



Veðurstofa Íslands Greinargerð

Guðmundur Hafsteinsson

Skýrsla um veður vegna flugatviks yfir Ísafjarðardjúpi 16. ágúst 1997

**VÍ-G98010-ÞJ02
Reykjavík
Febrúar 1998**

| | |
|---|-----------|
| FLUGATVIK YFIR ÍSAFJARÐARDJÚPI 16. ÁGÚST 1997 | 2 |
| Yfirlit yfir veðurkort | 2 |
| Veður við Ísafjarðardjúp | 2 |
| Nánari lýsing á veðri og skýjafari | 3 |
| Hiti og vindur í lofti samkvæmt flugrita og ratsjá | 4 |
| Hugsanlegar orsakir kviku | 5 |
| Áhrif skilanna | 6 |
| Áhrif landslags | 6 |
| Fjallabylgjur | 7 |
| Líklegt bylgjustreymi í Djúpinu | 8 |
| Tilraun til að meta eiginleika loftstraumsins | 9 |
| Nánari skoðun á mynd frá kl. 17:09 | 9 |
| Niðurstaða | 10 |
| Að lokum | 10 |
| Viðauki: Flugveðurathuganir og flugveðurspár 16. ágúst 1997..... | 12 |
| Veðurathuganir frá Ísafjarðarflugvelli | 12 |
| SIGMET send frá Veðurstofunni..... | 13 |
| Flugveðurskilyrði yfir Íslandi síðari hluta dags | 14 |
| Flugvallarspár fyrir Ísafjarðarflugvöll | 16 |
| Myndir | 17 |

Flugatvik yfir Ísafjarðardjúpi 16. ágúst 1997

Að kvöldi laugardagsins 16. ágúst 1997 lenti áætlunarflugvél Flugfélags Íslands (TF-JML) í mjög mikilli ókyrrð og niðurstreymi fáeinum mínútum eftir flugtak frá Ísafjarðarflugvelli. Atvikið varð um eða rétt fyrir kl. 20. Þá var vélin stödd yfir mynni Álftafjarðar og stefndi í austurátt.

Yfirlit yfir veðurkort

Á yfirlitskorti kl. 18 (mynd 1) má sjá u.þ.b. 985 hPa lægðarmiðju skammt suður af Vestmannaeyjum. Lægðin var þá enn að dýpka og þokaðist norðvestur. Loftvog var fallandi á öllu landinu, einna mest um miðbik landsins og á Austurlandi. Hitaskil lágu yfir landinu frá norðaustri til suðvesturs og þokuðust vestur um Norðurland í átt til Vestfjarða. Talsverð úrkoma fylgdi skilunum og eftir Íslandskorti kl. 18 (mynd 2) að dæma hefur meginúrkomubeltið þá legið frá Reykjanesskaga norðnorðaustur um Húnaflóa. Þá var úrkoma á Vestfjörðum enn óveruleg. Um kl. 20 hafði úrkomubeltið færst nokkuð til vesturs og virtist eftir myndum frá veðursjá (mynd 3) liggja um innanverðan Breiðafjörð og norður um innanvert Ísafjarðardjúp.

Vestan við hitaskilin blés vindur yfirleitt úr norðri eða norðaustri. Á flestum veðurathugunarstöðvum við Breiðafjörð og á Vestfjörðum var vindhraði á bilinu 10 til 20 hnútar en í Æðey var þó nokkru hvassara eða 32 hnútar. Samkvæmt vinnukorti veðurfræðinga kl. 18 (mynd 4) gaf þrýstingsfallandi tilefni til að ætla að vindur í fjallahæð yfir Vestfjörðum gæti verið 30 til 35 hnútar. Samkvæmt vinnukorti kl. 21 (mynd 5) hafði þrýstingsfallandi hins vegar aukist nokkuð og benti til 35 til 40 hnúta vinds.

Veður við Ísafjarðardjúp

Á myndum 6-24 má sjá veðurathuganir frá veðurathugunarstöðvum í grennd við Ísafjarðardjúp settar fram með ýmsu móti.

Framan af degi var bjartviðri við Ísafjarðardjúp, eins og reyndar víðar á Vestfjörðum, hægviðri og mjög hlýtt. Sem dæmi um hitann má nefna að hámarkshiti dagsins (mældur kl. 18) var 15.8°C í Bolungarvík, 16.2°C í Æðey og 18.1°C í Súðavík (myndir 18, 20 og 22). Á Þverfjalli var hámarkshiti 10.4°C (mynd 21) og þar var hlýjast um kl. 15. Annars var yfirleitt einna hlýjast um hádegisbil. Sums staðar hélst hiti þó svipaður fram undir kl. 16, en úr því fór jafnt og þétt kólnandi. Þetta má tengja því að upp úr hádegi fór kaldara loft að streyma inn Djúpið. Þar hefur líklega einkum verið um sólfarsvind að ræða en einnig gæti þar komið til lækkandi loftþrýstingur suðaustur undan og fyrirstaða fjalla norðan við Djúpið. Um kl. 15 var þrýstingsfallandi yfir Vestfjörðum orðinn nægur til að loft náði að streyma yfir fjöllin norðan við Djúpið. Við það varð loftblöndun mun örari og kólnaði hraðar á láglandi.

Síðdegis þykknaði smám saman upp og regnsvæði nálgast úr austri. Nokkuð fram eftir degi virðast ský hafa verið vel yfir hæstu fjöllum á svæðinu en kl. 18 höfðu lág ský sest á fjöll við innanvert djúpið. Þá var, skv. veðurathugun frá Æðey (mynd 4),

talið ófært til sjónflugs suður úr Djúpinu og eins til austurs upp af Langadalsströnd. Í athugunum kl. 18 er talin úrkoma í grennd í Æðey og lítils háttar rigning í Bolungarvík en á hvorugum staðnum hafði rignt svo mikið að úrkoma væri mælanleg (mynd 24). Einnig var talin lítils háttar rigning á Ísafjarðarflugvelli kl. 18 og kl. 19 en miðlungsmikil rigning kl. 20 (sjá kaflann Flugveðurathuganir og flugveðurspár). Kl. 21 (mynd 14) var hins vegar farið að rigna mun meira í Bolungarvík, þá var þar talin mikil skúr og skyggni 10 km.

Segja má að vindur hafi verið hægur víðast hvar við Ísafjarðardjúp allt til kvölds. Þrýstingsfallandi benti til norðaustanvinds en sú vindátt var lítt áberandi í veðurathugunum nema á Þverfjalli og einnig í Æðey þegar leið á daginn. Í Æðey hvessti upp úr kl. 15 (mynd 17), meðalvindur var um 20 hnútar kl. 16 og á tímabilinu frá kl. 17 til kl. 19 var meðalvindur á bilinu 29-33 hnútar. Hvassasta vindhviða á því tímabili mældist 49 hnútar. Upp úr kl. 19 fór að lægja og fyrir kl. 21 var vindur orðinn álíka hægur og hann hafði verið áður en fór að hvesa. Annars varð meðalvindur á láglandisstöðvum við Djúp hvergi meiri en 15 hnútar fyrir en meðalvindur mældist 16 hnútar á Ísafjarðarflugvelli kl. 20 og í Súðavík mældist meðalvindur norðvestan 17 hnútar kl. 21 (mynd 15). Þar hvessti enn síðar um kvöldið og undir miðnætti varð meðalvindur um 25 hnútar og hvössustu hviður 35 hnútar.

Á Þverfjalli (í 752 m hæð) var litlu hvassara en á láglandi. Þar mældist meðalvindur 19 hnútar kl. 20 og varð hvassastur 26 hnútar milli kl. 20 og 21 (mynd 15) en hvössustu hviður mældust 35 hnútar. Upp úr kl. 21 fór að lægja.

Á Steingrímsfjarðarheiði (í rúmlega 400 m hæð) fór vindur vaxandi jafnt og þétt síðdegis (mynd 17) og frá kl. 17 og fram undir 21 var meðalvindhraði á bilinu 25 til 28 hnútar en hvössustu hviður um 35 hnútar.

Það er athyglisvert að skoða hvernig vindur á hinum ýmsu stöðum við Djúp breyttist þegar leið á daginn. Á mynd 18 hefur vindathugunum frá Hornbjargsvita, Æðey, Súðavík og Þverfjalli verið safnað inn á eitt línurit. Meðalvindhraði (10 mín.) er sýndur með heildregnum línunum en hviður með strikálínum. Á myndinni sést að í Æðey hvesir skyndilega upp úr kl. 15 en um svipað leyti fer vindur hægt vaxandi bæði á Hornbjargsvita og á Þverfjalli. Í Æðey lægir mjög um kl. 20 en það er fyrst þá sem fer að hvesa í Súðavík og um kl. 22, þegar hvað hvassast er á Hornbjargsvita og á Þverfjalli, er vindur hægastur í Æðey af öllum þessum stöðum.

Nánari lýsing á veðri og skýjafari

Eftir að fréttist af umræddu flugatviki ræddi veðurfræðingur á vakt við veðurathugunarmann í Æðey og síðar leitaði sá er þetta ritar einnig til hans til að fá nánari upplýsingar um veðrið, einkum lýsingar á skýjafari. Megininntakið í lýsingu hans var að far á skýjum hefði verið óvenjulegt að því leyti að niðurstreymi yfir Snæfjallaströnd hefði verið óvenjuáberandi. Þokuský hefðu bylst fram af ströndinni og keyrst niður í um 150 m hæð áður en þau leystust upp en ekki borist út yfir Djúpið eins og algengast væri í norðaustanátt. Niðurstreymið hefði virst mest frá Sandeyri inn undir Æðey en hefði þó einnig sést innar. Hann taldi að ský hefðu ekki verið vindskafin að ráði og þegar hann gerði athugun kl. 18 taldi hann að ekki hefði verið áberandi skýjabakki yfir

Djúpinu sunnan við eyna. Hann sagðist hafa séð niðurstreymi í skýjum yfir Snæfjallaströnd alloft áður en það hefði þó verið með mesta móti að þessu sinni.

Ferðalangur, sem gekk um Snæfjallaströnd inn að Bæjum þennan dag, hafði svipaða sögu að segja. Um miðjan dag hafði hvesst mjög á Ströndinni, einkum voru sterkir vindstrengir úr Ytra- og Innra-Skarði og út Unaðsdal. Hvít ský hefðu streymt niður fjöllin upp af Ströndinni. Hann sigldi ásamt ferðafélögum sínum með Fagranesinu frá Bæjum til Ísafjarðar og var vindur miklu hægari þegar kom út á Djúpið en var við ströndina. Á leiðinni varð þeim félögum tíðrætt um mjög dökkan skýjabakka yfir miðju djúpinu og töldu að hlyti að rigna gríðarlega úr honum þegar þar að kæmi. Ekki sást upp úr skýjum milli Snæfjallastrandar og bakkans yfir Djúpinu. Skipið var út af Álftafirði um kl. 20 og þar töldu þeir félagar sig sjá flugvélina, sem hér er til umfjöllunar, uppi undir skýjunum og heyrðu í henni skyndilegan hávaða sem stóð stutt.

Flugmenn vélarinnar, sem hér á í hlut, veittu athygli sterkum vindstreng sem stóð út úr Jökulfjörðum og fyrir Bjarnarnúp. Mjög hvasst var að sjá á sjóinn á Djúpinu á þeim slóðum. Þeir lýstu einnig skýjabakka með skýrum norðurjaðri, lægri en skýjum yfir Snæfjallaströnd, en norðan hans var Djúpið “hreint”.

Hiti og vindur í lofti samkvæmt flugrita og ratsjá

Eftir upplýsingum úr flugrita vélarinnar og frá ratsjá á Bolafjalli hefur verið reynt að búa til eins konar háloftaathugun þar sem sjá megi hita og vind á leið vélarinnar.

Hitafallið sést á mynd 25. Úr flugritanum fæst hiti með einnar sekúndu bili en á línuritinu eru notuð 10 sekúndna meðaltöl. Í heild virðist hitafallið vera nálægt votinnrænum hitafallanda eins og við er að búast þar eð vélin er lengst af í skýjum. Meðan vélin er í hvað mestu niðurstreymi virðist hún þó vera í kaldara lofti. Það kemur heim og saman við að loftið sé í mjög óstöðugu jafnvægi og að kalt loft sé að stinga sér niður í hlýrra loft. Ekki er þó gott að dæma um hvað tregða hitamælisins skiptir hér miklu máli.

Úr upplýsingum frá ratsjá á Bolafjalli var reynt að lesa hraða (JH) og feril vélarinnar miðað við jörð. Úr flugritanum fengust upplýsingar um sýndan flughraða (SFH) og nefstefnu. Réttur flughraði (RFH) var fundinn og með samanburði við samtímaupplýsingar frá ratsjanni var reiknaður meðalvindur fyrir hvert 12 sekúndna bil. Niðurstaðan er sýnd í töflu 1 og á mynd 26. Ekki má taka einstakar tölur alveg bókstaflega þar eð talsverð óvissa hlýtur að vera í reikningum sem þessum. Þó verður að telja sennilegt að þetta gefi nokkra mynd af vindinum og að ónákvæmni á einu bili jafnist út á því næsta (sbr.

| Málhæð [fet] | Vindátt/ vindhraði [réttv. gráður/ hmítar] |
|-----------------|---|
| 3434 | 72/26 |
| 3832 | 76/43 |
| 4614 | 36/32 |
| 4564 | 54/51 |
| 5260 | 88/40 |
| 5205 | 77/63 |
| 4227 | 69/66 |
| 6110 | 60/49 |
| 6506 | 54/47 |
| 7144 | 52/28 |
| 7585 | 80/25 |
| 7668 | 43/34 |
| 7847 | 95/31 |
| 8078 | 88/20 |
| 8046 | 35/31 |
| 8007 | 27/28 |
| 8333 | 62/33 |

Tafla 1 - Vindur í lofti reiknaður eftir upplýsingum úr flugrita og ratsjá á Bolafjalli

sveiflur í neðsta hluta ferilsins). Líklegt verður að telja að vindátt hafi í raun verið milli norðausturs og austurs (réttvísandi). Einnig er líklegt að vindhraði hafi verið vaxandi með hæð neðan við 5000 feta hæð, hafi náð hámarki milli 5000 og 6000 feta hæðar og verið þar á bilinu 50 til 60 hnútar en hafi farið mjög minnkandi ofan við 6500 feta hæð.

Hugsanlegar orsakir kviku

Í töflu 2 má sjá hvernig venja er að flokka kviku. Af lýsingum þeirra, sem í flugvélinni voru, og upplýsingum úr flugrita vélarinnar má sjá að vélin lenti í kviku sem var vel yfir þeim mörkum að teljast mikil.

Þegar litið er yfir allar tiltækar veðurathuganir og veðurkort virðist það mjög langsótt að við þessi skilyrði geti slík kvika myndast. Að vísu hafði verið nokkuð hvasst í

| Styrkur | Lýsing |
|---------------------|---|
| Dáliti (light) | Vel merkjanleg en tiltölulega auðvelt að halda hæð og stefnu. Lóðrétt hröðun minni en 0.5 g. |
| Talsverð (moderate) | Flugvélin veltur talsvert og sveiflast upp og niður. Fólk leggst öðru hverju í sætisólar og erfitt er að ganga um vélin. Lausir hlutir færast til. Lóðrétt hröðun á bilinu 0.5-1 g. |
| Mikil (severe) | Flugvélin kastast til og illgerlegt er að halda hæð, vélin jafnvel stjórnlaus á köflum. Fólk rykkir í sætisólar og lausir hlutir kastast fram og aftur um vélin. Lóðrétt hröðun meiri en 1 g. |

Tafla 2 - Flokkun kviku eftir styrk

Æðey nokkrar klukkustundir áður en atvikið varð en það er algengt að norðaustanátt verði mun hvassari þar en á öðrum veðurathugunarstöðvum í grenndinni án þess að vart verði við mjög mikla ókyrrð. Til þess að kanna hvort og þá hvers vegna slík kvika gæti leynst í háloftum þótt veður væri svo meinleysislegt við jörð verður að reyna að afla frekari upplýsinga og greina veðrið enn betur.

Þegar leita skal orsaka kvikunnar er nærtækast að huga að tvennu:

- Skilunum sem voru að nálgast úr austri
- Áhrifum fjalla á loftstrauma yfir Djúpinu

Ekki er ólíklegt að bæði þessi atriði eigi þátt í að kvika varð svo mikil á þeim slóðum sem hér um ræðir. Samspil þeirra er þó að öllum líkindum mjög flókið og ekki hlaupið að því að greina það svo óbyggjandi sé. Kemur þar margt til. Fyrst má nefna að háloftaathuganir, sem lýsa vel ástandi lofts yfir Vestfjörðum, eru ekki tiltækar. Að vísu má styðjast að nokkru við háloftaathuganir frá Keflavíkurflugvelli en þær eru fullfjarri, bæði í tíma og rúmi.

Þá má nefna að ekki hefur enn tekist, þrátt fyrir mikla leit, að nálgast verulega góðar veðurtunglamyndir þar sem greina megi skýjafar yfir Vestfjörðum í smáatriðum. Á myndum, sem teknar voru á Veðurstofu Íslands kl. 18:49 og 20:30 (myndir 27 og 28) er lítið að sjá annað en tilbreytingarlítla skýjabreiðu enda var háskýjabreiða skilanna orðin allþykk yfir Vestfjörðum fyrir kl. 20. Kvikan virtist vera mest í u.p.b. 3000-7000 feta hæð en efra borð skýjabreiðunnar hefur líklega verið nálægt 30000 feta hæð. Myndamóttökutæki Veðurstofunnar eru heldur ekki af fullkomnustu gerð og á

myndum teknum með þeim er ekki unnt að greina atriði sem eru smærri en 4x4 km að stærð.

Leitað var til allmargra stofnana erlendis og spurst fyrir um góðar myndir þar sem sjá mætti skýjafar yfir norðvestanverðu landinu nálægt þeim tíma sem hér um ræðir. Má þar t.d. nefna dönsku veðurstofuna (DMI, myndir teknar í Syðri Straumfirði), Tromsø Satellite Station í Noregi (TSS), Dundee Satellite Receiving Station (DSRS, háskólinn í Dundee) í Skotlandi, hollensku veðurstofuna (KNMI) og síðast en ekki síst myndasafn NOAA í Bandaríkjunum, en árangur varð heldur lítill. Reyndar fékkst ein góð mynd með 1x1 km upplausn frá DSRS en sú mynd er tekin kl. 17:09 (myndir 29 og 30) eða nærri þremur klst. áður en atvikið varð og aðstæður gætu hafa breyst talsvert á þeim tíma.

Áhrif skilanna

Eins og áður hefur komið fram var mjög hlýtt við Ísafjarðardjúp fram eftir deginu. Hægir vindar af ýmsum áttum, ekki síst vestlægum, við sunnanvert Djúpið, jafnvel eftir að fór að blása af norðaustri í Æðey og á Steingrímsfjarðarheiði, benda ekki til þess að hlýja loftið hafi horfið svo auðveldlega burt enda var 14 til 16 stíga hiti í Súðavík og Ögri allt fram undir kl. 17. Tölvureiknuð spákort um hita og vind í um 2500 og 5000 feta hæð (myndir 31 og 32) benda til að tunga af hlýju lofti hafi teygt sig vestur með Norðurlandi í kjölfar skilanna og náð að nokkru leyti inn yfir Vestfirði þegar leið á kvöldið. Áður en þessa hlýja lofts fór að gæta, sem reyndar sjást varla merki við Djúp, hefur því tiltölulega kalt loft streymt suðvestur yfir Djúpið ofan þeirrar fyrirstöðu sem fjöll norðan Djúpsins mynduðu. Vindathuganir á Hornbjargsvita, hægur vindur af norðnorðvestri meðan hvað mest blés af norðaustri í Æðey, benda einmitt til að þar hafi verið um fyrirstöðu að ræða. Ef þetta kalda loft hefur að einhverju leyti náð að fljóta yfir hlýja loftið, sem fyrir var í Djúpinu, má búast við að það hafi leitt til verulegrar hitaókyrrðar þar sem kalda og þyngra loftið sökk en hlýja og léttara loftið ruddist upp í staðinn. Sterkusta uppstreymið og ókyrrðin hefði þá væntanlega einkum safnast í afmarkaða skýjabakka en staðsetning þeirra og lögun hefði að miklu leyti ráðist af landslagi. Úrkoma úr hærri skýjalögum hefði bætt raka í þessa blöndu og enn aukið á óstöðugleikann.

Áhrif landslags

Ef grunur leikur á að loftstraumar yfir fjöll valdi verulegri kviku í loft berast böndin fyrst að fjallabylgjum og skyldum fyrirbærum. Reyndar má telja víst að umrætt kvöld hafi fjallabylgjur af einhverju tagi yfir Djúpinu en ekki er auðhlaupið að því að lýsa því nákvæmlega hvernig bylgjurnar hegðuðu sér eða hve mikilli kviku þær gætu hafa valdið.

Lýsingar veðurathugunarmanns í Æðey og ferðalangs á Snæfjallaströnd, sem skráðar voru hér að framan, benda mjög eindregið til að niðurstreymið yfir Snæfjallaströnd (og líklega víðar) hafi valdið því að fjallabylgjur mynduðust yfir Djúpinu. Áður en lengra verður haldið er rétt að fjalla lítillega um þau fyrirbæri.

Fjallabylgjur

Almennt séð má skipta fjallabylgjum í tvo flokka eftir því hvert bylgjuorkan berst frá myndunarstaðnum. Annars vegar bylgjur þar sem bylgjuorkan berst lóðrétt upp í mikla hæð og hins vegar bylgjur þar sem bylgjuorkan berst í lárétta stefnu með vindinum. Það ræðst af lóðréttu vind- og hitasniði í hverju tilviki hvorum flokknum bylgjurnar líkjast.

Bylgjur í fyrri flokknum, sem ef til vill mætti nefna háloftabylgjur, geta náð allt upp í heiðhvolfið. Þær er að mestu að finna yfir fjallinu sem myndar þær en lítið ber á bylgjum hlémegin við fjallið.

Bylgjur í síðari flokknum, hlébylgjur, einkennast öðru fremur af mörgum bylgjum í loftstraumnum hlémegin við fjallið. Þessar bylgjur ná sjaldnast mjög mikilli hæð og eru oft sterkastar í neðri hluta veðrahvolfs.

Þessi skipting er þó engan veginn algild og oftast má finna einhver einkenni beggja flokka í raunverulegum fjallabylgjum.

Það er alþekkt að fjallabylgjur geta valdið kviku. Líklega má segja að kvikan myndist einkum með tvennum hætti:

- Göndlar. Undir sterkum bylgjum hlémegin við fjöll myndast oft staðbundnir vindsveipir þar sem loftið snýst um láréttan ás samhliða bylgjugarðinum. Hreyfing af þessu tagi verður til þess að loftið verður óstöðugt þar eð hlýtt og létt loft er þvingað til að streyma inn undir kaldara og þyngra loft. Ef loftið er nógu rakt myndast ský í efri hluta göndlanna. Í göndlum verður oft mikil kvika, einkum þó í skýjum. Algengast er að göndlar séu í svipaðri hæð og brún fjallsins sem myndar bylgjurnar.
- Bylgjubrot. Við vissar aðstæður geta fjallabylgjur risið svo bratt að þær brotni aftur fyrir sig. Við það verður loftið óstöðugt á svipaðan hátt og í göndlum og þar má búast við mikilli kviku. Bylgjur geta brotnað í hvaða hæð sem er en algengast er að kviku af völdum bylgjubrots sé að finna þar sem vindur tekur að minnka með hæð. Bylgjubrot er talið nátengt sterku niðurstreymi og hvössum vindi við jörð hlémegin við fjöll.

