

REYKJAVÍKURFLUGVÖLLUR

ÁHRIF BRAUTA 06/24 Á NOTHÆFISTÍMA FYRIR ÁÆTLUNARFLUG OG SJÚKRAFLUG

Nóvember 2014



SKÝRSLA - UPPLÝSINGABLAÐ

| | | | |
|---|--|-----------------------|--------------------|
| Titill skýrslu Reykjavíkurlflugvöllur-Áhrif brauta 06/24 á nothæfistíma fyrir áætlunarflug og sjúkraflug | | Tegund skýrslu | |
| Verkheiti | | Verkkaupi Isavia | |
| Verkefnisstjóri - EFLA Egill Þorsteins | Verkefnisstjóri / fulltrúi verkkaupa Ingólfur Gissurarson | | |
| Höfundur Egill Þorstein og Stefán Kári Sveinbjörnsson | Skýrslunúmer 2 | Verknúmer 4214-049 | Fjöldi síðna 27 |
| Staða skýrslu <input type="checkbox"/> Í vinnslu <input type="checkbox"/> Drög til yfirlustrar <input checked="" type="checkbox"/> Lokið | Dreifing skýrslu og upplýsingablaðs <input type="checkbox"/> Opin <input checked="" type="checkbox"/> Dreifing með leyfi verkkaupa <input type="checkbox"/> Trúnaðarmál | | |



Útgáfusaga

| Nr. | Höfundur | | Rýnt | | Samþykkt | |
|-----|-----------------|----------|------|-------|------------------|----------|
| | Nafn | Dags. | Nafn | Dags. | Nafn | Dags. |
| 1 | Egill Þorsteins | 30.11.14 | | | Jón Vilhjálmsson | 30.11.14 |
| | | | | | | |
| | | | | | | |
| | | | | | | |

EFNISYFIRLIT

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | INNGANGUR OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR | 3 |
| 2 | FORSENDUR | 5 |
| 2.1 | Brautarfyrirkomulag á Reykjavíkurlflugvelli..... | 5 |
| 2.2 | Vindhraðamælingar | 6 |
| 2.3 | Upplýsingar flugmanna um hliðarvind í aðflugi og við landingu | 6 |
| 2.4 | Hliðarvindshámark við landingu | 7 |
| 2.5 | Mat á bremsuskilyrðum á Reykjavíkurlflugvelli | 8 |
| 2.6 | Mat á skyggni og skýjahæð | 10 |
| 3 | MAT Á NOTHÆFISTÍMA | 12 |
| 3.1 | Fyrirliggjandi greiningar | 12 |
| 3.2 | Reikningar byggðir á METAR gögnum..... | 13 |
| 3.3 | Reikningar byggðir á vindhraðamæli VÍ..... | 14 |
| 3.4 | Reikningar byggðir á brautarmælum Isavia | 16 |
| 3.5 | Samanburður á reikniniðurstöðum..... | 17 |
| 4 | MAT Á TÍMALENGD HLIÐARVINDS YFIR MÖRKUM | 19 |
| 5 | SKRÁÐAR LENDINGAR Á BRAUTUM 06/24 | 21 |
| 6 | HEIMILDIR | 24 |
| | VIÐAUKI A - FLOKKUN Á ÚRKOMU Í METAR | 25 |
| | VIÐAUKI B – SKRÁNING Á ÁSTANDI FLUGBRAUTA Í METAR..... | 26 |

1 INNGANGUR OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Alþjóða Flugmálastofnuninni (ICAO) skilgreinir nothæfisstuðul fyrir flugvelli [3] sem þann tíma sem hliðarvindur hamli ekki landingu á flugbraut eða kerfi flugbrauta. Í ráðleggingum ICAO er ráðlagt að nothæfisstuðull flugvalla sé ekki undir 95%. Fjallað var um nothæfisstuðul Reykjavíkurlflugvallar skv. viðmiðum ICAO í heimild [1] og sýnt fram á hvaða áhrif brautir 06/24 hafa á stuðulinn fyrir Reykjavíkurlflugvöll.

Sá nothæfisstuðull sem ICAO skilgreinir er einföld nálgun og hentar sem viðmið við valkostagreiningu á nýjum flugvöllum. Hann hentar síður ef leggja á nákvæmara mat á notkunarmöguleika einstakra flugvéla vegna þess að hann byggir á tölverðum einföldunum.

Í þessari úrvinnslu er leitast við að leggja sem raunhæfast mat á nothæfistíma einstakra flugvéla með gögnum sem lýsa aðstæðum á Reykjavíkurlflugvelli m.t.t. hliðarvinds, bremsuskilyrða, hliðarvindshámarga flugrekstraraðila auk skyggnis/skýjahæðar.

Markmið verkefnis er að skoða áhrif brauta 06/24 á nothæfistíma og :

- (i) Leggja mat á hve oft veður og þá sérstaklega hliðarvindur hamli landingu á Reykjavíkurlflugvelli með hliðsjón af sjúkraflugi. Til grundvallar er gengið út frá því að sjúkraflugið geti átt sér stað með jöfnum líkum allt árið og sé framkvæmt með flugvélinni Beechcraft King Air 200.
- (ii) Leggja mat á hve oft veður og þá sérstaklega hliðarvindur hamli landingu á Reykjavíkurlflugvelli með hliðsjón af þörfum áætlunarflugs. Til grundvallar er gengið út frá því að flugið eigi sér stað með jöfnum líkum allt árið en einungis milli kl. 07 og 23. Reiknað er með því að flugrekstraraðili noti Fokker 50 við flugreksturinn.

Í matinu er gengið út frá því að ákvarðanatataka flugmanna varðandi möguleika á landingu byggist á fyrirliggjandi upplýsingum á hverjum tíma og farið sé eftir skilgreindum ferlum í flugrekstrarbókum.

Gögnin sem voru notuð við matið eru öll innan tímabilsins 2004-2014 og eru:

- METAR gögn (2004-2014)
- Brautarmælar Isavia við fjóra brautarenda (2005-2014)
- Mastur Veðurstofu Íslands (VÍ) á radareyju (2005-2014)
- Skyggni og skýjahæðarmælingar (2005-2014)

Bremsuskilyrði á brautum voru metin varfærið með hliðsjón af skráningu í METAR skeyti.

Niðurstöður athugunar eru mjög háðar forsendum um þau hliðarvindsmörk sem flugrekstraraðili notar og mati á bremsuskilyrðum á hverjum tíma. Tafla 1 sýnir niðurstöður frá brautarmælum Isavia varðandi nothæfistíma Reykjavíkurlflugvallar með og án brauta 06/24. Almennt má telja að varfærnar forsendur séu valdar varðandi bremsuskilyrði og vindhraða í landingu (hviður).

Tafla 1. Nothæfistími Reykjavíkurlflugvallar reiknaður út frá brautarmælum Isavia fyrir áætlunarflug og sjúkraflug.

| Flugbrautir í notkun | Áætlunarflug Fokker 50 | | Sjúkraflug Beechcraft King Air 200 | |
|-----------------------|---------------------------|--|---------------------------------------|--|
| | Vindur og bremsusk. | Vindur + bremsuskylirði +skyggni & skýjahæð | Vindur og bremsusk. | Vindur + bremsuskylirði +skyggni & skýjahæð |
| 01/19 og 13/31 | 99,23 % | 98,05 % | 99,22 % | 98,18 % |
| 01/19, 13/31 og 06/24 | 99,67 % | 98,39 % | 99,75 % | 98,62 % |
| Mismunur | 0,44 % | 0,34 % | 0,53 % | 0,44 % |

Þessar niðurstöður á nothæfistíma eru að sjálfsögðu nokkuð hærra en sambærileg en nothæfisstuðull sem er reiknaður samkvæmt ICAO, það skýrist af því að um ólíkan og ósamanburðarhæfan mælikvarða er að ræða.

Skoðaður var sá tími sem líður frá því að hliðarvindur er yfir mörkum þar til hliðarvindur fer undir mörkin. Tímabilið 22.8.2005 – 22.8.2014 var skoðað með hliðsjón af sjúkraflugi þar sem brautir 06/24 eru ekki í rekstri. Að jafnaði er um skamman tíma að ræða þar til vindur fer undir hliðarvindsmörk, í 27% tilvika var hliðarvindur innan marka eftir 10 mínútur og í 65% innan einnar klukkustundar. Þrjú tilfelli voru á þessum 9 árum með lengri samfelldan tíma þar sem hliðarvindur var yfir mörkum (13,5 klst., 30 klst. og 13,5 klst.). Skráðar landingar á vellinum sýna að flug hefur að mestu legið niðri í tilvikum tvö og þrjú en upplýsingar voru ekki fyrirleggjandi í tilviki eitt. Í tveimur af þessum þremur tilvikum voru bremsuskylirði töluvert óhagstæð og með inngripi sem bættu skilyrðin mætti e.t.v. stytta tímann ef aðrir þættir hamla ekki.

Fyrirleggjandi er nákvæm skráning á landingum á brautum Reykjavíkurlflugvallar á tímabilinu 15.12.2011 - 22.07.2014. Greining var framkvæmd á landingum og skoðað hvar Fokker 50 og Beechcraft vélar lentu á tímabilinu. Niðurstöður koma fram í töflu 17, þar má sjá að Fokker 50 lenti í 0,61% tilvika á brautum 06/24 og Beechcraft í 1,39% tilvikum.

Tafla 2. Brautir sem Fokker 50 og Beechcraft notuðu við landingu á Reykjavíkurlflugvallar, tímabilið 01.03.2012-01.09.2014.

| Flugbraut | Fokker 50 | Beechcraft |
|-----------------------------------|-----------|------------|
| Fjöldi landinga alls | 11538 | 1659 |
| Lendingar á brautir 06/24 | 70 | 23 |
| Hlutfall landinga á brautir 06/24 | 0,61% | 1,39% |

Það má ekki draga víðtækar niðurstöður af svo stuttu athugunartímabili. Þó má færa má rök fyrir því að útreiknuðum gildum beri vel saman við greiningu á notkun fyrir árin 2012-2014. Það er eðlilegt að hlutfall landinga sé hærra þegar flugstjórar hafa val um að lenda á brautum 06/24 við lægri vindhraða í stað þess að þurfa að lenda við aðstæður sem liggja nær hliðarvindsmörkum á öðrum brautum.

2 FORSENDUR

2.1 Brautarfyrirkomulag á Reykjavíkurlugvelli

Meðfylgjandi mynd sýnir fyrirkomulag brauta og mælíbúnaðar á Reykjavíkurlugvelli. Tafla 3 sýnir brautarstefnur, lengdir og breidd brauta auk aðflugslágmarka.



Mynd 1 Staðsetning vindhraðamæla og brautarnúmer.

