

# MINNISBLAÐ

## VERKEFNI

Vatnsnes vindgreining

## SKJALAHEITI

200-250-MIN-010-V02

## DAGS

30.05.2023

## VERKKAUPI

Smáragarður

## SENDANDI

Hörður Páll Steinarsson

## DREIFING

Sigurður E. Ragnarsson / Smáragarður

Jón Stefán Einarsson / JeES

## STAÐA SKJALS

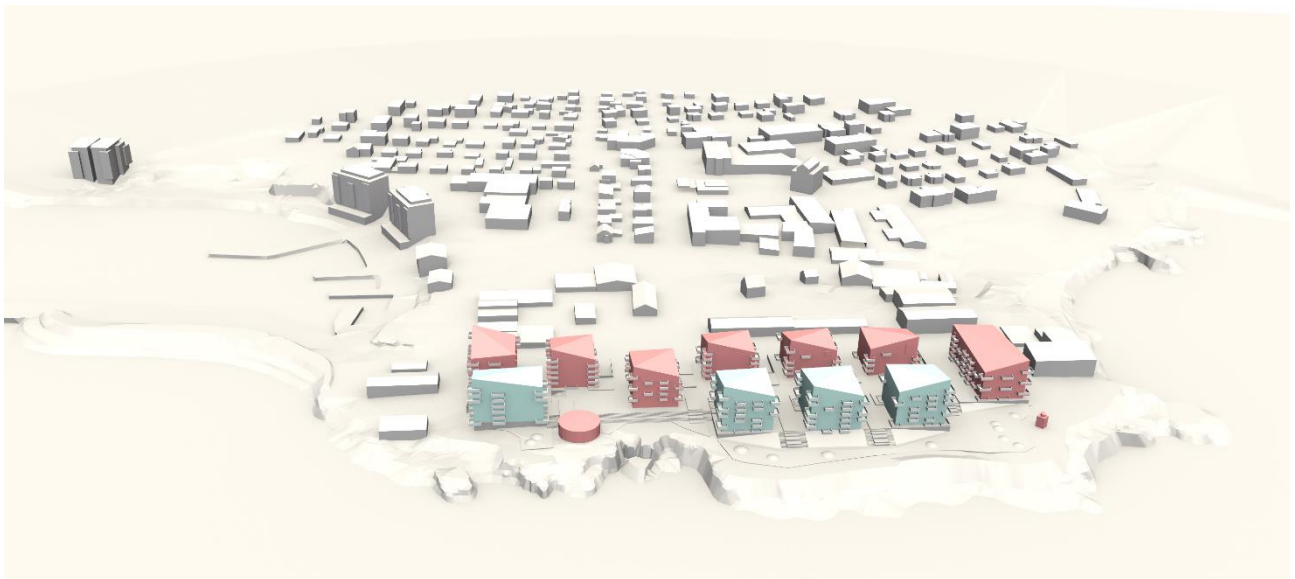
Dreifing með leyfi verkkaupa

## EFNI

Vindgreining á deiliskipulagi fyrir Vatnsnes, Reykjanesbæ

## INNGANGUR

ÖRUGG var fengin til að gera vindgreiningu á deiliskipulagi fyrir Vatnsnes, Reykjanesbæ. Deiliskipulagið inniheldur 11 byggingar sem staðsettar eru á sjávarlóð og eru óvarðar fyrir vindi úr norðan og austanáttum.



Mynd 1. Deiliskipulag við Vatnsnes, Reykjanesbæ. Byggingar í rauðu og grænu.

Vindgreining þessi snéri að því að gera samanburð á tveimur tillögum; annars vegar þar sem hæstu byggingarnar voru 5 hæðir og hins vegar þar sem hæstu byggingar voru 7 hæðir. Mynd 1 sýnir deiliskipulagið þar sem byggingar í rauðu voru óbreyttar á milli tillaganna tveggja og byggingar í grænu voru annars vegar 5 hæðir í einni tillögunni og 7 hæðir í hinn tillögunni.

