

Flugmálastjórn

Landssími Íslands hf

Landsvirkjun

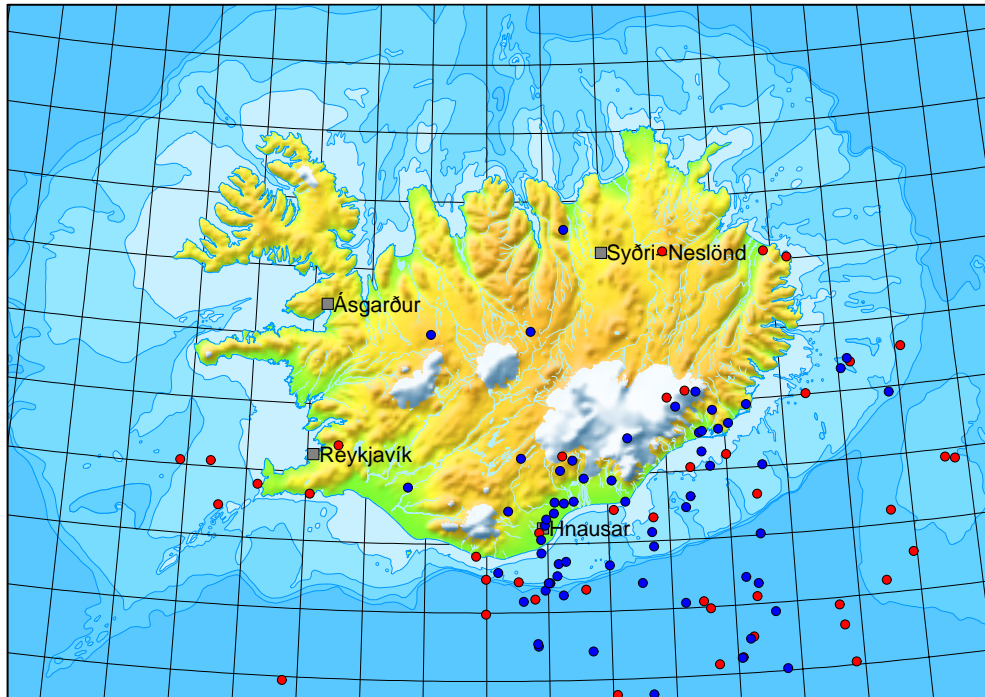
Löggildingarstofa

Rafmagnsveita Reykjavíkur

Rafmagnsveitur ríkisins

Samband íslenskra tryggingafélaga

Veðurstofa Íslands



Uppsetning á búnaði til mælinga og skráningar á niðurslætti eldinga til jarðar á Íslandi

Áfangaskýrsla

Samstarfsnefnd um rannsóknir á eldingum

Apríl 1998

Efnisyfirlit

I. TILRAUNAVERKEFNIÐ

Inngangur	4
Samstarfssamningur.....	5
Mælikerfið.....	5
Gangur verksins	7
Mælingar á eldingum	8
14.-15. nóvember 1996.....	8
13.-14. janúar 1997.....	9
8. mars 1997.....	9
31. mars - 1. apríl 1997.....	9
Júní 1997.....	10
11.-12. júlí 1997.....	10
6.-7. ágúst 1997.....	10
15.-16. nóvember 1997.....	11
11.-12. desember 1997.....	12
Janúar 1998.....	12
5.-6. febrúar 1998.....	12
16.-17. mars 1998.....	13
Leiðréttingar á mæligögnum, staðsetning eldinga og ákvörðun á straumstyrk.....	32
Næstu skref	43
Viðauki 1: Uppsetning eldinganema á Íslandi	44
Viðauki 2: Mælingar á eldingum; reynslan fyrsta veturinn og næstu skref.	48

II. FORSAGA

Upphaf málsins.....	52
Nýtt þrumudagakort Veðurstofu Íslands.....	52
Stofnun vinnuhóps	53
Samstarf við Danmarks Tekniske Højskole	54
Nýr vinnuhópur	55

I. TILRAUNAVERKEFNIÐ

INNGANGUR

Þekking okkar á eldingum, tíðni þeirra og hegðun hér á landi er mun minni en þekking okkar á ýmsum öðrum þáttum íslenskrar veðráttu. Þetta er í sjálfu sér eðlilegt því eldingaveður eru hér tiltölulega fátíð. Þrátt fyrir ýmis konar skaða sem hlotist hefur af niðurslætti eldinga hefur rannsóknum á þessu veðurfyribæri lengst af verið lítið sinnt. Þær rannsóknir sem gerðar hafa verið fram til þessa byggjast á athugunum Veðurstofu Íslands og hafa niðurstöður þeirra m.a. birst í formi þrumudagakorta, en þrumudagar eru taldir þeir dagar sem þrumur hafa heyrst eða eldingar sést á viðkomandi veðurstöð. Hins vegar er það tilviljun háð hvort eldingum slær niður í grennd við veðurathugunarstöðvar og því hending hvort athugunarmenn, sem einnig sinna öðrum störfum, eru í aðstöðu til að greina eldingar. Því er almennt álitíð að tíðni eldinga á Íslandi hafi verið vanmetin.

Í alþjóðlegum fagritum um raforkumál hafa birst greinar sem fjalla um líkur á niðurslætti eldinga í raflínur og truflanir af þeim sökum, ásamt kortum sem sýna áætlaða tíðni eldinga á mismunandi svæðum jarðarinnar. Samkvæmt þessum gögnum er gert ráð fyrir einum þrumudegi á ári á Íslandi að jafnaði. Þessar upplýsingar verður þó að túlka með varúð enda hafa beinar mælingar ekki verið gerðar á niðurslætti eldinga til jarðar nema á tiltölulega afmörkuðum svæðum. Á síðustu árum hefur þekking manna þó aukist til muna eftir að athuganir á eldingum hófust með hjálp gervitungla.

Árið 1990 lét Veðurstofa Íslands gera þrumudagakort af landinu að beiðni Landsvirkjunar. Það byggist á talningu þrumudaga á 40 ára tímabili, þ.e. 1950-1989, á athugunarstöðvum Veðurstofunnar. Þetta kort sýnir að þrumudagar hér á landi eru líklega heldur fleiri að jafnaði en áður hafði verið talið. Jafnframt sést að stór svæði landsins eru laus við eldingar að því er virðist. Líklegra er þó að gloppur séu í kortinu á svæðum þar sem reglulegar veðurathuganir hafa ekki farið fram.