Tafla 3. Brautarstefnur og aðflugslágmark fyrir Reykjavíkurlugvöll.

| Brautarnúmer | Brautarstefna ² [°N] | Lengd [m] | Breidd [m] | Skýjahæð [fet] | Skyggni [m] |
|--------------|------------------------------------|--------------|---------------|------------------------|----------------|
| 01 | 355,27 | 1567 | 45 | 530 (500) ¹ | 3000 |
| 13 | 116,29 | 1230 | 45 | 300 | 1600 |
| 19 | 175,26 | 1567 | 45 | 230 (200) ¹ | 1200 |
| 31 | 296,31 | 1230 | 45 | 600 | 3000 |
| 06 | 46,37 | 960 | 30 | 700 | 3000 |
| 24 | 226,38 | 869 | 30 | 700 | 3000 |

¹Gildin innan sviga eru notuð í athugun vegna þess að skráning í METAR skeytum stendur á 100 fetum.

²Réttvísandi stefna.

2.2 Vindhraðamælingar

Frá Reykjavíkurlflugvelli eru fyrirbyggjandi nokkrar mæliraðir sem nýta má við að meta vindhraða með tilliti til flugs.

- (i) SYNOP
- (ii) METAR
- (iii) VÍ mastur
- (iv) Brautarmælar Isavia

Í heimild [1] er gerð grein fyrir gagnröðum og mælingum á bak við þær. Mæligögnin hafa mismunandi tíðni á skráðum mæligögnum, sjá töflu 4. Í þessari úrvinnslu eru notaðar mæliraðir (ii), (iii) og (iv).

Tafla 4. Yfirlit yfir skráðar mælingar á sólarhring.

| Mæligögn | Skráðar færslur á sólarhring | Athugasemd |
|-------------------------------|--------------------------------------|--|
| SYNOP | 8 | Ein mæling á 3 klst. fresti |
| METAR | 24 | Eitt veðurskeyti á klst. fresti |
| VÍ mastur | 144 | Ein færsla skráð á 10 mín. fresti |
| Brautarmælar Isavia (4 mælar) | 1440 (5760) fyrir hvern mæli | Hluti tímabils hefur eina færslu á mínútu og annar hluti hefur eina færslu á hverjum 15 sekúndum, merkt innan sviga. |
| | 5760 (23040) fyrir alla fjóra mælana | |

2.3 Upplýsingar flugmanna um hliðarvind í aðflugi og við landingu

Hliðarvindur er sá þáttur vindhraða sem verkar þvert á brautarstefnu. Þegar unnið er með vindhraða er nauðsynlegt að skilgreina hann nákæmlega. Nefna má eftirfarandi skilgreiningar sem unnið er með hér:

- (i) meðalvindhraði yfir 10 mín.
- (ii) meðalvindhraði yfir 2 mín.
- (iii) stærsta hviða (3 sek.) mæld yfir tveggja mínútna tímabil
- (iv) stærsta hviða (3 sek.) mæld yfir 10 mínútna tímabil.
- (v) hviða á athugunartíma.

Flugumferðastjóri hefur aðgang að fjórum brautarmælum á Reykjavíkurlflugvelli sem eru staðsettir við snertisvæði brauta. Við landingu fær flugstjóri upplýsingar um vindhraða og vindstefnu frá flugturni, gefinn er upp vindhraði frá viðeigandi brautarmæli sem er næst landingarstað. Samkvæmt ICAO Annex-3, heimild [2], skal uppgjefinn vindhraði frá flugturni vera meðalvindhraði yfir tvær mínútur auk þess sem mesta vindhviða (3 sek.) á undanliðnum 10 mínútum er gefin ef hún er 10 hnútum yfir tveggja mínútna meðalvindhraðanum.

Uppgefið hliðarvindsþol flugvéla í flugrekstrarbókum er yfirleitt miðað við raunástand og þær hviður sem eru á því augnabliki. Í þessari úrvinnslu er því reiknað með því að vindhraði innihaldi hviðuáhrif. Talið er eðlilegt að miða við hviðu samkvæmt skilgreiningu (iii), hluti af gögnum (VÍ mælir og METAR) inniheldur hins vegar hviðu samkvæmt (iv), hún er notuð í þeim tilvikum. Nánari grein er gerð fyrir meðhöndlun hviða í forsendum reikninga í kafla 3.

2.4 Hliðarvindshámark við landingu

Flugmálayfirvöld votta flughæfni flugvéla (lofthæfisviðurkenning) meðal annars út frá hliðarvindspoli. Framleiðandi vélar eða annar aðili getur, undir eftirliti flugmálayfirvalda, framkvæmt prófanir á vélinni í hliðarvindi og sýnt fram á og skilgreint hámarkshliðarvindspól; “*maximum demonstrated crosswind*”. Mat flugmanna er svo lagt á hvort hér sé einnig um að ræða hámark þess sem flugvél in þolir; “*limiting crosswind*”. Út frá þessu er svo gjarnan skilgreind viðurkennd flughæfni; “*demonstrated crosswind*”. Flugrekstraraðili skilgreinir hliðarvindsskilyrði i flugrekstrarhandbók. Í heimild [9] er skýrt frá niðurstöðum könnunar á því hvernig hliðarvindsmörkum er almennt beitt af flugrekstraraðilum. Helstu atriðin reyndust vera:

- Allir taka mið af bremsuskilyrðum við ákvörðun leyfilegs hliðarvinds
- Flestir miða við vindhviður í mati en ekki meðalvind
- Margir láta leyfilegan hliðarvind ráðast af reynslu flugmanns
- Flestir nota leyfilegan hliðarvind sem fer ekki yfir hliðarvindspól flugvéla
- Flestir taka tillit til breiddar flugbrautar
- Flestir hafa aðskilinn (lægri) leyfilegan hliðarvind fyrir sjálfvirkar landingar
- Sumir láta leyfilegan hliðarvind ráðast af skyggni

Í þessari úrvinnslu er gert ráð fyrir því að hliðarvindsmörk og meðvindsmörk Fokker 50 og *Beechcraft King Air 200* sé eins og gefið er í töflum 5 og 6. Miðað er við að þetta sé raunástand við landingu, þ.e. innihaldi hviður á því augnabliki sem landing á sér stað.

Tafla 5. Hliðarvindsskilyrði fyrir Fokker 50 notuð við athugun.

| Bremsuskilyrði | Núningsstuðull | Breidd brautar = 45m | | Breidd brautar = 30m | |
|-----------------|----------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| | | Hliðarvinds- mörk [hnútar] | Meðvinds- mörk [hnútar] | Hliðarvinds- mörk [hnútar] | Meðvinds- mörk [hnútar] |
| Góð / þurrt | ≥0,4 | 30 | 10 | 23 | 5 |
| Góð / blautt | ≥0,4 | 26 | 9 | 19 | 4 |
| Sæmileg / góð | 0,36-0,39 | 20 | 7 | 15 | 2 |
| Sæmileg | 0,30-0,35 | 15 | 5 | 5 | 0 |
| Sæmileg / léleg | 0,26-0,29 | 10 | 3 | 0 | 0 |
| Léleg | ≤0,25 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Óáreiðanleg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Tafla 6. Hliðarvindsskilyrði fyrir *Beechcraft King Air 200* notuð við athugun.

| Bremsuskilyrði | Núningsstuðull | Breidd brautar = 45m | | Breidd brautar = 30m | |
|-----------------|----------------|----------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|-------------------------------|
| | | Hliðarvinds- mörk [hnútar] | Meðvinds- mörk [hnútar] | Hliðarvinds- mörk [hnútar] | Meðvinds- mörk [hnútar] |
| Góð / þurrt | ≥0,4 | 25 | 10 | 20 | 10 |
| Góð / blautt | ≥0,4 | 25 | 10 | 20 | 10 |
| Sæmileg / góð | 0,36-0,39 | 20 | 7 | 15 | 7 |
| Sæmileg | 0,30-0,35 | 15 | 5 | 10 | 5 |
| Sæmileg / léleg | 0,26-0,29 | 10 | 3 | 5 | 3 |
| Léleg | ≤0,25 | 5 | 0 | 0 | 0 |
| Óáreiðanleg | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

Bent er á að hliðarvindsmörk fyrir Fokker-50 eru lægri en hliðarvindsmörk De Havilland Canada

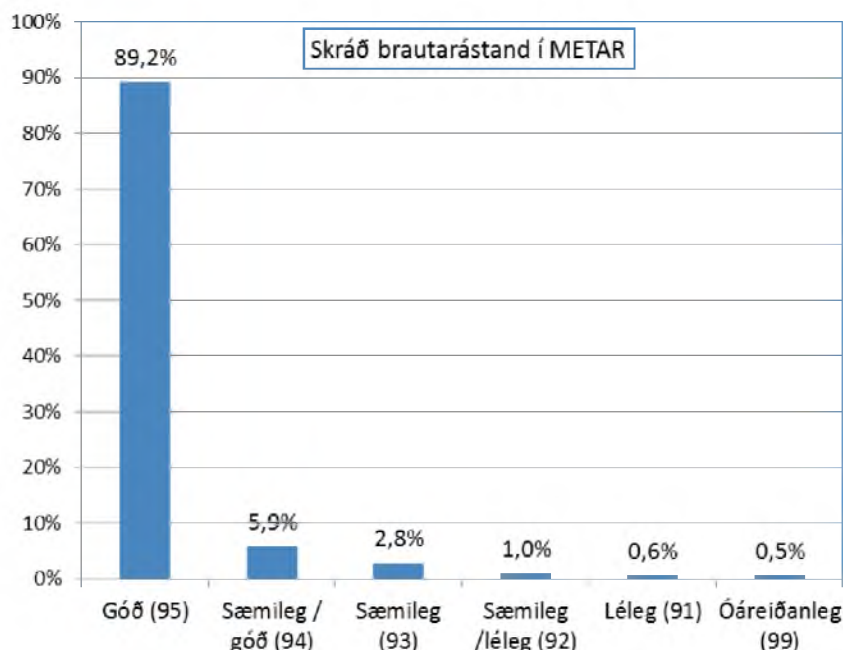
Dash 8 og BAe Jetstream.

