

Guðmundur Hafsteinsson

## Flugveður og ísingarskilyrði yfir vestanverðu landinu 15. desember 2000

Skýrsla samin að beiðni Rannsóknarnefndar flugslysa

Guðmundur Hafsteinsson

## Flugveður og ísingarskilyrði yfir vestanverðu landinu 15. desember 2000

Skýrsla samin að beiðni Rannsóknarnefndar flugslysa

## Flugveður og ísingarskilyrði yfir vestanverðu landinu 15. desember 2000

### ***Tilfni***

Fokker-vél Flugfélags Íslands, TF-FIT með flugnúmerið FXI-022, fór frá Reykjavíkflugvelli kl. 13:33 15. desember 2000 áleiðis til Ísafjarðar. Flogið var í 17000 feta hæð. Skömmu áður en vélin fór að lækka flugið, u.þ.b. yfir norðurströnd Breiðafjarðar skammt suður af Reiphólsfjöllum, flaug hún inn í þéttan, vindskafinn skýjabakka. Á örfáum mínútum hlóðst mjög mikil ísing á vélina, t.d. á loftinntök hreyfla og hlutust af því verulegar gangtruflanir. Þá hlóðst ís á framrúður og losnaði hann ekki af. Vélinni var snúið við út úr skýjabakkanum og flugið lækkað. Hiti við sjávarmál var þá orðinn nálægt frostmarki þannig að ekki var hægt um vik að bræða ísinguna af vélinni. Vegna mikillar snjókomu í Reykjavík og Keflavík var vélinni flogið til Egilsstaða og lent þar kl. 15:22. Veður á leið til Egilsstaða var gott og fengust upplýsingar um það frá FXI-336 sem hafði flogið þá leið skömmu áður.

### ***Yfirlit yfir veðurkort***

Við strönd Grænlands vestur af Reykjanesi var nokkuð myndarleg lægð, um 980 hPa djúp, sem hreyfðist lítið. Samskil nálguðust suðvestanvert landið um morguninn og báru með sér töluvert hlýtt loft en yfir landinu var kalt loft fyrir (mynd 1). Veruleg úrkoma fylgdi skilunum. Kl. 9 um morguninn mældist næturúrkoma á Stórhöfða 16 mm, 13 mm mældust á Keflavíkflugvelli, 8 mm í Reykjavík og 6 mm á Eyrarbakka svo dæmi séu nefnd. Hiti á láglendi suðvestan- og vestanlands var víðast á bilinu 1 til 4 stig og úrkoman féll yfirleitt sem regn. Skilin færðust inn á landið um hádegisbil (mynd 2) og í kjölfar þeirra kólnaði lítið eitt en þó nóg til þess að rigningin breyttist í þetta snjókomu. Víða suðvestanlands mældist veruleg úrkoma eftir daginn og á þeim stöðvum, sem fyrr voru nefndar, mældist uppsöfnuð úrkoma á 9 klst. (frá kl. 9 til 18) sem hér segir: Á Stórhöfða 19 mm, Keflavíkflugvelli 15 mm, Reykjavík 24 mm og Eyrarbakki 21 mm.

### ***Hreyfing skilanna***

Á tímaröðum veðurathugana frá allmörgum veðurathugunarstöðvum vestan til á landinu og á miðhálandinu (mynd 3) má fylgja hreyfingu skilanna og tímasetja nokkuð nákvæmlega hvenær þau fóru yfir hvern stað. Þannig má sjá að þau voru komin inn á mitt landið um eða upp úr miðnætti. Samkvæmt því hefur hraði þeirra verið um 18 km/klst eða tæplega 10 hnútar. Svipaðar tölur um hraða skilanna fást með því að skoða myndir frá veðurtunglum eða veðursjá.

### ***Vindur***

Svo er að sjá að vindur í skilunum og rétt á undan þeim hafi verið töluvert hvass, víða um 50 hnútar og sums staðar jafnvel meiri, nánast frá jörð og upp undir veðrahvörf. Þetta sést bæði af háloftaathugunum frá Keflavíkflugvelli (myndir 4 til 6) og vindakortum. Hér er reyndar nokkur munur á opinberum flugkortum frá WAFC London (mynd 7) og kortum úr HIRLAM-reiknilíkaninu (mynd 8) sem keyrt er á dönsku veðurstofunni (DMI). Samkvæmt bresku flugkortunum má ætla að sterkasti vindstrengurinn hefði varla átt að ná inn á landið og yfir miðju landi var gert ráð fyrir um 20 hnúta vindi í F1100. Vegna

Þess hve netið yfir landinu er gróft ( $2,5^\circ \times 10^\circ$ ) má þó vel vera að reiknilíkanið sjálft, sem vinnur á mun fínna neti, hafi getað greint vindstreng yfir vestanverðu landinu þó að hann skili sér ekki í framsetningunni. Slíkur strengur kemur hins vegar vel fram á kortunum úr HIRLAM-líkaninu. Sá vindhraði, sem þar kemur fram í greiningu (mynd 8 til vinstri), er í allgóðu samræmi við vindmælingu í háloftaathugun frá Keflavíkurflugvelli á hádegi. Sama má reyndar segja um hita í F1050, F1100 og F1180. Það er því líklega óhætt að gera ráð fyrir að þessi kort af vindi og hita úr HIRLAM-líkaninu, greining kl. 12 og spá fyrir kl. 18, gefi allgóða mynd af vindi og hita yfir landinu, a.m.k. um landið vestanvert. Erfitt er að sannreyna niðurstöðu líkansins yfir austanverðu landinu vegna skorts á háloftaathugunum.

### **Háloftaathuganir**

Á myndum 4 til 6 má sjá háloftaathuganir gerðar á Keflavíkurflugvelli 15. desember 2000 kl. 00 og 12 og 16. desember 2000 kl. 00. Á fyrstu athuguninni (15/00) má sjá öflug hitahvörf í 10000-12000 feta hæð. Þar hefur veðurkanninn komið upp í mun hlýrra loft, rakamettað. Hitaskil hafa því verið í þessari hæð yfir Keflavíkurflugvelli þegar athugunin var gerð.

Á næstu athugun, 15/12, sem náði reyndar ekki nema upp í 19000 fet, má sjá að kólnað hafði verulega ofan við 10000 feta hæð en neðan við þá hæð hafði hins vegar hlýnað dálítið. Um það leyti voru skilin við yfirborð jarðar enn ekki farin yfir Keflavíkurflugvöll en hlýja tungan yfir skilunum var hins vegar komin austur fyrir athugunarstaðinn. Veðurkanninn virðist hafa verið í skýjum lengst af, loftið virðist hafa verið nær mettað af raka og hitafall með hæð yfirleitt nálægt hinu votinnræna.

Á hitaritunum er gefin vísbending um hvar helst megi búast við ísingu miðað við mældan hita og raka. Við þennan útreikning er notuð mjög einföld regla:

Ef lofthiti er á bilinu  $-2^\circ\text{C}$  til  $-13^\circ\text{C}$  og mismunur á hita og daggarmarki nægilega lítill eru líkur á ísingu gefnar til kynna. Í því tilviki, sem hér er um að ræða, hefur ísingin hins vegar myndast í mun meira frosti, líklega um  $-25^\circ\text{C}$ .

### **Veðurtunglamyndir**

Á mynd 9 má sjá þær myndir sem teknar voru 15. desember 2000 með móttökutæki Veðurstofu Íslands. Þar sést greinilega hvernig skilin nálgust landið úr suðvestri. Kl. 16:12 var vesturjaðar skýjabreiðunnar í skilunum ekki enn kominn inn yfir landið þó að skilin sjálf (við jörð!) hafi færst inn á landið um hádegisbil. Einnig má sjá hvernig fjallabylgjuvirkni yfir landinu breytist með hreyfingu skilanna.

Upplausn þessara mynda er ekki mikil (4x4 km) og þær duga því illa til að greina smærri millikvarðafyrirbæri. Þess vegna var leitað eftir nákvæmari myndum frá Háskólanum í Dundee í Skotlandi og er þær að finna á myndum 10 og 11.

Þær veðurtunglamyndir, sem næstar eru atvikiinu í tíma, eru teknar frá veðurtunglinu NOAA14 kl. 14:32 (mynd 10). Á þeim má greinilega sjá skýjabakka skilanna sem liggur norð-norðvestur yfir landið. Skýjabykknið rofnar nokkuð yfir Íslandi og má þar sjá greinileg merki um fjallabylgjur.

Öflugasta bylgjan virðist hafa myndast af Langjökli og fjöllum suðvestur af honum en bylgja myndaðist einnig yfir Heklu og fjallgarðinum milli Torfajökuls

og Skaftárjökuls. Þá má sjá greinileg merki um bylgju myndaða af innanverðum Snæfellsnesfjallgarði og einnig má sjá bylgju myndaða af Klofningsfjöllum frá Gilsfirði og nokkuð út á Breiðafjörð. Ekki er unnt að greina á þessari mynd neina bylgjumyndun að ráði yfir Vestfjarðakjálkanum, hvorki yfir Ísafjarðardjúpi né Ströndum, eins og e.t.v. hefði mátt búast við.

Á mynd frá því snemma um morguninn, kl. 7:56 (mynd 11 til vinstri), má sjá að þá var mun meiri bylgjumyndun yfir Snæfellsnesi. Gegnum háskýjabreiðuna, sem þaðan barst, virðist einnig mega greina bylgju af Glámu og Reiphólsfjöllum. Á þeirri mynd er hins vegar nánast engar bylgjur að sjá austar en yfir Mýrdalsjökli. Það bendir til að vindstrengurinn, þar sem góð bylgjuskiyrði voru fyrir hendi, hafi varla verið breiðari en 150-200 km. Af því má aftur draga þá ályktun að hitahvörfin, sem sáust í 10000 feta hæð í háloftaathugun frá miðnætti, eigi hér hlut að máli. Í háloftaathugun á hádegi sáust hitahvörfin ekki lengur en það kemur heim og saman við að verulega hafði dregið úr bylgjumyndun yfir utanverðu Snæfellsnesi kl. 14:32 og á mynd kl. 16:12 (mynd 11 til hægri) sjást engar bylgjur yfir nesinu.

### **Myndir frá veðursjá**

Rétt er að taka fram í upphafi að á veðursjármyndum sést nær eingöngu úrkoma. Ský, sem ekki innihalda úrkomu, greinast varla.

Varðveittar eru þrjár myndir úr veðursjá Veðurstofunnar. Þær eru teknar kl. 13:20, 13:40 og 14:00 og sjást hér á mynd 12. Ekki er mikill munur á þessum myndum enda voru hreyfingar veðurkerfa mjög hægar eins og áður hefur komið fram. Á Faxaflóa má sjá að skilunum fylgdi belti með mjög sterku endurkasti sem e.t.v. mætti túlka sem mjög mikla úrkomu. Vissulega varð úrkoma mikil á þessum slóðum, sbr. úrkomutölur frá Reykjavík og Keflavíkurflugvelli, en líklega er endurkastið verulega ýkt vegna þess að hér er um að ræða hálfbráðinn snjó. Úrkoma af því tagi veldur mun sterkara endurkasti en hrein rigning eða þurr snjókoma og er þetta vel þekktur skekkjuvaldur í veðursjarmælingum ("bright-band"). Stuðningur við þessa tilgátu fæst með því að bera myndirnar saman við athuganir frá Keflavíkurflugvelli og Reykjavíkurflugvelli. Á hinum fyrrnefnda breyttist slydda í snjókoma á tímabilinu frá kl. 12:30 til 13:00 en hinum síðarnefnda frá kl. 14:35 til 15:00 (sjá athuganir í viðauka A).

Annað úrkomubelti, sem vert er að veita athygli, var aðgreint frá úrkomubelti skilanna og lá frá stað sunnan við Hofsjökul um Auðkúluheiði og innanverðan Húnaflóa vestur um sunnanverða Vestfirði. Þetta úrkomuband var í u.p.b. 175 km fjarlægð frá veðursjánni (til norðurs). Lægsti geisli, sem veðursjáin sendir frá sér, er 0,5° yfir sjóndeildarhring. Sá geisli fór gegnum úrkomubandið í u.p.b. 3400 m (11000 feta) hæð og öll úrkoma, sem greindist á þessum slóðum, hlýtur því að hafa komið úr skýjum sem voru enn hærra yfir jörð.

### **Veðurspár og viðvaranir**

Þegar veðurfræðingur kom á vakt um morguninn tók hann eftir því að endurkast frá úrkomu í skilunum var óvenjusterkt. Um kl. 9 gaf hann því út SIGMET þar sem varað var við mikilli ísingu á því svæði þar sem úrkoman virtist mest (mynd 13, til vinstri) og voru efri mörk ísingarhættunnar miðuð við það í hvaða hæð hitinn var  $-20^{\circ}\text{C}$ .