Úr riti World Meteorological Organisation, Technical Note No. 158, *Handbook of Meteorological Forecasting for Soaring Flight*, Geneva, 1993:

3.1.2 ROTORS

Rotating turbulent air masses, called 'rotors', are almost always present beneath the nearly laminar wave flow aloft. Rotors may reach to altitudes exceeding the highest mountains and often carry excessive up- and downdrafts. Their turbulence can be hazardous, especially under the first wave,

.....

3.1.4 BREAKING WAVES

Under conditions of strong vertical wind shear, wave slopes may steepen until the waves break-similar to waves breaking in the ocean surf. Wave-breaking leads to the most severe turbulence in mountain waves, because in the stably stratified atmosphere breaking waves move cold air on top of warm air. Wave breaking may occur at lower levels in the rotor zone or near the tropopause in the lower stratosphere, for example in the negative shear zone on top of the jet stream core.

Göndlar hafa verið þekktir allt frá því menn uppgötvuðu fjallabylgjur rétt fyrir miðja öldina og töluvert hefur verið fjallað um þá í ritum um fjallabylgjur. Þeir eiga t.d. sinn fasta sess í kennslubókum um flugveðurfræði. Bylgjubrot hafa hins vegar fengið minni athygli og það er varla fyrr en á áttunda áratugnum sem farið er að huga að þessu fyrirbæri að ráði í fræðiritum. Líklegt er að ekki sé ávallt greint skýrt milli þessara fyrirbæra og göndlum eignuð kvikutilvik sem bylgjubrot ættu með réttu enda eru afleiðingarnar svipaðar þótt eðlisfræðilegar skýringar séu aðrar.

Líklegt bylgjustreymi í Djúpinu

Eins og áður hefur komið fram má telja nær fullvíst að fjallabylgjur af einhverju tagi hafi verið að finna yfir Ísafjarðardjúpi frá því um kl. 15, þegar hvessti í Æðey, og fram yfir kl. 20. Vegna þess að engar mælingar eru til á eiginleikum loftstraumsins áður en hann lenti á fjalllendinu norðan og austan við Djúpið verður ekkert fullyrt um hegðun bylgna í smáatriðum en með því að skoða ýmsar vísbendingar má nálgast sennilega niðurstöðu.

Ekki virðist hafa verið um hefðbundnar hlébylgjur að ræða þar sem hver bylgjan tekur við af annarri í straumnum hlémegin við fjallið sem myndar bylgjurnar. Ef svo hefði verið er ólíklegt annað en getið hefði verið um vindskafin bylgjuský í veðurathugunum frá Æðey og Bolungarvík kl. 18. Veðurathugunarmaður í Æðey og ferðalangur sá, sem áður var vitnað í, voru báðir inntir eftir því sérstaklega hvort slík ský hefðu sést og taldi hvorugur að svo hefði verið. Reyndar er getið um bylgjuský í veðurathugunum frá Kvígindisdal við Patreksfjörð en þar var mun bjartara í lofti og sást betur til hærri skýja en við Djúp.

Ekki er heldur líklegt að myndast hafi bylgjur sem skila bylgjuorkunni upp í mikla hæð. Ef svo hefði verið hefðu bylgjurnar náð upp úr skýjaþykknunni skilanna og komið greinilega fram á veðurtunglamyndum, jafnvel á myndunum úr hinum einföldu tækjum Veðurstofu Íslands. Á myndunum (myndir 27 og 28) er hins vegar ekkert að sjá sem minnir á slíkar fjallabylgjur.

Ef báðar ofantaldar ályktanir eru réttar hefur orkan í þeim bylgjum, sem hljóta að hafa myndast í Djúpinu, ekki komist langt. Henni hlýtur að hafa verið “skilað aftur” tiltölulega skammt frá upphafsstað á formi kviku og það hefur gerst annað hvort í göndli eða bylgjubroti.

Þegar velja skal milli gönduls og bylgjubrots vandast málið nokkuð. Þó virðist fleira mæla með bylgjubroti. Göndlar myndast, eins og áður hefur komið fram, helst undir öflugum bylgjuhryggjum og líklegt verður að telja að slík bylgja, þar sem verulega kviku væri að finna upp í meira en 6000 feta hæð, næði að setja mark sitt á skýjaþykknunni fyrir ofan. Einnig virðist kvikan hafa verið sterkust í 4000-6000 feta hæð eða í tvöfaldri til þrefaldri hæð fjallanna sem mynda bylgjurnar. Það er mun hærra en algengast er þegar göndlar eiga í hlut þó slíks kunnir að vera dæmi.

Við bylgjubrot er hins vegar allt eins líklegt að bylgjurnar hafi ekki mikil áhrif á loftstrauminn ofan við þá hæð þar sem þær brotna. Á mynd 33 má sjá reiknaðar straumlínur miðað við að vindhraði og stöðugleiki lofts breytist ekki með hæð. Þar virðast bylgjurnar jafnast mjög út ofan við bylgjubrotið og kvikuna sem táknuð er með

kvikumerkjum. Þetta gæti skýrt það að bylgjurnar sjást illa á myndum. Þetta kemur einnig mun betur heim og saman við þá hæð þar sem kvikan virtist sterkust. Eftir vindi reiknuðum út frá upplýsingum úr flugrita og ratsjá (tafla 1 og mynd 26) dró mjög úr vindhraða ofan við 6500 feta hæð. Það verður til þess að bylgjuorkan kemst ekki hærra og bylgjurnar brotna. Það verður því að teljast mun líklegra að sú kvika, sem hér er verið að leita skýringa á, sé til komin vegna bylgjubrots en gönduls.

Tilraun til að meta eiginleika loftstraumsins

Einn helsti sérfræðingur heims í áhrifum fjalla á loftstrauma, Ronald B. Smith, birti í riti sínu, *Hydrostatic Airflow over Mountains* (Advances in Geophysics, Volume 31, 1989, AP), teikningu sem sjá má á mynd 34. Þar eru fjallabylgjur flokkaðar eftir lögun fjalls annars vegar ($r=a_y/a_x$, hlutfall lengdar og breiddar fjallgarðs) og stærðinni h hins vegar en hún er fundin út frá hæð fjallsins, stöðugleika og hraða loftstraumsins með jöfnunni $^h = Nh/U$ þar sem h er hæð fjalls, N náttúruleg sveiflutíðni loftsins og U vindhraði. Á teikningunni eru þrjú meginsvæði:

- Hreinar fjallabylgjur
- Bylgjur sem brotna
- Straumur sem klofnar um fjallið fremur en að streyma yfir

Hvort sem tölur um vindhraða og stöðugleika loftsins eru teknar úr háloftaathugunum frá Keflavíkurflugvelli (mynd 35) eða úr tölvureiknaðri veðurspá (myndir 31 og 32) fæst svipuð niðurstaða fyrir h . Þær tölur, sem verða að teljast sennilegastar, leiða til h á bilinu 0,7 til 1,1 miðað við algenga hæð fjalla norðan og austan við Djúpið. Með því móti flokkast straumurinn þannig að bylgjur muni brotna, nálægt þeim mörkum að loft streymi einnig að hluta kringum fjöllin.

Ef mynd 34 og jafnan fyrir stærðina h eru skoðuð nánar sést að fyrir sama fjall og stöðugleika lofts brotna bylgjur frekar ef vindur er hægur. Ef vindur verður svo hvass að h verði minna en u.þ.b. 0.6 brotna bylgjurnar ekki.

Nánari skoðun á mynd frá kl. 17:09

Besta veðurtunglamynd tekin þennan dag, sem fengist hefur, er mynd frá háskólanum í Dundee (myndir 29 og 30). Hún var tekin kl. 17:09, nærri 3 klst áður en flugatvikið átti sér stað en engu að síður eftir að bylgjur byrjuðu að myndast að því er best verður séð. Til þess að skoða sem best skýjamyndanir yfir Vestfjörðum hafa verið gerðar ýmsar tilraunir með birtu- og skerpustillingar á þessum myndum og árangur einnar slíkrar má sjá á mynd 36. Ekki er gerlegt að greina á þessum myndum neinn skýjabakka sem gæti legið eftir endilöngu Djúpinu eins og líklegast hlyti að teljast ef niðurstreymi ofan af Snæfjallaströnd væri einrátt um bylgjumyndunina. Hins vegar má greina þar tvo skýjabakka sem liggja í meginatriðum norður-suður. Þegar þessir tveir bakkar eru teiknaðir inn á nákvæmara landakort en það sem er á myndunum (miðað við að gráðunetið sé nákvæmt) kemur í ljós að eystri bakkinn liggur yfir ströndinni austan Djúps, frá því nokkru fyrir norðan Kaldalón og inn eftir Ísafirði. Vestari bakkinn liggur yfir fjallgarðinum milli Mjóafjarðar og Skötufjarðar og norður-endi hans teygist norður yfir Djúpið inn yfir Snæfjallaströnd vestan við Æðey. Á mynd 37 má sjá bakkana teiknaða inn á kort með vindathugunum frá sjálfvirkum

veðurstöðvum kl. 17. Telja verður líklegt að hér sé um bylgjugarða að ræða enda var vindur talsvert austanstæður um þetta leyti, sbr. vind í Ögri, á Þverfjalli og á Steingrímsfjarðarheiði.

Ekki er hægt að fullyrða að bylgjurnar hafi legið eins síðar um kvöldið þar eð tiltækar myndir duga varla til að greina þá. Ekki er heldur sennilegt að brotnandi bylgjur undir þessum skýjabökkum hafi staðið kyrrar yfir myndunarstaðnum heldur hafi þær borist með vindi vestur um sunnanvert Djúpið. Þannig gæti vel hugsast að bylgja, sem myndaðist og byrjaði að brotna í grennd við Ögur hafi verið út af Álftafirði um kl. 20 og valdið dembum í Bolungarvík um kl. 21.

Niðurstaða

Eins og sjá má af framansögðu er ekki auðhlaðið að því að komast að eindreginni niðurstöðu um hvað var á seyði í sunnanverðu Ísafjarðardjúpi þetta kvöld. Ræður þar mestu að ekki eru til neinar háloftaathuganir sem lýsa vel vindi og hita yfir Vestfjörðum og að ekki eru til nógu góðar veðurtunglamyndir teknar nálægt þeim tíma þegar flugatvikið varð. Þó má draga saman nokkur atriði, sem telja verður mjög líkleg, og gætu verið uppistaðan í eins konar niðurstöðu:

- Mjög hlýtt var við Djúp fram eftir deginum en þegar skil nálguðust úr austri fór kaldara loft að streyma að. Fjöll norðan við Djúpið lokuðu fyrir aðstreymið meðan vindur var hægur en kaldara loftið gæti að hluta til hafa streymt yfir loftið, sem fyrir var, og þannig valdið verulegri staðbundinni hitaókyrrð.
- Um kl. 15 var vindur orðinn nógu hvass til að loft fór að streyma yfir fjöllin, sbr. vindmælingar í Æðey. Þar með tóku fjallabylgjur að myndast og næstu klukkustundir voru skilyrði þannig að bylgjurnar brotnuðu rétt neðan við þá hæð þar sem fór að draga úr vindi. Vitað er að brotnandi bylgjur geta valdið mikilli ókyrrð.
- Líklegt er að uppstreymis- og ókyrrðarsvæði mynduð af báðum ofangreindum orsökum hafi fallið saman og kvikan því orðið enn sterkari en hvor ástæða fyrir sig gaf tilefni til.
- Þau fjöll, sem mynduðu bylgjurnar, a.m.k. framan af, voru líklega annars vegar Drangajökull og fjöll suður af honum allt suður á Steingrímsfjarðarheiði en hins vegar Snæfjallaströnd og fjallgarðurinn milli Mjóafjarðar og Skötufjarðar. Um þetta verður þó engu slegið föstu og æskilegt væri að rannsaka loftstrauma og bylgjumyndun í Djúpinu nánar með reiknilíkani.
- Um og upp úr kl. 20 var að öllum líkindum orðið nógu hvasst til að bylgjurnar hættu að brotna. Það má ráða af mjög minnkandi vindi í Æðey. Eftir það hafa fjallabylgjur á þessum slóðum verið af “hefðbundinni” gerð en ef til vill með minni háttar göndlum í fjallahæð.

Að lokum

Niðurstaðan, sem hér hefur verið sett fram, er fengin með því að skoða tiltæk gögn og reyna að fella þau að kenningum og vitneskju um kviku og orsakir hennar. Þótt

niðurstaðan verði í meginráttum að teljast alllíkleg fer því fjarri að hægt sé að fullyrða nokkuð um loftstrauma yfir Djúpinu í smáatriðum. Það hlýtur hins vegar að teljast mjög forvitnilegt, svo ekki sé meira sagt, að kanna enn betur hvernig svo mikil kvika gat myndast við jafnmeinleysisleg skilyrði og hér virtust vera. Ef nokkrar líkur eiga að vera til þess að hægt verði að vara við skilyrðum af þessu tagi þurfa rannsóknir að koma til þar sem hreyfingar loftsins eru skoðaðar og skýrðar og kannað hvernig fá megi vísbendingar úr veðurathugunum.

Eina raunhæfa leiðin til að nálgast þessa vitneskju er að líkja eftir loftstraumunum í tölvu með reiknilíkani sem ræður við að lýsa loftstraumum við fjöll nógu nákvæmlega og án þess að einfalda þurfi forsendur um of. Slík líkön eru enn ekki til hér á landi og þarf því að leita til annarra landa til að fá slíkt gert.

Undirritaður átti mjög gagnlegar viðræður við Harald Ólafsson, veðurfræðing, um fjallabylgjur og þá sér í lagi bylgjubrot en fyrir tæpu ári varði hann doktorsritgerð um þau efni við háskólann í Toulouse í Frakklandi. Er honum hér með þakkað fyrir góða aðstoð og ábendingar.

Reykjavík, 22. desember 1997

Guðmundur Hafsteinsson

Viðauki: Flugveðurathuganir og flugveðurspár 16. ágúst 1997

Veðurathuganir frá Ísafjarðarflugvelli

MET REPORT BIIS 0956 040/04KT VIS 10KM 1/8 1800FT 4/8
3000FT T13 QNH1003 ÞOKUBÖND Í HLÍÐUM=

MET REPORT BIIS 1057 220/03KT VIS 10KM 1/8 1800FT 4/8
3000FT T14 QNH1003=

MET REPORT BIIS 1202 CALM VIS 10KM 2/8 2000FT 4/8 3000FT
T14 QNH1003=

MET REPORT BIIS 1252 050/08KT VIS 10KM 2/8 2000FT 3/8
3500FT T14 QNH1002=

MET REPORT BIIS 1525 050/08KT VIS 10KM 2/8 3000FT 3/8
4500FT T15 QNH1000=

MET REPORT BIIS 1557 050/10KT VIS 10KM 2/8 3000FT 3/8
4500FT T15 QNH999=

MET REPORT BIIS 1655 040/09KT MAX22KT VIS 10KM 3/8 3000FT
7/8 4500FT T15 QNH998=

MET REPORT BIIS 1759 050/13KT VIS 10KM -RA 2/8 2500FT 5/8
3000FT 8/8 4000FT T14 QNH997=

MET REPORT BIIS 1858 070/14KT MAX22KT VIS 10KM -RA 2/8
2000FT 5/8 3000FT 8/8 4000FT T13 QNH996=

MET REPORT BIIS 2000 090/16KT MAX24KT VIS 10KM RA 2/8
2000FT 5/8 3000FT 8/8 4000FT T11 QNH996=

SIGMET send frá Veðurstofunni

Senditími skeytis var 1997-08-16-20-56:52,16 og tegund
skeytis er SIGMET
ZCZC NTA300
FF BICCZZZS EGZZWNXX EINNYMYX EKCHYMYX KJFKYFYX ENBOYSYX
KWBCYMYX
162056 BIRKYMYX
WSIL31 BICC 162100
BIRD SIGMET
BIRD SIGMET 1 VALID 162100/170100 BIRK-
SEV MTN WAVES ARE OBS OVER NW ICELAND BLW FL120. SLOWLY
WEAKENING.=
NNNN

Flugveðurskilyrði yfir Íslandi síðari hluta dags

Senditími skeytis var 1997-08-16-10-22:16,19 og tegund
skeytis er FLUGSKILYRÐI
ZCZC NTA137
GG BICCYFYM
161022 BIRKYMYX
VEDUR=
FLUGVEÐURSKILYRÐI YFIR ÍSLANDI
HORFUR 1100 - 1700 GMT.
FLUGSKILYRÐI YFIR ÍSLANDI
16. ágúst 1997
Horfur 11 - 17
HÁLOFTAVINDAR OG HITI:
FL050 12020KT +4
FL100 13010KT -5
FL180 16025KT -20
YFIRLIT: Um 600 km suðsuðaustur af Vestmannaeyjum er 992
mb heldur vaxandi lögð sem hreyfist allhratt norður.
VINDAR NÆRRI YFIRBORÐI: Vaxandi austanátt, 30-40 hnútar
yfir sunnanverðu landinu síðdegis, en 20-25 hnútar
norðanlands.
SKÝJAFAR, SKYGGNI OG VEÐUR: Regnþykkni yfir Suður- og
Austurlandi breiðist yfir landið. Víða lágskýjað og
lélegt skyggni á Suður- og Austurlandi, en þokkalegt
skyggni og lægstu ský í 1500-2500 fetum annars staðar.
SJÓNFLUGSSKILYRÐI MILLI LANDSHLUTA: Ófært sunnan- og
austanlands og fara versnandi á Norður- og Vesturlandi.
FROSTMARKSHÆÐ: Um 7 þúsund fet.
ÍSING: Talsverð sunnan- og austanlands, ofan 7000 feta.
KVIKA: Talsverð neðan 5000 feta yfir sunnanverðu landinu
síðdegis.
ANNAÐ:
H.E.
NÆST SENT KL. 1630 GMT.
NNNN

Senditími skeytis var 1997-08-16-16-09:41,78 og tegund
skeytis er FLUGSKILYRÐI
ZCZC NTA231
GG BICCYFYM
161609 BIRKYMYX
VEDUR=
FLUGVEÐURSKILYRÐI YFIR ÍSLANDI
HORFUR 1700 - 2300 GMT.
FLUGSKILYRÐI YFIR ÍSLANDI
16. ágúst 1997
Horfur 17 - 23
HÁLOFTAVINDAR OG HITI:
FL050 03015KT +4
FL100 05015KT -4
FL180 15025KT -17

YFIRLIT: Um 300 km suður af landinu er 988 mb heldur
vaxandi lögð sem hreyfist norður á bóginn. Yfir
Norðursjó er 1022 mb hæð.
VINDAR NÆRRI YFIRBORÐI: Austanátt, 30-40 hnútar yfir
sunnanverðu landinu, en 20-25 hnútar norðanlands.
SKÝJAFAR, SKYGGNI OG VEÐUR: Regnþykkni yfir mest öllu
landinu. Víða lágskýjað og lélegt skyggni á Suður- og
Austurlandi, en þokkalegt skyggni og lögstu ský í 1500-
2500 fetum annars staðar.
SJÓNFLUGSSKILYRÐI MILLI LANDSHLUTA: Ófært sunnan- og
austanlands og versnandi skilyrði á Norður- og
Vesturlandi.
FROSTMARKSHÆÐ: Um 7 þúsund fet.
ÍSING: Talsverð sunnan- og austanlands, ofan 7000 feta.
KVIKA: Talsverð neðan 5000 feta yfir sunnanverðu
landinu.
ANNÆÐ:
E.þ.
NÆST SENT KL. 0730 GMT Á MORGUN.
NNNN

Flugvallarspár fyrir Ísafjarðarflugvöll

Senditími skeytis var 1997-08-16-10-33:10,42 og tegund
skeytis er TAFOR
FCIL BIRK 161030
TAF
BIIS 161120 06008KT 9999 FEW020 SCT030 BECMG 1618 02015KT
9999 RA BKN020 OVC030 TEMPO 1820 8000 RA BKN015 OVC020=
NNNN

Senditími skeytis var 1997-08-16-13-22:11,67 og tegund
skeytis er TAFOR
FCIL BIRK 161330
TAF
BIIS 161423 06008KT 9999 FEW020 SCT030 BKN080 BECMG 1618
02015KT 9999 RA BKN020 OVC030 TEMPO 1820 8000 RA BKN015
OVC020=
NNNN

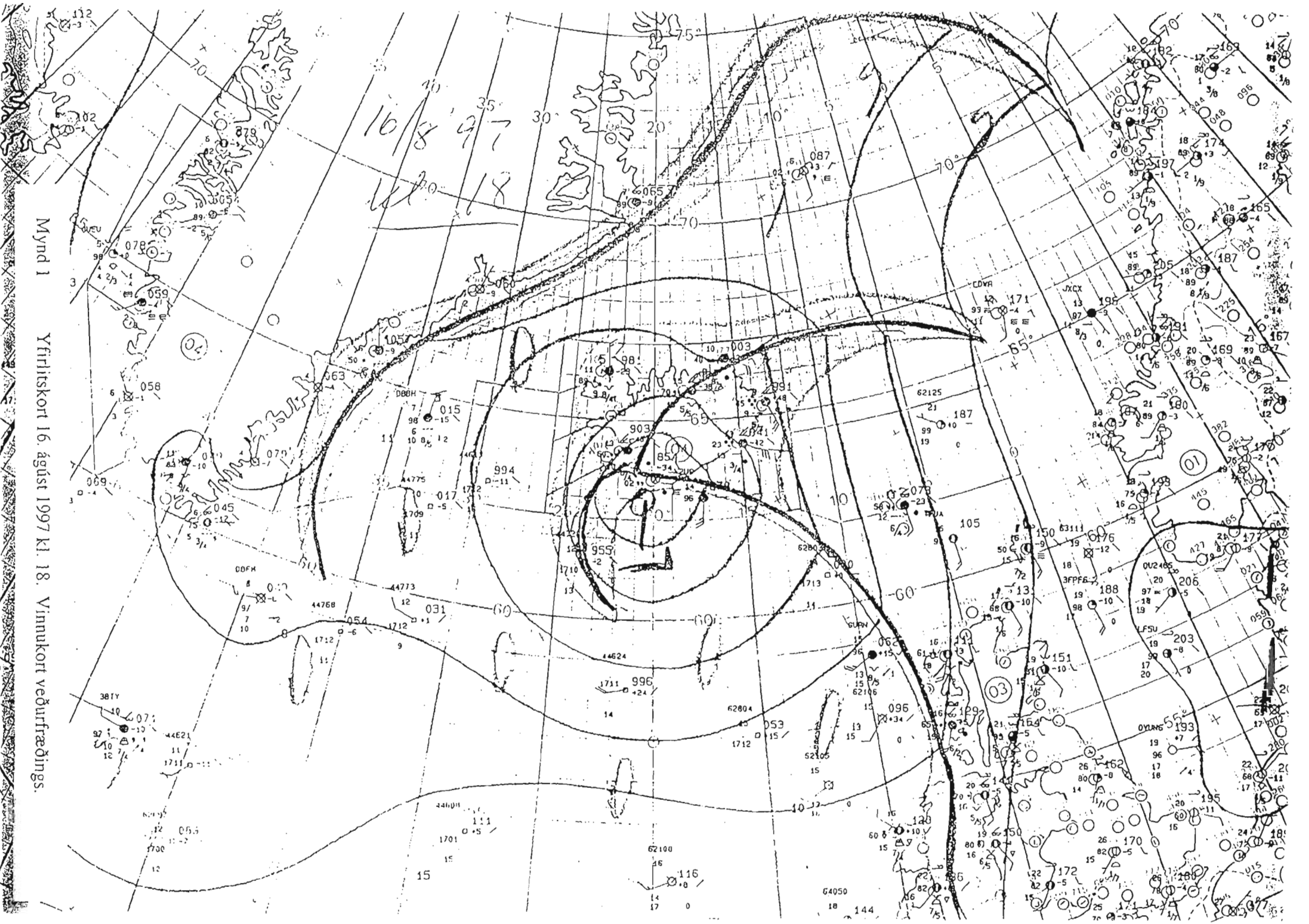
Senditími skeytis var 1997-08-16-15-57:09,52 og tegund
skeytis er TAFOR
FCIL BIRK 161630
TAF
BIIS 161702 01015KT 9999 RA BKN020 OVC030 TEMPO 1702 8000
RA BKN015 OVC020=
NNNN

Myndir

- Mynd 1 Yfirlitskort 16. ágúst 1997 kl. 18. Vinnukort veðurfræðings.
- Mynd 2 Veðurathuganir á vestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 18.
- Mynd 3 Mynd úr veðursjá 16. ágúst 1997 kl. 19:40. Með veðursjá má greina úrkomu ofan við láréttan flöt er snertir yfirborð jarðar þar sem veðursjáin er. Vegna lögunar jarðar er hæð þessa flatar u.þ.b. 10000 fet yfir sjó norðan til á Vestfjörðum.
- Mynd 4 Íslandskort 16. ágúst 1997 kl. 18. Vinnukort veðurfræðings.
- Mynd 5 Íslandskort 16. ágúst 1997 kl. 21. Vinnukort veðurfræðings.
- Mynd 6 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 9. Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.
- Mynd 7 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 12. Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.
- Mynd 8 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 15. Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.
- Mynd 9 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 16. Aðeins sjálfvirkar stöðvar.
- Mynd 10 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 17. Aðeins sjálfvirkar stöðvar.
- Mynd 11 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 18. Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.
- Mynd 12 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 19. Aðeins sjálfvirkar stöðvar.
- Mynd 13 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 20. Aðeins sjálfvirkar stöðvar.
- Mynd 14 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 21. Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.
- Mynd 15 Vindur á veðurathugunarstöðvum norðan til á Vestfjörðum sýndur sem falla af tíma 16. ágúst 1997. Þverfjall (sjálfvirk stöð), Súðavík (sjálfvirk stöð) og Ísafjarðarflugvöllur (MET REPORT).
- Mynd 16 Vindur á veðurathugunarstöðvum norðan til á Vestfjörðum sýndur sem falla af tíma 16. ágúst 1997. Æðey (SYNOP-athuganir), Straumnesviti (sjálfvirk stöð) og Hornbjargsviti (sjálfvirk stöð).

