

Apríl 2023



# Nýi Skerjafjörður

Áhrif byggðar og framkvæmda á  
flug- og rekstraröryggi  
Reykjavíkurflugvallar

**Útgefandi:**

Innviðaráðuneytið

Nýi Skerjafjörður - Áhrif byggðar og framkvæmda á flug- og rekstraröryggi Reykjavíkurflugvallar

Apríl 2023

irn@irn.is

[www.stjornarradid.is](http://www.stjornarradid.is)

**Umsjón:**

Innviðaráðuneytið í samvinnu við starfshóp

©2023 Innviðaráðuneytið

ISBN – 978-9935-494-46-7

# Efnisyfirlit

<b>1. Forsaga</b> .....	<b>8</b>
<b>2. Greiningaraðferðir og viðmið</b> .....	<b>10</b>
2.1 Almennt.....	10
2.2 Viðmið um vindaskilyrði.....	10
2.3 Almennt um matsaðferðir.....	13
2.4 Veðurmælingar á Reykjavíkurlugvelli.....	15
<b>3. Greiningar NLR og EFLU rýndar</b> .....	<b>16</b>
3.1 Meðalvindhraðagreining.....	16
3.1.1 Meðalvindhraðagreining EFLU.....	16
3.1.2 Meðalvindhraðagreining NLR.....	18
3.1.3 Ákvörðun starfshóps eftir rýni á fyrirliggjandi meðalvindhraðagreiningum.....	19
3.1.4 Viðbótarvinna EFLU.....	19
3.2 Kvikugreining.....	24
3.2.1 Vísbendingar eru um kviku byggðar á greiningu EFLU.....	25
3.2.2 Kvikugreining NLR.....	26
3.3 Samandregnar niðurstöður meðalvinda- og kvikugreiningar.....	27
3.4 Önnur atriði úr viðbótarvinnu EFLU.....	30
<b>4. Nothæfi Reykjavíkurlugvallar</b> .....	<b>32</b>
<b>5. Ályktanir og mótvægisáðgerðir</b> .....	<b>36</b>
5.1 Núverandi staða þekkingar á aðstæðum á Reykjavíkurlugvelli.....	36
5.2 Aðstæður með tilkomu Nýja Skerjafjarðar.....	37
5.3 Helstu niðurstöður.....	38
5.4 Eftirfarandi áðgerðir koma til álita.....	38
<b>6. Lokaorð</b> .....	<b>39</b>
<b>Fylgiskjöl</b> .....	<b>41</b>

# Myndaskrá

Mynd 1: Yfirlitsmynd úr flugmálahandbók. Á myndinni má m.a. sjá skýli (e. hangar) nr. 3 og 4.....	8
Mynd 2: Mynd 42 í skýrslu EFLU.....	17



# Útdráttur

Rýndar voru skýrslur EFLU og NLR um meðalvindgreiningu og kvikugreiningu fyrir Reykjavíkflugvöll. Vinna EFLU gefur góða mynd af meðalvindhraða og meðalvindhraðabreytingum eftir ferli flugvéla á Reykjavíkflugvelli og kvikugreining NLR gefur bestu fyrirliggjandi upplýsingar um kviku á flugvellinum en óvissa er um nákvæmni þeirra. Litlar sem engar mælingar liggja fyrir á kviku.

Eftir að Nýi Skerjafjörður væri fullbyggður samkvæmt fyrirliggjandi skipulagi yrðu áhrif meðalvindhraðabreytinga og kviku á flugsilyrði meiri en þau eru í dag. Ekki eru til staðar alþjóðleg viðmið um ásættanleg vindaskilyrði á flugvöllum en einstök ríki hafa sett sér slík viðmið. Viðmiðin eru í stöðugri þróun og óvissa um hve vel þau taka tillit til ýmissa þátta s.s. eiginleika flugvéla, breytileika í aðflugi og landingum og fleiri atriða.

Samkvæmt útreikningum sem skoðaðir voru má draga eftirfarandi ályktanir:

- Í vökinni frá Nýja Skerjafirði (hlémegin) dregur úr meðalvindhraða en kvika eykst.
- Þegar skýli 3 lendir í vökinni frá Nýja Skerjafirði dregur úr mestu meðalvindhraðabreytingunum frá skýlinu en í vökinni, annars staðar en þar sem áhrifa skýlis 3 gætir, verður aukning á meðalvindhraðabreytingum.
- Í suðvestlægum vindáttum (V, VSV og SSV) aukast meðalvindhraðabreytingar í aðflugi og á landingarsvæði flugbrautar 31 með tilkomu Nýja Skerjafjarðar.
- Í VSV- og SSV-áttum má reikna með að meðalvindhraðabreytingar fari yfir viðmiðunarmörk við 20-25 kt vindhraða á braut 31 og 19 í allt að 1,1% tímans. Skýli 4 veldur í dag truflun á braut 19 og með tilkomu Nýja Skerjafjarðar versna aðstæður á braut 31.
- NLR áætla að kvikan fari yfir viðmiðunarmörk á braut 31 í vestlægum áttum (245°-275°) við vindhraða 24 kt í allt að 0,13% tilfella (u.þ.b. 0,13% tímans) eða að meðaltali einu sinni í mánuði.

Þær aðgerðir sem koma til greina eru, ekki í mikilvægisröð:

- Takmarka hæð fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði við flötinn 1:35 frá miðlínu flugbrautar.
- Skoða hvort draga megi úr áhrifum frá jöðrum og formum fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði.
- Skoða möguleg áhrif landslagsmótunar milli fyrirhugaðrar byggðar og flugvallarins til að draga úr áhrifum byggðarinnar.
- Upplýsingagjöf aukin til flugmanna um tiltekin veðurskilyrði.

Ekki liggja fyrir miklar upplýsingar um kviku á og við Reykjavíkflugvöll. Því er, óháð uppbyggingu Nýja Skerjafjarðar, lagt til að:

- ráðist verði í mælingar á kviku og vindskurði (breyting á vindstyrk með hæð, e. wind shear) og kortlagningu kvikunnar á og við Reykjavíkflugvöll. Í framhaldinu verði niðurstöðurnar birtar sem hluti af veðurfarsupplýsingum fyrir flugvöllinn,
- unnið verði úr veðurgögnum Isavia sem Veðurstofan hefur fengið og út frá þeirri vinnu verði lagt mat á kviku og hún borin saman við líkankeyrslur NLR og vindhraði á brautarendum borinn saman við líkankeyrslur EFLU,
- kvika verði mæld við Hlíðarendahverfi eins og það stendur í dag og svo til samanburðar einnig eftir að hverfið hefur verið fullbyggt.

# Inngangur

Í júlí 2022 skipaði innviðaráðherra starfshóp sem hafði það hlutverk að vinna flugfræðilega rannsókn á fyrirhugaðri byggð í Skerjafirði auk áhrifa hennar og tilheyrandi framkvæmda á flug- og rekstraröryggi Reykjavíkurflugvallar. Hlutverk starfshópsins var jafnframt að greina hvort og þá hvernig tryggja megi að framkvæmdir og uppbygging í Nýja Skerjafirði skerði ekki flug- og rekstraröryggi flugvallarins, sbr. meðfylgjandi verkefnisáætlun (Fylgiskjal 1).

Eftirtaldir aðilar voru skipaðir í starfshópinn: Eyjólfur Árni Rafnsson, sem jafnframt var formaður hópsins, Sveinn Valdimarsson frá Isavia innanlandsflugvöllum ehf., Ingvar Kristinsson frá Veðurstofu Íslands, Glóey Helgudóttir Finnsdóttir frá Reykjavíkurborg, Orri Eiríksson frá Öryggisnefnd Félags Íslenskra atvinnuflugmanna (ÖFÍA) og Þorgeir Pálsson frá Háskólanum í Reykjavík (HR).

Upphaflega var þess óskað að starfshópurinn skilaði greinargerð sinni 1. október 2022. Vegna viðbótarvinnu sem óskað var eftir og mati á veðurgögnum Isavia tafðist vinnan talsvert.

Starfshópurinn hittist 19 sinnum, fyrst þann 13. júlí 2022 og síðast þann 23. janúar 2023. Meginvinna starfshópsins fólst í því að rýna fyrirliggjandi skýrslur um möguleg áhrif byggðar í Skerjafirði á aðstæður á Reykjavíkurflugvelli, annars vegar skýrslu verkfræðistofunnar EFLU um vindgreiningu frá 7. janúar 2020 og hins vegar skýrslu hollensku flugrannsóknarmiðstöðvarinnar NLR frá 28. júlí 2020 (fylgiskjöl 4 og 5). Vegna þeirrar rýni fékk starfshópurinn á fund til sín Nínu Gall Jörgensen og Sigurð Örn Jónsson frá EFLU og Peter J. van der Geest ráðgjafa og fyrrverandi starfsmann NLR og höfund skýrslu NLR. Enn fremur fundaði starfshópurinn með Hlín Hólm deildarstjóra flugleiðsögu, flugvalla og flugverndar hjá Samgöngustofu. Með starfshópnum störfuðu Kristín Sandra Karlsdóttir, Gauti Daðason og Friðfinnur Skaftason frá innviðaráðuneytinu.

Starfshópurinn rýndi skýrslurnar tvær og setti saman spurningar til höfunda þeirra (fylgiskjöl 15 og 16) um það sem talið var þarfnast nánari skýringa eða óskað var frekari upplýsinga um. Spurningarnar voru sendar viðkomandi höfundum og síðan farið yfir þær á fundunum með þeim. Svör og skýringar sem komu fram á fundunum eru í fylgiskjöllum 15 og 17. Ýmis fleiri gögn, önnur en ofangreindar skýrslur, lágu fyrir og eru tilgreind á lista yfir fylgiskjöl með þessari greinargerð.

Reykjavík, 11. apríl 2023

Eyjólfur Árni Rafnsson  
Formaður

Ingvar Kristinsson  
Frá Veðurstofu Íslands

Orri Eiríksson  
Frá Öryggisnefnd Félags Íslenskra atvinnuflugmanna

Sveinn Valdimarsson  
Frá Isavia innanlandsflugvöllum ehf.

Þorgeir Pálsson  
Frá Háskólanum í Reykjavík

Glóey Helgudóttir Finnsdóttir  
Frá Reykjavíkurborg, undirritar með eftirfarandi bókun:

„Starfshópurinn fór yfir fyrirbyggjandi gögn auk þess að afla frekari gagna. Niðurstaðan er að fyrirhuguð byggð mun hafa í för með sér einhverjar breytingar en umfang þeirra er óverulegt. Ekkert hefur því komið fram sem bendir til að aðstæður fyrir flug á Reykjavíkflugvelli raskist það mikið að byggingaráformum í Skerjafirði skuli annað hvort frestað eða þau slegin af. Þetta er í samræmi við skýrslu Hollensku flugrannsóknarmiðstöðvarinnar (NLR) og greiningar Eflu sem saman mynda góðan grunn fyrir að markviss uppbygging hefjist í Nýja Skerjafirði án frekari tafa.“



með tilkomu byggðar. Nýi Skerjafjörður myndi skjól í vissum tilvikum, sem getur skapað vandamál eins og síðar er fjallað um, en jafnframt yki hann kvika á svæðinu við tiltekin skilyrði, sem geri aðstæður verri eftir að byggðin er komin.

Í greiningu NLR kemur fram að með nýrri byggð í Skerjafirði aukist kvika og í vestanátt megi gera ráð fyrir að kvika fari yfir viðmiðunarmörk þegar vindhraði nær 24 kt og þá á braut 31. Slíkt geti gerst að jafnaði einu sinni í mánuði og þar með dragi úr nothæfi flugvallarins og flugöryggi myndi því minnka. Grípa þurfi til mótvægisáðgerða til að lágmarka og hafa stjórn á áhættu sem því fylgir en áhættan ætti ekki að þurfa að koma í veg fyrir uppbyggingu á svæðinu.

Mótvægisáðgerðir geti verið allt frá því að upplýsa flugmenn um varasamar aðstæður og safna raungögnum til þess að stöðva landingar (e. halting operations) tímabundið. Í mörgum tilvikum sé um að ræða rekstrarákvæðanir (e. management decisions), sem flugvallaryfirvöld og flugrekendur beri ábyrgð á.

Um báðar ofangreindar athuganir er fjallað nánar síðar í greinargerðinni.

Tekið skal fram að nothæfistuðull (e. usability factor) flugvalla er skilgreindur af Alþjóða flugmálastofnuninni (ICAO).

## 2. Greiningaraðferðir og viðmið

### 2.1 Almennt

Byggð nærri flugvelli veitir skjól sem dregur úr meðalvindhraða í vökinni frá byggðinni. Jafn og góður mótvindur eykur lyftikraft og dregur úr brautarþörf flugvéla og því er lægri meðalvindhraði ekki endilega til bóta hvað það varðar. Byggð á annars sléttu landi eykur hrýfi yfirborðsins (hrýfi segir til um hversu hrjúft yfirborðið er) og þar með kviku á svæðinu. Aukin kvika skerðir alltaf skilyrði til flugs. Þegar skilyrði versna er það ekki aðeins við verstu vindaskilyrði heldur einnig við lægri vind. Þannig veldur t.d. aukin kvika farþegum auknum óþægindum og hefur áhrif á fluggetu flugvéla.

Mikilvægt er að hafa í huga að hverskonar líkön og líkanreikningar fela í sér ýmiss konar forsendur og aðgerðir sem eru til einföldunar á raunverulegum aðstæðum. Flugvélar bregðast á mismunandi hátt við vindbreytingum og er það mjög háð eiginleikum viðkomandi flugvélar s.s. þyngd, vænghleðslu, stjórnanleika, afli, viðbragðshraða o.fl. og eiginleikum vindsins, s.s. kviku, styrk og stefnu. Á Reykjavíkflugvelli eru stærðir og þyngdir flugvéla talsvert fjölbreyttari en gerist á stærri alþjóðflugvöllum, frá litlum og léttum flugvélum s.s. sjúkraflugvélum upp í meðalstórar flutningabotur eins og Boeing 757 og Boeing 737 eða sambærilegar vélar, sem vega fullhlaðnar yfir 100 tonn.

Í viðauka A við skýrslu NLR, NLR-TP-2010-312, má finna ýmsar flugeðlisfræðilegar upplýsingar s.s. meðfylgjandi jöfnu sem gildir við tiltekin skilyrði:

$$\Delta n_{z_{\min}} = \frac{3 \cdot C_{L\alpha} \cdot \rho \cdot VA \cdot S}{2 \cdot m \cdot g} \cdot \sigma_{w_{\min}} = \frac{1.5 \cdot C_{L\alpha} \cdot \rho \cdot VA}{W/S} \cdot \sigma_{w_{\min}}$$

Úr jöfnunni má m.a. lesa að breyting í  $n_z$  sem er hlutfall lyftikrafts og þyngdarkrafts og mætti kalla lyfti- eða afkastagetu flugvélarinnar, er háð VA, flughraða miðað við loft,  $\sigma_w$ , kvikunni, W, þyngd flugvélarinnar og S, vængfletinum. Hlutfallið  $\sigma_w/\Delta n_z$  er því háð flugvéartegund, þyngd og hraða.