Kl. 9:25 barst tilkynning frá flugvél um að vart hefði orðið við ísingu, dálitla eða talsverða, skammt norðaustur af Reykholti í FL170-180 (Viðauki B). Veður-

fræðingurinn taldi það fremur styðja það mat að rétt hefði verið að vara við ísingu þar sem úrkoman virtist vera áköfust. Nýtt SIGMET var gefið út kl. 10:30 fyrir tímabilið 11:00 til 13:30 (mynd 13, til hægri). Það var samhljóða hinu fyrra að öðru leyti en því að gert var ráð fyrir að ísingarsvæðið færðist svolítið lengra inn á suðvestanvert landið. Nálægt hádegi hringdi flugmaður, sem lent hafði í Reykjavík og þá flogið gegnum SIGMET-svæðið, og upplýsti veðurfræðinginn um að á þessu svæði væri engin ísing, aðeins mikil snjó-koma en ekkert sem festist á flugvélar. Veðurfræðingur túlkaði þessar upp-lýsingar sem svo að líklega stafaði þetta sterka endurkast á veðursjánni af bráðnandi snjókomu og þyrfti því ekki að vera vísbending um sérlega mikla ísingu. Hann ákvað því að framlengja ekki SIGMET eftir að gildistíma þess lauk kl. 13:30.

Í spá um flugveðurskilyrði yfir landinu fyrir tímabilið frá kl. 8 til 14 var varað við talsverðri ísingu yfir sunnan- og vestanverðu landinu upp í um 14000 feta hæð og einnig var nefnt að búast mætti við fjallabylgjum. Þetta var endurtekið í spá fyrir tímabilið frá kl. 11 til 17 sem gefin var út upp úr kl. 11:30. Ekki var varað við fjallabylgjunum eða ísingu af þeirra völdum í SIGMET.

### ***Hvers vegna varð ísingin svona mikil?***

Oft er talið að ísingarlíkur séu mestar ef hiti er á bilinu  $-2^{\circ}\text{C}$  til  $-12^{\circ}\text{C}$ , sbr. þá reglu sem áður var nefnd og notuð er til að benda á ísingarlíkur á hitaritinu. Það er þó margt fleira en hitinn einn sem ræður því hve mikil ísingin verður, sbr. tilvitnun í kennslubækur í viðauka F. Í öllum betri bókum um flugveðurfræði er einmitt bent á að í skilum, þar sem skýjamyndun stafar af hægfara uppstreymi á stóru svæði, stóraukast líkur á mikilli ísingu ef hvass vindur blæs yfir fjallendi. Við slík skilyrði eru dæmi um mikla ísingu í þeim hita sem hér var um að ræða.

Það sem oftast veldur því að ísing magnast á afmörkuðum svæðum er hratt uppstreymi. Við það kólnar loftið ört og raki þéttist í frostköldum dropum. Í skýi, sem gert er úr blöndu af ískristöllum og frostköldum dropum, gufa droparnir smám saman upp en kristallarnir vaxa á þeirra kostnað. Þetta ferli tekur hins vegar nokkurn tíma þannig að þar sem uppstreymið er hraðast verður mun meira af dropum en almennt mætti búast við miðað við lofthita. Ísingin verður svo þeim mun meiri því fleiri og stærri sem slíkir dropar eru í skýinu. Til þess að nálgast ástæður fyrir því að ísing varð svo mikil sem raun bar vitni er því eðlilegt að athuga hvort uppstreymi gæti hafa verið óvenjusterkt á þeim slóðum. Hér verður hugað að tveimur tilgátum, annars vegar fjallabylgjum og hins vegar annars konar millikvarðafyrirbærum, eins konar göndlum sem geta myndast í og yfir hitaskilum við skilyrtan, samhverfan óstöðugleika (conditional symmetric instability, CSI) í skýjabreiðunni.

### **Fjallabylgjur**

Pegar hvass vindur blæs yfir fjallendi, eins og raunin var hér, magnast lóðréttar hreyfingar í skýjabreiðu skilanna. Þar getur verið um að ræða óreglulegt upp- og niðurstreymi tengt einstökum fjöllum en langöflugasta uppstreymið fæst í skilyrðum sem henta vel til að mynda fjallabylgjur. Veðurtunglamyndir staðfesta að slík skilyrði voru fyrir hendi víða yfir vestanverðu landinu en ekki er hægt að slá því föstu að bylgjur hafi verið mjög öflugar yfir Vestfjarðakjálkanum (sbr. mynd 10 frá kl. 14:32).

Þau bylgjuský, sem mest ber á á tunglmyndunum, eru háský (blika) sem myndast yfir fjallinu og breiðist með vindinum langar leiðir frá myndunarstaðnum. Fyrir vikið verða lægri bylgjuský ekki eins vel sýnileg á myndunum. Ekki sést t.d. vel hér hvort endurteknar hlébylgjur mynduðust í straumnum frá fjallinu, þó virðist sums staðar örla á slíkum bylgjum, einkum á myndinni frá kl. 7:56 (mynd 11, til vinstri). Þannig breiddist t.d. blikan, sem myndaðist í bylgju yfir yfir Snæfellsnesi, norður yfir Vestfirði og huldi lægri ský. Það verður þó að teljast líklegt að þess sæjust merki í háskýjabreiðunni ef mjög sterkar bylgjur hefðu myndast yfir Vestfjörðum um þetta leyti.

Fjöldamargar tilraunir hafa verið gerðar til að líkja eftir fjallabylgjum í reikni-líkönum. Oft hefur tekist allvel til en hitt er líka ljóst að jafnvel smæstu frávík eða ónákvæmni í upphafslýsingu á fjalli eða eiginleikum loftstraumsins getur orðið til þess að reiknaðar bylgjur hegða sér allt öðruvísi en hinar raunverulegu. Líkanareikningar hafa þó veitt ómetanlega innsýn í eðli þessara fyrirbæra og oft má nota reiknaðar niðurstöður til að skýra hreyfingar loftsins í bylgjuskilyrðum. Dæmi um reiknaðar bylgjur má sjá á mynd 14. Hér er gert ráð fyrir að hæð fjallsins sé 600 m og að loftið sé mjög stöðugt upp í rúmlega 3000 m hæð. Að þessu leyti eru skilyrðin ekki ósvipuð því sem lesa mátti úr hitarit frá miðnætti aðfaranótt 15. desember. Á myndinni má sjá að sterk bylgja myndast hér yfir fjallinu og að sveifluviddin verður mest í 5 til 6 km hæð. Það verður ekkert fullyrt um að bylgjuhreyfingin hafi í raun verið nákvæmlega með þessum hætti en þetta líkan virðist hins vegar falla allvel að því sem sjá má á tunglmyndunum. Ef þetta er raunhæf mynd kemur heldur ekki á óvart að allmikil ísing hafi getað verið þar sem hlýtt og rakamettað loftið ofan við hitahvörfin sveiflaðist upp í mikla hæð.

## CSI

Í huglægum líkönum (conceptual models) af framrás hlýs lofts yfir hitaskilum er gert ráð fyrir úrkomuböndum sem talin eru stafa af því sem á ensku nefnist "conditional symmetric instability", skammstafað CSI. Hér er um að ræða eins konar göndla sem eru umvafðir skýjum í þeirri framrás af hlýju lofti sem á sér stað framan við kuldaskil og lyftist yfir hitaskil. Uppstreymi í þessum fyrirbærum getur oft verið a.m.k. fimm sinnum meira en í skýjunum í kring, getur jafnvel náð nokkrum m/s (Kurz, 1998). Á mynd 15 má sjá hlýja loftrás (warm conveyor belt, WCB) og úrkomubönd mynduð af CSI. Þótt skilin, sem voru yfir landinu umræddan dag, flokkist sem samskil voru þau um margt lík kuldaskilum, a.m.k. kólnaði talsvert um leið og þau fóru yfir, og háloftaathuganir og vindakort (myndir 4, 5 og 8) benda til að framan við þau hafi einmitt verið hlý loftrás ofan við u.þ.b. 10000 feta hæð. Á vindakortum má sjá hvernig háloftavindar sveigðu til hægri yfir landinu og norður af því. Þessa sveigju má einnig sjá í háskýjunum sem fjallabylgjurnar mynda. Þótt ekki sé auðvelt að greina eiginleg hitaskil er ekki fráleitt að hugsa sér að CSI-göndlar hafi getað myndast yfir Vestfjörðum. T.d. má vel vera að úrkomuband, sem sést á veðursjármyndum frá Auðkúluheiði um innanverðan Húnaflóa og vestur um sunnanverða Vestfirði, og áður var lýst, hafi myndast á þennan hátt.

Ef hitarit dagsins eru borin saman við hitarit sem er dæmigert fyrir CSI-göndla (mynd 15, til hægri) má sjá að þessi hugmynd er líklega ekki með öllu fráleit. Í athuguninni frá hádegi má m.a.s. greina lag þar sem jafnvægi loftsins var nálægt hinu votinnræna í u.þ.b. 16000 til 18000 feta hæð eða því sem næst í þeirri hæð þar sem ísingin hlóðst á flugvélina.

### **Hvor ástæðan er líklegri?**

Samkvæmt lýsingu flugstjóra var skýjabakkinn, sem flogið var inn í, vindskafinn og ókyrrð var ekki veruleg í honum. Þetta bendir eindregið til þess að fjallabylgjur hafi átt mestan þátt í myndun bakkans því telja verður líklegt að ókyrrð aukist að marki ef flogið er gegnum CSI-göndul. Þó er ekki hægt að útiloka að um einhvers konar samspil beggja þessara þátta hafi verið að ræða. Úrkomubandið á veðursjármyndunum minnir óneitanlega meira á CSI-úrkomu en fjallabylgjur. E.t.v. má hugsa sér að CSI-göndull hafi komið fram sem fyrstaða í loftstraumnum og þannig magnað bylgjuuppstreymi svipað og um fjall hefði verið að ræða.

Niðurstaða þessara hugleiðinga verður því sú að hér hafi verið að finna millikvarðafyrirbæri þar sem uppstreymi í skýjabykkni magnaðist staðbundið, líklega vegna fjallabylgju en þó e.t.v. einnig fyrir áhrif staðbundins óstöðugleika í skýjabykkninu.

### ***Hvaða lærdóm má draga af þessu tilviki?***

Það er ljóst að hér var um að ræða ísingu sem vara hefði átt við í SIGMET-skeyti. Það er hins vegar alls ekki jafnljóst, jafnvel eftir ítarlega skoðun, hvernig hefði mátt vinna markvissa viðvörðun úr fyrirliggjandi gögnum og upplýsingum. Í stað þess að setja fram endanlegan úrskurð um hvað réttast hefði verið að gera við þessar aðstæður verða tínd til nokkur atriði til hugleiðingar:

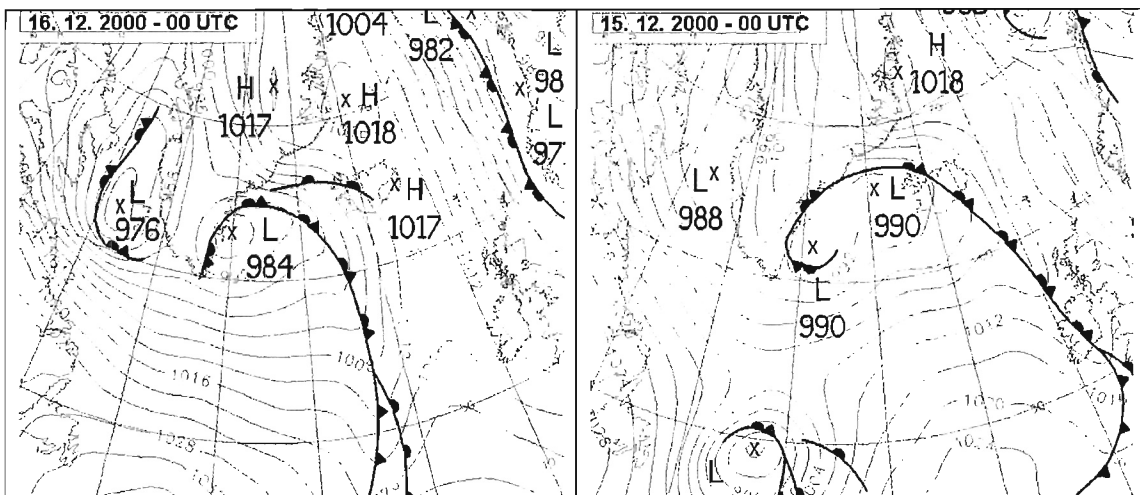
- Hvöss suðlæg átt og hægfara skil yfir landinu er staða sem þekkt er fyrir slæm ísingartilvik. Sú ísing tengist nær undantekningarlaust fjallabylgjum. Einna mest kveður að þessu í bylgjum mynduðum af Vatnajökli en þá getur orðið veruleg ísing á flugleiðinni til Egilsstaða. Hér var svipuð staða uppi að öðru leyti en því að skilin voru komin skemmra inn á landið og það voru lægri fjöll sem mynduðu bylgjurnar.
- Forsenda fyrir ísingu í skýjum er að í þeim séu frostkaldir dropar, því fleiri og stærri sem droparnir eru þeim mun meiri verður ísingin. Í mikilli úrkomu rekast snjóflygurnar á dropana og þeir frjósa fastir við þær. Í neðri hluta þykkra úrkomuskýja þar sem mikið snjóar má því gera ráð fyrir að flestir frostkaldir dropar séu horfnir og ekki líklegt að úrkoman festist að ráði við flugvélar nema hiti sé nálægt frostmarki. Ofar í skýjunum, ofan við þá hæð þar sem úrkomuagnir hafa náð fullri stærð og fallhraða, má hins vegar búast við meiru af dropum og þá væntanlega meiri ísingu.
- Ekki má einblína um of á þau hitabil þar sem ísingarhætta er að jafnaði talin mest. Sterk lóðrétt hreyfing og aðstreymi af hlýju, röku lofti skiptir meira máli og getur valdið mikilli ísingu í mun kaldara lofti en oftast er miðað við, t.d. í ýmsum kennslubókum.
- Í SIGMET-skeyti, þar sem varað væri við ísingu í bylgjuskýjunum, hefði verið óhjákvæmilegt að afmarka talsvert stórt svæði. Það hefði þurft að vera u.þ.b. 250 km breitt, hefði legið samhliða skilunum og færst austur yfir landið með sama hraða og þau. Miðað við 10 hnúta hraða á skilunum hefði þetta svæði verið yfir einhverjum hluta landsins talsvert á annan sólarhring og meira en helming þess tíma hefði það legið yfir hluta af flugleiðum frá Reykjavík til áfangastaða á austurhelmingi landsins.
- Ekki hefði verið gerlegt að tilgreina einstaka ísingarbletti innan svæðisins og ísing hefði getað komið fyrir hvar sem var frá neðra borði skýja upp í