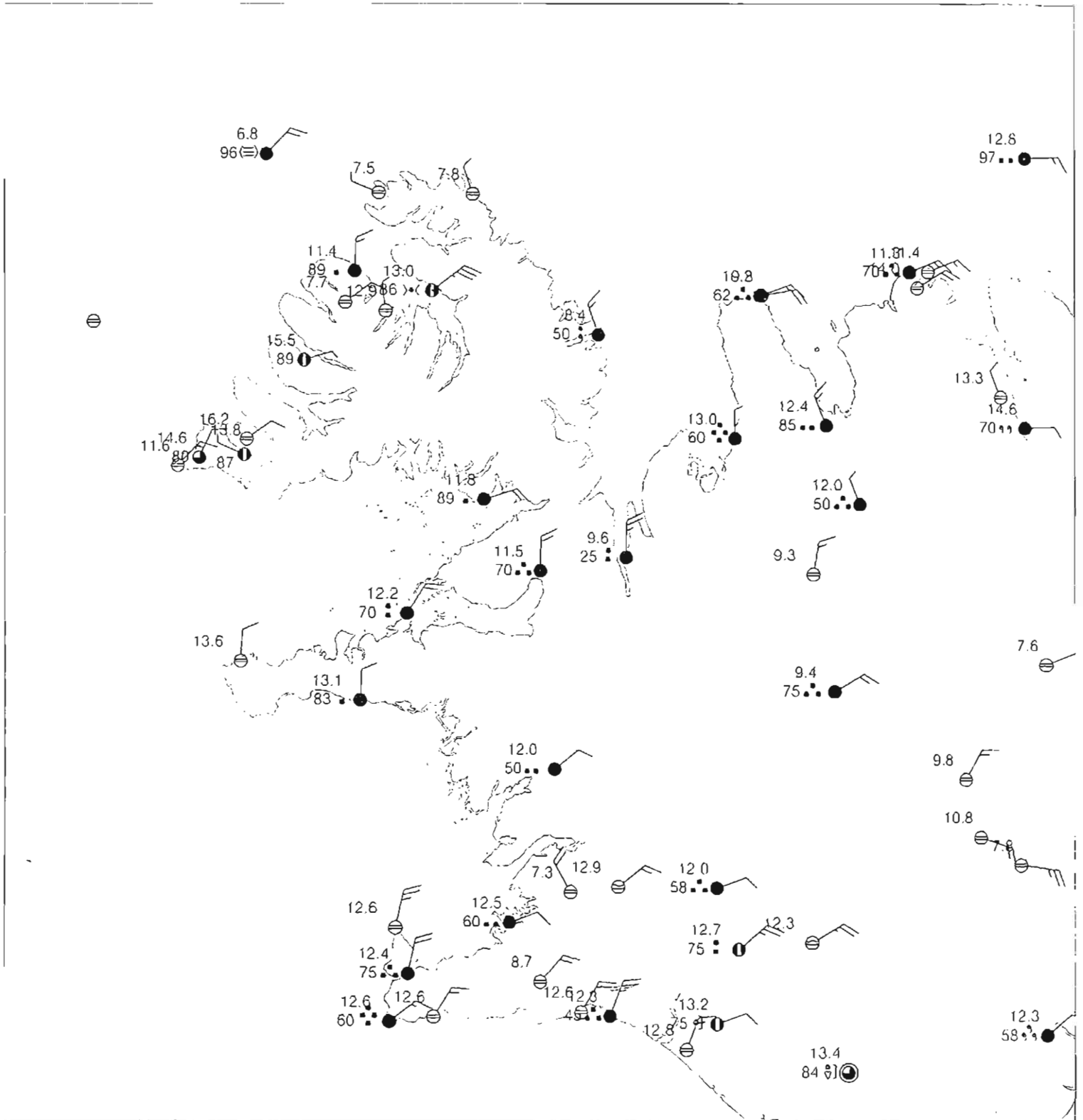
- Mynd 17 Vindur á veðurathugunarstöðvum norðan til á Vestfjörðum sýndur sem falla af tíma 16. ágúst 1997. Æðey (síritandi vindmælir), Ögur (sjálfvirk stöð) og Steingrímsfjarðarheiði (sjálfvirk stöð). Tvær síðast töldu stöðvarnar eru í eigu Vegagerðarinnar og athuganir frá þeim eru ekki sýndar á veðurkortum.
- Mynd 18 Tímaraðir vindathugana (10 mín. meðalvindur og hviður) á Hornbjargsvita, í Æðey, í Súðavík og á Þverfjalli 16. ágúst 1997.
- Mynd 19 Tímaröð veðurathugana frá Bolungarvík 16. ágúst 1997.
- Mynd 20 Tímaröð veðurathugana frá Hornbjargsvita 16. ágúst 1997.
- Mynd 21 Tímaröð veðurathugana frá Súðavík 16. ágúst 1997.
- Mynd 22 Tímaröð veðurathugana frá Þverfjalli 16. ágúst 1997.
- Mynd 23 Tímaröð veðurathugana frá Æðey 16. ágúst 1997.
- Mynd 24 Tímaraðir lofthita og vindáttar í Ögri 16. ágúst 1997.
- Mynd 25 Mæld úrkoma á veðurathugunarstöðvum norðvestan til á landinu frá kl. 9 til 18 16. ágúst 1997.
- Mynd 26 Hitafall með hæð skv. upplýsingum úr flugrita.
- Mynd 27 Vindhraði sem fall af hæð, reiknaður eftir upplýsingum úr flugrita og frá ratsjá á Bolafjalli.
- Mynd 28 Ljósmynd frá veðurtunglinu NOAA12 tekin á Veðurstofu Íslands 16. ágúst 1997 kl. 18:49.
- Mynd 29 Ljósmynd frá veðurtunglinu NOAA12 tekin á Veðurstofu Íslands 16. ágúst 1997 kl. 20:30.
- Mynd 30 Ljósmynd frá veðurtunglinu NOAA12 tekin á fjarkönnunarmiðstöð Háskólans í Dundee, Skotlandi, 16. ágúst 1997 kl. 17:09.
- Mynd 31 Hitamynd frá veðurtunglinu NOAA12 tekin á fjarkönnunarmiðstöð Háskólans í Dundee, Skotlandi, 16. ágúst 1997 kl. 17:09.
- Mynd 32 Tölvureiknuð spá um vind og hita í 850 hPa (FL050) og 925 hPa (FL025) 16. ágúst 1997 kl. 18.
- Mynd 33 Tölvureiknuð spá um vind og hita í 850 hPa (FL050) og 925 hPa (FL025) 17. ágúst 1997 kl. 00.
- Mynd 34 Bylgjubrot í reiknuðum straumlínum loftstraums yfir fjall. Miðað er við að vindhraði (U) og stöðugleiki loftsins (N) séu óbreytt með hæð. Myndin er tekin úr ritinu *Hydrostatic Airflow over Mountains* eftir Ronald B. Smith (Advances in Geophysics, Volume 31, 1989, AP). Myndatexti á ensku fylgir myndinni þaðan.
- Mynd 35 Flokkun loftstrauma yfir fjöll með hliðsjón af lögun fjalls, vindhraða og stöðugleika loftsins. Myndin er tekin úr ritinu *Hydrostatic Airflow over Mountains* eftir Ronald B. Smith (Advances in Geophysics, Volume 31, 1989, AP). Myndatexti á ensku fylgir myndinni þaðan.

- Mynd 36 Háloftaathugun frá Keflavíkurlflugvelli 17. ágúst 1997 kl. 00. Athugun frá hádegi, 16. ágúst kl. 12, er teiknuð inn með strikálínum.
- Mynd 37 Stækkuð ljósmynd af skýjafari yfir Vestfjörðum 16. ágúst 1997 kl. 17:09. Gert eftir mynd frá fjarkönnunarmiðstöð Háskólans í Dundee, Skotlandi.
- Mynd 38 Útlínur tveggja skýjabakka yfir Ísafjarðardjúpi teiknaðar inn á Íslandskort eftir mynd 36. Vindathuganir frá sjálfvirkum veðurathugunarstöðvum og siritandi vindhraðamæli í Æðey kl. 17 eru einnig teiknaðar inn á kortið.



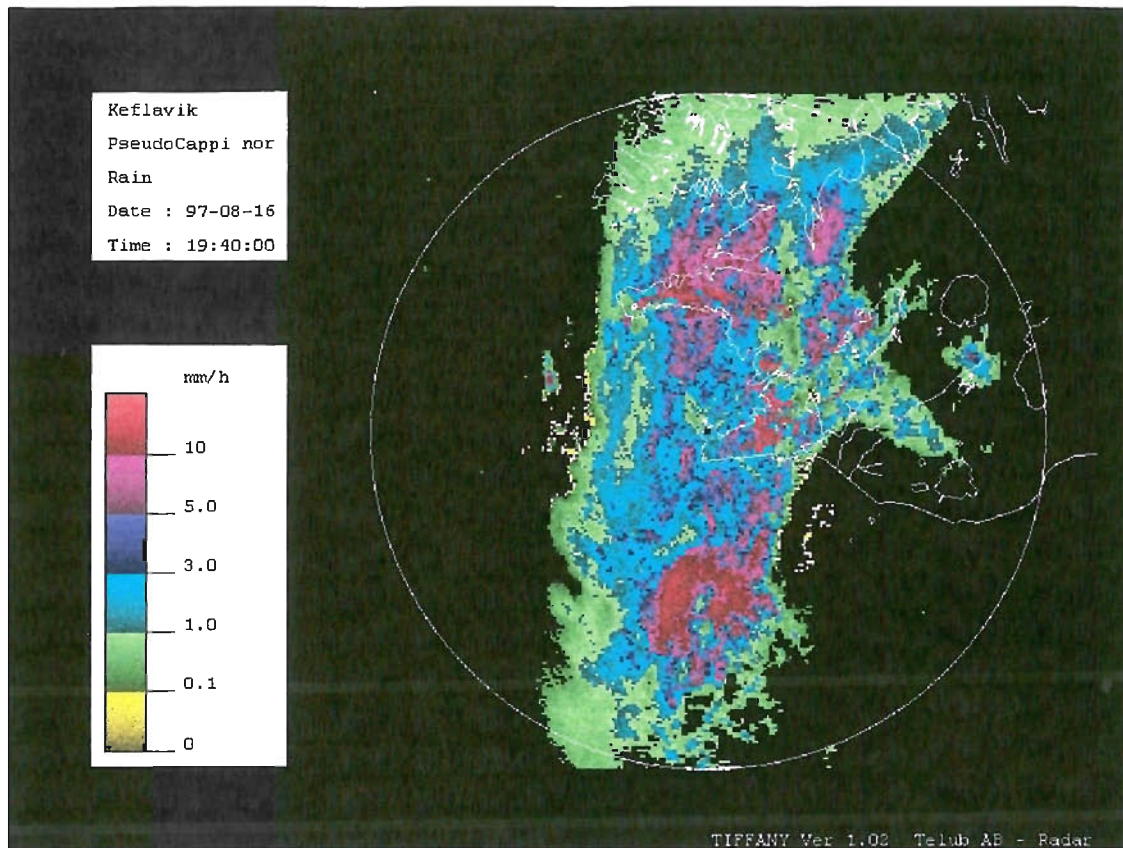
Mynd 1

Yfirritskort 16. ágúst 1997 kl. 18. Vinnukort veðurfræðings.



16. ágúst 1997, 18:00 UTC
 Hiti, Vindur, Veður, Skyggni, Skýjahúla,

Mynd 2 Veðurathuganir á vestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 18.



Mynd 3 Mynd úr veðursjá 16. ágúst 1997 kl. 19:40. Með veðursjá má greina úrkomu ofan við láréttan flöt er snertir yfirborð jarðar þar sem veðursjáin er. Vegna lögunar jarðar er hæð þessa flatar u.þ.b. 10000 fet yfir sjó norðan til á Vestfjörðum.

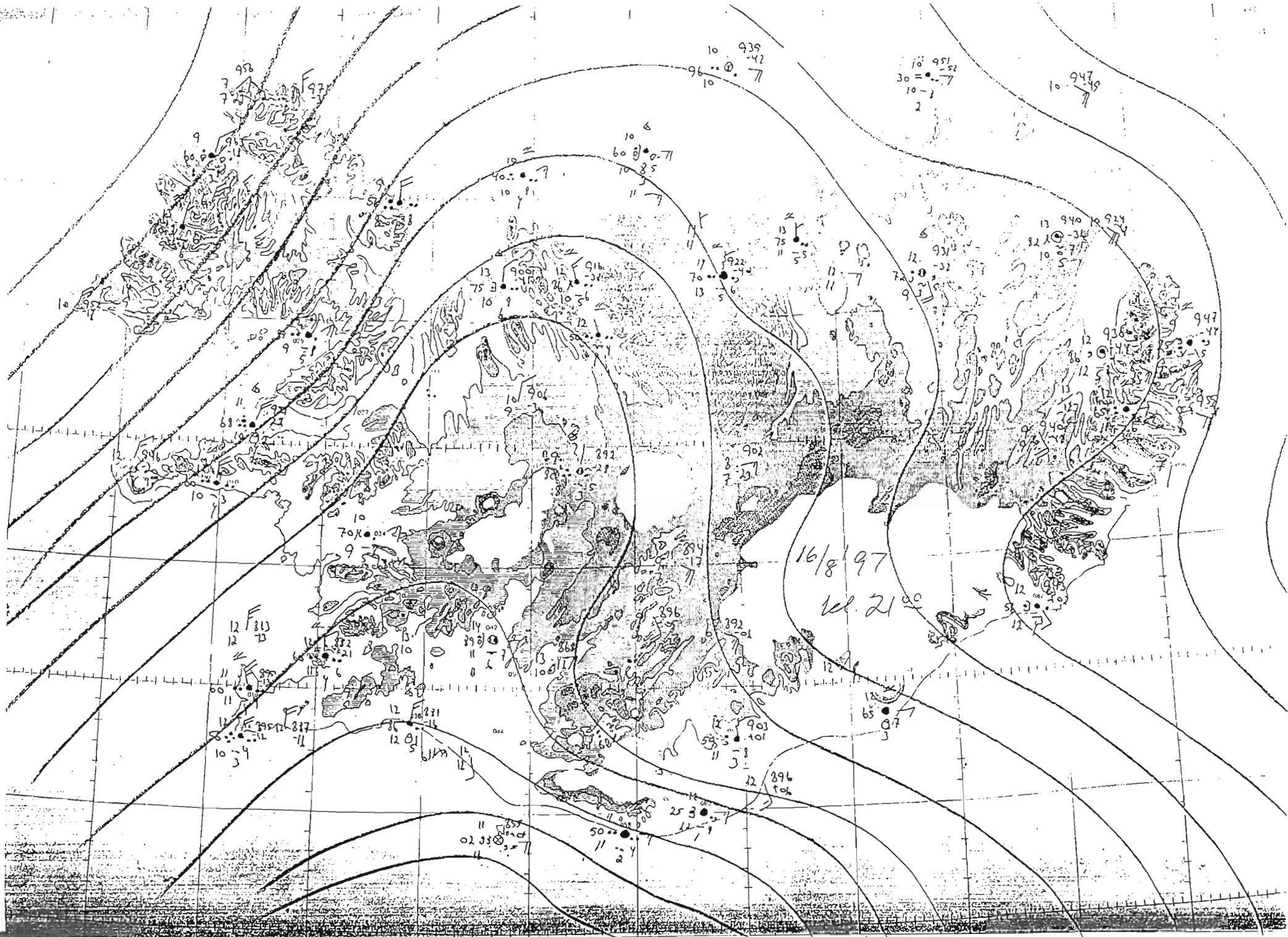
Mynd 4

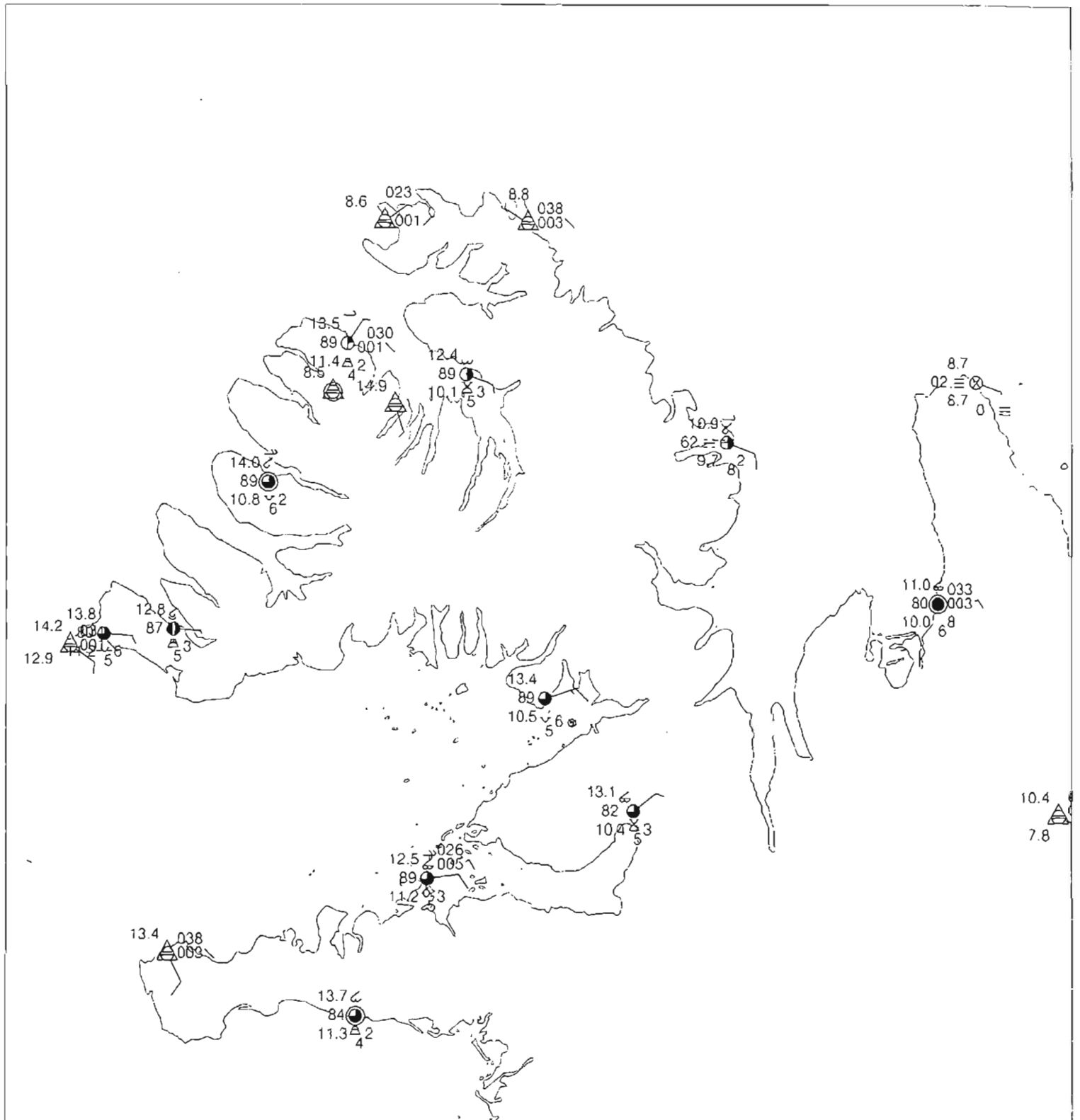
Íslandskort 16. ágúst 1997 kl. 18. Vinnukort veðurfræðings.



Mynd 5

Íslandskort 16. ágúst 1997 Kl. 21. Vinnukort veðurfræðings.