### 2.2 Viðmið um vindaskilyrði

Viðmið um loftkvikuskiyldi, sem flugvélum er ætlað að standast í flugi, eru enn í þróun. Flugvélaframleiðendur hafa lengi þurft að sýna fram á hvaða hliðarvind flugvélar þeirra ráða við í lendingu. Í kjölfar flugatvika sem rakin voru til snöggra breytinga í vindum (e. wind shear) og mikillar kviku (e. turbulence) sem ullu uppnámi á flugferli flugvéla var gert átak í rannsóknum á þessu sviði og frekari þróun viðmiða sem ætluð voru til að tryggja aukið flugöryggi. Enn er þó ekki til alþjóðlegur staðall á þessu sviði og því hafa einstök ríki sett sér sínar eigin reglur.

Í kjölfar atvika á Schiphol flugvelli fengu hollensk yfirvöld NLR til að gera úttekt á því hvaða viðmið þyrfti að setja um truflanir á vindi við flugvelli vegna bygginga eða annarra hindrana (fylgiskjal 28). Í skýrslu NLR eru leiðbeiningar

um hvernig meta megi hvort byggingar og önnur mannvirki nærri flugvöllum valdi truflun á starfsemi þeirra. NLR lagði áherslu á aðflug (e. approach) og lokaaðflug (e. final approach), því talið er að flugvélar séu þá viðkvæmastar fyrir þessum áhrifum. Það voru því aðeins skoðaðar landingar í þessum greiningum NLR og tvær flugvélategundir, Boeing 747 og Fokker 100, sem fulltrúar fyrir mismunandi stærðir flugvéla.

Vegna flugatvika í Ástralíu létu þarlend yfirvöld vinna frekar að þessum málum. Út frá þeirri vinnu útbjó ráðgjafi vinnunnar, SLR Consulting Australia Pty Ltd, eftirfarandi leiðbeiningar og tilmæli, "Guidance Material: Building-induced wake effects at Airports" (fylgiskjal 23).

Þessar tvær skýrslur urðu grunnur að leiðbeiningum breska samveldisins á þessu sviði „Guideline B of National Airports Safeguarding Advisory Group (NASAG) Framework – Managing the Risk of Building Generated Windshear and Turbulence at Airports“. Leiðbeiningarnar voru síðast uppfærðar í maí 2018.

Leiðbeiningar breska samveldisins og þær hollensku eru mjög sambærilegar þó munur sé á stærðum þeirra svæða þar sem reiknað er með að áhrifanna gæti.

Samkvæmt þessum leiðbeiningum má fyrst beita einföldum hæðarskilyrðum til að athuga hvort taka þurfi tillit til ákveðinna bygginga eða mannvirkja við greiningu á vindafari eða hvort slíkar byggingar eða mannvirki megi reisa nærri flugvöllum án frekari úttektar. Fari byggingar ekki upp úr flötum með hallann 1:35 út frá miðlínunum flugbrauta er talið að þær muni ekki hafa teljandi áhrif á vindaskilyrði í aðflugi og við snertingu á flugbraut. Fram kemur að enn strangari viðmið þurfi þó hugsanlega að setja fyrir óvenjuleg mannvirki s.s. vindmyllur. Skagi byggingar upp fyrir áðurgreinda viðmiðunarfleti er talið að truflanir þeirra á vindafar geti haft merkjanleg áhrif á flugvélar og þarfnast þau áhrif þá frekari greiningar. Þá þarf að sýna fram á að eftirfarandi vindaskilyrði verði uppfyllt fyrir neðan 200 ft:

- Meðalvindhraðabreyting: Að breyting í meðalvindhraða í stefnu eftir ferli flugvélar (e. wind shear) sé innan við 7 kt eða 3,6 m/s á hverjum 100 m kafla og hámarks breyting í meðalvindhraða þvert á ferilinn sé innan við 6 kt eða 3,1 m/s á hverjum 100 m kafla.
- Kvika (e. turbulence): Að staðalfrávik vindhraða sé innan við 4 kt (e. RMS, root mean square) eða 2,1 m/s. Taka þarf tillit til bæði kviku í náttúrulega vindflæðinu og aukningu í kviku sem byggingar eða hindranir mynda.

Séu þessi skilyrði ekki uppfyllt þarf að ákveða hvernig brugðist verði við því með mótþægisaðgerðum og flugöryggi þannig tryggt. Að auki setja hollensku leiðbeiningarnar skilyrði um að kvika fari ekki yfir 5 kt í yfir 200 ft hæð.

Í umfjöllun um skilyrði meðalvindhraðabreytinga kemur fram að hröð og viðvarandi breyting í meðalvindhraða dragi úr getu til að fylgja fyrirhuguðum flugferli. Hæg eða skammvinn breyting í meðalvindi nær ekki að hliðra flugvél eins langt frá fyrirhuguðum flugferli og hröð eða viðvarandi breyting. Eins og viðmið um meðalvindhraðabreytingu eru sett fram er þó aðeins sett viðmið um

hve hröð breytingin er en ekki gerður greinarmunur á því hvort breytingin sé viðvarandi eða ekki.

Annar þáttur sem bætist við í þessum fræðum eru breytingar á meðalvindhraða vegna vindhviða. Samkvæmt úttekt á Reykjavíkflugvelli, sem gerð var af NLR árið 2006, kemur fram að hæfilegur hviðustuðull (e. gust factor) sé 1,5. Í því felst að hækka þarf reiknaðan eða mældan meðalvind um 50% til að ákvarða líklega hviðu.

Miðað við 3° aðflugshalla og að snerting í landingu sé 300 m innan við þröskuld flugbrautar þarf að skoða aðflugsferilinn frá 900 m fyrir þröskuld. Samveldisleiðbeiningarnar gera ráð fyrir að skoðaðar séu aðstæður 500 m inn fyrir þröskuld en hollensku leiðbeiningarnar kveða á um skoðun 1.500 m inn fyrir þröskuld. Varfærið er að herma skilyrðin á stærra svæði en minna en ávinningur af því er einnig sá að þá er hægt að skoða bæði landingar innarlega á braut og skilyrði í fráflugi. Loks gera leiðbeiningarnar ráð fyrir að þær vindáttir séu skoðaðar þar sem byggingarnar eru áveðurs á svæðinu sem skoðað er.

Eins og áður segir voru framangreind viðmið NLR um vindaskilyrði þróuð fyrir hefðbundnar landingar Fokker 100 og Boeing 747 flugvéla á Schiphol flugvelli með 3° aðflugshalla.

Starfshópurinn ræddi um næmni viðmiðanna fyrir mismunandi gerðum flugvéla og aðflugshalla. Á Reykjavíkflugvelli er notaður allt að 4,45° aðflugshalli og stærðir og þyngdir flugvéla talsvert fjölbreyttari en framangreindar forsendur miða við. Almenn er reglan sú að kvika hefur mismikil áhrif á flugvélar eftir þyngd, vænghleðslu og stjórneiginleikum þeirra. Ef flugvél í aðflugi þarf að koma brattar inn til landingar en vanalegt er þarf að gera það á minna afli og fallhraði hennar er á sama tíma meiri en við staðal aðflugshalla. Það veldur því að lengri tími líður frá því að flugmaður tekur ákvörðun um að hætta við landingu og þangað til flugvélin getur hafið klifur og hækkað flugið. Yfirvinna þarf fallhraðann sem tekur lengri tíma en ella þar sem hverfilhreyflar eru mun lengur að ná fullu afli ef búið er að draga af þeim þegar flogið er brattar inn til landingar. Þessar aðstæður gera landingar því erfiðari en þegar um er að ræða vanalegt 3° aðflugshorn. Þetta gerir flugvélar með hverfilhreyfla viðkvæmari fyrir kviku og sviptivindum á lokastigum aðflugs en flugvélar með strokkhreyfla.

Þessar hugsanlegu takmarkanir á gildi viðmiðanna fyrir Reykjavíkflugvöll voru bornar undir Peter van der Geest, höfund NLR skýrslunnar. Peter taldi að fyrrnefndar flugvélategundir, sem notaðar voru í rannsóknum NLR á Schiphol, væru nægjanlega ólíkar til að spanna sviðið á Reykjavíkflugvelli og nefndi að frekari prófanir hefðu verið gerðar á minni vélum í Hollandi. Peter taldi einnig að þar sem aðflugshorn að flugbrautum á Reykjavíkflugvelli væru innan við 4,5°, sem er skilgreining á bröttu aðflugi, væri ekki ástæða til að hafa áhyggjur af gildi viðmiðanna. Alþjóðaflugmálastofnunin miðar víðast við í sínum gögnum að 3,5° séu efri mörk eðlilegs aðflugs (fylgiskjal 21). Frekari greining eða rannsóknir á næmni viðmiðanna við þessum þáttum liggur þó ekki fyrir. Einnig



var rætt um stærð áhrifasvæðisins einkum með tilliti til bruns eftir flugbrautinni (e. high speed run), landinga innarlega á flugbraut, sem eru algengar ef vindaskilyrði eru erfið, og þess hvað gerist ef hætt er við landingu á síðustu stundu. Umræðan varð til þess að þegar EFLA var fengin til að gera frekari greiningar, eins og síðar verður gerð grein fyrir, var óskað eftir því að vindgreiningin næði yfir svæðið undir 61 m (200 ft) eftir endilangri brautinni og í aðflugi að báðum endum til að fá gleggri mynd af þessum þáttum.

Gert var ráð fyrir að flugbrautir væru þurrar þegar framangreind viðmið voru ákveðin en þegar vindur stendur af Nýja Skerjafirði (suðvestlægur áttir) má reikna með að í um 25% tímans sé úrkoma í Reykjavík og flugbrautir því ekki þurrar. Þegar vindhraði er kominn yfir 10 m/s (19,4 kt) er úrkoma í 40% tímans, samkvæmt upplýsingum frá Veðurstofunni (fylgiskjal 20). Að vetrarlagi bætist svo við ísing á flugbrautum. Því er spurning hvort viðmiðunargildin sem sett eru vegna þols flugvéla gagnvart ókyrrð séu rétt metin þegar slík skilyrði eru fyrir hendi og hvort í raun sé farið yfir ásættanleg mörk. Brautirnar verða þá blautar eða ísilagðar við lágt hitastig.

Hliðarvindþol flugvéla í “hreinum vindi” minnkar almennt um 50-70% við landingu á blautum brautum miðað við þurrar (fylgiskjal 24). Hvert hliðarvindþol er í ókyrru lofti þegar lent er á blautum brautum er ekki þekkt og hefur ekki verið rannsakað. Peter van der Geest var inntur eftir skýringu á því að þurrar brautir væru notaðar sem forsenda við þessa útreikninga. Að hans mati verður mesta truflunin í lokaaðflugi, vegna áhrifa frá byggð og öðrum mannvirkjum, þegar brautin er þurr enda væru lægri viðmið höfð um leyfilegan hliðarvind við lakari brautarskilyrði. (e. „...in general on a contaminated runway the allowable crosswind is significantly reduced. This would also reduce the exposure to the disturbances. The major hazard occurs at low altitude during the final approach and flare. Therefore, the dry runway case is expected to be the most critical.“)

Engin skoðun hefur farið fram á áhrifum mannvirkja við flugvelli á loftför í flugtaki eða ef hætta þarf við landingu á lokastigum aðflugs vegna kviku eða snöggra vindbreytinga. Engar viðmiðunartölur eru til um þetta í erlendum gögnum.

Bæði NLR og EFLA notuðu framangreind viðmið.

Í þessari greinargerð verður þeirri meginreglu fylgt að nefna allar vindbreytingar, sem valda hröðun frá jöfnum ferli ókyrrð. Slík ókyrrð getur stafað af staðbreytingum á meðalvindhraða, sem veldur því að flugvél fer í gegnum tímaháðar vindbreytingar, sem valda breytingu á hreyfiástandi flugvélarinnar. Hins vegar getur verið um að ræða óreiðukennda hvirfla og slembibreytingar í lofti, sem almennt verða nefndar kvika.

## 2.3 Almennt um matsaðferðir

Við mat á því hvort vindskilyrði séu uppfyllt, bæði fyrir og eftir að byggð er risin, má beita mismunandi aðferðum sem eru ólíkar hvað nákvæmni varðar og

misdýrar í framkvæmd. Að jafnaði verður aðferð dýrari því nákvæmari sem hún er. Því er yfirleitt byrjað á að beita einfaldari og ódýrari aðferðum. Ef ekki er hægt að fullyrða nægjanlega um áhrif frá byggð eða mannvirkjum á grundvelli þeirra er ekki útilokað að slíkt sé hægt að gera með nákvæmari greiningu.

Verklag NLR í svona athugunum er þriggja þrepa. Fyrst er byrjað á að skoða einföldu hæðarskilyrðin, þ.e. hvort einhverjar byggingar skagi upp fyrir 1:35 fletina. Sú er raunin í tilfalli Nýja Skerjafjarðar og því nauðsynlegt að fara í annað þrep, forskoðun (e. preliminary analysis) á vindskilyrðum, eigi að vera hægt að meta möguleg áhrif frá byggðinni. Við forskoðunina notar NLR reynslulíkön (e. empirical models) frá breska fyrirtækinu ESDU. Um er að ræða grófa skoðun á verstu tilfellum (e. worst case approach). Sé niðurstaðan úr öðru þrepi ekki nægjanlega afgerandi þarf að taka ákvörðun um hvort fara eigi í þriðja þrepið og beita mun nákvæmari og um leið dýrari aðferðum við að meta vindaskilyrðin. Þá kæmi til álita að gera CFD (e. computational fluid dynamics) útreikninga eða setja líkan af svæðinu í vindgöng. Með CFD greiningu má herma meðalvind nokkuð nákvæmlega en einföld CFD líkön meta ekki kviku. Til þess þarf mun öflugri og dýrari reiknilíkön. Að setja líkan í vindgöng er nákvæm og áreiðanleg aðferð að því gefnu að líkanið sé nægjanlega stórt. Ef setja á líkan af jafn stóru svæði og hér um ræðir í vindgöng er ljóst að það yrði bæði dýrt og tímafrekt ef það er á annað borð mögulegt vegna nauðsynlegrar aðstöðu.

Með CFD greiningu á meðalvindhraða eftir ferli flugvélar má fá góða mynd af því hvort viðmið um meðalvindhraðabreytingu séu uppfyllt en til að meta kviku eru reynslulíkön, eins og NLR beitir, eina raunhæfa matsaðferðin m.t.t. tíma og kostnaðarramma verkefnisins.