Upplýsingar um tíðni eldinga á tilteknum svæðum eru gagnlegar fyrir ýmsa aðila ekki síst rafveitur, fjarskiptafyrirtæki og flugmálayfirvöld. Nákvæmar mælingar á tíðni, dreifingu og styrk eldinga hafa einnig vísindalegt gildi m.a. fyrir Veðurstofu Íslands. Í þessari skýrslu er greint frá uppsetningu á búnaði til mælinga og skráningar á niðurslætti eldinga til jarðar hér á landi í samvinnu nokkurra fyrirtækja. Á þeim stutta tíma sem þessar mælingar hafa staðið yfir hefur komið í ljós að tíðni eldinga á Íslandi hefur verið vanmetin. Nú þegar liggja fyrir upplýsingar sem sýna að á mörgum svæðum landsins er fjöldi þrumudaga mun fleiri en áður var talið.

SAMSTARFSSAMNINGUR

Þann 30. ágúst 1996 undirrituðu átta fyrirtæki samstarfssamning um mælingar á eldingum og rannsóknir þeim tengdum. Þessi fyrirtæki voru: Flugmálastjórn, Landsvirkjun, Póstur og sími (nú Landssími Íslands hf), Rafmagnseftirlit ríkisins (nú Löggildingarstofa), Rafmagnsveita Reykjavíkur, Rafmagnsveitur ríkisins, Samband íslenskra tryggingarféлага og Veðurstofa Íslands.

Megininntak samningsins, sem er til þriggja ára, er öflun búnaðar til mælinga á niðurslætti eldinga til jarðar og rekstur þess búnaðar ásamt skráningu á mælingum og túlkun á niðurstöðum. Að samningstíma liðnum munu fyrirtækin taka afstöðu til þess hvort framhald verður á þessu starfi á grundvelli þeirra upplýsinga sem þá munu liggja fyrir.

Í samningnum er gert ráð fyrir verkaskiptingu milli aðila á þann hátt að Veðurstofan mun annast geymslu og úrvinnslu gagna úr kerfinu en Póstur og sími sjá um að útvega nauðsynleg fjarskiptasambönd til gagnaflutnings milli mælistöðva kerfisins og móðurstöðvarinnar. Samkomulag er um að Veðurstofan hýsi móðurstöðina og annast daglegan rekstur kerfisins. Einnig var samþykkt að Landsvirkjun hefði umsjón með bókhaldi fyrir verkefnið.

Hver hinna átta aðila á einn fulltrúa í verkefnisráði, sem kýs þriggja manna stjórn úr sínum hópi til eins árs í senn. Stjórnin hefur yfirumsjón með rannsóknarverkefninu en hana skipa nú: Gísli Júlíusson, Landsvirkjun, formaður, Guðleifur M. Kristmundsson, Rafmagnsveitu Reykjavíkur og Þórður Arason, Veðurstofu Íslands.

MÆLIKERFIÐ

Keypt voru notuð tæki frá Noregi en þau höfðu verið þar í notkun í nokkur ár. Búnaðurinn er því ekki sambærilegur við hliðstæð tæki af nýjustu gerð, hvorki hvað varðar mælinákvæmni, skilvirkni né áreiðanleika. Norskur sérfræðingur kom hingað til lands og sá um uppsetningu tækjanna í október 1996.

Meginhlutar mælikerfisins eru móðurstöð og fjórar mælistöðvar og er lega stöðvanna sýnd á **mynd 1**. Móðurstöðin er í húsi Veðurstofunnar við Bústaðaveg í Reykjavík. Mælistöðvarnar eru við Ásgarð í Dölum, á Syðri-Neslöndum við Mývatn og á Hnausum við Kirkjubæjarklaustur. Fjórða stöðin var sett upp við Lækjarbakka í Gaulverjabæjarhreppi til að byrja með en ákveðið var að flytja hana til Reykjavíkur þar sem talið var heppilegt að hafa eina mælistöð aðgengilega á meðan unnið væri að gangsetningu kerfisins. Þessi stöð er nú í húsi Veðurstofu Íslands.

Mælingar byggjast á því að nema aðgreind merki frá segulsviði (B) og rafsviði (E) vegna niðursláttar eldingar og eru tvenns konar loftnet notuð í hverri mælistöð í þessum tilgangi. B-loftnetið er gert úr tveim lokuðum lykkjum sem mynda rétt horn. Það mælir styrk eldingar og stefnu í átt til þess staðar þar sem niðursláttur verður. Staðarákvörðunin er fengin með skurðpunkti stefnumælinga frá a.m.k. tveim mælistöðvum. Nákvæmari niðurstöðu má fá ef samtímamælingar eru frá þrem eða fleiri stöðvum. Þegar staðarákvörðun liggur fyrir má reikna fjarlægðir til mælistöðvanna og með hjálp mælingar á styrk eldingarinnar er hægt að áætla straumstyrkinn í amperum. B-loftnetið mælir einnig bylgjuformið en það er notað til að skera úr um hvort hið mælda sé í raun elding eða eitthvert annað rafsegulfyrirbæri. E-loftnetið er samsett úr tveim samsíða ferningslaga málmplötum. Megintilgangur þess er að ákvarða pólun eldingarinnar en það gefur einnig upplýsingar um bylgjuformið.

Gagnaflutningur milli mælistöðvanna og móðurstöðvar fer fram eftir tveim leiðum. Annars vegar eru fastar símalínur sem beintengdar eru frá móðurstöð til hvarrar mælistöðvar. Hins vegar eru notaðar upphringilínur. Þannig er hægt að hringja í PC-tölvu sem safnar gögnum við hverja mælistöð.

Ítarlega lýsingu á uppsetningu mælikerfisins er að finna í **viðauka 1**, sem er greinargerð Veðurstofu Íslands, "Uppsetning eldinganema á Íslandi", frá október 1996.

GANGUR VERKSINS

Nokkuð er liðið á annað árið í þessu þriggja ára tilraunaverkefni og hefur gengið fremur treglega að koma kerfinu í fullvirkt ástand. Ýmis konar gallar og bilanir sýndu sig fljótlega í mælistöðvunum en því var oftast auðvelt að kippa í liðinn. Nokkur óvissa hefur einnig verið um réttar stillingar þeirra en stöðvarnar hafa reynst ólíkar innbyrðis og gjarna haft hver sín séreinkenni í hegðun gagnvart móðurstöðinni. Gera má ráð fyrir að með aukinni reynslu og fleiri mælingum megi smám saman finna skýringar á þessu. Að lokum hafa ýmsir byrjunarörðugleikar hrjáð fjarskiptasamböndin og á það bæði við um símalínur og mótöld. Þessi vandamál hafa smám saman verið að leysast en eru þó ekki úr sögunni.