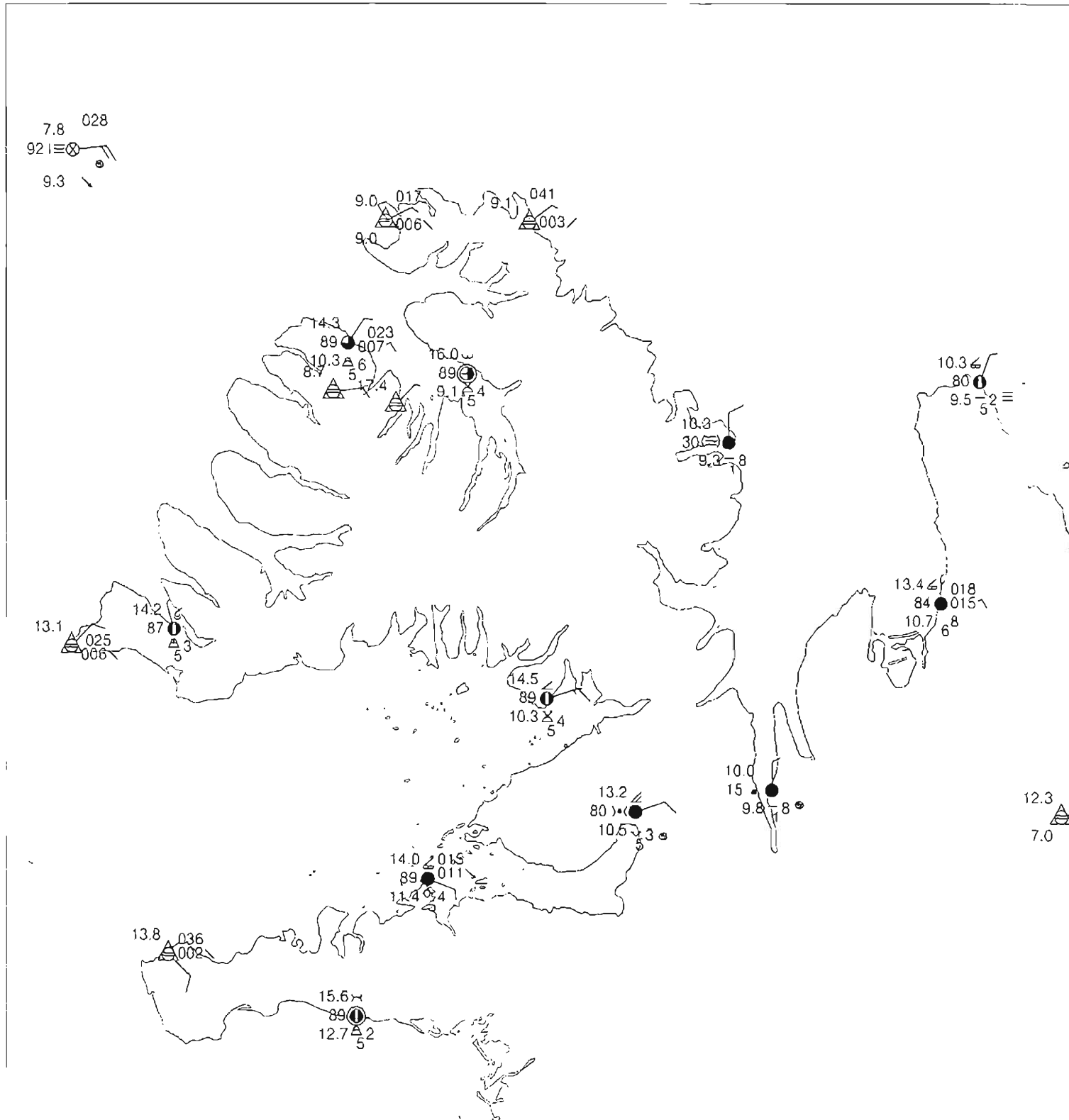




16. ágúst 1997, 09:00 UTC

Mynd 6

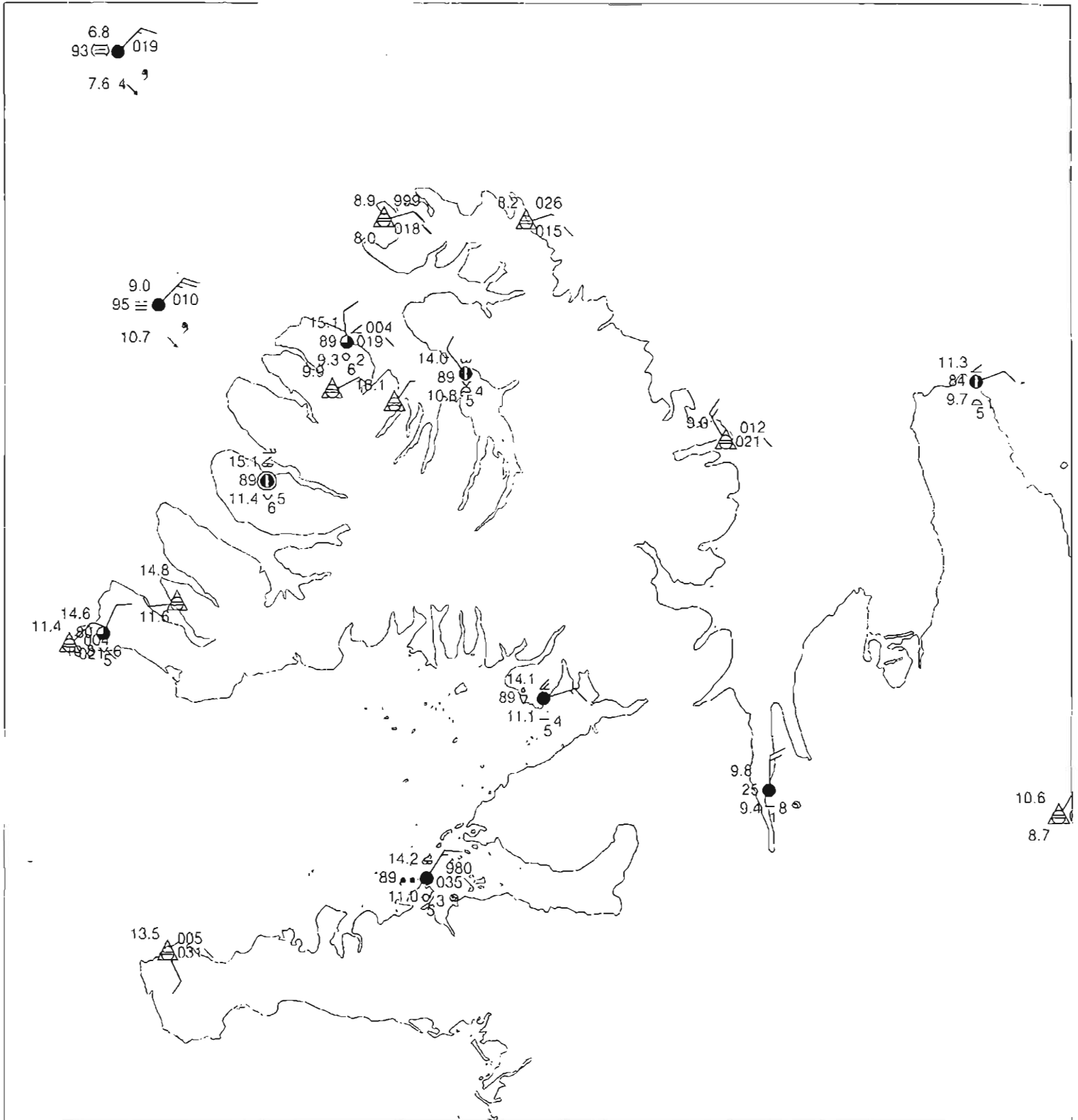
Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 9. Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.



16. ágúst 1997, 12:00 UTC

Mynd 7

Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 12.
Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.



16. ágúst 1997, 15:00 UTC

Mynd 8

Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 15.
Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.



16. ágúst 1997, 16:00 UTC

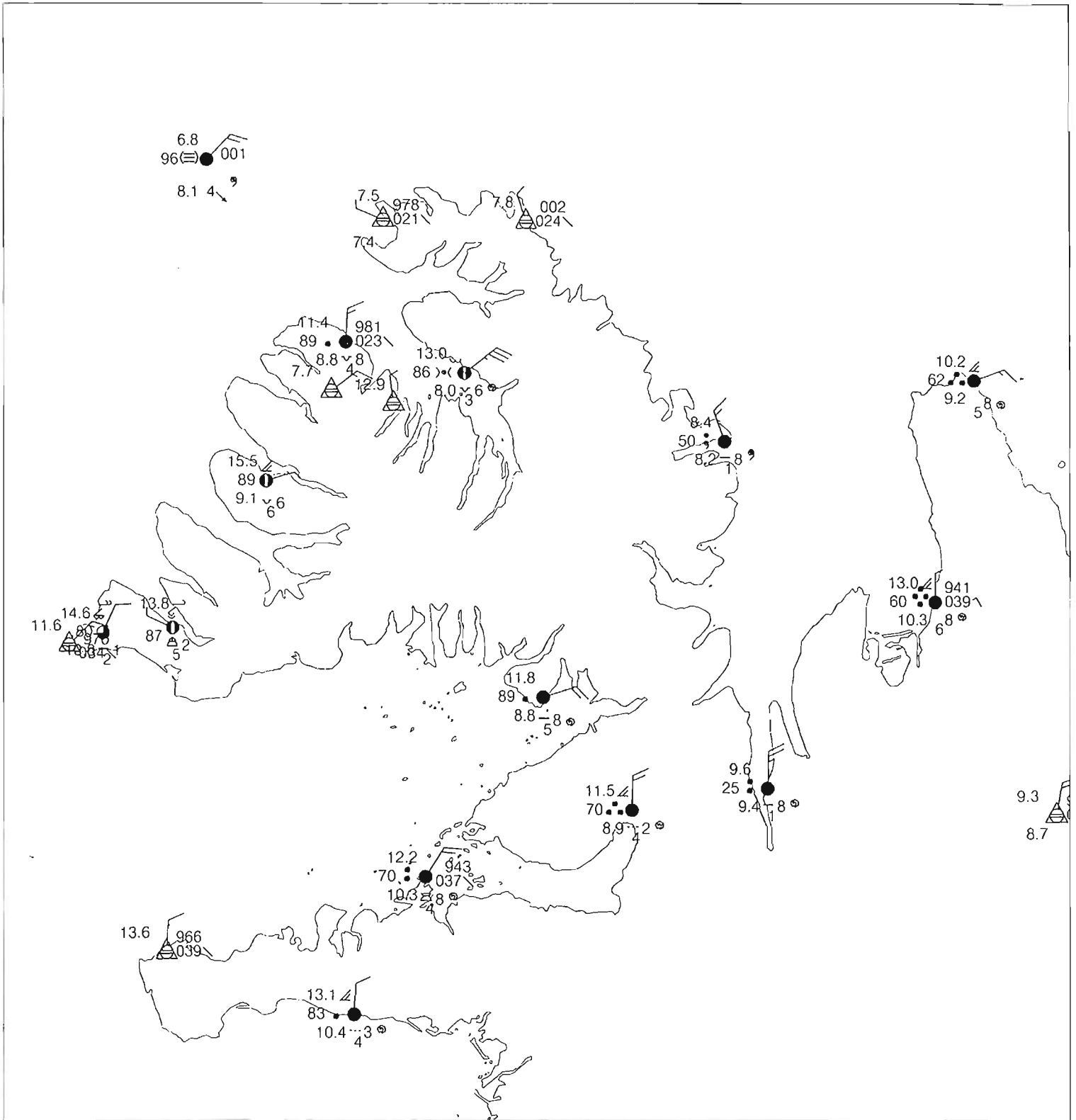
Mynd 9

Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 16.
Aðeins sjálfvirkar stöðvar.



16. ágúst 1997, 17:00 UTC

Mynd 10 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 17. Aðeins sjálfvirkar stöðvar.



16. ágúst 1997, 18:00 UTC

Mynd 11

Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 18.
Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.



16. ágúst 1997, 19:00 UTC

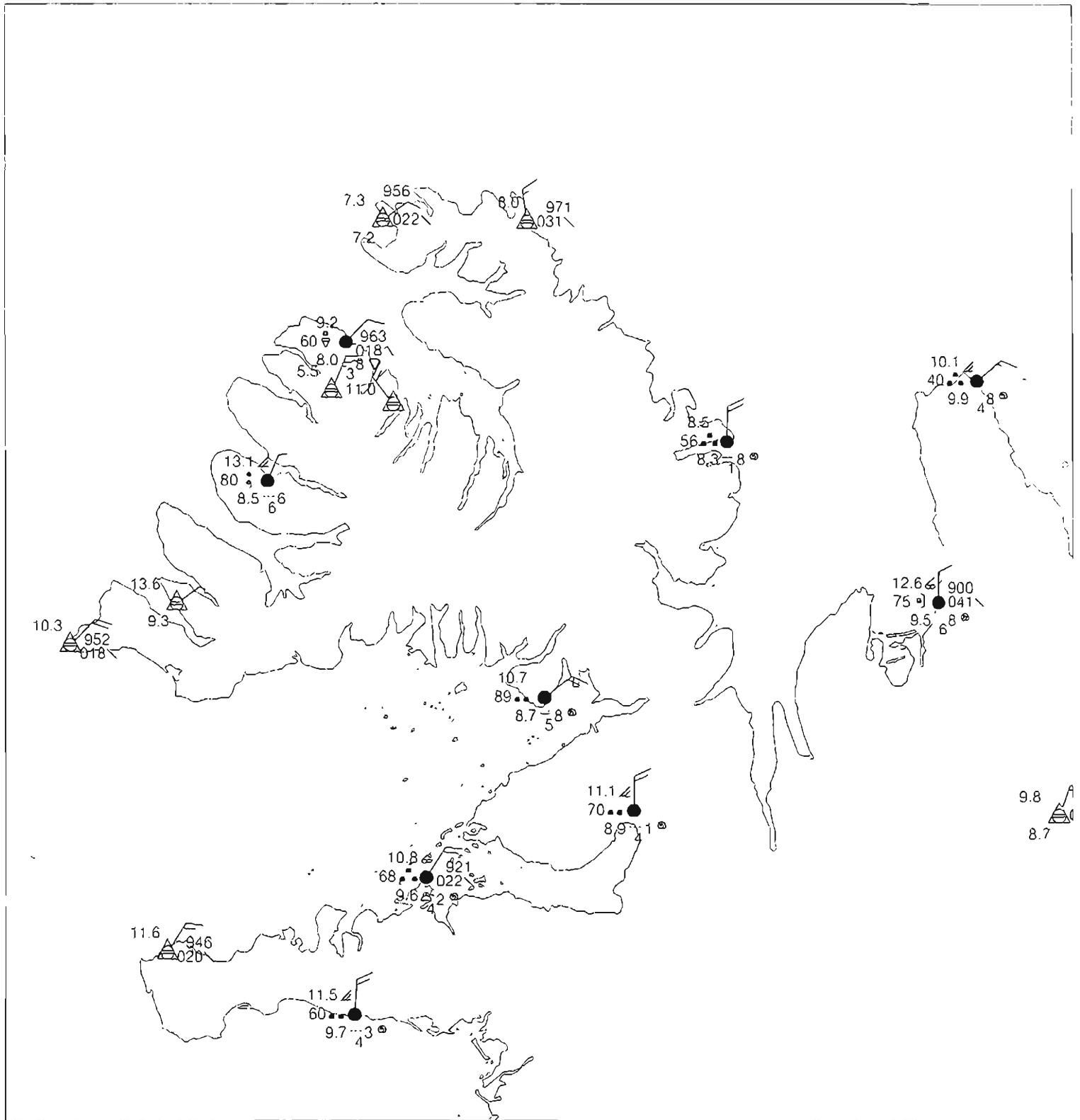
Mynd 12

Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 19.
Aðeins sjálfvirkar stöðvar.



16. ágúst 1997, 20:00 UTC

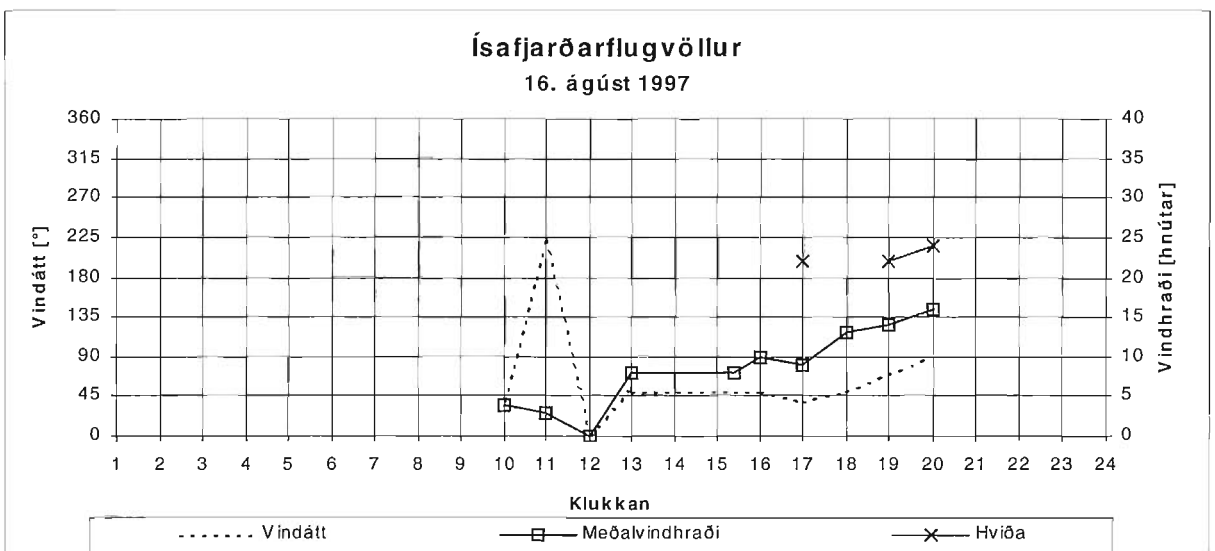
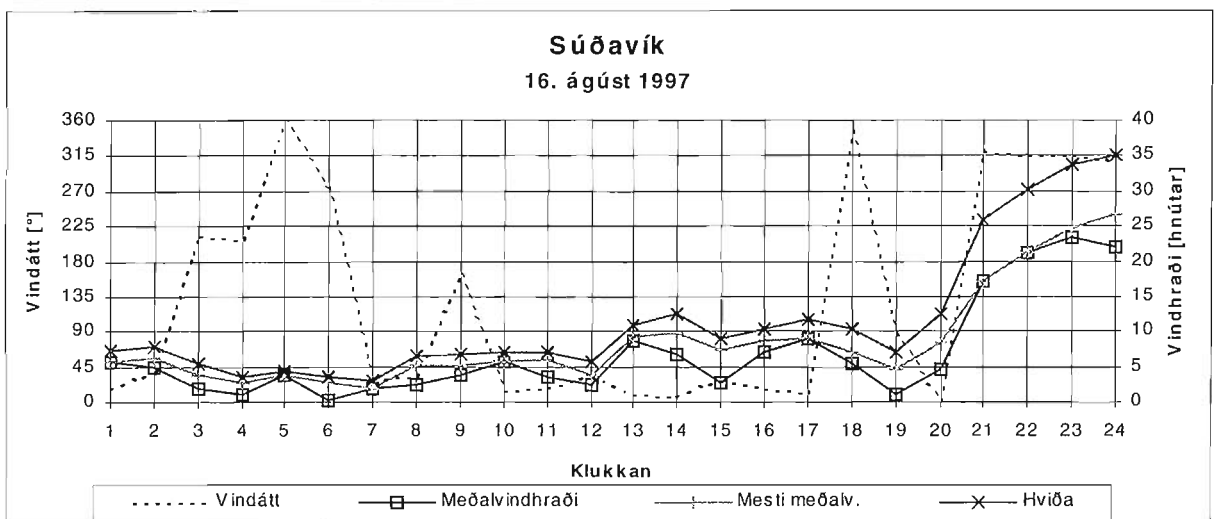
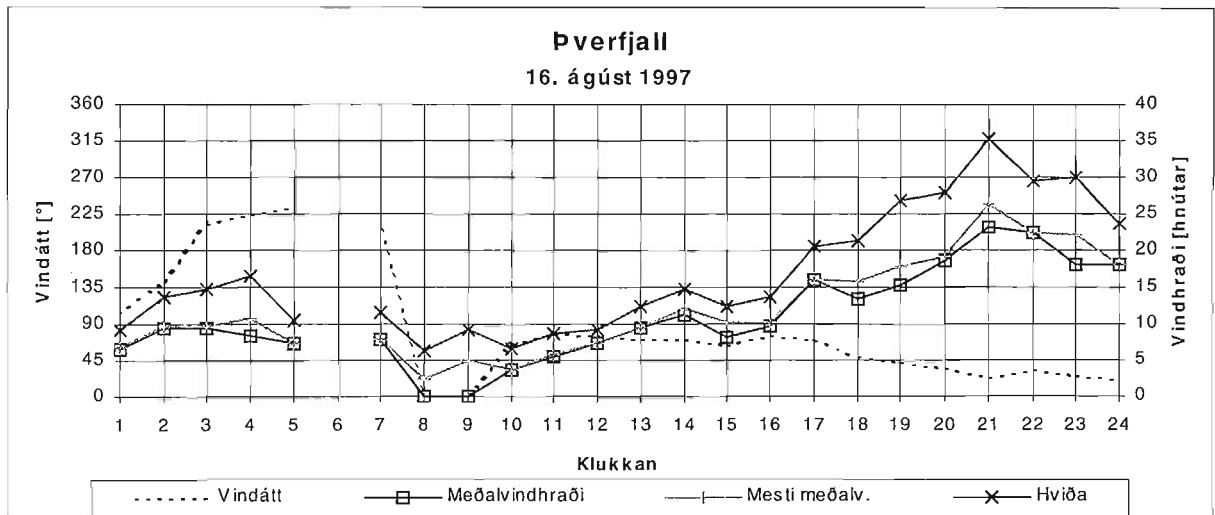
Mynd 13 Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 20. Aðeins sjálfvirkar stöðvar.



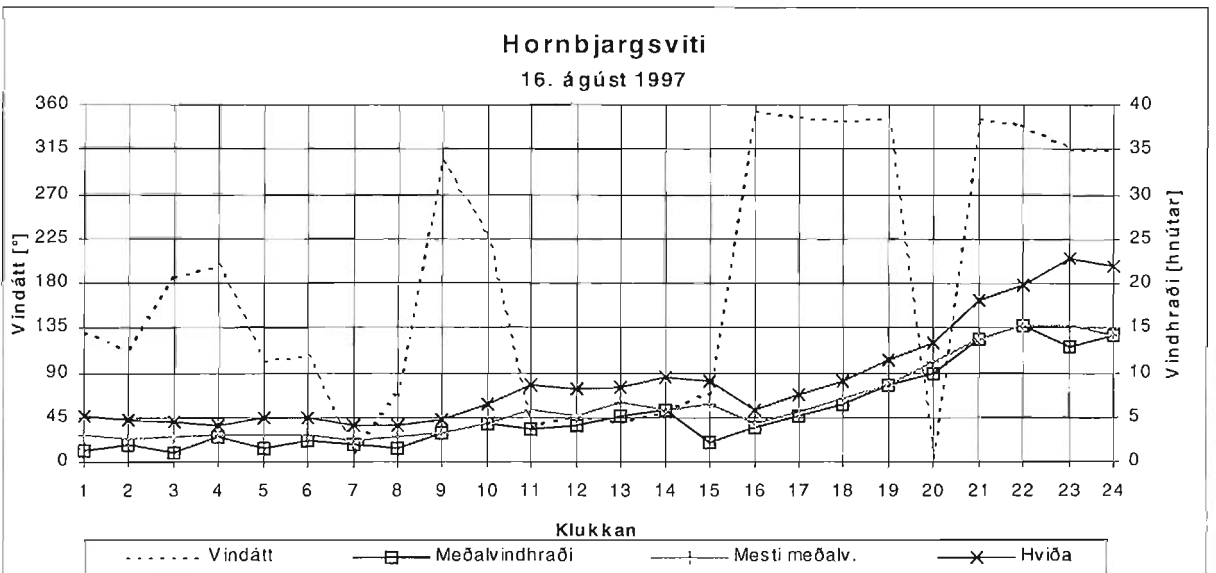
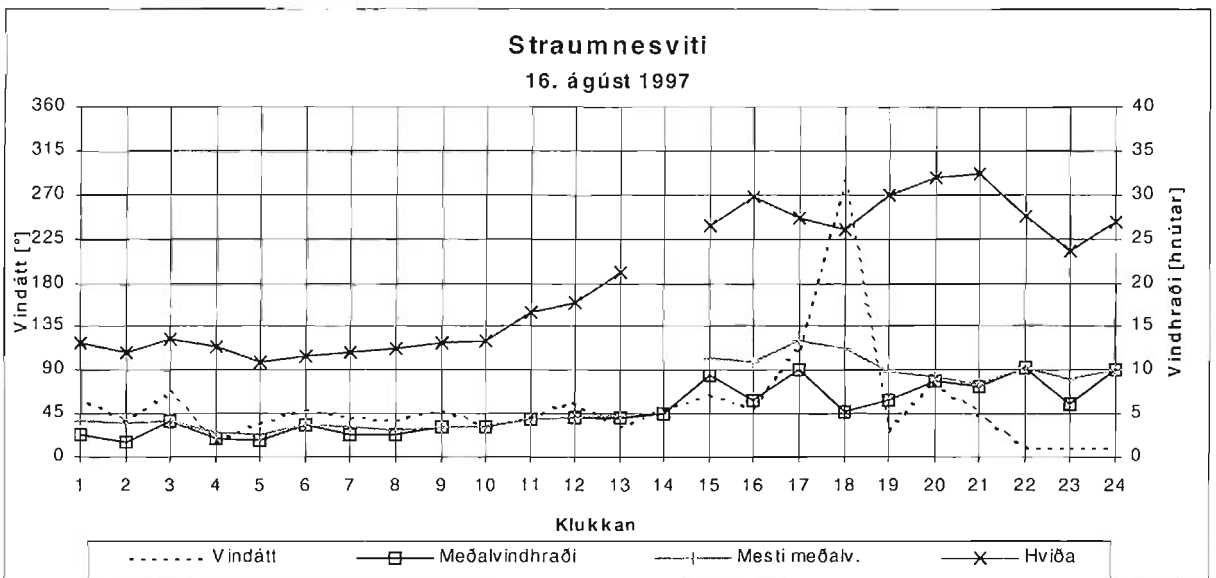
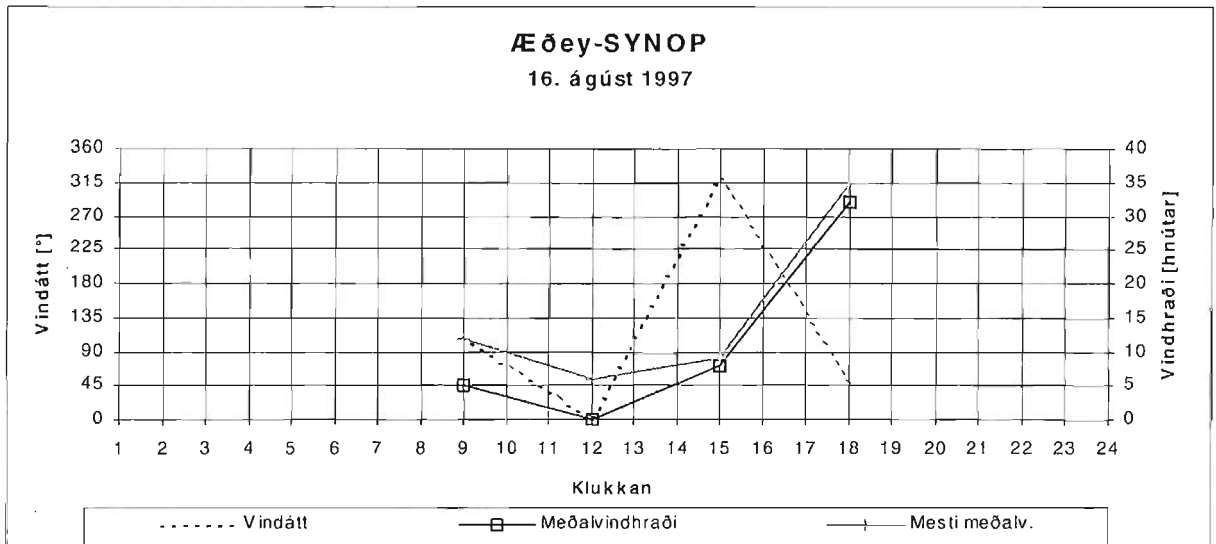
16. ágúst 1997, 21:00 UTC

