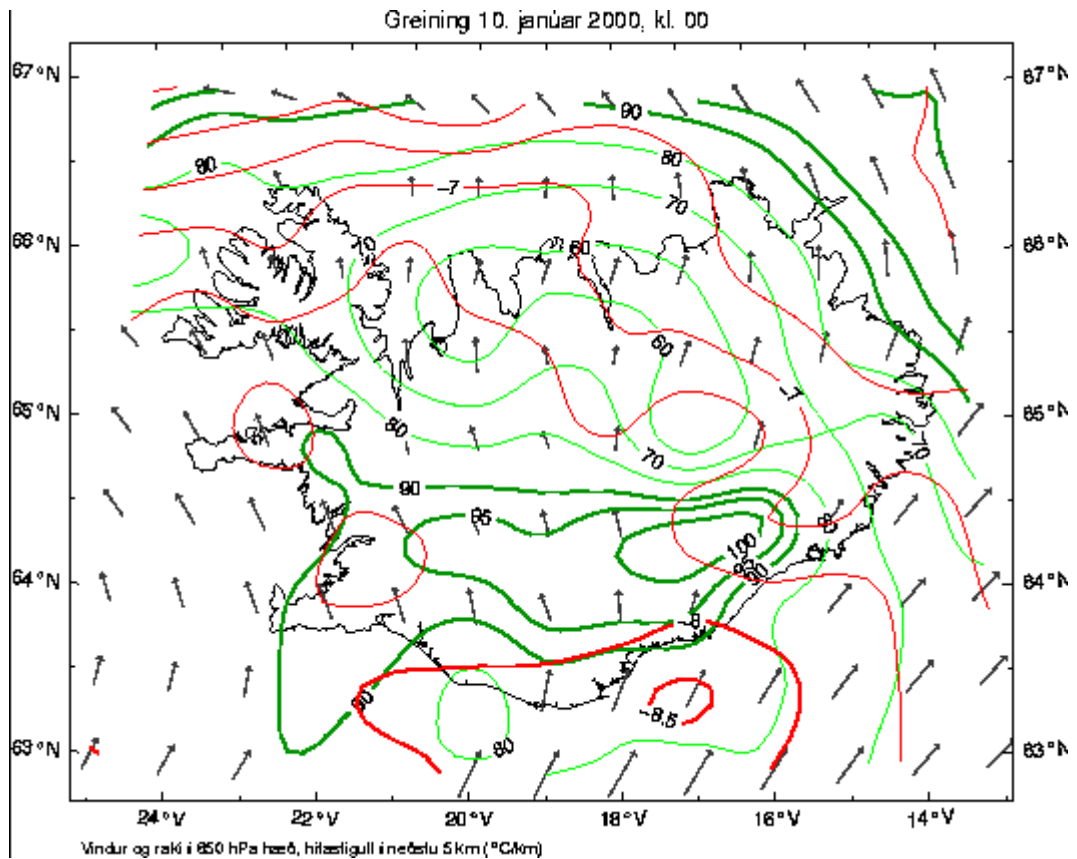
Veðurstofan hefur aðgang að niðurstöðum nokkurra tölvuspálíkana fyrir veður næstu daga. Haustið 1999 fengum við aðgang að frönsku líkani, sem kallað er ARPEGE. Í nóvember 1999 prófaði ég að reikna lóðréttan hitastigul úr líkaninu og nota þá reikninga til að meta hættu á myndun þrumuveðra.

Þrumuský nærast á öflugum uppstreymi af röku lofti. Algeng orsök uppstreymis er að hlýtt loft lendir eða myndast undir köldu og þyngra lofti. Hér þarf að hafa í huga að þegar loft hækkar, þá lækkar loftþrýstingurinn og það kólnar. Að meðaltali er þessi kólnun með hæð um  $-6^{\circ}\text{C}/\text{km}$ . Þessa kólnun með hæð köllum við hitastigul ( $dT/dz$ ). Stöðugleiki loftsins fer reyndar einnig mikið eftir rakainnihaldi þess. Ef hitastigull nálgast  $-10^{\circ}\text{C}/\text{km}$  er heita loftið við yfirborð mun léttara en kalda loftið fyrir ofan, loftið verður mjög óstöðugt og kjöraðstæður skapast fyrir öflugt uppstreymi.

Þrumuspárnar felast í að reikna hitastigul í 117 hnútpunktum ARPEGE líkansins. Hnútpunktarnir eru með um 50 km millibili yfir Íslandi (breidd með  $0.5^{\circ}$  bili á  $63^{\circ}$ - $67^{\circ}\text{N}$ , og lengd með  $1^{\circ}$  bili á  $13^{\circ}$ - $25^{\circ}\text{V}$ ). Líkanið kemur til Veðurstofunnar tvisvar á sólarhring fyrir 10 tímapunkta: 0, 6, 12, ..., 48 og 54 klst fram í tímann. Fyrir hvern tíma og staðsetningarpunkt er loftþrýstingur, hiti, raki og vindur í um 15 hæðum. Að auki er gefin reiknuð úrkoma s.l. 6 klst.

