



Veðursamantekt vegna flugatviks 2. janúar 2007

að beiðni Rannsóknarnefnar flugslysa

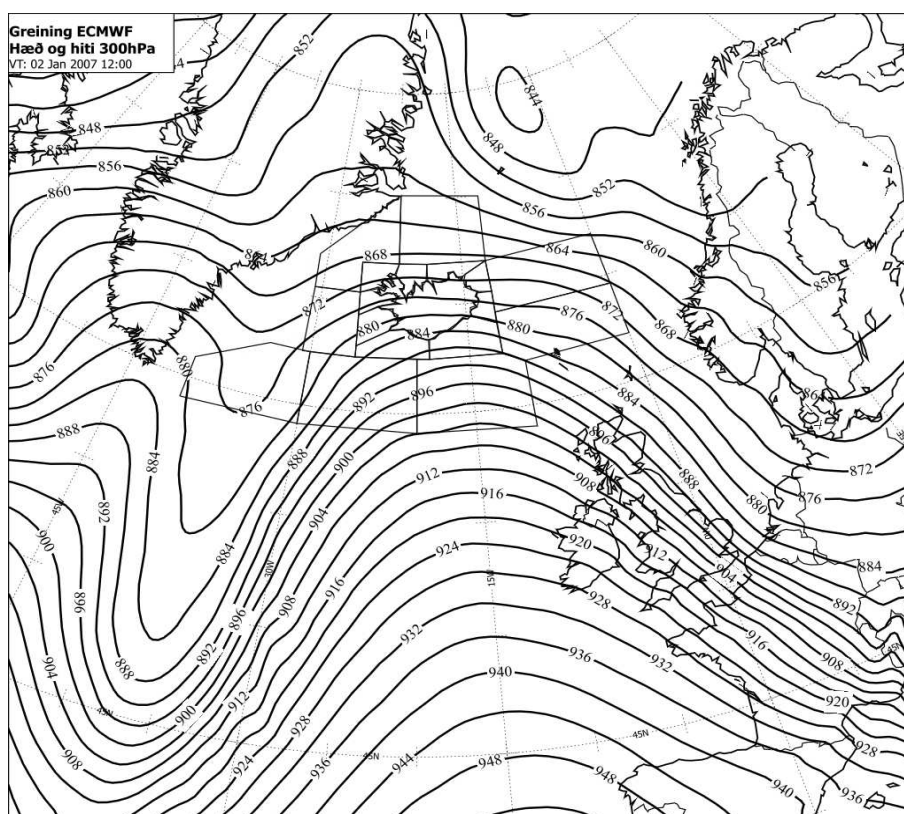
Endanleg útgáfa, apríl 2008.

Inngangur

Boeing 757 vél Icelandair lenti í mikilli ókyrrð á leið sinni frá Keflavík til Parísar, þriðjudaginn 2. janúar 2007. Atvikið átti sér stað um kl. 09:57 UTC rétt utan við íslenska flugstjórnarsvæðið, nánar tiltekið á $60^{\circ}\text{N}30'$, $9^{\circ}\text{W}20'$ í fluglagi 300 (FL300) samkvæmt þeim upplýsingum sem Veðurstofu Íslands (VÍ) bárust frá frá Flugstöðum.

Yfirlit yfir veðurkort frá kl. 12 UTC 02.01.2007

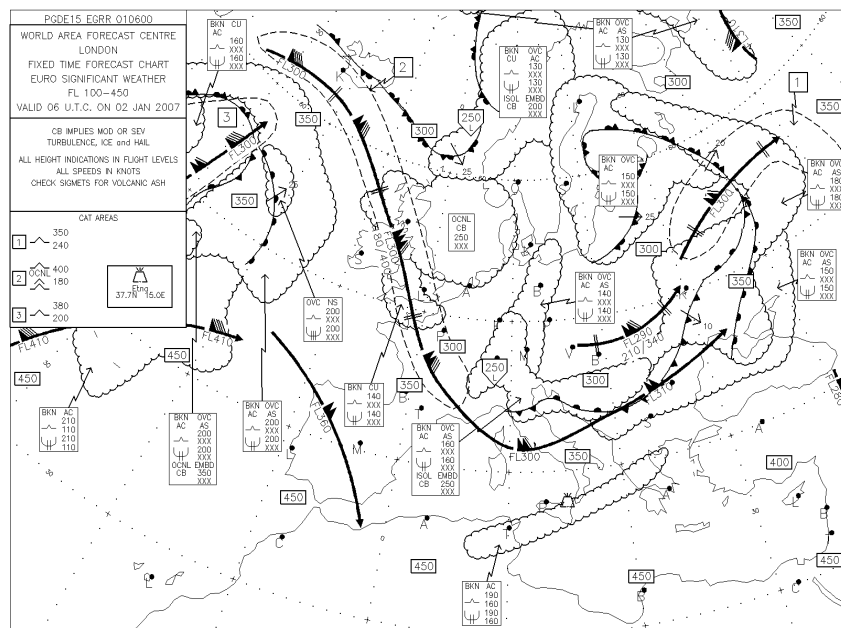
Á mynd 1 má sjá greiningu ECMWF á hæð 300 hPa flatarins kl. 12 UTC. Víðáttumikinn hæðarhrygg var að finna í 300 hPa fletinum sem teygði sig norður eftir 15°W . Vestur af 30°W var skarpt lægðardrag og yfir Skandinavíu mátti einnig sjá lægðardrag í hæð flatarins. Lokuð háloftalægð var stödd skammt norður af Jan Mayen. Yfir miðju Íslandi var hæðin um 8.800 metrar, en á þeim slóðum sem atvikið átti sér stað var hæðin um 8.920 metrar og fór hækkandi þar sem hryggurinn var á hreyfingu austur.