Mynd 14

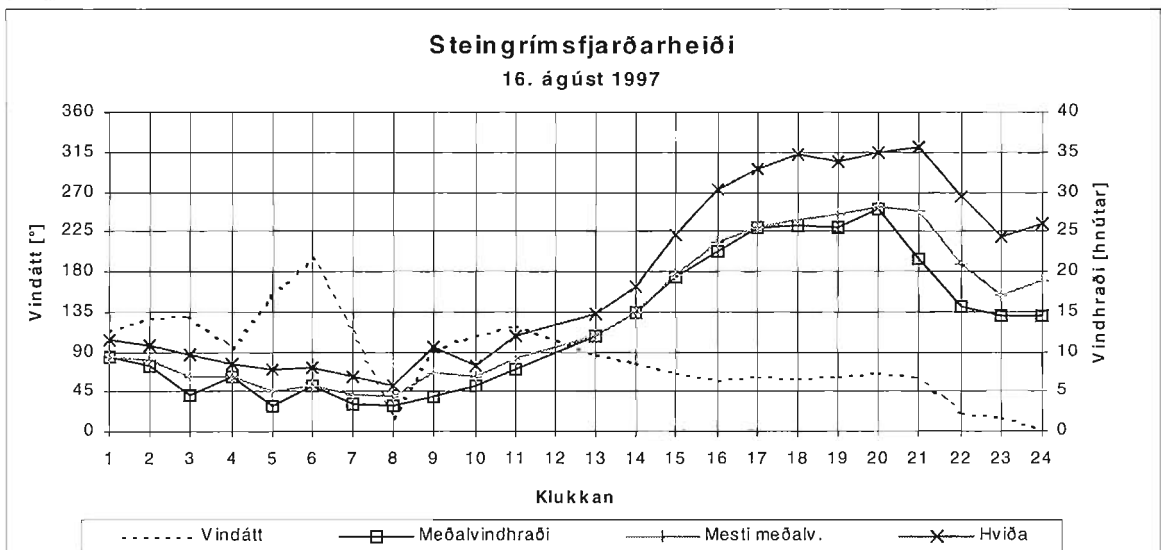
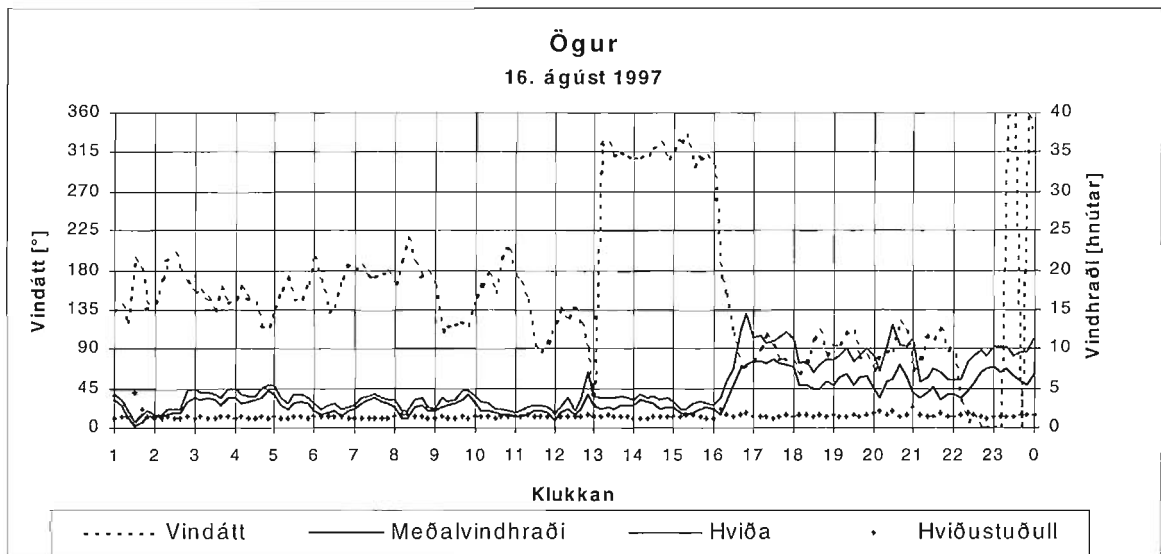
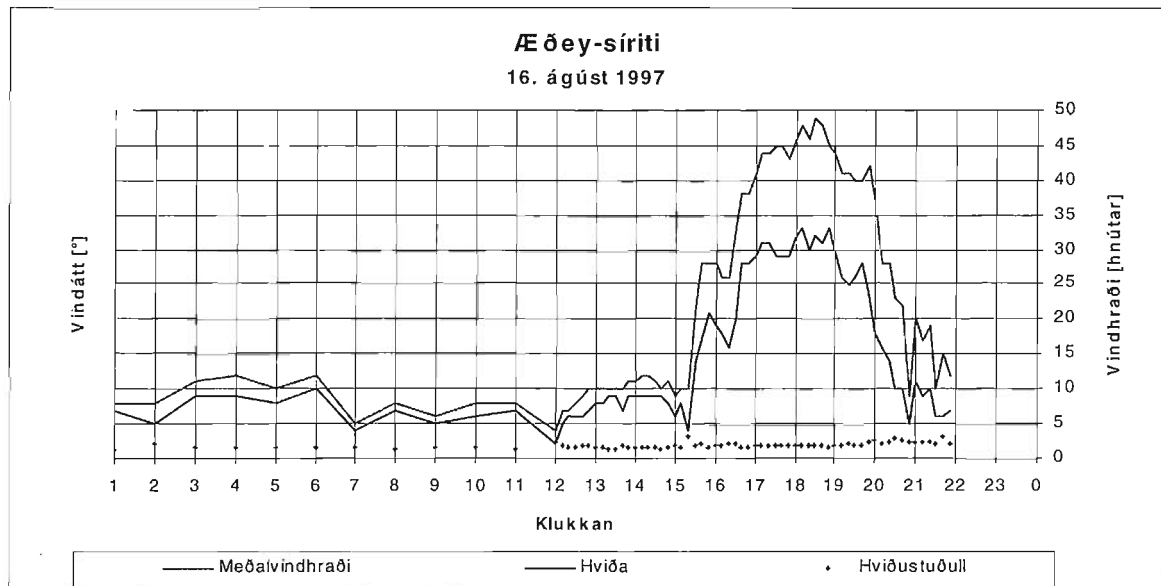
Veðurathuganir á norðvestanverðu landinu 16. ágúst 1997 kl. 21.
Mannaðar og sjálfvirkar stöðvar.



Mynd 15 Vindur á veðurathugunarstöðvum norðan til á Vestfjörðum sýndur sem falla af tíma 16. ágúst 1997. Þverfjall (sjálfvirk stöð), Súðavík (sjálfvirk stöð) og Ísafjarðarflugvöllur (MET REPORT).



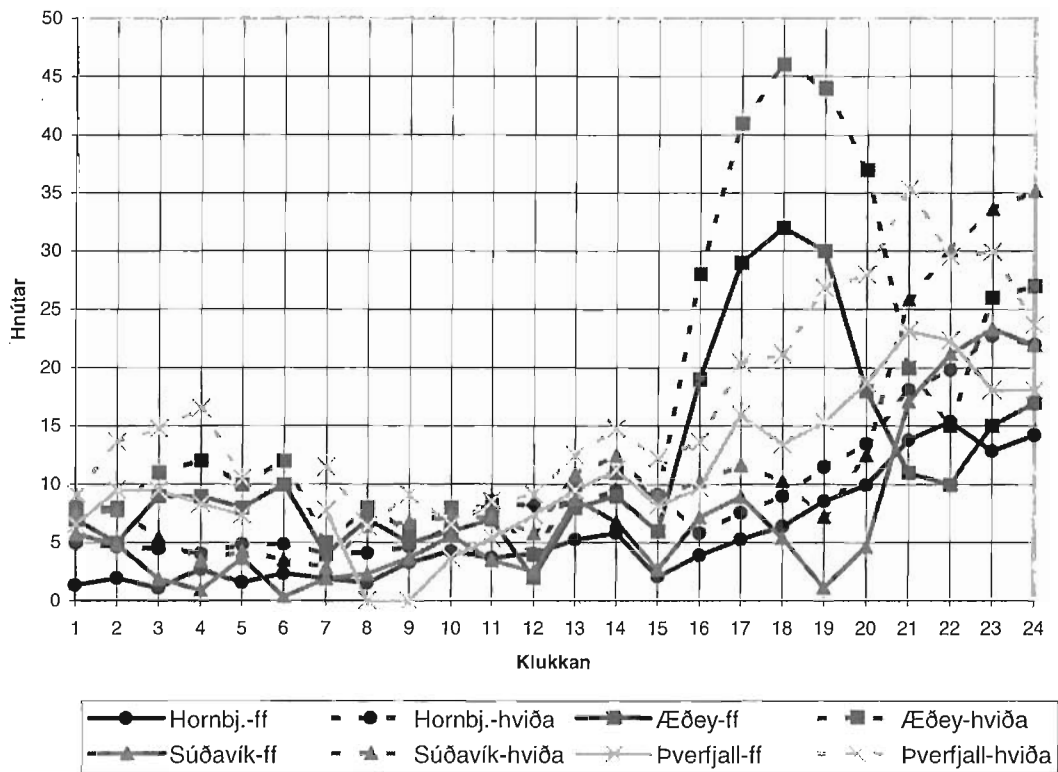
Mynd 16 Vindur á veðurathugunarstöðvum norðan til á Vestfjörðum sýndur sem falla af tíma 16. ágúst 1997. Æðey (SYNOP-athuganir), Straumnesviti (sjálfvirk stöð) og Hornbjargsviti (sjálfvirk stöð).



Mynd 17

Vindur á veðurathugunarstöðvum norðan til á Vestfjörðum sýndur sem falla af tíma 16. ágúst 1997. Æðey (síritandi vindmælir), Ögur (sjálfvirk stöð) og Steingrímsfjarðarheiði (sjálfvirk stöð). Tvær síðast töldu stöðvarnar eru í eigu Vegagerðarinnar og athuganir frá þeim eru ekki sýndar á veðurkortum.

Vindhraði á Hornbjargsvita, í Æðey, í Súðavík og á Þverfjalli
16. ágúst 1997

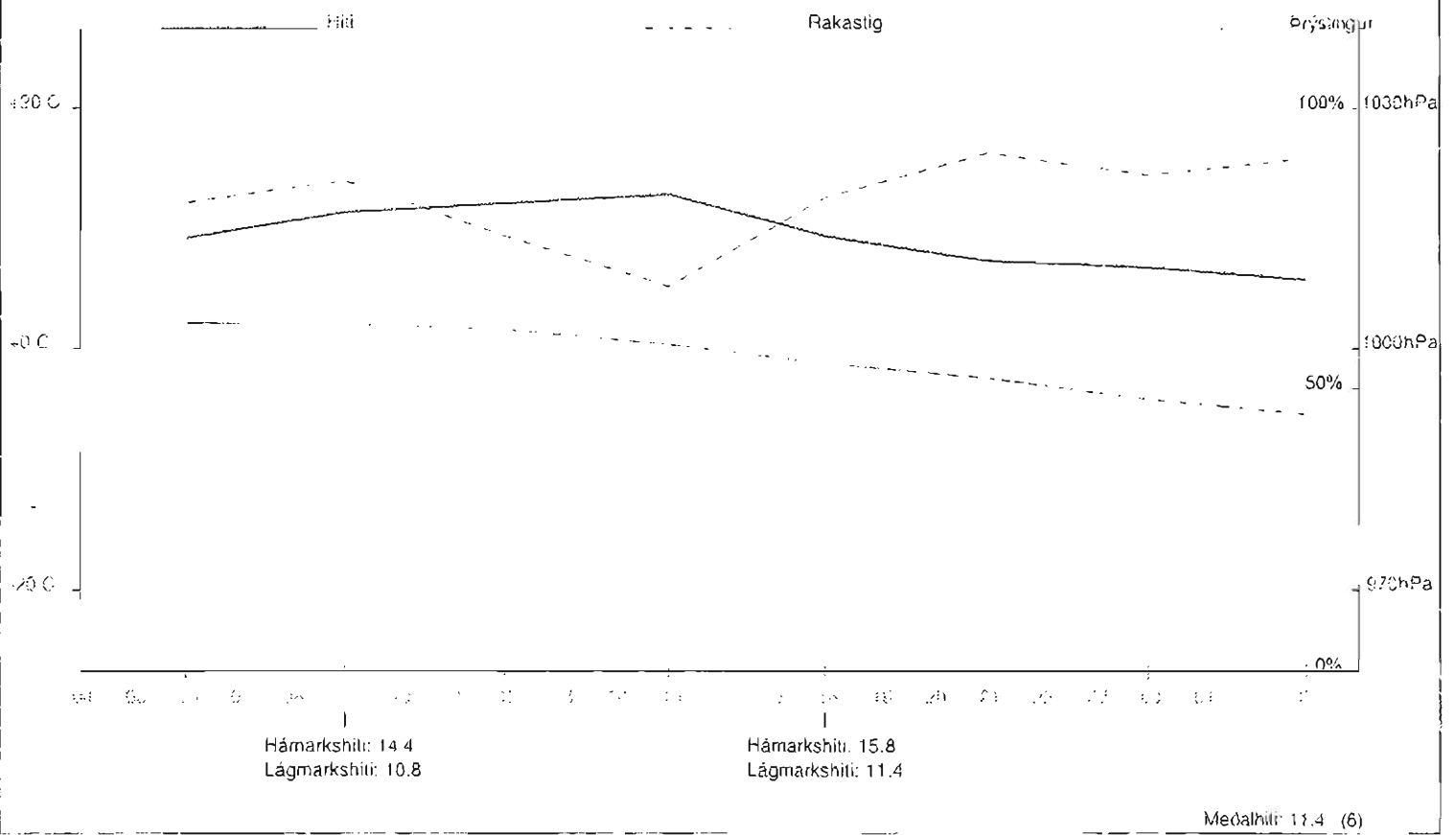
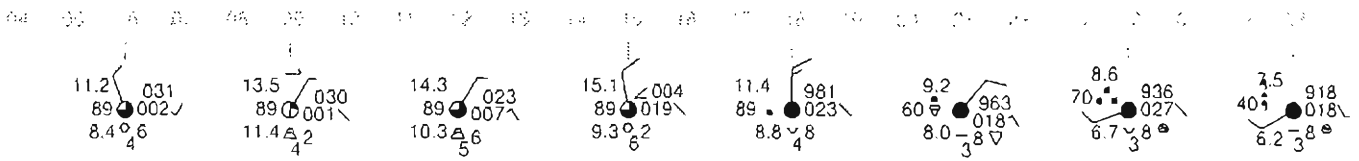


Mynd 18 Tímaraðir vindathugana (10 mín. meðalvindur og hviður) á Hornbjargsvita, í Æðey, í Súðavík og á Þverfjalli 16. ágúst 1997.

04005 BOLUNGARVÍK

16. ágúst 97, 04 UTC

17. ágúst 97, 03 UTC

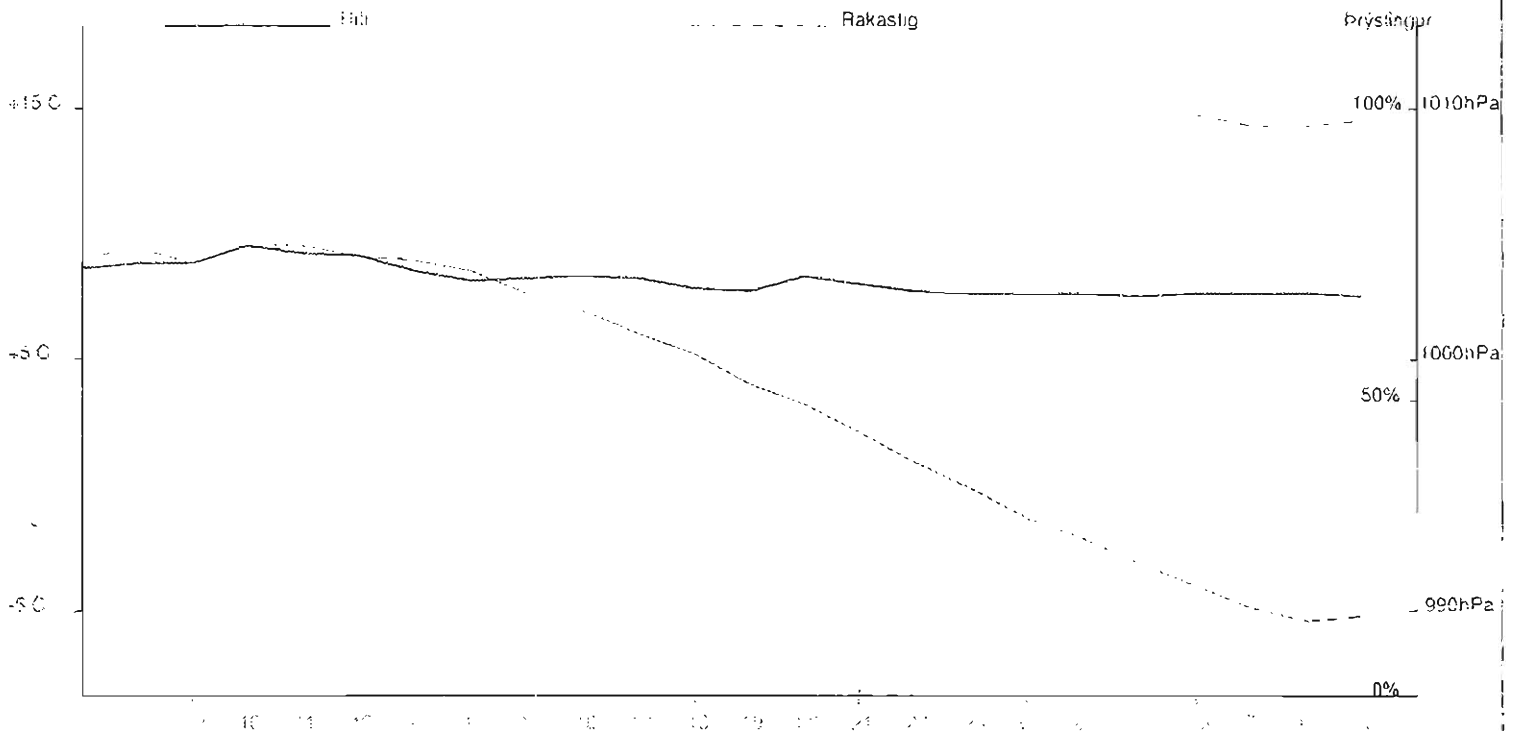
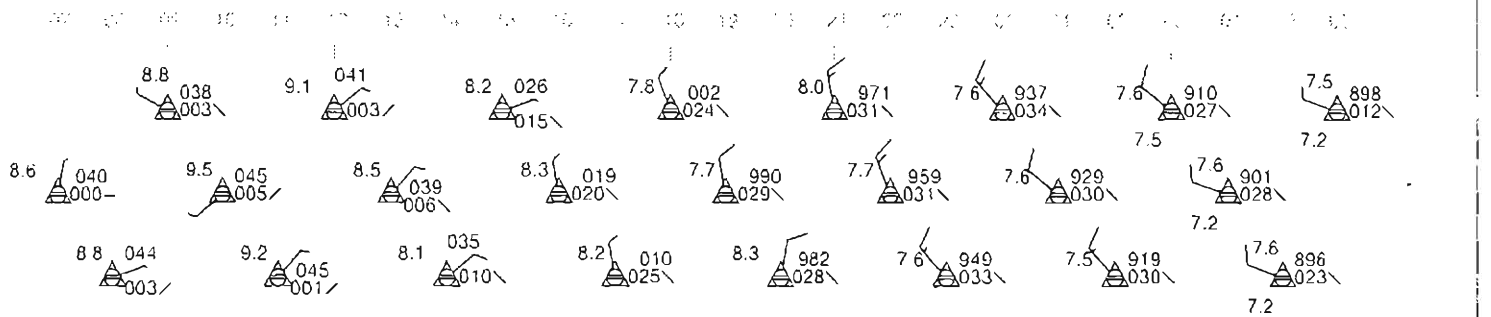


Mynd 19 Tímaröð veðurathugana frá Bolungarvík 16. ágúst 1997.