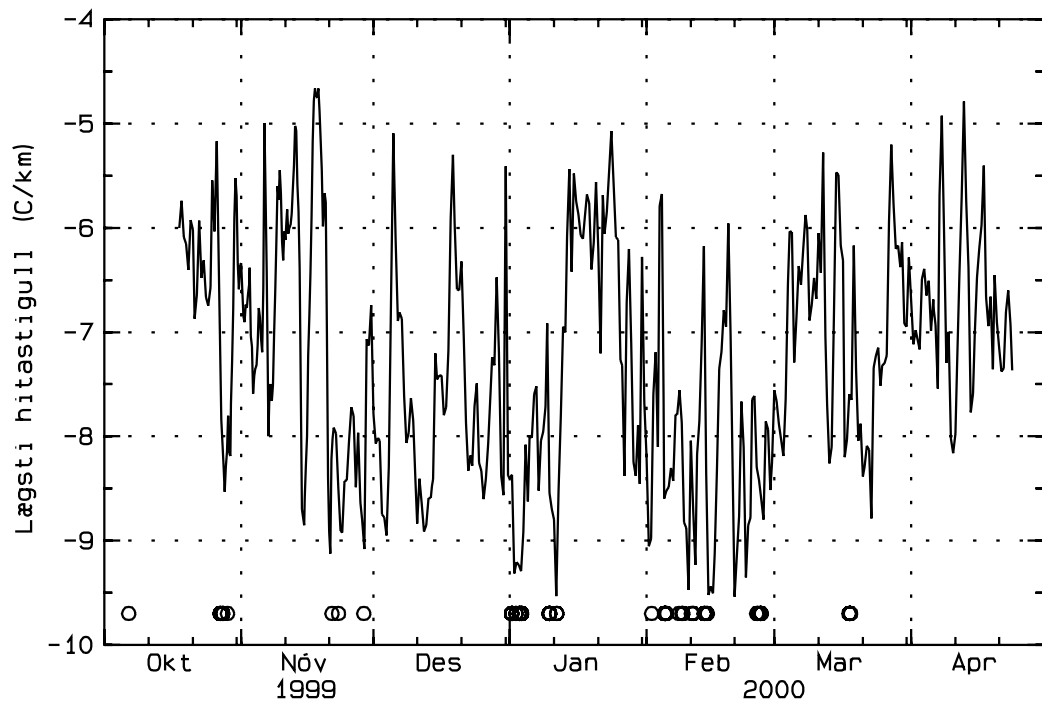
Hitastigull er reiknaður út frá hita við yfirborð og hita í um 5 km hæð yfir sjávarmáli. Síðan eru teiknaðir jafngildisferlar á Íslandskort sem sýna hvar óstöðugasta loftið liggur. Ásamt hitastigli eru sýnd vindur og rakastig í um 1500 m hæð. Spákortin og fortíðarkort eru birt á eldingavefnum <http://www.vedur.is/ta/elding/spa>. Þrumuspákortin og línuritin eru uppfærð sjálfvirk snemma á morgnana, daglega.

---



**Mynd 15.** Þrumuspákort fyrir 9. janúar 2000 kl. 24

Dæmi um þrumuspákort má sjá á **mynd 15**, fyrir 9. janúar 2000 kl. 24:00, en þá gekk þrumuveður yfir Mýrdal, Álftaver og Skaftártungur, sjá **mynd 8**. **Mynd 15** sýnir að suður af landinu og á svæðinu í kringum Mýrdalsjökul er óstöðugt og rakt loft og vindur blæs af suðri inn á land.



**Mynd 16.** Lægsti hitastigull yfir landinu s.l. vetur.

Auk spákorta hef ég einnig fundið lágsta hitastigulinn fyrir hvert kort og sýni þróun hans á sér línuriti á vefnum, sem gefur vísbendingar um ástandið sem falli af tíma. Á mynd 16 sýni ég þróun lágsta hitastiguls í vetur og neðst á myndinni sýni ég með hringjum, tímasetningar á staðsettum eldingum innan 400 km geisla frá miðju landinu. Í flestum tilvikum er mjög gott samræmi, þó að í nokkrum tilvikum komi engin þrumuveður við lágan hitastigul.

## BYLGJUFORM RAFSVIÐS FRÁ ELDINGUM

*Pórður Arason, Veðurstofu Íslands*

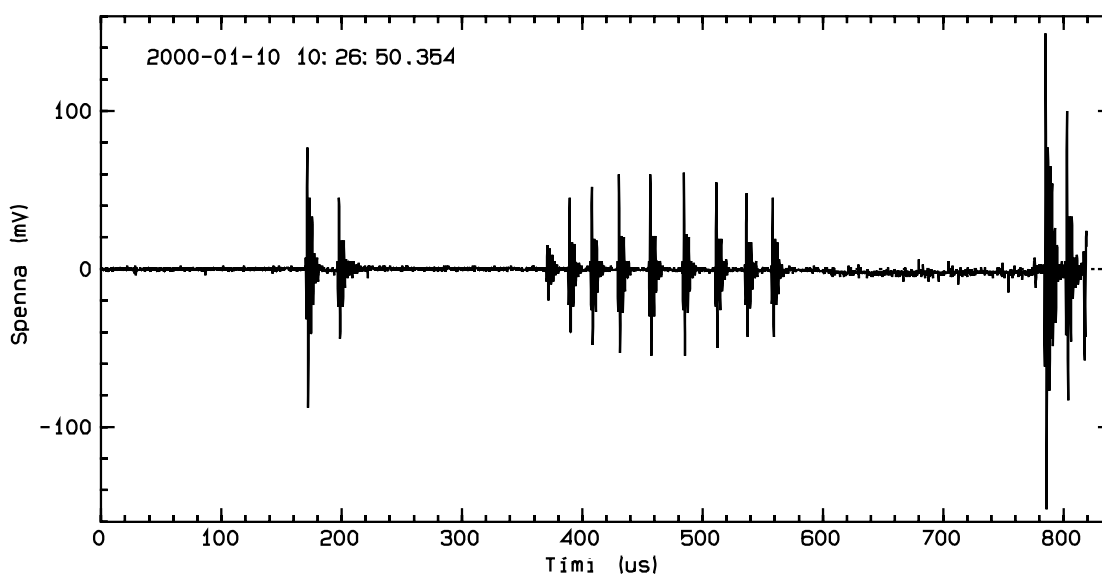
Í janúar 1999 fékk samstarfsnefnd um rannsóknir á eldingum lánuð dönsk tæki, sem mæla snöggar breytingar á lóðréttu rafsviði. Tækin voru hönnuð og smíðuð af Morten H. Brask, sem starfar nú hjá danska orkurannsóknafyrirtækinu DEFU. Fimm slík tæki hafa verið í gangi í Danmörku um árabil og hafa verið notuð til að ákvarða hvernig eldingar danska LLP eldingastaðsetningakerfið skráir og hverju það hafnar.

