

**Mat á nothæfisstuðli Reykjavíkurflugvallar
samkvæmt viðmiði ICAO**

Nóvember 2014



SKÝRSLA - UPPLÝSINGABLAÐ

Titill skýrslu Mat á nothæfisstuðli Reykjavíkurflugvallar samkvæmt viðmiði ICAO		Tegund skýrslu	
Verkheiti		Verkkaupi Isavia	
Verkefnisstjóri - EFLA Egill Þorsteins	Verkefnisstjóri / fulltrúi verkkaupa Ingólfur Gissurarson		
Höfundur Egill Þorstein og Stefán Kári Sveinbjörnsson	Skýrslunúmer 1	Verknúmer 4214-049	Fjöldi síðna 33
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	26.11.14	Guðmundur Guðnason	26.11.14	Jón Vilhjálmsson	26.11.14



Mat á nothæfisstuðli Reykjavíkurflugvallar samkvæmt viðmiði ICAO

EFNISYFIRLIT

1	INNGANGUR OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR	3
2	NOTHÆFISSTUÐULL ICAO	5
2.1	Almennt.....	5
2.2	Forsendur útreiknings á nothæfisstuðli ICAO	5
3	VINDHRAÐAMÆLINGAR Á REYKJAVÍKURFLUGVELLI	8
3.1	Almennt um gagnaskrár.....	8
3.2	Vindhraðamælar sem hafa verið starfræktir á Reykjavíkurlugvelli	8
4	MAT Á NOTHÆFISSTUÐLI ICAO	12
4.1	Almennt.....	12
4.2	Fyrirliggjandi greiningar á nothæfisstuðli Reykjavíkurlugvallar	13
4.3	Nothæfisstuðull ICAO metinn með METAR gögnum frá 1994-2014	16
4.4	Nothæfisstuðull ICAO metinn með gögnum frá Ví mæli, 2005-2013	17
4.5	Nothæfisstuðull ICAO metinn með gögnum frá brautarmælum Isavia	17
4.6	Samanburður á reiknuðum nothæfisstuðli ICAO	21
5	HEIMILDIR	25
	VIÐAUKI A – VALDAR GREINAR ÚR ICAO ANNEX 14	26
	VIÐAUKI B – VINDHRAÐAGÖGN	28
	Vindrósir 29	
	Dreififall vindhraða	32

1 INNGANGUR OG HELSTU NIÐURSTÖÐUR

Í eftirfarandi skýrslu er fjallað um nothæfisstuðul fyrir Reykjavíkurlugvöll sem byggður er á leiðbeiningum Alþjóða Flugmálastofnunarinnar (ICAO) og hvernig hann breytist með breyttu brautarfyrirkomulagi á Reykjavíkurlugvelli. Lagt er mat á áhrif þess að hafa tvær brautir 01/19 og 13/31 í notkun samanborið við að hafa þrjár brautir 01/19, 13/31 og 06/24 í notkun. Aðferðafræðin við úrvinnslu er í samræmi við viðmið ICAO sem koma fram í Annex 14 “Aerodome” (útgáfa 6 frá júlí 2013). Reglugerð 464/2007 notar sömu leiðbeiningar til viðmiðunar. Nothæfisstuðull Reykjavíkurlugvallar samkvæmt viðmiði ICAO er ætlaður til viðmiðunar við hönnun flugvalla og notaður við ákvörðun á fjölda og stefnu flugbrauta, stuðullinn er tilmæli til viðmiðunar en ekki krafa.

Í leiðbeiningum ICAO er lagt til að nothæfisstuðull flugvalla sé ekki undir 95%, orðrétt segir í grein 3.1.1.

Recommendation.— *The number and orientation of runways at an aerodrome should be such that the usability factor of the aerodrome is not less than 95 per cent for the aeroplanes that the aerodrome is intended to serve.*

Nothæfisstuðullinn er skilgreindur sem sá tími sem hliðarvindur hamlar ekki landingu á flugbraut eða kerfi flugbrauta. Þegar rýnt er í nánari leiðbeiningar varðandi útreikning á nothæfisstuðli ICAO má sjá að nokkur atriði eru óljós varðandi forsendur reikninga, gerð er grein fyrir nokkrum þessara óljósu atriða í kafla 2. Eitt atriðið er hversu mikið eigi að taka tillit til aðflugstakmarkana vegna skyggnis og skýjahæðar. Í niðurstöðum er nothæfisstuðullinn gefinn með og án þessara takmarkana þó svo að töluverður vafi sé á því hvort þau eigi að innifelast í 95 % gildinu .

Unnið er með fyrirliggjandi vindhraðamælingar sem eru af þrennum toga:

- (i) METAR gögn, tímabilið 1994-2014 (20 heil ár)
- (ii) Mastur Veðurstofu Íslands (VÍ) á miðjum velli, tímabilið 2005-2014 (9 heil ár)
- (iii) Brautarmælar Isavia, mælingar við fjóra brautarenda, tímabilið 2005-2014 (7+ ár)¹

Talið er að brautarmælar Isavia gefi réttustu niðurstöðuna. Mælarnir eru staðsettir við snertisvæði brauta og tíðni mælinga er á mínútu fresti. Jafnframt notar flugturninn viðeigandi brautarmæli til að upplýsa flugmenn í aðflugi um landingaraðstæður á þeirri braut sem er í notkun. Vindhraðamælir VÍ er svipaðs eðlis og aðrir sjálfvirkir mælar sem VÍ starfrækir, tíðni mæligilda er minni en í brautarmælum og aðeins einn mælir er á flugvelli. METAR gögnin innihalda lengstu gagnaröðina en hafa þann vankant að gögnin eru ekki frumgögn úr mælum eins og í hinum gögnunum. METAR gögnin 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. Brautarmælar Isavia er eina mæliröðin sem inniheldur breytileika vinds innan flugvallarins, bæði varðandi vindhraða og vindátt.

¹Mælingar vantar á hluta af tímabilinu. Allar mælingar voru notaðar og vægi aðlagð jafnri ársviktun. Það voru 7 heil ár, sjá kafla 4.5.

Niðurstaða útreikninga á nothæfisstuðli fyrir Reykjavíkurflugvöll sem byggir ár brautarmælum Isavia er gefin í töflu 1.

Tafla 1. Nothæfisstuðull Reykjavíkurflugvallar reiknaður út frá brautarmælum Isavia fyrir 13 hnúta hliðarvindshámark brauta.

Nothæfisstuðull að teknu tilliti til	Flugbrautir í notkun		Mismunur
	01/19 og 13/31	01/19, 13/31 og 06/24	
Vinds	97,0 %	99,4 %	2,4 %
Vinds, skyggnis og skýjahæðar	95,9 %	98,1 %	2,2 %
Mismunur	1,1 %	1,3 %	

Áður hafa verið gerðar greiningar á nothæfisstuðli fyrir Reykjavíkurflugvöll, þá var unnið með SYNOP og METAR gögn, þau gögn eru talin ónákvæmari en brautarmælarnir og VÍ mælingar. Niðurstöður fyrri greininga leiddu til áþekkrar niðurstöðu á brautarfyrirkomulagi 01/19, 13/31 og 06/24 en lægra mats þegar 06/24 er ekki í rekstri. Sem dæmi má nefna úrvinnslu sem var framkvæmd árið 2000 af sömu aðilum og unnu þessa greinargerð. Þá voru notuð METAR gögn (1994-2000) og nothæfisstuðull með brautum 01/19 og 13/31 reiknaðist 95,5 % að teknu tilliti til hliðarvinds. Hér reiknast hann sem 96,5 % þegar METAR mæliröðin er lengri (1994-2014), sjá töflu 9.

Nothæfisstuðull flugvallar er sú prósentutala af æskilegri notkun sem unnt er að nota flugvöll án þess að veður hamli notkun. Nothæfisstuðull segir þó ekkert til um hvort flugvöllur er opinn eður ei, þar sem rekstraraðili flugvallarins tekur ekki ákvörðun um hvort flugvellinum sé lokað útfrá hliðarvindi. Það er ábyrgð flugrekenda hvort þeir hefja flug og síðan lenda á flugvellinum. Flugrekendur byggja ákvörðun um önnur viðmið m.a. á leiðbeiningum flugvélaframleiðanda og reynslu sinni. Þessi viðmið eru síðan skráð í flugrekstrarbækurnar flugrekandans sem samþykkt er af samgöngustofu.

Sá nothæfisstuðull sem ráðleggingar ICAO byggja á felst í einfaldri nálgun og hentar sem viðmið við valkostagreiningu á nýjum flugvöllum. Hann hentar síður ef leggja á nákvæmt mat á notkunarmöguleika einstakra flugvéla því hann byggir á einföldunum varðandi leyfilegan hliðarvind og bremsuskilyrði. Fyrir Reykjavíkurflugvöll taka leiðbeiningarnar mið af 13 hnúta hliðarvindshámörkum, en það er nokkuð undir þeim gildum sem notast í reglulegu áætlunarflugi og sjúkraflugi við góðar hemlunaraðstæður (sem er t.d. 30 hnútar fyrir Fokker 50). Við lélegar hemlunaraðstæður eru þessi mörk hins vegar of há, þá getur hliðarvindshámarkið t.d. farið niður í 5 hnúta. Þá er ekki heldur rétt að taka eingöngu mið af meðalvindhraða við landingu því hviður og ókyrrð hafa áhrif. Þættir eins og vindhviður, ókyrrð, eftirlit og stýring bremsuskilyrða og brautarbreidd eru einfaldaðar í nothæfisstuðli ICAO í samanburði við raunveruleikann.

2 NOTHÆFISSTUÐULL

2.1 Almennt

Alþjóða Flugmálastofnuninni (ICAO) leggur til í leiðbeiningum sínum nothæfisstuðul flugvalla í Annex 14 “Aerodome” (útgáfa 6 frá júlí 2013). Þar kemur fram að þessi stuðull er einkum ætlaður til viðmiðunar við hönnun flugvalla til að ákvarða fjölda og stefnu flugbrauta. Nothæfisstuðullinn er tilmæli til viðmiðunar en ekki krafa.

ICAO ráðleggur að nothæfisstuðullinn sé ekki undir 95% fyrir þær flugvélar sem hann þjónar, orðrétt segir í grein 3.1.1.