Fram kom á áðurnefndum fundi Peter van der Geest með starfshópnum að líta bæri á athugun NLR sem forathugun (e. preliminary analysis). NLR framkvæmdi fyrstu tvö þrepin.

EFLA fékk upprunalega það verkefni í tengslum við rammaskipulagið í Skerjafirði að greina vindafar í fyrirhugaðri byggð með CFD greiningu. Verkefnið var útvíkkað til að greina einnig í hvaða vindáttum og þá hvar byggðin hefði áhrif á vindafar á flugbrautunum á Reykjavíkurflogvelli. Áhrifasvæði á flugbrautunum voru kortlögð og sem dæmi voru breytingar í meðalvindhraða á flugbraut 01/19 sýndar fyrir útvalda vindátt þar sem áhrifa gætti frá fullbyggðum Nýja Skerjafirði.

Starfshópurinn ákvað í tengslum við rýni á fyrirliggjandi rannsóknum að fá EFLU til að skoða niðurstöður á fleiri svæðum flugvallarins til að fá heilsteypari mynd af niðurstöðum fyrir báðar flugbrautir og allar áveðursáttir, þ.e. frá SSA vestur um að NNV. Einnig voru niðurstöður sýndar fyrir aðflugsferla með skilgreindum aðflugshalla að öllum flugbrautum.

## 2.4 Veðurmælingar á Reykjavíkurlflugvelli

Veðurmælingar eru gerðar við alla brautarenda á Reykjavíkurlflugvelli í 10 m möstrum og hefur svo verið um langan tíma. Í janúar sl. fékk starfshópurinn upplýsingar um að þessarar mælingar væru varðveittar hjá Isavia. Veðurstofan hefur nú fengið veðurgögn frá Isavia sem ná frá 1. febrúar 2012 til 31. janúar 2023. Þetta eru mun umfangsmeiri gögn en vitað var um. Þessi gögn komu ekki til skoðunar í rannsóknum NLR og EFLU. Um er að ræða gögn um vindstyrk og vindstefnu sem skráð eru á 3 sek fresti fyrir allt tímabilið. Forvinna þarf gögnin svo unnt sé að nota þau til að uppfæra veðurfarsyfirlit fyrir flugvöllinn og gera vindgreiningu. Út frá þessum gögnum er m.a. hægt að leggja mat á kviku og bera hana saman við líkankeyrslur NLR og bera vindhraða á brautarendum saman við líkankeyrslur EFLU og þannig sannreyna hversu vel líkönin herma núverandi stöðu á flugvöllinum. Að mati Veðurstofunnar er ekki unnt að ljúka þessari vinnu á eins skömmum tíma og væntingar stóðu til. Því er ekki hægt að taka þessi gögn inn í þá vinnu sem hefur farið fram hjá starfshópnum.

## 3. Greiningar NLR og EFLU rýndar

Í þessum kafla er gerð grein fyrir helstu niðurstöðum formlegu úttektanna tveggja, sem gerðar hafa verið á vindafari og kviku á Reykjavíkurlugvelli og sérstaklega þeim áhrifum sem uppbygging í Nýja Skerjafirði kynni að hafa á flug um flugvöllinn. Jafnframt er gefin nokkur lýsing á þeirri aðferðarfræði, sem úttektaraðilarnir, verkfræðistofan EFLA og NLR, beittu til þess að komast að sínum niðurstöðum á þessu sviði. Ekkert samráð var á milli þessara tveggja aðila á meðan á vinnu þeirra stóð en þeir skiluðu skýrslum sínum með rúmlega hálfis árs millibili á árinu 2020. Meðfylgjandi umfjöllun skiptist í tvo meginhluta; annars vegar vindgreiningu, sem byggist á því að ákvarða meðalvindhraða á svæðinu og hins vegar kvikugreiningu, sem fjallar um iðustreymi og hvirflamyndun. Vindafarið í heild sinni felst í þessum tveimur þáttum samanlögðum.

### 3.1 Meðalvindhraðagreining

Í meðalvindhraðagreiningu EFLU er gert ráð fyrir stöðugum vindi (e. steady state). Í greiningu NLR eru notuð svokölluð METAR skeyti sem eru upplýsingar til flugmanna um 10 mínútna meðalvind og eftir atvikum vindhviður (e. gust). Vindhviður á Reykjavíkurlugvelli geta verið allt að 50% yfir 10 mínútna meðalvindhraða.

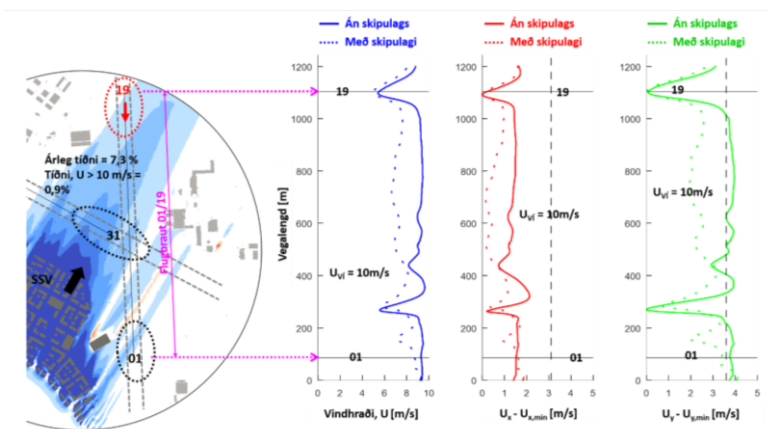
#### 3.1.1 Meðalvindhraðagreining EFLU

Eins og fram hefur komið vann EFLA vindgreiningu fyrir Reykjavíkurborg sem hluta af undirbúningi og gagnaöflun vegna deiliskipulags fyrir Nýja Skerjafjörð. Í samráðsferli við undirbúning deiliskipulagstillögunnar kom fram að Isavia hefði áhyggjur af áhrifum byggðarinnar á vindafar og því ákvað borgin að láta skoða þann þátt nánar. EFLA hafði þegar unnið vindgreiningu fyrir hverfið sjálft og var beðin um að útvíkka þá athugun svo hún næði einnig til áhrifa byggðarinnar á vindafar á flugbrautum. Skýrsla EFLU er í fimm köflum og taka 4. og 5. kafli til áhrifa skipulagsins á meðalvindhraða við flugbrautir á Reykjavíkurlugvelli. Skýrslan ásamt viðaukum er fylgiskjal með greinargerð þessari (fylgiskjal 5). Um er að ræða meðalvindhraðagreiningu en ekki er lagt mat á kviku.

Svokallaðri CFD hermun var beitt þar sem vindur var hermdur úr áveðursáttum með 30° millibili og reiknað út hvernig vindafar væri m.t.t. meðalvindhraða með og án Nýja Skerjafjarðar. Notast var við reiknilíkan sem kallast RANS (Reynolds-averaged Navier-Stokes equations). Niðurstöður þessa reiknilíkans eru meðalgildi vindhraða, sem fást í sístæðu ástandi (e. steady state), þar sem meðalvindstyrkur og -stefna eru fastar í hverjum punkti í rúminu en breytast ekki sem fall af tíma. Sjá nánar um aðferðarfræðina í skýrslu EFLU, aðallega kafla 3.1 og 4.1. EFLA sýnir í skýrslu sinni á myndum hvernig Nýi Skerjafjörður breytir meðalvindhraðanum á hverjum stað fyrir sig. Sú breyting sem verður á hverjum stað með tilkomu Nýja Skerjafjarðar skiptir flugmann sem er að koma til

lendingar hinsvegar ekki öllu máli. Það sem skiptir hér máli er hversu miklum og hröðum vindhraðabreytingum vél hans verður fyrir þegar hún kemur eftir flugferli sínum til landingar eins og skýrt kemur fram í viðmiðunum um hámarksbreytingu á hverjum 100 m kafla eftir flugferlinum. Jafnframt skiptir máli hvort breytingin er viðvarandi (e. sustained) eða breytist aftur í fyrra form, sbr. Guidance Material for Building Induced Wake Effects at Airports, kafli 2.10 Summary of Primary Windshear Types of Interest (fylgiskjal 23).

EFLA sýnir í skýrslu sinni eitt dæmi um meðalvind eftir braut 01/19, þ.e. í SSV-átt, sbr. mynd 42 í skýrslu EFLU (mynd 2 hér að neðan). Bláa línuritid á mynd 2 sýnir heildar meðalvindhraðann á brautinni með og án Nýja Skerjafjarðar. Hún sýnir einnig þætti meðalvindsins þvert á brautina (rauðu línurnar) og eftir henni (grænu línurnar) að frádregnu lægsta gildinu. Af línuritunum má lesa hvaða meðalvindhraðabreytingum flugvél, sem ferðast eftir flugbrautinni, verður fyrir. Einna mestra áhrifa gætit vegna flugskýla 3 og 4 við núverandi ástand og talsverð breyting verður á því í þessari vindátt með tilkomu Nýja Skerjafjarðar. Athygli er vakin á að í frekari vinnu sem EFLA var fengin til að vinna og gerð er grein fyrir síðar var framsetningu gagna breytt þannig að auk þess að sýna meðalvind er mesta meðalvindhraðabreyting á hlaupandi 100 m kafla sýnd á línuriti og samanburður við viðmiðin því auðveldari.



Mynd 2: Mynd 42 í skýrslu EFLU.

Á mynd 2 (mynd 42 í skýrslu EFLU) koma fram mikilvægar upplýsingar varðandi áhrif nýju byggðarinnar í Skerjafirði í SSV vindátt. Þar má lesa að skv. CFD hermun er meðalvindhraðabreyting nú þegar yfir viðmiðunarmörkum við vissar aðstæður. Myndin sýnir enn fremur að með tilkomu byggðarinnar lækkar meðalvindhraðabreytingin undir viðmiðunarmörk. Myndirnar í skýrslunni sýna hins vegar ekki meðalvindinn áður en að flugbrautinni kemur, þ.e. í aðfluginu undir 200 ft, enda var það ekki hluti af vinnunni. Þá eru ekki í skýrslu EFLU heildstæðar upplýsingar um meðalvindhraðabreytingar sem flugvél verður fyrir á ferð sinni eftir að hún kemur niður fyrir 200 ft til landingar í mismunandi vindáttum.

Starfshópurinn taldi að greina þyrfti meðalvindhraðabreytingu í áveðursáttum, þ.e. frá SSA vestur um að NNV eftir mismunandi flugferlum til viðbótar því sem gert hafði verið, og fékk EFLU til þess sbr. kafli 3.1.4. hér á eftir. Hópurinn taldi mikilvægt að skoða, þar sem aðstæður eru nálægt eða jafnvel yfir viðmiðunarmörkunum án Nýja Skerjafjarðar, hvort talið sé að meðalvindhraðabreytingin aukist eða minnki með tilkomu byggðarinnar.

### 3.1.2 Meðalvindhraðagreining NLR

Isavia fékk NLR til að framkvæma mat á vindaskilyrðum á flugvellinum og áhrifum fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði á þau. NLR framkvæmdi ekki CFD hermanir eins og EFLA heldur beitti einfaldari nálgunaraðferðum sem byggjast á mælingum sem gerðar hafa verið gegnum tíðina af viðurkenndum aðilum (e. empirical methods). NLR áætlaði áhrif byggðarinnar á meðalvind þau sömu og ef um væri að ræða gegndræpan skjólvegg (25% opnun), sem spannaði byggðina þvert á valdar vindstefnur, og áætlaði hver áhrif hans á ótruflaðan meðalvind væru í versta falli þegar lent er á flugbrautum 01 og 31 miðað við eitt aðflugshorn (3°) og einn snertipunkt á hvorri braut. Á mynd 2 (mynd 42 í skýrslu EFLU) sést að svæðið þar sem meðalvindhraðinn í vökinni frá Nýja Skerjafirði lækkar, teygir sig inn á snertiflöt flugbrautar 19. Þessi flugbraut var í greiningu NLR talin vera utan áhrifsvæðis þessarar byggðar og því ekki skoðuð frekar af þeirri ástæðu. Sama gildir um flugbraut 13 eins og sjá má á mynd 2.

Af myndum 4-6 til 4-10 (bls. 18-20) í skýrslu NLR (fylgiskjal 6) má lesa hvaða meðalvindhraðabreytingum flugvél verður fyrir samanborið við ótruflaðan meðalvind. Forsenda NLR um að vindurinn sé ótruflaður áður en byggðin í Nýja Skerjafirði kemur til sögunnar verður að teljast hæpin enda sýnir CFD greining EFLU að svo er ekki, sbr. umfjöllun um mynd 42 í skýrslu EFLU hér að framan. Í skýrslu NLR er því ekki tekið tillit til þeirrar truflunar sem núverandi byggð, stakar byggingar og landslag hefur á ótruflaðan vind og hvernig meðalvindurinn verður eftir að truflunin frá Nýja Skerjafirði bætist við. Ekki eru skoðuð áhrif vindhviða fremur en í hermun EFLU.

Í vinnu NLR fólst ekki að meta mismunandi snertipunkta, misbrött aðflugshorn eða vindaskilyrði ef hætt er við landingu. NLR skoðaði aðeins staðlaðar landingar og eingöngu vindáttir sem hafa áhrif á landingarsvæði flugbrauta 01 og 31.

NLR áætlaði ekki áhrif byggðarinnar á landingar á brautum 13 og 19 þrátt fyrir að áhrifsvæðið, þar sem 1:35 hallaflétirnir gilda, geti verið allt að 1.500 m skv. hollensku leiðbeiningunum (fylgiskjal 28). Engar skýringar eru gefnar í skýrslu NLR á því af hverju þetta var gert aðrar en þær að reiknað sé með að hraðbruni í landingu sé lokið á miðri flugbraut. Þegar tekið er tillit til þess að stórar flugvélar skrá flugvöllinn iðulega í flugáætlun sem varaflugvöll er ekki víst að svo sé. Auk þess er snertipunktur gjarnan innar á brautinni í erfiðu vindafari og/eða lélegum bremsuskilyrðum.

### 3.1.3 Ákvörðun starfshóps eftir rýni á fyrirbyggjandi meðalvindhraðagreiningum

Þar sem CFD greining er mun nákvæmari aðferð en „skjólveggurinn“, sem NLR notast við, og hermanir EFLU lágu fyrir, var ákveðið að fá EFLU til að setja fram með myndrænum hætti meðalvindhraðann og greina meðalvindhraðabreytinguna eftir flugferlum í áveðursáttum frá SSA vestur til NNV. Óskað var eftir að mestu meðalvindhraðabreytingar innan 100 m hlaupandi kafla (glugga) á ferlinum yrðu sýndar svo hægt væri að bera þær beint saman við viðmiðin.