Um miðjan janúar 1999 var Morten hér í tæpa viku. Settur var upp nemi á þaki Veðurstofuhúss og tækjum komið fyrir í turnherbergi. Tækin nema lóðrétt rafsvið og þegar breytingar á rafsviðinu fara upp fyrir tiltekið þröskuldsgildi skráir tækið rafsviðssveifluna með 5 MHz tíðni, alls 4096 gildi í röð. Þetta samavarar að rafsviðið sé mælt á 0.2  $\mu$ s fresti í 820  $\mu$ s. Hver mæling tekur einungis 10 ns (0.01  $\mu$ s). Samhliða mælingu á rafsviði er GPS-klukka skráð með 0.2  $\mu$ s nákvæmni. Mælingar á atburði ásamt tímaupplýsingum eru skráðar á harðan disk mælitölvunnar og tekur hver atburður um 8 kb af diskplássi. Skráningarkerfið ræður við um 64 atburði í sömu andrá, og ræður þá skriftarhraði út á disk hvort nýir atburðir tapast, en kerfið skráir hvort atburðir hafi tapast af þessum sökum. Ef mesta útslag á atburði nær ekki yfir innstillt þröskuldsgildi, eru engar upplýsingar um atburðinn skráðar.

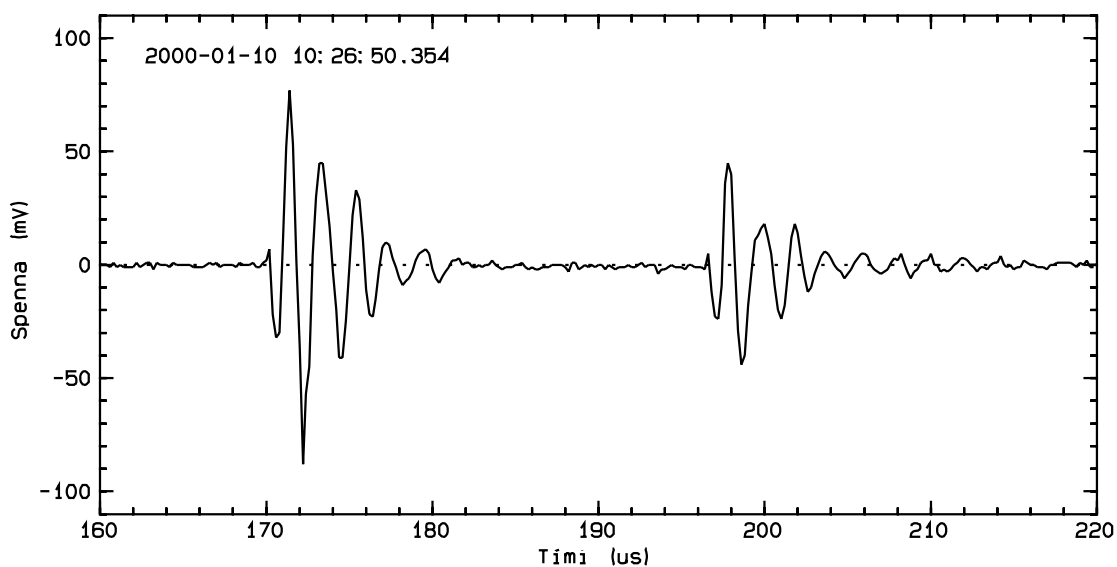
## TRUFLANASMELLIR

Á árinu 1999 voru skráðir um 94.000 atburðir með bylgjuskráningarkerfinu. Yfir helmingur atburðanna er ekki af völdum eldinga, heldur raf-suð úr nágrenni Veðurstofunnar. Nokkrar gerðir eru af þessu suði, en það virðist þó allt af sömu ætt. Dæmi um slíkan truflanaatburð má sjá á **myndum 17** og **18**. **Mynd 18** sýnir smáatriði í fyrstu tveim smellunum á **mynd 17**. Oft eru þetta reglubundnir smellir með millibili sem samsvarar um 40 kHz, sjá **mynd 17**. Hver smellur er byggður upp af um 500 kHz sveiflu sem deyr út á 10  $\mu$ s.

---



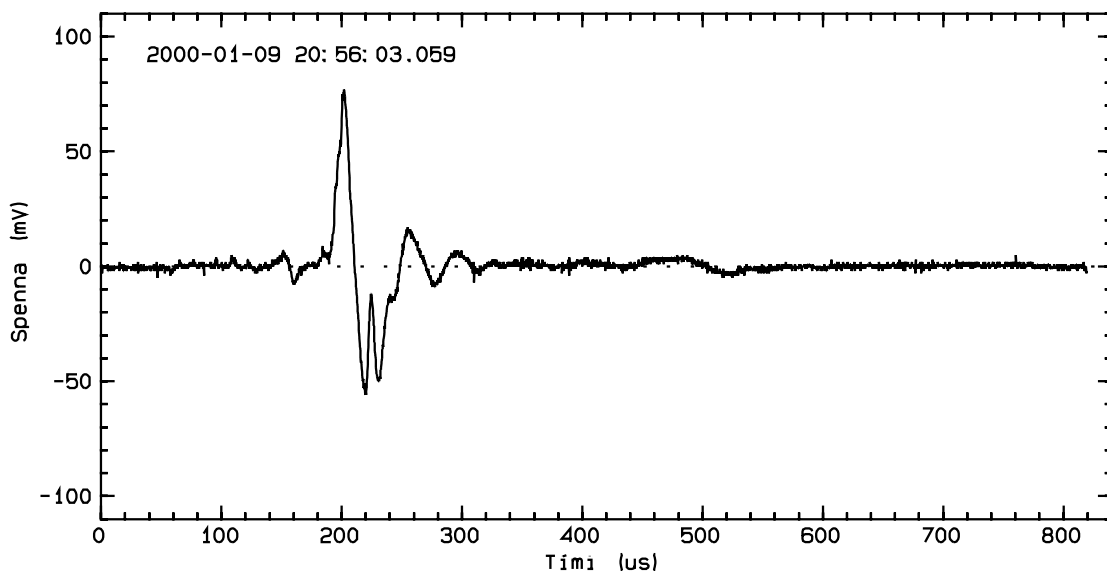
**Mynd 17.** Truflanasmellir 10. janúar 2000