Recommendation.— *The number and orientation of runways at an aerodrome should be such that the usability factor of the aerodrome is not less than 95 per cent for the aeroplanes that the aerodrome is intended to serve.*

Nothæfisstuðullinn er sú prósentutala af æskilegri notkun sem unnt er að nota völlinn án þess að hliðarvindur hamli notkun. Þannig merkir nothæfisstuðull 95% að hliðarvindur kunni að hamla notkun í 5% tilvika.

Það ber að varast að oftúlka nothæfisstuðullinn og rangt er að telja að flugvöllur með 95% nothæfisstuðul hafi rúmlega 18 daga á ári þar sem völlurinn er lokaður og ekki hægt að starfrækja flug, t.d innanlandsflug eða sjúkraflug. Nothæfisstuðull ICAO byggir á einföldunum og það þarf nákvæmara líkan til að meta raunverulega nothæfistíma áætlunarflugs og sjúkraflugs. Nothæfisstuðull segir ekkert til um hvort flugvöllur er opinn eður ei, þar sem rekstraraðili flugvallarins tekur ekki ákvörðun um hvort flugvellinum sé lokað útfrá hliðarvindi. Það er ábyrgð flugrekenda hvort þeir hefja flug og síðan lenda á flugvellinum. Flugrekendur nýta sér þá flugrekstrarbækurnar sínar til að taka ákvörðunina.

Í ráðleggingum ICAO er lagt til fremur einföld aðferðafræði við mat á að nothæfisstuðlinum og reiknast stuðullinn einkum útfrá kröfu um ásættanlegan hliðarvind við landingu.

2.2 Forsendur útreiknings á nothæfisstuðli

Sem fyrr segir er nothæfisstuðullinn skilgreindur í í Annex 14 “Aerodome” (útgáfa 6 frá júlí 2013). Þegar rýnt er í skilgreininguna hvernig stuðullinn á að reiknast (sjá greinar 3.1.3, 3.1.4 og grein 1.1.2 í viðauka A) kemur í ljós að sumt er óljóst varðandi forsendur reikninga og til hvaða þátta á að líta. Hér á eftir er gerð grein fyrir því hvaða forsendur eru lagðar til grundvallar þessarri úrvinnslu.

Nothæfisstuðull (Usability factor)

Í orðskýringum í kafla 1 segir að nothæfisstuðull er sá tími sem hliðarvindur hamli ekki notkun á flugbraut eða kerfi flugbrauta. Hliðarvindur er sá þáttur vinds sem verkar þvert á miðlinu flugbrautar.

Usability factor. *The percentage of time during which the use of a runway or system of runways is not restricted because of the crosswind component.*

Af þessu að dæma ætti ekki að þurfa að huga skyggni og skýjahæð í nothæfisstuðli.

Hliðarvindur

Í grein 3.1.4 er sagt að hliðarvindur eigi að reiknast útfrá meðalvindhraða og að lengd mæliraðar eigi helst að vera yfir fimm árum. Það er ekki tilgreint nákvæmlega hvaða meðalvindhraða eigi að miða við, oftast er meðalvindhraði tekinn yfir 10 mínútur en einnig er unnið með meðalvindhraða yfir tveggja mínútna tímabil við landingar. Í þessari úrvinnslu er unnið með gögn sem hafa 10 mínútna meðalvindhraða (METAR og VÍ mælir) og brautarmæla Isavia sem hafa tveggja mínútna meðaltal. Styttra tímabil leiðir yfirleitt til lægra gildis á nothæfisstuðli.

Þó að ICAO bendi á að það eigi að nota meðalvindhraða er einnig nefnt í grein 3.1.4 og grein 1.1.2 í ATT-A1 að við vissar aðstæður kunni að vera ástæða til þess að taka tillit til hviða. Nákvæm lýsing á því hvernig taka eigi tillit til hviða er ekki gefin. Ekki er talið að sérstakar vindaðstæður séu við Reykjavíkurlugvöll sem kalli á skoðun á vindhviðum. Þó vindhraði sé hár í samanburði við flugvelli í Evrópu þá sýna mælingar að hviðustuðull sé eðlilegur og meðalvindhraði lýsir því aðstæðum vel.

Hliðarvindshámörk.

Í grein 3.1.3 er tilgreint að miða eigi við eftirfarandi hliðarvindshámörk.

Tafla 2. Hliðarvindshámörk flugbrauta.

Viðmiðunarflugtaksvegalengd [m]	Hliðarvindshámörk (m.v. meðalvindhraða, þ.e. án hviðu) [hnútar]
≥ 1500 m	20 en 13 ef léleg hemlunarskilyrði
1200 – 1499	13
< 1200	10

Þær flugvélar á Reykjavíkurlugvelli sem eru í áætlunarflugi falla undir flokkinn 1200-1499 m og hliðarvindshámörk er þá 13 hnútar. Það vekur athygli að fyrrnefnd hliðarvindshámörk eru óháð brautarbreidd en flugrekstraraðilar og flugvélaframleiðendur tilgreina oft mismunandi hliðarvind háðan brautarbreidd. Varðandi áhrif brautarbreiddar segir, í grein 1.1.2 í Attachment A ATT-A1, að það megi huga að áhrifum hennar en nákvæm gildi eru ekki gefin. Í þessari úrvinnslu er reiknað með 13 hnúta hliðarvindshámörki á allar brautir óháð breidd.

Meðvindshámörk

Þegar mælingar eru framkvæmdar með einum mæli skiptir meðvindshámörk ekki máli í úrvinnslu því þá er unnt að lenda úr gagnstæðri átt með mótvindi svo fremi sem aðflugslágmörk hindri ekki. Þegar vindhraðamælingar eru gerðar á hverjum brautarenda getur mismunur í mælingum orsakað að hliðarvindur er yfir mörkum þess brautarenda sem hefur mótvind en undir hliðarvindsmörkum þess sem hefur meðvind. Í þessari úrvinnslu var meðvindshámörk sett sem 10 hnútar fyrir allar brautir.

Aðflugstakmarkana vegna skyggnis og skýjahæðar

Það er ekki skýrt hvort nothæfisstuðill eigi að innihalda takmarkanir vegna skyggnis og skýjahæðar. Í skilgreiningu á nothæfisstuðli er einungis nefnt að innihalda hliðarvind en í grein 3.1.3 er vísað í viðauka A og talað um að lækka nothæfisstuðulinn vegna aðflugstakmarkana við óvenjulegar aðstæður

In Attachment A, Section 1, guidance is given on factors affecting the calculation of the estimate of the usability factor and allowances which may have to be made to take account of the effect of unusual circumstances.

Í Attachment A segir síðan:

A study should also be made of the occurrence of poor visibility and/or low cloud base. Account should be taken of their frequency as well as the accompanying wind direction and speed.

Í þessari úrvinnslu var ákveðið að sýna nothæfisstuðulinn bæði með og án aðflugstakmarkana vegna skyggnis og skýjahæðar.

Notkunartími flugvallar

Nothæfisstuðullinn er ætlaður sem mat á nothæfi fyrir þann tíma sem flugvöllurinn er í notkun. Reykjavíkurlflugvöllur er opinn daglega milli 07-23 en milli 08-23 um helgar og á almennum frídögum. Flugvöllurinn er hins vegar opinn allan sólarhringinn með tilliti til sjúkraflugs. Í þessari úrvinnslu var ákveðið að reikna notkunartíma fyrir allan sólarhringinn. Áhrif þess að miða nothæfisstuðulinn við tímann milli kl. 07-23 voru skoðuð og leiddu í ljós smávægilega lækkun sem var oftast á bilinu 0 til 0,2%. Í heimildum [17] og [13] var þetta einnig kannað og niðurstaðan var að lítill munur væri á tímabilunum.

Hemlunarskilyrði

Almennt er hliðarvindshámark flugvéla tengt hemlunarástandi brauta. Hemlunarástand brauta kemur hins vegar lítið inn í mat á nothæfisstuðli ICAO. Slæmt hemlunarástand kemur inn til lækkunar á hliðarvindshamörkum fyrir viðmiðunarflugtaksvegalengdir sem eru 1500 m eða lengri, sjá töflu 2. Hér er unnið með flugvélar sem hafa styttri viðmiðunarflugtaksvegalengdir og þess vegna koma hemlunarskilyrði ekki inn í þetta mat á nothæfisstuðlinum.

3 VINDHRAÐAMÆLINGAR Á REYKJAVÍKURFLUGVELLI

3.1 Almennt um gagnaskrár

Frá Reykjavíkurlugvelli eru fyrirbyggjandi nokkrar mæliraðir sem nýta má við að meta aðstæður til flugs.

- (i) SYNOP Á tímabilinu 12. jan. 1950 til 9.nóv. 1973 var veðurstöðin í Reykjavík staðsett á Reykjavíkurlugvelli og frá þeim tíma eru fyrirbyggjandi almennar veðurathuganir (SYNOP) sem framkvæmdar voru á þriggja klukkustunda fresti allan sólarhringinn. Þessar athuganir eru allar til á tölvutæku formi.
- (ii) METAR Athuganirnar eru reglubundnar veðurathuganir á flugvöllum sem lýsa veðri á ákveðnu augnabliki. Þetta er veðurathuganir sérsniðnar fyrir flug og eru gerðar á klukkustunda fresti á Reykjavíkurlugvelli, alls 24 athuganir á sólarhring. Ef veður breytist markvert milli athugunatíma eru send út veðrabrigðaskeyti, SPECI skeyti. Veðurstofa Íslands sér um að framkvæma METAR athuganir á Reykjavíkurlugvelli og eru þær mælingar tiltækar á tölvutæku formi frá 17.2.1994 til dagsins í dag.
- (iii) VÍ mastur Sjálfvirkar mælingar frá veðurstöð Veðurstofu Íslands á Reykjavíkurlugvelli eru fyrirbyggjandi frá árinu 2000.
- (iv) Brautarmælar Flugvölluninn hefur frá snemma á árinu 2005 starfrækt fjóra brautarmæla sem eru staðsettir nærri brautarendum. Mjög ítarleg vindgögn eru skráð frá öllum mælum á 15 sekúndna fresti, hluti af skráðum mæligögnum var þó vistaður á einnar mínútu fresti.