2.5 Mat á bremsuskilyrðum á Reykjavíkurlflugvelli

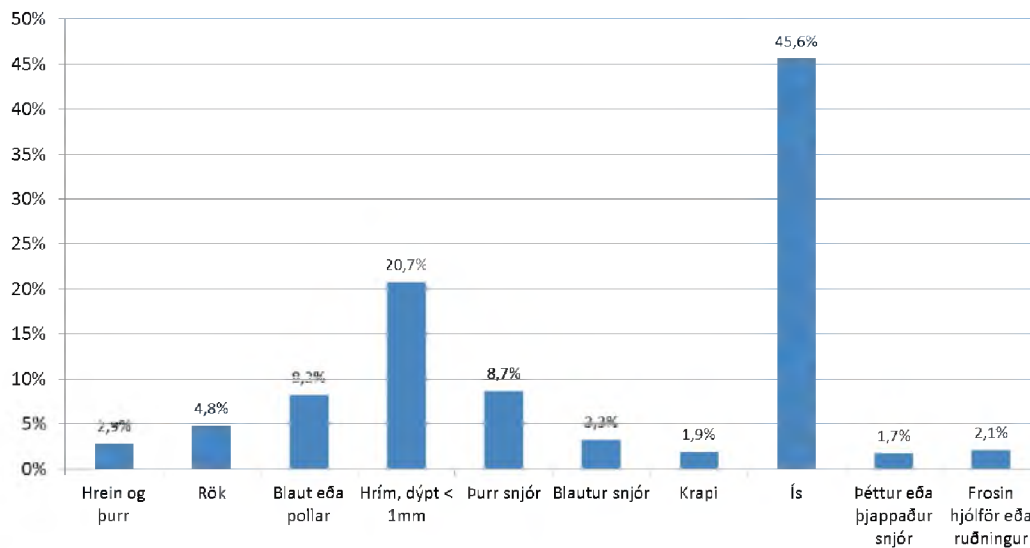
Bremsuskilyrði hafa veruleg áhrif á leyfilegan hliðarvind við landingu eins og fram kemur í töflum 5 og 6. Á Reykjavíkurlflugvelli er leitast við að viðhalda bestu mögulega bremsuskilyrðum á hverjum tíma með ástandsmælingu brauta, snjómokstri, sópun og söndun. Með góðu brautareftirliti og viðeigandi aðgerðum er yfirleitt unnt að viðhalda góðum bremsuskilyrðum þó veðuraðstæður séu erfiðar.

Í skráningu METAR gagna er að finna upplýsingar um brautarástand og bremsuskilyrði, sjá skeytalykil fyrir brautarástand í viðauka. Aðstæður eru einkum skráðar yfir vetrarmánuðina og einungis þegar flugvöllurinn er opin. Samkvæmt upplýsingum Isavia (Unnur Ólafsdóttir, Isavia) ber að skrá upplýsingar um ástand flugbrauta á opnunartíma flugvallarins að vetri þegar ástand þeirra er ekki flokkaðar sem "Góð=95".

Alls er brautarástand skráðar í 13,3 % METAR færslna á tímabilinu 22.08.2004 - 22.08.2014. Mynd 2 sýnir hvernig bremsuskilyrði eru metin í skráðum færslum. Þegar bremsuskilyrði eru skráð, er skráning á þeim flokkuð sem „Góð“ í 89,2 % færslna, hér á eftir að aðgreina ástandið í „Góð-þurrt“ og „Góð-blautt“. Ef gert er ráð fyrir því að bremsuskilyrði sé talið „Góð“ í öllum tilvikum sem engin skráning er í METAR á bremsuskilyrðum, eykst hlutfallið þar sem brautarástand er talið „Góð“ í um 98,5% tímans.



Mynd 2. Dreifing á skráðum bremsuaðstæðum í METAR á tímabilinu 22.08.2004-22.08.2014. Númer gefin innan sviga vísa í skráningarnúmer í METAR.



Mynd 3. Þekja sem er skráð á yfirborði brauta í METAR. Gildin eru sýnd sem hlutfall af skráðum brautarskilyrðum í METAR.

Mat á bremsuástandi brauta er töluvert háð úrkomu og getur breyst hratt þegar að hitastig flugbrauta er að flökta öðru hvoru megin við frostmark. Sérstaka aðgát þarf að viðhafa ef þunn filma af vatni er á ísi þakinni braut. METAR skeyti innihalda upplýsingar um þekju á yfirborði flugbrauta, mynd 3 sýnir hvernig þekjan er metin þegar bremsuskilyrði eru skráð í METAR (13,3% af METAR færslum).

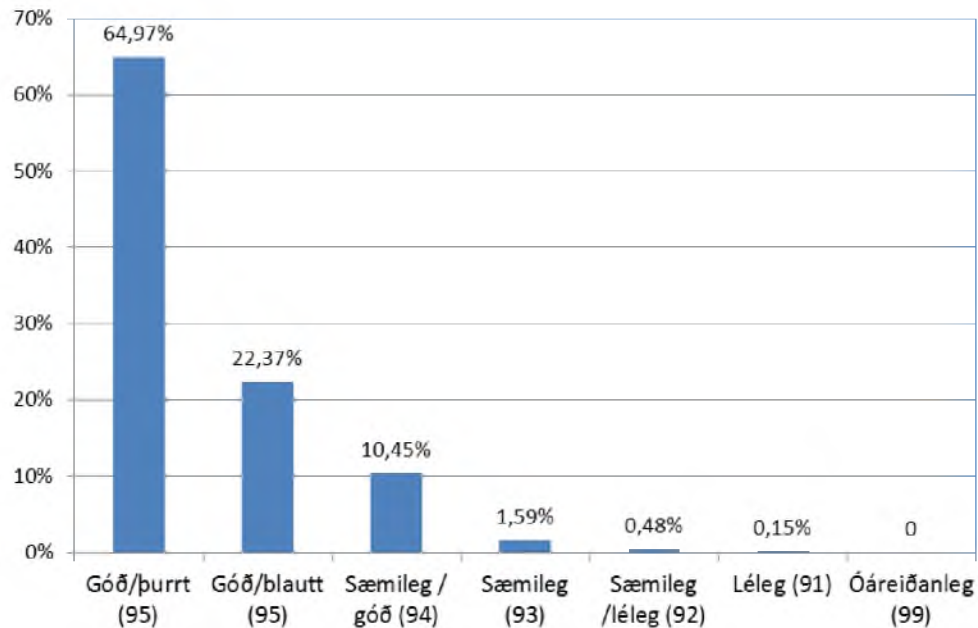
Í útreikningum er þörf á að hafa mat á bremsuskilyrðum á öllum tímum og var ákveðið að nota fremur varfærið mat. Í þeim tilvikum sem brautarskilyrði voru skráðar í METAR skeyti var byggt á því en matið lækkað um einn flokk þegar ástandið var talið „Góð“ (flokkur 95) eða „Sæmileg/Góð“ (flokkur 94) samfara lofthitastigi á milli -2°C og 2°C . METAR skráning á lýsingu þekju var notuð til að aðgreina braut í „Góð/þurr“ og „Góð/blaut“. Þegar engar brautarupplýsingar voru skráðar í METAR skeytið var matið byggt á skráðum lofthita, úrkomumagni og úrkomugerð í METAR skeytum, sjá töflu 7. Skilgreining á úrkomumagni og úrkomugerð er skýrð í viðauka A.

Tafla 7. Greiningarlykill fyrir bremsuskilyrðum á Reykjavíkurlflugvalli þegar engin skráning er á brautarástandi í METAR skeyti. Matið byggist á skráðum lofthita, úrkomumagni og úrkomugerð í METAR skeytum.

| Úrkoma | Lofthitastig | | |
|----------------|---------------------------|--|--------------------------|
| | $\leq -2^{\circ}\text{C}$ | -2°C til 2°C | $\geq 2^{\circ}\text{C}$ |
| Mikil | Sæmileg / léleg | Sæmileg / léleg | Góð / blaut |
| Meðal | Sæmileg | Sæmileg | Góð / blaut |
| Lítillsháttar | Sæmileg / góð | Sæmileg / góð | Góð / þurr |
| Engin ofankoma | Góð / blaut | Góð / blaut | Góð / þurr |

Ennfremur var gert ráð fyrir því að bremsuskilyrði geti ekki batnað um nema einn flokk á hverjum klukkutíma af náttúrulegum ástæðum, þ.e. ef bremsuskilyrði var t.d. „sæmileg/léleg“, þá getur það ekki orðið betra en „sæmileg“ á næsta klukkutíma þó svo að hitastig og úrkoma bendi til betra ástands.

Með fyrrnefndum forsendum voru bremsuskilyrði metin á hverjum tíma út frá METAR gagnasafninu. Mynd 4 sýnir mat á bremsuskilyrðum miðað við forsendur. Með samanburði við mynd 3 má álykta að þetta séu fremur varfærnislegt mat því dreifingin er sambærileg við skráð bremsuskilyrði í METAR, þar vantar sumartíma auk þess sem aðstæður sem eru ekki skráðar á opnunartíma vallarins að vetri eiga að teljast góðar ef þær eru ekki skráðar.



Mynd 4. Mat á bremsuskilyrðum m.v. forsendur á tímabilinu 22.08.2004 - 22.08.2014.

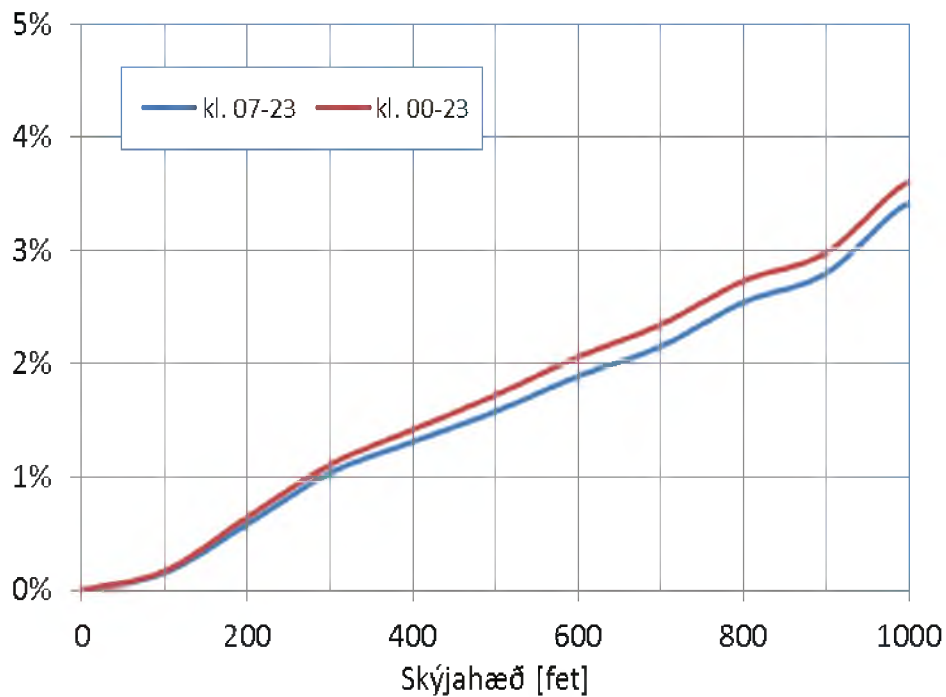
2.6 Mat á skyggni og skýjahæð

Til að meta lokun Reykjavíkurlflugvallar vegna skyggnis og/eða skýjafars þarf að taka tillit til þess hvar er lent. Mismunandi kröfur eru gerðar til skyggnis og skýjafars eftir því á hvaða braut er lent og eftir gerð aðflugs. Í athuguninni er gert ráð fyrir að aðstæður sem fram koma í töflu 3 séu takmarkandi á skyggni og skýjahæð. Skýjahæð er hér miðuð við skýjahulu 5/8 eða meir.