**Mynd 18.** Stækkuð mynd af truflanasmellum 10. janúar 2000.  
Sama og fyrstu tveir smellirnir á mynd 17

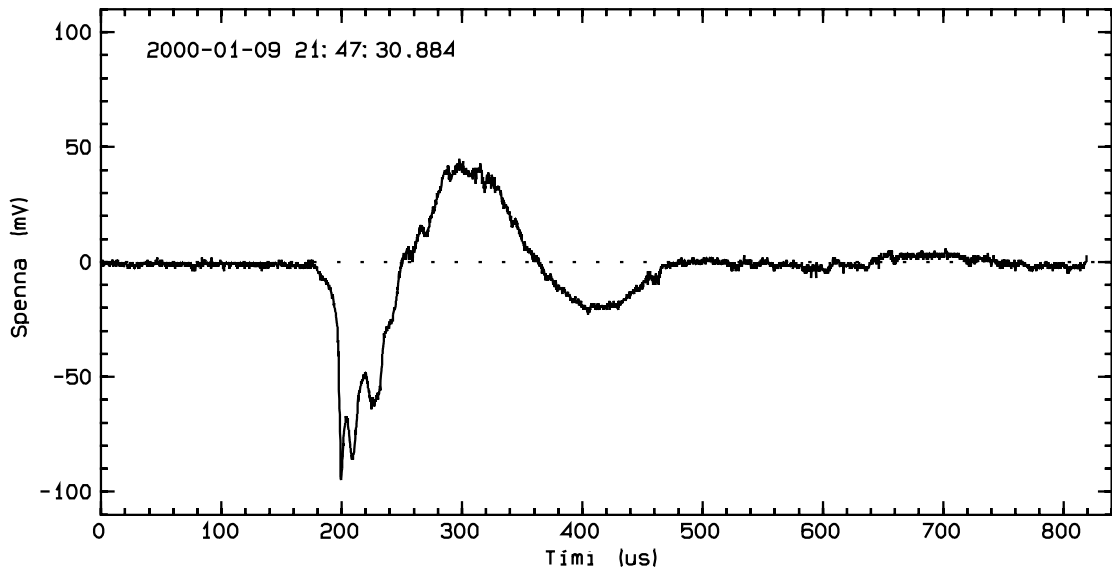
**ÞRUMUVEÐRIÐ 9. JANÚAR 2000**

Sem dæmi um þau gögn sem bylgjuskráningarkerfið gefur sýni ég hér atburði sem það skráði að kvöldi 9. janúar 2000, en þá gekk þrumuveður yfir Mýrdal, Álftaver og Skaftártungur. Kerfið skráði 17 atburði 9. janúar og 12 atburði 10. janúar. Af þessum atburðum voru 12 truflanasmellir 9. janúar og 12 truflanasmellir (allir atburðirnir) 10. janúar. Fimm atburðir eru frá eldingum frá kl. 20:56 til 22:13. Bylgjuform þessara fimm atburða eru sýnd á myndum 19 til 23. Allir fimm atburðirnir voru skráðir af a.m.k. einni LLP stöð. Þeir tveir atburðir sem teljast ský-eldingar voru einungis skráðir af Reykjavíkurstöðinni, en hinir þrír sem flokkast sem jákvæðar eldingar til jarðar voru skráðir af 2 og 3 stöðvum. LLP kerfið staðsetti tvær eldinganna suður af Reykjanesskaga.



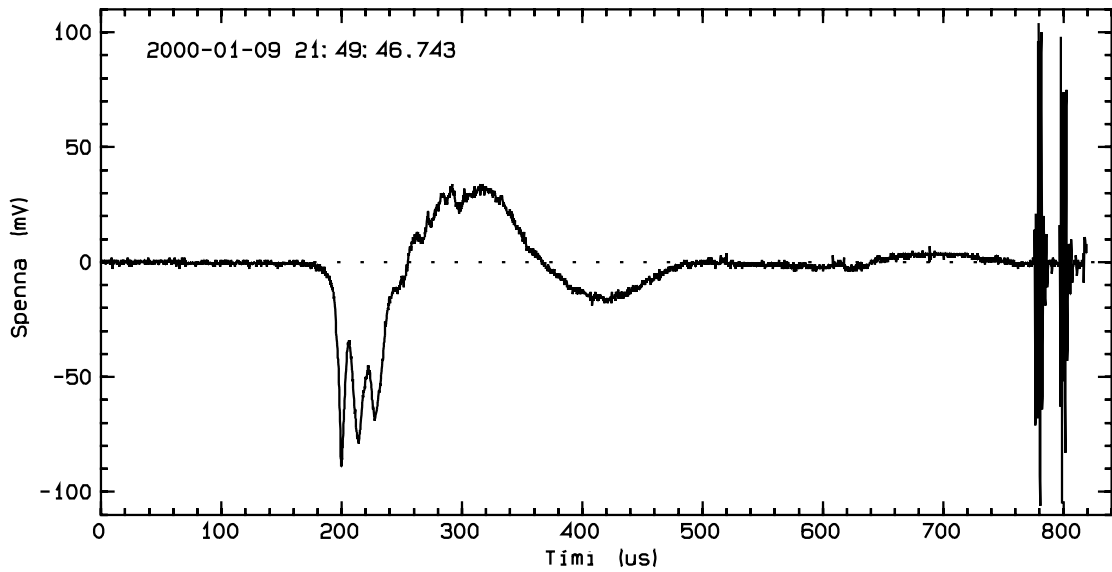
**Mynd 19.** Bylgjuform skýeldingar 9. janúar 2000 kl. 20:56

Fyrsti atburðurinn varð kl. 20:56:03,059 og er sýndur á mynd 19. Hann er svipaður og neikvæð elding en bakslagið er það öflugt að það verður að kalla þetta skýeldingu, sem ekki hefur náð til jarðar. Á sama tíma kl. 20:56:03,03 mettaðist LLP stöðin í Reykjavík, en aðrar stöðvar höfnuðu þessum atburði.