Allar fjórar mælistöðvar kerfisins eru tengdar við móðurstöð eftir tveim leiðum eins og nefnt var hér að framan. Samband um fastar símalínur hefur verið í gangi við allar stöðvar nema Ásgarð, sem tengd verður beinlínu innan tíðar. Upphringileiðin hefur verið virk og hefur veitt aðgang að PC-tölvum allra mælistöðva. Áhersla hefur verið lögð á að fá sem mesta reynslu af notkun upphringilína þar sem ljóst er að sú aðferð er ódýrari en notkun fastra símalína verði framhald á verkefninu að tilraunátíma loknum.

Ítarlegri upplýsingar um gang verksins fyrsta árið er að finna í skýrslu Veðurstofunnar “Mælingar á eldingum; reynslan fyrsta veturinn og næstu skref” frá apríl 1997, sem birt er í **viðauka 2**. Þar er einnig að finna niðurstöður fyrstu mælinga úr kerfinu.

MÆLINGAR Á ELDINGUM

Á þeim stutta tíma sem mælikerfið hefur verið í gangi hefur það skilað upplýsingum um allmörg eldingaveður. Að vísu var kerfið nokkuð vanbúið til mælinga framan af eins og áður var vikið að. Upplýsingar um einstök veður eru því í sumum tilvikum byggðar á mælingum frá aðeins einni eða tveim mælistöðvum. Þetta hefur þó smám saman verið að lagast. Af þeim gögnum sem þegar liggja fyrir má draga þá ályktun að tíðni eldinga og eldingaveðra hér á landi sé mun meiri en talið hefur verið fram að þessu.

Hér á eftir er gerð grein fyrir þeim eldingaveðrum sem kerfið hefur náð að mæla frá því í nóvember 1996 og fram að þessu, samkvæmt mælingum frá einni eða fleiri mælistöðvum. Jafnframt er greint frá þeim niðurstöðum sem fengist hafa í hverju tilviki. Niðurstöðurnar endurspeglast af ástandi kerfisins hverju sinni og eru því misjafnar að gæðum og áreiðanleika. Þó mætti ætla að árangurinn hafi farið batnandi eftir því sem fleiri stöðvar hafa orðið virkar. Enn er þó of snemmt að fullyrða nokkuð um nákvæmni eða skilvirkni kerfisins. Mun fleiri mælingar þarf til að leiðrétta ýmsar villur sem m.a. eru háðar legu og næsta umhverfi mælistöðvanna.

14.-15. nóvember 1996

Veðrið gekk yfir suðvestan- og vestanvert landið og stóð yfir frá því skömmu eftir hádegi þ. 14. og þar til laust fyrir miðnætti þ. 15. Lækjarbakki í Gaulverjabæjarhreppi var eina mælistöðin sem nam einhver merki og eru niðurstöðurnar sýndar á **mynd 2**. Þar sem aðeins ein stöð skilaði mælingum var ekki hægt að reikna staðsetningar. Einnig kom í ljós að stefnumælingar frá þessari einu stöð voru undarlegar þar sem flestar mælingarnar röðuðu sér á höfuðáttir út frá stöðinni, aðallega suður og austur eins og sést á efri hluta myndarinnar. Allmörg merki voru numin og nokkuð samfellt á þessu tímabili, sem var tæplega einn og hálfur sólarhringur. Að því er virðist var um álíka margar jákvæðar og neikvæðar eldingar að ræða en styrkurinn (LLP styrkur) var mjög misjafn sem sjá má á neðri hluta myndarinnar. Ekki var hægt að reikna straumstyrkinn í amperum þar sem aðeins ein stöð mældi.

13.-14. janúar 1997

Veðrið gekk yfir Suðurland og stóð yfir frá því um kl. 6:00 þ. 13. til um kl. 18:00 þ. 14. Mest var virknin kl. 4:00-12:00 þ. 14. Þetta eldingaveður mældist eingöngu á Lækjarbakka og eru niðurstöður sýndar á **mynd 3**. Sama vandamál var sem fyrr varðandi stefnur að þær röðuðu sér á höfuðáttir, mest í suður en einnig í austur og vestur sbr. efri hluta myndar. Nokkuð virðist vera meira um jákvæðar eldingar í þessu veðri en 14.-15. nóvember eins og neðri hluti myndar sýnir. Tjón á búnaði varð nokkuð í þessu veðri, m.a. í jarðskjálftastöð Veðurstofunnar í Bláfjöllum og einnig biluðu spennar hjá Rarik á Suðurlandi.

8. mars 1997

Veðrið gekk yfir vestanvert landið og stóð yfir kl. 8:00 - 21:00. Að þessu sinni voru skráðar eldingar frá tveim mælistöðvum. Eins og áður komu mælingar frá Lækjarbakka en nú einnig frá Ásgarði í Dölum. Mjög áhugaverðar mælingar komu frá Ásgarði og eru það líklega fyrstu marktæku stefnumælingarnar í kerfinu. Stöðin virðist sýna nokkuð réttar stefnur miðað við upplýsingar sjónarvotta um það hvernig veðrið gekk yfir landið. Einnig mælast frá stöðinni eldingar úr tveim mismunandi áttum á sama tíma. Þetta má sjá á **mynd 4** ásamt styrk og pólun eldinga.

Stöðin í Ásgarði var sett upp í lok febrúar 1997 og tók strax til við að mæla eldingar. Stöðin skilaði frá sér mælingum af og til fram að þessu veðri, þ.e. 8. mars, og einnig næstu daga á eftir. Stefnumælingar í Lækjarbakka liggja enn í höfuðáttum í þessu veðri og er ekki á þær að treysta.

Grundvöllur hefði átt að vera fyrir því í fyrsta sinn þegar hér var komið sögu að skrá samtímaatburði og staðsetja þannig niðurslátt eldinga en með samtímaatburði er hér átt við niðurslátt eldingar sem mælist samtímis frá tveim eða fleiri stöðvum. Svo varð þó ekki, bæði vegna ótraustra stefnumælinga frá Lækjarbakka en einnig vegna skekkju í klukku móðurstöðvarinnar.

31. mars - 1. apríl 1997

Mælingar frá þessu veðri eru eingöngu frá Ásgarði í Dölum og ná yfir u.p.b. sólarhring. Stefnan virðist í meginatriðum vera í suðlægar áttir frá Ásgarði sbr. **mynd 5**. Einhverjir sjónarvottar muna hafa verið að niðurslætti eldinga.