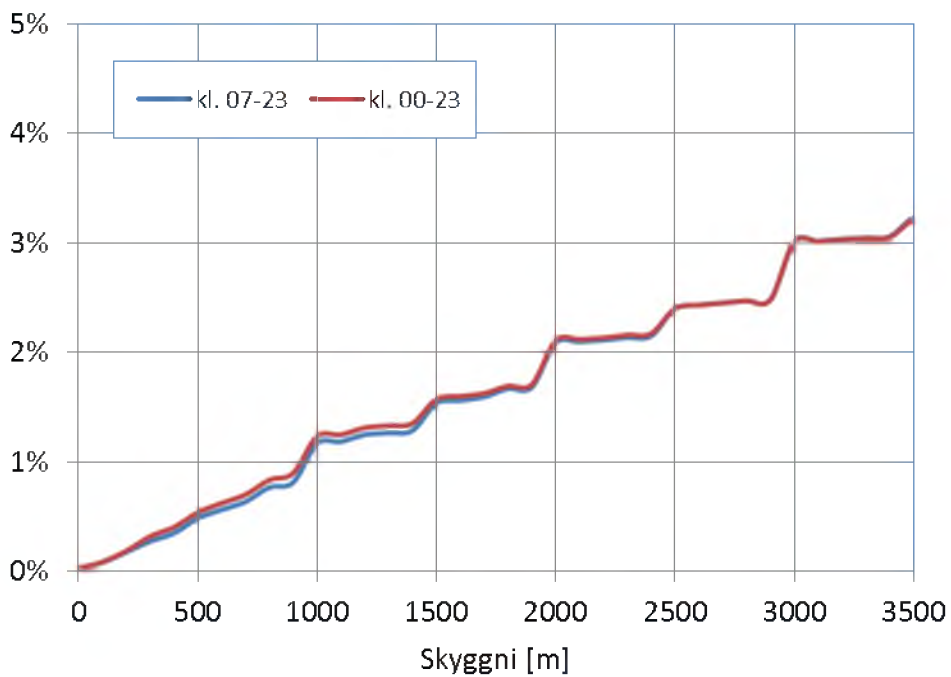
Fyrirliggjandi gögn um skyggni og skýjahæð er með tvennum hætti:

- Skráð í METAR gögn, skráð á hverjum klukkutíma
- Síritandi mælingar

Í METAR gögnum er skyggni og skýjahæð bæði mælt og metið, tækin eru til hjálpar en þar ræður mat athugunarmannsins. Veðurstofan er hvorki með skýjahæðar- né skyggnismæli á flugvællinum en hefur haft aðgengi að mælum Isavia á síðustu árum. Þetta þarf samt alltaf að meta þar sem skýjahæðarmælirinn mælir aðeins beint fyrir ofan Oddfellow húsið og radíusinn á því uppi í 25 þúsund fetum er aðeins 4 metrar. Skýjahæðirnar eru samt reiknaðar yfir lengri tíma. Talið er að matið á skyggni og skýjahæð hafi batnað nokkuð á undanförunum tveimur árum.



Mynd 5. Safnrit fyrir skráðar mælingar af skýjahæð á bilinu 0-1000 fet í METAR gögnum 2004-2014. Mælingar fyrir allan sólarhringinn (00-23) og fyrir opnunartíma flugvallar (07-23).



Mynd 6. Safnrit fyrir skráðar mælingar af skyggni á bilinu 0-1000 m í METAR gögnum 2004-2014. Mælingar fyrir allan sólarhringinn (00-23) og fyrir opnunartíma flugvallar (07-23).

3 MAT Á NOTHÆFISTÍMA

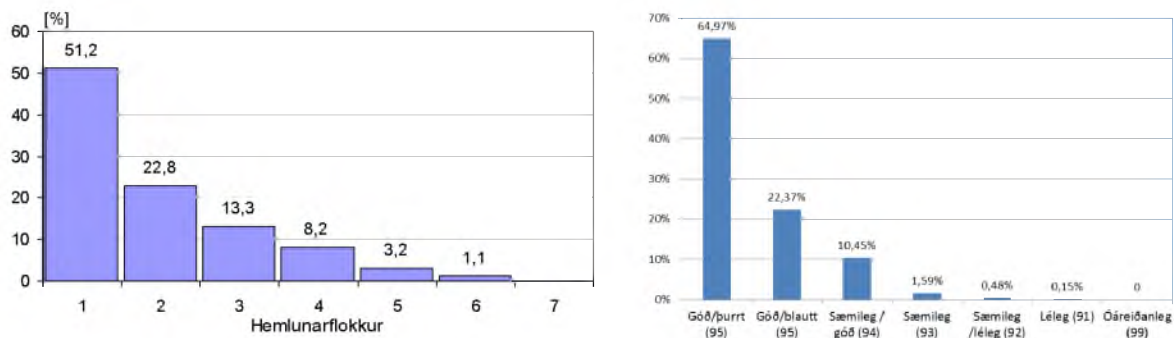
3.1 Fyrirliggjandi greiningar

Í heimild [11] er fjallað um nothæfisstuðul brauta á Reykjavíkurlflugvelli¹. Úrvinnslan byggði á METAR (og SPECI) gögnum frá tímabilinu 17.02.1994 – 30.06.2000. Einn þáttur greiningarinnar var að vinna áþekkt líkan og er hér til umfjöllunar. Tafla 8 sýnir niðurstöðurnar reikninga fyrir Fokker 50.

Tafla 8. Nothæfistími fyrir Fokker 50 á Reykjavíkurlflugvelli, úr heimild [11].

| Nothæfistími að teknu tilliti til | Flugbrautir í notkun | | Mismunur |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|----------|
| | 01/19 og 13/31 | 01/19, 13/31 og 06/24 | |
| Vinds | 97,2 % | 98,8 % | 1,6 % |
| Vinds, skyggnis og skýjahæðar | 96,2 % | 97,7 % | 1,5 % |
| Mismunur | 1,0 % | 1,1 % | |

Þessi gildi eru heldur lægri en fást í þessari úrvinnslu, sjá kafla 3.2. Ástæðan er einkum breytt bremsuskilyrði. Fyrir endurbætur á flugbrautum (unnið 15.03.2000-01.11.2002) var yfirborð þeirra ábótavant og vatn gat setið í pollum á brautum. Bremsuskilyrði voru því oft lakari í METAR skeytum en eftir endurbætur. Mynd 7 sýnir samanburð á bremsuskilyrðum sem lágu til grundvallar fyrri úrvinnslu samanborið við bremsuskilyrði sem eru notuð hér. Aðrir þættir sem hafa einnig áhrif eru: annað mælitímabil og að gögn fyrir skyggni og skýjahæð voru lakari.



Mynd 7. Samanburður á dreifingu bremsuskilyrða yfir árið. Til vinstri eru forsendur úr heimild [11] en til hægri eru forsendur notaðar í þessari úrvinnslu. Flokkarnir eru skilgreindir eins þó undirtitillinn sé annar.

¹ Greinargerðin var unnin af Verkfræðistofunni Línuhönnun (af Agli Þorsteins, Haraldi Sigþórssyni og Sigurði Erni Jónssyni) í nóvember 2000 fyrir Samvinnunefnd um svæðisskipulag höfuðborgarsvæðisins.

3.2 Reikningar byggðir á METAR gögnum

Veðurstofa Íslands sér um að framkvæma METAR athuganir á Reykjavíkurlugvelli og mælingar eru tiltækar á tölvutæku formi frá 17.2.1994 til dagsins í dag. Athuganirnar eru reglubundnar veðurathuganir, alls 24 athuganir á sólarhring, sem eru sérsniðnar fyrir flug og lýsa veðri á ákveðnu augnabliki. Ef veður breytist markvert milli athugunartíma eru send út veðrabrigðaskeyti, SPECI skeyti. Í þessari greiningu voru SNOWTIME skráningar ekki skoðaðar. METAR gögnin eru ekki frumgögn úr mælum og byggja á nokkrum mismunandi vindhraðamælum og eru blanda af mælingum úr mastri VÍ, Isavia brautarmælum og jafnvel fleiri athugunum sem athugunarmaður leggur til grundvallar í hvert sinn.

Hér eru METAR gögn frá tímabilinu 22.8.2004 19:00 – 22.8.2014 18:00 lögð til grundvallar mati. Ástæða þess að gagnaröðin er ekki notuð frá upphafi felst einkum í mati á brautarástandi. Skráningin og sjálft brautarmatið hefur batnað í seinni tíð og gefa ábyggilegri niðurstöður. Við úrvinnslu kom í ljós að nokkuð er um rangt skráningarsnið í METAR skrá. Leitast var við að leiðrétta helstu skráningarskekkjur í gögnum. Alls voru notaðar 89.255 METAR og SPECI færslur á tímabilinu.

Meðalvindhraði í METAR gögnum er meðalvindhraði yfir 10 mínútur, hviður eru einungis skráðar ef þær eru 10 hnútar eða meira umfram meðalvindhraða. Í reikningum var gengið út frá því að nota hviðuvindhraða fremur en meðalvindhraða (2 mín. eða 10 mín). Skráðar vindhviður voru notaðar (stærsta 3 sek. hviða mæld yfir 10 mín.) en þegar engin hviða var skráð var meðalvindhraðinn aukin um 20%.

Reynslan sýnir að oft er hægt að lenda þó að flugvöllurinn ætti að vera utan aðflugslágmarka samkvæmt METAR gögnum. Til að fá raunhæfara mat var beitt þeirri nálgun að líkur á landingu minnki línulega frá aðflugslágmörkum skyggnis uns engar líkur eru á landingu við hálf aðflugsmörk. Sem dæmi þá eru 50% líkur á að hægt sé að lenda ef uppgefið skyggni er 900 m og aðflugslágmark er 1200 m. Með sömu rökum er aðflugslágmark vegna skýjahæðar látið minnka líkur á landingu línulega frá aðflugslágmarki að hálfu lágmarki. Ofangreindar aðferðir gera það að verkum að lokun vallarins vegna aðflugslágmarka verður í um 0,8% tímans.

Niðurstöður greiningar úr METAR gögnum koma fram í töflum 9 og 10.