Mynd 1: Hæð 300 hPa flatar kl. 12 UTC í dekametrum skv. greiningu ECMWF.

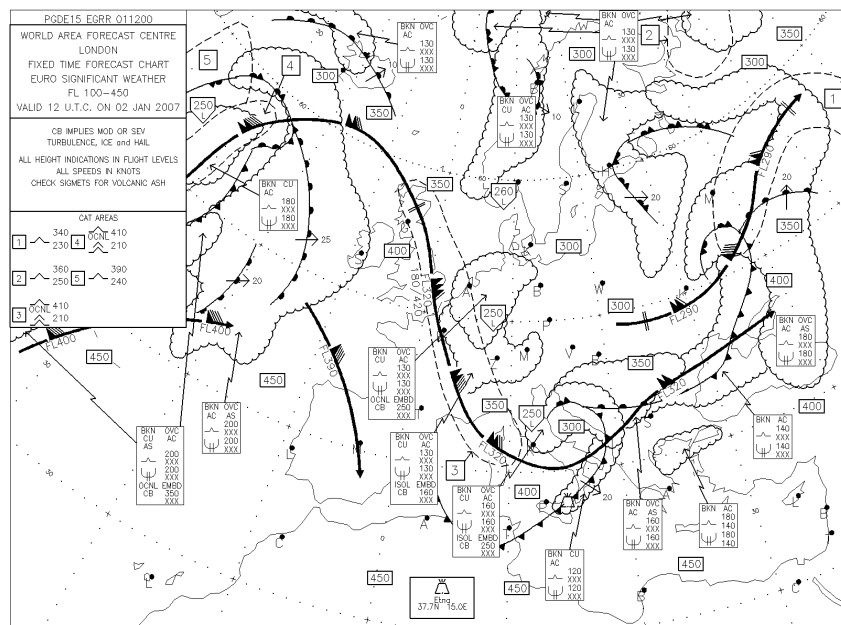
Spár WAFc London

Í tengslum við hæðarhrygginn sem getið var hér að ofan gerðu SIGWX-kort frá London WAFc (*World Area Forecast Centre*) ráð fyrir skotvindi (*jetstream*) með kjarna í FL300 (sjá mynd 2) kl. 06 UTC. Áætlaður vindhraði í kjarnanum var um 130 hnútar suður af Íslandi. Var gert ráð fyrir talsverðri og á tíðum mikilli ókyrrð (MOD OCNL SEV TURB) í tengslum við skotvindinn á milli FL180 og FL400.



Mynd 2: WAFC London SIGWX kort með gildistíma 06 UTC.

Mynd 3 sýnir að samkvæmt útreikningum WAFC var lítil hættu talin á mikilli ókyrrð kl. 12 UTC.

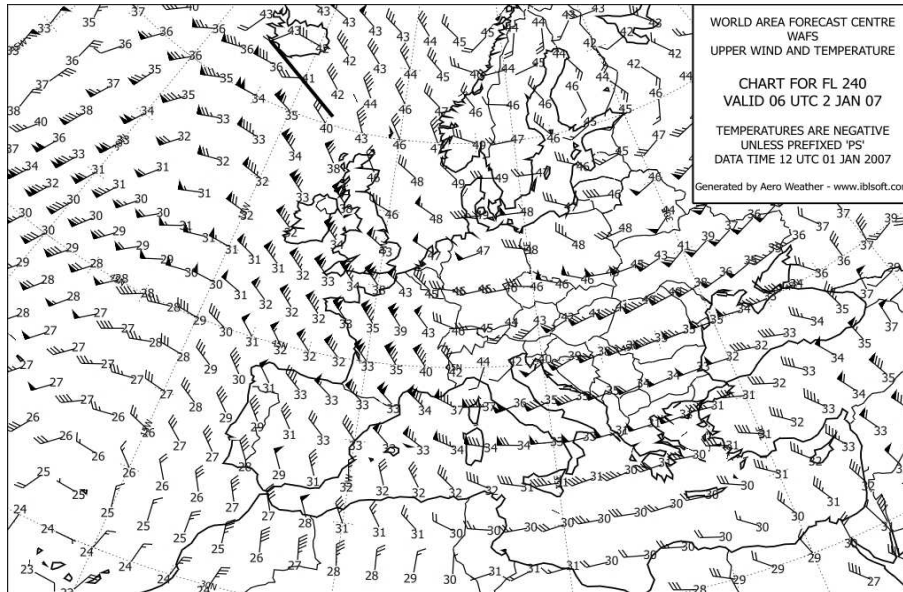


Mynd 3: WAFC London SIGWX kort með gildistíma 12 UTC.