### 3.1.4 Viðbótarvinna EFLU

Minnisblað frá EFLU þar sem greint er frá þeirri viðbótarvinnu sem unnin var fylgir með sem fylgiskjal við þessa greinargerð (fylgiskjal 17 og 18).

Úr gögnum EFLU má m.a. lesa hvernig meðalvindhraðabreytingar eftir ferli flugvélar breytast með tilkomu Nýja Skerjafjarðar, hvernig aðstæður breytast ef lent er innarlega og hvernig aðstæður eru yfir braut ef fara þarf í fráflug. Hér á eftir eru áhrif hvers vindáttar á meðalvind og breytingu á honum eftir og þvert á flugbrautarstefnu tekin til skoðunar fyrir brautir 01-19 og 13-31. EFLA gerir sína útreikninga miðað við ótruflaðan 25 kt vindstyrk í 10 m hæð. Hér á eftir er áætlað út frá myndum EFLU við hvaða meðalvindstyrk meðalvindhraðabreytingin fer yfir viðmið miðað við línulegt samband, sem láta mun nærri.

Úr þessum gögnum má einnig lesa vísbendingar um hvar búast má við aukinni kviku og verður fjallað um það í kaflanum um kvikugreiningu hér aftar. Jafnframt eru breytingar á heildarsvæði vindhrifa, sem verða vegna Nýja Skerjafjarðar, metnar út frá fótspori breytinga á meðalvindi enda þótt reiknilíkan EFLU gefi ekki mat á styrkleika iðustreymis og kviku.

#### NNV-átt, 330°

**Braut 01-19:** Í NNV-átt gætir áhrifa frá skýlum 3 og 4 á braut 01-19. Áhrifa frá skýli 3 gætir við þröskuld 01 sem snýr best við þessari vindátt. Áhrifa frá skýli 4 gætir við miðja braut. Aðstæður til lendingar á braut 01 fara yfir viðmið við um 40 kt ef gert er ráð fyrir að breyting sé línuleg með meðalvindhraða. Áhrifa Nýja Skerjafjarðar mun ekki gæta nema á syðsta hluta brautarinnar í þessari vindátt. Engar breytingar verða því á aðstæðum fyrir lendingu innarlega eða í fráflugi á braut 01. Ekki er gert ráð fyrir að braut 19 yrði notuð við þessar aðstæður. Skýli 3 lendir í vökinni frá byggðinni. Vökin breiðkar en verður álíka djúp og áður, þ.e. lægsti meðalvindhraði verður svipaður og áður. Mikið dregur úr mestu meðalvindhraðabreytingum við brautarenda 01, þar sem meðalvindhraðabreytingin verður á lengri vegalengd en áður.

**Braut 13-31:** Í NNV-átt gætir ekki áhrifa Nýja Skerjafjarðar á braut 13-31 og hún því ekki greind nánar.

**Niðurstaða af áhrifum NNV-áttar:** Í NNV-átt hefur fyrirhuguð byggð í Nýja Skerjafirði engin áhrif á meðalvind á braut 13-31 en braut 31 hefur svipaða afstöðu og 01 við þessari vindátt. Á brautarenda 01, sem snýr best við þessari vindátt, dregur úr meðalvindhraðabreytingu.



VNV-átt, 300°

**Braut 01-19:** Í VNV-vindátt yrði flugbraut 01 aðeins notuð fyrir stórar flugvélar, sem þurfa lengri braut en 31 til landingar eða flugtaks. Á braut 01 eru nú þegar tveir staðir með hröðum meðalvindhraðabreytingum sem stafa frá skýli 3 og 4. Út frá líkanreikningunum má álykta að þar fari aðstæður yfir viðmið í um 15 kt meðalvindi. Annar staðurinn er á landingarsvæði brautar 01, vegna skýlis 3, og hinn vegna skýlis 4 á nyrðri hluta brautarinnar. Áhrifa Nýja Skerjafjarðar mun ekki gæta á nyrðri hluta brautarinnar í þessari vindátt. Engar breytingar verða því á aðstæðum fyrir landingu innarlega eða í fráflugi á braut 01. Við brautarenda 01 lendir skýli 3 í vökinni frá Nýja Skerjafirði. Vökin breiðkar og stíggull í meðalvindhraða verður lægri en við núverandi aðstæður.

Mikið dregur úr mestu meðalvindhraðabreytingum á landingarsvæði brautar 01, en meðalvindhraðabreytingar verða á stærra svæði. Í stað núverandi topps í meðalvindhraðabreytingu, sem stafar frá skýli 3, koma tveir nýir en lægri sitt hvoru megin við hann sem stafa frá jöðrum Nýja Skerjafjarðar. Álykta má frá líkanreikningunum að þeir fari yfir viðmið við um 20 kt. Árleg tíðni vinds yfir 20 kt af þessari átt, 300°, er um 0,2% tímans samkvæmt upplýsingum frá EFLU (fylgiskjal 29). Braut 31 snýr best við þessari vindátt og yrði nánast alltaf notuð við þessar aðstæður.

**Braut 13-31:** Í VNV-átt gætir ekki áhrifa Nýja Skerjafjarðar á braut 13-31 og hún því ekki greind nánar. Braut 31 snýr beint við þessari vindátt.

**Niðurstaða af áhrifum VNV-áttar:** Í VNV-átt hefur fyrirhuguð byggð í Nýja Skerjafirði engin áhrif á meðalvind á braut 13-31 en braut 31 snýr best við þessari vindátt. Braut 01 snýr næstbest við þessari vindátt, þar dregur úr meðalvindhraðabreytingu en vökin verður a.m.k. helmingi breiðari við tilkomu nýju bygginganna og þar með stærra kvikusvæði. Meðalvindhraði við brautarendann breytist og áhrif flugskýlis 3 verða ekki eins áberandi á meðan jaðrar byggðarinnar skapa skarpari skil í meðalvindhraðanum.

V-átt, 270°

**Braut 01-19:** Í V-átt er vindur þvert á braut 01-19 og brautin þar með vart notuð nema fyrir stærri flugvélar í litlum vindi, sennilega um 10 kt. Eins og í tilviki VNV-áttar gætir áhrifa frá flugvallarbyggingum og núverandi íbúðabyggð í Skerjafirði, en einkum þó frá skýli 3. Aðstæður til landinga fara yfir viðmið við um 10 kt á braut 01 og við um 15 kt á braut 19 við núverandi aðstæður. Með tilkomu Nýja Skerjafjarðar lendir skýli 3 í vökinni frá henni. Vökin breiðkar verulega, en verður álíka djúp og áður, þ.e. lægsti meðalvindhraði verður svipaður og áður. Mikið dregur úr mestu meðalvindhraðabreytingum innan við landingarsvæði brautar 01, en meðalvindhraðabreytingar verða á mun stærra svæði. Auknar meðalvindhraðabreytingar verða rétt innan við brautarenda 01 sem virðist stafa frá syðsta hluta byggðarinnar. Skilyrði fara yfir viðmið í um 12 kt vindhraða í 10 m hæð. Annars eru meðalvindhraðabreytingarnar tiltölulega litlar en aukast aðeins innar á brautinni. Með tilkomu Nýja Skerjafjarðar fara



meðalvindbreytingar þvert á flugbrautina verulega yfir viðmiðunarmörkin á milli þröskulds og snertipunkts á flugbraut 01, þar sem flugvélin er enn á lofti. Það virðist stafa frá nyrsta hluta byggðarinnar en greina má áhrif frá jöðrum Nýja Skerjafjarðar.

**Braut 13-31:** Í V-átt gætir nú fremur lítilla áhrifa frá skýli 3 og núverandi byggð í Skerjafirði á braut 13-31. Braut 31 er sú braut sem snýr best við þessari vindátt. Heldur dregur úr meðalvindhraða í aðflugi að braut 31 með tilkomu Nýja Skerjafjarðar en meðalvindhraðabreytingar aukast og verða bylgjöttar en fara ekki yfir viðmið fyrr en við um 40 kt. Svo sterk V-átt er sjaldgæf.

**Niðurstaða af áhrifum V-áttar:** Í V-átt aukast meðalvindhraðabreytingar í aðflugi að braut 31 og verða bylgjöttar. Þær fara þó ekki yfir viðmið fyrr en í um 40 kt sem er sjaldgæft. Brautir 01 og 19 snúa ekki vel við þessari vindátt en á syðri hluta brautarinnar dregur lítillga úr mestu meðalvindhraðabreytingum með tilkomu Nýja Skerjafjarðar. Hinsvegar veldur Nýi Skerjafjörður mikilli stækkun á vökinni á þessu svæði og veldur meðalvindhraðabreytingu yfir viðmiðunarmörkum í lokaaðflugi á braut 01 milli þröskulds og snertiflatar.

#### VSV-átt, 240°

**Braut 01-19:** Þetta er sú vindátt sem helmingar hornið milli flugbrauta 19 og 31 sem snúa svipað við þessari vindátt. Í VSV-átt gætir nú þegar áhrifa frá flugvallarbyggingum, sér í lagi skýlum 3 og 4, en einnig frá núverandi byggð í Skerjafirði. Aðstæður til lendinga á braut 19 fara yfir viðmið við um 20 kt vegna áhrifa frá skýli 4 sem myndar vök við landingarsvæðið. Hinsvegar standa þessi áhrif stutt og eru ekki viðvarandi. Áhrifa frá fyrirhugaðri byggð í Nýja Skerjafirði gætir ekki þar og áhrif frá henni eru óveruleg þar til um miðja braut. Skýli 3 lendir í vökinni frá Nýja Skerjafirði. Vökin breiðkar mjög mikið en verður álíka djúp og áður, þ.e. lægsti meðalvindhraði verður svipaður og áður. Mikið dregur úr mestu meðalvindhraðabreytingum sunnarlega á brautinni sem stafa frá skýli 3. Meðalvindhraðabreytingar verða á öllum suðurhelmingi brautarinnar í stað tiltekinna kafla áður. Syðst á brautinni, rétt framan við landingarsvæði 01, eykst meðalvindhraðabreytingin vegna áhrifa frá sunnanverðum jaðri byggðarinnar og verður hún svipuð og áður stafaði frá skýli 3. Braut 01 er ekki í notkun í þessari vindátt. Meðalvindhraðabreytingar á öllum syðri hluta brautarinnar hafa áhrif á landingar innarlega og fráflug af braut 19.

**Braut 13-31:** Í VSV-átt gætir nú þegar einhverra áhrifa frá skýli 3 og skýli Landhelgisgæslunnar á aðflug að braut 31. Núverandi byggð í Skerjafirði myndar breiða vök á braut 13-31 en mestu meðalvindhraðabreytingarnar stafa frá jöðrum hennar á vesturenda brautarinnar og rétt innan við landingarsvæði brautar 31. Braut 31 snýr svipað við þessari vindátt og braut 19 og er talsvert notuð í henni. Skilyrði til landingar fara yfir viðmið við um 20 kt vegna áhrifa frá jaðri núverandi byggðar í Skerjafirði. Áhrifanna frá jaðri núverandi byggðar gætir rétt innan við landingarsvæðið á braut 31. Með tilkomu fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði verður samfelld vök eftir allri brautinni og í aðflugi að braut 31.

Vökin dýpkar mikið á landingarsvæði brautar 31, þ.e. mikið dregur úr lægsta meðalvindhraða á svæðinu. Mesta meðalvindhraðabreytingin sem áður stafaði frá jaðri núverandi byggðar færir nær miðju á landingarsvæðinu og meðalvindhraðabreytingar aukast í aðfluginu. Þá eru miklar meðalvindhraðabreytingar á svæðinu frá þröskuldi að snertipunkti, þar sem flugvélin er að ljúka aðfluginu. Aðflugsskilyrði að braut 31 fara yfir viðmið við um 25 kt í stað um 55 kt áður. Áhrifa Nýja Skerjafjarðar gætir ekki eftir miðja braut og hefur ekki áhrif á landingar innarlega né á fráflug.

**Niðurstaða af áhrifum VSV-áttar:** Í VSV-átt munu meðalvindhraðabreytingar aukast í aðflugi og á landingarsvæði brautar 31 sem er talsvert notuð í þessari vindátt enda með sama hliðarvind og braut 19. Eins og sjá má af vindhraða í aðflugi yrðu meðalvindhraðabreytingar mun meiri í lokaaðfluginu, sem er nú þegar erfitt vegna þess hve bratt það er, þ.e. um 4,5°. Skilyrðin fara yfir viðmið á landingarsvæðinu við u.þ.b. 20 kt, bæði á braut 19 og 31. Mesta meðalvindhraðabreytingin á braut 31 færir inn að miðju landingarsvæðisins auk þess sem skilyrði í aðflugi versna. Því versna skilyrði í viðkvæmasta ferli flugsins. Á braut 19 sem snýr jafn vel við vindáttinni og braut 31 gætir ekki áhrifa frá fyrirhugaðri byggð í Nýja Skerjafirði. Þar er farið yfir viðmið við um 20 kt vegna áhrifa frá skýli 4. VSV-átt yfir 20 kt er í um 0,88% tímans samkvæmt upplýsingum frá EFLU (fylgiskjal 29). Einhvern hluta þessa tíma má reikna með að skilyrði til landingar séu skert við núverandi aðstæður af öðrum ástæðum s.s. vegna brautarskilyrða. Nánari greiningu en hér eru tók á að gera þarf til að meta það. Til samanburðar má benda á að í vindátt 260° áætla NLR að kvika fari yfir viðmið við 24 kt vindstyrk sem kalli á ákvarðarnir um viðbrögð. Á braut 19 aukast meðalvindhraðabreytingar á syðri hluta brautarinnar sem hafa áhrif á landingar innarlega á henni og á fráflug.

#### SSV-átt, 210°

**Braut 01-19:** Í SSV-átt gætir nú þegar áhrifa frá flugvallarbyggingum, sér í lagi skýlum 3 og 4. Ekki kemur til greina að braut 01 sé í notkun við þessar aðstæður heldur flugbraut 19 sem snýr best við þessari vindátt. Aðstæður til landinga á braut 19 fara yfir viðmið við um 20 kt vindstyrks vegna áhrifa frá skýli 4 sem myndar vök við landingarsvæðið. Enn gildir þó að þessi áhrif standa yfir í stutta stund og eru ekki varanleg (e. sustained). Áhrifa frá fyrirhugaðri byggð í Nýja Skerjafirði gætir lítið á þessu svæði hvað meðalvindhraða varðar vegna fjarlægðar frá byggðinni en vökin sem Nýi Skerjafjörður mun mynda nær þó nánast eftir allri brautinni. Í vökinni dregur úr meðalvindhraða en meðalvindhraðabreytingar eru litlar inn eftir brautinni þar til kemur að áhrifasvæði skýlis 3. Þar dregur úr mestu meðalvindhraðabreytingunum þar sem skýlið lendir inni í vökinni frá Nýja Skerjafirði. Meðalvindhraðabreytingar verða minni en ná yfir stærra svæði. Áhrif á landingar innarlega og skilyrði til fráflugs felast einkum í lægri meðalvindhraða á brautinni.