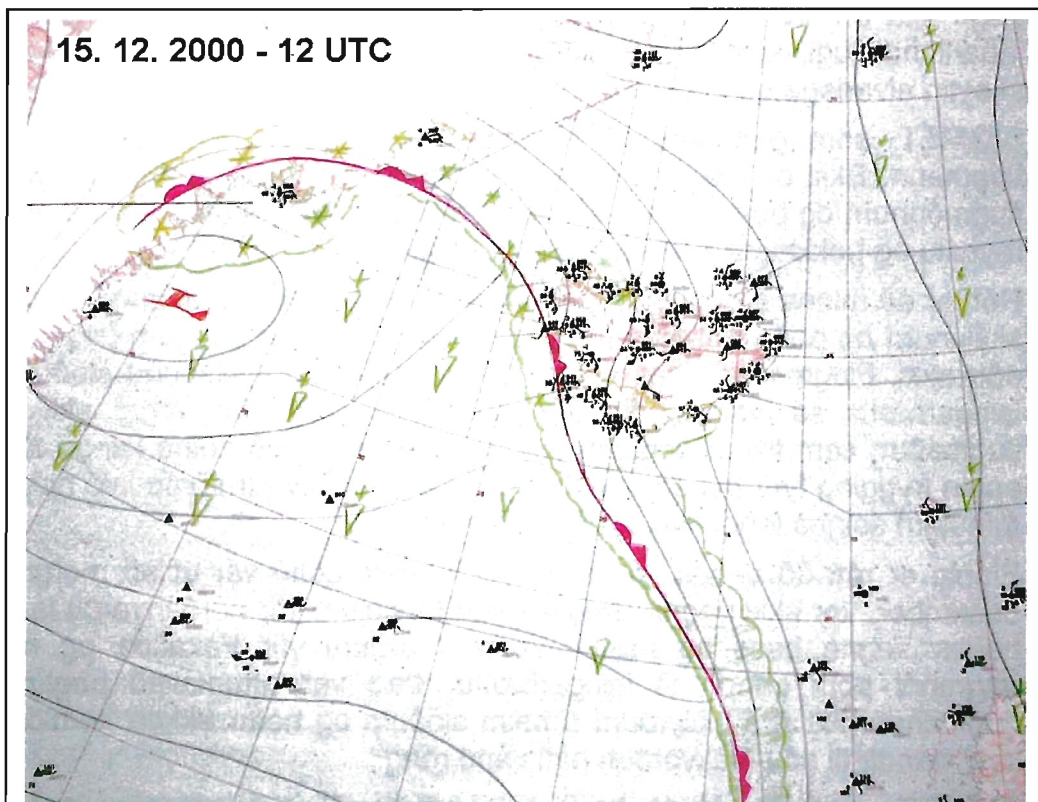
a.m.k. 20000 feta hæð. Ef flugrekendur halda fast við þá reglu að fljúga ekki um svæði þar sem varað hefur verið við mikilli ísingu hefði SIGMET af þessu tagi stöðvað nánast allt innanlandsflug í heilan sólarhring.

- Flugmenn og flugrekendur hafa oft lagt á það mikla áherslu í viðræðum við Veðurstofuna að SIGMET-svæði séu skilgreind eins þröngt og kostur er hverju sinni. Einnig er oft kvartað yfir því að SIGMET séu gefin út að ástæðulausu og er þá yfirleitt vísað til flugmanna sem hafa flogið um SIGMET-svæði án þess að hafa orðið varir við neitt af því sem varað var við. Ef hér hefði verið varað við mikilli ísingu á öllu því svæði þar sem fjallabylgjur gátu skapað slík skilyrði hefði orðið til dæmigert SIGMET af þeirri gerð sem flugmenn gagnrýna hvað ákafast, sbr. t.d. ágæt veðurskilyrði á flugleiðinni til Egilsstaða. Veðurfræðingar vilja að sjálfsögðu vinna náið með flugmönnum, hlusta á athugasemdir þeirra og læra af þeirra reynslu. Það er því skiljanlegt að veðurfræðingar hiki við að gefa út svo víðtækt SIGMET við aðstæður sem þessar nema þeir séu nokkuð vissir um að raunveruleg ástæða sé til.
- Veðurstofan hlýtur að hugleiða hvort setja skuli þá reglu að vara alltaf við mikilli ísingarhættu með SIGMET-skeyti þegar skil með verulegri úrkomu fara yfir landið, vindur í lofti fer yfir tiltekin mörk og vart verður við fjallabylgjur í skilunum, annað hvort á veðurtunglamyndum eða skv. tilkynningum flugmanna. Efri mörk slíks hættusvæðis yrðu að miðast við lægri hita en  $-25^{\circ}\text{C}$ . Slík regla myndi óhjákvæmilega fækka flugdögum í innanlandsflugi, einkum að vetrarlagi, hjá þeim flugfélögum sem tækju skeytin alvarlega og flygju alls ekki um SIGMET-svæðið.
- SIGMET, sem gefin eru út af Veðurstofu Íslands, eiga jafnt við alla flugmenn. Ekki er hægt að gera greinarmun á ókunnugum og óreyndum flugmönnum og þeim sem gætu sniðgengið hættulega staði vegna mikillar reynslu og þekkingar á íslenskum aðstæðum.
- Rétt er að minna á að ísing í skýjum er oftast bundin við afmarkaða bletti í skýjunum og það er tilviljun hvort leið flugvélar liggur gegnum þessa bletti eða ekki. Flugmaður, sem lendir í ísingu, getur að sjálfsögðu staðfest að ísingarhætta sé fyrir hendi. Hið gagnstæða gildir hins vegar ekki. Þótt flugmaður, sem flýgur gegnum ský, verði ekki var við ísingu er það engin trygging fyrir því að annar flugmaður, sem flýgur sömu leið nokkrum mínútum seinna lendi ekki í verulegri ísingu.
- Einnig er rétt að benda á að SIGMET, sem gefið var út að morgni 15. desember, var ekki vegna ísingarhættu í bylgjum yfir norðanverðu landinu heldur vegna þess að mikil úrkoma í skilum yfir Faxaflóa og næsta nágrenni þótti benda til ísingarhættu. Það var afturkallað þegar mat flugmanns fékkst á skilyrðum á þeim slóðum og hefur ekkert komið fram sem bendir til að sú ákvörðun hafi verið röng.
- SIGMET er vandmeðfarið, bæði fyrir veðurfræðing og notanda. Það á að minnka líkur að flugvélar lendi í hættulegum skilyrðum en ef það er bæði samið og túlkað á mjög varfærinn hátt er hætt við að það hindri flug óeðlilega oft og verði þar með ekki trúverðugt. Æskilegt er að skoða vandlega hvort tvískipting á SIGMET í veikari (AIRMET) og sterkari (SIGMET) flokk gæti greitt fyrir flugi við erfið skilyrði án þess að dregið sé úr öryggi. Reyndar má segja að lýsingar á ísingar- og kvikuhorfum í spá um "Flugveðurskilyrði yfir Íslandi" gegni nú þegar hlutverki AIRMET.

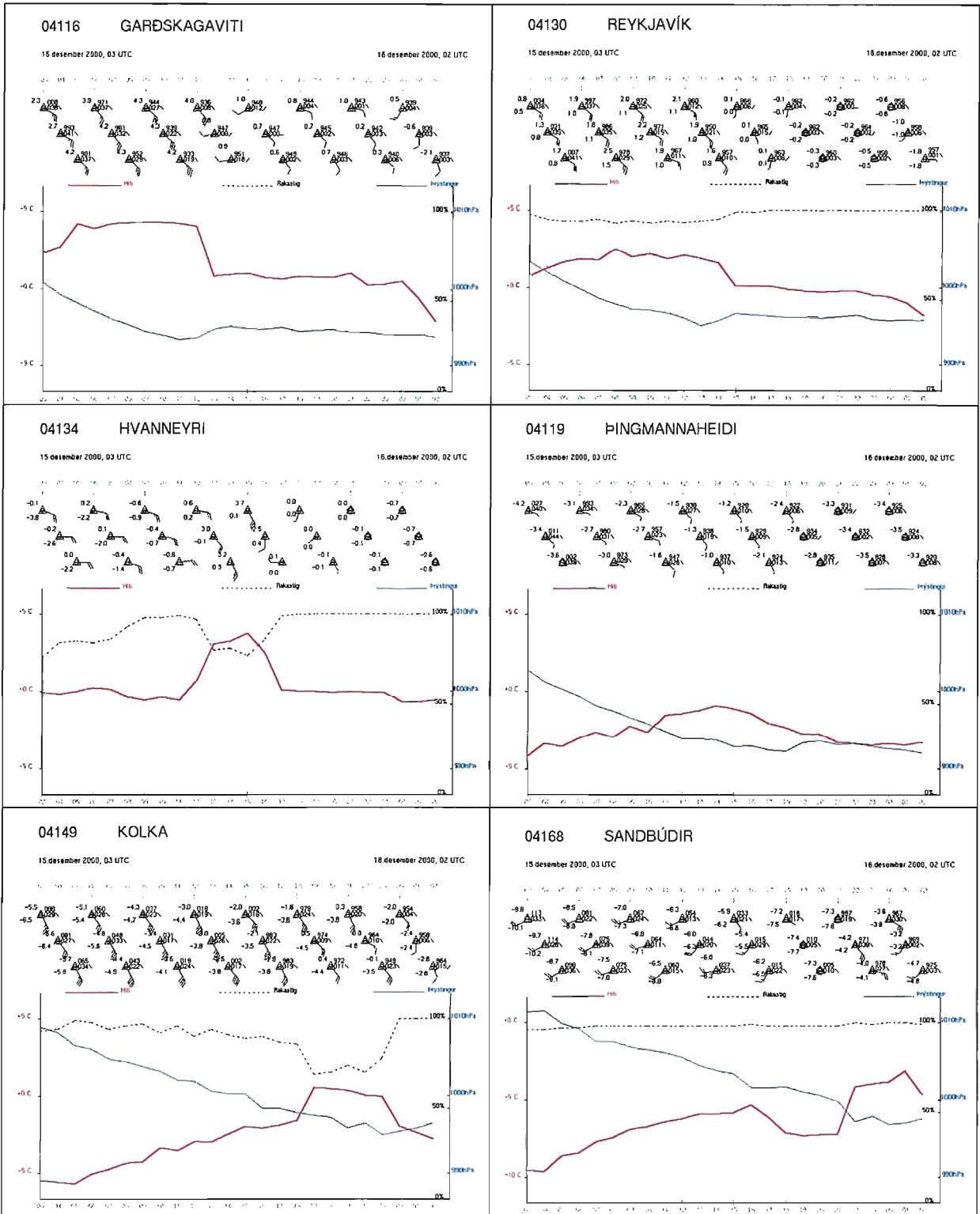
## Myndir



Mynd 1 - Yfirlitskort. Til vinstri er kort frá miðnætti aðfaranótt 15. desember, til hægri kort á miðnætti aðfaranótt 16. desember 2001. Samskilin komu upp að vestustu annesjum um hádegisbil. Aðstreymi af hlýju lofti var sterkast á um 200 km breiðu belti framan við skilin, í kjölfar hitaskila sem sjá má á fyrra kortinu. Kortin eru gefin út af bresku veðurstofunni.