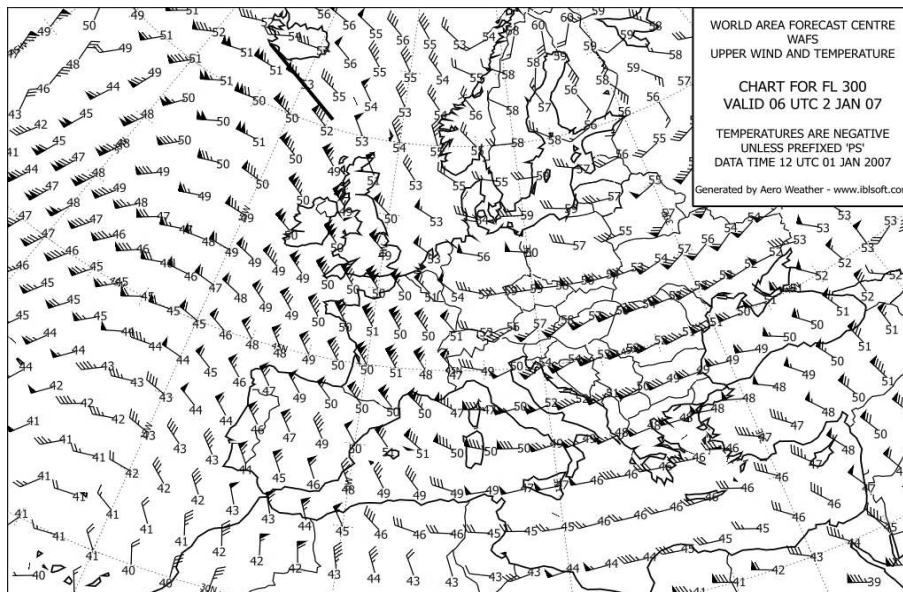
Á myndum 4 til 6 má sjá WAFS¹ hita- og vindaútreikninga fyrir fluglög 240, 300 og 340 kl. 06 UTC. Einnig er lína dregin frá Keflavíkflugvelli og að þeim stað sem atvikið átti sér stað (60°N30' og 9°W20'). Sjá má að spár gerðu ráð fyrir 30-40 hnúta vindi í FL240 á þeim slóðum

¹World Area Forecast System

sem atvikið átti sér stað, 60-70 hnúta vindi í FL300 (sjá einnig mynd 10) og 70-80 hnúta vindi í FL340.

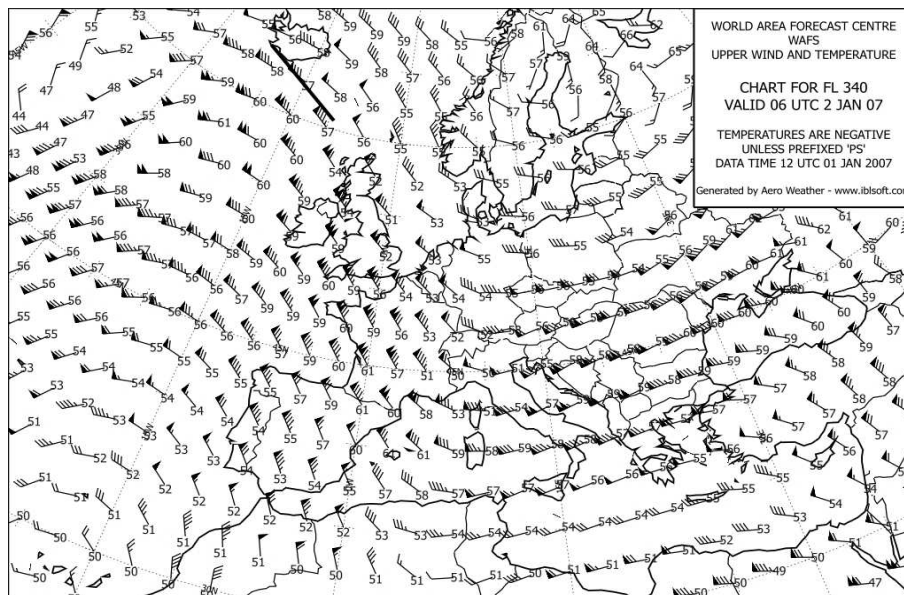


Mynd 4: WAFAC London hita og vindaspá FL240 06 UTC.