**Mynd 20.** Bylgjuform jákvæðrar eldingar 9. janúar 2000 kl. 21:48

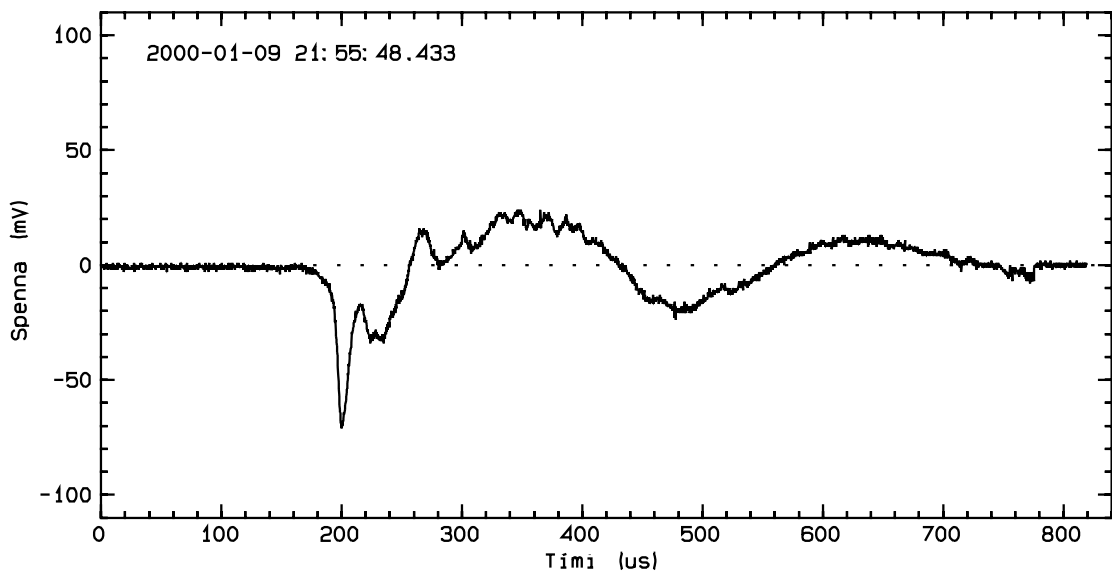
Annar atburðurinn varð kl. 21:47:30,884 og er sýndur á **mynd 20**. Hann ber öll merki hreinnar jákvæðrar eldingar sem hefur náð til jarðar. Á sama tíma kl. 21:47:30,86 mettaðist LLP stöðin í Reykjavík, en Ásgarður og Hnausar mældu þessa eldingu um 25 km suður af Krísuvíkurbergi (63.5957°N, 22.0120°V). Stöðvarnar tvær eru samstíga í að straumur sé gífurlegur, eða um +192 kA.



**Mynd 21.** Bylgjuform jákvæðrar eldingar 9. janúar 2000 kl. 21:50

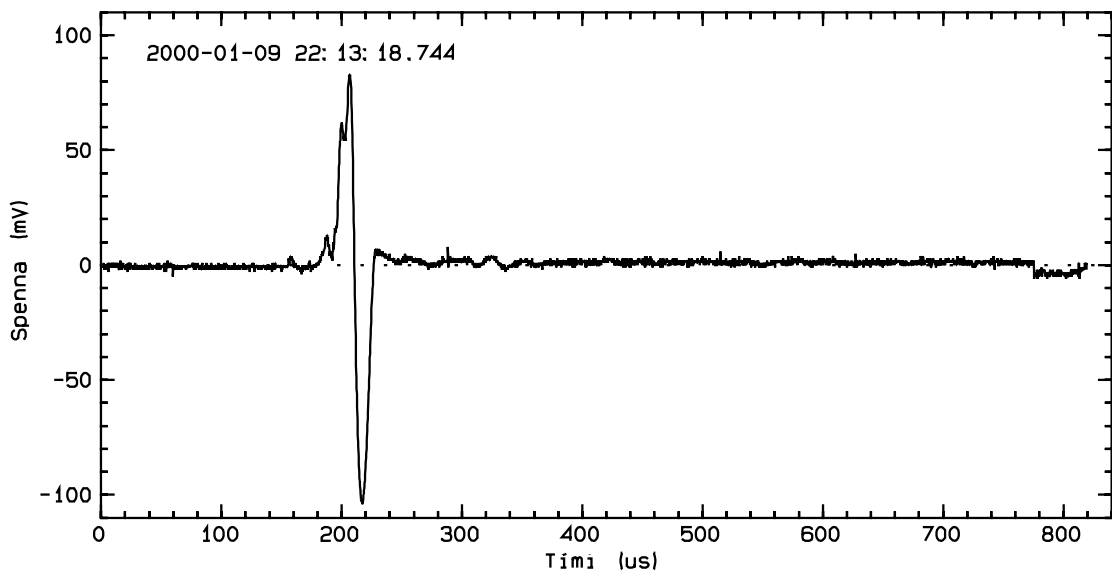
Rúmum tveim mínútum síðar kl. 21:49:46,743 varð þriðji atburðurinn og er sýndur á mynd 21. Hann ber öll merki hreinnar jákvæðrar eldingar sem hefur náð til jarðar. Rétt á eftir eldingunni koma tveir truflanasmellir. Á sama tíma kl. 21:49:46,71 mettaðist LLP stöðin í Reykjavík, en Ásgarður og Hnausar mældu þessa eldingu 2.7 km norðan við síðustu eldingu (63.6202°N, 22.0086°V). Athyglisvert er að ef eldingarnar kl. 21:48 og 21:50 voru á sama stað í þrumuskýinu, þá var meðalvindur sunnan 20 m/s, sem er ekki fjarri þeim vindi sem var á staðnum í 1500 m hæð. Stöðvarnar eru samstíga í að straumur sé aftur gífurlega hár, eða um +162 kA.