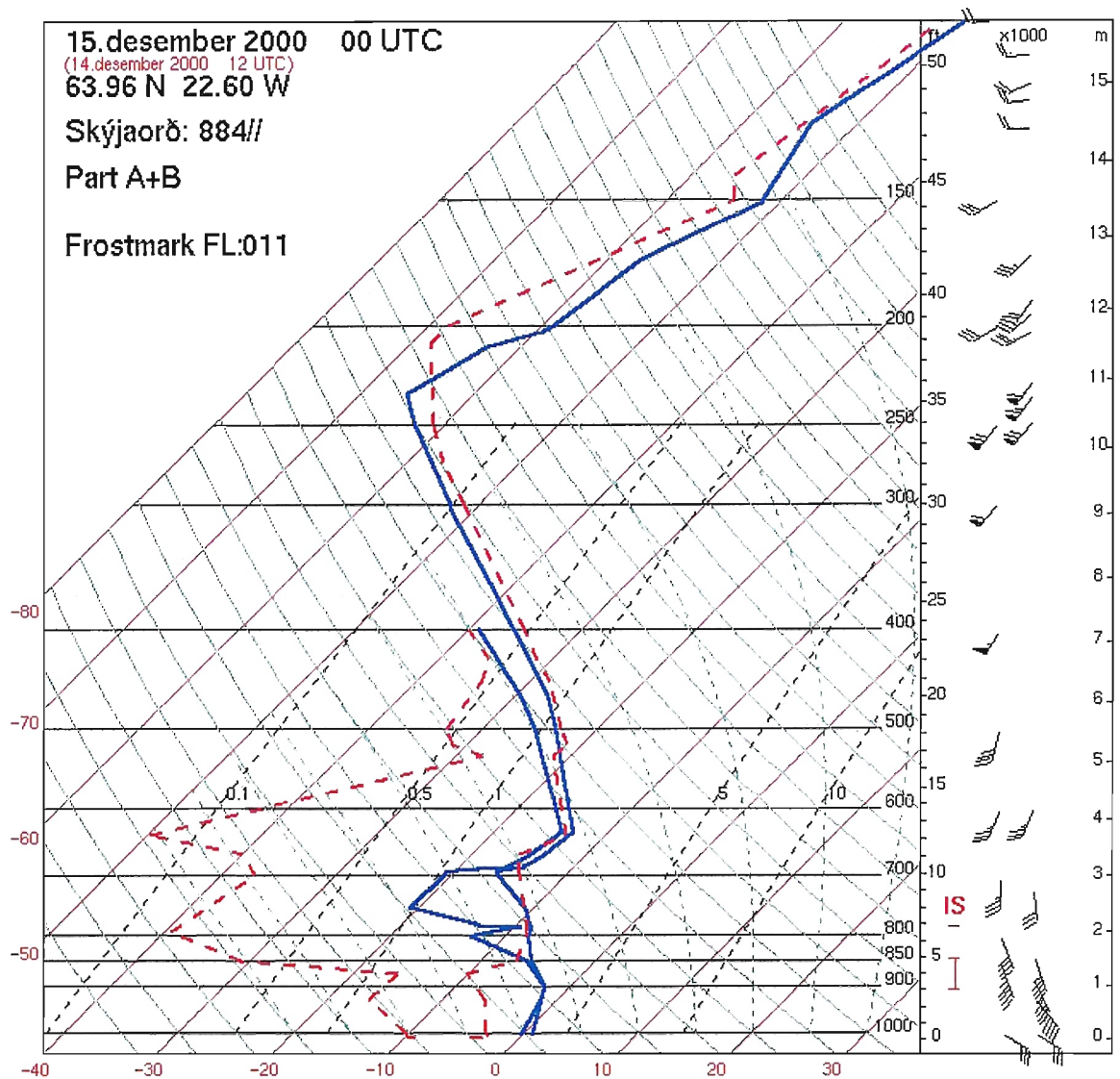
Mynd 2 - Yfirlitskort á hádegisbil 15. desember. Skilin komin upp að vesturströnd landsins, úrkoma féll enn sem rigning um þetta leyti.



Mynd 3 - Á tímaröðum veðurathugana má fylgja skilunum og framrás hlýja loftins á undan þeim yfir landið. Hlýja tungan sést misvel. Hún er t.d. mjög skýrt afmörkuð á Hvanneyri og Kolku þar sem loft hefur hlýnað og þornað mjög skyndilega en farið aftur í fyrra horf um fjórum klst. síðar.

04018

KEFLAVÍKURFLUGVÖLLUR

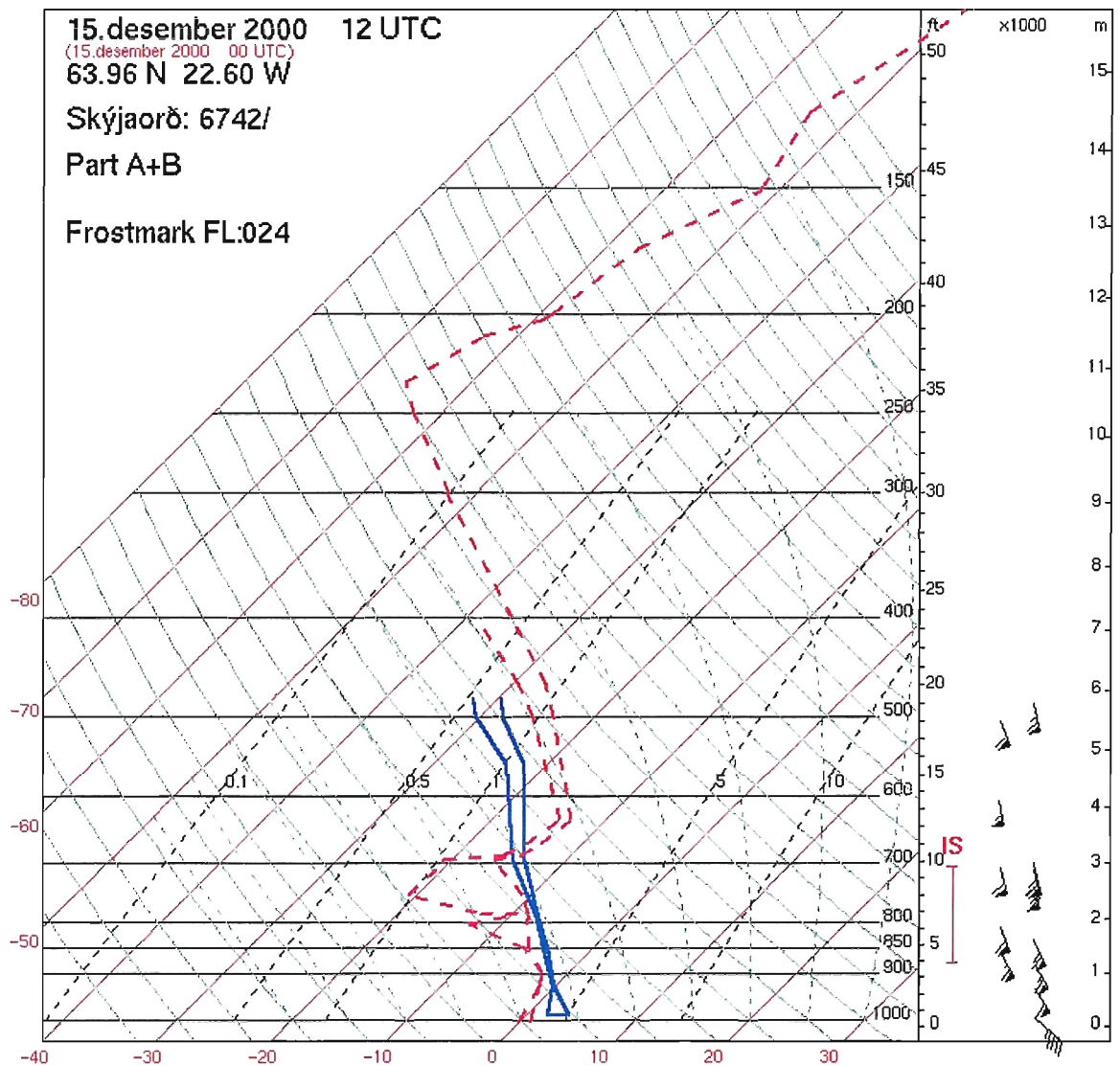


Mynd 4 - Háloftaathugun frá Keflavíkurlugvelli 15. desember 2000 00 UTC. Hiti og daggarmark er táknað með blárrí, heilli línu. Síðasta athugun, frá hádegi þann 14. desember, er sýnd með rauðri strikálínu.