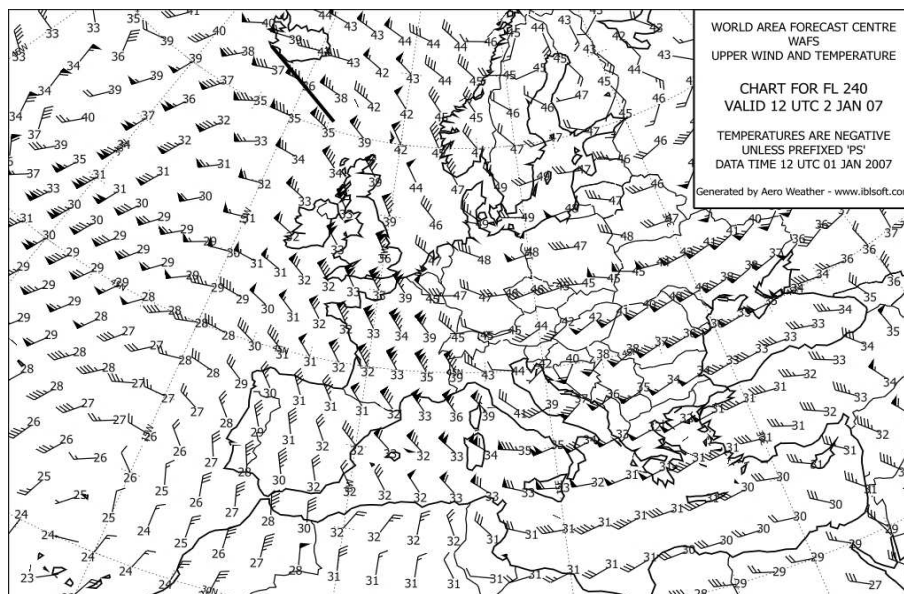


Mynd 5: WAFAC London hita og vindaspá FL300 06 UTC.

Kl. 12 UTC gerðu spánnar ráð fyrir a.m.k. 70-80 hnútum í FL240 (mynd 7), 110-120 hnútum í FL300 (mynd 8, sjá einnig mynd 13) og 110-15 hnútum í FL340 (mynd 9). Ljóst er af þessum tölum að töluverð vindahvörf (wind shear) voru tengd skotvindinum, bæði lárétt og lóðrétt.



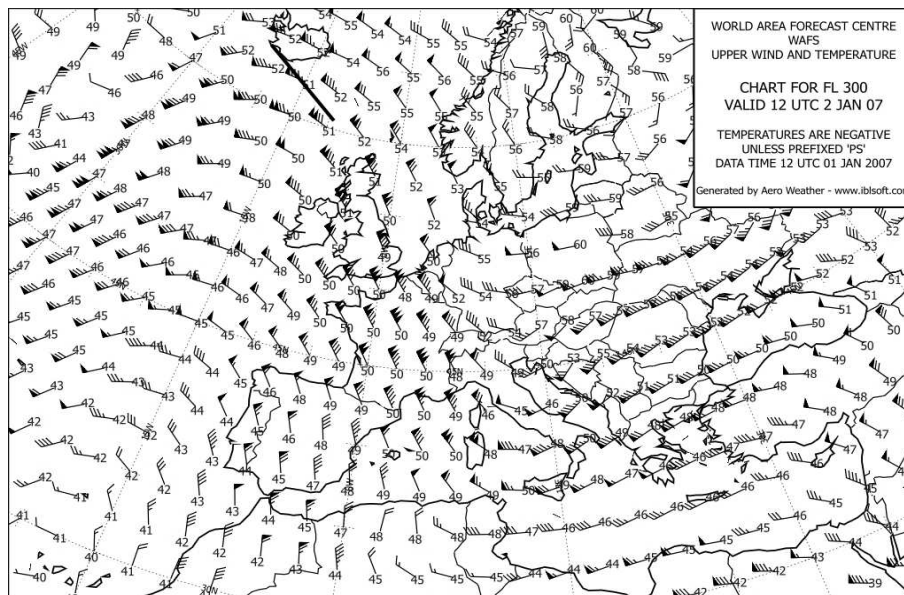
Mynd 6: WAFAC London hita og vindaspá FL340 06 UTC.



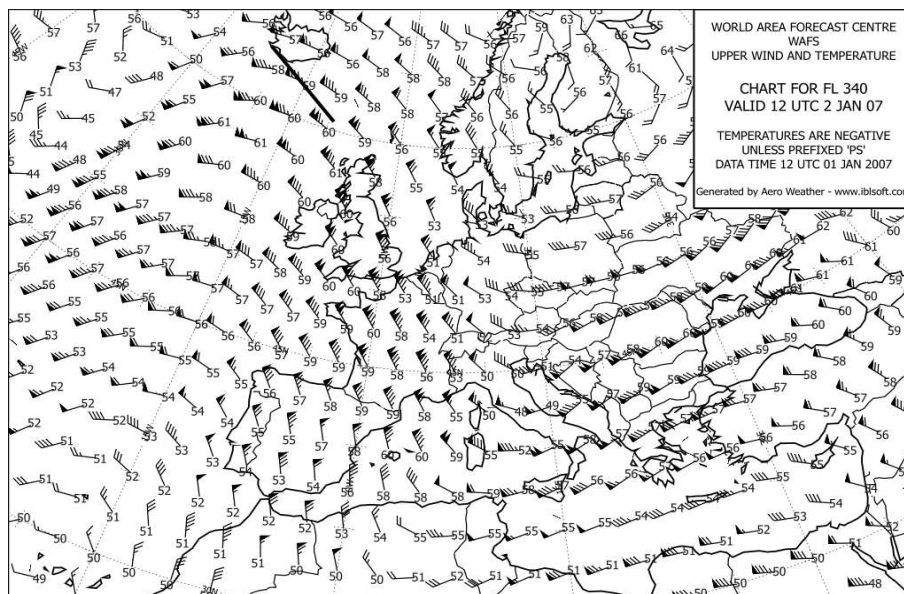
Mynd 7: WAFAC London hita og vindaspá FL240 12 UTC.