Tafla 9. Hlutfall tímans þar sem aðstæður til landinga henta þörfum áætlunarflugs með Fokker 50.

| Nothæfistími að teknu tilliti til | Flugbrautir í notkun | | Mismunur |
|--|----------------------|-----------------------|----------|
| | 01/19 og 13/31 | 01/19, 13/31 og 06/24 | |
| Vinds og bremsuskilyrða | 98,90% | 99,45% | 0,55% |
| Vinds, bremsuskilyrða, skyggnis & skýjahæðar | 98,11% | 98,62% | 0,51% |
| Mismunur | 0,79% | 0,83% | |

Tafla 10. Hlutfall tímans þar sem aðstæður til landinga henta þörfum sjúkraflugs með Beechcraft King Air 200.

| Nothæfistími að teknu tilliti til | Flugbrautir í notkun | | Mismunur |
|--|----------------------|-----------------------|----------|
| | 01/19 og 13/31 | 01/19, 13/31 og 06/24 | |
| Vinds og bremsuskilyrða | 98,75 % | 99,55 % | 0,80 % |
| Vinds, bremsuskilyrða, skyggnis & skýjahæðar | 97,89 % | 98,63 % | 0,74 % |
| Mismunur | 0,86 % | 0,92 % | |

3.3 Reikningar byggðir á vindhraðamæli VÍ

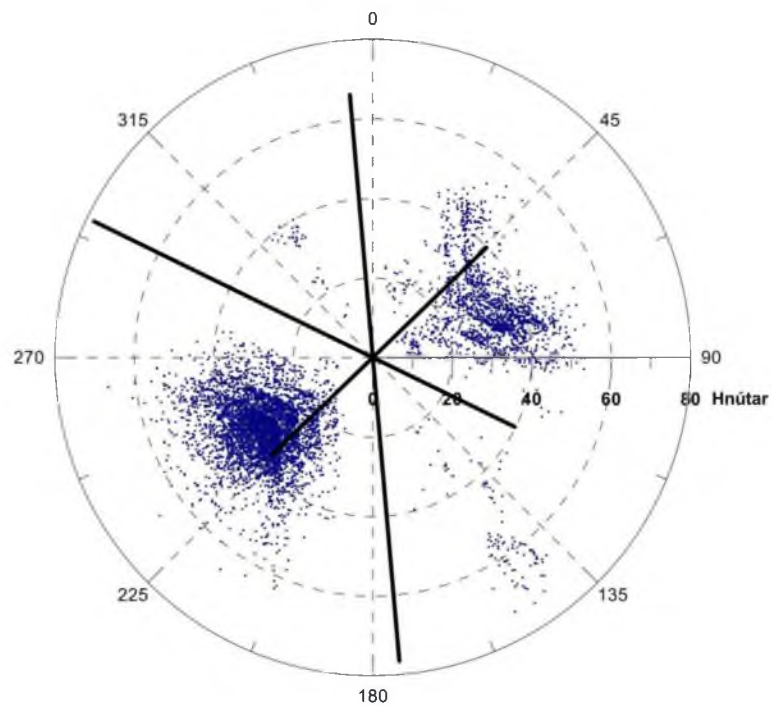
Við útreikninga voru notuð samtals 9 ár af vindhraðamælingum frá mæli VÍ, tímabil mælinga var 22.8.2005 19:20 – 22.8.214 19:10. Fjöldi færslna sem voru notaðar voru 473.214. Vindhraði sem er notuður í reikningum er skráður á tíu mínútna fresti, 144 mælingar á dag. Við reikninga var notaður hviðuvindhraði sem er skilgreindur sem hæsta 3 sek. hviða mæld yfir 10 mínútur.

Bremsuskilyrði voru fengin úr METAR gögnum, sjá kafla 2.5, og gert ráð fyrir því að sömu bremsuskilyrði væru innan klukkustundar, þ.e. milli METAR gagna nema ef SPECI skeyti var gefið.

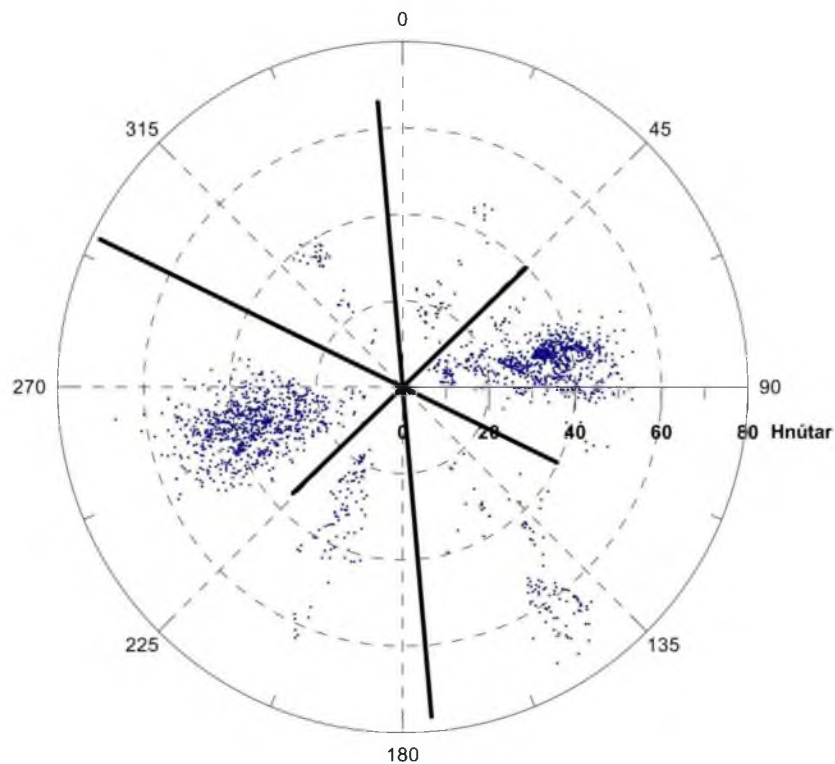
Tafla 11. Hlutfall tímans þar sem aðstæður til landinga henta að teknu tilliti til vinds og bremsuskilyrða.

| Nothæfistími að teknu tilliti til | Flugbrautir í notkun | | Mismunur |
|-----------------------------------|----------------------|-----------------------|----------|
| | 01/19 og 13/31 | 01/19, 13/31 og 06/24 | |
| Fokker 50 | 98,91 % | 99,51 % | 0,60 % |
| Beechcraft King Air 200 | 98,70 % | 99,61 % | 0,91 % |

Myndir 8 og 9 sýna þau tilvik sem hliðarvindur var yfir mörkum Beechcraft King Air 200. Uppgefin gildi sýna vindátt og stærstu vindhviðu (3 sek.) yfir 10 mínútna tímabil. Hver mælipunktur samsvarar 10 mínútna tímabili. Mynd 8 sýnir tilvik þar sem brautir 06/24 eru ekki í notkun en mynd 9 sýnir tilvik þar sem brautir 06/24 eru í notkun. Áhrif brauta 06/24 sjást mjög skýrt, mikilvægið tengist einkum hvössum suðvestanvindi (útsynningi) en þær hjálpa einnig gagnvart og norðaustlægum áttum þó tíðni þeirra sé minni.



Mynd 8. Brautir 06/24 ekki í notkun. Vindaðstæður (stærsta hviða á 10 mín) á tímabilinu 22.8.2005– 22.8.214 þar sem hliðarvindur var yfir mörkum Beechcraft King Air 200. Hver punktur samsvarar 10 mínútna tímabili.



Mynd 9. Brautir 06/24 í notkun. Vindaðstæður (stærsta hviða á 10 mín) á tímabilinu 22.8.2005– 22.8.214 þar sem hliðarvindur var yfir mörkum Beechcraft King Air 200. Hver punktur samsvarar 10 mínútna tímabili.

3.4 Reikningar byggðir á brautarmælum Isavia

Allar mælingar, fyrir utan bremsuskilyrði, byggjast á skráðum mælingum sem eru vistaðar á 1 mínútu fresti. Gagnaheimtur allra mælinga eru viðunandi eða um 97,5 %. Þær breytur sem voru notaðar úr brautarmælum eru sýndar í töflu 12.

Tafla 12. Breytur notaðar úr brautarmælum Isavia.

| Breyta | Útskýring | Mæling |
|------------|---|-----------------------|
| 2M MA | Hæsta vindhviða (3 sek.) yfir síðustu 2 mín. | Vindhraði |
| 2M D | Meðaltalsgildi á vindátt reiknað frá öllum mælingum síðustu 2 mín | Vindátt |
| Cloud Base | Reiknuð hæð neðsta skýjalags sem þekur a.m.k helming himinhvolfsins. Gefið upp sem meðaltal síðustu 20 mín | Skýjahæð (fet) |
| VERVIS | Lóðrétt skyggni (<i>“Vertical visibility”</i>). Þegar óvissa ríkir um mælingu á skýjahæð vegna einhvers atburðar við yfirborð jarðar (t.d. þoka, mistur), þá er mælt lóðrétt skyggni og er notað í staðinn fyrir <i>“cloud base”</i> fyrir mat á skýjahæð | Lóðrétt skyggni (fet) |
| Vis 1A | Skyggni (m) flugvallarins er mælt og reiknað fyrir síðustu 1 mín. | Skyggni (m) |
| RVR 1A | Brautarskyggni (m) mælt við braut 19. Reiknað fyrir síðustu 1 mín. Notað ef skyggni (Vis 1A) fer niður fyrir 1500m. | Brautarskyggni (m) |

Í mælingum Isavia vantar mánuði og jafnvel ár. Til að fá sem lengsta tímaröð var mælingum splæst saman, sjá mynd 10. Við útreikninga eru notuð samtals 7 ár af mælingum.

| Ár\Mánuðir | Jan | Feb | Mar | Apr | Mai | Jún | Júl | Ágú | Sep | Okt | Nóv | Des |
|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
| 2005 | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2006 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2007 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2008 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2009 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2010 | | | | | | | | | | | | |
| 2011 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | |
| 2012 | | | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2013 | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X | X |
| 2014 | X | X | X | X | X | X | X | X | | | | |

Mynd 10. Tímabil mælinga í Isavia möstrum sem notað er við útreikninga. Mæligögn eru til frá mánuðum merktir með „X“. Tímabilið sem er litað var valið og notað við reikninga.

Í siritandi mælingum er skýjahæð útreiknuð hæð neðsta skýjalags sem þekur a.m.k. helming himinhvolfsins („Cloud base“) og er skráð á 1 mín fresti fyrir meðaltal síðustu 20 mínútur. Þegar óvissa ríkir um mælingu á skýjahæð vegna einhvers atburðar við yfirborð jarðar (t.d. þoka, mistur), þá er mælt lóðrétt skyggni (VERVIS) og er notað í staðinn fyrir „Cloud base“ sem mat á skýjahæð. Ef að VERVIS er gefið upp, þá er það ætíð notað í stað „Cloud base“.

Skyggni er metið frá tveim breytum, flugvallarskyggni og brautarskyggni. Samkvæmt ráðleggingum frá Isavia, er g.r.f. að flugvallarskyggnið gildi fyrir allar brautir nema í þeim tilfellum sem það mælist lægra en 1500 m. Í þeim tilfellum er notað brautarskyggnið (R19) og g.r.f. að það gildi fyrir allan flugvöllinn.

Bremsuskilyrði eru fengin úr METAR gögnum eins og lýst er í kafla 2.5 og það er einungis skráð á klukkustundar fresti. Ef skráð eru tvö eða fleiri bremsuskilyrði (þ.e. SPECI), er verra tilfellið notað og látið gilda fyrir allar brautir þann klukkutíman sem það er skráð.

Í reikningum er vindhraði tekinn sem stærsta vindhviða (3 sek.), mæld yfir tveggja mínútna tímabil. Hliðarvindur er sá þáttur vindhraða sem verkar þvert á brautarstefnu. Meðvindur er reiknaður með samsvarandi hætti, sem sá þáttur vindsins sem verkar í brautarstefnu.