04018

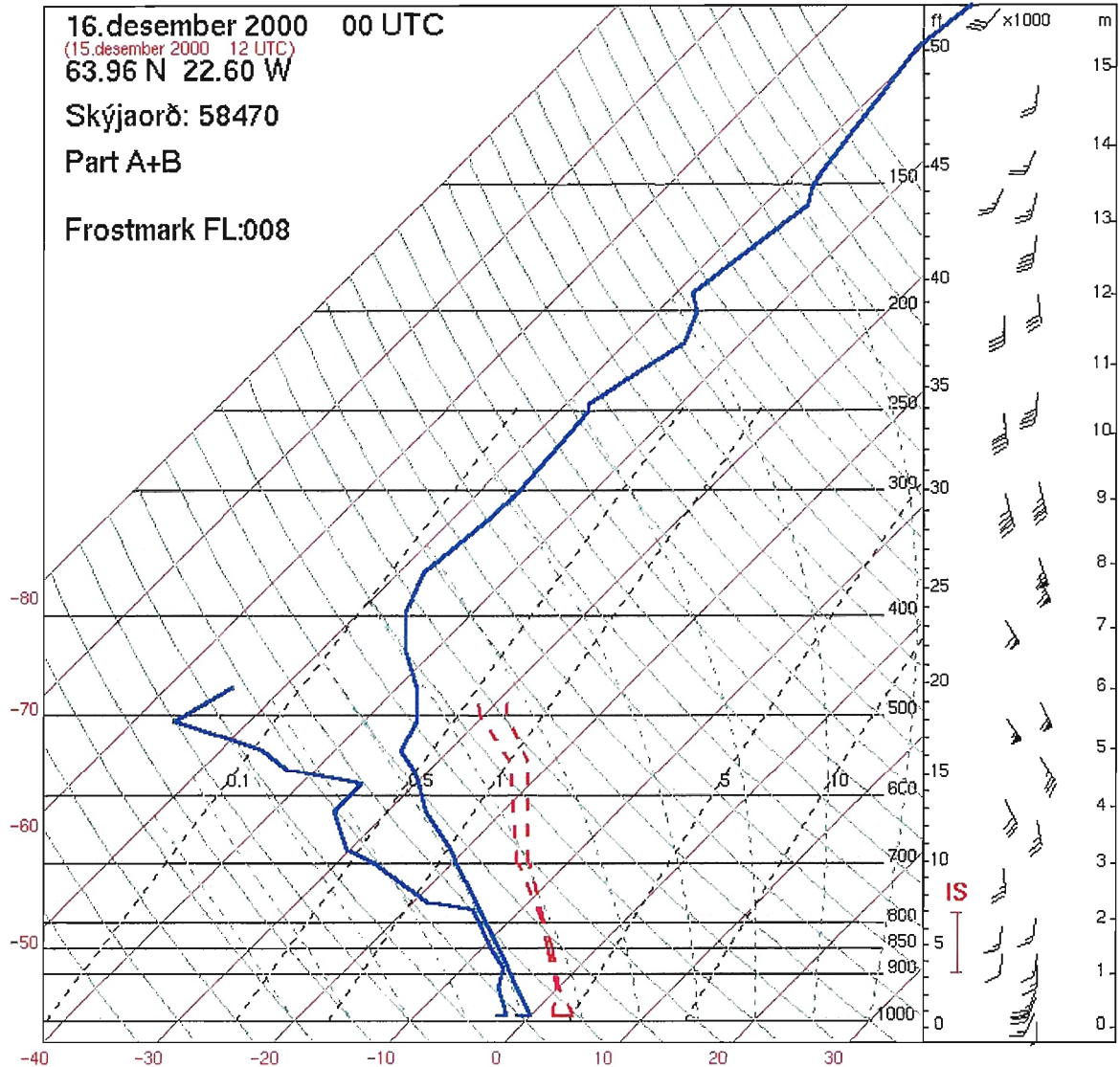
KEFLAVÍKURFLUGVÖLLUR



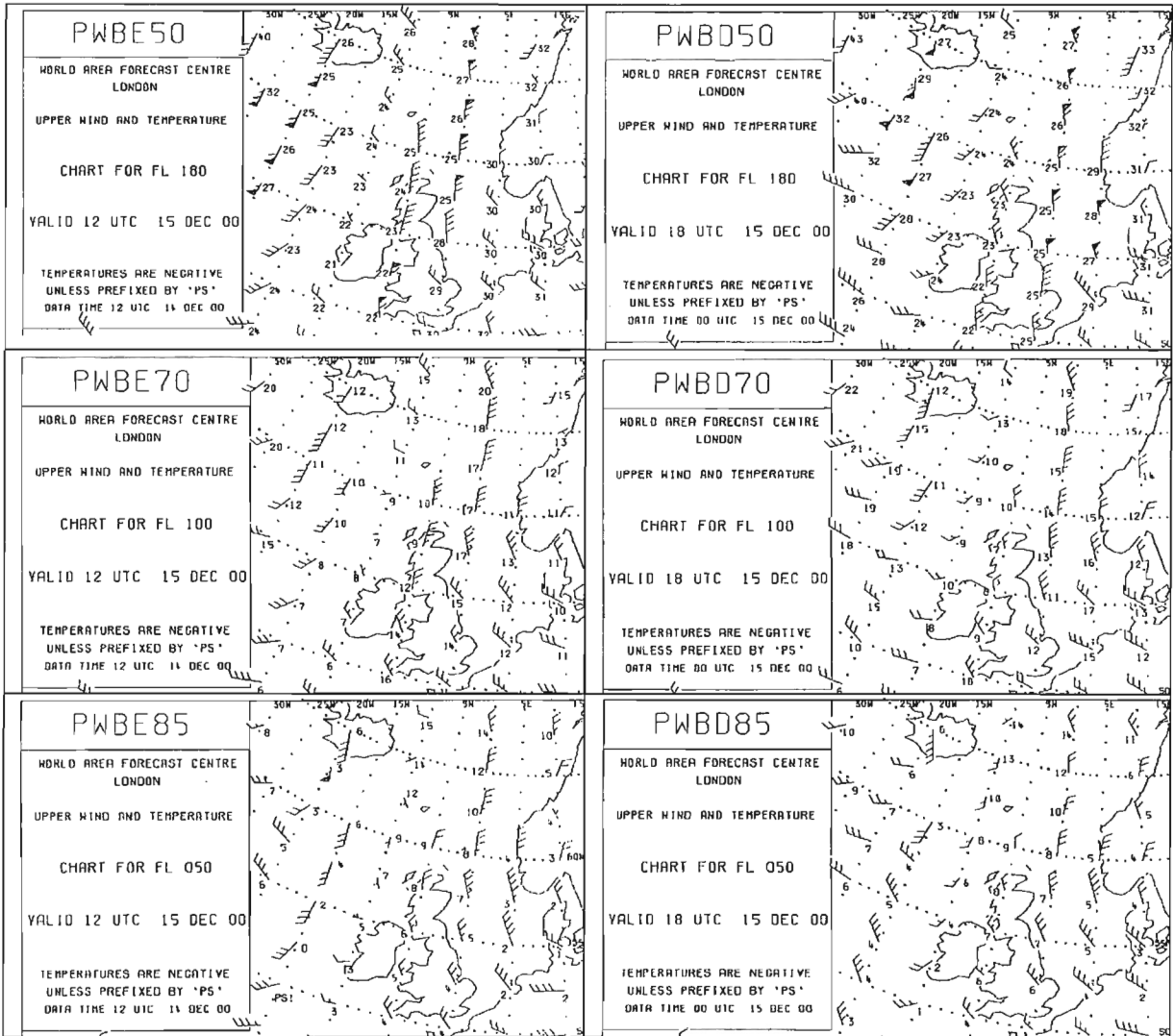
Mynd 5 - Háloftaathugun frá Keflavíkurflugvelli 15. desember 2000 12 UTC. Hiti og daggarmark er táknað með blárrí, heilli línu. Síðasta athugun, frá miðnætti aðfaranótt 15. desember, er sýnd með rauðri strikálínu.

04018

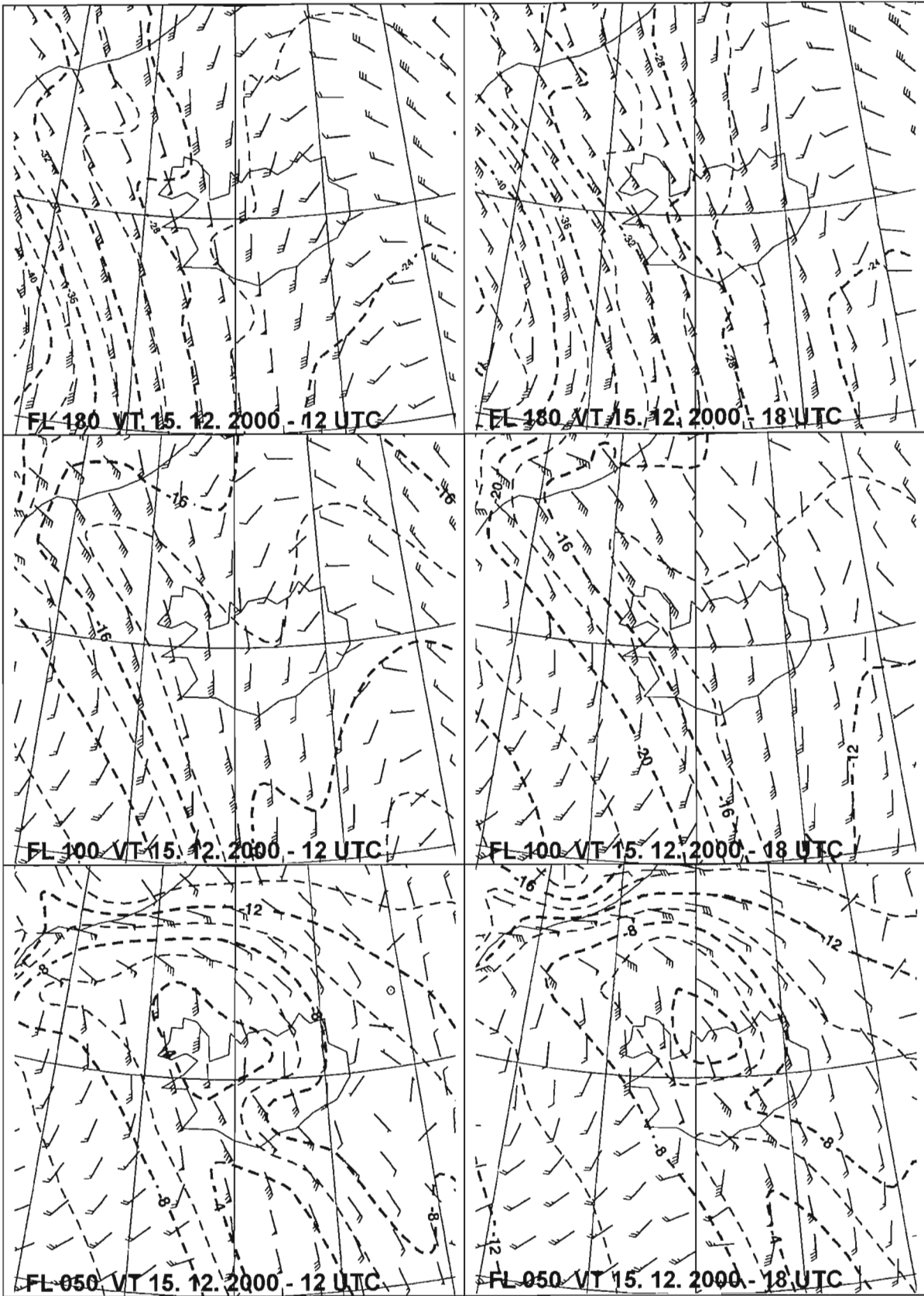
KEFLAVÍKURFLUGVÖLLUR



Mynd 6 - Háloftaathugun frá Keflavíkurlugvelli 15. desember 2000 12 UTC. Hiti og daggarmark er táknað með blárrí, heilli línu. Síðasta athugun, frá miðnætti aðfaranótt 15. desember, er sýnd með rauðri stríkalínu.

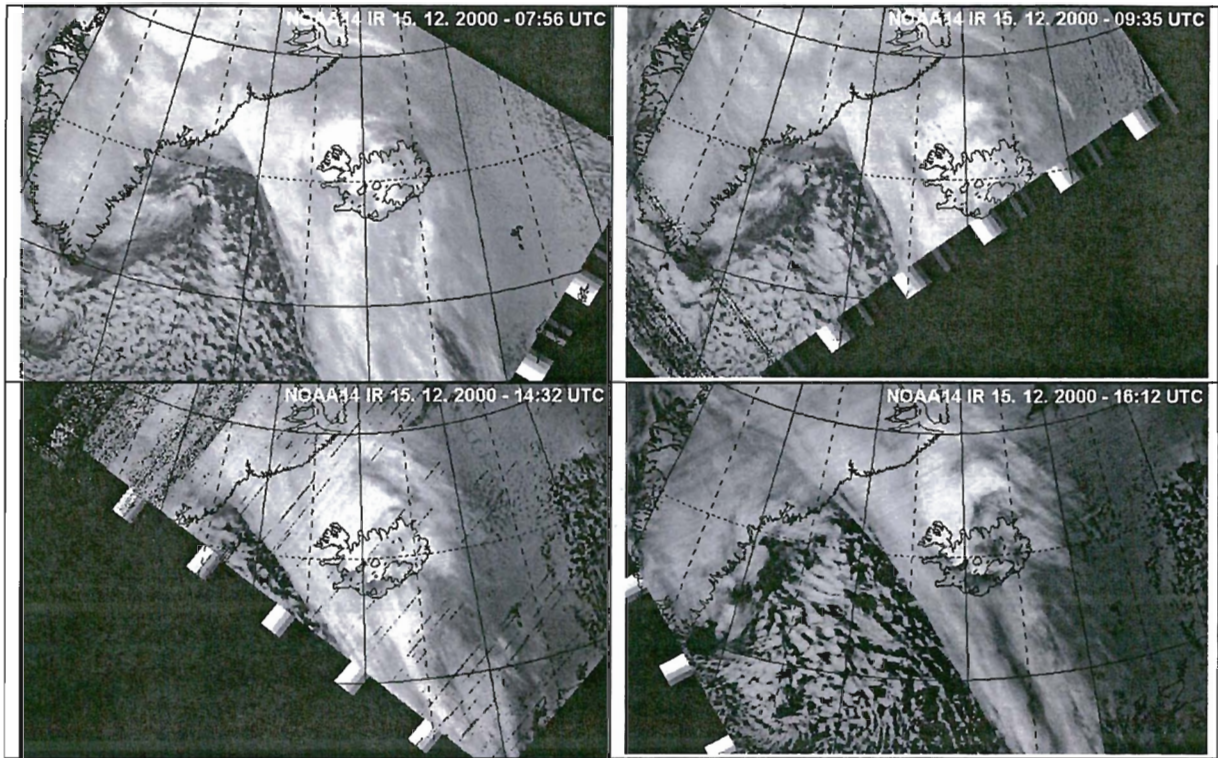


Mynd 7 - Vindspáskort frá WAFC London. Á kortunum til vinstri sjást spár fyrir hádegi, til hægri spár fyrir kl. 18 að kvöldi 15. desember 2001.

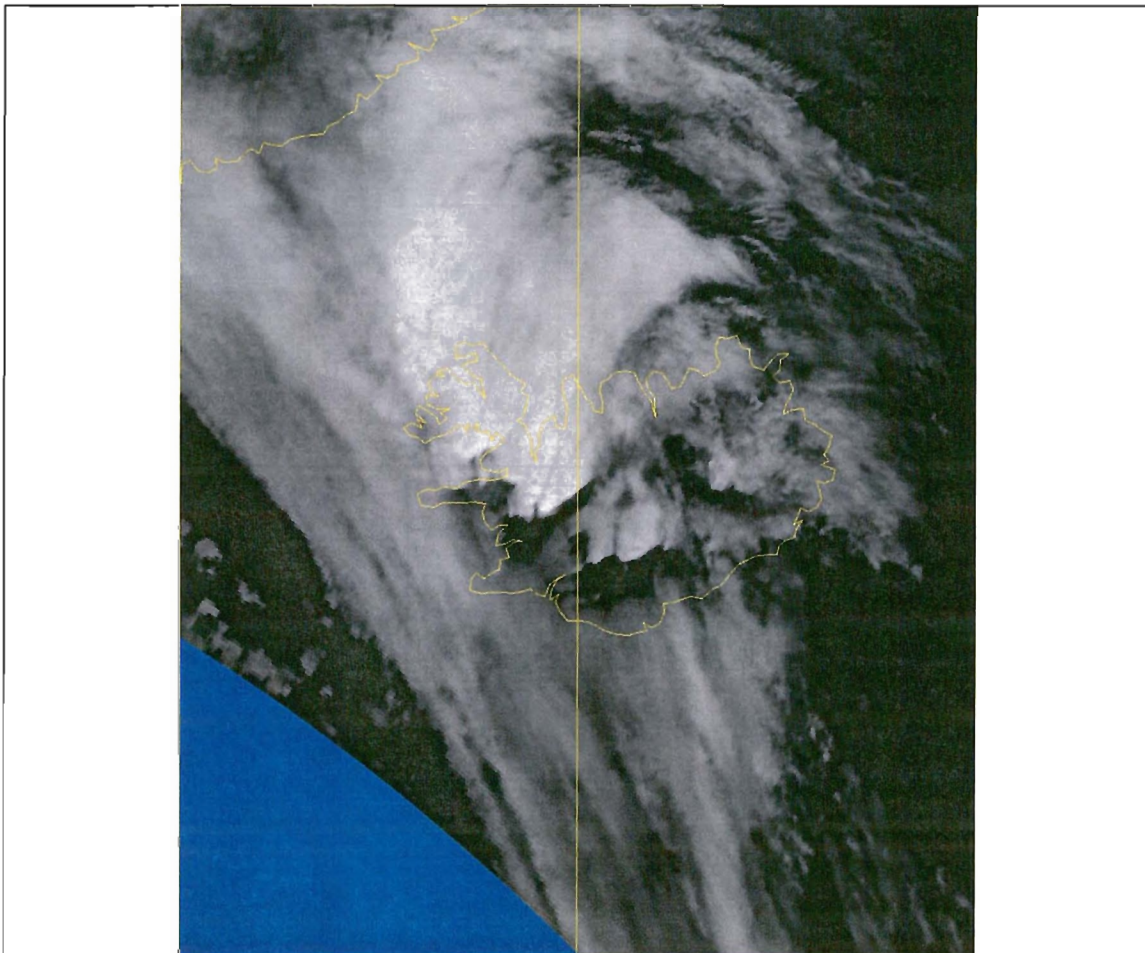


Mynd 8 - Spákort um vind og hita í lofti gerð með reiknilíkaninau HIRLAM G45. Á korunum til vinstri sjást spár fyrir hádegi, til hægri spár fyrir kl. 18 að kvöldi 15. desember 2001.