Samanburður við aðrar spár og athugasemdir

Danska reiknilíkanið HIRLAM-T reiknar út vinda í hæð með þriggja klukkustunda millibili, sem er hentugt hér þar sem atvikið átti sér stað rétt fyrir kl. 10 UTC. Á mynd 10 er WAFS vinda- og hitaspáin sýnd ásamt skotvindinum úr SIGWX kl. 06 UTC. Einnig eru plottaðar tilkynningar frá flugvélum og er eina að finna á efri hluta kortsins (Finnair 1989), auk þess sem háloftaathugun frá veðurathugunarskipi er að finna á kortinu (LDWR). Samkvæmt mynd 10 er bláa línan öll innan þess svæðis sem afmarkar möguleika á mikilli ókyrrð. Breska veðurspáin notar sem viðmið fyrir CAT að ef lárétt vindahvörf eru 30 hnútar yfir lengd sem samsvarar einni breiddargráðu megi reikna með mikilli ókyrrð (SEV TURB) og á það sama við um ef lóðrétt



Mynd 8: WAFS London hita og vindaspá FL300 12 UTC.

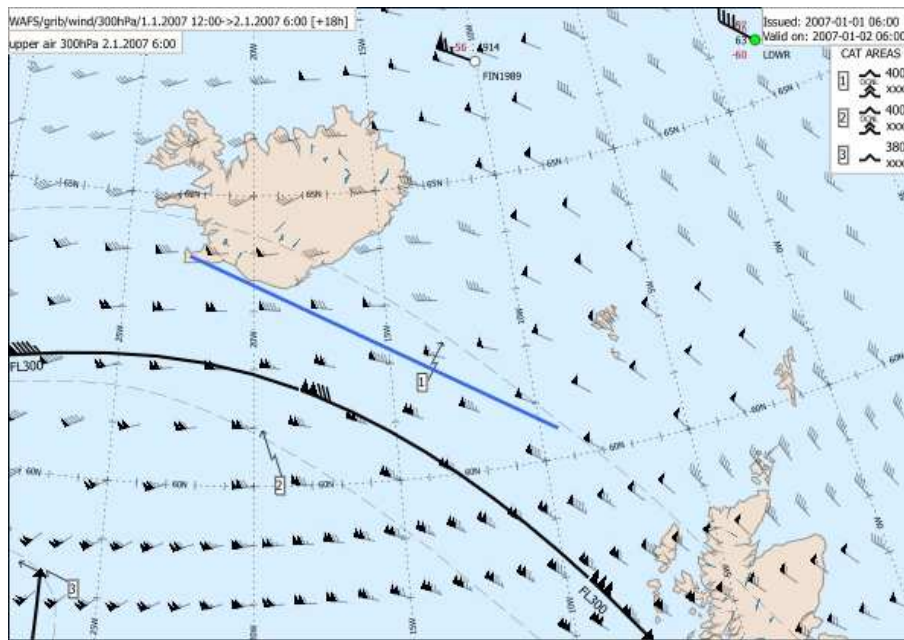


Mynd 9: WAFS London hita og vindaspá FL340 12 UTC.

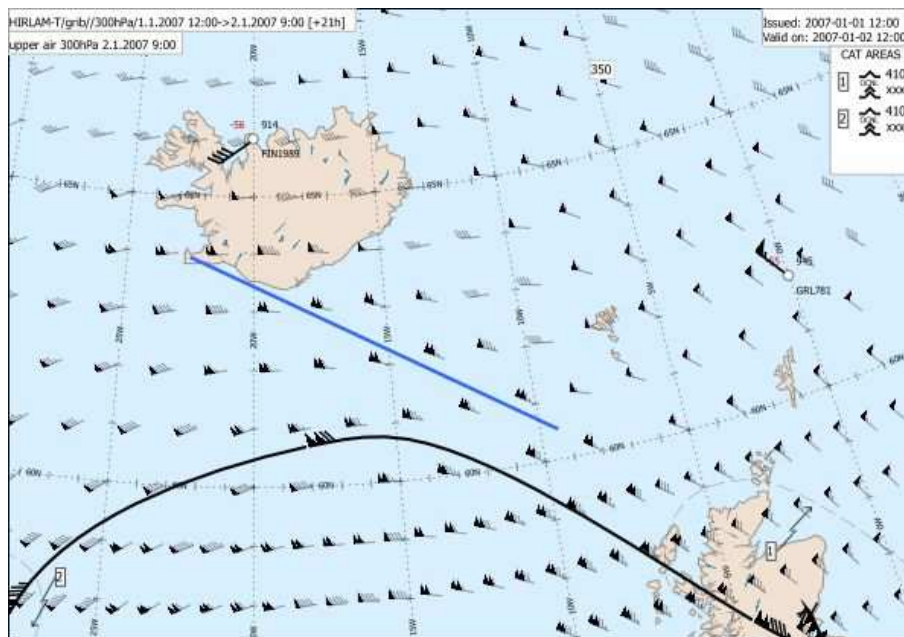
vindahvörf eru 9 hnútar/1000 fet.