04123 HORNBJARGSVITI

16. ágúst 97, 07 UTC

17. ágúst 97, 06 UTC



Hámarkshiti: 9.5
Lágmarkshiti: 8.4

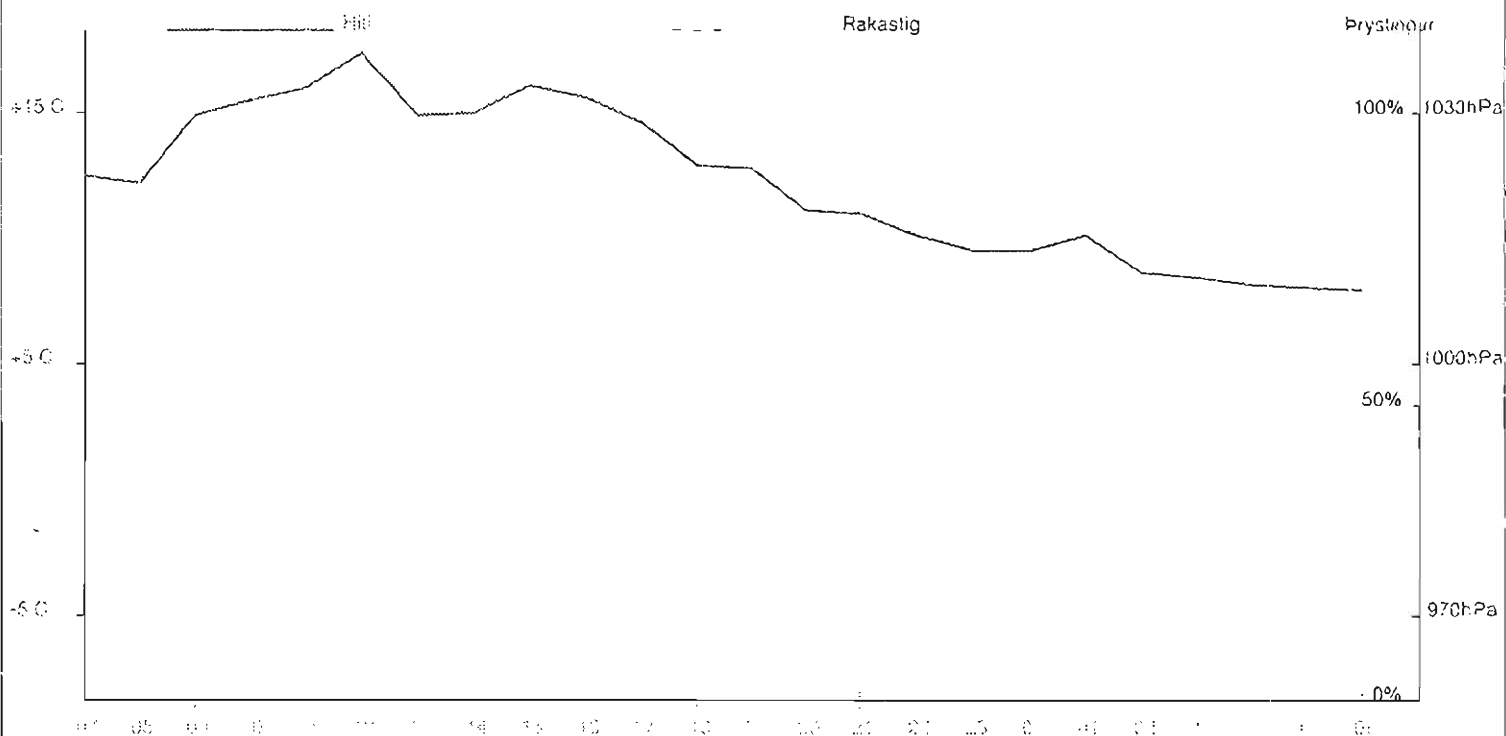
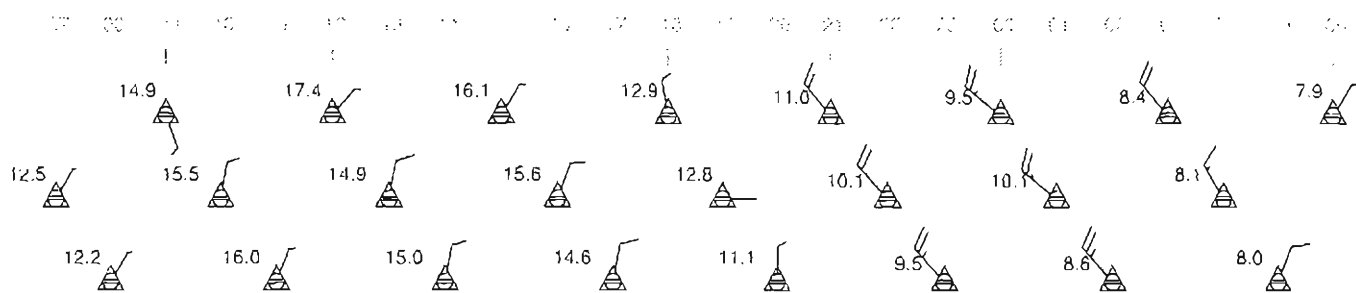
Hámarkshiti: 10.1
Lágmarkshiti: 7.7

Meðalhiti: 8.1 (9)

04111 SÚÐAVÍK

16. ágúst 97, 07 UTC

17. ágúst 97, 06 UTC



Hámarkshiti: 14.9
Lágmarkshiti: 10.3

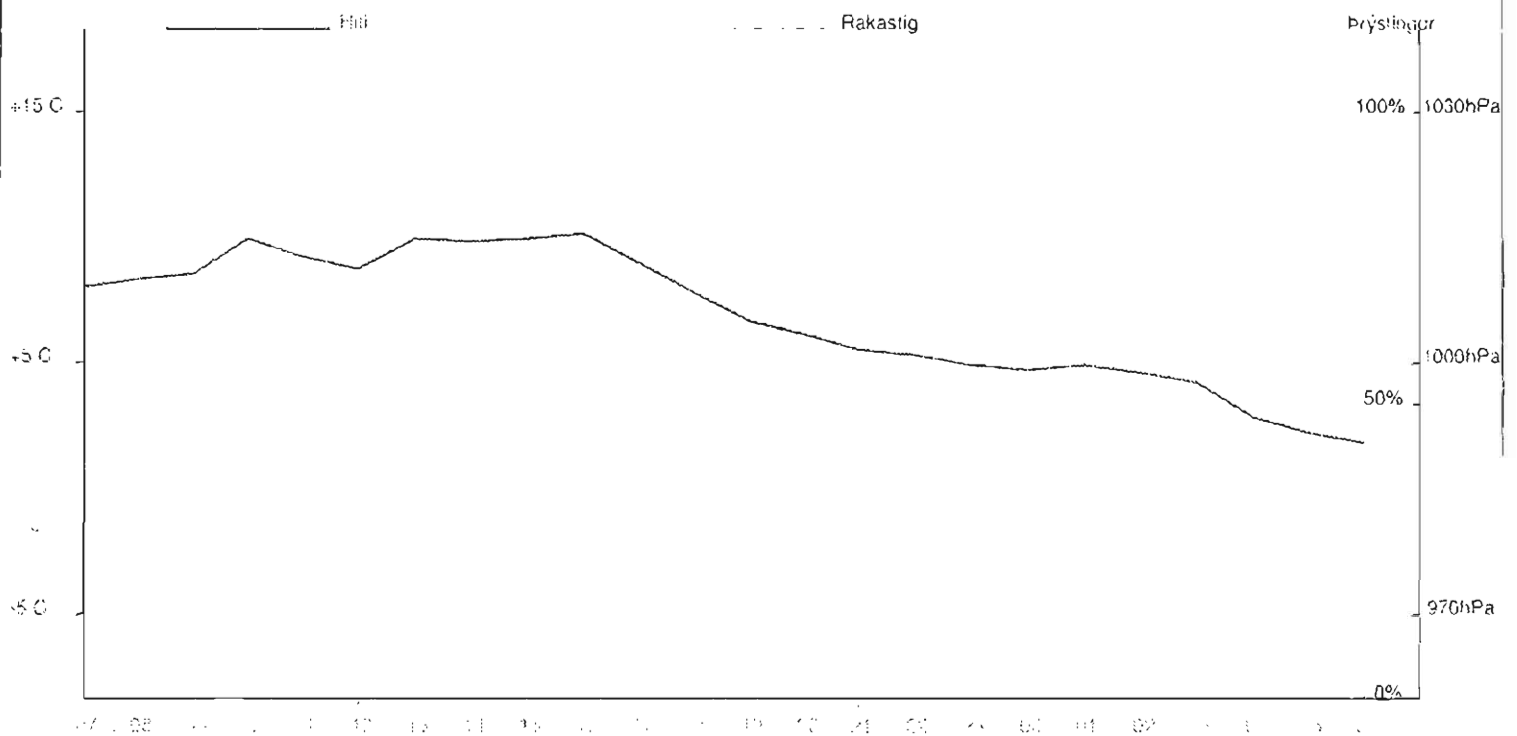
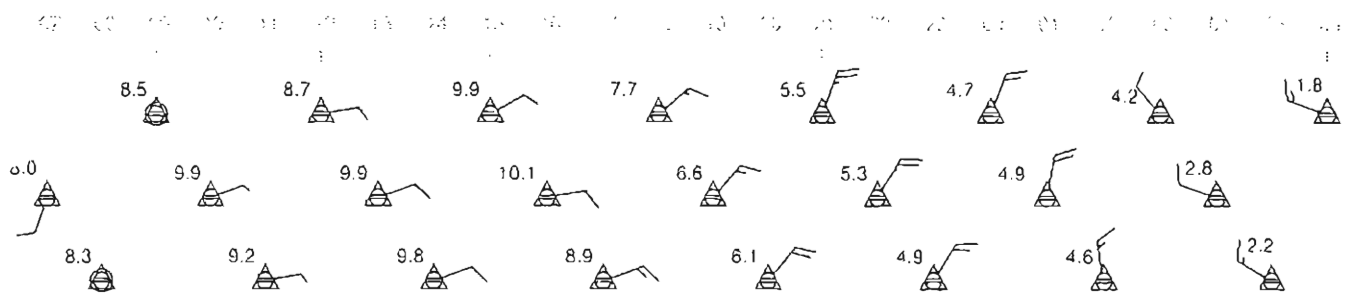
Hámarkshiti: 18.1
Lágmarkshiti: 12.9

Meðalhiti: 12.2 (5)

04109 ÞVERFJALL

16. ágúst 97, 07 UTC

17. ágúst 97, 06 UTC



Hámarkshiti: 9.7
Lágmarkshiti: 7.5

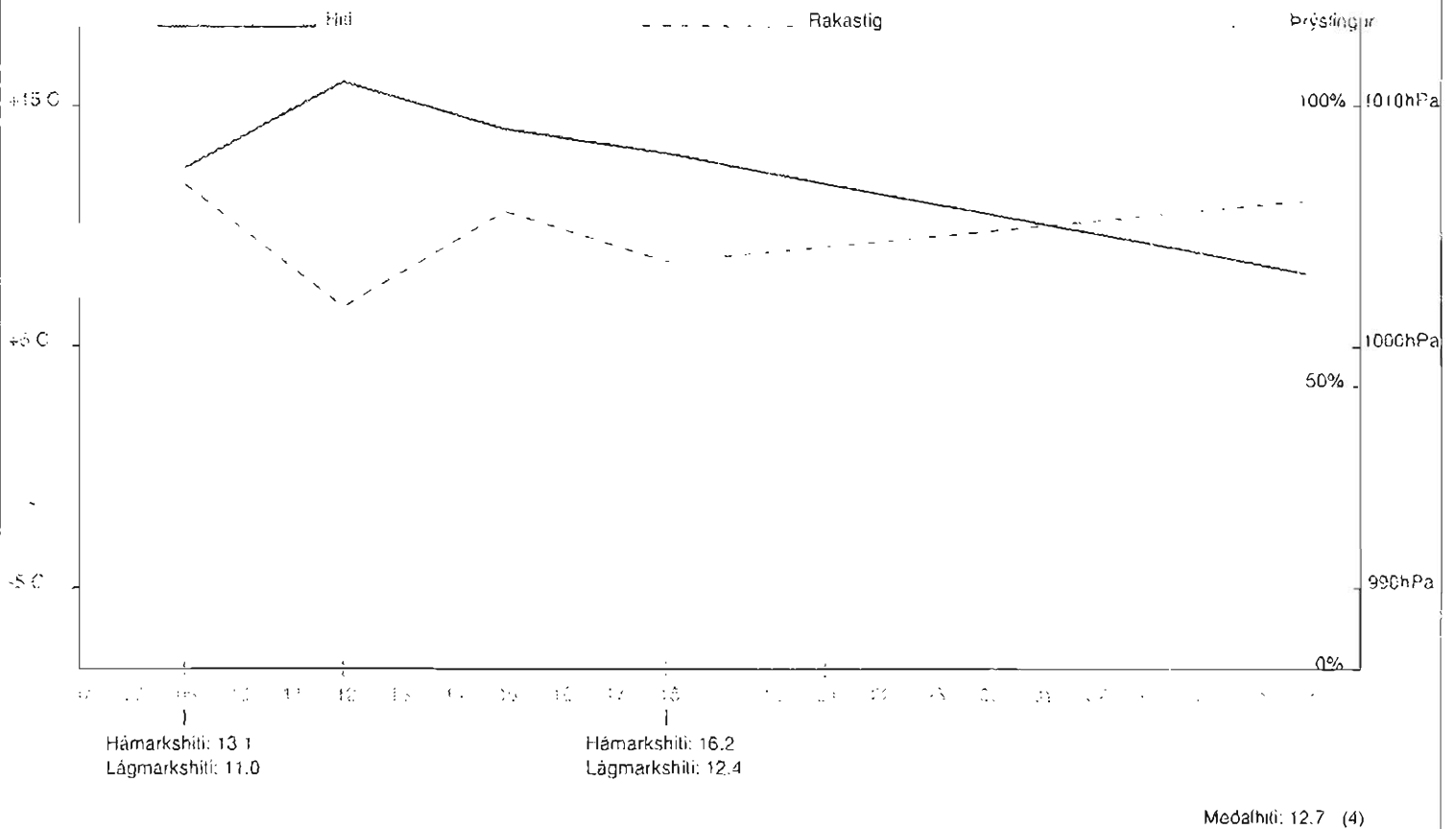
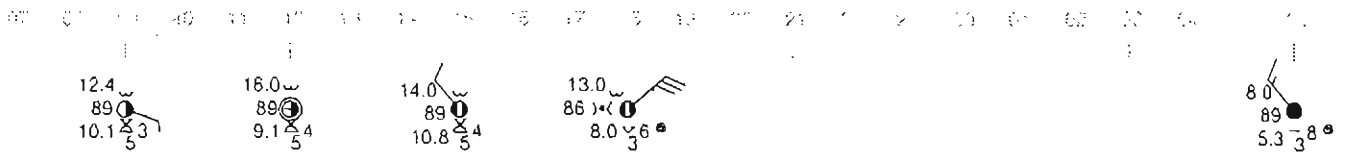
Hámarkshiti: 10.4
Lágmarkshiti: 7.7

Meðalhiti: 6.8 (10)

04017 ÆÐEY

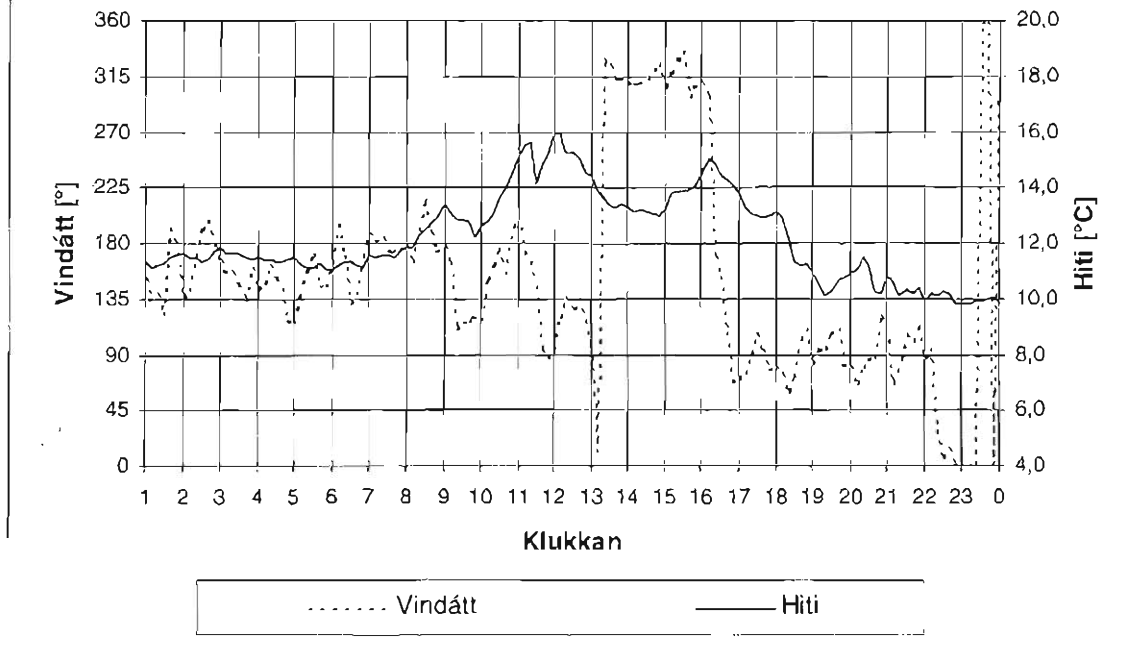
16. ágúst 97, 07 UTC

17. ágúst 97, 06 UTC



Ögur

16. ágúst 1997

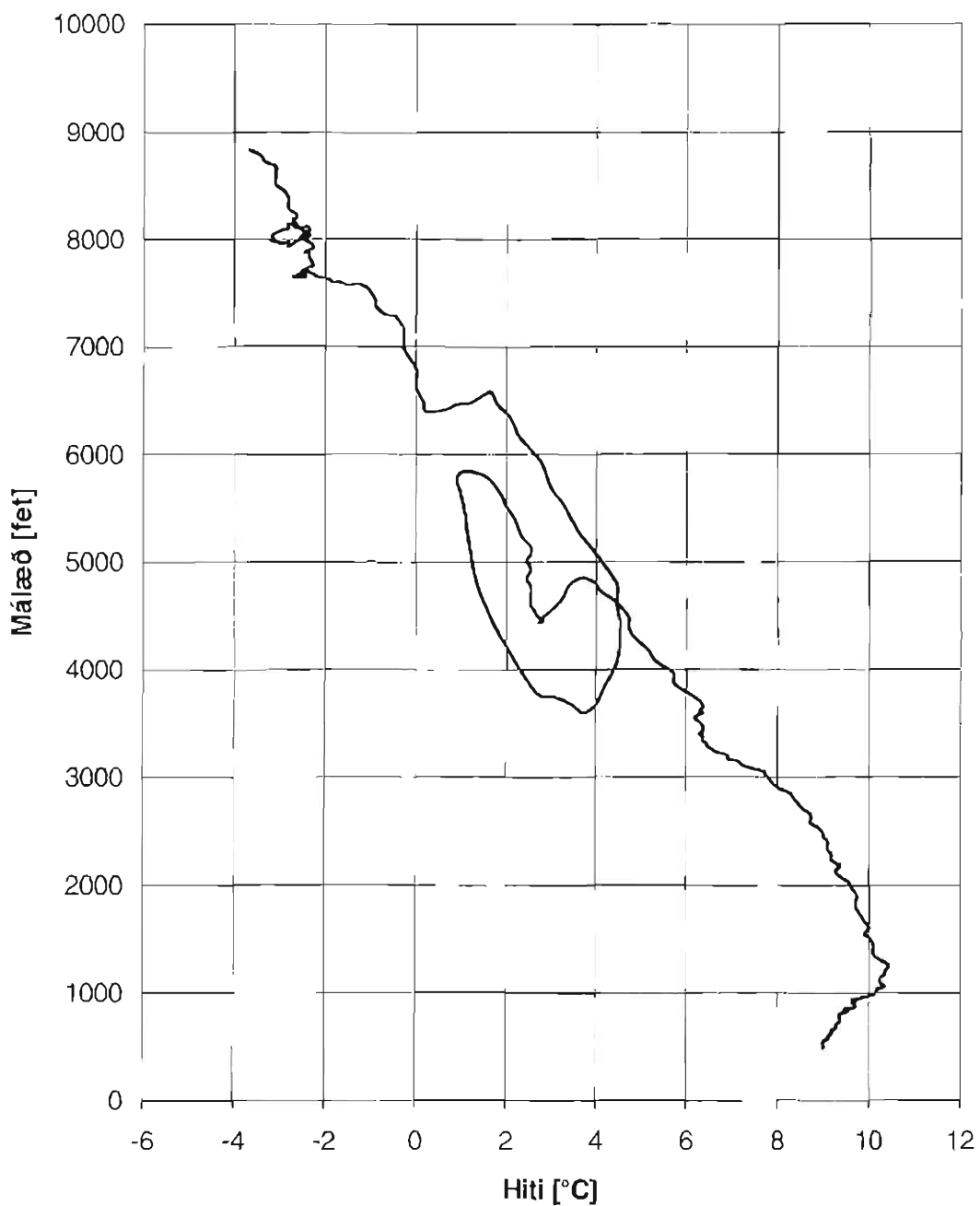


Mýnd 24 Tímaraðir lofthita og vindáttar í Ögri 16. ágúst 1997.