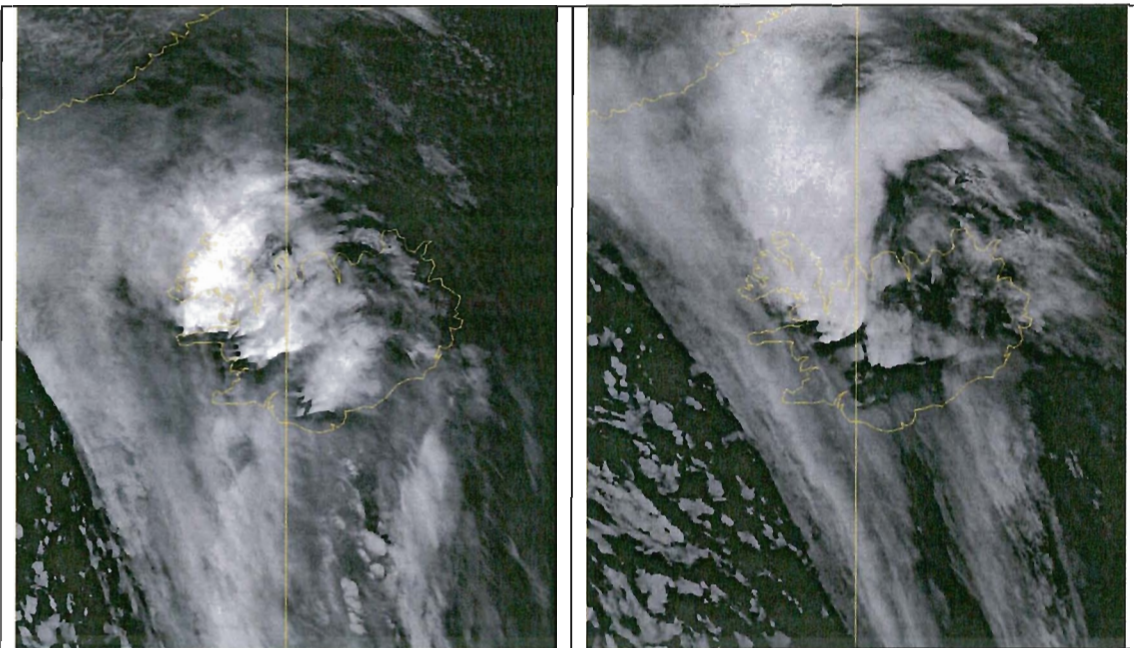


Mynd 9 - Hitamyndir teknar úr veðurtunglinu NOAA 14 kl. 7:56, 9:35, 14:32 og 16:12 UTC

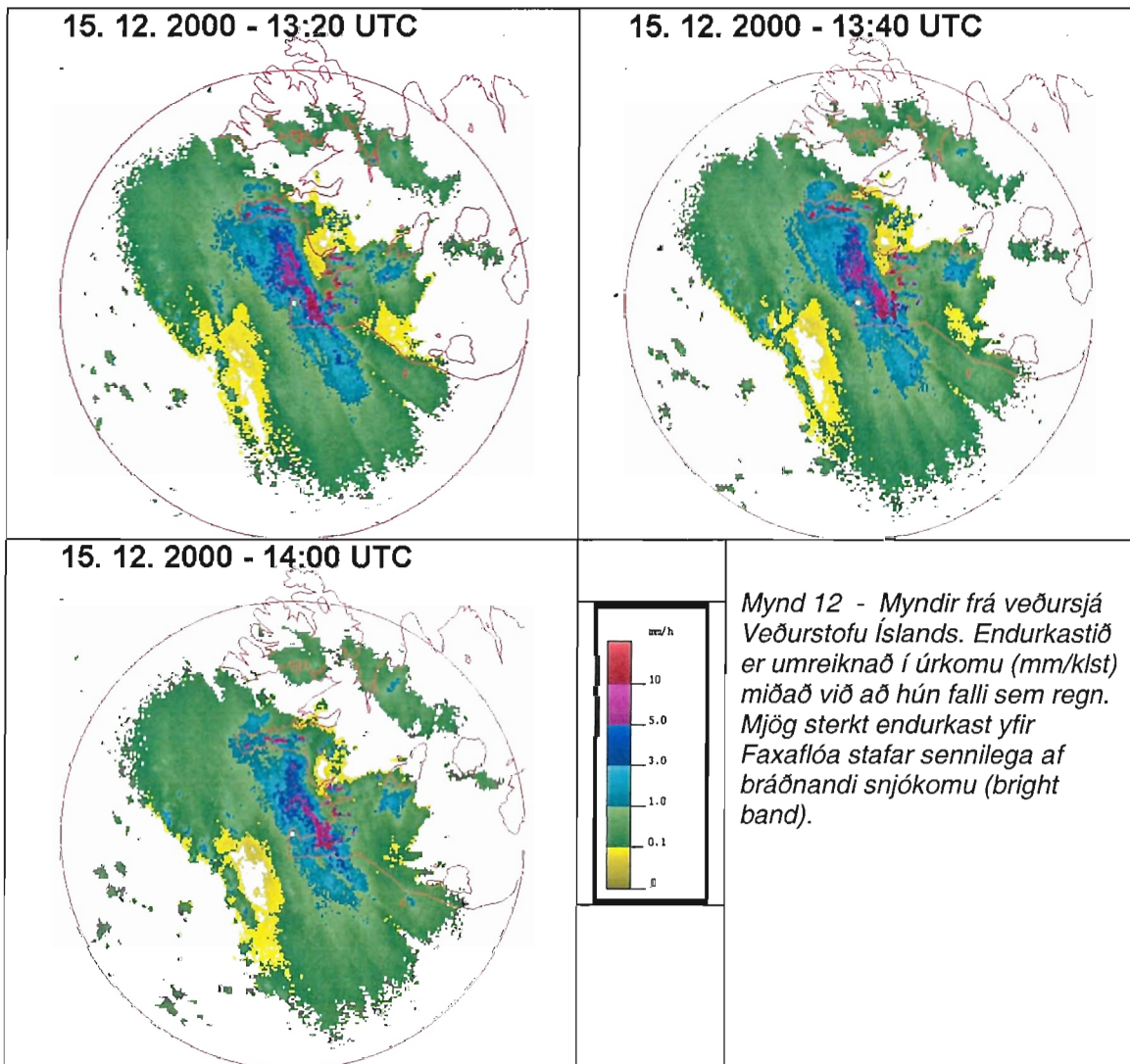


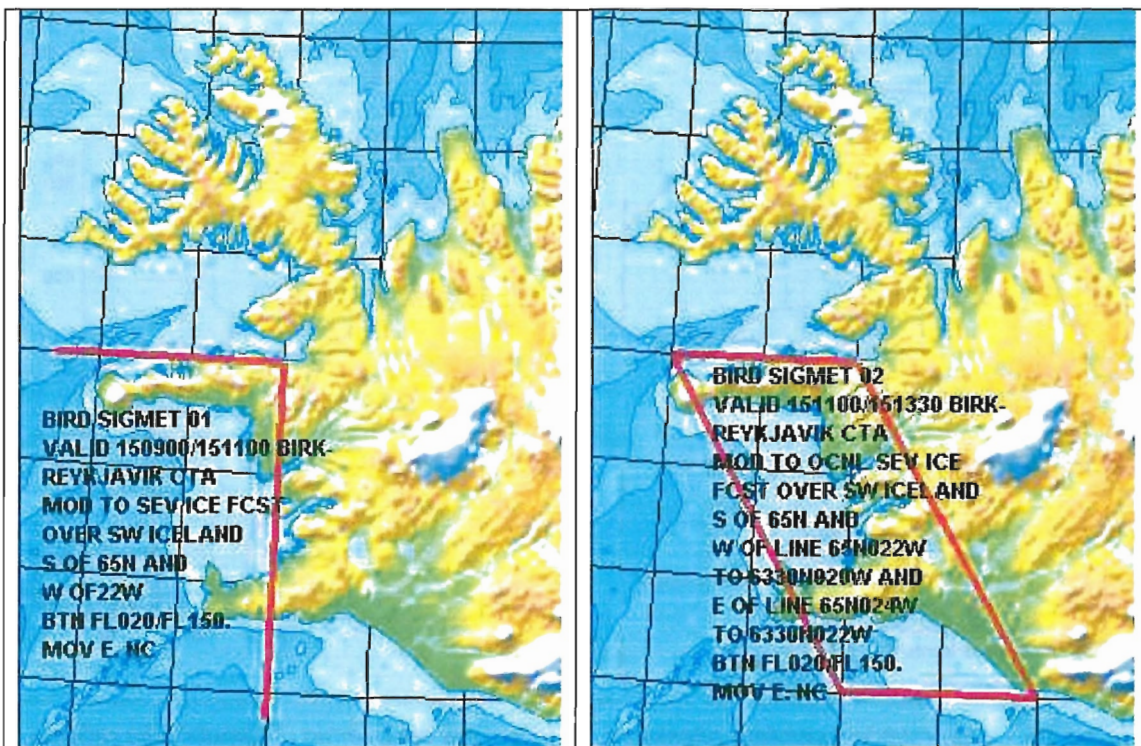
Mynd 10 - Hitamynd frá veðurtunglinu NOAA 14 tekin 15. desember 2000 kl. 14:32. Myndin er birt með leyfi Dundee Satellite Receiving Station.



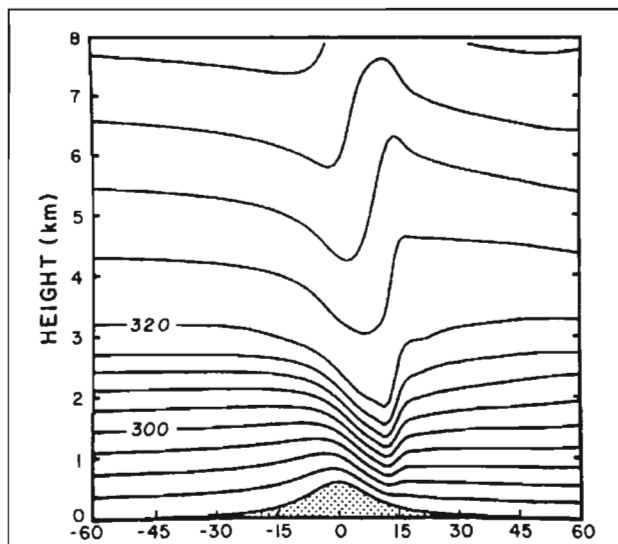


Mynd 11 - Hitamyndir frá veðurtunglinu NOAA 14 teknar 15. desember 2000 kl. 7:56 (til vinstri) og 16:12 (til hægri). Myndirnar eru birtar með leyfi Dundee Satellite Receiving Station.

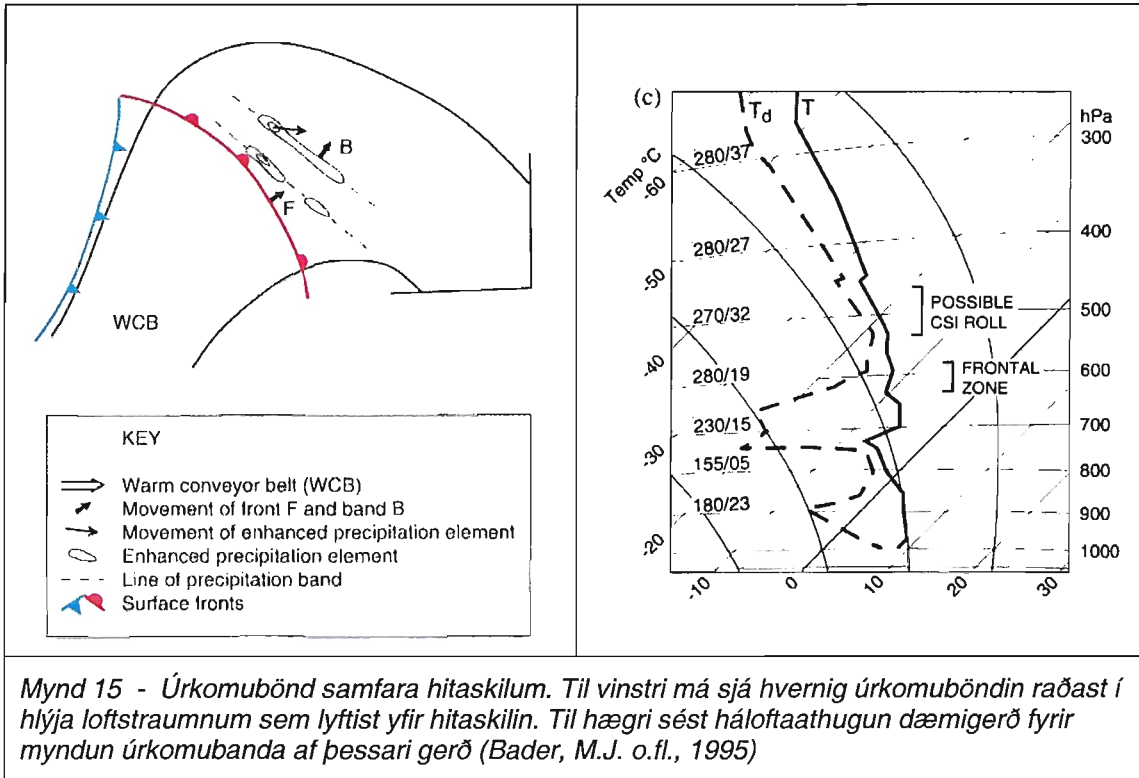




Mynd 13 - SIGMET gefin út að morgni 15. desember 2000.