Mynd 11 sýnir mun sterkari vindahvörf í HIRLAM-T, þar sem áætlað var að vindahvörfin í FL300 væru um 50 hnútar á breiddargráðu á þeim slóðum sem atvikið átti sér stað. Sé borið saman WAFS og HIRLAM-T (myndir 12 og 13) kl. 12 UTC sést að vindahvörfin voru sterkari í HIRLAM-T en í WAFS-spám og þar af leiðandi meiri hætta á mikilli ókyrrð ef spáin gengi eftir. Flugvélarathugun á ca. 64°N og 10°W (GRL781) sýnir að vindur var líklega ofreiknaður í WAFS, en nokkuð nærri lagi í HIRLAM-T. Það sama á við um háloftaathugun í Færejum.

Mynd 14 sýnir gervitunglamyndir frá Meteosat gervitunglinu (vatnsgufa WV, 6.2 míkrometrar). Á myndunum sjást greinilega trefjaský (fiber clouds) sem svo oft einkenna skotvinda í hærri



Mynd 10: WAFS vinda og hitaspá ásamt skotvindi úr SIGWX kl. 06 UTC. Athuganir í 300 hPa sýndar til samanburðar.

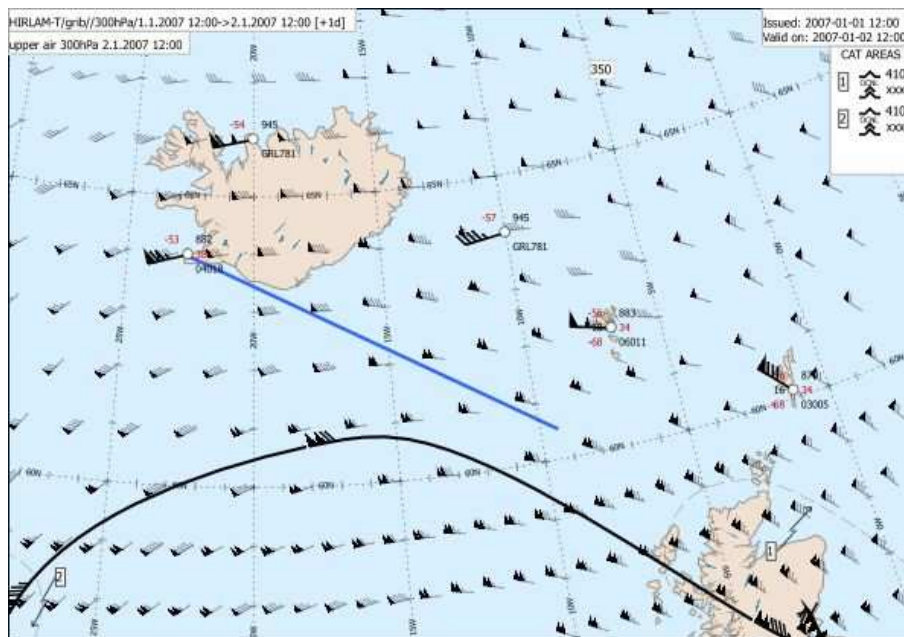


Mynd 11: HIRLAM-T kl. 09 UTC.