Júní 1997

Lítið mældist af eldingum í júnímánuði 1997 en nú næst í fyrsta sinn árangur í að skrá samtímaatburði. Í þessu tilviki voru tveir samtímaatburðir staðfestir af mælistöðvum í Reykjavík og Ásgarði í Dölum 22. og 23. júní. Þessar eldingar eru báðar inn til landsins, önnur í SV frá Vatnajökli, hin norðan við Langjökul eins og sýnt er á **mynd 6**. Þar sem samtímamælingar eru frá tveim stöðvum er nú einnig í fyrsta sinn hægt að reikna straumstyrk eldinganna í amperum.

Á þessum tíma hafði mælistöðin á Lækjarbakka í Gaulverjabæjarhreppi verið tekin niður sett upp í húsi Veðurstofu Íslands við Bústaðarveg í Reykjavík.

Í næsta kafla er tekið saman yfirlit yfir allar skráðar eldingar á tímabilinu frá júní 1997 til apríl 1998 ásamt fyrstu niðurstöðum útreikninga á stefnuleiðréttingum.

11.-12. júlí 1997

Eldingaveður voru ekki tíð í júlí 1997 en nokkuð snarpt veður gekk þó yfir dagana 11. og 12. júlí og nokkrar mælingar komu einnig í lok mánaðarins eins og sést á **mynd 7**.

Eldingaveður gekk yfir Höfn í Hornafirði og nágrenni 11.-12. júlí. Því má skipta í tvær hryðjur sem stóðu yfir milli kl. 15:00 og 19:00 þ. 11. og frá kl. 22:00 þ. 11. til kl. 01:00 þ. 12. Mikill fjöldi eldinga er skráður í þessu veðri, bæði í Reykjavík og í Ásgarði í Dölum. Samtals eru skráðir 44 samtímaatburðir frá þessum tveim stöðvum og er það sýnt á **mynd 8**. Heildarfjöldi mælinga frá Ásgarði er þó mun meiri eða sem nemur töluvert á annað hundrað eldingum.

Í þessu eldingaveðri var nokkuð um útleysingar á raflínum einkum á aðveitustöðinni á Hólum á tímabilinu kl. 23:00 - 00:00 þ. 11. júlí. Einnig urðu truflanir á símaþjónustu. Þá var í DV þ. 14.7. sagt frá "gjörningaveðri og margvíslegum skemmdum á Hornafirði." Meðal annars er sagt frá því að við bæinn Árnes hafi myndast hola í túnið, einn og hálfur metri á dýpt, og átta minni holur hafi myndast í kring um hana.

6.-7. ágúst 1997

Fjórir samtímaatburðir eru skráðir í ágúst 1997, tvær eldingar um miðjan mánuðinn og aðrar tvær seint í mánuðinum eins og sést á **mynd 9**. Aðeins tvær þessara eldinga lenda þó innan þeirra marka sem kortið sýnir.

Eldingaveður gekk yfir Suðurland 6.-7. ágúst. Reykjavíkurstöðin var óvirk á þessum tíma og eru mælingar úr þessu veðri eingöngu frá Ásgarði og eru sýndar á **mynd 10**.

Truflanir urðu allnokkrar á raforkukerfinu á Suðurlandi, einkum útleysingar á raflínum, en einnig varð tjón á tveim dreifispennum. Rafmagnslaust varð víða í Árnes- og

Rangárvallasýslum. Eftirfarandi glefsa úr frétt sem birtist í Morgunblaðinu 9. ágúst er hér tilfærð til gamans: “Laust fyrir klukkan eitt eftir miðnætti (þ. 7.) byrjaði þrumugnýr og ljósgangur mikill. Var greinilegt að loftið var hlaðið rafmagni því smellir heyrðust úr rafmagnstenglum í öflugustu þrumum. ... Í einu tilviki byrjuðu hljómflutningstæki að hljóma með látum um miðja nótt, heimilisfólki til mikillar undrunar. Var þá straumur á geislaspilara og virðist sem ein skruggan hafi sett hann af stað og æðri máttarvöld viljað tónlist.” Ekki fylgdi sögunni um hvaða tónlist var að ræða.

15.-16. nóvember 1997

Nokkuð var um eldingar um miðbik nóvembermánaðar eins og **mynd 11** sýnir. Meginveðrið kom af hafi úr suðri inn yfir ströndina í Álftaverum og Meðallandi þ. 15. nóvember. Á tæpri klukkustund eða á tímabilinu kl. 13:57-14:54 staðsetti móðurstöðin 10 eldingar eins og sést á **mynd 12**.

Í þessu veðri eru í fyrsta sinn mældir samtímaatburðir frá fleiri en tveim mælistöðvum þar sem mælingar bárust jöfnum höndum frá Reykjavík, Hnausum við Kirkjubæjarklaustur og Syðri-Neslöndum við Mývatn. Þessar stöðvar sendu allar inn mælingar til móðurstöðvarinnar um fastar símalínur og er þetta því einnig í fyrsta sinn sem tölva móðurstöðvarinnar reiknar út staðsetningar eldinga beint út frá mótteknum mælingum. Auk þess er þetta í fyrsta sinn sem nothæfar mælingar berast frá Hnausum og Syðri-Neslöndum. Mælistöðin í Ásgarði í Dölum skráði eldingar á sama tímabili en sú stöð var ekki í fastlínusambandi við móðurstöðina. Mælingarnar frá Ásgarði eru því sóttar um upphringilínu eins og áður.

Eldingaveðrið kom úr suðri yfir Álftaver og Meðalland og fór nánast beint yfir mælistöðina að Hnausum. Stöðin hætti sendingum á meðan veðrið gekk yfir en í ljós kom að eldingar voru skráðar áfram inn á PC-tölvuna. Þær voru sóttar í gegn um upphringilínuna þegar veðrið var gengið niður.

Notagildi kerfisins til viðvörðunar virðist koma vel í ljós í þessu tilviki því u.þ.b. 30 mínútur liðu frá því að fyrstu merki um eldingar bárust þar til veðrið gekk inn yfir land. Þetta væri í sjálfu sér nægur tími til einhvers viðbúnaðar ef rekstraraðilum raforkukerfisins þætti tilefni vera til þess. Gert er ráð fyrir að þetta megi koma að notum í framtíðinni með birtingu rauntímaupplýsinga, t.d. í stjórnstöð Landsvirkjunar.

11.-12. desember 1997

Eldingaverður voru nokkuð tíð í þessum mánuði og nokkrir samtímaatburðir voru skráðir af móðurstöðinni samkvæmt mælingum frá Reykjavík, Hnausum við Kirkjubæjarklaustur og Ásgarði í Dölum sbr. **mynd 13**. Þann 11. voru 4 eldingar skráðar kl. 11:34-17:22, þ.