Mæligögn hafa mismunandi tíðni á skráðum mæligögnum, sjá töflu 3. Nánari grein er gerð fyrir fyrirkomulagi og gæði mælinga í heimild [1]. Í þessari úrvinnslu eru notaðar mæliraðir (ii), (iii) og (iv).

Tafla 3. Yfirlit yfir fjölda færslna sem eru skráðar á hverjum 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	

Í þessari úrvinnslu eru notaðar mæliraðir (ii), (iii) og (iv). Í heimild [12] er unnið úr gögnum (i).

3.2 Vindhraðamælar sem hafa verið starfræktir á Reykjavíkurlugvelli

Vindhraðamælar var á þaki gamla flugturnsins allan tímann sem veðurstöðin var á flugvellinum, og áfram eftir að veðurstofan flutti á núverandi stað á Bústaðarveg. Mælinn á gamla flugturninum var í 17m hæð

og liggja þessar mælingar til grundvallar gildum á meðalvindhraða og vindstefnu í SYNOP athugunum frá Reykjavík þar til mælar í mastri við veðurstofuhús á Bústaðarvegi 9 voru settir upp.



Mynd 1. Vindhraðamælir sem notaður var við SYNOP athuganir 1950-1973. Mælirinn var á stöng á þaki gamla flugturnsins.

Árið 1963 var settur upp vindhraðamælir af Munro gerð (hviðumælir) á svokallaðri radareyju á flugvellinginum. Sá mælir var í um 7m hæð yfir jörðu og er það vegna flugumferðar sem hann var ekki hafður í hinni stöðluðu 10m hæð. Í METAR og AERO bókum fyrir flugveðurathuganir var lengi stuðst við mælingar á radareyjuni. Um tíma voru tveir vindhraðamælar staðsettir á radareyjuni, Flugmálastjórn starfrækti Munroe mælinn og notaði upplýsingar frá honum til að upplýsa flugmenn um vindhraða við landingu. Veðurstofa Íslands starfrækti svo Lambrect mæli og notaði hann til að meta meðalvindhraða sem skráðist í METAR skeytin. Í maí árið 2000 var þeim mæli síðan skipt út fyrir Young mæli. Mælir Veðurstofunnar var færður í 10m hæð þann 28.04.2003. Árið 2005 setti Isavia svo upp fjóra vindhraðamæla sem eru skálamælar frá Väisala. Mælar Isavia eru staðsettir nærri landingarstöðum á brautum 01, 19, 13 og 31, sjá mynd 6. Flugturninn notar brautarmælana til að upplýsa flugmenn í aðflugi um landingaraðstæður á þeirri braut sem er í notkun. Veðurstofa Íslands hefur einnig aðgang að brautarmælunum og getur notað við ákvörðun vindhraða í METAR skeytum.



Mynd 2. Vindhraðamælir á radareyju fyrir hækkun mælis.



Mynd 3. Mælir VÍ eftir hækkun í 10m til vinstri, mynd tekin 04.03.2003. Sjá má gamla Munro vindhraða og stefnumælirinn hægra megin.



Mynd 4. Vindhraðamælar Isavia við brautarenda 01 og 19.

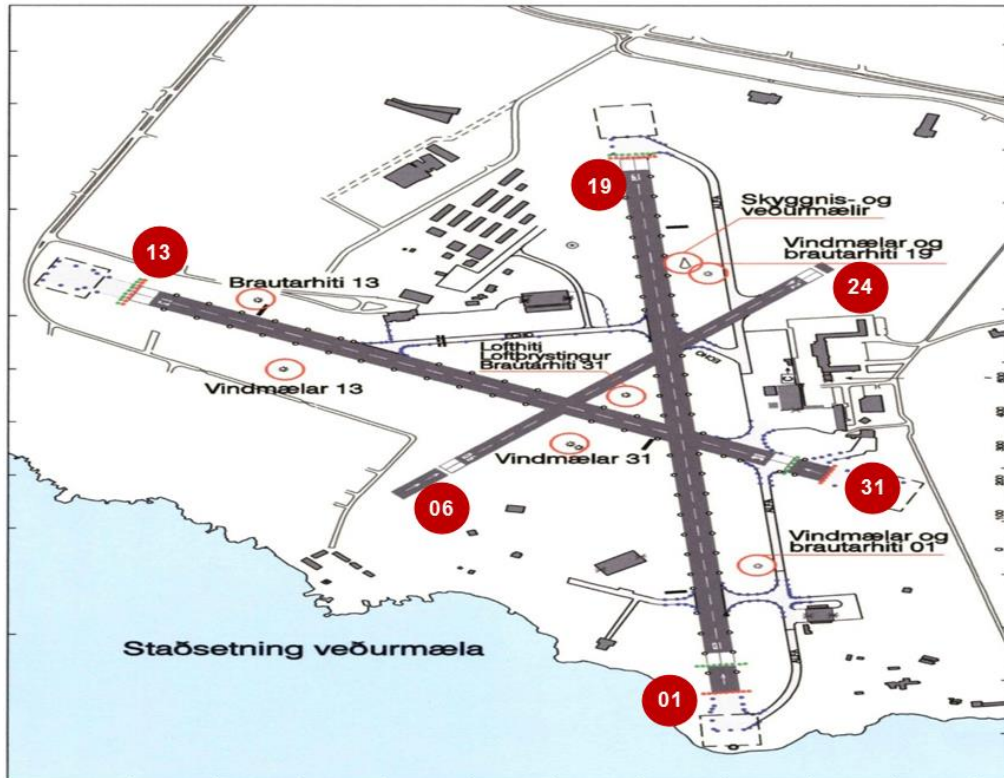


Mynd 5. Vindhraðamælar Isavia við brautarenda 13 og 31.

4 MAT Á NOTHÆFISSTUÐLI

4.1 Almennt

Meðfylgjandi mynd sýnir fyrirkomulag brauta og mælíbúnaðar á Reykjavíkurlugvelli. Tafla 4 sýnir brautarstefnur, lengdir og breidd brauta auk aðflugslágmörka.



Mynd 6 Staðsetning vindhraðamæla og brautarnúmer.

Tafla 4. Brautarstefnur og aðflugslágmörk fyrir Reykjavíkurlugvöll.

Brautar-númer	Brautar-stefna 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 reikningum með METAR gögnum því METAR skeytin standa á 100 fetum.

²Réttvísandi stefna.

4.2 Fyrirliggjandi greiningar á nothæfisstuðli Reykjavíkurlugvallar

Fyrirliggjandi eru nokkrar úrvinnslur á veðurgögnum til að meta nothæfisstuðul Reykjavíkurlugvallar vegna hliðarvinds á brautir. Úrvinnslurnar byggja allar í meginatriðum á ráðleggingum ICAO. Í þessum athugunum hétu flugbrautirnar öðrum nöfnum, þ.e. braut 01/19 var 02/20, braut 13/31 var 14/32 og braut 06/24 var 07/25.

Athugun á notagildi Reykjavíkurlugvallar - Með og án flugbrautar 07/25 [12]

Þessi greinargerð er unnin af Sigurði Jónssyni á vegum Ví í mars 1997. Til grundvallar úrvinnslu liggja SYNOP-athuganir gerðar á Reykjavíkurlugvelli á tímabilinu 1957-1973, átta athuganir á sólarhring (0, 3, 6, 9, 12, 15, 18, 21). Vindhraðamælir var í 17m hæð ofan á húspaki gamla flugturnsins, sjá mynd 01. Mæliaðstæður uppfylla ekki kröfur um gæði vindmælinga því mannvirki trufla mælingu á vindhraða og vindátt.

Meginniðurstöðurnar koma fram í eftirfarandi töflu sem sýnir nothæfisstuðul sem tekur tillit til hliðarvinds.

Tafla 5. Mat á nothæfisstuðuli Reykjavíkurlugvallar m.v. 13 hnúta, úr heimild [12].

Nothæfisstuðull að teknu tilliti til	Flugbrautir í notkun		Mismunur
	01/19 og 13/31	01/19, 13/31 og 06/24	
Vinds	94,8%	98,5%	3,7 %

Auk þessa var sýnt fram á að skyggni og skýjahæð hafa lítil áhrif á nýtingu brautar 07/25. Sérstaklega við brautarstefnu 07, enda norðanáttir tengdar björtu veðri en suðvestlægar áttir lægðum, skúrum eða éljagangi.

Foranalyse vedrørende en eventuel flytning af Reykjavik Lufthavn [10]

Þessi greinargerð er unnin af Rambøll í apríl 2000. Til grundvallar úrvinnslu liggja sömu SYNOP gögn og í greinargerð Sigurðar Jónssonar. Sem forsenda á vali hliðarvindsmarka var talið að með góðri stýringu á brautarskilyrðum megi nota 30 hnúta hliðarvindsmörk fyrir flugvélar í reglubundnu innanlandsflugi, t.d. Fokker 50 og ATR-42. Meðal niðurstaðna var að þó að flugbrautum yrði fækkað niður í eina braut myndi nást 98,5-99% nothæfi í áætlunarflugi og 90-93% nothæfi smávéla. Hvorki var tekið tillit til takmarkana á notkun vegna skyggnis og skýjahæðar né slæms brautarástands. Í úrvinnslunni var ekki fylgt leiðbeiningum ICAO.

Um nýtingarhlutfall brauta á Reykjavíkurlugvelli [3]

Þessi greinargerð er unnin af Guðmundi R. Jónssyni og Páli Valdimarssyni í febrúar 2000 að beiðni Orkuveitu Reykjavíkur. Úrvinnslan byggði á METAR gögnum frá tímabilinu 17.02.94 – 15.02.00. Í

Útreikningum var reiknað með og án áhrifa af skráðum vindhviðum í athugunum². Meginniðurstöðurnar koma fram í eftirfarandi töflu. Þar er tekið tillit til hliðarvinds en ekki fjallað um takmarkanir á notkun vegna skyggis og skýjahæðar eða brautaskilyrða.

Tafla 6. Mat á nothæfisstuðli Reykjavíkurlugvallar m.v. 13 hnúta, úr heimild [3].