## VINDGREINING

### AÐFERÐAFRÆÐI

Vindgreining sem gerð hefur verið felur í sér:

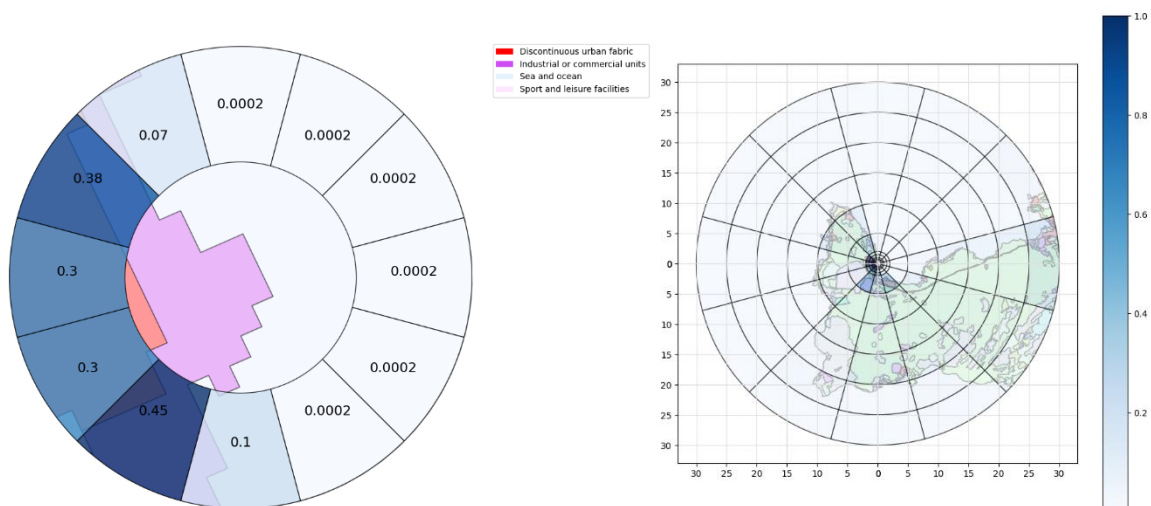
1. hermun á vindi með tölulegum straumfræðiíkönum (e. computational fluid dynamics eða CFD)
2. greiningu á veðurgögnum frá nálægri veðurstöð
3. mati á vindvist svæðisins með samanburði við hönnunarviðmið varðandi þægindi og öryggi fólks

#### 1. Hermun á vindi

Prívíddarlíkan var búið til sem innihélt; byggingar í deiliskipulaginu sem fékkst frá arkitekt, ásamt lóð og yfirborði jarðar, aðrar byggingar í 500 m radíus frá miðju deiliskipulagsins til að taka tillit til skjóláhrifa nærliggjandi byggðar á deiliskipulagið. Reiknisvæðið er þó mun stærra, a.m.k.  $10 \times H$ , þar sem  $H$  er hæsta hæð bygginga í m.y.s., til að forðast reiknileg áhrif á vindhraða í skipulaginu.

Til að herma vind þarf að taka tillit til yfirborðshrýfis sem er fengin út frá landnotkun í kringum svæðið og er metin skv. CORINE flokkun landgerða.

Yfirborðshrýfi hefur áhrif á vind, því mikið hrýfi dregur úr vindhraða sbr. samfelld byggð en lítið hrýfi eykur vindhraða sbr. við sjó. Yfirborðshrýfi í nágrenni bygginganna er 0,3 – 0,45 en 0,0002 á sjó, sjá Mynd 2.



Mynd 2. Yfirborðshrýfi fengið frá landnotkun skv. CORINE flokkun landgerða.