Mynd 14 - Dæmi um reiknaðar fjallabylgjur. Hér er gert ráð fyrir að fjallið sé 600 m hátt, stöðugt loftlag nái upp í rúmlega 3000 m hæð en minna stöðugt loft sé þar fyrir ofan (Durrán, D.R., 1986)



## Viðauki A - Veðurathuganir frá flugvöllum

Í töflunum hér á eftir er að finna veðurathuganir gerðar fyrir Reykjavíkurlflugvöll, Keflavíkurlflugvöll, Ísafjarðarflugvöll, Egilsstaðaflugvöll og Akureyrarflugvöll á tímabilinu frá kl. 10:00 til 17:00 15. desember 2000:

### Reykjavíkurlflugvöllur

BIRK 15.12.2000 **METAR** 11024G37KT 6000 -RA BKN012 OVC032 02/01  
10:01 Q0996 88CLRD=  
BIRK 15.12.2000 **METAR** 10023G35KT 4000 -RA BKN011 OVC024 02/01  
11:06 Q0995=  
BIRK 15.12.2000 **METAR** 11025G38KT 4000 RA BKN010 OVC028 02/02  
12:01 Q0995=  
BIRK 15.12.2000 **METAR** 12026G37KT 4500 -RA BKN010 OVC028 02/01  
12:58 Q0994=  
BIRK 15.12.2000 **METAR** 13022G34KT 4000 RA BKN010 OVC022 02/01  
13:59 Q0995=  
BIRK 15.12.2000 **SPECI** BIRK 1415Z 14016G40KT 3000 RASN BKN007  
14:20 OVC018=  
BIRK 15.12.2000 **SPECI** BIRK 1433Z 16018G28KT 1200 RASN BKN006  
14:35 BKN012 OVC022=  
BIRK 15.12.2000 **METAR** 14006G32KT 0200 SN BKN001 OVC006 00/00 Q0996  
14:58 02591514=  
BIRK 15.12.2000 **SPECI** BIRK 1525Z 32003KT 0500 SN BKN003 OVC009=  
15:26  
BIRK 15.12.2000 **METAR** 17001KT 0800 SN BKN002 OVC011 00/00 Q0996=  
15:56  
BIRK 15.12.2000 **METAR** 15003KT 0700 SN BKN003 OVC010 00/00 Q0996=  
16:58

### Keflavíkurlflugvöllur

BIKF 15.12.2000 **METAR** 14036G46KT 8000 -RA FEW010 BKN015 OVC025  
09:57 04/03 Q0994=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 14036G49KT 8000 -RA FEW010 BKN015 OVC025  
10:22 04/03 Q0993=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 14037G47KT 8000 -RA FEW010 BKN015 OVC025  
10:56 04/03 Q0993=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 14034G49KT 8000 -RA FEW010 BKN015 OVC025  
11:28 03/03 Q0993=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 15032G43KT 5000 RA FEW009 BKN013 OVC020  
12:00 03/03 Q0994=  
BIKF 15.12.2000 **SPECI** 1214Z 17022G42KT 1800 RASN FEW002 BKN007  
12:16 OVC015 02/01 Q0995=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 22010KT 2000 -RASN FEW002 BKN009 OVC019  
12:27 00/00 Q0995=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 23006KT 0300 R20/2000 -SN BKN002 OVC009  
12:53 00/00 Q0995 20590127=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 26001KT 0500 -SN OVC002 00/00 Q0975  
13:28 20590127=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 26006KT 0500 -SN OVC002 00/00 Q0995  
13:58 20590127=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 25007KT 0800 -SN OVC002 00/00 Q0995=  
14:27  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 25006KT 0800 R20/0650 -SN BKN002 OVC007  
14:55 00/00 Q0995 20590124=  
BIKF 15.12.2000 **SPECI** 24001KT 4000 -SN SCT002 BKN007 OVC020 00/00  
15:11 Q0995=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 00000KT 7000 VCSH SCT002 BKN007 OVC032 00/00  
15:25 Q0995 20590124=  
BIKF 15.12.2000 **METAR** 13003KT 9000 BR FEW004 BKN034 OVC050 00/00  
15:58 Q0995 2055//39=



BIKF 15.12.2000 **METAR** 13002KT 5000 -SN FEW005 BKN015 OVC035 00/00  
 16:28 Q0995 2055//39=  
 BIKF 15.12.2000 **METAR** 11003KT 3500 -SN FEW005 BKN011 OVC018 00/00  
 16:57 Q0995 2055//39=

### Ísafjarðarflugvöllur

BIIS 15.12.2000 **MET REPORT** 220/05KT MAX18KT VIS 10KM SNSH 4/8  
 10:05 1500FT 6/8 2000FT 8/8 3000FT T00 QNH998 VINDATT + -  
 60 GR , ÞVERFJALL 150/15-30.=  
 BIIS 15.12.2000 **MET REPORT** 22005G15KT 9000 SHSN FEW015 OVC020 00///  
 10:51 Q0997 RMK THVERFJALL 130/5 MAX 15=  
 BIIS 15.12.2000 **MET REPORT** 250/05KT MAX15KT VIS 7KM SNSH 3/8 1000FT  
 12:00 8/8 1800FT T00 QNH997 VINDÁTT + - 40 GR ÞVERFJALL  
 100/02.=  
 BIIS 15.12.2000 **MET REPORT** VRB/05KT MAX15KT VIS 5KM SNSH 4/8 800FT  
 12:53 8/8 1500FT T01 QNH997 MAX VD ÚR 240GR MAG,  
 ÞVERFJALL 110/05.=  
 BIIS 15.12.2000 **MET REPORT** VRB/05KT MAX15KT VIS 4000M SN 3/8 800FT  
 13:24 8/8 1200FT T01 QNH996 MAX VD ÚR 240GR MAG, FÖL Á  
 BRAUT BA 40+, ÞVERFJALL 130/08.=  
 BIIS 15.12.2000 **MET REPORT** 22004KT 4000 SN - SCT010 OVC015 00///  
 13:54 Q0996 RMK BA OK THVERFJALL 130/07=  
 BIIS 15.12.2000 **MET REPORT** 25005G15KT 040V340 6000 SN - FEW010  
 14:57 OVC020 01/// Q0995 RMK THVERFJALL 140/10=

### Egilsstaðaflugvöllur

BIEG 15.12.2000 **METAR** 00000KT CAVOK M11/// Q1009 88790137=  
 10:01  
 BIEG 15.12.2000 **METAR** 02005KT CAVOK M09/// Q1009 04790141=  
 10:54  
 BIEG 15.12.2000 **METAR** 20010KT CAVOK M03/// Q1008 22790141=  
 12:04  
 BIEG 15.12.2000 **METAR** 17008G18KT 9999 FEW070 M02/// Q1007 22790145=  
 13:02  
 BIEG 15.12.2000 **METAR** 17015G25KT 9999 FEW070 M01/// Q1007 22790145=  
 14:17  
 BIEG 15.12.2000 **METAR** 17015G25KT 9999 FEW070 M01/// Q1006 22790130=  
 15:07  
 BIEG 15.12.2000 **METAR** 17010G20KT 9999 FEW070 M01/// Q1006 22790147=  
 15:53  
 BIEG 15.12.2000 **METAR** 17015G25KT 9999 FEW070 M00/// Q1005 22790148=  
 16:57

### Akureyrarflugvöllur

BIAR 15.12.2000 **METAR** 15014KT CAVOK 00/M05 Q1005=  
 09:57  
 BIAR 15.12.2000 **METAR** 14011KT CAVOK 00/M05 Q1004=  
 10:56  
 BIAR 15.12.2000 **METAR** 15014KT CAVOK 01/M05 Q1004=  
 11:56  
 BIAR 15.12.2000 **METAR** 16013KT CAVOK 01/M04 Q1003=  
 12:56  
 BIAR 15.12.2000 **METAR** 16015KT CAVOK 02/M04 Q1003=  
 13:56  
 BIAR 15.12.2000 **METAR** 17009KT CAVOK 01/M04 Q1002=  
 14:56  
 BIAR 15.12.2000 **METAR** 15007KT CAVOK 01/M04 Q1001=  
 15:56  
 BIAR 15.12.2000 **METAR** 18003KT 9999 FEW060 OVC090 00/M04 Q1000=  
 16:56

## **Viðauki B - Skráðar tilkynningar frá flugmönnum**

Tvær tilkynningar bárust frá flugmönnum 15. desember. Hér á eftir má sjá hvernig þær voru skráðar á Veðurstofunni. Að auki hringdi flugmaður fyrri flugvélarinnar um hádegisbilið og ræddi við veðurfræðing á vakt.

Tími	15/12 kl. 9:25
Hver hringir	Flugstjórn
Hvaðan koma upplýsingar	Fokker BIKR-BIRK
Staðsetning	Skammt NA af Reykholti
Hæð	FL180-FL170
Fyrirbæri	LIGHT TO MOD ICE

Tími	15/12 kl. 14:00
Hver hringir	Flugstjórn
Hvaðan koma upplýsingar	Fokker BIRK-BIIS
Staðsetning	Við Barðaströnd
Hæð	FL170-FL010
Fyrirbæri	SEV ICE
Viðbrögð flugmanna	Sneri við til Reykjavíkur. Kom út úr Ísingu við Snæfellsnes. Ísing fyrir rúður og hreyflar farnir að hökta. Nauðlenti á Egilsstöðum vegna lélegra brautarskilyrða í BIRK og BIKF
Viðbrögð VÍ	SIGMET

## Viðauki C - Flugvallarspár

Eftirfarandi flugvallarspár voru gefnar út fyrir Reykjavíkurlflugvöll, Keflavíkurlflugvöll, Ísafjarðarflugvöll, Egilsstaðaflugvöll og Akureyrarflugvöll fyrri hluta dags 15. desember 2000:

### Reykjavíkurlflugvöllur

BIRK 06 06 13025G35KT 8000 RA SCT004 BKN006 OVC010  
BECMG 1215 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1221 8000 SHRASN BKN008  
BECMG 2124 23015KT 9999 SCT010CB BKN020  
TEMPO 2106 4000 SHSN BKN006CB OVC010=  
BIRK 06 15 13025G35KT 8000 RA SCT004 BKN006 OVC010  
BECMG 1215 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1215 8000 SHRASN BKN008=  
BIRK 09 18 13025G40KT 8000 RA SCT004 BKN006 OVC010  
BECMG 1215 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1218 8000 SHRASN BKN008=  
BIRK 12 12 13035G45KT 4000 RA BKN012 OVC030  
BECMG 1215 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1221 8000 SHRASN BKN008  
BECMG 2124 9999 SCT010CB BKN020  
TEMPO 2112 4000 SHSN BKN006CB OVC010=  
BIRK 12 21 13035G45KT 4000 RA BKN012 OVC030  
BECMG 1215 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1221 8000 SHRASN BKN008=  
BIRK 15 24 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1521 8000 SHRASN BKN008  
BECMG 2124 9999 SCT010CB BKN020  
TEMPO 2124 4000 SHSN BKN008CB OVC010=

### Keflavíkurlflugvöllur

BIKF 06 06 13025G35KT 8000 RA SCT004 BKN006 OVC010  
BECMG 1215 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1221 8000 SHRASN BKN008  
BECMG 2124 23015KT 9999 SCT010CB BKN020  
TEMPO 2106 4000 SHSN BKN006CB OVC010=  
BIKF 06 15 13025G35KT 8000 RA SCT004 BKN006 OVC010  
BECMG 1215 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1215 8000 SHRASN BKN008=  
BIKF 09 18 13025G35KT 8000 RA SCT004 BKN006 OVC010  
BECMG 1215 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1218 8000 SHRASN BKN008=  
BIKF 12 12 14040G50KT 8000 RA BKN012 OVC030  
BECMG 1214 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1221 8000 SHRASN BKN010  
BECMG 2124 9999 SCT010CB BKN020  
TEMPO 2112 4000 SHSN BKN006CB OVC010=  
BIKF 12 21 14040G50KT 8000 RA BKN012 OVC030  
BECMG 1214 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1221 8000 SHRASN BKN010=  
BIKF 15 24 23010KT 9999 SCT012 BKN030  
TEMPO 1521 8000 -SHRASN BKN010  
BECMG 2124 9999 SCT010CB BKN020  
TEMPO 2124 4000 SHSN BKN008CB OVC010=