Nothæfisstuðull að teknu tilliti til	Flugbrautir í notkun		Mismunur
	01/19 og 13/31	01/19, 13/31 og 06/24	
Vinds	94,6%	99,0%	4,4 %
Vindur með skráðum vindhviðum	93,8%	98,2%	4,4 %

Höfundum var ekki kunnugt um að gögnin sem þeir höfðu innihéldu nokkrar villur í vindáttamælingu. Á tímabilinu frá 15.01.1998 – 30.4.2000 var vindáttin skráð í seguláttir en á öðrum tíma í höfuðáttir. Þessi villa í gögnum, 20° stefnuskekkja, nær yfir hluta mælitímabilsins og hefur þau áhrif að um nokkra útjöfnun verður á milli átta.

Um nýtingarhlutfall brauta á Reykjavíkurlugvelli [17]

Þessi greinargerð var unnin af Verkfræðistofunni Línuhönnun (af Agli Þorsteins, Haraldi Sigbórssyni og Sigurði Erni Jónssyni) í nóvember 2000 fyrir Samvinnunefnd um svæðisskipulag höfuðborgarsvæðisins. Úrvinnslan byggði á METAR (og SPECI) gögnum frá tímabilinu 17.02.1994 – 30.06.2000. Meginniðurstöðurnar varðandi nothæfisstuðul ICAO koma fram í eftirfarandi töflu sem sýnir nothæfisstuðul sem tekur tillit til hliðarvinds með jafna vigtnun yfir sólarhringinn. Tímabilið stóð ekki á heilu ári og voru dagar viktaðir svo allir höfðu jafnt vægi.

Tafla 7. Nothæfisstuðull ICAO fyrir Reykjavíkurlugvallar m.v. 13 hnúta, úr heimild [17]

Nothæfisstuðull að teknu tilliti til	Flugbrautir í notkun		Mismunur
	01/19 og 13/31	01/19, 13/31 og 06/24	
Vinds	95,5 %	99,0 %	3,5 %

Flight technical assessment of Reykjavik Airport [13]

Þessi greinargerð var unnin af National Aerospace Laboratory (NLR) í Holland (af P.J. van der Geest, J.A.Post, H.A.P.J. Baijer og S. Wanders) í mars 2006. Tilgangurinn var að kanna mögulegar breytingar á flugbrautum Reykjavíkurlugvallar. Úrvinnslan byggði á METAR (og SPECI) gögnum á fimm ára tímabili 2001-2005. Þó greinargerðin fjalli um mögulegar breytingar á brautum má finna mat á núverandi brautarfyrirkomulagi (bls. 51) auk breyttra brauta en með sömu stefnum 01/19 og 13/31 (bls. 57).

² Vindhviður eru skráðar í METAR skeyting þegar stærsta vindhviða á 10 mínútum er ≥ 10 hnútum yfir meðalvindhraðanum.

Tafla 8. Nothæfisstuðull ICAO fyrir Reykjavíkurlugvöll úr heimild [13]. Reiknað úr METAR gögnum 2001-2005 með hliðarvindshámarki = 13 hnútar.

Nothæfisstuðull að teknu tilliti til	Flugbrautir í notkun		Mismunur
	01/19 og 13/31	01/19, 13/31 og 06/24	
Vinds	89,3 %	99,0 %	9,7 %
Vinds auk vindhviða	87,6 %	96,9 %	9,3 %
Vinds, skyggnis og skýjahæðar	84,3 %	98,1 %	13,8 %

Nothæfisstuðullinn fyrir brautir 01/19, 13/31 og 06/24 eru sambærilegur og í öðrum greiningum í þessari greinargerð. Nothæfisstuðullinn fyrir brautir 01/19 og 13/31 er hins vega langtum lægri en í öllum öðrum greiningum í þessari greinargerð. Ef litið er til hliðarvinds er munurinn 9,7%. Þetta er ótrúlegt gildi og ótrúverðugt. Einn möguleiki sem kann að skýra þessa niðurstöðu er að í úrvinnslu er vindáttum breytt frá mældu gildi sem er á 10° geira í 22,5° geira (sjá bls. 35). Það er óheppilegt að gera þetta og getur breytt áttum svo mikið að braut 06/24 verður ranglega hagstæðari í reikningum.

4.3 Nothæfisstuðullinn metinn með METAR gögnum frá 1994-2014

Veðurstofa Íslands sér um að framkvæma METAR athuganir á Reykjavíkurlflugvelli 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 athugunátíma eru send út veðrabrigðaskeyti, SPECI skeyti.

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. Talið er að METAR skeyti frá 1994-2000 byggji einkum á Lambrect mæli staðsettum á svokallaðri radareyju á flugvellinum. Á tímabilinu frá 2000-2012 var einkum haft hliðsjón af Young mæli Ví á radareyju. Mælirinn var upphaflega í 7m hæð en færður upp í 10m hæð árið 2003. Árið 2012 fékk veðurathugunarmaður beinan aðgang að fjórum brautarmælum Isavia (settir upp 2005) til viðbótar við Young mælinn. Mæligögn úr brautarmæli R31 koma nú sjálfvirkt inn í METAR kerfið og veðurathugunarmaður þarf að slá gögn handvirkt inn ef hann vill breyta skráningu, t.d. ef mikill munur er milli mæla á brautarendum eða þeirra og Ví mælinum. Vindáttir í METAR gögnum eru í réttvísandi áttum nema á tímabilinu frá 15.01.1998 – 30.4.2000 þegar vindáttin var ranglega skráð í seguláttir, það var leiðrétt í þessari úrvinnslu.

Skyggni og skýjahæð er bæði mæld og metin, tækin eru aðeins til hjálpar og þar ræður mat athugunarmannsins. Veðurstofan er hvorki með skýjahæðar- né skyggnismæli á flugvellinu svo hún hefur nú tengingu við mæla Isavia. 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.

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 184.816 METAR og SPECI færslur á tímabilinu frá 16.02.1994 24:00 – 07.11.2014 15:00. Af þeim reyndust 397 færslur ónothæfar.

Í töflu 9 eru niðurstöður reikninga á nothæfisstuðli ICAO fyrir Reykjavíkurlflugvöll útfrá METAR gögnum á tímabilinu 16.02.1994 24:00 -16.02.2014 23:00. Fram kemur að nothæfisstuðullinn lækkar um 2,6% við að taka brautir 06/24 úr notkun. Áhrif þess að taka inn flughamlandi áhrif skyggnis og skýjahæðar virka til lækkunar upp á um 1,3 - 1,5 %.

Tafla 9. Nothæfisstuðull fyrir Reykjavíkurlflugvöll, reiknaður út frá METAR gögnum. Hliðarvindshámark brauta = 13 hnútar.

Nothæfisstuðull að teknu tilliti til	Flugbrautir í notkun		Mismunur
	01/19 og 13/31	01/19, 13/31 og 06/24	
Vinds	96,5 %	99,1 %	2,6 %
Vinds, skyggnis og skýjahæðar	95,2 %	97,6 %	2,4 %
Mismunur	1,3 %	1,5 %	

4.4 Nothæfisstuðull metinn með gögnum frá Ví mæli, 2005-2013

Við útreikninga voru notuð samtals 9 ár af mælingum, tímabil mælinga sem var notað má sjá á mynd 7. Mæligögnin sem eru notuð eru skráð á tíu mínútna fresti, 144 mælingar á dag, og innihalda þau 10 mínútna meðalvindhraða undanliðins tímabils.

Ár\Mánuði	Jan	Feb	Mar	Apr	Maí	Jún	Júl	Ágú	Sep	Okt	Nóv	Des
2005									0	0	0	0
2006	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2007	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2008	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2009	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2010	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2011	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2012	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2013	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2014	0	0	0	0	0	0	0	0	0			

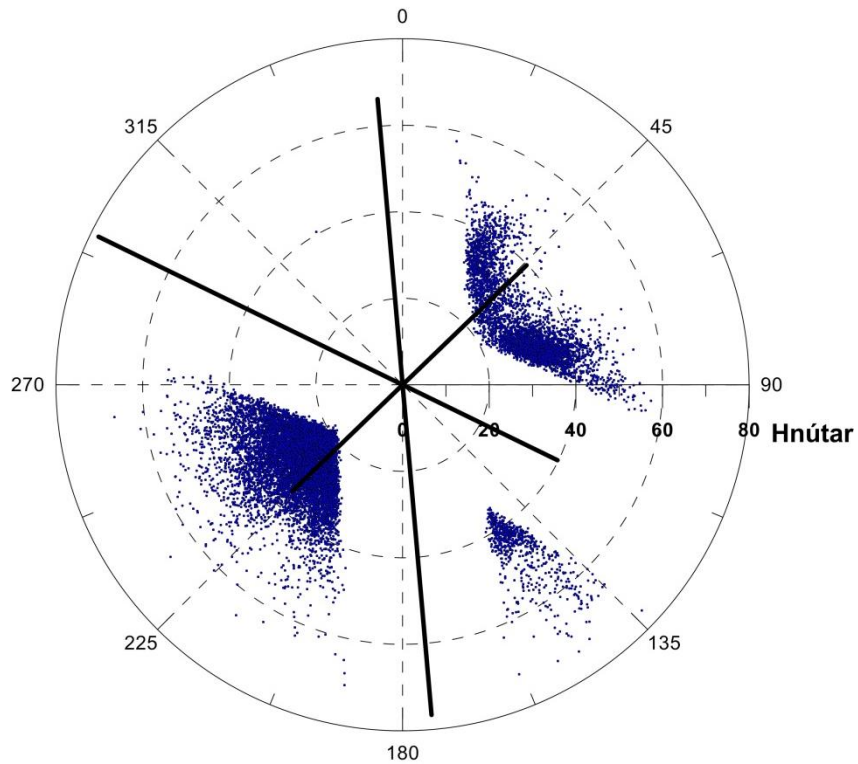
Mynd 7 Tímabil mælinga í Ví mastri sem notað er við útreikninga. Tímabil sem er litað er notað við reikninga. „0“ merkir að mæligögn eru til.

Í töflu 10 eru niðurstöður reikninga á nothæfisstuðli fyrir Reykjavíkurlflugvöll út frá mæli Ví á tímabilinu 2005-2014. Fram kemur að nothæfisstuðullinn lækkar um 2,4 % við það að taka brautir 06/24 úr notkun. Nothæfisstuðull ICAO fyrir brautir 01/19 og 13/31 þegar tekið er tillit til hliðarvinds er 97,2 %.