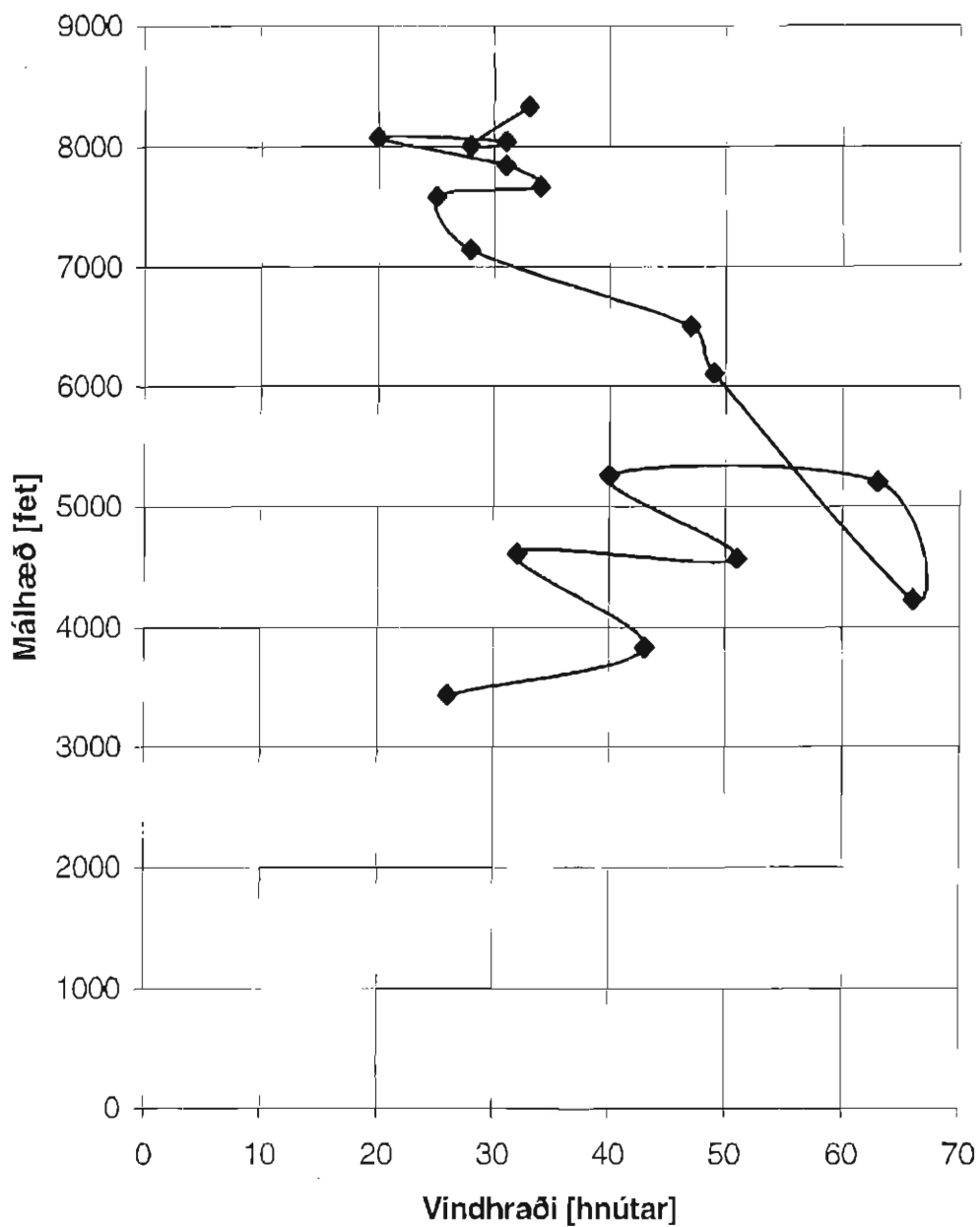
16. ágúst 1997, 18:00 UTC
 Úrkoma 9 klst.,

Hitafall með hæð skv. upplýsingum úr flugrita

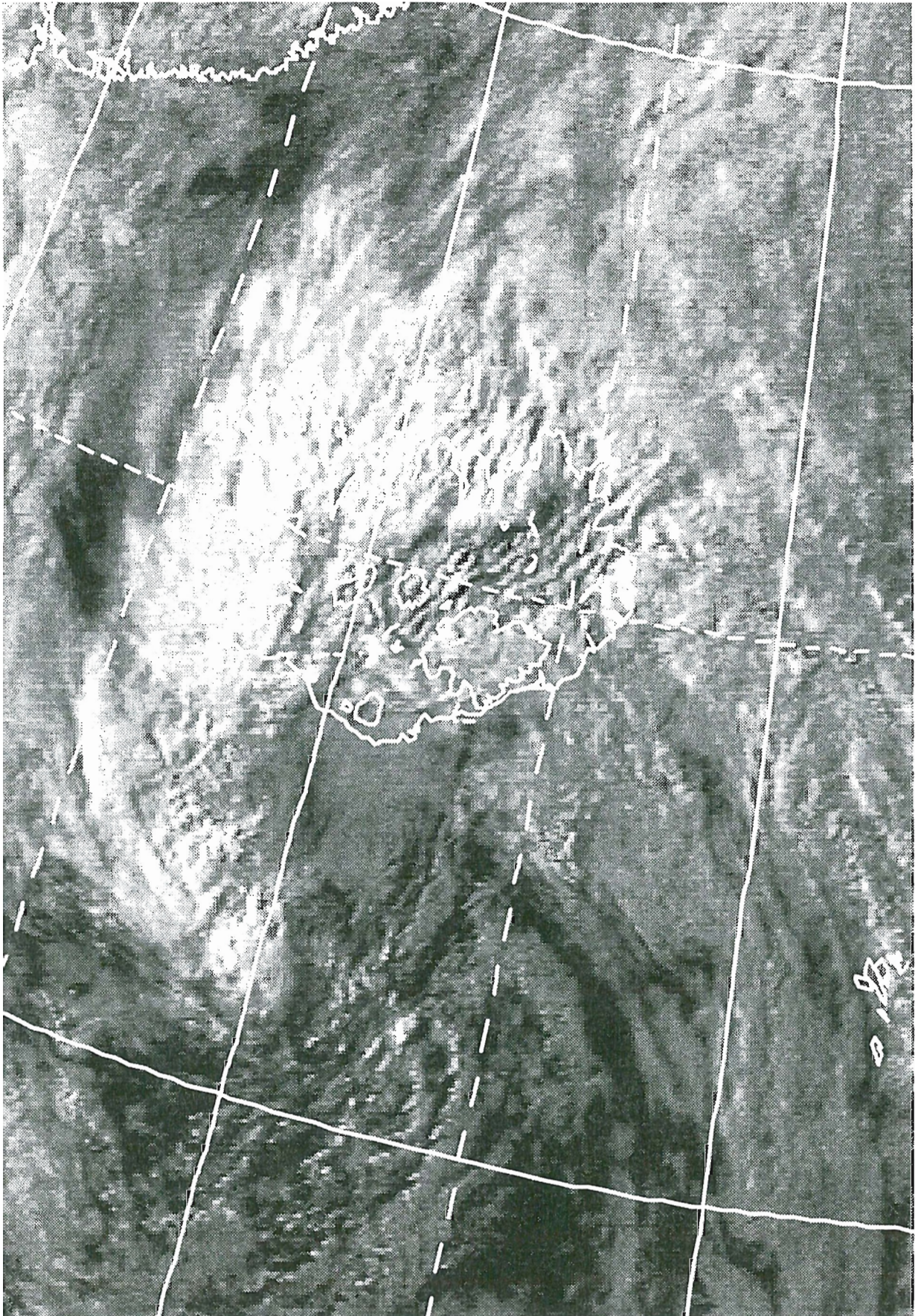


Mynd 26 Hitafall með hæð reiknað eftir upplýsingum úr flugrita.

Vindbreyting með hæð skv. upplýsingum úr flugrita og ratsjá

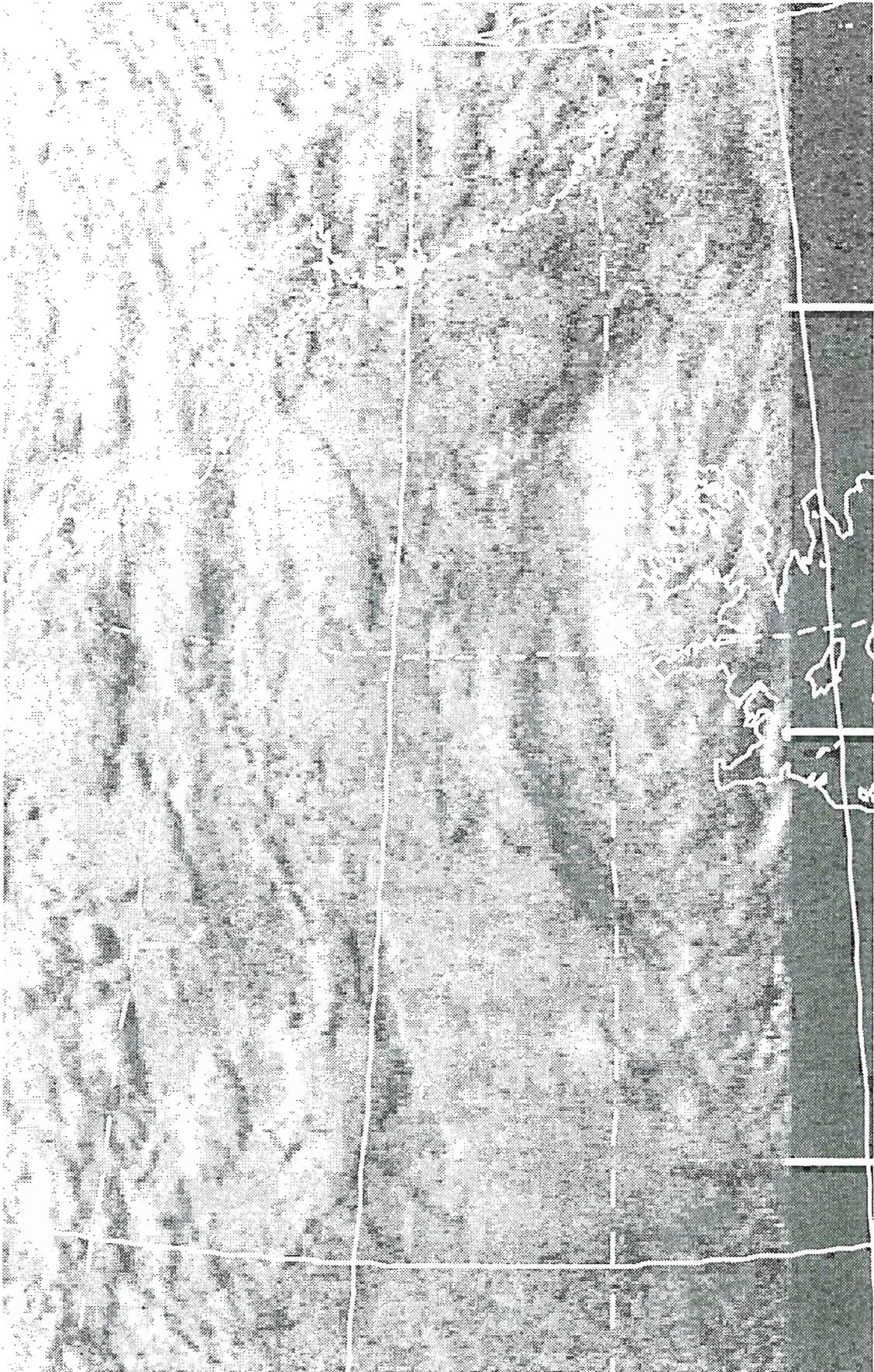


Mynd 27 Vindhraði sem fall af hæð, reiknaður eftir upplýsingum úr flugrita og frá ratsjá á Bolafjalli.



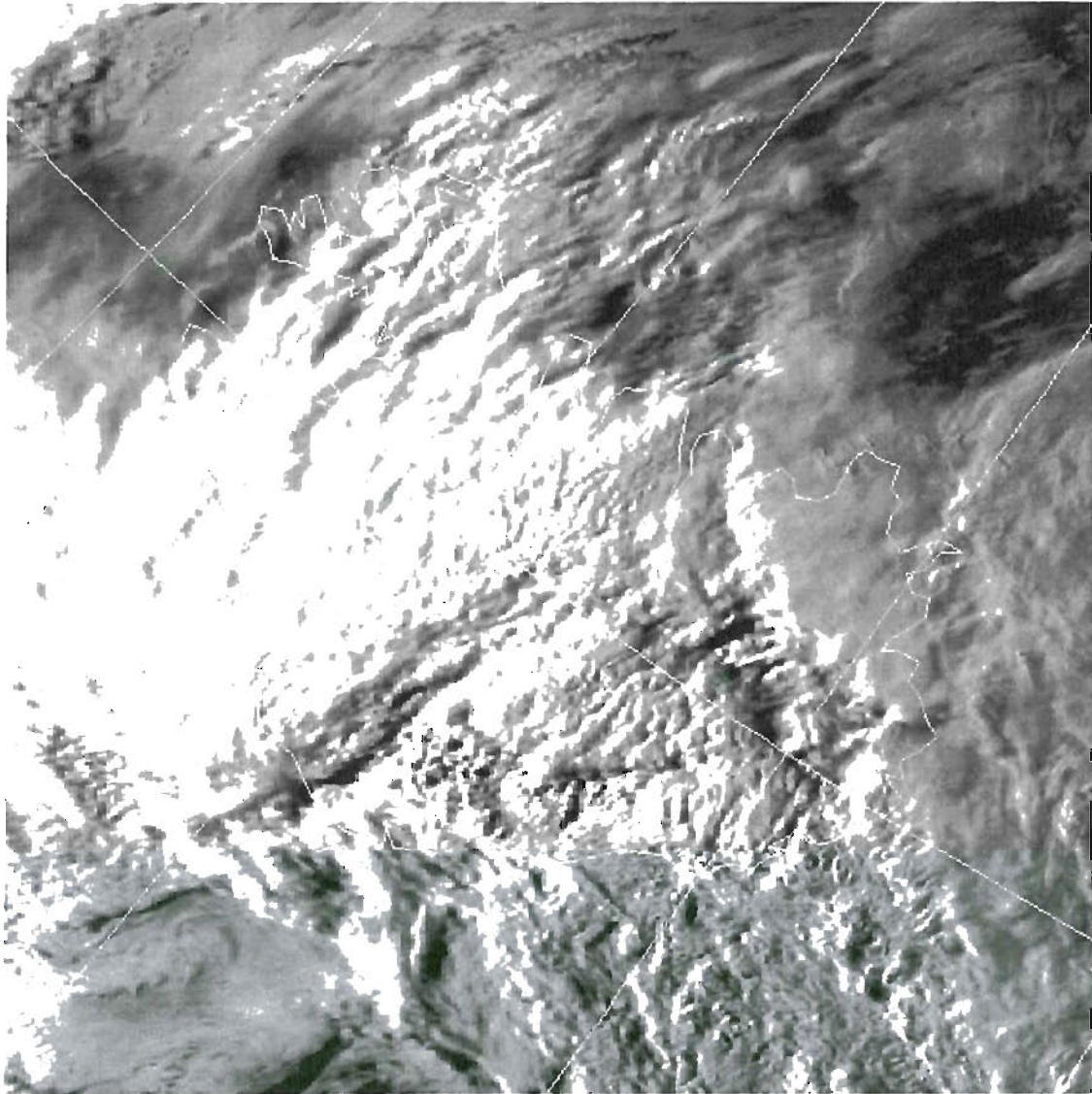
Mynd 28

Ljósmynd frá veðurtunglinu NOAA12 tekin á Veðurstofu Íslands
16. ágúst 1997 kl. 18:49.

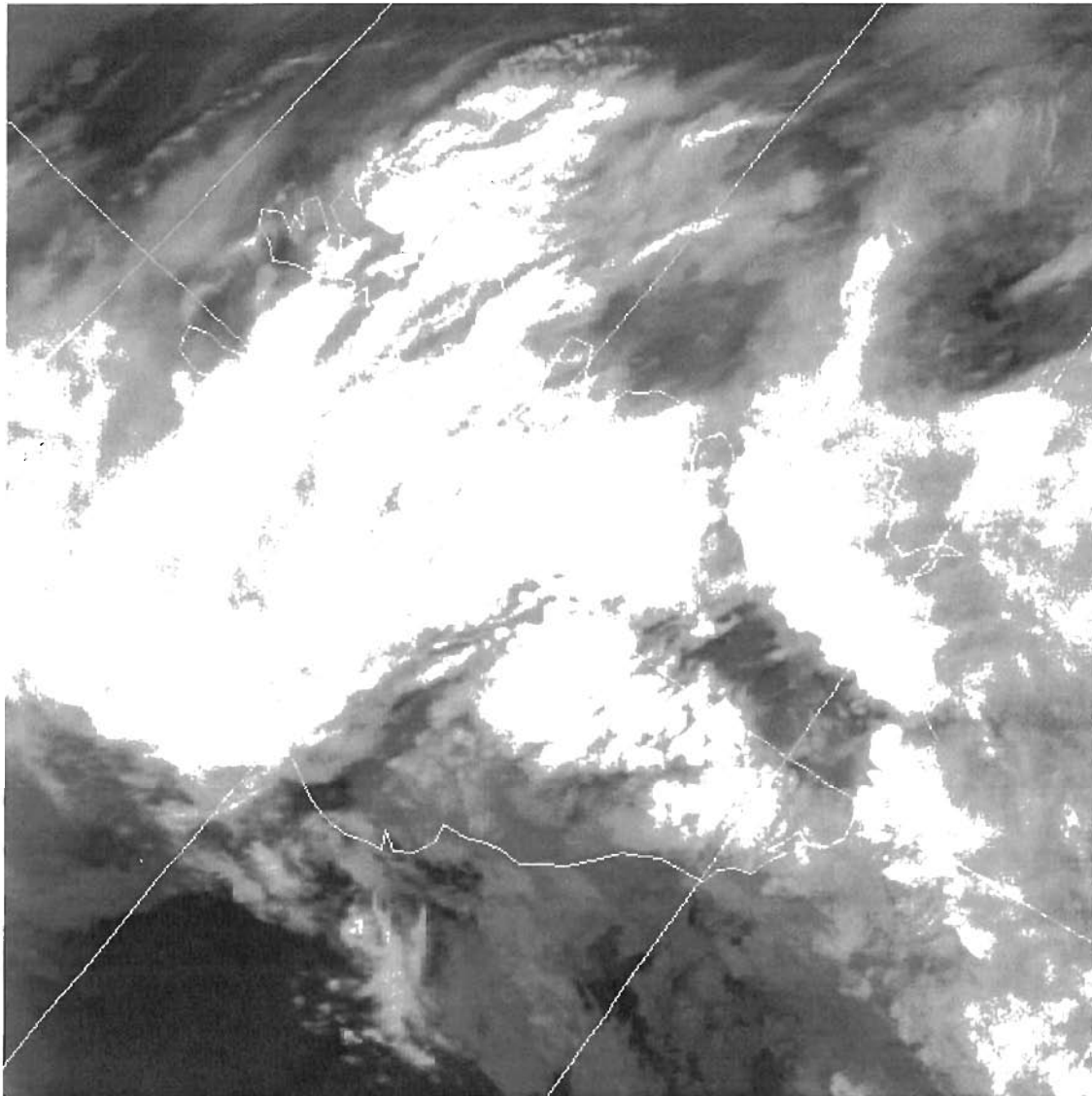


Mynd 29

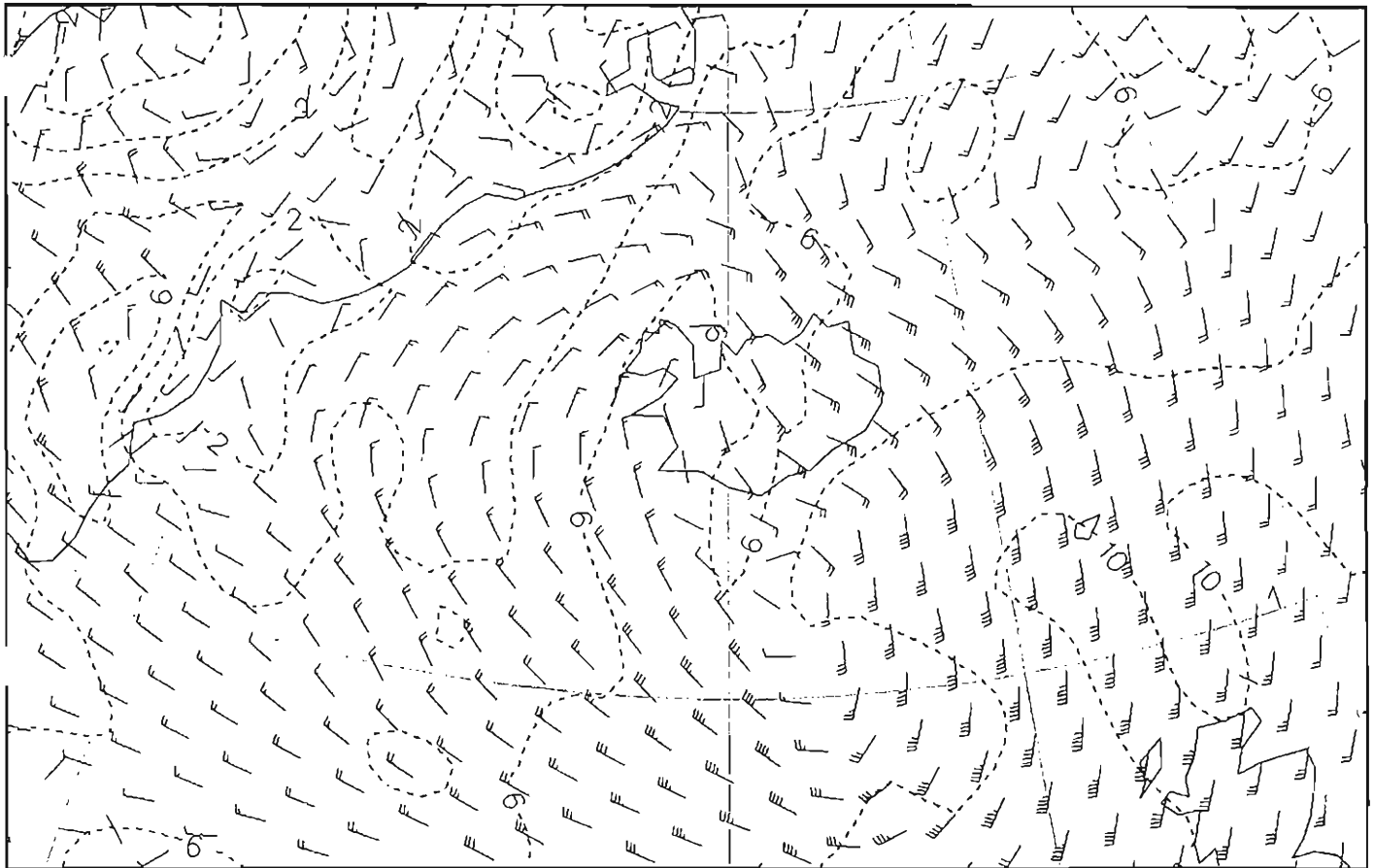
Ljósmynd frá veðurtunglinu NOAA12 tekin á Veðurstofu Íslands
16. ágúst 1997 kl. 20:30.



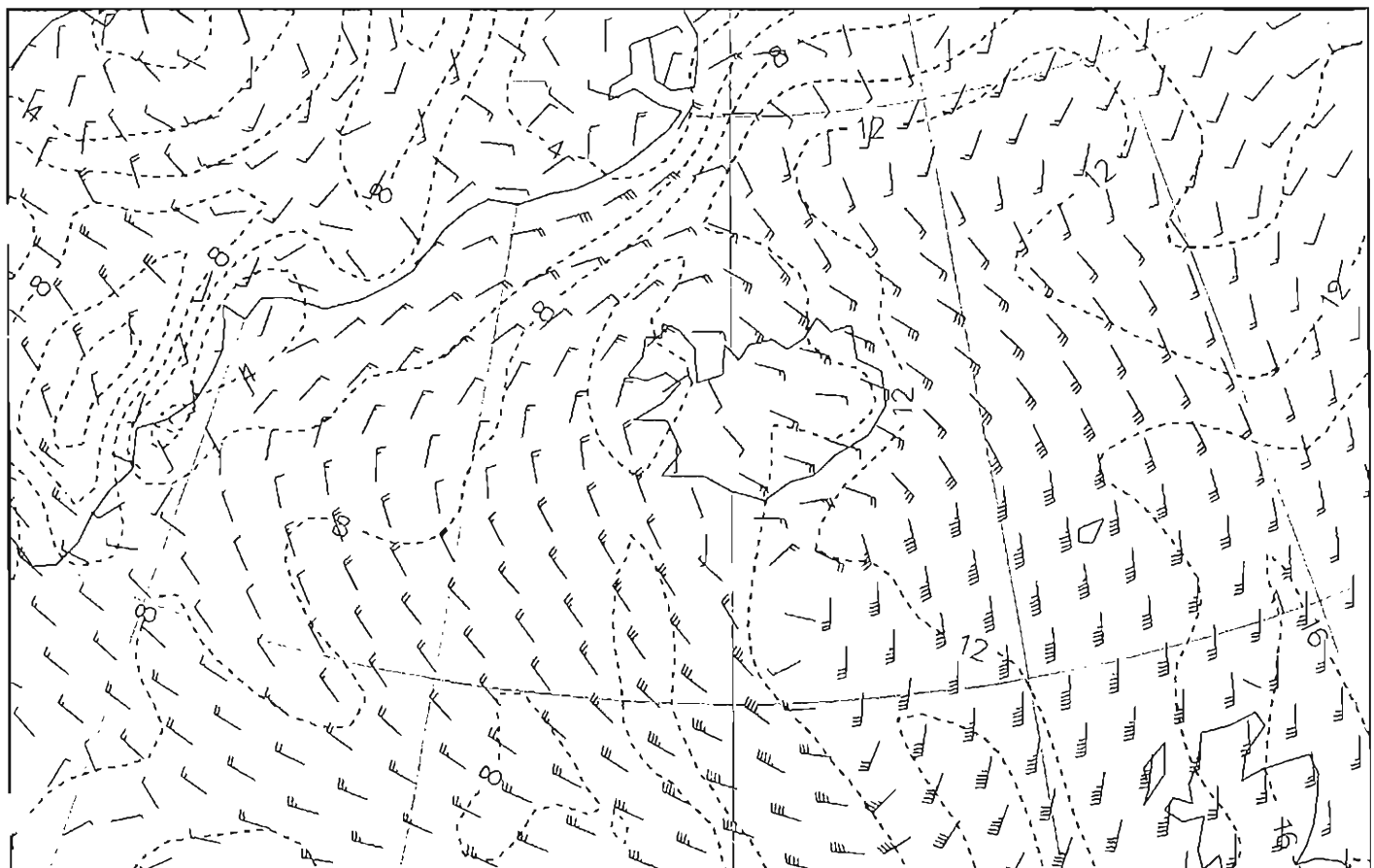
Mynd 30 Ljósmynd frá veðurtunglinu NOAA12 tekin á fjarkönnunarmiðstöð Háskólans í Dundee, Skotlandi, 16. ágúst 1997 kl. 17:09.