**Mynd 22.** Bylgjuform jákvæðrar eldingar 9. janúar 2000 kl. 21:56

Sex mínútum síðar kl. 21:55:48,433 varð fjórði atburðurinn og er sýndur á **mynd 22**. Hann ber öll merki hreinnar jákvæðrar eldingar sem hefur náð til jarðar. Á sama tíma kl. 21:55:48,41 mettaðist LLP stöðin í Reykjavík, en Hnausar mældu þessa jákvæðu eldingu í stefnu suðvestur sem er allt önnur stefna en í fyrri tvær eldingar. Styrkurinn á Hnausum er einungis tíundi hluti af fyrri eldingum, svo líklega er eldingin ekki eins kraftmikil og hinar fyrri tvær.



**Mynd 23.** Bylgjuform skýeldingar 9. janúar 2000 kl. 22:13

Sautján mínútum síðar kl. 22:13:18,744 varð síðasti atburðurinn og er sýndur á mynd 23. Hann ber merki ský-eldingar sem hefur ekki náð til jarðar, þar sem útslag er álíka í báðar áttir. Á sama tíma kl. 22:13:18,72 mettaðist LLP stöðin í Reykjavík, en aðrar stöðvar höfnuðu þessum atburði.

Athyglisvert er að LLP eldingastaðsetningakerfið skynjaði 13 samtímaatburði frá kl. 17:08 þ. 9. janúar til kl. 00:14 þ. 10. Af þessum 13 atburðum náðist að staðsetja 9 eldingar, þar af 8 innan 400 km hrings frá miðju landsins. Einungis 3 af 13 samtímaatburðum, eða 2 af 8 staðsettum eldingum voru skráð af bylgjuskráningarkerfinu. Hægt er að auka heimtur í bylgjuskráningarkerfinu með því að lækka þröskuldsgildi, en þá fjölgar líka truflanasmellum.

Það sem ég hef skoðað af sumarþrumuveðrum í bylgjuskráningarkerfinu bendir til þess að mjög mörg leiftur fylgi hverri eldingu. Hvert leiftur skráist sem sérstakur atburður, en oft eru einungis örfáar millisekúndur milli atburða. LLP kerfið hefur ekki skynjað þessa leiftrafjöld. Í vetrarþrumuveðrinu 9. janúar komu eldingarnar einungis með einu leiftri hver.

## VIÐAUKI

### **SAMÞYKKT GREIN Á ICLP 2000 RÁÐSTEFNUNA**

Þórður Arason, Eymundur Sigurðsson, Guðleifur M. Kristmundsson, Helga Jóhannsdóttir og Gísli Júlíusson 2000: Volcanogenic lightnings during a sub-glacial eruption in Iceland, *25th International Conference on Lightning Protection (ICLP 2000)*, 18.-22. september 2000, Rhodos, Grikklandi.

---

## VOLCANOGENIC LIGHTNINGS DURING A SUB-GLACIAL ERUPTION IN ICELAND

Pordur Arason (1), Eymundur Sigurdsson (2), Gudleifur M. Kristmundsson (3),  
Helga Johannsdottir (2), and Gisli Juliusson (2)

(1) Icelandic Meteorological Office, Reykjavik, Iceland

(2) National Power Company, Reykjavik, Iceland

(3) Reykjavik Energy, Reykjavik, Iceland

arason@vedur.is, eym@lv.is, gudleifur.kristmundsson@or.is, helga@lv.is, gisljil@isholf.is

**Abstract:** The Icelandic lightning location system detected several lightnings during the Grímsvötn volcanic eruption in December 1998. However, many were not registered due to the fact that the direction finders (DF) are expected to register only ground flashes. We expect that many of the flashes may have been too weak or seemed strange to the DF's. Furthermore, it is possible that our old DF-equipment is poorly tuned. From the lightning data that we gathered, it appears that the lightning current of these volcanogenic lightnings is considerably lower than in weather lightnings.

**Keywords:** Volcanogenic lightnings, Volcanic eruption, Grímsvötn caldera, Iceland

### 1. INTRODUCTION

The Grímsvötn caldera lies beneath the Vatnajökull-glacier in SE-Iceland (see Figure 1). The diameter of the caldera is about 10 km. The caldera is filled with geothermally melted ice, covered by a thick ice cap. The last volcanic eruption in Grímsvötn before 1998 was in 1983, although a near-by sub-glacial eruption occurred in 1996.

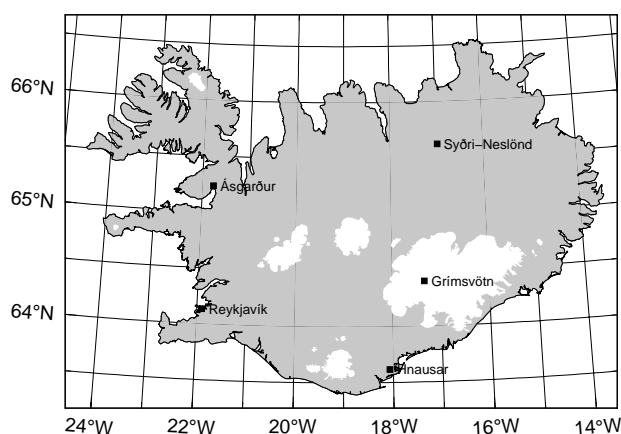
The eruption started on 18 December 1998 at 09:20 AM, on the southern caldera-rim (64°24'N, 17°20'W) where the ice was thought to be 50-100 m thick. The first days of the volcanic eruption were the most fierce and during that time the weather was calm with relatively clear skies. This allowed us to view the eruption and the frequent lightning flashes in its 10 km high column of ash and water vapor. These lightning flashes were visible even from Reykjavík (220 km), but in this time of year the time between sunrise and sunset is only about 4 hours. After a few days the eruption diminished, followed by single explosions between quiet periods. The eruption ended on 28 December 1998.