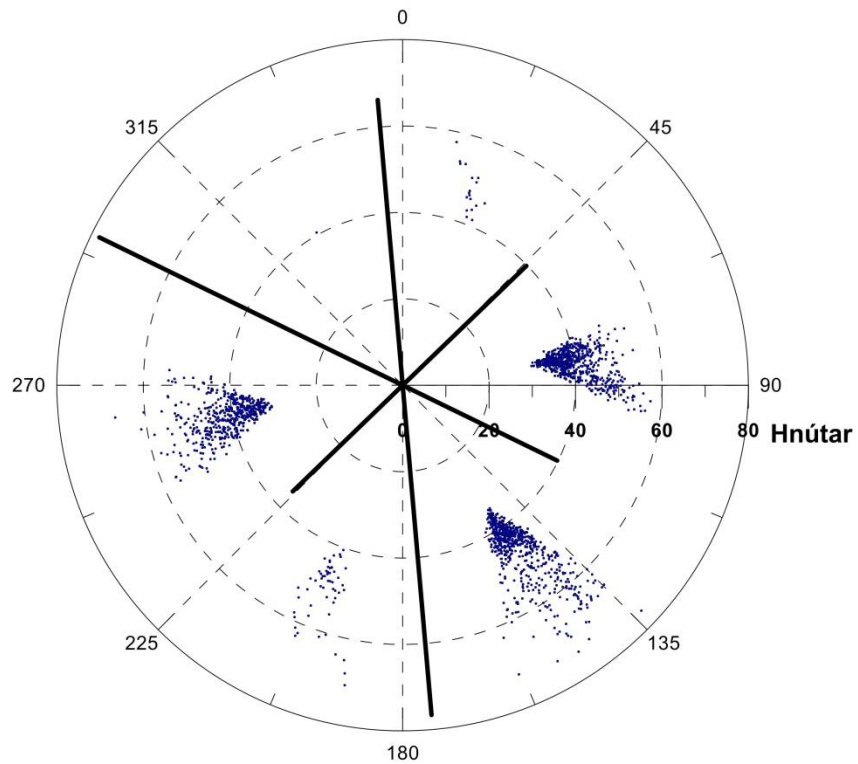
Tafla 10. Nothæfisstuðull fyrir Reykjavíkurlflugvöll, reiknaður út frá Ví mastri, 9 ára mæliroð. Hliðarvindshámark brauta = 13 hnútar.

Nothæfisstuðull að teknu tilliti til	Flugbrautir í notkun		Mismunur
	01/19 og 13/31	01/19, 13/31 og 06/24	
Vinds	97,1 %	99,6 %	2,5 %

Á myndum 8 og 9 eru sýndir þeir mælipunktur þar sem hliðarvindur er yfir 13 hnútum. Mynd 8 sýnir 2,9% af öllum mælingum og mynd 9 sýnir 0,4 % af öllum mælingum.



Mynd 8 VÍ mælir með brautir 01/19 og 13/31 í notkun. Mælipunktur þar sem hliðarvindur er yfir 13 hnútum. Hver mælipunktur samsvarar 10 mínútna tímabili.



Mynd 9 VÍ mælir með brautir 01/19, 13/31 og 06/24 í notkun. Mælipunktur þar sem hliðarvindur er yfir 13 hnútum. Hver mælipunktur samsvarar 10 mínútna tímabili.

4.5 Nothæfisstuðull metinn með gögnum frá brautarmælum Isavia

Brautarmælar Isavia voru reistir snemma árs 2005 og eru staðsettir í grennd við snertisvæði flugbrauta 01, 13, 19 og 31 og bera mælarnir heiti flugbrautanna sem þeir mæla, R01, R13, R19 og R31. Gert er ráð fyrir að hvert mastur sé lýsandi fyrir þá flugbraut sem það er staðsett við.

Mæligögnin sem eru notuð eru skáð á hverri mínútu, 1440 mælingar á dag, og þau innihalda meðalvindhraða sem er tekinn yfir tvær mínútur sem hlaupandi meðaltal. Vindmælarnir á flugbrautunum eru settir í segulátt og því eru gögn leiðrétt í réttvísandi áttir. Þau gögn sem notuð eru úr mælum koma fram í töflu 11.

Tafla 11. Breytur notaðar úr brautarmælum Isavia.

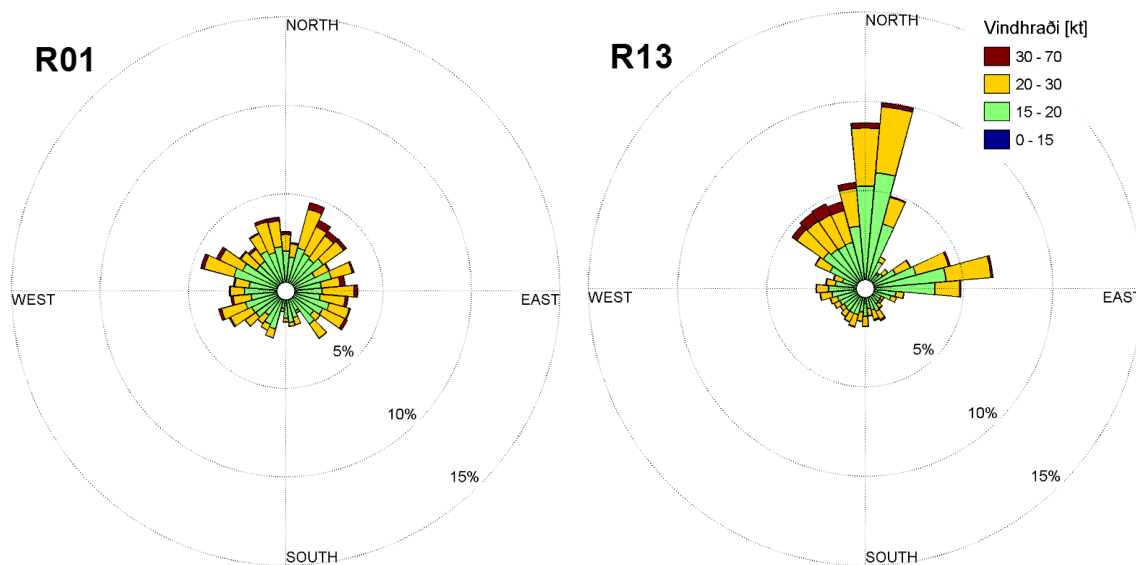
Breyta	Útskýring	Mæling
2M A	Meðaltalsgildi á vindhraða reiknað frá öllum mælingum síðustu 2 mín	Vindhraði
2M D	Meðaltalsgildi á vindátt reiknað frá öllum mælingum síðustu 2 mín	Vindátt
Cloud Base	Reiknuð hæð neðsta skýjalags sem þekur a.m.k helming himinhvolfsins. Gefið upp sem meðaltal síðustu 20 mín	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 1mín.	Skyggni (m)
RVR 1A	Brautarskyggni (m) mælt við braut 19. Reiknað fyrir síðustu 1mín. Notað ef skyggni (Vis 1A) fer niður fyrir 1500m.	Brautarskyggni (m)

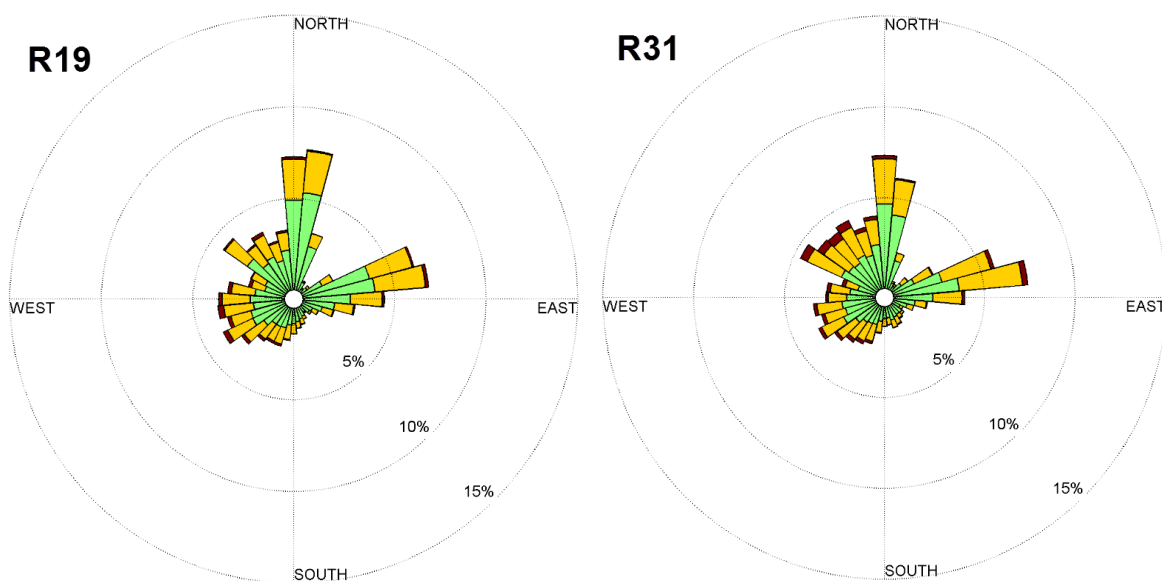
Í mælingum flugvallarins vantar mánuði og jafnvel ár. Öll mæligögn sem innihéldu heila mánuði voru nýtt í úrvinnslu. Til að aðlaga gögn að réttu vægi allra mánuða var notaður viktunarstuðull, sjá mynd 10. Að lágmarki voru notuð mæligögn frá sjö árum fyrir hvern mánuð.

Ár\Mánuðir	Jan	Feb	Mar	Apr	Maí	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				
Fjöldi	7	8	9	9	9	9	9	9	8	8	8	7
Viktun fyrir mánuð	1,1803	1,0328	0,9180	0,9180	0,9180	0,9180	0,9180	0,9180	1,0328	1,0328	1,0328	1,1803

Mynd 10 Tímabil mælinga í brautarmælum Isavia sem notað er við útreikninga. Tímabil sem er litað er notað við reikninga. „X“ merkir að mæligögn eru til. Tímabilið sem er notað stendur ekki á heilu ári og því eru mánuðir viktaðir til að aðlaga heilu ári.