## Ísafjarðarflugvöllur

BIIS 8 17 VRB05G20KT 5000 SN SCT010 OVC020=  
BIIS 11 20 22005G20KT 9999 SCT015 BKN020 OVC030  
TEMPO 1120 5000 SN SCT010 OVC020  
BECMG 1720 22005KT=  
BIIS 14 23 VRB05G15KT 7000 -SN SCT010 OVC018  
TEMPO 1421 4000 SN SCT008 OVC012  
BECMG 1720 22005KT=

## Egilsstaðaflugvöllur

BIEG 6 6 16008KT CAVOK  
BECMG 0912 16015KT 9999 SCT040 BKN045  
BECMG 1820 16015G25KT 8000 -SN SCT015 BKN025 OVC035  
BECMG 2124 4000 SN SCT010 OVC020=  
BIEG 6 15 16008KT CAVOK  
BECMG 0912 16015KT 9999 SCT040 BKN045=  
BIEG 9 18 16008KT CAVOK  
BECMG 0912 16015KT 9999 SCT040 BKN045=  
BIEG 12 12 16015KT 9999 SCT040 BKN045  
BECMG 1820 16015G25KT 8000 -SN SCT015 BKN025 OVC035  
BECMG 2124 4000 SN SCT010 OVC020  
BECMG 0912 16008KT 9999 NSW SCT040=  
BIEG 12 21 16015KT 9999 SCT040 BKN045  
BECMG 1820 16015G25KT 8000 -SN SCT015 BKN025 OVC035=  
BIEG 15 24 17010G20KT 9999 SCT040 BKN045  
BECMG 1820 16015G25KT 8000 -SN SCT015 BKN025 OVC035  
BECMG 2124 4000 SN SCT010 OVC020=

## Akureyrarflugvöllur

BIAR 6 6 18010KT 9999 SCT040  
BECMG 0912 16025KT BKN045  
BECMG 1821 8000 -SN SCT030 OVC040  
BECMG 0305 21015KT CAVOK=  
BIAR 6 15 18010KT 9999 SCT040  
BECMG 0912 16025KT BKN045=  
BIAR 9 18 18010KT 9999 SCT040  
BECMG 0912 16025KT BKN045=  
BIAR 12 12 16025KT 9999 BKN045  
BECMG 1821 8000 -SN SCT030 OVC040  
BECMG 0305 20010KT CAVOK=  
BIAR 12 21 16025KT 9999 BKN045  
BECMG 1821 8000 -SN SCT030 OVC040=  
BIAR 15 24 16015G25KT 9999 BKN045  
BECMG 1821 8000 -SN SCT030 OVC040=

## **Viðauki D - Flugveðurskilyrði yfir Íslandi**

Eftirfarandi spár um flugveðurskilyrði yfir landinu voru gefnar út fyrri hluta dags 15. desember 2000:

2000-12-15 07:26:13

### **Flugveðurskilyrði 15. desember 2000 Kl. 0800 til 1400**

HÁLOFTAVINDAR OG HITI:

FL050: 16060KT (Vestantil), 13030KT (Austantil) -8

FL100: 18030KT -12

FL180: 18045KT -26

YFIRLIT: Skammt A af landinu er hæðarhryggur sem þokast A. Yfir S Noregi er minnkandi 976 mb lögð sem þokast ASA. 983 mb lögð á vestanverðu Grænlandshafi hreyfist hægt ANA og grynnist. Samskil nálgastráur vestri og verða við vesturströndina nálægt hádegi.

VINDUR NÆRRI YFIRBORÐI: SA átt, um 55 hnútar vestantil en um 30 austantil í fyrstu. SV 20 hnútar allra vestast en annars SA 45 hnútar síðdegis.

SKÝJAFAR, SKYGGNI OG VEÐUR: Lágskýjað, skyggni slæmt og snjócoma á Suðausturlandi. Alskýjað í nálægt 1000 feta hæð, slydda eða rigning og fremur lélegt skyggni á vestanverðu landinu. Alskýjað í um 5000 feta hæð en hægt lakkandi skýjabreiða en nokkuð gott skyggni norðantil.

SJÓNFLUGSSKILYRÐI Á MILLI LANDSHLUTA: Nokkuð góð á Norðurlandi en annars ófært.

FROSTMARKSHÆÐ: Í um 2000 feta hæð vestantil en við yfirborð norðan og austantil.

ÍSING: Talsverð yfir landinu sunnan og vestanverðu upp í um 14000 feta hæð.

KVIKA: Talsverð í fjallahæð vestantil frameftir morgni. Talsverð um mestallt land nálægt hádegi.

ANNÆÐ: Búast má við fjallabylgjum.

2000-12-15 11:36:09

### **Flugveðurskilyrði 15. desember 2000 Kl. 1100 til 1700**

HÁLOFTAVINDAR OG HITI:

FL050: 16060KT (Vestantil), 13030KT (Austantil) -6

FL100: 18040KT -14

FL180: 16055KT -26

YFIRLIT: Skammt NA af Hvarfi er 982 mb lögð, sem þokast austnorðaustur og grynnist heldur, en skil hennar liggja með vesturströnd landsins.

VINDUR NÆRRI YFIRBORÐI: SA átt, um 50 hnútar vestantil en um 30 austantil í fyrstu. SV 20 hnútar suðvestanlands síðdegis, annars SA 30 annars staðar.

SKÝJAFAR, SKYGGNI OG VEDUR: Lágskýjað, skyggni slæmt og snjócoma á Suðausturlandi. Alskýjað í nálægt 1000 feta hæð, slydda eða rigning og fremur lélegt skyggni á vestanverðu landinu. Alskýjað í um 5000 feta hæð en hægt lakkandi skýjabreiða á Norðurlandi.

SJÓNFLUGSSKILYRÐI Á MILLI LANDSHLUTA: Nokkuð góð á Norðurlandi en annars ófært.

FROSTMARKSHÆÐ: Í um 2000 feta hæð vestantil en við yfirborð norðan og austantil.

ÍSING: Talsverð yfir landinu sunnan- og vestanverðu upp í um 14000 feta hæð.

KVIKA: Talsverð um mestallt land, en lítil suðvestanlands síðdegis.

ANNAÐ: Búast má við fjallabylgjum.

## **Viðauki E - SIGMET**

Eftirfarandi SIGMET-skeyti voru gefin út af Veðurstofu Íslands fram til kl. 17:

2000-12-15 08:49:56

BIRD SIGMET 01 VALID 150900/151100 BIRK-  
REYKJAVIK CTA MOD TO SEV ICE FCST OVER SW ICELAND S OF 65N AND W  
OF 22W BTN FL020/FL150. MOV E. NC.=

2000-12-15 10:30:00

BIRD SIGMET 02 VALID 151100/151330 BIRK-  
REYKJAVIK CTA MOD TO OCNL SEV ICE FCST OVER SW ICELAND S OF 65N AND W  
OF LINE 65N022W TO 6330N020W AND E OF LINE 65N024W TO 6330N022W BTN  
FL020/FL150. MOV E. NC.=

2000-12-15 14:12:18

BIRD SIGMET 03 VALID 151400/151500 BIRK-  
REYKJAVIK CTA SEV ICE REP OVER NW ICELAND N OF 65N AND W OF  
21W. STNRY.=

2000-12-15 14:16:57

BIRD SIGMET 04 VALID 151400/151700 BIRK-  
REYKJAVIK CTA CNL SIGMET 3 SEV ICE OBS OVER NW-ICELAND N OF 65N AND W  
OF 21W BLW FL170 STNRY NC.=

2000-12-15 16:56:08

BIRD SIGMET 05 VALID 151700/151930 BIRK-  
REYKJAVIK CTA MOD TO OCNL SEV ICE FCST OVER NW-ICELAND N OF 65N AND W  
OF 21W BLW FL170 STNRY WKN.=

## **Viðauki F - Um ísingu**

Hér á eftir verða tíndar til nokkrar glefsur úr kennslubókum og handbókum þar sem fjallað er um ísingu í skilum.

### **Flugveðurfræði**

Í bókinni “Flugveðurfræði” (Guðmundur Hafsteinsson, 1992), sem er ein af átta bókum í fjölbindingverkinu “Kennslubækur fyrir einkaflugpróf”, er eftirfarandi klausur að finna:

...

#### **14.3 Ísing, ský og úrkoma**

**Skýjabreiður.** Ísing í skýjabreiðum...

...

Gráblíka (As) og regnþykki (Ns) myndast yfirleitt við hæga en ákveðna lyftingu lofts á stóru svæði, t.d. við skil. Í þeim geta verið frostkaldir dropar og því sennilega ísing, mest á hitabilinu 0°C til -7°C en oft niður í -15°C. Í öflugum skilum, einkum ef hvass vindur blæs jafnframt yfir fjalllendi, má búast við mikilli ísingu, jafnvel þó að frostið sé 20-25 stig. ...

...

Um öll ský sem valda ísingu gildir að þau eru síbreytileg. Ísingin myndast oft á tiltölulega afmörkuðum svæðum, nær hámarki og hjaðnar aftur. Það er því að verulegu leyti tilviljum hvort flugvél, sem flýgur gegnum ísingarský, lendir á helstu ísingarblettunum. Ef flugvél lendir í ísingu er það vitanlega staðfesting á því að ísingaskilyrði séu fyrir hendi. Hið gagnstæða gildir hins vegar ekki. Þótt engrar ísingar verði vart á einni vél sem flýgur tiltekna leið er það engin trygging fyrir því að önnur vél, sem flýgur nákvæmlega sömu leið í sömu hæð örfáum mínútum seinna, lendi ekki í stórkostlegum vandræðum vegna ísingar.

...

#### **14.4 Áhrif fjalla**

Fjalllendi eykur ísingarhættu verulega, einkum ef vindur er hvass og allra mest ef skilyrði eru til að mynda fjallabylgjur. Þá er loftið knúið til að stíga af miklum krafti án þess að það blandist þurrara lofti að ráði. Það getur því borið mikinn raka hátt í loft upp en kólnar jafnframt vegna lyftingar. Hér á landi er algengt að miklar fjallabylgjur fylgi skilum þar sem í skilunum eru þau hitahvörf sem þarf til að fjallabylgjur myndist (sjá nánar um fjallabylgjur í 16. kafla). Einhver verstu ísingarskilyrði sem þekkjast hér á landi koma í sterkri sunnanátt með hlýju og röku lofti langt sunnan úr hafi og hægfara eða kyrrstæðum skilum yfir austanverðu landinu. Þá má búast við mikilli ísingu nánast hvar sem er yfir landinu, jafnvel í mikilli hæð.

...

## **Forecasters' Reference Book**

### **2.9.7.2 Layer clouds**

...

It is important to note:

- (i) ...
- (ii) ...

(iii) Altocumulus and nimbostratus, formed by mass ascent, may be extensive and deep; icing will be further enhanced by orographic lifting. Severe icing has been reported at temperatures as low as  $-20$  to  $-25^{\circ}\text{C}$ .

## **Handbook of Aviation Meteorology**

pls. 72

### *Icing*

The displacement of air in mountain waves allows little chance of entrainment; the ascending motion is therefore very nearly adiabatic. In stable air the height of the  $0^{\circ}\text{C}$  isotherm is lowered by the passage of air over high ground and the supercooled water content of the air may increase. For these reasons mountain waves are likely to increase the severity of ice accretion on aircraft in cloud.

pls. 129-130

### Layer cloud

Altostratus and nimbostratus are usually formed by slow ascent of large mass of air over an extensive area. The vertical extent of such clouds may be many thousands of feet. Some part of extensive clouds of this type is likely to contain supercooled water drops, and thus a potential icing region if within the temperature range of  $0^{\circ}\text{C}$  to  $-15^{\circ}\text{C}$ . If the clouds are associated with active fronts, and particularly if there is an orographic effect due to the proximity of hills or mountains, the chance of severe icing is much increased, and icing may be encountered at temperatures lower than usual. Severe icing in these conditions has been reported at temperatures as low as  $-0^{\circ}\text{C}$  to  $-25^{\circ}\text{C}$ . ...

...

### *Orographic cloud*

In clouds formed by the forced ascent over hills and mountains, entrainment of dry air is unlikely and the continued forced ascent may lead to further condensation. The continuous upward motion will generally mean a greater retention of water in the cloud, and because of this, icing is likely to be more severe in clouds over hills and mountains than in similar clouds away from high ground.

...

The importance of the increase in the severity of icing in cloud subjected to orographic lift cannot be overemphasized.

## ***Heimildir***

Bader, M.J. o.fl., 1995: Images in Weather Forecasting. Cambridge University Press, 499 bls.

Durrán, D.R., 1986: Another Look at Downslope Windstorms. Part I: The Development of Analogs to Supercritical Flow in an Infinitely Deep, Continuously Stratified Fluid. *J. Atmos. Sci.* 43, 2527-2543.

Forecasters Reference Book, 1997: Met.O.1023, U.K. Meteorological Office.

Guðmundur Hafsteinsson, 1992: Flugveðurfræði, ein af átta bókum úr fjölbindiverkinu *Kennslubækur fyrir einkaflugpróf*. Ritstj. Gunnar Þorsteinsson. Flugmálastjórn Íslands.

Handbook of Aviation Meteorology, 1994: London, HMSO. 401 bls.

Kurz, M., 1998: Synoptic Meteorology. Training Guidelines of the German Meteorological Service. Deutscher Wetterdienst. 200 bls.