Tafla 13. Hlutfall tímans þar sem aðstæður til landinga henta þörfum áætlunarflugs með Fokker 50.

| Nothæfistími að teknu tilliti til | Flugbrautir í notkun | | Mismunur |
|--|----------------------|-----------------------|----------|
| | 01/19 og 13/31 | 01/19, 13/31 og 06/24 | |
| Vinds og bremsuskilyrða | 99,23 % | 99,67 % | 0,44 % |
| Vinds, bremsuskilyrða, skyggnis & skýjahæðar | 98,05 % | 98,39 % | 0,34 % |
| Mismunur | 1,18 % | 1,28 % | |

Tafla 14. Hlutfall tímans þar sem aðstæður til landinga henta þörfum sjúkraflugs með Beechcraft King Air 200.

| Nothæfistími að teknu tilliti til | Flugbrautir í notkun | | Mismunur |
|--|----------------------|-----------------------|----------|
| | 01/19 og 13/31 | 01/19, 13/31 og 06/24 | |
| Vinds og bremsuskilyrða | 99,22 % | 99,75 % | 0,53 % |
| Vinds, bremsuskilyrða, skyggnis & skýjahæðar | 98,18 % | 98,62 % | 0,44 % |
| Mismunur | 1,04 % | 1,13 % | |

3.5 Samanburður á reikniniðurstöðum

Niðurstöður eru mjög háðar undirliggjandi forsendum. Þær forsendur sem hafa mest áhrif eru hliðarvindsmörk flugrekenda og mat á bremsuskilyrðum á hverjum tíma. Einnig skiptir nokkru hvaða vindhraði er notaður, þ.e. (i) meðalvindhraði yfir 10 mín. (ii) meðalvindhraði yfir 2 mín. (iii) stærsta hviða yfir 2 mín., (iv) stærsta hviða yfir 10 mín. (v) hviða á athugunartíma.

Niðurstöður eru teknar saman í töflum 15 og 16.

Tafla 15. Hlutfall tímans þar sem aðstæður til lendinga henta þörfum áætlunarflugs með Fokker 50.

| Flugbrautir í notkun | METAR | | VÍ mælir | | Isavia brautarmælar | |
|-----------------------|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|--|
| | Vindur og bremsusk. | Vindur + bremsusk. +skyggni & skýjahæð | Vindur og bremsusk. | Vindur + bremsusk. +skyggni & skýjahæð | Vindur og bremsusk. | Vindur + bremsusk. +skyggni & skýjahæð |
| 01/19 og 13/31 | 98,90 % | 98,32 % | 98,91 % | - | 99,23 % | 98,05 % |
| 01/19, 13/31 og 06/24 | 99,45 % | 98,81 % | 99,51 % | - | 99,67 % | 98,39 % |
| Mismunur | 0,55 % | 0,51 % | 0,60 % | - | 0,44 % | 0,34 % |

Tafla 16. Hlutfall tímans þar sem aðstæður til lendinga henta þörfum sjúkraflugs með Beechcraft King Air 200.

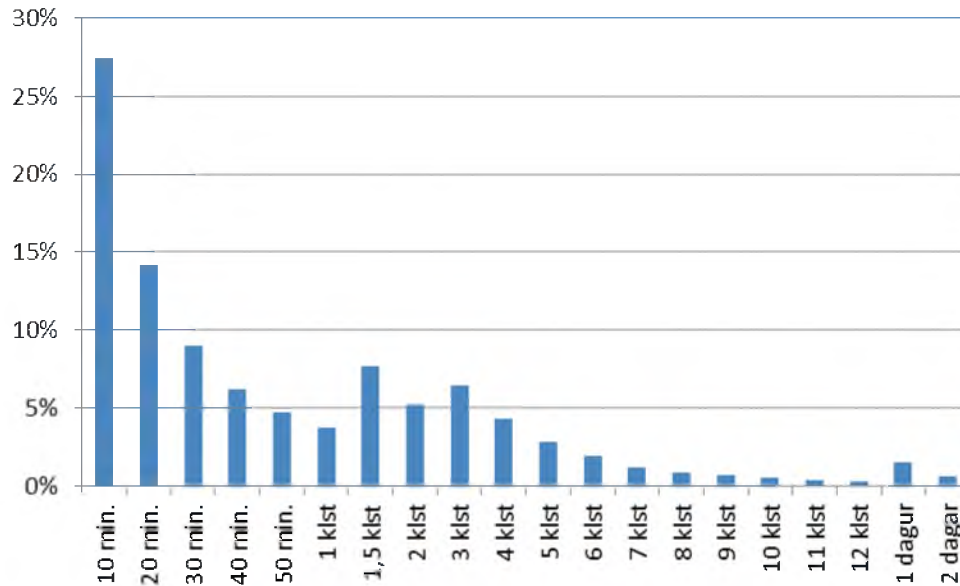
| Flugbrautir í notkun | METAR | | VÍ mælir | | Isavia brautarmælar | |
|-----------------------|---------------------|--|---------------------|--|---------------------|--|
| | Vindur og bremsusk. | Vindur + bremsusk. +skyggni & skýjahæð | Vindur og bremsusk. | Vindur + bremsusk. +skyggni & skýjahæð | Vindur og bremsusk. | Vindur + bremsusk. +skyggni & skýjahæð |
| 01/19 og 13/31 | 98,75 % | 97,89 % | 98,70 % | - | 99,22 % | 98,18 % |
| 01/19, 13/31 og 06/24 | 99,55 % | 98,63 % | 99,61 % | - | 99,75 % | 98,62 % |
| Mismunur | 0,80 % | 0,74 % | 0,91 % | - | 0,53 % | 0,44 % |

Niðurstöðurnar eru áþekkar og munurinn endurspeglar að nokkru í mismunandi forsendum. Í VÍ-reikningum er hliðarvindur reiknaður út frá stærstu hviðu (3 sek.) yfir 10 mín á meðan reikningar með brautarmælum Isavia nota stærstu hviðu yfir 2 mín. Hviðan í METAR gögnum er bara stundum gefin og áætluð þegar hún er ekki gefin. Þessi munur getur skýrt hluta af mismun í niðurstöðum. Rétt er að nefna að vindhraðamælir VÍ var lengi notaður við ákvörðun vindhraða í METAR gögnum sem eru notuð, því er ekki að undra að niðurstöðurnar eru sambærilegar. Áhrif skyggni og skýjahæðar eru meðhöndluð mismunandi milli líkana, brautarmælar Isavia hafa íhaldsamari nálgun. Öll líkön byggja á sama bremsumati sem unnið er úr METAR gögnum.

Brautarmælar Isavia eru taldir gefa áreiðanlegustu niðurstöðuna því þeir hafa ítarlegustu mælingarnar og eru einu mælingarnar sem innihalda breytileika vinds innan flugvallarins, bæði varðandi vindhraða og vindátt. Þeir lýsa jafnframt raunástandi best því flugturninn notar viðeigandi brautarmæli til að upplýsa flugmenn í aðflugi um landingaraðstæður á þeirri braut sem er í notkun.

4 MAT Á TÍMALENGD HLIÐARVINDS YFIR MÖRKUM

Þegar ófært er að lenda sökum hliðarvinds vaknar spurningin hve langur tími líður að jafnaði þar til skilyrði skapast næst fyrir landingu. Greining varð gerð á mæligögnum úr VÍ mæli (22.8.2005–22.8.214) til að kanna tímalengdina. Niðurstöðurnar eru sýndar á mynd 11 þegar brautir 06/24 eru ekki í notkun. Niðurstöður sýna talningu frá hverjum tímamarki þar sem hliðarvindur er yfir mörkum að næsta tímamarki þar sem hliðarvindur er innan marka. Gengið er út frá því að engar sérstakar ráðstafanir séu gerðar í að bæta bremsuskilyrði.



Mynd 11. Tímalengd frá því að hliðarvindur er yfir mörkum þar til að hann fer næst undir mörkin. Brautir 06/24 eru ekki í notkun. Skoðað fyrir Beechcraft King Air 200.

Að jafnaði er um skamman tíma að ræða þar til vindur fer undir hliðarvindsmörk, í 27% tilvika var hliðarvindur innan marka eftir 10 mínútur og í 65% innan einnar klukkustundar. Það eru hins vegar einnig tímabil þar sem hliðarvindur er yfir mörkum í lengri tíma. Meðfylgjandi þrjú tímabil skýra þau tilvik sem hliðarvindur var yfir mörkum í lengri tíma (13,5 klst, 30 klst og 13,5 klst). Skráðar landingar sýna að engin landing var á tímanum sem tilvik þrjú stóð yfir. Í tilviki tvö voru fjórar landingar á braut 31 á fyrstu 140 mínútum tímabilsins þó hún reiknast sem lokuð. Engar aðrar landingar voru á tímabilinu. Við þessa úrvinnslu voru ekki fyrirbyggjandi nákvæmar upplýsingar um landingar í tilviki eitt.

Tilvik 1:

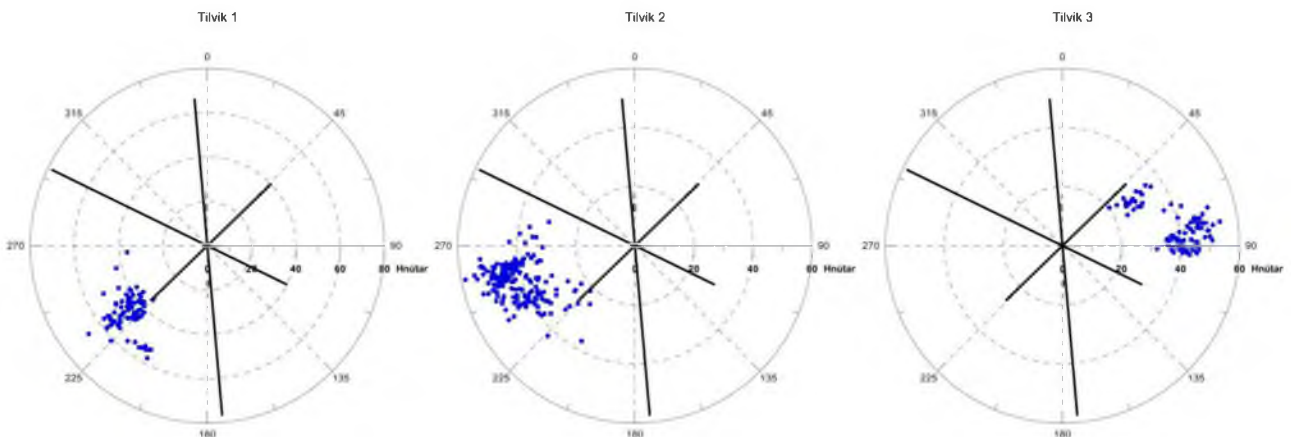
| | |
|-----------------------------|---|
| Tímabil | 27.01.08 10:10 - 27.01.08 23:30 |
| Hliðarvindur yfir mörkum | ≈ 13,5 klst |
| Bremsuskilyrði | „Góð/blautt“ eða „Sæmileg/góð“ |
| Vindátt | 230° |
| Meðalvindhraði [hnútar] | Meðaltal = 34, lág. = 26, hámark = 44 |
| Vindhraði í hviðum [hnútar] | Meðaltal = 47, lág. = 35, hámark = 67 |
| Skráðar landingar | Nákvæmar upplýsingar ekki fyrirbyggjandi við úrvinnslu. |