Measurements of the volcanic cloud during the Surtsey-island eruption in Iceland 1963-1967 indicated

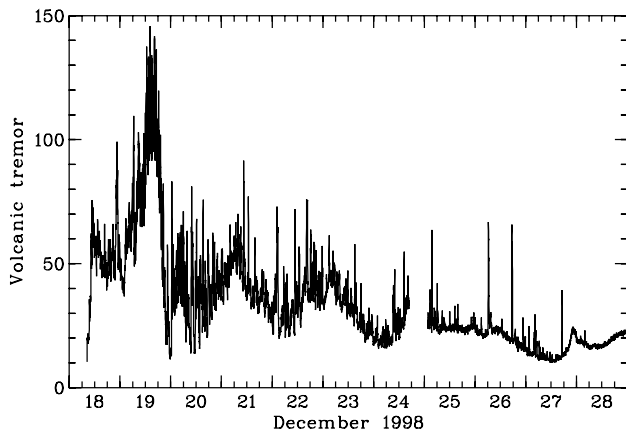
that the volcanic ash was negatively charged while the water vapor was positively charged [1, 2].

The interaction between water and magma is responsible for the charge separation. Some of the earliest experiments and demonstrations of electricity included splashing water on very hot surfaces or coals, which lead to a charge separation and positively charged steam [3, 4]. Experiments in connection with the Surtsey eruption, on charge separation due to interaction between water and hot lava indicated that saline water was more powerful in charge separation than pure water [1, 2]. These experiments also showed that water from the Grímsvötn caldera, splashed onto hot lava produced positively charged steam.

In this paper we report measurements of lightnings during the Grímsvötn 1998 eruption by the Icelandic lightning location system.



**Figure 1.** Location map of Iceland and the Grímsvötn caldera in the central part of Vatnajökull-glacier (glaciers are indicated by white). The locations of the four DF-stations are also shown.



**Figure 2.** Volcanic tremor as measured at a seismological station 53 km from Grímsvötn.

## 2. THE LIGHTNING LOCATION SYSTEM

The Icelandic lightning location system consists of four LLP-type DF 80-02 at Reykjavík (RE), Ásgarður (ÁS), Syðri-Neslönd (SN), and Hnausar (HN), (see Figure 1). The data acquisition is controlled by PC's. The lightning data is processed at the Icelandic Meteorological Office in Reykjavík. The location system was described at ICLP in Birmingham [5], and in a recent paper and a report [6, 7].

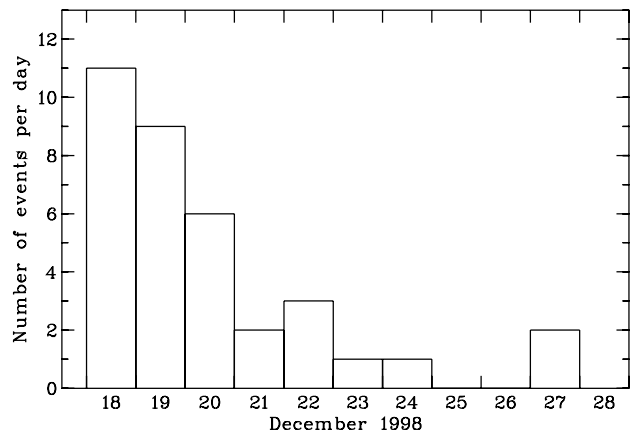
Additionally, we now have a Danish vertical E-field waveform recording system in Reykjavík [8, 9]. It enables us to study the waveforms accepted or rejected by our LLP system. Unfortunately, we did not have the E-field system installed until three weeks after the Grímsvötn 1998 eruption.

## 3. REGISTERED EVENTS

In Figure 2 we show intensity of the 0.5-1.0 Hz volcanic tremor measured at Kálfafell ( $63^{\circ}57'N$ ,  $17^{\circ}41'W$ ) about 53 km from Grímsvötn. This graph shows how the intensity of the eruption was greatest during the first two days and decreased after that.

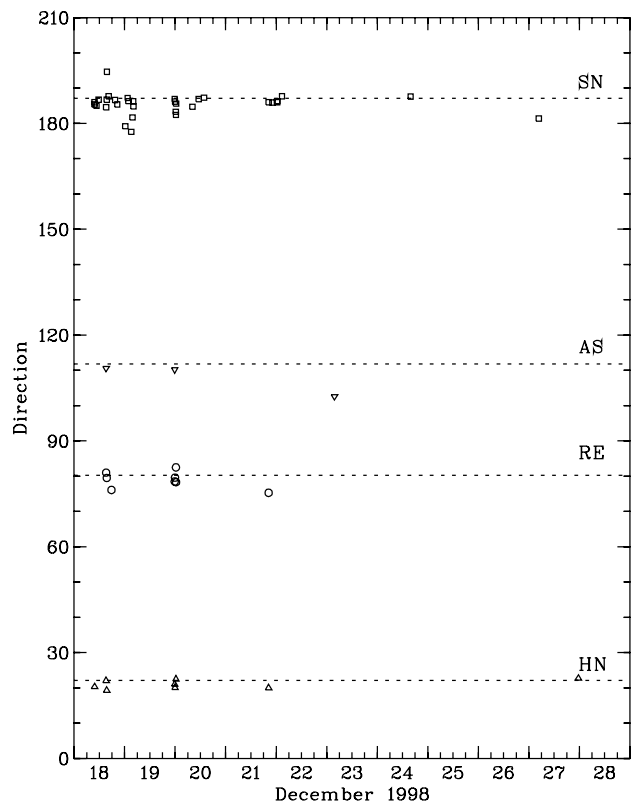
Eyewitness accounts described periods of intense lightning activity. During some of these periods the LLP-system registered no events. During the eruption the LLP-system registered 35 lightning events. The number of registered events per day are shown in Figure 3. The lightning activity decreases after the first day of the eruption and is very low after the third day.