**Braut 13-31:** Í SSV-átt er vindur þvert á braut 13-31 og yrði hún því ógjarnan valin hvort sem er til austurs eða vesturs. Þar gætir nú þegar áhrifa frá skýli 3

og frá núverandi byggð í Skerjafirði á vestari hluta brautarinnar. Óveruleg meðalvindsáhrif eru frá skýli Landhelgisgæslunnar og húsi Háskólans í Reykjavík í aðflugi að braut 31. Á landingarsvæði brautar 13 fara skilyrði yfir viðmið við um 25 kt en við um 40 kt við þröskuld brautar 31 og við um 15 kt inn á miðri braut vegna jaðars núverandi byggðar í Skerjafirði. Með tilkomu fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði lendar austari hluti brautarinnar í vökinni frá Nýja Skerjafirði og þar dregur úr meðalvindhraða en meðalvindhraða-breytingar aukast á landingarsvæði brautar 31 og inn að miðri braut. Farið er yfir viðmið við um 25 kt í stað 40 kt áður. Það dregur hins vegar úr mestu meðalvindhraðabreytingunni á miðri braut, sem stafar frá jaðri núverandi byggðar, og fer hún ekki yfir viðmið fyrr en við um 30 kt í stað 20 kt áður.

**Niðurstaða af áhrifum SSV-áttar:** Í SSV-átt dregur úr meðalvindhraða með tilkomu Nýja Skerjafjarðar eftir allri braut 19 og meðalvindhraðabreytingum frá skýli 3 þegar kemur suður fyrir miðja braut. Aðstæður til landinga á braut 19 fara yfir viðmið við um 20 kt vindstyrk vegna áhrifa frá skýli 4 sem myndar vök við landingarsvæðið. Braut 31 er talsvert notuð í þessari vindátt þrátt fyrir að áttin sé þvert á brautina, sbr. mynd 4-5 í skýrslu NLR. Með tilkomu Nýja Skerjafjarðar munu meðalvindhraðabreytingar aukast á landingarsvæði brautar 31 og inn að miðri braut. Farið er yfir viðmið við 25 kt í stað 40 kt nú. SSV-átt yfir 25 kt varir í 0,26% tímans. Afar sjaldgæft er að brautin sé notuð við svo mikinn hliðarvind og líklegt að braut 19 sé frekar notuð við þessi skilyrði en þar fer meðalvindhraðabreytingin yfir viðmið við 20 kt vindstyrk. Hvernig brautirnar eru nýttar í dag við þessi skilyrði liggur ekki fyrir. Nánari greiningu en hér eru tók á að gera þarf til að finna út úr því.

#### S-átt, 180°

**Braut 01-19:** Í S-átt gætir ekki áhrifa Nýja Skerjafjarðar á braut 01-19 og hún ekki greind nánar. Braut 19 er sú braut sem snýr best við þessari vindátt, sem stendur beint upp á hana.

**Braut 13-31:** Í S-átt gætir áhrifa frá núverandi byggð í Skerjafirði og skýlis 3 á braut 13-31. Braut 13 snýr ekki vel við þessari vindátt. Við þröskuld brautar 13 er farið yfir viðmið við um 30 kt og við um 20 kt innar á brautinni. Það stafar frá jaðri núverandi byggðar. Áhrifa vakarinnar frá fyrirhugaðri byggð í Nýja Skerjafirði gætir á milli landingarsvæðanna. Með tilkomu hennar dregur úr meðalvindhraða í vökinni. Á innri hluta landingarsvæðisins aukast meðalvindhraðabreytingar lítillga en það dregur úr mestu meðalvindhraðabreytingunni á vestari hluta brautarinnar. Hún er innan við miðja braut og stafar frá jaðri núverandi byggðar þannig að aðstæður þar fara yfir viðmið við um 30 kt í stað 20 kt áður. Enn innar eða um og innan við miðja braut aukast meðalvindhraðabreytingarnar aftur.

**Niðurstaða af áhrifum S-áttar:** Í S-átt snýr braut 19 best við vindátt. Aðstæður þar breytast ekki með tilkomu Nýja Skerjafjarðar. Braut 13 snýr næstbest við og

Þar dregur úr mestu meðalvindhraðabreytingunni á vestari hluta brautarinnar sem stafar frá jaðri núverandi byggðar.

#### SSA-átt, 150°

**Braut 01-19:** Í SSA-átt gætir áhrifa Nýja Skerjafjarðar ekki á braut 01-19 og hún ekki greind nánar. Braut 19 snýr best við þessari vindátt.

**Braut 13-31:** Í SSA-átt gætir áhrifa frá núverandi byggð í Skerjafirði fyrir framan lendingarsvæði brautar 13 sem snýr næst best við þessari vindátt. Innar má einnig sjá áhrif frá flugskýli 3 og við brautarendann áhrif frá húsi Háskólans í Reykjavík. Skilyrði um meðalvindhraðabreytingar á brautinni eru vel innan viðmiða. Áhrifa fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði á meðalvindhraðabreytingar gætir óverulega í aðflugi og inn fyrir áhrifasvæði skýlis 3. Nýi Skerjafjörður mun draga úr meðalvindhraða og meðalvindhraðabreytingar verða svipaðar og áður nema frá jaðri byggðarinnar sem hefur áhrif um miðja braut og veldur því að farið er yfir viðmið við um 40 kt. Þetta kemur sér einkum illa ef lent er innarlega á braut eða farið í fráflug.

**Niðurstaða af áhrifum SSA-áttar:** Braut 19 snýr best við þessari vindátt og þar gætir ekki áhrifa frá Nýja Skerjafirði. Í SSA-átt snýr braut 13 næstbest við vindátt. Meðalvindhraðabreytingar verða svipaðar hér og áður nema um miðja braut 13-31. Þar aukast meðalvindhraðabreytingar talsvert vegna áhrifa frá jaðri Nýja Skerjafjarðar. Þar fara aðstæður yfir viðmið við um 40 kt. SSA-átt yfir 40 kt er sjaldgæf eða í um 0,03% tímans. Meðalvindhraðabreytingin um miðja braut mun hafa áhrif á landingar innarlega en engin áhrif eru frá Nýja Skerjafirði á austari hluta brautarinnar.

## 3.2 Kvikugreining

Almennt gildir að kvika eykst með auknu hrýfi. Því mun byggð á sléttu landi eins og í Nýja Skerjafirði auka kviku. Gert er ráð fyrir þéttri byggð með allt að 17 m háum byggingum yfir aðliggjandi lóð á svæði sem er 150 – 200 m frá flugbrautunum. Sem dæmi um þetta má nefna að með tilkomu Hlíðarendahverfis hafa flugmenn kvartað undan aukinni ókyrrð. Slíkar kvartanir eru ekki alltaf formlega skráðar og væntanlega dregur úr skráningum með tíma þegar atvikin hætta að koma á óvart. Í gagnagrunni Samgöngustofu er að finna þrjár tilkynningar sem borist hafa í gegnum dagbók flugturns um ókyrrð á lokastefnu á braut 13 á sl. fimm árum, tvær eru frá 2019 og ein er frá 2020. Í gögnum Veðurstofunnar er að finna 19 tilkynningar um atvik tengd vindaskilyrðum á Reykjavíkflugvelli, tvær frá 2017, þrjár frá 2018, þrjár frá 2019, þrjár frá 2020, fimm frá 2021 og þrjár frá 2022. Í tveimur þessara tilvika, sem eru frá 2019, er Hlíðarendahverfið nefnt sem hugsanleg ástæða.

Hafa þarf í huga að kvika sem myndast ferðast með vindinum og deyr smám saman út. Þannig getur kvika sem myndast ferðast inn á svæði þar sem

meðalvindhraðabreytingar eru litlar og einnig þangað sem meðalvindhraðinn er lítill. Ekki er hægt að draga þá ályktun að það dragi úr kviku þar sem dregur úr meðalvindhraðabreytingum. Almenna reglan er að kvikan aukist með auknu hrýfi í nágrenni. Jafnframt má fullyrða að kvika er til staðar í einhverjum mæli alls staðar í þeim vökum sem myndast hlémegin við byggingar og önnur mannvirki sem standa upp úr yfirborðinu. Lækkun á meðalvindhraða veldur því að vindorkan breytist í kviku af ýmsum toga þar sem lítið orkutap verður á þessu stigi í vindstreyminu. Slíkt gerist ekki fyrr en stærð hvirflanna hefur minnkað mikið eftir að hafa flust með vindstraumnum.

### 3.2.1 Vísbendingar eru um kviku byggðar á greiningu EFLU.

Í líkanreikningum EFLU var ekki lagt mat á styrkleika kviku enda ekki hægt að leggja mat á þann þátt með einfaldri CFD hermun eins og beitt var. Engu að síður gefa myndir EFLU góða vísbendingu um hvar kviku sé að finna. Þar sem meðalvindhraðabreyting er mikil á stuttum kafla má reikna með kvikumyndun. Myndir sem sýna meðalvindhraða og sér í lagi línuritinn sem sýna hámarks meðalvindhraðabreytingu á hverja 100 m, þ.e. delta  $U_y/100$  m og delta  $U_x/100$  m, gefa því vísbendingar um kvikumyndun auk þeirra áhrifa sem verða vegna aukins hrýfis vegna Nýja Skerjafjarðar. Vakirnar, þar sem fram koma breytingar á meðalvindhraða í útreikningum EFLU, eru því mjög góð vísbending um útbreiðslu eða fótspor kvikunnar. Samkvæmt minnisblaði EFLU (bls. 3 í fylgiskjali 18) sýna heimildir að áhrif á iðustreymi geti jafnvel sést fjær en þar sem áhrif meðalvindhraðabreytinga eru ekki lengur sýnileg og meðalvindhraði er kominn aftur í ótruflað ástand.

Hér á eftir eru tilgreindar helstu vísbendingar um aukna kviku sem fram koma á myndum EFLU. Það eru einkum þau svæði þar sem meðalvindhraðabreyting myndast eða eykst með tilkomu Nýja Skerjafjarðar.

#### NNV-átt. 330°

Á brautarendu 01, sem snýr best við þessari vindátt, eru vísbendingar um að kvika aukist í aðflugi vegna vakar frá Nýja Skerjafirði og meðalvindhraðabreytinga. Braut 31 er hér valkostur.

#### VNV-átt. 300°

Fyrir braut 01, sem snýr næstbest við þessari vindátt, eru vísbendingar um að kvika aukist í aðflugi vegna meðalvindhraðabreytinga eftir aðflugsferli og mun breiðari vakar frá nýju byggingunum.

Sennilega verða litlar breytingar á kviku fyrir braut 31 í þessari vindátt, sem stendur beint eftir miðri flugbrautinni.

#### V-átt. 270°

Fyrir braut 31, sem snýr best við þessari vindátt, eru vísbendingar um að kvika aukist í aðflugi í öflugri vök frá Nýja Skerjafirði og vegna meðalvindhraðabreytinga í bröttu aðflugi.

Fyrir braut 01, sem snýr nær þvert á þessa vindátt, eru einnig vísbendingar um að kvika aukist í aðflugi og ef lent er innarlega vegna talsverðra breytinga á meðalvindhraða á lokaadflugsferlinum og mun breiðara fótspors vakarinnar frá Nýja Skerjafirði.

#### VSV-átt, 240°

Fyrir braut 31, sem snýr jafn vel við þessari vindátt og braut 19, eru vísbendingar um að kvika aukist í aðflugi vegna verulegra breytinga á meðalvindhraða eftir brautinni og þvert á hana. Jafnframt myndast ný vök frá nýju byggingunum, sem nær yfir austanverða flugbrautina og brautamótin. Gera má ráð fyrir verulegri kviku á þessu svæði í sterkri VSV-átt.

Fyrir braut 19, sem snýr jafn vel og braut 31 við þessari vindátt eru lítil sem engin áhrif í aðflugi. Líklegt er að ókyrrðaráhrifin vegna Nýja Skerjafjarðar kæmu helst fram í flugtaki og fráflugi eftir að hætt væri við landingu enda þá flogið í gegnum talsverðar meðalvindhreytingar skv. reiknilíkaninu.

#### SSV-átt, 210°

Fyrir braut 19, sem snýr best við þessari vindátt, eru vísbendingar um að kvika aukist á mið- og suðurhluta brautarinnar sem gæti haft áhrif í fráflugi.

Fyrir brautir 13-31, sem eru talsvert notaðar í þessari vindátt þrátt fyrir að áttin sé þvert á brautirnar, eru vísbendingar um að kvika aukist verulega á austari hluta brautarinnar sem gæti haft áhrif á landingar á braut 31 og í fráflugi á braut 13. Ólíklegt er að þær yrðu notaðar ef vindstyrkur fer yfir 20 kt.

#### S-átt, 180°

Fyrir braut 19, sem snýr best við þessari vindátt, verða lítil sem engin áhrif á meðalvindhraða eða kviku, enda stendur vindáttin beint eftir miðlínu brautarinnar.

Fyrir braut 13, sem snýr ekki vel við þessari vindátt, eru vísbendingar um að kvika aukist innan við landingarsvæðið og um miðja braut þar sem auknar breytingar verða á meðalvindhraða eftir brautinni.

#### SSA-átt, 150°

Engin áhrif verða á braut 19 sem snýr best við þessari vindátt. Fyrir braut 13, sem snýr næstbest við þessari vindátt, eru vísbendingar um að kvika aukist um miðja braut.

### **3.2.2 Kvikugreining NLR**

NLR notar gróft en viðurkennt matslíkan fyrir kvikuna sem byggist á mælingum sem gerðar hafa verið gegnum tíðina fyrir yfirborð með mismunandi hrýfi (e. terrain roughness). Því er um að ræða reynslulíkan (e. empirical models) þar sem hrýfið á svæðinu er áætlað á grundvelli fyrri reynslu og tilgátu um líklega hrýfiseiginleika Nýja Skerjafjarðar. NLR áætlar kvikuna við vindstyrk sem

innifelur 99% lendinga á tveimur flugbrautum, þ.e. fyrir þrjár vindáttir á braut 01 (340°, 300° og 270°) og tvær vindáttir fyrir braut 31 (260° og 210°). Í tveimur tilfellum af þremur á braut 01 (340° og 300°) er kvikan um eða yfir 80% af 4 kt viðmiðinu án Nýja Skerjafjarðar og fer í um 90% af viðmiðunargildinu með Nýja Skerjafirði. Í öðru tilfallinu fyrir braut 31, þ.e. við 260° sem er vestanátt, fer kvikan úr um 60-75% af viðmiðunargildinu án Nýja Skerjafjarðar í yfir 110% af því með Nýja Skerjafirði. Eins og nánar er fjallað um síðar áætlað NLR að kvikan fari yfir viðmið í þessari átt einu sinni í mánuði að jafnaði.