Tilvik 2:

| | |
|-----------------------------|--|
| Tímabil | 09.01.12 19:40 - 11.01.12 01:50 |
| Hliðarvindur yfir mörkum | ≈ 30 klst |
| Bremsuskilyrði | Oftast „Sæmileg/léleg“ eða „Léleg“. Allir flokkar komu fyrir nema „Góð/þurr“ |
| Vindátt | 250° |
| Meðalvindhraði [hnútar] | Meðaltal = 30, lágm. = 16, hámark = 38 |
| Vindhraði í hviðum [hnútar] | Meðaltal = 42, lágm. = 21, hámark = 59 |
| Skráðar landingar | Milli kl. 20:52 til 22:00 þann 09.01.2012 eru skráðar fjórar landingar á braut 31 (þrjár með Fokker 50). Engin landing er síðan skráð til kl. 08:46 þann 11.01.2012. |

Tilvik 3:

| | |
|-----------------------------|--|
| Tímabil | 06.03.13 06:00 - 06.03.13 19:40 |
| Hliðarvindur yfir mörkum | ≈ 13,5 klst |
| Bremsuskilyrði | Lengst af skráð „Léleg“. Fáein með „Sæmileg“ og „Sæmileg/léleg“. |
| Vindátt | 78° (lág. 51° og há. 94°) |
| Meðalvindhraði [hnútar] | Meðaltal = 26, lágm. = 12, hámark = 35 |
| Vindhraði í hviðum [hnútar] | Meðaltal = 39, lágm. = 21, hámark = 54 |
| Skráðar landingar | Engin landing skráð á tímabilinu. |



Mynd 12. Þrjú tilvik þar sem hliðarvindur er lengi yfir mörkum. Brautir 06/24 eru ekki í notkun. Skoðað fyrir Beechcraft King Air 200. Vindhraði er stærsta hviða á 10 min.

Bremsuskilyrði voru óhagstæð í tilvikum 2 og 3 og með inngripi sem hefði leitt til betri bremsuskilyrða hefði mátt stytta tímenn sem hliðarvindur er yfir mörkum. Vindhraði er meiri og vindstefna er óhagstæðari í tilviki 1 og þar hefðu betri bremsuskilyrði minni áhrif.

5 SKRÁÐAR LENDINGAR Á BRAUTUM 06/24

Nákvæm tímaskráning er fyrirbyggjandi á öllum landingum á Reykjavíkurlflugvelli á tímabilinu 15.12.2011 - 22.07.2014. Í töflu 17 má sjá hvernig landingar dreifðust á brautir. Flugvélagerð er skráð og í töflu 18 er búið af velja úr landingar með Fokker 50 og Beechcraft. Samtals eru 0,64 % landinga á brautum 06/24 en hlutfallið breytist í 0,61% fyrir landingar með Fokker 50 og 1,39% fyrir landingar með Beechcraft.

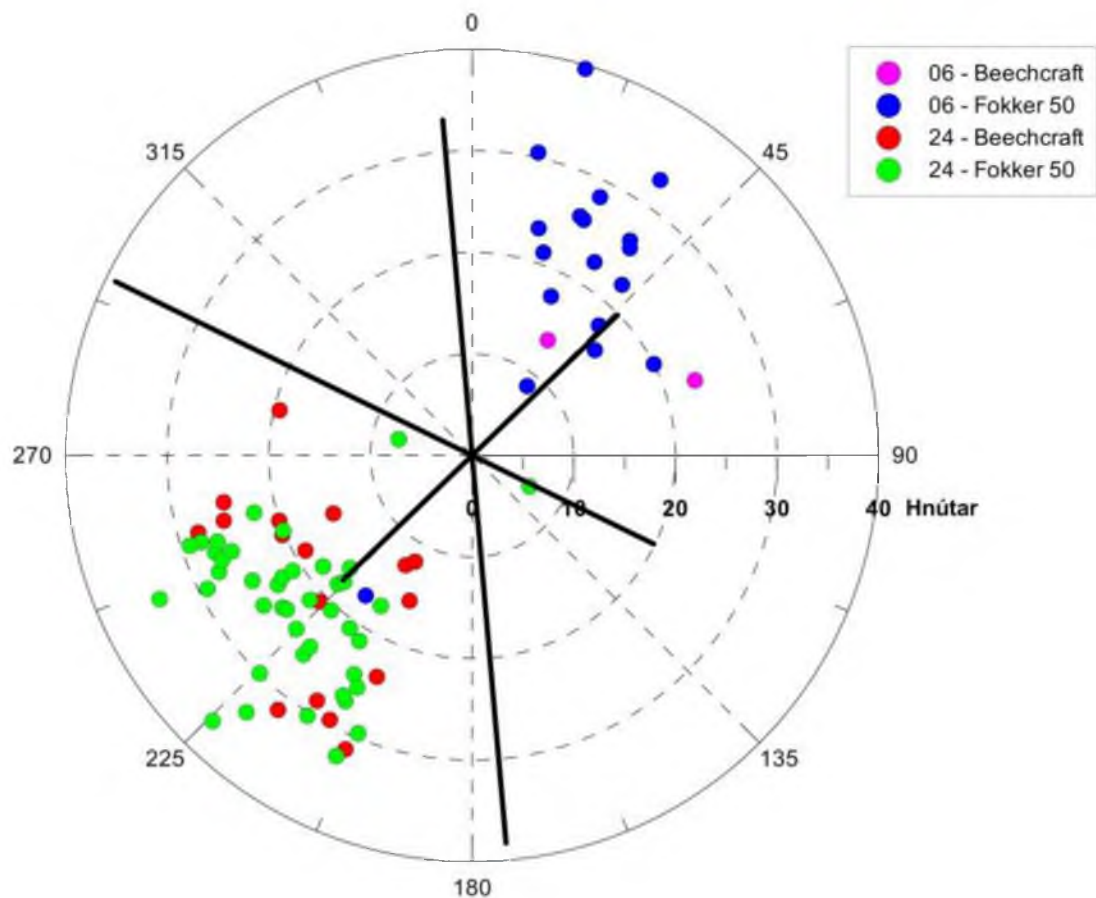
Tafla 17. Brautir notaðar við landingu á Reykjavíkurlflugvallar, tímabilið 15.12.2011-22.07.2014.

| Braut | Fjöldi landinga | % |
|-----------------------------------|----------------------|--------|
| 01 | 5539 | 22,32% |
| 13 | 7018 | 28,28% |
| 19 | 8062 | 32,49% |
| 31 | 4034 | 16,26% |
| 06 | 43 | 0,17% |
| 24 | 116 | 0,47% |
| Hlutfall landinga á brautir 06/24 | 159 / 24812 = 0,64 % | |

Tafla 18. Brautir sem Fokker 50 og Beechcraft notuðu við landingu á Reykjavíkurlflugvallar, tímabilið 15.12.2011-22.07.2014.

| Braut | Fokker 50 | Beechcraft |
|-----------------------------------|-----------|------------|
| Fjöldi landinga alls | 11538 | 1659 |
| Lendingar á brautir 06/24 | 70 | 23 |
| Hlutfall landinga á brautir 06/24 | 0,61% | 1,39% |

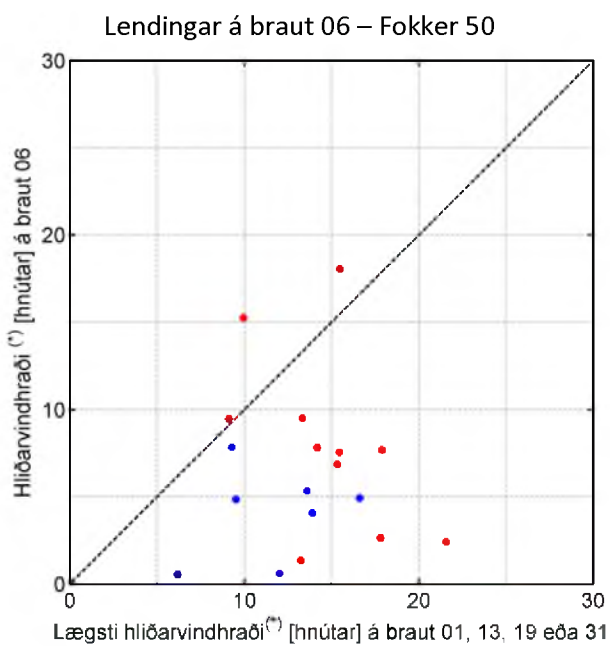
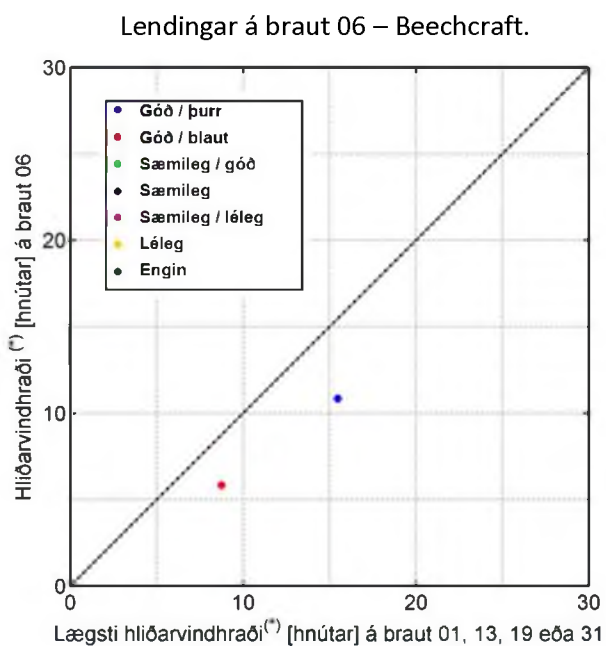
Greining var gerð á vindaðstæðum á þeim tíma sem lent var á brautum 06/24. Mynd 13 sýnir vindhraða (stærsta hviða á undanliggjandi 2 mín) og vindátt á þeim tíma sem var lent, vindhraði er fenginn úr brautarmæli R31 fyrir braut 06 og brautarmæli R19 fyrir braut 24. Mynd 13 sýnir að landingar á brautum 06/24 eru einkum í áttum frá SV og NNA. Fleiri landingar eru frá SV og passar það ágætlega við þá skýringu sem stundum er nefnd að þýðing brauta 06/24 sé fyrst og fremst við landingar í hvössum suðvestanvindi, sjá einnig myndir 8 og 9.