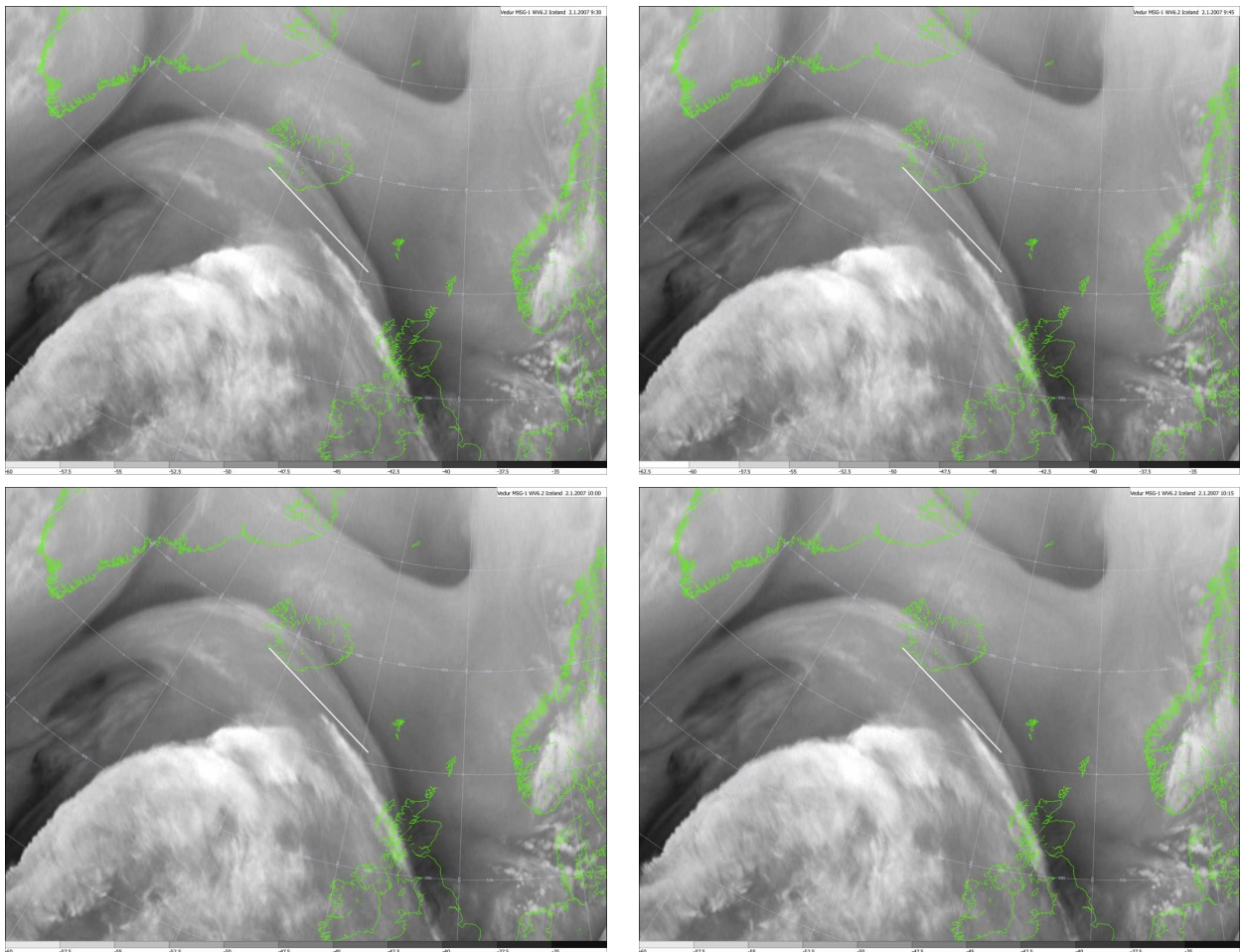
hæðum. Uppstreymi af röku lofti fóðrar slík ský og er þau vanalega að finna á hlýrri síðu straumsins (hægra megin við skotvindskjarnan ef horft er eftir straumáttinni). Dökku strípuna er að finna á köldu síðu straumsins (vinstra megin). Slíkar strípur einkenna sem oftast niðurstreymi af þurru lofti, sem getur átt upptök sín í heiðhvolfinu.



Mynd 12: WAFC vinda og hitaspá ásamt skotvindi kl. 12 UTC.



Mynd 13: HIRLAM-T kl. 12 UTC.



Mynd 14: MSG WV 09:30 UTC (uppi til vinstri), 09:45 (uppi til hægri), 10:00 (niðri til vinstri) og 10:15 UTC (niðri til hægri)

SIGMET viðvaranir frá 02.01.2007

WSNT21 EGRR 020437

EGGX SIGMET 04 VALID 020415/021015 EGRR-

EGGX SHANWICK OCA SEV TURB FCST FL200/400 WITHIN 60NM OF LINE FROM N6100 W03000 TO N5430 W01000 MOV NE 20 KT NC=

WSIL31 BICC 021221

BIRD SIGMET 01 VALID 021200/021600 BIRK-

BIRD REYKJAVIK CTA SEV TURB OBS AND FCST WI AREA N6130W015-N6400W015-N6400W000-N6100W000 BTN FL280/350 MOV NE NC=

Ekki var SIGMET í gildi fyrir það svæði sem vél Icelandair lenti í ókyrrðinni.

Ókyrrðartilkyrningar

Eftirfarandi tilkyrningar bárust VÍ á þessum degi.