Starfshópurinn gerir hvorki athugasemdir við aðferðafræði né niðurstöður NLR varðandi kvikureikningana en bendir á að NLR gengur út frá einu gildi fyrir hrýfi Nýja Skerjafjarðar, sem byggir á að um sé að ræða lágreist þorp eða útjaðar smábæjar (e. village/outskirts of a small town). Tilefni hefði verið fyrir NLR að skoða næmni þessara útreikninga fyrir hærri gildi á hrýfinu í ljósi þess að í raun er um að ræða allt að fimm hæða þetta fjölbýlishúsabyggð í Nýja Skerjafirði en ekki smábæ eins og kannski má færa rök fyrir að gildi um núverandi byggð í Skerjafirði. Þá gerir NLR ráð fyrir því að flugbrautir séu þurrar þegar mat er lagt á vind- og ókyrrðarþol flugvéla. Einnig hefði mátt greina vindáttir þéttar en með 50° millibili þar sem farið er yfir viðmið. Þegar vindur stendur af Nýja Skerjafirði má í 25% tímans reikna með að slíku veðri fylgi úrkoma og að flugbrautirnar séu því ekki þurrar. Í 40% tímans má reikna með úrkomu þegar vindhraði er yfir 10 m/s.

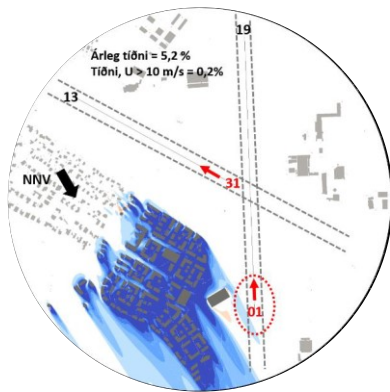
Almennt séð hefði í skýrslu NLR mátt gera mun betri grein fyrir þeim gögnum, sem byggt er á í myndum 4-11 til 4-15 í skýrslunni, þar sem fram koma niðurstöður þeirra kvikustyrksreikninga sem gerðir voru á þeim fimm sviðsmyndum sem NLR skilgreindi í þessu skyni. Í raun er aðeins umfjöllun um alvarlegasta tilvik, þar sem kvikustyrkurinn fer yfir viðmiðunarmörkin.

Þrátt fyrir þessa ágalla á skýrslu NLR ber að hafa í huga að hún var að sögn fulltrúa NRL á fundi með starfshópnum (fylgiskjal 15) for- eða bráðabirgðaverkefni (e. provisional). Engu að síður sýnir hún fram á að alvarlegt ástand (kvikustyrkur vel yfir 4 kt RMS) geti myndast við landingu á braut 31 vegna kviku frá Nýja Skerjafirði þegar vindhraði fer yfir 24 kt og vindátt er á bilinu 245°-275° og komi þá til álita að stöðva landingar. Þessi skilyrði geta að mati NLR komið upp að meðaltali einu sinni á mánuði, en sú niðurstaða er byggð á umferðartölum en ekki tímamælingu.

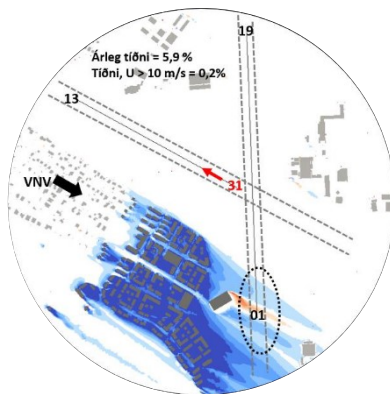
### 3.3 Samandregnar niðurstöður meðalvinda- og kvikugreiningar

Hér verða dregnar saman helstu niðurstöður fyrir hverja vindátt fyrir sig, skoðaðar út frá áhrifum hinnar fyrirhuguðu byggðar í Nýja Skerjafirði. Myndir sem fylgja hverri vindátt eru klipptar úr viðbótarvinnu EFLU og sýna vökina, sem myndast af Nýja Skerjafirði og afstöðu hennar til flugbrautanna.

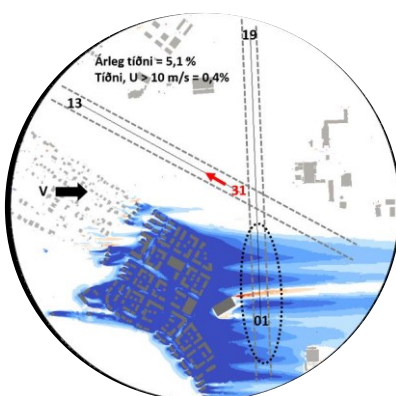


NNV-átt, 330°

- » Braut 01 (355° réttvísandi) snýr best við þessari vindátt og síðan braut 31 (296° réttvísandi).
- » Braut 01: Skýli 3 mun lenda í vökinni frá Nýja Skerjafirði sem nær inn á enda flugbrautar 01.
- » Á brautarenda 01 dregur úr meðalvindhraðabreytingu, breytingin gerist á lengri vegalengd, en kvika í aðflugi eykst (NLR mynd 4-11, 340°).
- » Engar breytingar verða á aðstæðum fyrir landingu innarlega eða í fráflugi á braut 01.
- » Braut 31: Nýi Skerjafjörður mun ekki hafa áhrif á vinda á braut 13-31.

VNV-átt, 300°

- » Braut 31 (296° réttvísandi) snýr best við þessari vindátt og síðan 01 (355° réttvísandi).
- » Braut 31: Nýi Skerjafjörður mun ekki hafa áhrif á vinda á braut 13-31.
- » Braut 01: Skýli 3 mun lenda í vökinni frá Nýja Skerjafirði sem nær inn á landingarsvæði brautar 01.
- » Á landingarsvæði brautar 01 dregur úr meðalvindhraðabreytingu, en kvika í aðflugi og landingu eykst (NLR mynd 4-12, 300°).
- » Engar breytingar verða á aðstæðum fyrir landingu innarlega eða í fráflugi á braut 01.

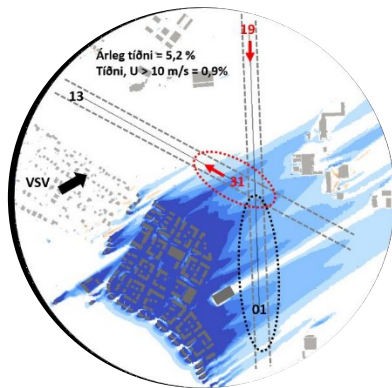
V-átt, 270°

- » Braut 31 (296° réttvísandi) snýr best við þessari vindátt sem stendur nær þvert á 01-19.
- » Braut 31: Heldur dregur úr meðalvindhraða í aðflugi að braut 31 en meðalvindhraðabreytingar aukast. Kvika í aðfluginu og inn á brautarendann eykst mikið og yfir viðmiði (NLR mynd 4-14, 260°).
- » NLR áætla að skilyrði fari yfir viðmið um kviku að jafnaði einu sinni í mánuði í vestanátt (260°).
- » Engar breytingar verða á aðstæðum fyrir landingu innarlega eða í fráflugi.
- » Braut 01-19: Á syðri hluta brautar dregur lítillga úr mestu meðalvindhraðabreytingum en kvika eykst yfir öllu



lendingarsvæðinu (NLR mynd 4-13, 270°).

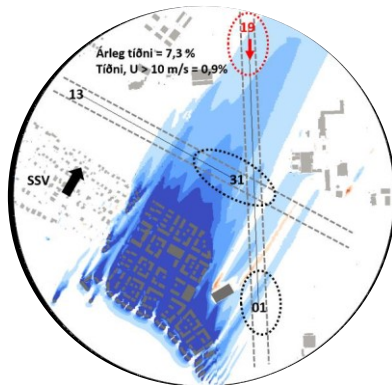
#### VSV-átt, 240°



- » Brautir 31 (296° réttvísandi) og 19 (175° réttvísandi) snúa svipað við þessari vindátt.
- » Braut 31: Meðalvindhraðabreytingar aukast í aðflugi og á landingarsvæði.
- » Kvika í aðflugi, á landingarsvæði og brautamótum eykst mikið vegna stækkunar vakar (NLR mynd 4-14, 260°).
- » Engar breytingar verða á aðstæðum fyrir landingu innarlega eða í fráflugi.
- » Braut 19: Meðalvindhraðabreytingar eru óbreyttar í aðflugi og landingu en verða á öllum syðri hluta brautarinnar; ljóst að kvika aukist til muna á syðri helmingi brautarinnar.
- » Þetta mun hafa áhrif á flugtak og fráflug.

Áætla má að meðalvindhraðabreyting fari yfir viðmið við um 20 kt bæði á braut 31 og 19 í um 0,88% tímans samkvæmt upplýsingum frá EFLU (fylgiskjal 29). Skilyrði í aðflugi og á landingarsvæði brautar 31, í viðkvæmasta ferli flugsins, versna með tilkomu Nýja Skerjafjarðar.

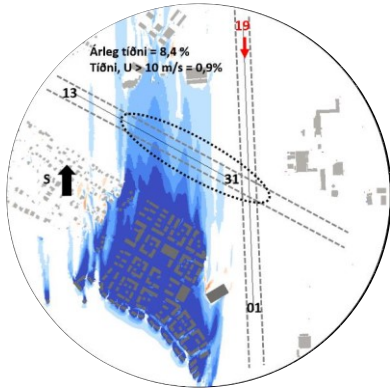
#### SSV-átt, 210°



- » Braut 19 (175° réttvísandi) snýr best við þessari vindátt sem er nær þvert á 13-31.
- » Braut 19: Úr meðalvindhraða dregur eftir allri brautinni. Hæsta meðalvindhraðabreytingin frá skýli 3 lækkar niður fyrir viðmið þegar kemur suður fyrir miðja braut. Sjá má að útbreiðsla kviku aukist, einkum á miðri brautinni og brautamótunum.
- » Litlar breytingar verða á aðstæðum fyrir landingu innarlega eða í fráflugi.
- » Braut 13-31: Meðalvindhraðabreytingar aukast á landingarsvæði brautar 31 og inn að miðri braut.
- » Kvika eykst á eystri hluta brautarinnar vegna breiðrar vakar frá Nýja Skerjafirði (NLR mynd 4-15, 210°).
- » Engin áhrif verða frá Nýja Skerjafirði á vestari hluta brautarinnar.

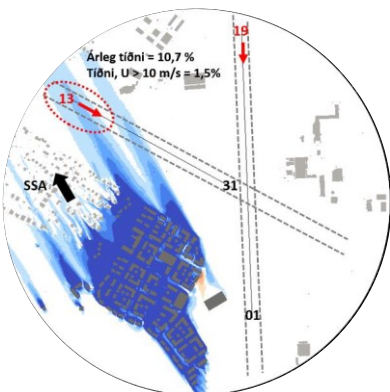
Áætla má að meðalvindhraðabreyting fari yfir viðmið við um 20 kt á braut 19 og 25 kt á braut 31 í um 0,26% tímans samkvæmt vindrós í skýrslu EFLU. Skýli 4 skerðir nú þegar skilyrði á braut 19 sem snýr best við þessari vindátt og braut 31 er því mikilvæg sem valkostur. Hliðarvindur mun í einhverjum tilfellum takmarka notkunarmöguleika brautar 31.

#### S-átt, 180°



- » Braut 19 (175° réttvísandi) snýr best við þessari vindátt og síðan 13 (116° réttvísandi).
- » Braut 19: Nýi Skerjafjörður mun ekki hafa áhrif á vinda á braut 01-19.
- » Braut 13: Úr mestu meðalvindhraðabreytingunni á vestari hluta brautarinnar dregur.
- » Sjá má að kvika aukist innan við lendingarsvæðið og um miðja braut.
- » Þetta mun hafa áhrif á lendingar innarlega og fráflug.

#### SSA-átt, 150°



- » Braut 19 (175° réttvísandi) snýr best við þessari vindátt og síðan 13 (116° réttvísandi).
- » Braut 19: Nýi Skerjafjörður mun ekki hafa áhrif á vinda á braut 01-19.
- » Braut 13: Um miðja brautina aukast meðalvindhraðabreytingar talsvert vegna jaðars Nýja Skerjafjarðar.
- » Áætla má að kvika aukist um miðja braut.
- » Meðalvindhraðabreytingin um miðja braut mun hafa takmörkuð áhrif á lendingar innarlega en engin áhrif eru frá Nýja Skerjafirði á austari hluta brautarinnar.

### 3.4 Önnur atriði úr viðbótarvinnu EFLU

Vísbendingar um kviku sem lesnar eru út úr meðalvindagreiningu EFLU eru í góðu samræmi við niðurstöður NLR þótt aðferðirnar séu ólíkar.

Vökin sem nú er frá skýli 3 fellur að mestu saman við vökina frá fyrirhugaðri byggð í Nýja Skerjafirði vegna nálægðar. Í stað mikilla meðalvindhraðabreytinga frá skýli 3 verða meðalvindhraðabreytingarnar frá jöðrum Nýja Skerjafjarðar og stækkunar áhrifsvæðis.

Í V-, VSV- og SSV-áttum má áætla að skilyrði fari yfir viðmið, ýmist vegna kviku eða meðalvindhraðabreytinga, við um 20-25 kt.

Auk þess sem kvika vex og eitt áætlunarflug í mánuði verði að jafnaði yfir viðmiðunarmörkum vegna kviku gætu til viðbótar einhver prósentubrot áætlunarflugs, sbr. VSV- og SSV-áttir, lent yfir viðmiðunarmörkum vegna meðaðvindhraðabreytinga. Hvert prósent jafngildir um 90 landingum á ári miðað við umferð árána 2015-2019.

## 4. Nothæfi Reykjavíkurlugvallar

Áhættumat Isavia fyrir Reykjavíkurlugvöll var síðast gert árið 2015 (fylgiskjal 25). Ekki hefur verið gert áhættumat m.t.t. fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði annað en það að NLR gerði afmarkað áhættumat fyrir flugvöllinn með tilkomu byggðarinnar.

Árið 2014 vann EFLA mat fyrir Isavia á áhrifum lokunar flugbrautar 06/24 á nothæfisstuðul flugvallarins (fylgiskjal 26). Áhættumatið var unnið í samræmi við kröfur Alþjóðaflugmálastofnunar (ICAO). Helstu niðurstöður EFLU koma fram í töflu 1.

Tafla 1. Nothæfisstuðull Reykjavíkurlugvallar.