12. voru 16 eldingar skráðar kl. 02:12-10:29, þ. 14. tvær og þ. 17. ein elding. Flestar voru þessar eldingar í hafi SA af landinu en meginveðrið varð dagana 11. og 12. desember og eru mælingar frá því veðri sýndar á **mynd 14**.

Athyglisverðasti atburðurinn varð 11. desember kl. 17:22. Þessi elding sást frá Reykjavík, Hnausum og Ásgarði og var reiknuð staðsetning 64,20°N og 21,58°V en sá staður er í Mosfellsdal. Áætlaður straumstyrkur er 110 kA og er þessi elding jákvæð. Á sama tíma sló út rafínunni Korpa 2, sem liggur um þetta svæði, og reyndust þrjár staurar skemmdir. Miðstaurinn (nr. 71 í línunni) var nokkru síðar staðsettur með GPS-mælingu og reyndist vera á 64,16878°N og 21,39427°V. Þetta er í fyrsta sinn sem mældur samtímaatburður er staðfestur af ummerkjum á vettvangi og nákvæmri staðsetningu með GPS-tækjum. Ekki má þó draga of sterkar ályktanir af þessu um nákvæmni kerfisins, til þess þarf mun fleiri staðfestar mælingar. Slíkar mælingar munu væntanlega gera nauðsynlegar stefnuleiðréttingar á merkjum frá loftnetum útstöðvanna mögulegar í framtíðinni. Á sama hátt verður að taka með nokkurri varúð straumstyrknum 110 kA, sem mældist í þessari eldingu, enda þótt mælistöðvum beri allvel saman. Fleiri mælingar þarf til að meta nákvæmni straummælinganna sem byggja m.a. á reiknaðri fjarlægð milli viðkomandi mælistöðvar og þess staðar þar sem eldingunni slær niður.

Janúar 1998

Mælikerfið greindi nokkuð tíð merki frá eldingum einkum framan af janúarmánuði eins og sést á **mynd 15**. Flestar eru þessar eldingar þó nokkuð langt úti í hafi S og SV af landinu.

5.-6. febrúar 1998

Mælingar frá eldingaveðrum í febrúar 1998 eru sýndar á **mynd 16**. Dagana 5. og 6. febrúar gekk eldingaveður yfir SA-land og mældust um 20 samtímaatburðir á tímabilinu frá um kl. 13:00 þ. 5. til um kl. 06:00 þ. 6. Þessar eldingar mældust frá Reykjavík, Ásgarði og Hnausum. Á **mynd 17** sést að eldingarnar eru nokkuð strjálar og þekja stórt svæði en gera má ráð fyrir að um mun fleiri eldingar hafi verið að ræða en þær sem samtímamældust.

16.-17. mars 1998

Nokkuð snörp eldingahryðja mældist um miðjan mánuðinn en mælingar frá eldingaveðrum í mars 1998 eru sýndar á **mynd 18**. Meginveðrið gekk yfir dagana 16. og 17. mars og mældust þá 73 eldingar á 9 klst. eins og sést á **mynd 19**. Þessar eldingar

eru allar í hafi SA af landinu. Athygli vekur að eingöngu mælast jákvæðar eldingar í þessu veðri.

LEIÐRÉTTINGAR Á MÆLIGÖGNUM, STAÐSETNING ELDINGA OG ÁKVÖRÐUN Á STRAUMSTYRK

Til að hægt sé að staðsetja eldingu þarf fyrst að ákvarða hvort gögn á a.m.k. tveimur stöðvum hafi mælst samtímis. Á mælistöðvum eru gögn skráð í PC-tölvu og ennfremur dagsetning og tími PC-tölvunnar upp á millisekúndu. Klukka tölvunnar nær þó að flýta sér eða seinka og eftir nokkurn tíma eru klukkurnar á stöðvunum allar orðnar mismunandi, sem nemur oft 10-100 sekúndum. Til að ráða bót á þessu er hringitölva á Veðurstofu sem athugar klukku á stöðvunum á sjálfvirkan hátt í hvert sinn sem náð er í gögn. Náð er í gögn á 3 klst fresti og bendir allt til þess að klukkuskrið á svo stuttum tíma sé með jöfnum hraða. Því er hægt að leiðrétta klukku gagnanna um leið og gögnin koma á Veðurstofu. Þegar reynt er að velja saman samtímaatburði er fyrst leyft 1 s misræmi í tímasetningu, en í ljós hefur komið að misræmið er langoftast minna en 30 ms og oft minna en 5 ms.

Það er þekkt vandamál að truflanir í kringum mælistöð geta skekkt mældar stefnur. Voru því sérstaklega skoðaðar þær eldingar þar sem þrjár (71 elding) eða fjórar (19 eldingar) stöðvar tóku þátt í að ákvarða staðsetningu.

Notuð var aðferð minnstu kvaðrata á mældum NS og AV hluta einingarvektors stefnu á hverri stöð, til að finna eina staðsetningu eldingar þó stefnur frá stöðvum væru ekki alveg samrýmanlegar. Notuð var kúlupríhyrningafræði til að lýsa sambandi milli staðsetningar eldingar og reiknaðrar stefnu og lausn minnstu kvaðrata fundin með upprunagreiningu á þessu ólínulega jöfnuhneppi.

Síðan var reiknuð stefna frá hverri stöð að eldingunni borin saman við mælda stefnu. Mismuninn köllum við stefnuskekkju (reiknað-mælt). Á **mynd 20** og **mynd 21** má sjá stefnuskekkju fyrir allar stöðvarnar miðað við mældar stefnur og eru eldingar staðsettar af fjórum stöðvum sýndar með fylltum deplum. Með ítrekun var búið til stefnuleiðréttingarfall, gögn leiðrétt, og eldingar staðsettar aftur. Þetta var endurtekið um 10 sinnum uns leiðréttingarföllin á **mynd 22** voru fundin. Þessi leiðréttingarföll voru síðan notuð við að staðsetja allar eldingarnar.

Á **mynd 23** má sjá árangur stefnuleiðréttinganna. Eftir stefnuleiðréttingu eru staðalfrávik stefnuskekkja innan við 0.5°. Frávik skekkjanna hefur lækkað um 70%.

Frá júníbyrjun 1997 fram í miðjan apríl 1998 hafa mælst 470 samtímaatburðir. Næst þarf að líta á mældar stefnur og sjá hvort þær mynda skurðpunkt nægilega nálægt Íslandi. Í nokkrum tilfellum er elding einungis skráð af tveimur stöðvum og önnur stöðin fer í mettun, vegna nálægðar eldingarinnar. Staðsetning slíkra eldinga verður mjög óviss.