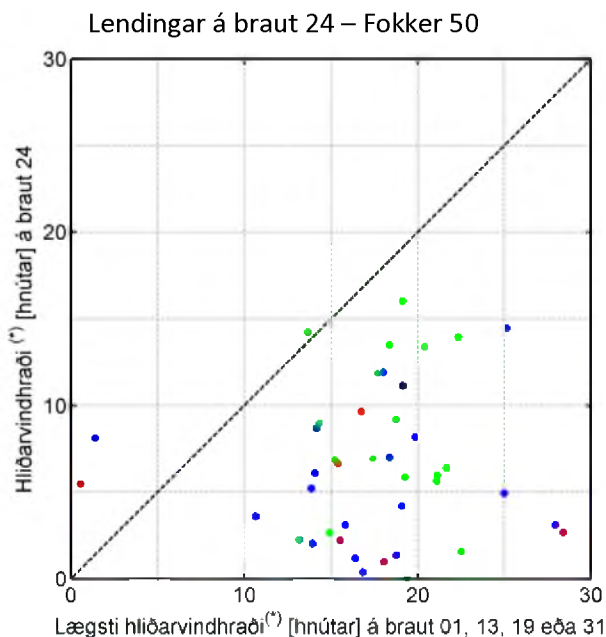
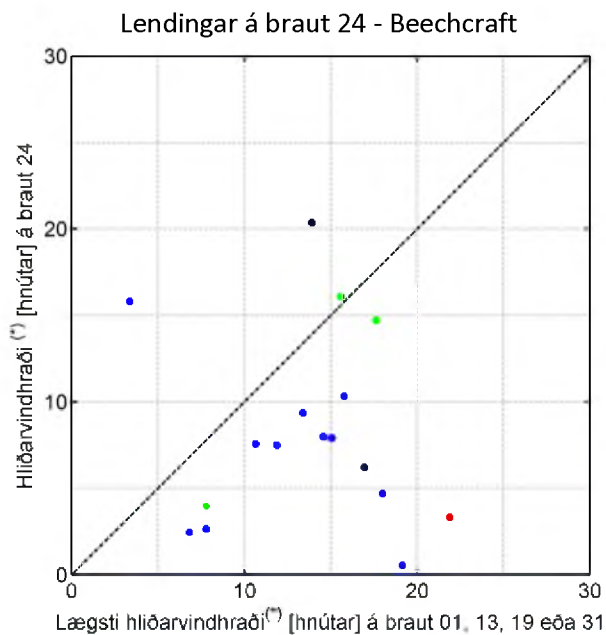
Mynd 13. Vindáttir og vindhraði þegar Fokker 50 og Beechcraft lentu á brautum 06/24 á tímabilinu 15.12.2011 - 22.07.2014. Stefna flugbrauta er sýnd með svörtum línum.

Mynd 14 og 15 sýna hliðarvind (stærsta hviða á undanliggjandi 2 mín) við landingu sem er fenginn úr brautarmælum R31 (braut 06) og R19 (braut 24). Annars vegar er sýndur hliðarvindur á landingarbraut (braut 06 eða 24) og hins vegar er sýndur minnsti hliðarvindur á öðrum brautum á sama tíma.

Af mynd 14 og 15 má ráða að hliðarvindur hefur verið lægri á brautum 06/24 en á öðrum brautum í flest öllum tilvikum. Það fer eftir brautarástandi hvort unnt hafi verið að lenda á öðrum brautum í staðinn. Samkvæmt gögnum hefði verið unnt að lenda á öðrum brautum í öllum tilvikum ef brautarástand hefði verið "Gott/þurrt". Tilvikunum fækkar svo eftir því sem brautarástand versnar.



Mynd 14. Lendingar á brautum 06 með Fokker 50 og Beechcraft á tímabilinu 01.03.2012-01.09.2014



Mynd 15. Lendingar á brautum 26 með Fokker 50 og Beechcraft á tímabilinu 01.03.2012-01.09.2014.

6 HEIMILDIR

- [1] EFLA Verkfræðistofa „Mat á nothæfisstuðli Reykjavíkurlugvallar skv. viðmiðum ICAO“. Nóvember 2014.
- [2] ICAO Annex 3 “*Meteorological service for international air navigation*”. Thirteenth editions - Júlí 1998.
- [3] ICAO Annex 14 Volume I “*Aerodrome design and operations*”. 6th edition, July 2013.
- [4] ICAO Aerodrome Meteorological Observation and Forecast Study Group (AMOFSG), Report of the ad-hoc working group on the calculation of crosswind and tailwind components with particular regard to the inclusion of gusts. Ninth meeting. 26-30 Sept. 2011.
- [5] ICAO „Runway Surface Condition Assessment, Measurement and Reporting“. Cir 329 AN/191 Desember 2000.
- [6] Rannsóknarnefnd flugslysa „Skýrsla um flugatvik –Reykjavíkurlugvöllur 31.des. 2003“. M-07503/AIG-39 14. Feb. 2007.
- [7] van der Geest P.J., J.A.Post, H.A.P.J. Baijer og S. Wanders. Flight technical assessment of Reykjavik Airport – Results of the pre-study phase. National Aerospace Laboratory (NLR) NLR-CR-2006-012. Mars 2006
- [8] Veðurstofa Íslands “*Reglur um gerð METAR og SPECI skeyta*”. Veðurstofa Íslands, mars 1999.
- [9] van Es G.W.H, van der Geest P.J og Nieuwpoort A.M.H. “*Safety aspects of aircraft operations in crosswind*”. NLR-TP-2001-217. May 2001.
- [10] van Es. G.W.H Analysis of existing practices and issues regarding near-ground wind gust information for flight crews. Nlr-cr-2012-143.Oct. 2012
- [11] Verkfræðistofan Línuhönnun „Mat á nothæfisstuðli fyrir Reykjavíkurlugvöll“. Desember 2000.

VIÐAUKI A - FLOKKUN Á ÚRKOMU Í METAR

Meðfylgjandi flokkun var notuð á úrkomu við ákvörðun brautarmast úr frá METAR skeytum.

Tafla 19. Flokkun á úrkomu sem var notuð ákvörðun á brautarástandi úrfrá METAR færslu.

| | | |
|----------------------|---|--|
| Mikil úrkoma | +SN +SNRA +SHSN +SHGR +SHRA +RA +RADZ +BLSN +DRSN SHRASN SHSNRA | Mikil snjókoma Mikil slydda-snjókennd Mikil snjóél Mikil haglé Mikill skúr Mikil slydda-blaut Mikil rigning/súld Mikill skafrenningur/hár Mikið íshagl Mikil slydduél Mikil slydduél-snjókennd |
| Meðal úrkoma | SN SNRA SHSN SHGR SHRA SHRASN SHSNRA RA RASN RADZ +DZ BLSN DRSN GR RESH RESN REGR RERA RESNRA SHRA RASN SHRASN | Snjókoma Slydda-snjókennd Snjóél Haglél Skúr Slydduél Slydduél-snjókennd Rigning Slydda-blaut Rigning/súld Mikil súld Skafrenningur/hár Skafrenningur/lágur Íshagl Úrkoma á síðustu klst. Snjókoma á síðustu klst. Hagl á síðustu klst. Rigning á síðustu klst. Slydda-snjókennd á síðustu klst. Skúr á síðustu klst. Slydda-blaut á síðustu klst. Slydduél á síðustu klst. |
| Lítillsháttar úrkoma | SN -SNRA -SHSN -SHGR SHRA -RA -RASN -RADZ DZ -DZ -BLSN -DRSN -GR" | Lítill snjókoma Lítill slydda-snjókennd Lítill snjóél Lítill haglé Lítill skúr Lítill rigning Lítill slydda-blaut Lítill rigning/súld Súld Lítill súld Lítill skafrenningur/hár Lítill skafrenningur/lágur Lítið íshagl |

VIÐAUKI B – SKRÁNING Á ÁSTANDI FLUGBRAUTA Í METAR

Skráning á ástandi flugbrauta er gerð með átta stafa lykli í lok METAR skeyta þegar við á. Hér að neðan eru upplýsingar um hvað talnarunán merkir.

| Ástand flugbrauta | Fjöldi talna |
|-------------------------|--------------|
| Flugbrautamúmer | 2 |
| Lýsing þekju | 1 |
| Hula/hlutfallsleg þekja | 1 |
| Þykkt þekju | 2 |
| Bremsuskilyrði | 2 |

Mynd 16. Skilgreining á átta stafa lykli í METAR færslum.

| Lýsing þekju | |
|--------------|--------------------------------------|
| 0 | Hrein og þurr |
| 1 | Rök |
| 2 | Blaut eða pollar |
| 3 | Hrími, dýpt minna en 1 mm |
| 4 | Þurr snjór |
| 5 | Blauttur snjór |
| 6 | Krapi |
| 7 | Ís |
| 8 | Þéttur eða þjappaður snjór |
| 9 | Frosin hjólför eða ruðningur |
| / | Ekki tilkynnt, t.d. vegna hreinsunar |

| Hula eða hlutfallsleg þekja | |
|-----------------------------|--------------------------------------|
| 1 | Minna en 10% af brautinni |
| 2 | 11 - 25% af brautinni |
| 5 | 26 - 50% af brautinni |
| 9 | 51 - 100% af brautinni |
| / | Ekki tilkynnt, t.d. vegna hreinsunar |

Mynd 17. Flokkun á „Lýsing þekju“ og „Hula/hlutfallsleg þekja“ í METAR færslum.

| Þykkt þekju | | |
|-------------|--|-----------------|
| 0 | minna en | 1 mm eða engin |
| 1 | = | 1 mm |
| 2 | = | 2 mm |
| 3 | = | 3 mm |
| o.s.frv. | | |
| 10 | = | 10 mm |
| 15 | = | 15 mm |
| 20 | = | 20 mm |
| o.s.frv. | | |
| 90 | = | 90 mm |
| 92 | = | 10 sm |
| 93 | = | 15 sm |
| 94 | = | 20 sm |
| 95 | = | 25 sm |
| 96 | = | 30 sm |
| 97 | = | 35 sm |
| 98 | = | 40 sm eða meira |
| 99 | Flugbrautin er lokuð vegna snjóá, kraps, íss eða skafla og þykktin ekki mæld | |
| // | Þykktin óveruleg eða ekki mælanleg | |

| Bremsuskilyrði (mæld eða áætluð) | | |
|----------------------------------|---------------|--------------------------------------|
| Í METAR | Mæling | Núningstuðull (Friction Coefficient) |
| 40 og yfir | Góð | >= 0,40 |
| 36-39 | Sæmileg/góð | 0,36-0,39 |
| 30-35 | Sæmileg | 0,30-0,35 |
| 26-29 | Sæmileg/léleg | 0,26-0,29 |
| 25 og undir | Léleg | <= 0,25 |
| 99 | Óáreiðanleg | Óáreiðanleg |
| | | |
| Í METAR | Áætlun | |
| | | |
| 95 | Góð | |
| 94 | Sæmileg/góð | |
| 93 | Sæmileg | |
| 92 | Sæmileg/léleg | |
| 91 | Léleg | |
| 99 | Óáreiðanleg | |

Mynd 18. Flokkun á „þykkt þekju“ og „Bremsuskilyrði (mæld eða áætluð)“ í METAR færslum.