Tafla 1. Nothæfisstuðull Reykjavíkurlugvallar 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, skyggis og skjáhæðar	95,9 %	98,1 %	2,2 %
Mismunur	1,1 %	1,3 %	

Í þessu mati EFLU er einnig tekið fram að ICAO ráðleggur að nothæfisstuðullinn sé ekki undir 95% fyrir þær flugvélar sem hann þjónar. Orðrétt segir í ráðleggingum ICAO „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“.

EFLA vann einnig skýrslu fyrir Isavia árið 2014 (fylgiskjal 27) sem sýnir nothæfi vallarins fyrir ákveðnar gerðir flugvéla, Fokker 50 og Beechcraft King Air 200, sem byggir á hreyfingum flugvéla af þessum gerðum á tímabilinu 2004-2014. Meginniðurstöður EFLU eru settar fram í töflu 2.

Tafla 2. Nothæfistími Reykjavíkurlugvallar.

Tafla 1. Nothæfistími Reykjavíkurlugvallar 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 & skjáhæð	Vindur og bremsusk.	Vindur + bremsuskylirði +skyggni & skjáhæð
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 %

EFLA tekur fram að „Þessar niðurstöður á nothæfistíma eru að sjálfsögðu nokkuð hærri en sambærilegur nothæfisstuðull sem er reiknaður samkvæmt ICAO, það skýrist af því að um ólíkan og ósamanburðarhæfan mælikvarða er að

ræða“. Með öðrum orðum þá eru niðurstöður sem fram koma í töflu 1 og töflu 2 unnar á ólíkan hátt og ekki samanburðarhæfar. Niðurstöður í töflu 2 sýna eingöngu áhrif á þær tilteknu flugvélar sem þar eru skoðaðar út frá öðrum forsendum um hámarkshliðarvind.

Í vinnu sinni nú (2020-2022) lagði EFLA hvorki mat á hve mikið nothæfi Reykjavíkflugvallar breytist með byggð í Nýja Skerjafirði né hefur fyrirtækið gert áhættumat fyrir rekstur flugvallarins, enda ekki um það beðið.

NLR lagði mat á áhrif af nýrri byggð í Skerjafirði á vindafarið á flugbrautum Reykjavíkflugvallar og á áhættuna fyrir öryggi flugumferðar. Þetta var gert út frá sögulegum gögnum um vindafar og flugumferð á árunum 2015-2019. Á grundvelli þessara upplýsinga leggur NLR mat á hve oft vindafarsskilyrði hefðu farið yfir viðmið við landingu vegna þess að kvika væri yfir 4 kt viðmiði með tilkomu fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði. Af 90.000 flughreyfingum í áætlunar- og leiguflogi á árunum 2015-2019, þ.e. 45.000 landingum, eru talin 60 tilfelli (0,13%) á flugbraut 31 þar sem vindur er frá vestlægum áttum (245°-275°), vindhraði er yfir 24 kt og byggðin í Nýja Skerjafirði hefði valdið því að kvikan hefði farið yfir viðmiðunarmörk. Dreift yfir þetta 5 ára tímabil áætla NLR að þetta gerist að jafnaði einu sinni í mánuði. NLR leggur ekki mat á suðlægari áttir (225°-245°) sem eru þó algengari.

Rétt er að vekja athygli á að samkvæmt aðferðum ICAO er nothæfisstuðull flugvallar (e. usability factor) reiknaður út frá líkindum á vindafari og öðrum veðurfarsþáttum. NLR áætla hins vegar breytingu í nýtingu flugvallarins miðað við tiltekna flugumferð og vindafar. Umferðin og tímaháð dreifing hennar er enda yfirleitt háð öðrum áhrifum en umhverfisþáttum, sem endurspeglar eiginleika sjálfs flugvallarins og aðstæður á honum. ICAO ræður frá því að byggður sé flugvöllur með lægri nothæfisstuðli en 0,95. Nauðsynlegur nothæfisstuðull fer þó eftir skilgreindu hlutverki viðkomandi flugvallar.

NLR metur áhættuna fyrir flugumferð af áhrifum frá Nýja Skerjafirði sem þolanlega (e. tolerable) en að grípa þurfi til mótvægisáðgerða. Í skýrslu NLR segir eftirfarandi á bls. 25: „The risk itself cannot be easily mitigated directly, because under the given wind conditions (wind speed > 24kt and wind direction in the sector 245°-275°) no alternative landing runway is available at Reykjavik airport, due to crosswind or tailwind limitations. Therefore, the exposure cannot be reduced, other than halting the operations under such conditions. However, considering such mitigation is too strict, given the inherent uncertainties in the present analysis.“ NLR leggur til að við tiltekin veðurskilyrði verði flugmenn varaðir við aukinni kviku og að fylgst verði með veðuraðstæðum og tilkynningum flugmanna um ókyrrð eða aðstæður þar sem mikil ókyrrð hefur merkjanleg áhrif á flug. Ekki kemur fram hvernig meta eigi þau skilyrði á annan hátt en með því að fylgjast með upplifun flugmanna, sem hafa lent í mikilli ókyrrð við landingu eða hugsanlega hætt við landingu.

Eins og fram kemur í greiningum á áhrifum fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði á meðalvindhraða á flugbrautum má til viðbótar þeim 60 tilfellum í V-átt (u.þ.b. 0,13 % tímans) sem NLR áætla að farið sé yfir viðmið á 5 ára tímabili frá 2015-2019 reikna með að þess utan fari skilyrði yfir viðmið í allt að 0,88% tímans þegar VSV-átt fer yfir 20 kt. Þetta er áætlað út frá viðbótarvinnu EFLU og gerist vegna snöggra breytinga í meðalvindi. Einnig munu skilyrði sem nú eru yfir viðmiðum vegna meðalvindbreytinga í einhverjum tilvikum fara undir þau með tilkomu byggðar. Einhvern hluta þess tíma sem skilyrði fara yfir viðmið má reikna með að skilyrði til landingar séu þegar skert við núverandi aðstæður af öðrum ástæðum s.s. vegna brautarskilyrða. Nánari greiningu en hér eru tók á að vinna þarf til að meta slíkt.

Í SSV-átt fara meðalvindhraðabreytingar yfir viðmið við 25 kt á braut 31 (20 kt á braut 19) í 0,26% tímans. SSV-átt er þvert á braut 31 og því er þetta jafnframt hliðarvindur á þá braut. Við þetta mikinn hliðarvind skerðast notkunarmöguleikar brautar 31 fyrir ýmsar gerðir flugvéla, sér í lagi þegar brautarskilyrði eru einnig skert. Ef við bætist að meðalvindhraðabreytingar nálgast viðmið og kvika eykst mun áhætta aukast og notkunarmöguleikar brautarinnar minnka. Ekki liggur fyrir hvernig hinir mismunandi áhættuþættir koma saman og þörf er á nánari greiningu en hér eru tók á að gera til að meta það. Taka má sem dæmi að flugvél af gerðinni DHC 8-200 þolir 36 kt hliðarvind (fylgiskjal 24) m.v. þurra braut en út frá vindrós í skýrslu EFLU má áætla að svo sterk SSV-átt sé aðeins í um 0,02% tímans. Við núverandi aðstæður getur þessi vél því lent við allt að 36 kt en með tilkomu Nýja Skerjafjarðar fara meðalvindhraðabreytingar yfir viðmið við 25 kt á braut 31. SSV-átt á bilinu 25-36 kt er samkvæmt fyrrgreindri vindrós í 0,24% (0,26%-0,02%) tímans. Til samanburðar þolir sjúkraflugvélin sem nú er í notkun, Beechcraft King Air 200, 25 kt hliðarvind (fylgiskjal 27) sem þýðir að hún hefði ekki getað nýtt braut 31 í yfir 25 kt af SSV þar sem vindstefnan er þvert á brautina.

Rétt er að benda á að ef vindstyrkurinn er aðeins lægri þarf flugmaður samtímis að takast á við margskonar áskoranir sem ekki liggur fyrir hvernig verka saman. Vindur á milli 20 og 25 kt er t.d. í 0,59% tímans samkvæmt upplýsingum frá EFLU (fylgiskjal 29) en þá er meðalvindhraðabreyting nálægt viðmiðunarmörkum, vélin nálægt hliðarvindsþoli á þurri braut, kvika yfir 75% af viðmiðunarmörkum samkvæmt NLR og aðflugið á mörkum þess að kallast bratt. Ofangreindar niðurstöður hafa ekki verið skoðaðar með tilliti til flugumferðar líkt og NLR gerði í tilfelli kvikunnar.

Óljóst er hvort um 6.500 hreyfingar sjúkraflugvéla á 5 ára tímabili frá 2015 til 2019 séu inn í gögnum NLR en af þeim voru 1.555 landingar með sjúklinga í forgangi (F1 og F2). Miðað við að sama hlutfall gildi um hreyfingar í sjúkraflugi og í áætlunarfluginu (áhrif á 60 flug á 5 árum) hefði það áhrif á tvö sjúkraflug á þessu 5 ára tímabili, eða alls 62 flug á tímabilinu. Hafa verður í huga að reynt er að halda sjúkraflugi gangandi eins lengi og kostur er og því má gera ráð fyrir að hlutfallslega fleiri sjúkraflug séu flogin við erfiðar aðstæður en áætlunarflug án

Þess að farið sé yfir viðmið öryggis (heimild Mýflug). Ekki eru upplýsingar til um þennan þátt og því hefur hann ekki verið skoðaður hér til hlítar.

Ókyrrð getur valdið því að ekki sé unnt að lenda með fullnægjandi öryggi þegar vindátt og vindstyrkur eru óhagstæð. Þær aðstæður draga úr hæfi flugvallarins til að gegna hlutverki sínu sem miðstöð innanlandsflugs og sem varaflugvöllur fyrir millilandaflug. Áhrifin felast í því að aðflug og landing verða óþægileg fyrir farþega og áhöfn og frávik verða á eðlilegum flugferli yfir í að erfitt geti verið að hafa fulla stjórn á fluginu. Í flugöryggismálum fylgja ábyrgir aðilar ætíð bestu starfsvenjum (e. best practices) í flugrekstri. Það kallar undantekningalítið á að starfa vel innan þeirra öryggismarka, sem skilgreind eru.

## 5. Ályktanir og mótvægisáðgerðir

Ekki eru til staðar alþjóðleg viðmið um ásættanleg vindaskilyrði á flugvöllum en einstök ríki hafa sett sér slík viðmið. Holland og breska samveldið hafa sett sér viðmið um hámarks meðalvindhraðabreytingu eftir og þvert á feril flugvélar í landingu og um styrk loftkviku. Viðmiðin eru í stöðugri þróun og óvissa er um hve vel þau taka tillit til ýmissa þátta s.s. eiginleika flugvéla, breytileika í aðflugi og landingum og fleiri atriða. Beitt er nálgun fyrir þessa þætti eins og forsendur leyfa.

Í greiningum sínum beita EFLA og NLR ólíkri aðferðafræði en í báðum tilfellum er niðurstaðan samanburðarhæf. Greining EFLU gefur ekki mat á styrk kvikunnar en út frá greiningum EFLU á meðalvindhraða má hins vegar greina líkur á sambærilegri útbreiðslu kviku og styrk hennar og greining NLR gefur.

Líkanreikninga eins og hér er stuðst við ber að skoða sem vísbendingu en ekki sem nákvæma niðurstöðu. Gögnum um vindafar við brautarenda hefur verið safnað um langan tíma en ekki hefur verið unnið úr þeim og þau því ekki nýtt til að styðja við líkanreikningana eins og eðlilegt hefði verið. Vegna þessa er ástæða til að gæta varúðar í túlkun niðurstaðna þegar greiningar á vindskilyrðum benda til að aðstæður séu nálægt viðmiðum.

### 5.1 Núverandi staða þekkingar á aðstæðum á Reykjavíkurlflugvelli

Meðalvindhraðagreining EFLU gefur góða mynd af útreiknuðum meðalvindhraða og meðalvindhraðabreytingum (stigul í meðalvindhraða) eftir ferli flugvéla fyrir vindstefnu frá suð-suðaustri (SSA) til norð-norðvesturs (NNV) þar sem annars vegar er miðað við 20 kt meðalvind í 10 m hæð í upphaflegu skýrslunni og hins vegar er miðað við 25 kt í 10 m hæð í viðbótarvinnunni sem unnin var fyrir starfshópin.

Samkvæmt greiningu EFLU skapa flugskýli nr. 3 og 4 mesta meðalvindtruflun á flugbrautum við núverandi aðstæður vegna meðalvindhraðabreytinga af þeirra völdum í vissum vindáttum hlémegin við byggingarnar. Hins vegar eru þessar truflanir afmarkaðar í rúmi, áhrifasvæði þeirra vel þekkt og breytingarnar ekki viðvarandi (e. sustained) á ferli flugvéla í landingu. Áhrifin eru oftast mjög skammvinn og vara í 2-4 sek.

Kvikugreining NLR gefur besta og eina fyrirliggjandi mat á styrkleika kviku á Reykjavíkurlflugvelli fyrir fimm mismunandi vindáttir með breytilegum vindhraða frá 15 upp í 28 kt. Óvissa er um nákvæmni þessa mats þar sem ýmsar forsendur byggjast á eigindlegu mati (e. qualitative estimate). Þetta á einkum við um hrýfi yfirborðsins (e. terrain roughness). Samkvæmt greiningu NLR fer styrkur kviku við núverandi aðstæður í allt að 80% af viðmiði í verstu tilfellum.



Eins og fram kemur í kafla 2.4 eru til mælingar við brautarenda Reykjavíkurflugvallar sem nota má til að leggja mat á kviku við mismunandi aðstæður og hvort mat NLR sé nærri lagi. Ekki gafst tími til að vinna úr þessum gögnum. Fram að þessu hafa litlar sem engar mælingar eða upplýsingar legið fyrir um styrk og umfang kviku á Reykjavíkurflugvelli til samanburðar við þá líkanreikninga sem gerðir hafa verið.

Meðalvindhraðabreytingar eru nú yfir viðmiðunarmörkum í verstu tilfellum samkvæmt niðurstöðum EFLU og kvika er nálægt viðmiðunarmörkum samkvæmt niðurstöðum NLR í verstu tilfellum.

Þegar vindafarið, breytingar í meðalvindhraða og styrkur kviku eru nálægt viðmiðunarmörkum þarf að gæta sérstaklega að því hvaða breytingar fyrirhuguð byggð í Nýja Skerjafirði hefur í för með sér.