Slíkar eldingar eru ekki notaðar í þessari athugun. Við þetta fækkar mögulegum eldingum niður í 449.

Ef elding sem þó er mæld er mjög langt í burtu verður mælistefna frá tveim stöðvum nær samsíða. Þetta getur einnig skeð ef elding er í beinni línu milli stöðva. Þá þarf ekki mikið suð eða skekkju í mælinguna til að lausn finnist ekki eða lendi í öðrum heimshluta. Miðað hefur verið við að ef lausn er sunnar en 40°N eða vestar en 90°V, eða austar en 90°A, þá sé hreinlega ekki til lausn. Við þessa reikninga fækkar mögulegum eldingum niður í 300.

Eldingar sem eru mjög langt frá landinu eru í eðli sínu mjög illa ákvarðaðar. Því var valið að skoða sérstaklega þær eldingar sem lenda fyrir norðan 60°N. Þá fækkar eldingum niður í 221.

Farið var yfir allar staðsetningar þessara eldinga og athugað sérstaklega hvort samræmi væri bæði milli stefnu og styrks frá stöðvunum. Við þetta fækkaði eldingum niður í 216 vel ákvarðaðar staðsetningar, þar sem fullt samræmi væri bæði á stefnum og pólun milli mælistöðva.

Í ljós kom að örlítill meðalmunur var á styrk milli stöðva og var sá munur jafnaður út miðað við Reykjavíkurstöðina, en hún var valin í prófunum sem besta tækið. Reykjavíkurstöðin sýnir að jafnaði hæstan styrk. Ef Reykjavíkurstöðin er ekki rétt kvörðuð er því reiknaður styrkur líklega 10-20% of hár. Út frá mældum styrk og fjarlægð má reikna straumstyrk eldingar. Notað var meðaltal milli stöðvanna. Fyrir þennan meðalstraumstyrk má því reikna styrk (LLP) á hverri stöð. Þessi samanburður sést á **mynd 24** og sést að oftast nær er mjög gott samræmi milli stöðva.

Á **mynd 25** sést straumstyrkur eldinganna. Gögnunum er skipt um 63.5°N, sem er við suðurströnd Íslands. Athyglisvert er að suður í hafi eru plús-eldingar miklu algengari, en hlutfallið mun jafnara á landi. plús-eldingarnar eru örlítið sterkari en mínus (meðaltal: 111 kA/101 kA; faldmeðaltal (geometric mean): 96 kA/78 kA).

Mynd 26 er samantekt á þessum 216 eldingum og sýnir stefnuskekkju og mat á skekkju á styrk.

Mynd 27 sýnir allar vel ákvarðaðar eldingar norðan 60°N.

Mynd 28 sýnir þær eldingar sem hafa slegið niður nær landinu. Rauðir deplar sýna plús-eldingar og bláir mínus-eldingar. Á neðri myndinni er styrkurinn í öllum 216 eldingunum sýndur sem fall af tíma s.l. 11 mánuði.

NÆSTU SKREF

Eldingamælikerfið hefur á undanförunum 15 mánuðum smám saman verið að þróast í það horf að verða fullvirkt. Þetta gekk hægt í fyrstu og við því mátti í sjálfu sér búast í ljósi þess ástands sem kerfið var í en bilanir komu fljótlega fram bæði í móðurstöðinni og mælistöðvunum. Að auki kom í ljós meðan á uppsetningu kerfisins stóð að Norðmenn höfðu notað fjarskiptaaðferð milli móðurstöðvar og mælistöðva sem er óþekkt hér á landi og því þurfti að finna nothæfa lausn á fjarskiptamálunum.

Fyrstu staðfestu mælingarnar, frá miðjum nóvember 1996, eru eingöngu frá einni mælistöð af fjórum. Lengi framan af komu mælingar eingöngu frá tveim stöðvum, Reykjavík og Ásgarði. Það er ekki fyrr en um miðjan nóvember 1997, eða einu ári eftir fyrstu mælingar, að staðfestur samtímaatburður er skráður frá fleiri en tveim mælistöðvum. Nokkrar af þeim eldingum eru staðfestar af öllum fjórum mælistöðvunum, og má því gera ráð fyrir að þetta tilraunaverkefni sé komið yfir fyrsta hjallann. Tekist hefur að finna nothæfa lausn á fjarskiptamálunum og búið er að laga þær bilanir sem komið hafa upp í kerfinu sjálfu.

Næstu skref í verkefninu lúta að því að þróa hugbúnað til að skrá eldingar beint inn á kort jafn óðum og þær berast, séu þær staðfestar sem samtímaatburðir frá tveim mælistöðvum eða fleiri. Búið er að meta fyrstu gráðu skekkjur í staðsetningu og taka tillit til þeirra við staðsetningu eldinga. Þegar fleiri samtímaatburðir verða skráðir aukast möguleikar á að meta þessa nákvæmni og síðar að leiðrétta mælingarnar þannig að tillit sé tekið til viðvarandi staðsetningarskekkju.

Til að byrja með var stærð eldinga skráð í hlutfallslegum styrk, s.k. LLP styrk. Nú þegar vitneskja eykst um raunverulega staðsetningu niðursláttar eldinga, og þar með um fjarlægð þess staðar frá hverri mælistöð sem þátt tekur í mælingunni, verður hægt að reikna út styrk hverrar eldingar með meiri nákvæmni í amperum. Upplýsingar um pólung hafa legið fyrir frá fyrstu mælingum og tímasetningar er orðnar nokkuð nákvæmar. Það má því gera ráð fyrir að nú fyrst sé verkefnið komið á það stig að segja megi að kerfið sé tekið til starfa og allar mælingar á eldingum héðan í frá muni verða skráðar og færðar til vörslu í gagnabanka Veðurstofunnar. Er þar með lagður grunnurinn að nákvæmari kortlagningu á tíðni eldinga á landinu og umhverfis það en áður hefur verið möguleg.