Of the 35 events, 26 were only registered by a single DF-station, four events by two stations, three events by three stations and two events were registered simultaneously by all four DF-stations. This totals to 51 registrations. It is not clear whether the DF-stations are poorly tuned, most of the lightnings were of low intensity, or that these volcanogenic lightnings over a thick glacier did give the impression of cloud flashes and were rejected.

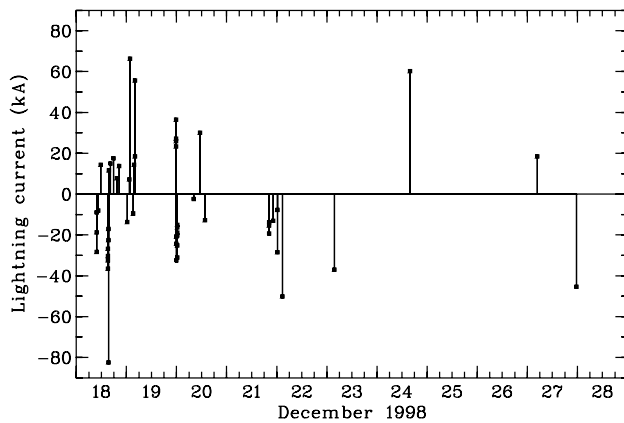


**Figure 3.** Number of registered lightning events per day by the LLP-system.

In Figure 4 we show the directions to lightnings as reported by the DF's. The true directions from the DF-stations to Grímsvötn are shown by dashed lines. There seems to be a good overall correspondence between observed and expected directions.



**Figure 4.** Observed directions at the four DF-stations during the eruption. Dashed lines indicate directions to Grímsvötn.



**Figure 5.** Estimated lightning current (kA) of the observed lightnings over Grímsvötn.

For the 51 registration at our DF-stations we calculated the lightning current assuming that locations of the lightnings were at Grímsvötn. The estimated current of the volcanic lightnings vs. time is shown in Figure 5. The geometric mean of the 33 negative and 18 positive polarity events are -20 and +21 kA, respectively. These numbers can be compared to the lightning current of located weather lightnings in Iceland in the area 60°-70°N and 0°-40°W for the whole year 1998. The geometric means of weather lightning currents are -47 and +71 kA for 64 negative and 173 positive lightnings, respectively. These means are lower than those for the first year of operation [5].

It is interesting to note the similarity in strength of the two polarities for the volcanogenic lightnings, as opposed to the significant difference between the polarities of weather lightnings. Furthermore, it appears that the volcanogenic lightnings have on average only about a third to a half of the strength of weather lightnings. It is not clear why these volcanogenic lightnings should have lower current. We can only speculate that the volcanic cloud with its high temperature high buoyancy steam mixed with fine grained ash has a higher conductivity than a normal colder pure ice and water cloud. Increased conductivity of the cloud column probably leads to lowering of the charges needed to initiate the lightning process.

#### 4. CONCLUSIONS

The Icelandic lightning location system registered a few of the lightnings associated with the Grímsvötn 1998 volcanic eruption. However, many lightnings were not registered.

It appears that the registered volcanogenic lightnings have lower current than regular weather lightnings.

While finishing this paper, another volcanic eruption started in Mount Hekla (64°00'N, 19°41'W) on 26 February 2000. The LLP lightning location system and also the E-field waveform system have recorded some lightnings in this Hekla 2000 eruption.

#### Acknowledgements

We would like to thank Páll Halldórsson at the Icelandic Meteorological Office for access to the seismological data.

#### 5. REFERENCES

- [1] Björnsson, S., D. C. Blanchard, and A. T. Spencer, "Charge generation due to contact of saline waters with molten lava", *J. Geophys. Res.*, vol. 72, pp. 1311-1323, 1967
- [2] Anderson, R., S. Björnsson, D. C. Blanchard, S. Gathman, J. Hughes, S. Jónasson, C. B. Moore, H. J. Survilas, and B. Vonnegut, "Electricity in volcanic clouds", *Science*, 148, pp. 1179-1189, 1965
- [3] Volta, A., "Of the method of rendering very sensible the weakest natural or artificial electricity", *Phil. Trans.*, vol. 72, pp. 7-33, 1782
- [4] Faraday, M., *Phil. Trans.*, vol. 143, pp. 17, 1843
- [5] Arason, P., "Initial results of the Icelandic lightning location system", *Proceedings of the 24th International Conference on Lightning Protection*, pp. 241-244, Birmingham, 1998
- [6] Kristmundsson, G. M., and P. Arason, "Mælingar og skráning á niðurslætti eldinga til jarðar", *Yearbook Eng. Assoc. Iceland* (in Icelandic), Reykjavík, pp. 337-344, 1998
- [7] Working Group on Lightning Research in Iceland, "Mælingar og skráning á niðurslætti eldinga til jarðar á Íslandi", *Annual report* (in Icelandic), Reykjavík, 48 p., April 1999
- [8] Brask, M. H., and T. Sørensen, "Correlation between the electric field emitted from winter flashes and the Danish LLP-system", *Proceedings of the 22nd International Conference on Lightning Protection*, Budapest, 1994
- [9] Brask, M. H., and T. Sørensen, "Inter-stroke time in lightning ground flashes", *Proceedings of the 23rd International Conference on Lightning Protection*, pp. 129-132, Firenze, 1996