Brautarmælarnir eru eina mæliröðin sem inniheldur breytileika vinds innan flugvallarins, bæði varðandi vindhraða og vindátt. Á mynd 11 eru vindrósir fyrir meðalvindhraða yfir 15 hnútum. Sjá má að vindrósirnar eru nokkuð breytilegar milli mælistaða og mælir R01 er sérstaklega frábrugðinn öðrum mælum.





Mynd 11 Vindrósir fyrir 2 mín meðalvindhraða yfir 15 hnútum. Mælistaðir R01, R13, R19 og R31. Vindáttir eru hér réttvísandi (en í segulstefnu í mælingum).

Í töflu 12 eru niðurstöður reikninga á nothæfisstuðli fyrir Reykjavíkurflugvöll út frá brautarmælum Isavia á tímabilinu 2005-2014. Fram kemur að nothæfisstuðullinn lækkar um 1,9-2,1% við það að taka brautir 06/24 úr notkun ef litið er til notkunar yfir allan sólarhringinn en 2,2-2,4 % á milli kl. 07-23. Áhrif þess að taka inn skyggni og skýjahæð virka til lækkunar upp á um 1,0-1,3%.

Tafla 12. Nothæfisstuðull fyrir Reykjavíkurflugvöll, reiknaður út frá brautarmælum ISAVIA frá 2005-2013. Hliðarvindshámark brauta = 13 hnútar. Gildi innan sviga eru fyrir dagtímanotkun milli kl 07-23.

Nothæfisstuðull að teknu tilliti til	Flugbrautir í notkun		Mismunur
	01/19 og 13/31	01/19, 13/31 og 06/24	
Vinds	97,0 % (96,6 %)	99,4 % (99,3%)	2,4 % (2,4 %)
Vinds, skyggnis og skýjahæðar	95,9 % (95,5 %)	98,1 % (98,0 %)	2,2 % (2,2 %)
Mismunur	1,1 % (1,1 %)	1,3 % (1,3 %)	

4.6 Samanburður á reiknuðum nothæfisstuðli

Niðurstöður reikninga á nothæfisstuðli eru teknar saman í töflu 13. Niðurstöðum úr brautarmælum og mastri VÍ ber vel saman en niðurstöður úr METAR gögnum leiða til heldur lægri gilda fyrir brautarfyrirkomulag með brautum 01/19 og 13/31. Nothæfisstuðull með brautum 01/19 og 13/31 liggur á bilinu 95,2 til 97,2% eftir því til hvaða mælinga og hvaða þátta er litið. Við það að hafa brautir 06/24 einnig í notkun hækkar nothæfisstuðullinn á bilinu 2,2 til 2,6 %.

Áhrif þess að taka inn áhrif skyggnis og skýjahæðar lækka matið á bilinu 1,3-1,5%. Vísbendingar eru um að þetta sé ofmat ef litið er til reynslu af vellinum.

Tafla 13. Nothæfisstuðull Reykjavíkurflugvallar reiknaður út frá mæligögnum með 13 hnúta hliðarvindshámark brauta.

Flugbrautir í notkun	Grunngögn					
	METAR		VÍ mælir		Isavia brautarmælar	
	Vindur	Vindur + skyggni & skýjahæð	Vindur	Vindur + skyggni & skýjahæð	Vindur	Vindur + skyggni & skýjahæð
01/19 og 13/31	96,5 %	95,2%	97,2%	-	97,0%	95,9 %
01/19, 13/31 og 06/24	99,1 %	97,6 %	99,6%	-	99,4%	98,1%
Mismunur	2,6 %	2,4 %	2,4%	-	2,4%	2,2%

Það er talið að brautarmælarnir gefi réttustu niðurstöðuna því þar er unnið með bestu mælingarnar auk þess sem mælarnir eru staðsettir við snertisvæði og flugmenn nota rauntímagögn úr þeim í aðflugi. Mælingar í VÍ mastri eru svipaðar eðlis og brautarmælarnir, tíðni mæligilda er þó minni og aðeins einn mælir er fyrir allan flugvöllinn. METAR gögnin innihalda lengstu gagnröðina en hafa þann vankant að gögnin eru ekki frumgögn úr mælum eins og í hinum gögnunum. METAR gögnin byggja á nokkrum mismunandi vindhraðamælum og eru blanda af mælingum úr mastri VÍ, brautarmælum Isavia og jafnvel fleiri athugunum sem athugunarmaður leggur til grundvallar skráningu í METAR skeytið. Brautarmælar Isavia er eina mæliröðin sem inniheldur breytileika vinds innan flugvallarins, bæði varðandi vindhraða og vindátt.

Niðurstaða útreikninga á nothæfisstuðli fyrir Reykjavíkurflugvöll er því talið best lýst með útreikningi úr brautarmælum.

Niðurstöður á eldri athugunum á nothæfisstuðlinum eru birtar í töflu 14 ásamt niðurstöðum þessarar greiningar, upplýsingum um undirliggjandi gögn og lengd mæliraðar.

Tafla 14. Niðurstöður fyrri greininga á nothæfisstuðli fyrir Reykjavíkurlflugvöll. Hliðarvindshámark brauta er 13 hnútar og áhrif frá skyggni og skýjahæð eru ekki innifalin.

Flugbrautir í notkun	VÍ 97 ³	OR 2000 ⁴	LH 2000 ⁵	NLR 2006 ⁶	EFLA 2014		
	SYNOP 1957- 1973 17 ár	METAR 1994- 2000 5 ár	METAR 1994- 2000 5+ ár	METAR 2001- 2005 5 ár	METAR 1994- 2014 20 ár	VÍ 2005- 2014 9 ár	Isavia 2005- 2014 7+ ár
01/19 og 13/31	94,8 %	94,6 %	95,5 %	89,3 %	96,5 %	97,2%	97,0%
01/19, 13/31 og 06/24	98,5 %	99,0 %	99,0 %	99,0 %	99,1 %	99,6%	99,4%
Mismunur	3,7 %	4,4 %	3,5 %	9,7 %	2,6 %	2,4%	2,4%

Niðurstöður á nothæfisstuðlinum ber ágætlega saman þegar brautir 01/19, 13/31 og 06/24 eru í notkun og er þá á bilinu 98,5-99,6 %. Nokkur munur er á niðurstöðum þegar brautir 01/19 og 13/31 eru notkun og felst það í mismunandi grunngögnum.

Meðfylgjandi eru nokkur atriði til athugunar varðandi eldri greiningar:

- SYNOP mælingar 1957-1973. Vindhraðamælir var í 17m hæð ofan á húspaki gamla flugturnsins, sjá mynd 01. Mæliaðstæður uppfylltu ekki almennar kröfur um gæði vindmælinga því mannvirki trufla mælingu á vindhraða og vindátt.
- Höfundum greiningar *OR 2000* var ekki kunnugt um að gögnin sem þeir höfðu innihéldu nokkrar villur í vindáttamælingu sem hafa áhrif til lækkunar á nothæfisstuðli. Á tímabilinu frá 15.01.98 – 30.4.00 var vindáttin skráð í seguláttir en á öðrum tíma í höfuðáttir. Gagnatímabilið var fremur stutt.
- LH 2000, þó mælitímabilið standi ekki á heilu ári var tekið tillit til þess í úrvinnslu. Almennar athugasemdir um METAR gögn eiga við auk þess sem gagnatímabilið er fremur stutt. Sá sem framkvæmdi reikninga í greiningu LH 2000 tók þátt í þessari greinargerð. Reikningar á METAR gögnum hér eru þeir sömu og í fyrri greiningu. Mismunandi niðurstöður fást hér því undirliggjandi mælitímabil er annað og í millitíð breytast vindhraðamælar sem eru notaðir við mat á vindhraða í METAR gögnum.

³ Unnið af Sigurði Jónssyni á vegum Veðurstofu Íslands í mars 1997, heimild [12].

⁴ Unnið af Guðmundi R. Jónssyni og Páli Valdimarssyni í feb. 2000 að beiðni Orkuveitu Reykjavíkur, heimild [3].

⁵ Unnið af Verkfræðistofunni Línuhönnun fyrir Samvinnunefnd um svæðisskipulag höfuðborgarsvæðisins, nóvember 2000. Heimild [17].

⁶ Unnin af National Aerospace Laboratory (NLR) í Holland í mars 2006, heimild [13].

- Niðurstöður NLR 2006 fyrir brautir 01/19 og 13/31 eru ótrúverðugar og fjarri öllum öðrum niðurstöðum sem hér er fjallað um. Ekki er vitað hvað veldur þessu frávik. Einn möguleiki sem kann að skýra þessa niðurstöðu er að í úrvinnslu er vindáttum breytt frá mældri átt sem er gefin á 10° geira í 22,5° geira. Það er óheppilegt að gera þetta og það fletur út vindrósina og kann að valda því að braut 06/24 verður hagstæðari í reikningum en ef rétt vindrós er notuð.