II. FORSAGA

UPPHAF MÁLSINS

Á árinu 1984 var fjallað um mælingar á eldingum á fundum hjá Nordel, samstarfsvettvangi Norðurlandanna í raforkumálum. Rætt var um að koma á fót norrænu samstarfsverkefni á þessu sviði. Ráðherranefnd Norðurlandanna ákvað að veita styrk til verkefnisins og var öllum löndunum boðið til þátttöku í því. Gísli Júlíusson, þáverandi yfirverkfræðingur hjá Landsvirkjun, sendi fulltrúum Íslands í Nordel minnisblað um 63. fund áætlunarnefndar Nordel, sem haldinn var 3.-4. október 1984, þar sem þetta mál var tekið fyrir og mælti Gísli með því að Ísland tæki þátt í verkefninu. Fulltrúar Íslands í Nordel völdu hins vegar að afþakka boð ráðherranefndarinnar. Samstarfsverkefnið fór því að stað án þátttöku Íslands, en til undirbúnings þess var varið sem svarar um 800.000 dönskum krónum.

Um mitt ár 1990 kom málið upp að nýju á fundi hjá Landsvirkjun þar sem rætt var um byggingu háspennulína yfir miðhálandið í tengslum við áætlanir Atlantahópsins um nýtt álver á Keilisnesi, sem þá var í athugun. Rætt var um hvort nota ætti jarðvír á háspennulínurnar til að verja þær gegn hugsanlegum niðurslætti eldinga. Fram kom að notkun jarðvírs myndi hækka verð línanna umtalsvert eða um allt að því einn milljarð króna á þáverandi verðlagi. Áætlað var að þetta samsvaraði 15-20% af heildarkostnaði við línurnar. Þá kom í ljós að lítið sem ekkert var vitað um tíðni eldinga á þeim slóðum sem línan átti að fara um, en leið háspennulínanna átti m.a. að liggja um Sprengisand og Ódádahraun.

NÝTT ÞRUMUDAGAKORT VEÐURSTOFU ÍSLANDS

Í framhaldi af áður nefndum fundi um háspennulínur óskaði Landsvirkjun eftir því við Veðurstofu Íslands að teknað yrðu saman upplýsingar um tíðni eldinga á Íslandi. Vinna þessi fór fram sumarið 1990 og henni lauk sama haust. Þá lá fyrir af hálfu Veðurstofunnar nýtt þrumudagakort fyrir Ísland, sem nær yfir fjörutíu ára tímabil, þ.e. árin 1950-1989, ásamt greinargerð. Það er byggt á skráningu þrumudaga á íslenskum veðurstöðvum, en þrumudagar eru taldir þeir dagar sem þrumur hafa heyrst eða eldingar sést á viðkomandi veðurstöð. Á kortinu kemur fram mjög breytilegur fjöldi þrumudaga eftir landssvæðum. Þannig er nánast enginn þrumudagur skráður á þessu fjörutíu ára tímabili á vissum svæðum, einkum norðanlands. Fjöldi þrumudaga er hins vegar meiri að jafnaði um sunnanvert landið og mestur er hann undir Eyjafjöllum eða um 300 þrumudagar. Þetta jafngildir þó aðeins um átta þrumudögum að jafnaði á ári yfir þetta tímabil þar sem mest er. Á langflestum veðurstöðvum er tíðnin miklu lægri.

STOFNUN VINNUHÓPS

Í bréfi Landsvirkjunar dags. 13. febrúar 1991 var lýst áhuga fyrirtækisins á því að kannaður yrði möguleiki á að taka í notkun hér á landi búnað til að mæla og skrá niðurslátt eldinga til jarðar. Bréfið var sent öðrum orkufyrirtækjum, auk Veðurstofu Íslands, Flugmálastjórnar, Pósts og síma og Háskóla Íslands. Í því segir m.a. að Landsvirkjun telji mikla þörf á að mæla og skrá eldingar hér á landi og að fyrirtækið stefni að því að koma upp búnaði í þessu skyni. Nákvæmar upplýsingar um niðurslátt eldinga hafi gildi vegna áframhaldandi þróunar og uppbyggingar raforkukerfisins en komi einnig að gagni í daglegum rekstri þess. Talið sé að rauntímavitneskja um yfirvofandi þrumuveður og leið þess yfir landið muni auka árvekni og viðbragðsflýti rekstraraðila og nákvæm stað- og tímasetning á niðurslætti einstakra eldinga í nágrenni við háspennulínur eða önnur raforkumannvirki muni flýta fyrir viðgerð ef viðvarandi bilanir hljótist af. Þá segir einnig í bréfinu að telja megi fullvíst að aukin þekking á virkni og útbreiðslu eldinga hér á landi skipti miklu máli fyrir fleiri aðila í þjóðfélaginu en raforkufyrirtækin, svo sem í fjarskiptum og flugsamgöngum.

Í framhaldi af þessu bréfi boðaði Landsvirkjun til kynningarfundar þann 5. apríl 1991. Fulltrúar Landsvirkjunar, Gísli Júlíusson og Guðleifur M. Kristmundsson, reifuðu málið og gerðu grein fyrir því sem þegar hafði verið gert. Fram kom að Landsvirkjun hefði fengið bráðabirgðatilboð í mælibúnað frá bandaríska fyrirtækinu Lightning Location and Protection Inc. (LLP). Kostnaður við tækjabúnaðinn var varlega áætlaður um 30 milljónir króna en áætlanir um innlendan kostnað við uppsetningu og rekstur kerfisins lá ekki fyrir. Á fundinum var kannaður áhugi fundarmanna á þátttöku og einkum því hvort líklegt væri að þau fyrirtæki sem þeir störfuðu hjá myndu vilja taka þátt í kostnaði við verkefnið. Ákveðið var að formlega yrði óskað eftir að þau fyrirtæki, sem áhuga hefðu á þátttöku í verkefninu, tilnefndu í það fulltrúa sína.

Í vinnuhópi um eldingar, sem kom saman til fyrsta fundar þann 17. apríl 1991, áttu eftirtaldir fulltrúar sæti: Eyjólfur Þorbjörnsson, Veðurstofu Íslands, Guðleifur M. Kristmundsson, Landsvirkjun, sem var formaður hópsins, Gunnar Aðalsteinsson, Rafmagnsveitu Reykjavíkur, Magnús Gíslason, Rafmagnsveitum ríkisins og Magnús Waage, Pósti og síma. Þau fimm fyrirtæki sem stóðu að hópnum höfðu öll lýst yfir vilja til að fjármagna verkefnið. Vinnuhópurinn hélt alls 15 bókaða fundi á tímabilinu frá 17. apríl til 22. nóvember 1991. Rætt var um útfærslu mælikerfisins en áætlanir miðuðust við að keyptur yrði búnaður frá LLP. Teknar voru saman nauðsynlegar upplýsingar og önnur gögn sem þurfti til að leita formlega eftir endanlegum verðtilboðum. Mikil áhersla var einnig lögð á að fá upplýsingar um mælinákvæmni kerfisins miðað við staðhætti á Íslandi.