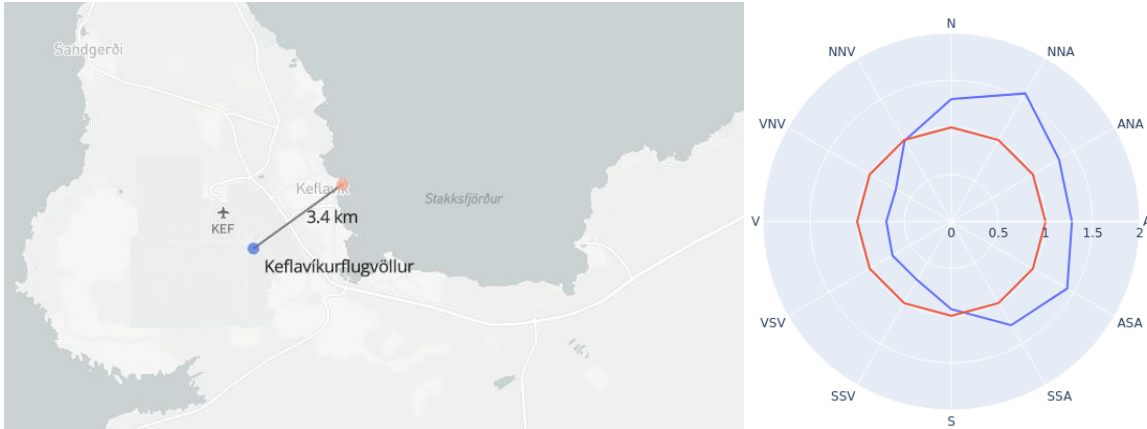
Hermdar eru 12 vindáttir með tölulegu straumfræðilíkani (CFD) þar sem reiknilíkanið Reynolds-Averaged Navier-Stokes (RANS) fyrir kvikustreymi (e. turbulent flow) var notað til að leysa Navier-Stokes jöfnurnar fyrir meðalgildi vindhraða í þrívídd í sístæðu ástandi (e. steady state) þar sem tekið er tillit til kviku (e. turbulence) með stærðfræðilíkönunum (realizable  $k-\epsilon$ ).

Vindáttir eru hermdar í 30° geirum þar sem 0° er norðanátt, þ.e. vindur kemur að norðan. Hver vindátt hefur mismunandi yfirborðshryfi vegna þess að landnotkun áveðurs við deiliskipulagið er mismunandi, t.d. er sjór austanmegin við skipulagið en byggð vestanmegin skipulagið.

Vindhraði í mannhæð (1,5 m) er dreginn úr líkaninu og sýnir vindáhrif innan skipulagsins.

## 2. Greining á veðurgögnum

Veðurgögn eru fengin úr nærliggjandi sjálfvirkri veðurstöð þar sem 10-mín gildi eru mæld í 10 m hæð. Fengin var 10 ára tímaröð úr sjálfvirkri veðurstöð Veðurstofu Íslands á Keflavíkurflugvelli: 63.9829,-22.6005.



Mynd 3. Fjarlægð frá sjálfvirkri veðurstöð (blár punktur) að deiliskipulagi (rauður punktur) (t.v.) og breyting á vindstyrk (blár hringur) við færslu á veðurgögnum frá veðurstöð (rauður hringur) (t.h.).

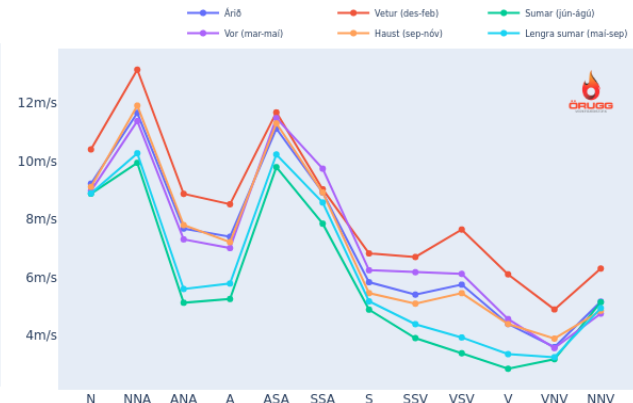
Veðurgögnin voru færð frá veðurstöðinni að deiliskipulaginu með því að taka tillit til áhrifa landnotkunar á vindstyrk hvarrar vindáttar fyrir sig. Mynd 3 sýnir að deiliskipulagið er óvarið fyrir vindi úr austanvindáttum, þar sem það er staðsett við sjó, því þær vindáttir eru hvassari í deiliskipulaginu heldur en á veðurstöðinni. Að sama skapi er deiliskipulagið umlukið byggð í vesturátt og því eru þær vindáttir mildari í deiliskipulaginu heldur en á veðurstöðinni.

Næsta mynd sýnir tíðni vindátta í veðurgögnunum úr veðurstöðinni og meðalvindhraða eftir að hafa fært gögnin yfir á deiliskipulagssvæðið. Vindáttir af sjó eru bæði með háan meðalvindhraða og tíðar.