5 HEIMILDIR

- [1] Adda Bára Sigfúsdóttir “*Veðurstöðin í Reykjavík 1920-1996*”. VÍ-G97031-ÚR25. Nóvember 1997.
- [2] Flugmálastjórn “*Greinargerð – Skýrsla Ramböll um Reykjavíkurflugvöll*”. Flugmálastjórn. Júní 2000.
- [3] Guðmundur R. Jónsson og Páll Valdimarsson “*Um nýtingarhlutfall brauta á Reykjavíkurflugvelli*”. Verkfræðideil HÍ. Febrúar 2000.
- [4] Guðmundur R. Jónsson og Páll Valdimarsson “*Athugasemdir vegna skýrslunnar ‘Foranalyse vedrørende en evt. flytning af Reykjavik Lufthavn til Hafnarfjörður’*”. Verkfræðideil HÍ. Júlí 2000.
- [5] Guðrún Nína Petersen., Veðurmælingar á Hólmsheiði. Útreiningar á nothæfisstuðli fyrir fyrirhugaðan flugvöll. Veðurstofa Íslands. VÍ 2013-005. Júní 2013
- [6] ICAO Annex 3 “*Meteorological service for international air navigation*”. Thirteenth editions - Júlí 1998.
- [7] ICAO Annex 14 Volume I “*Aerodrome design and operations*”. 6th edition, July 2013.
- [8] 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.
- [9] Jóhann H. Jónsson “*Skýrsla um nýtingarhlutfall flugvallar*”. Flugmálastjórn. Febrúar 2000.
- [10] Knudsen F.B., Munk J.E. og Zinch B. “*Foranalyse vedrørende en evt. flytning af Reykjavik Lufthavn*”. Rambøll CC0/2000/000430. Apríl 2000.
- [11] Lindsay J., McCom P.S., Muskoka Airport windrose usability study Gravenhurst – Final Report. Nov. 2010
- [12] Sigurður Jónsson “*Athugun á notagildi Reykjavíkurflugvallar - Með og án flugbrautar 0725*”. VÍ-G97004-ÚR02. Mars 1997.
- [13] 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
- [14] Veðurstofa Íslands “*Reglur um gerð METAR og SPECI skeyta*”. Veðurstofa Íslands, mars 1999.
- [15] 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.
- [16] 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
- [17] Verkfræðistofan Línuhönnun „*Mat á nothæfisstuðli fyrir Reykjavíkurflugvöll*”. Desember 2000.

VIÐAUKI A – VIÐEIGANDI GREINAR ÚR ICAO ANNEX 14

Hér á eftir eru valdar greinar úr ICAO Annex 14 „Aerodome“, frá útgáfu 6, júlí 2013.

Usability factor. The percentage of time during which the use of a runway or system of runways is not restricted because of the crosswind component.

Note.— Crosswind component means the surface wind component at right angles to the runway centre line.

3.1.1 Recommendation.— The number and orientation of runways at an aerodrome should be such that the usability factor of the aerodrome is not less than 95 per cent for the aeroplanes that the aerodrome is intended to serve.

3.1.3 Choice of maximum permissible crosswind components

Recommendation.— In the application of 3.1.1 it should be assumed that landing or take-off of aeroplanes is, in normal circumstances, precluded when the crosswind component exceeds:

- 37 km/h (20 kt) in the case of aeroplanes whose reference field length is 1 500 m or over, except that when poor runway braking action owing to an insufficient longitudinal coefficient of friction is experienced with some frequency, a crosswind component not exceeding 24 km/h (13 kt) should be assumed;
- 24 km/h (13 kt) in the case of aeroplanes whose reference field length is 1 200 m or up to but not including 1 500 m; and
- 19 km/h (10 kt) in the case of aeroplanes whose reference field length is less than 1 200 m.

Note.— In Attachment A, Section 1, guidance is given on factors affecting the calculation of the estimate of the usability factor and allowances which may have to be made to take account of the effect of unusual circumstances.

3.1.4 Data to be used

Recommendation.— The selection of data to be used for the calculation of the usability factor should be based on reliable wind distribution statistics that extend over as long a period as possible, preferably of not less than five years. The observations used should be made at least eight times daily and spaced at equal intervals of time.

Note.— These winds are mean winds. Reference to the need for some allowance for gusty conditions is made in Attachment A, Section 1.

1.1.2 *Climatological conditions.* A study of the wind distribution should be made to determine the usability factor. In this regard, the following comments should be taken into account:

- a) Wind statistics used for the calculation of the usability factor are normally available in ranges of speed and direction, and the accuracy of the results obtained depends, to a large extent, on the assumed distribution of observations within these ranges. In the absence of any sure information as to the true distribution, it is usual to assume a uniform distribution since, in relation to the most favourable runway orientations, this generally results in a slightly conservative usability factor.
- b) The maximum mean **crosswind** components given in Chapter 3, 3.1.3, refer to normal circumstances. There are some factors which may require that a reduction of those maximum values be taken into account at a particular aerodrome. These include:
 - 1) the wide variations which may exist, in handling characteristics and maximum permissible crosswind components, among diverse types of aeroplanes (including future types) within each of the three groups given in 3.1.3;
 - 2) prevalence and nature of gusts;
 - 3) prevalence and nature of turbulence;
 - 4) the availability of a secondary runway;
 - 5) the width of runways;
 - 6) the runway surface conditions — water, snow and ice on the runway materially reduce the allowable crosswind component; and
 - 7) the strength of the wind associated with the limiting crosswind component.

A study should also be made of the occurrence of poor visibility and/or low cloud base. Account should be taken of their frequency as well as the accompanying wind direction and speed.

VIÐAUKI B – VINDHRAÐAGÖGN

Í þessum viðauka eru birtar upplýsingar um vindhgögnr sem úrvinnsla byggir á. Vindrósir eru sýndar fyrir meðalvindhraða ≥ 15 hnúta og ≥ 25 hnúta. Dreififall meðalvindhraða er einnig sýnt fyrir allar gagnaraðir. Gagnatímabilið er hér látið standa á heilu ári.

Vindrósir

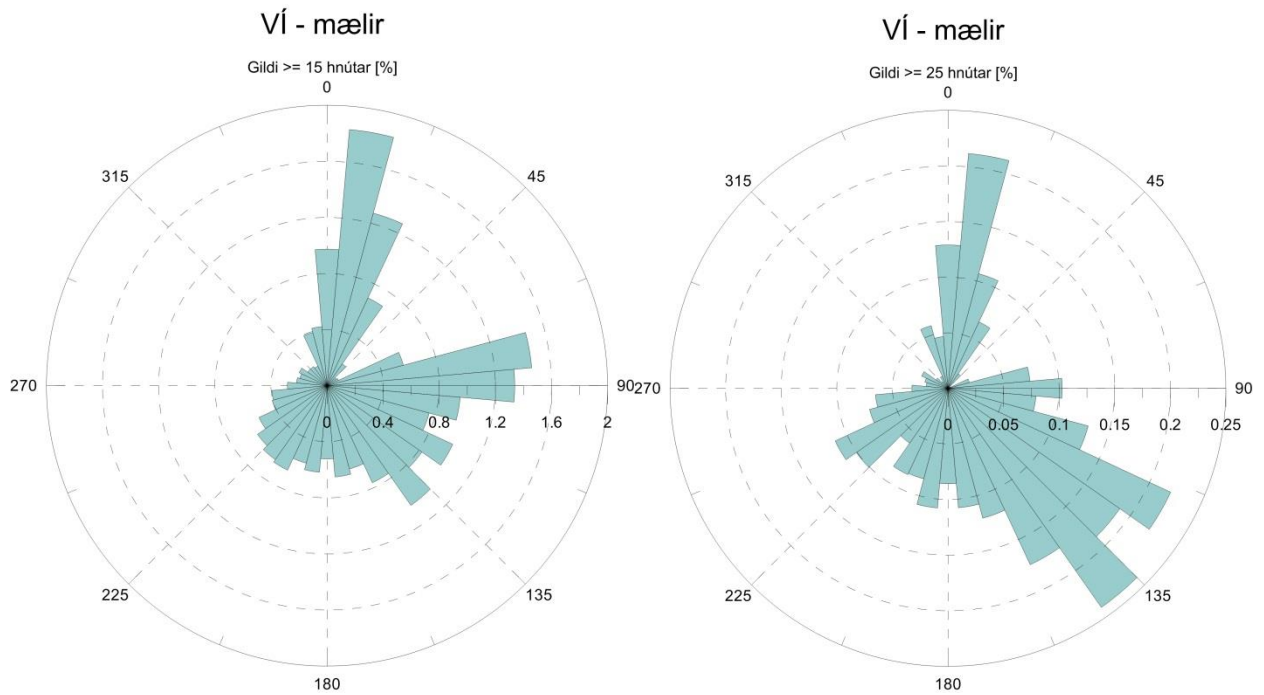
Meðfylgjandi eru vindrósir úr gögnum sem unnið er með. Vindrósirnar eru gefnar fyrir vindhraða yfir 15 hnútum og yfir 25 hnútum. Grunn gögn fyrir vindrósir eru látin standa á heilum árum. Vindrósir eru í réttvísandi stefnum.



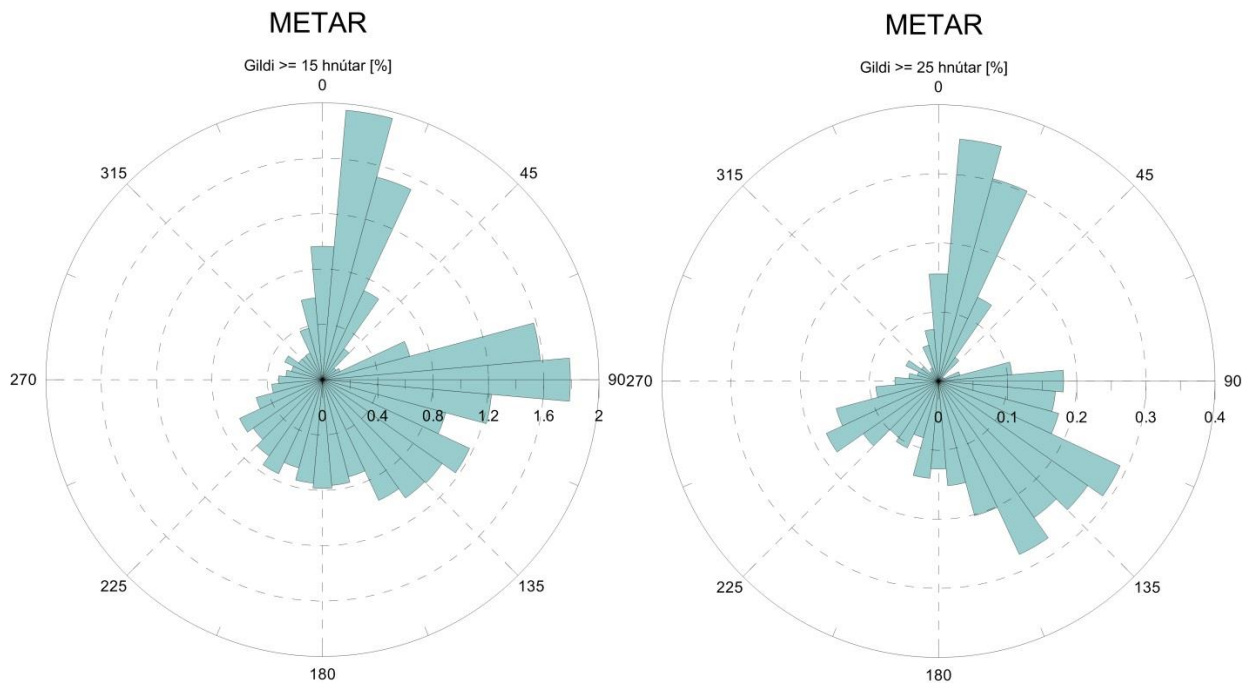
Mynd 12 Brautarmælar. Vindrósir fyrir 2 mín meðalvindhraða yfir 15 hnútum. Kvarðinn sýnir hlutfall af tímanum sem vindur er innan vindgeira. Athuga skal að kvarði er mismunandi milli mynda.