Gert var ráð fyrir að Póstur og sími legði til fjarskiptalínur. Fulltrúi frá LLP, Robert Rissland forstjóri alþjóðasöludeildar, mætti á fundi hópsins þann 20. september. Þá var haldinn fundur með veðurstofustjóra og fleiri starfsmönnum Veðurstofunnar þann 18. október þar sem einkum var rætt um eignaraðild og samvinnuform í væntanlegu samstarfi fyrirtækjanna.

Síðasti fundur vinnuhópsins var haldinn þann 22. nóvember 1991. Þá hafði borist endanlegt tilboð frá LLP þar sem gert var ráð fyrir fimm mælistöðvum ásamt móðurstöð og tilheyrandi hugbúnaði. Tilboðið hljóðaði upp á USD 223.690. Því var aldrei formlega svarað og telja má fullvíst að þarna hafi málið strandað á kostnaði.

SAMSTARF VIÐ DANMARKS TEKNISKE HØJSKOLE

Með bréfi dags. 8. apríl 1992 bauð Aage Pedersen, dósent í raforkuverkfræði við Danmarks Tekniske Højskole, Landsvirkjun til samstarfs um rannsóknir varðandi mælingar á eldingum og áhrif eldinga á háspennulínur. Hugmyndir þessar voru tengdar lokaprófsritgerð Helgu Jóhannsdóttur, sem lauk meistaraþrófi í rafmagnsverkfræði frá DTH vorið 1992. Prófrítgerð Helgu fjallar um eldingamælingar og áhrif eldinga á orkuflutningslínur, með hliðsjón af kerfi Landsvirkjunar. Ráðgert var að Helga starfaði áfram við DTH í a.m.k. eitt ár að námi loknu. Hugmyndir Aage Pedersen og Helgu voru þær að Landsvirkjun kostaði hluta rannsóknarvinnunnar en að rannsóknirnar sjálfar myndu að einhverju leyti byggja á þeirri vinnu sem þegar hafði verið unnin.

Forsögu þessa máls má rekja til tveggja funda sem haldnir voru í mars og júní 1991 í samstarfshópi Norðurlandanna um mælingar á eldingum, en fundina sótti fulltrúi Landsvirkjunar, Guðleifur M. Kristmundsson, verkfræðingur. Á fundunum sýndu fulltrúar hinna Norðurlandanna mikinn áhuga á þeirri viðleitni sem komin var af stað á Íslandi að byggja upp eldingamælikerfi. Þetta varð til þess að Íslandi var bætt í hópinn enda þótt mál væru skemmra á veg komin hér á landi en hjá hinum þjóðunum. Þessi nýja staða gerði það m.a. að verkum að við gátum betur fylgst með því sem þar var að gerast í þessum málum, m.a. að því er varðaði hugmyndir um samtengingu mælikerfanna í Danmörku, Noregi, Svíþjóð og Finnlandi. Jafnframt var okkur boðið að sitja fundi samstarfshópsins. Ekki varð þó af frekari þátttöku af okkar hálfu á þeim vettvangi fyrr en á árinu 1994. Aage Pedersen var formaður þessa Norðurlandahóps og upp úr tveim fyrrnefndum fundum komst á óformleg samvinna milli hans og Guðleifs.

Samkomulag varð milli Landsvirkjunar og DTH um að Landsvirkjun legði fram eina milljón króna til áframhaldandi rannsókna. Árangurinn birtist í skýrslu Helgu Jóhannsdóttur sem kom út í júní 1993 og nefnist "COMPARISON OF LIGHTNING LOCATION SYSTEMS". Þar er gerður samanburður á tveim meginaðferðum sem notaðar voru á

þeim tíma við mælingar á eldingum. Önnur þessara aðferða byggir á því að mæla eingöngu eldingar sem slá til jarðar en LLP var aðalfulltrúi þeirrar aðferðar. Í hinni aðferðinni voru einnig mældar eldingar milli skýja en Veðurstofa Íslands hafði lýst yfir áhuga á að slíkar eldingar væru einnig mældar hér á landi.

NÝR VINNUHÓPUR

Þann 10. desember 1993 var haldinn kynningarfundur öðru sinni um mælingar á eldingum í boði Landsvirkjunar. Á fundinum kynnti Helga Jóhannsdóttir rafmagnsverkfræðingur skýrslu sína um samanburð tveggja meginaðferða við mælingar á eldingum. Þá var samþykkt að óska enn eftir tilnefningum í vinnuhóp til að undirbúa kaup á búnaði til mælinga á eldingum.

Hinn nýi vinnuhópur kom saman til fyrsta fundar þann 11. mars 1994. Í upphafi voru eftirtaldir þátttakendur í þessum hópi: Eyjólfur Þorbjörnsson, Veðurstofu Íslands, Gísli Júlíusson, Landsvirkjun, Guðleifur M. Kristmundsson, Háskóla Íslands, sem var formaður hópsins, Gunnar Aðalsteinsson, Rafmagnsveitu Reykjavíkur, Helga Jóhannsdóttir, Rafmagnsveitum ríkisins, ritari hópsins, Magnús Waage, Pósti og síma og Óskar Kristjánsson, Rafmagnseftirliti ríkisins. Síðar bættust í hópinn Brandur St. Guðmundsson, Flugmálastjórn og Daníel Hafsteinsson, Sambandi íslenskra tryggingafélaga. Vinnuhópurinn hélt alls 12 bókaða fundi á tímabilinu frá 11. mars 1994 til 19. september 1996. Á starfstímanum urðu þær breytingar að Hreinn Hjartarson tók við af Eyjólf, sem fulltrúi Veðurstofunnar og Guðleifur tók sæti Gunnars, sem fulltrúi Rafmagnsveitu Reykjavíkur en Háskóli Íslands hætti þátttöku.

Vinna hópsins fór hægt af stað en haustið 1995 komst verulegur skriður á málið þegar skeyti barst frá Jostein Huse hjá EFI, Energiforsyningens Forskningsinstituttt í Noregi, dags. 24. október 1995. Í skeytinu sagði að Norðmenn hygðust endurnýja eldingamælitæki sín og buðu þeir að selja gömlu tækin, sem væru í vel nothæfu ástandi, til Íslands á vægu verði. Þessu tilboði var tekið með þökkum og varð það til að hleypa lífi í starf vinnuhópsins. Tækin voru keypt á NOK 50.000 og komu til landsins haustið 1996. Hafði þá verið gengið frá samningi átta fyrirtækja um þriggja ára tilraunaverkefni við að mæla og skrásetja niðurslátt eldinga hér á landi.