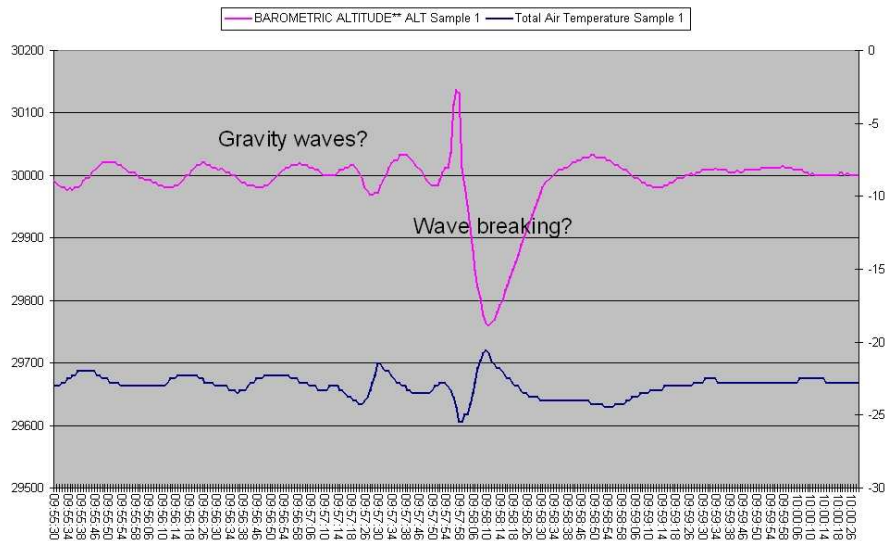
Tími	Skeyti
2007-01-02 05:14:00.0	ARP DLH469 LIGHT TURB 6309N01511W F350 DO YOU HAVE ANY TURB REPORTS BICC RB SDBY ZVA EM 0514 3065=
2007-01-02 11:26:00.0	ARP NWA41 CONT LT TURB - RQ RIDE REP F360 BICC RB ZVF GUG 1126 4106=
2007-01-02 11:53:00.0	ARP NWA41 F360 MOD TURB F340 AND F360 EST 62N20W 1209 BICC RB ZVO GY 1153 8010=
2007-01-02 14:32:00.0	ARP DLH459 BICC FM BIRD ANY TURBULANCE UNTIL NOW DLH459 RB JUST LT CHOP FOR THE LAST 20 MIN - NO MOD TURB BICC RB ZVF SH 1432 4151=
2007-01-02 15:57:00.0	ARP N34315 EMBLA/1551 F280 63N030W/1604 NEXT 62N040W - ETA DEST 2039 FR32.5 MS50 222/60 LT TO MOD TURB BICC RB ZVO4 RH 1557 6089=
2007-01-02 16:09:00.0	ARP UAL901 BICC FM BIRD REQ RIDE REPORT UAL901 RB 010W F340 LT CHOP ZVF4 RH 1609 6097=
2007-01-02 16:18:00.0	ARP SAS943 ANY ACT TURB REP ?? BICC RB SDBY ZVF4 RH 1618 6101=

Enga tilkyrningu er að finna frá Icelandairvélinni í gagnabanka VÍ, auk þess sem engar aðrar tilkyrningar er að finna um SEV TURB. Vélin var innan flugstjórnarsvæðis Scottish FIR og samkvæmt upplýsingum frá bresku veðurstofunni er engar ókyrrðartilkyrningar að finna í þeirra gagnagrunni.

Gögn úr hæðarrita og TAT hitarita Icelandair vélarinnar

Við ákveðin skilyrði geta þyngdarbylgjur (gravity waves) myndast í tengslum við skotvinda. Í sterkum vindahvörfum geta slíkar bylgjur orðið óstöðugar og brotnað saman (*wave breaking*). Er þá um svokallaðan Kelvin-Helmholtz óstöðugleika að ræða og getur í slíkum tilfellum myndast mikil en skammvinn ókyrrð.

Í mynd 15 má greina bylgjuhreyfingar í flugferli vélarinnar í aðdraganda atviksins. Hæð vélarinnar sveiflaðist um u.þ.b. +/- 20 fet frá áætlaðri flughæð, allt þar til vélin reis skyndilega um



Mynd 15: Upplýsingar úr hæðarrita vélarinnar (efri lína, hæðarkvarði vinstra megin við mynd) og TAT hitarita.

125 fet og missti síðan 375 feta hæð á 10-15 sekúndum. Þegar þessu var lokið hjöðnuðu bylgjur. Ferlið minnir um margt á Kelvin-Helmholts óstöðugleika, þótt ekki sé hægt að staðfesta að svo hafi verið í þessu tilfalli. Flugmaður og flugstjóri vélarinnar sáu bylgjulaga ský skömmu fyrir atvikið og ákváðu því að kveikja á sætisbeltaljósum og draga úr hraða. Kelvin-Helmholts óstöðugleiki getur oft birst í skýjamyndun eins og sýnd er í mynd 16. Að sögn flugmanns vélarinnar varð þó ekki vart við álíka skýjamyndanir og vísað er til í mynd 16.



Mynd 16: Kelvin-Helmholtz bylgjur.

Að lokum

Sennilegt er að vél Ícelandair hafi lent í mikilli ókyrrð (SEV CAT) vegna brots þyngdarbylgna sem myndast höfðu í sterkum lóðréttum vindahvörfum. Umrædd vindahvörf voru í tengslum við skotvind sem spáð var í kortum WAF C London. WAF C London hafði gert ráð fyrir möguleika á mikilli ókyrrð í tengslum við skotvind með kjarna í FL300, en taka ber fram að upplausn breska reiknilíkansins er ekki nægileg til að greina myndun þyngdarbylgna. Sú ókyrrð sem

spáð var í SIGWX kortum var því eingöngu miðuð út frá styrk vindahvarfa. Önnur spálíkön, auk athugana, benda einnig til þess að styrkur vindahvarfa hafi verið umtalsverður, og í raun meiri en spár WAFC gerði ráð fyrir.