Mynd 13 Brautarmælar. Vindrósir fyrir 2 mín meðalvindhraða yfir 25 hnútum. Kvarðinn sýnir hlutfall af tímanum sem vindur er innan vindgeira. Athuga skal að kvarði er mismunandi milli mynda.



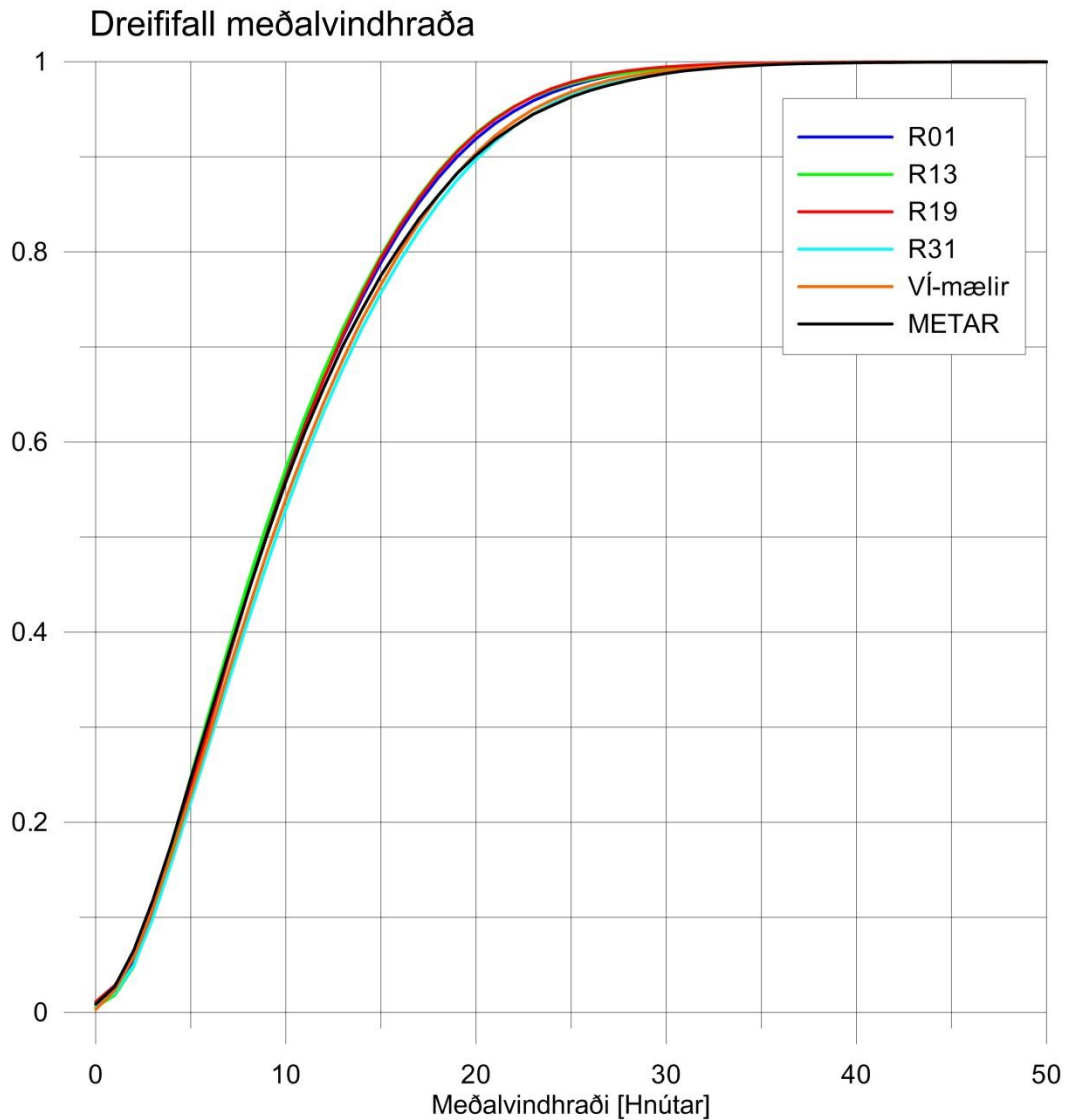
Mynd 14 Vindhraðamælir Ví. Til vinstri er vindrós fyrir meðalvindhraða ≥ 15 hnúta. Til hægri er vindrós fyrir meðalvindhraða ≥ 25 hnúta. Kvarðinn sýnir hlutfall af tímanum sem vindur er innan vindgeira. Athuga skal að kvarði er mismunandi milli mynda.



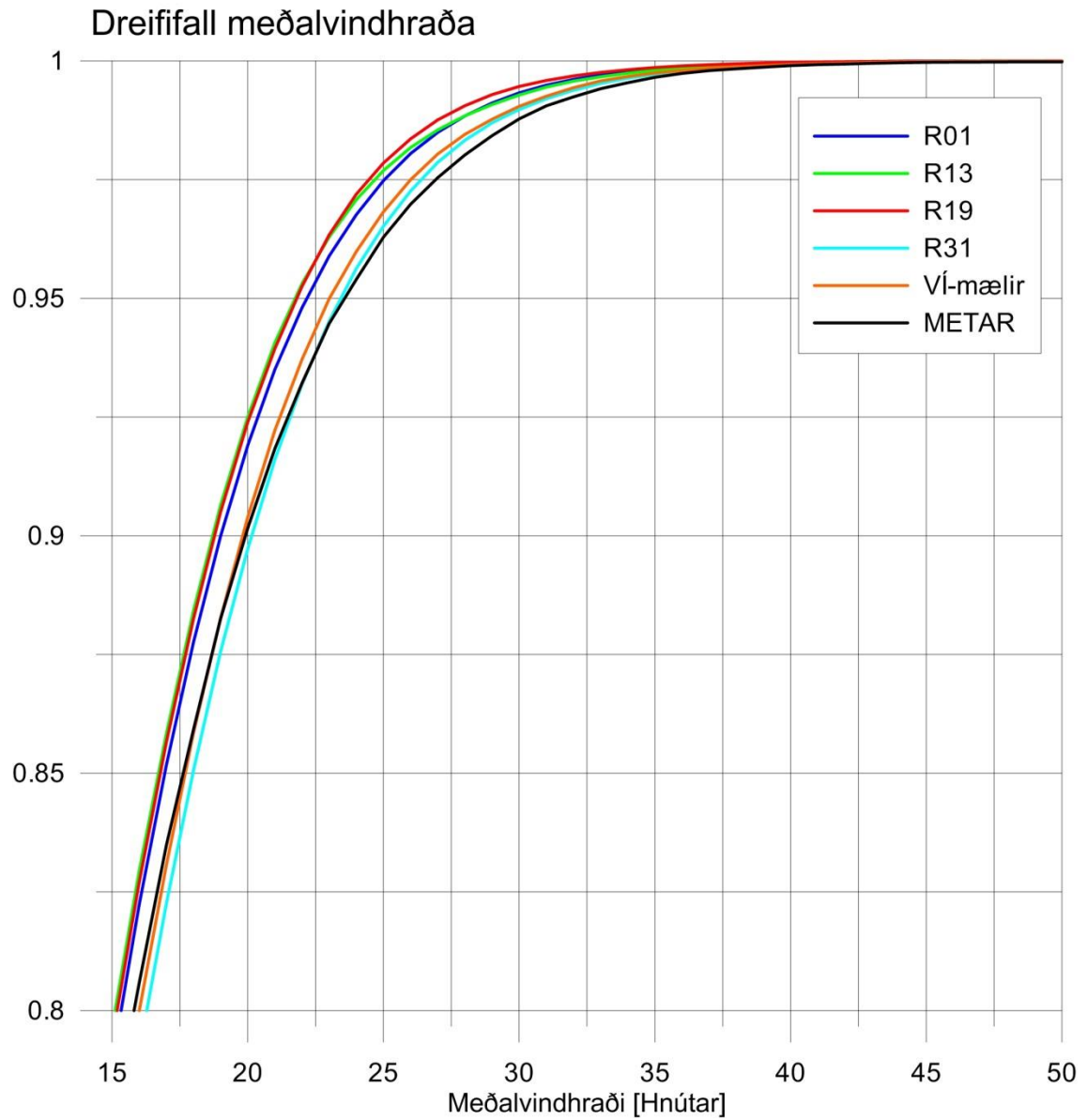
Mynd 15 METAR athuganir 1994-2014. Til vinstri er vindrós fyrir meðalvindhraða ≥ 15 hnúta. Til hægri er vindrós fyrir meðalvindhraða ≥ 25 hnúta. Kvarðinn sýnir hlutfall af tímanum sem vindur er innan vindgeira. Athuga skal að kvarði er mismunandi milli mynda.

Dreififall vindhraða

Meðfylgjandi myndir sýna dreififall meðalvindhraða í gögnum. Vindhraðadreifingin var metin útfrá heilum árum. Smá óvissa er með túlkun METAR gagna því vindhraði er gefin á heilum hnút og ætti því e.t.v. að túlkast hér hálfum hnút neðar, þ.e. vindhraði = 13 hnútar á þýðir væntanlega að vindhraði hafi verið á bilinu 12,50 til 13,49. G



Mynd 16 Drefifall meðalvindhraða.



Mynd 17 Dreififall meðalvindhraða. Nærmynd af efri hluta dreififallsins.