Mynd 31 Hitamynd frá veðurtunglinu NOAA12 tekin á fjarkönnunarmiðstöð Háskólans í Dundee, Skotlandi, 16. ágúst 1997 kl. 17:09.



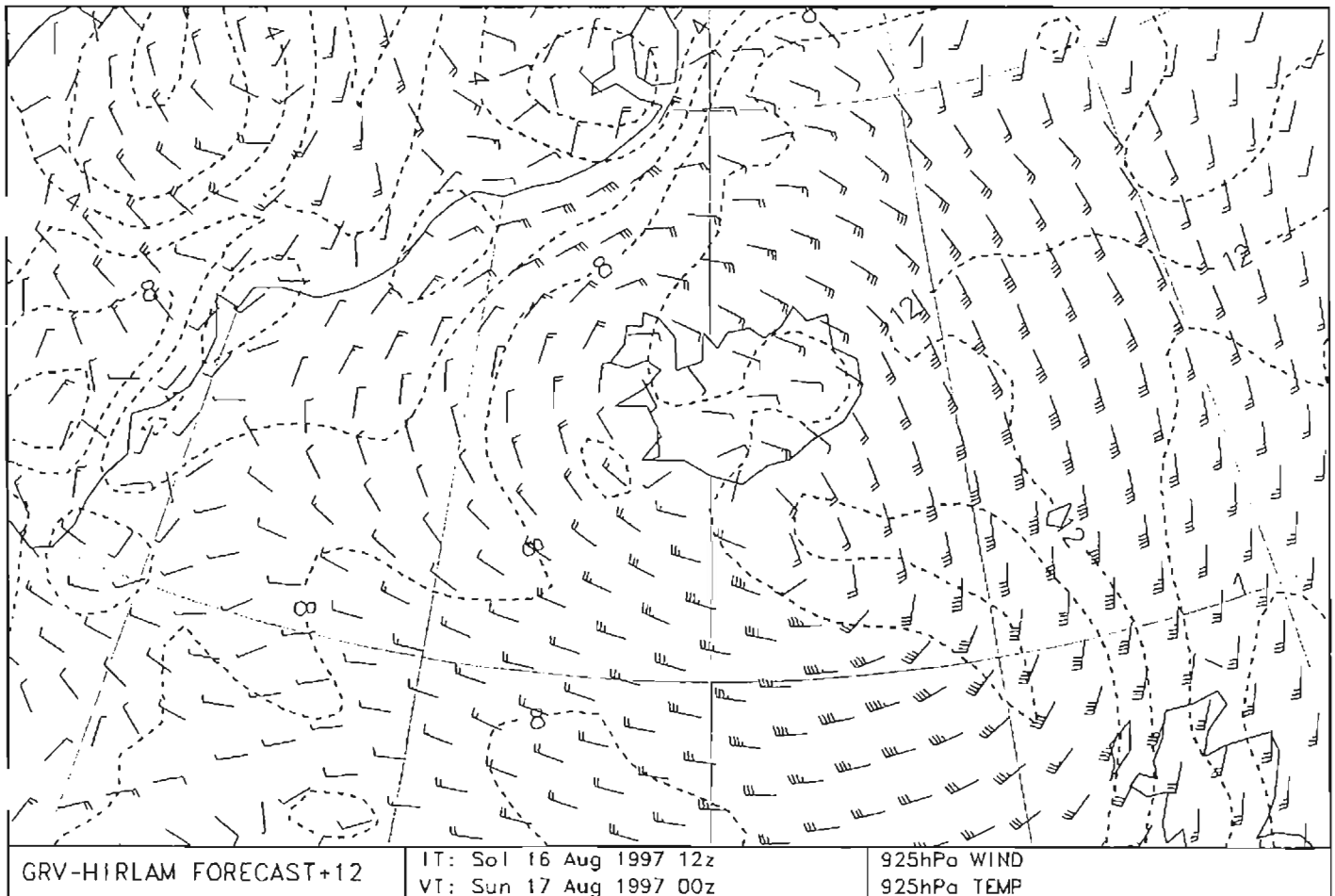
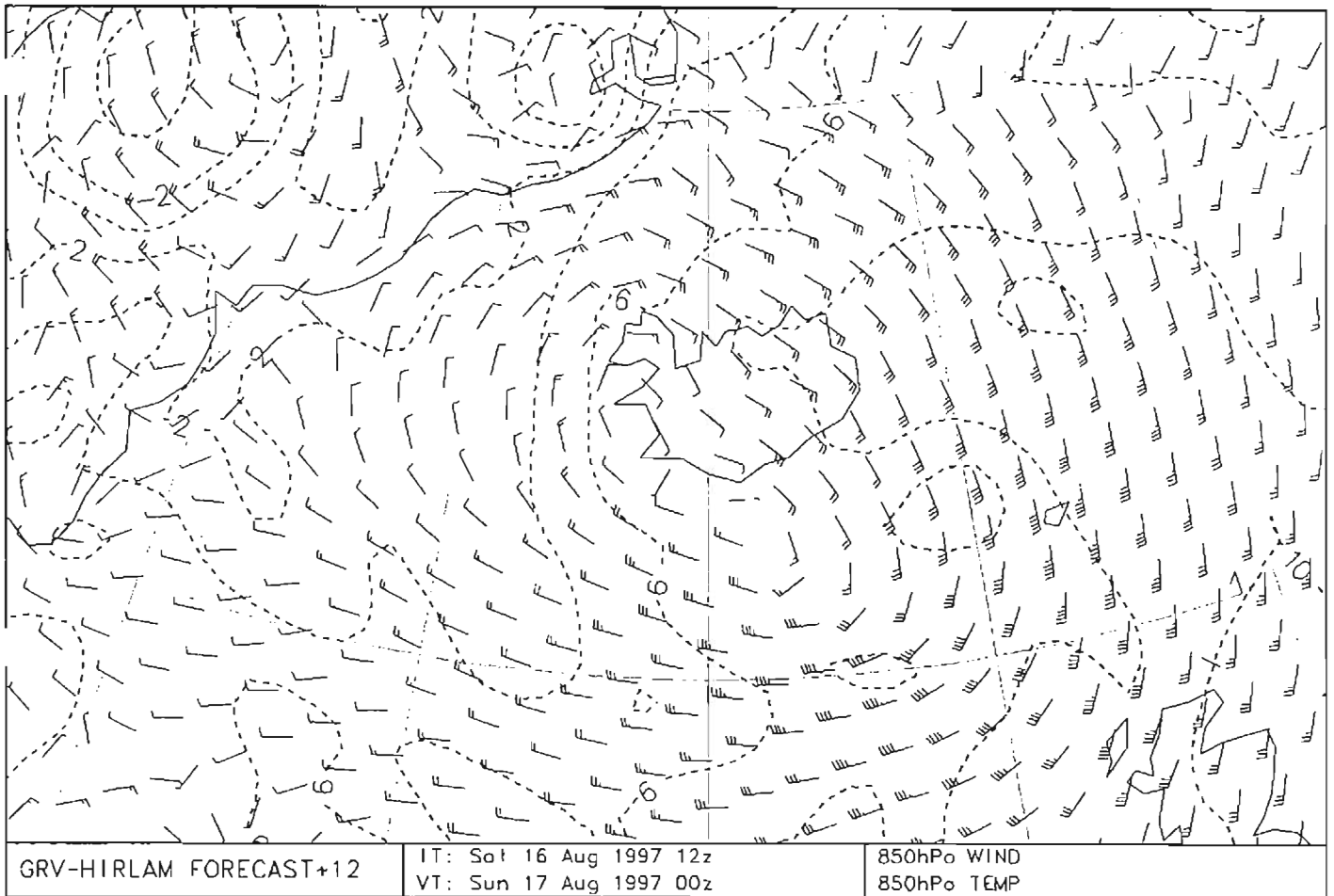
| | | |
|------------------------|--|----------------------------|
| GRV-HIRLAM FORECAST+06 | IT: Sat 16 Aug 1997 12z VT: Sat 16 Aug 1997 18z | 850hPa WIND 850hPa TEMP |
|------------------------|--|----------------------------|



| | | |
|------------------------|--|----------------------------|
| GRV-HIRLAM FORECAST+06 | IT: Sat 16 Aug 1997 12z VT: Sat 16 Aug 1997 18z | 925hPa WIND 925hPa TEMP |
|------------------------|--|----------------------------|

Mynd 32

Tölvureiknuð spá um vind og hita í 850 hPa (FL050) og 925 hPa (FL025) 16. ágúst 1997 kl. 18.



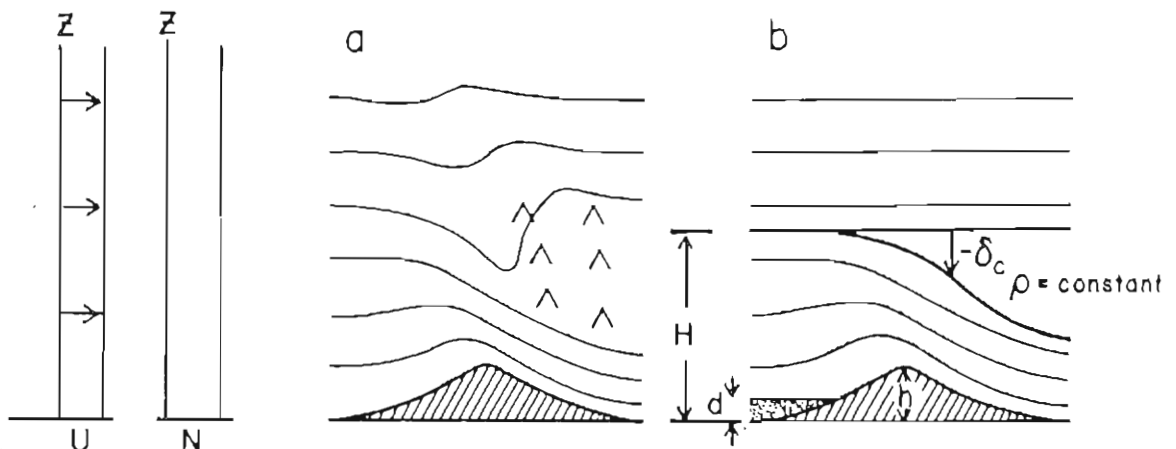


FIG. 7. 2-D flow with wave breaking (a) Schematic streamline pattern incorporating results from numerical and laboratory experiments and atmospheric observations. Inverted V's indicate turbulence. (b) Idealized streamline pattern used in local hydraulic theory.

Mynd 34

Bylgjubrot í reiknuðum straumlínum loftstraums yfir fjall. Miðað er við að vindhraði (U) og stöðugleiki loftsins (N) séu óbreytt með hæð. Myndin er tekin úr ritinu *Hydrostatic Airflow over Mountains* eftir Ronald B. Smith (Advances in Geophysics, Volume 31, 1989, AP). Myndatexti á ensku fylgir myndinni þáðan.

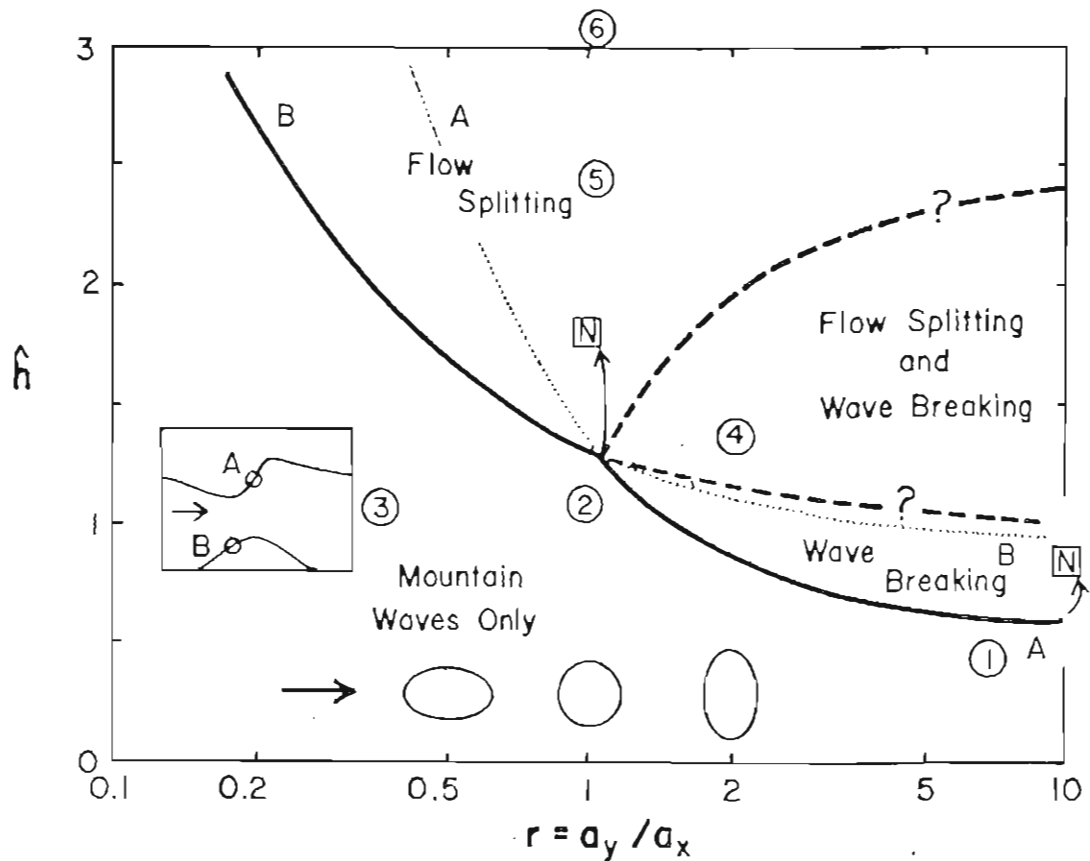


FIG. 5. Regime diagram for hydrostatic flow over a mountain. The diagram axes describe the mountain shape and size: r , the horizontal aspect ratio, and \hat{h} , the nondimensional mountain height. Solid curves A and B are linear theory estimates of flow stagnation (see Eqs. 20, 38, and 41), suggesting where wave breaking aloft (curve A) and flow splitting (curve B) will begin as \hat{h} increases. The extensions of curves A and B (dotted lines) may be unphysical because the first appearance of a stagnation point could invalidate the linear theory estimates. The two boxes marked N indicate nonlinear calculations of stagnation and suggest that the linear theory prediction of critical mountain height may be about 30% too low. Other regime boundaries above the A and B curves (dashed) are not yet known. Numbered circles indicate Hawaiian Island parameters from Section 7, Table III. (Redrawn from Smith, 1989.)

Mynd 35

Flokkun loftstrauma yfir fjöll með hliðsjón af lögun fjalls, vindhraða og stöðugleika loftsins. Myndin er tekin úr ritinu *Hydrostatic Airflow over Mountains* eftir Ronald B. Smith (*Advances in Geophysics*, Volume 31, 1989, AP). Myndatexti á ensku fylgir myndinni þaðan.

04018

KEFLAVÍKURFLUGVÖLLUR

17. ágúst 1997 00 UTC

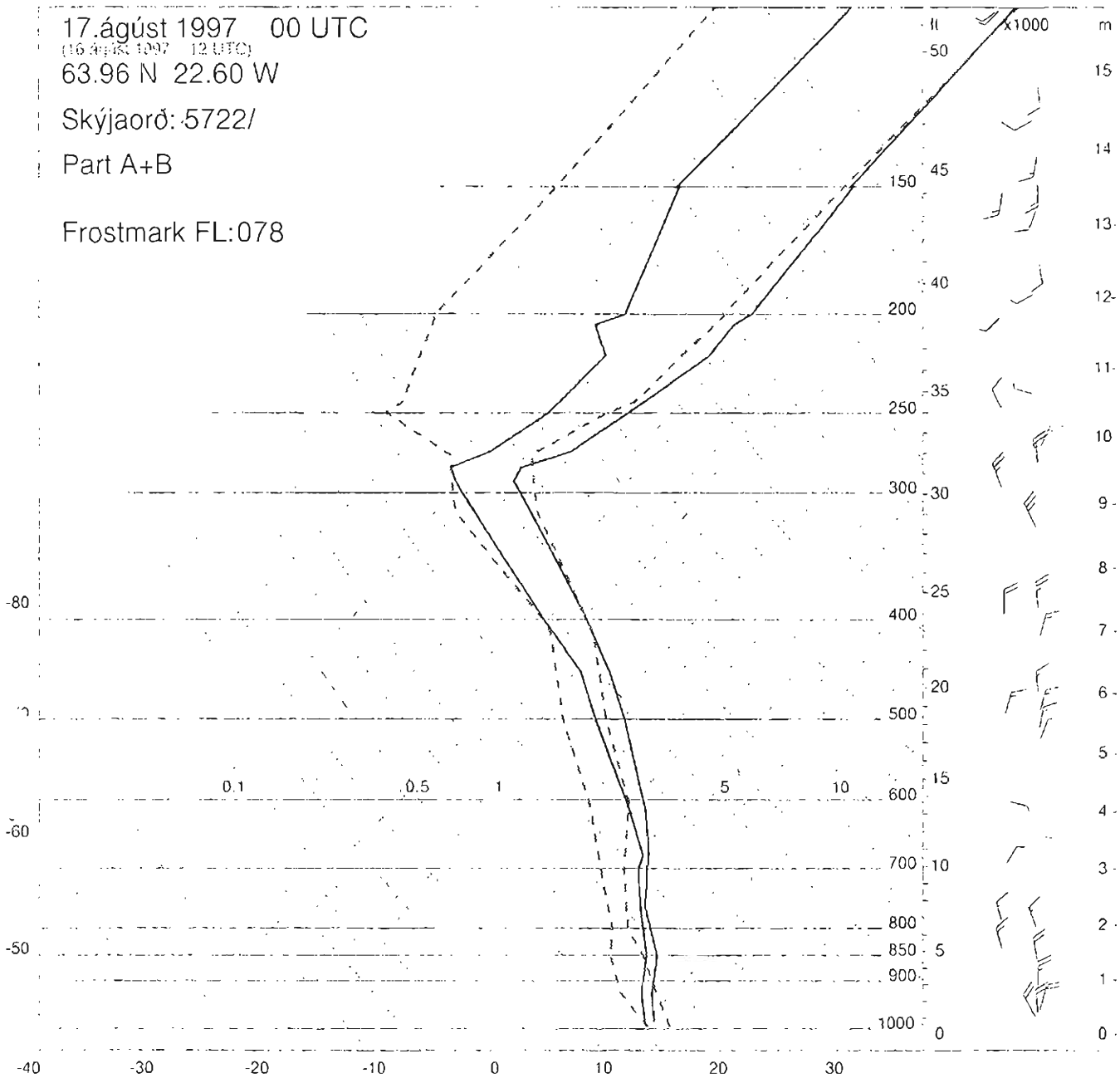
(16. ágúst 1997 12 UTC)

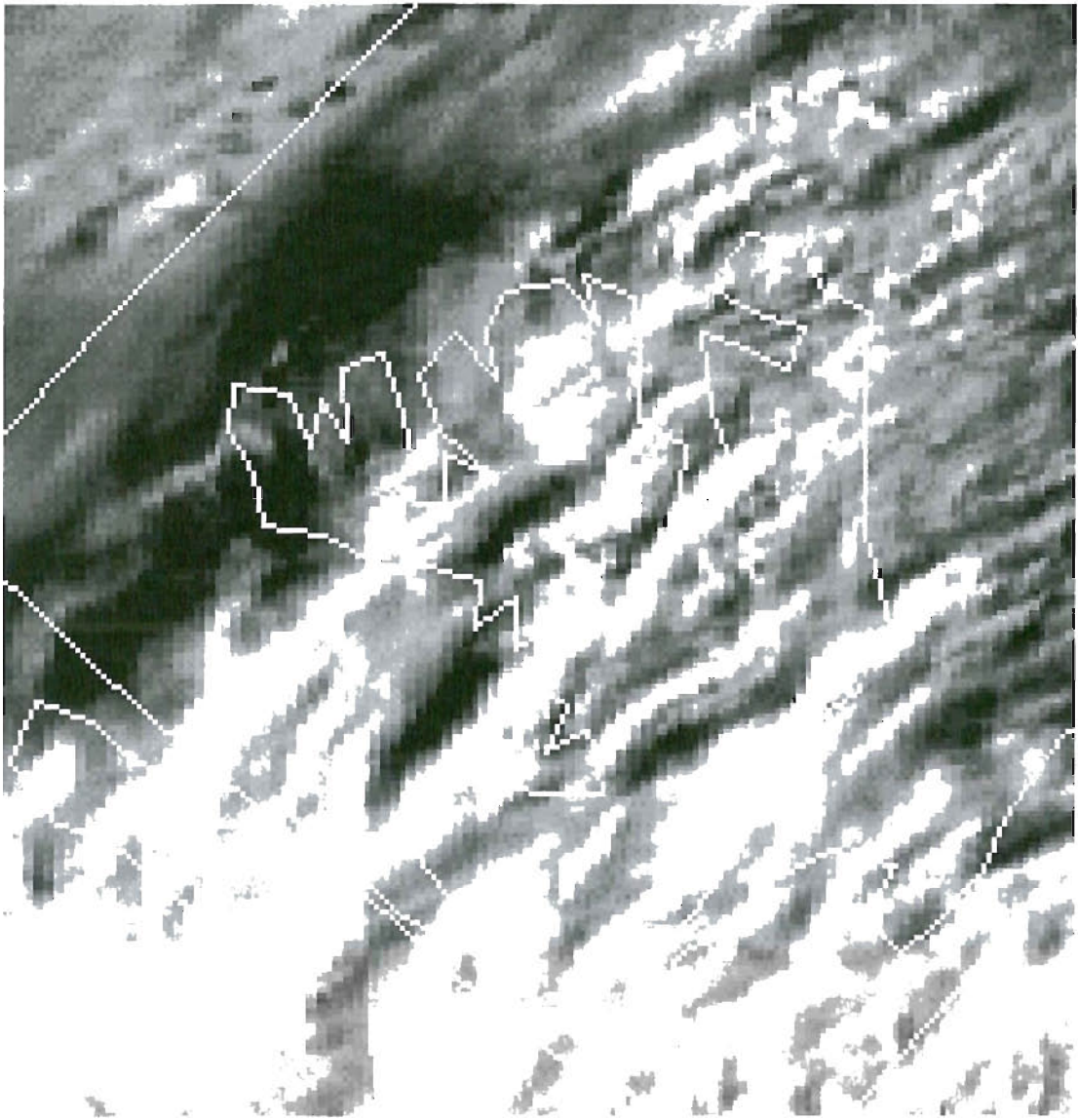
63.96 N 22.60 W

Skýjaorð: 5722/

Part A+B

Frostmark FL:078





Mynd 37 Stækkuð ljósmynd af skýjafari yfir Vestfirðum 16. ágúst 1997 kl. 17:09. Gert eftir mynd frá fjarkönnunarmiðstöð Háskólans í Dundee, Skotlandi.



16. ágúst 1997, 17:00 UTC

Mynd 38

Útlínur tveggja skýjabakka yfir Ísafjarðardjúpi teiknaðar inn á Íslandskort eftir mynd 36. Vindathuganir frá sjálfvirkum veðurathugunarstöðvum og síritandi vindhraðamæli í Æðey kl. 17 eru einnig teiknaðar inn á kortið.