## 5.2 Aðstæður með tilkomu Nýja Skerjafjarðar

Samkvæmt útreikningum NLR og EFLU má draga eftirfarandi ályktanir um áhrif fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði á vindafar á flugbrautum í áveðursáttum:

- Í vökinni frá Nýja Skerjafirði (hlémegin) dregur úr meðalvindhraða en kvika eykst og dreifist yfir stærra svæði.
- Þegar skýli 3 lendir í vökinni frá Nýja Skerjafirði dregur úr mestu meðalvindhraðabreytingunum frá skýlinu.
- Í vökinni, annars staðar en þar sem áhrifa skýlis 3 gætir, verður aukning á meðalvindhraðabreytingum og kviku, m.a. í lokaaðflugi á braut 01.
- Í suðvestlægum vindáttum (V, VSV og SSV) aukast meðalvindhraðabreytingar og kvika í aðflugi og á landingarsvæði flugbrautar 31 og á flugbraut 19 með tilkomu Nýja Skerjafjarðar. Þetta bætist við aðra áhættuþætti s.s. aðflugshorn að braut 31, ástand brautar og hliðarvindþol. Ekki liggur fyrir hvernig þessir áhættuþættir spila saman.
- Í VSV-átt snúa brautir 19 og 31 svipað við vindátt. Mesta meðalvindhraðabreytingin á braut 31 færir nær miðju á landingarsvæðinu með tilkomu Nýja Skerjafjarðar og meðalvindhraðabreytingar aukast í aðfluginu, viðkvæmasta ferli flugsins. Meðalvindhraðabreytingar fara yfir viðmið við um 20 kt á báðum brautum í um 0,88% tímans bæði fyrir og eftir tilkomu Nýja Skerjafjarðar en aðstæður versna.
- Í SSV-átt snýr braut 19 best við vindátt en meðalvindhraðabreytingar fara þar yfir viðmið við um 20 kt við núverandi aðstæður. Á braut 31 sem einnig er notuð í þessari vindátt er farið yfir viðmið á landingarsvæði brautarinnar með tilkomu Nýja Skerjafjarðar við um 25 kt í stað 40 kt áður. Í SSV-átt er vindstyrkur yfir 25 kt í 0,26% tímans og yfir 20 kt í 0,85% tímans. Hliðarvindstakmarkanir sem eru háðar flugvélartegund og ástandi brautar eru farnar að takmarka notagildi brautarinnar við svo mikinn vindstyrk.
- NLR áætla að kvikan fari yfir viðmiðunarmörk á braut 31 í vestlægum áttum (245°-275°) við vindhraða 24 kt í allt að 0,13% tilfella (u.þ.b. 0,13% tímans).

## 5.3 Helstu niðurstöður

Samandregið eru helstu niðurstöður eftirfarandi:

- Byggð í Nýja Skerjafirði samkvæmt fyrirbyggjandi skipulagi þrengir að starfsemi flugvallarins frá því sem nú er, breytingar verða á vindafari á flugvellinum og í næsta nágrenni hans og nothæfi hans skerðist.
- Þar sem meðalvindhraðabreyting fer nú þegar yfir viðmiðunarmörk þarf að gæta sérstakrar varúðar við að bæta við fleiri áhættuþáttum svo sem aukinni kviku. Ljóst er af þeim gögnum og úttektum sem fyrir liggja að kvika eykst yfir flugvallarsvæðinu með tilkomu Nýja Skerjafjarðar samkvæmt fyrirbyggjandi skipulagi. Mun ítarlegri greiningu og mælingar vantar til að meta hve mikil þessi breyting verður.
- Ekki er hægt að fullyrða, án frekari rannsókna, að byggðin hafi slík áhrif á aðstæður fyrir flug á Reykjavíkflugvelli að þörf sé á að hætta við byggingarhugmyndir í Nýja Skerjafirði.

## 5.4 Eftirfarandi aðgerðir koma til álita

Mótvægisáðgerðir eru til þess fallnar að draga úr áhrifum eða áhættu. NLR leggur í sinni greiningu til mótvægisáðgerðir sem er í höndum rekstraraðila flugvallar að taka ákvörðun um. Þær eru annars vegar að auka upplýsingagjöf til flugmanna við tiltekin veðurskilyrði og hins vegar að safnað verði raungögnum með vöktun veðuraðstæðna og tilkynningum flugmanna um kviku eða aðstæður þar sem mikil ókyrrð hefur merkjanleg áhrif á flug.

Til viðbótar þessum áðgerðum bendir starfshópurinn á að skoða megi eftirfarandi áðgerðir sem felast í að:

- Takmarka hæð fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði við flötinn 1:35 frá miðlínu flugbrautar.
- Skoða nánar hvort og hvernig draga megi úr áhrifum frá jöðrum fyrirhugaðrar byggðar í Nýja Skerjafirði með annarri útfærslu á skipulagi og með formun mannvirkja.
- Skoða möguleg áhrif landslagsmótunar milli fyrirhugaðrar byggðar og flugvallarins til að draga úr áhrifum byggðarinnar.
- Ekki liggja fyrir miklar upplýsingar um kviku á og við Reykjavíkflugvöll né hafa verið gerðar mælingar til að meta styrk kvikunnar í mismunandi vindáttum og vindhraða. Því er, óháð uppbyggingu Nýja Skerjafjarðar, lagt til:
  - Að unnið verði úr veðurgögnum Isavia sem Veðurstofan hefur fengið og út frá þeirri vinnu verði lagt mat á kviku. Sú niðurstaða verði borin saman við líkankeyrslur NLR. Jafnframt verði vindhraði á brautarendum borinn saman við líkankeyrslur EFLU og þannig sannreynt hversu vel líkönin eru að herma núverandi stöðu á flugvellinum.
  - Ef þörf er á eftir úrvinnslu á veðurgögnum Isavia verði ráðist í frekari mælingar á kviku og vindskurði og kortlagningu kvikunnar á og við Reykjavíkflugvöll. Í framhaldinu verði niðurstöðurnar birtar sem hluti af veðurfarsupplýsingum fyrir flugvöllinn.
  - Að kvika verði mæld við Hlíðarendahverfi eins og það stendur í dag og svo til samanburðar einnig eftir að hverfið er fullbyggt.
- Byggt á þessum mælingum um kviku og vindskurð ásamt öðrum veðurmælingum verði upplýsingagjöf aukin til flugmanna um tiltekin veðurskilyrði.

## 6. Lokaorð

Starfshópnum var falið að vinna flugfræðilega rannsókn á fyrirhugaðri byggð í Skerjafirði auk áhrifa hennar og tilheyrandi framkvæmda á flug- og rekstraröryggi Reykjavíkurflugvallar. Nauðsynlegt hefði verið að vinna ítarlega rannsókn á aðstæðum og notkun á Reykjavíkurflugvelli til þess að uppfylla beiðni um flugfræðilega rannsókn. Að teknu tilliti til þess tímaramma sem til vinnunnar var ætlaður er hinsvegar ljóst að rannsóknin var að mestu takmörkuð við rýni á fyrirliggjandi gögnum.

Staðfest hefur verið af Isavia að fyrirhuguð byggð í Nýja Skerjafirði er hvorki inn á skilgreindu öryggissvæði flugvallarins né fer hún upp fyrir hindranafleti flugvallarins. Byggingar munu þó ná upp undir hindranafletina þannig að með hefðbundnum byggingaraðferðum munu byggingakranar einnig fara upp fyrir hindranafletina. Óheimilt er að reisa hvers konar mannvirki, tímabundið eða varanlega, upp fyrir hindranafleti flugvallarins, nema að fengnu samþykki Samgöngustofu að undangenginni umsögn rekstraraðila flugvallarins.

Yfir 5 ára tímabil (2015–2019) voru um 6.500 hreyfingar sjúkraflugvéla á Reykjavíkurflugvelli og þar af voru á þessu sama tímabili um 1.555 landingar með sjúklinga í forgangi (F1 og F2). Ávallt er reynt að halda sjúkraflugi gangandi eins lengi og kostur er og því má gera ráð fyrir að í sjúkraflugi sé oftast tekist á við erfiðari aðstæður en í áætlunarflugi án þess að farið sé yfir viðmið öryggis. Ekki var gerð sérstök greining í vinnu starfshópsins á því sjúkraflugi sem nýtir Reykjavíkurflugvöll.

Önnur þau atriði sem bent hefur verið á í samtölum og á fundum vegna þessarar vinnu sem mögulegt væri að athuga en eru ekki skoðuð í þessari vinnu eru rakin hér á eftir.

Í samtali við Peter van der Geest, einn af höfundum NLR skýrslunnar, kom fram að út frá hávaða frá flugvellingum yrði íbúðabyggð ekki leyfð í Hollandi þetta nálægt flugvelli.

Samkvæmt útreikningum EFLU minnkar meðalvindur á flugbrautunum þegar vindur stendur af hverfinu. Þetta veldur því að burðargeta flugvéla í flugtaki getur minnkað nokkuð. Ef mótvindur eftir flugbraut minnkar í flugtaki eru flugvélar lengur að ná þeim hraða sem þarf til flugtaks, og fara því lengra eftir flugbrautinni en ella. Ef hreyfilbilun verður í flugtaki þarf að vera hægt að halda áfram flugtaki á einum hreyfli eða stöðva flugvélina á þeirri vegalengd sem eftir er af brautinni. Létta getur þurft flugvél fyrir brottför vegna veðuraðstæðna þannig að t.d. ákvörðunarhraða sé náð fyrr á brautinni svo hægt sé að hætta við flugtak í tilfelli hreyfilbilunar. Það er eingöngu hægt með því að minnka hleðslu (fækka farþegum eða minnka frakt) þegar bremsuskilyrði eru skert, eða mótvindur í flugtaki minnkar.

Aukin ákoma (úrcoma) sem gera má ráð fyrir að verði hlémegin við Nýja Skerjafjörð getur valdið því að flokkun brautarskilyrða (e. runway condition code) lækkar vegna skertra bremsuskilyrða og slíkt hefur þau áhrif að burðargeta loftfara minnkar. Í þeim tilfellum sem ástandsgildi flugbrautar (RC) lækkar t.d. úr 5 í 3 mun notagildi flugvallarins sem varaflugvallar í millilandaflugi skerðast. Rekstraraðili Reykjavíkurflugvallar hefur að jafnaði ekki hálkuvárið brautirnar með afisingarefnum heldur hafa þær verið sandbornar sem veldur því að RC flokkun verður óhagstæðari en ella.

Hvorki í greiningu EFLU né NLR var skoðað hvaða áhrif úrkoma hefði á rekstur og landingarskilyrði flugvallarins, enda ekki um það beðið. Þekkt er að aukinn hliðarvindur á blauta braut hefur áhrif á landingarskilyrði. Eins má búast við aukinni snjósöfnun hlémegin við Nýja Skerjafjörð og þá sérstaklega í SV- og V-áttum. Hafa þarf í huga að úrkoma fylgir slíkum vindáttum í um 40% tilvika þegar vindur er yfir 10 m/s (19,4 kt) (fylgiskjal 20). Við þessar aðstæður verður umferð um völlinn erfiðari og mestar líkur eru á kviku. Skuggavarp frá Nýja Skerjafirði hefur ekki verið skoðað en hugsanlega veldur það því að yfirborð brauta, sérstaklega brauta 13-31, verður kaldara og því erfiðara að verjast hálkumyndun í skammdeginu.

Ljósmengun frá Nýja Skerjafirði getur við ákveðin skilyrði valdið truflun í aðflugi að braut 01. Skoða þarf hvernig lýsingu væri best háttað.

Að lokum er vert að geta þess að það er og verður ákvörðunaratriði stjórnvalda, rekstraraðila og notenda flugvallarins hvort og þá hvaða skerðing nothæfis er ásættanleg fyrir flugið á Reykjavíkurflugvelli. Í þessari greinargerð er ekki lagt mat á þetta atriði.

## Fylgiskjöl

1. Verklýsing starfshóps.
2. Samkomulag ríkis og Reykjavíkurborgar frá 1. mars 2013 um skipulag og uppbyggingu á landi ríkisins við Skerjafjörð.
3. Samkomulag ríkis og Reykjavíkurborgar frá 19. apríl 2013 um endurbætur á aðstöðu fyrir farþega og þjónustuaðila á Reykjavíkurlflugvelli.
4. Samkomulag ríkis og Reykjavíkurborgar frá 28. nóvember 2019 um rannsóknir á möguleikum á byggingu nýs flugvallar í Hvassahrauni.
5. Vindgreining EFLU frá 7. janúar 2020.
6. Skýrsla NLR, NLR-CR-2020-241, um áhrif Nýja Skerjafjarðar á vind á Reykjavíkurlflugvelli frá 28. ágúst 2020.
7. Minnisblað Isavia um vindaáhrif nýrrar byggðar í Skerjafirði á Reykjavíkurlflugvöll frá 16. september 2020.
8. Deiliskipulag Nýja Skerjafjarðar auglýst 9. júlí 2021.
9. Minnisblað Isavia um flugöryggi á Reykjavíkurlflugvelli frá 21. janúar 2022.
10. Bréf innviðaráðuneytis til Reykjavíkurborgar 2. mars 2022.
11. Svar Reykjavíkurborgar 12. apríl 2022.
12. Umsögn Isavia 2. maí 2022 um svar Reykjavíkurborgar.
13. Minnisblað Samgöngustofu um Reykjavíkurlflugvöll frá 3. maí 2022.
14. Bréf innviðaráðuneytisins til Reykjavíkurborgar 16. júní 2022.
15. Fyrirspurn til NLR um skýrsluna frá 28. ágúst 2020 og fundargerð frá fundi þann 15. september 2022 með Peter J. van der Geest fyrrverandi starfsmanni NLR og höfundu skýrslu NLR frá ágúst 2020.
16. Fyrirspurn til EFLU á fundi 13. september 2022 með Nínu Gall Jörgensen og Sigurði Erni Jónssyni.
17. Minnisblað EFLU frá 2. nóvember 2022.
18. Viðbótarvinna EFLU dags. 1. nóvember 2022.
19. Samantekt Samgöngustofu dags. 4. nóvember 2022.
20. Tíðni og ákefð úrkomu í Reykjavík.
21. Minnisblað um aðflugshalla
22. Skýrsla NLR, NLR-CR-2006-012, Flight technical assessment of Reykjavík Airport
23. Skýrsla SLR Consulting Australia Pty nr. 670.10044-R1R1, Guidance Material for Building-Induced Wake Effects at Airports, 2012.
24. Samantekt um hliðarvindsmörk flugvéla, Orri Eiríksson ÖFIA.
25. Fyrirhuguð breyting á flugvallarkerfi Reykjavíkurlflugvallar, Áhættumatsskýrsla Isavia, maí 2015.
26. Mat á nothæfisstuðli Reykjavíkurlflugvallar samkvæmt viðmiði ICAO, skýrsla EFLU, nóvember 2014.
27. Áhrif brauta 06-24 á nothæfistíma fyrir áætlunarflug og sjúkraflyg, skýrsla EFLU, nóvember 2014.

28. Wind criteria due to obstacles at and around airports, NLR report TP2010-312, júlí 2010.
29. Upplýsingar frá EFLU/Nínu Gall Jörgensen um tíðni vinds yfir 20 kt.