Tíðni vindátta fyrir Keflavíkurflugvöllur. Sólarhringur



Meðalvindhraði vindátta fyrir Keflavíkurflugvöllur. Sólarhringur



Mynd 4. Tíðni vindátta á veðurstöð (t.v.) og meðalvindhraði eftir færslu á deiliskipulagssvæðið (t.h.).

### 3. Vindvist

Vindvist er metin í kringum byggingarnar fyrir árstíðir og yfir árið. Í mati á vindvist er tekið tillit til samspils vinds og bygginga úr öllum vindáttum, tíðni vindátta og hversu hvassar vindáttir eru á hverri árstíð.

Í grunninn þá hefur CFD líkanið sýnt hvaða breytingu á vindhraða – hvort vindur magnist upp við byggingar eða hvort byggingar veiti skjól – megi búast við í 1,5 m hæð innan skipulagsins miðað við hverja vindátt.

Til að svæði teljist hentugt til ákveðinnar notkunar þá er miðað við að ekki megi vera meiri en 5% líkur á hverri árstíð á að vindhraði í 1,5 m hæð fari yfir þröskuldsgildi sem eru mismunandi eftir því hvaða notkun er verið að stefna að.

Tafla 1. Notkunarflokkar skv. Lawson LDDC [1].

NOTKUNARFLOKKUR	VINDHRAÐI	SKÝRING
Sitja í langa stund (e. sitting for long period)	4 m/s	Lesna dagblað, borða og drekka
Standa / Sitja í stutta stund (e. standing / sitting for short period)	6 m/s	Strætóstoppistöðvar, búðargluggar, inngangar
Róleg ganga (e. leisure walk)	8 m/s	Gönguleiðir og skoðunarferðir
Rösk ganga (e. business walk)	10 m/s	Ekki gert ráð fyrir að staldra við
Óþægilegt (e. uncomfortable)	> 10 m/s	Óþægilegt fyrir alla notkun

Á sama tíma er öryggi fólks metið með því að skoða heildarlíkur yfir allt árið á því að staðbundinn vindhraði í 1,5 m hæð fari yfir 15 m/s, þar sem svæði er talið vera óæskilegt ef slíkt gerist oftar en 0,05% ársins og varasamt ef slíkt gerist oftar en 0,30% ársins [2].

Greining á veðurgögnum, þar sem veðurgögn eru t.a.m. flokkuð eftir vindáttum og árstíðum, felur í sér að máta gögnin við Weibull líkindadreifingu. Í framhaldinu er hægt að meta líkur á því að vindhraði í 1,5 m hæð í skipulaginu verði hærri en þröskuldsgildin miðað við veðurgögnin.

Vindvist segir því til um gæði og öryggi svæða í kringum bygginguna og skiptir svæðum í flokka eftir því hvernig hægt er að nýta svæðin vegna áhrifa staðbundna vindafarsins á þægindi og öryggi fólks.

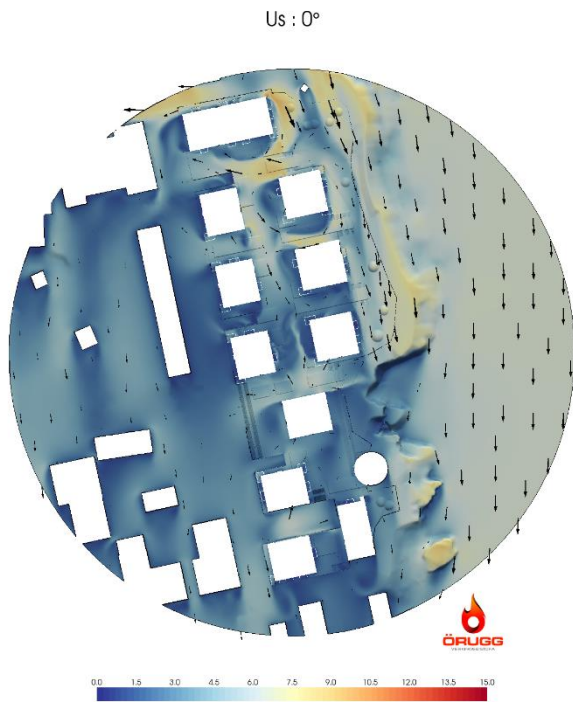
## NIÐURSTÖÐUR

### VINDHRAÐI

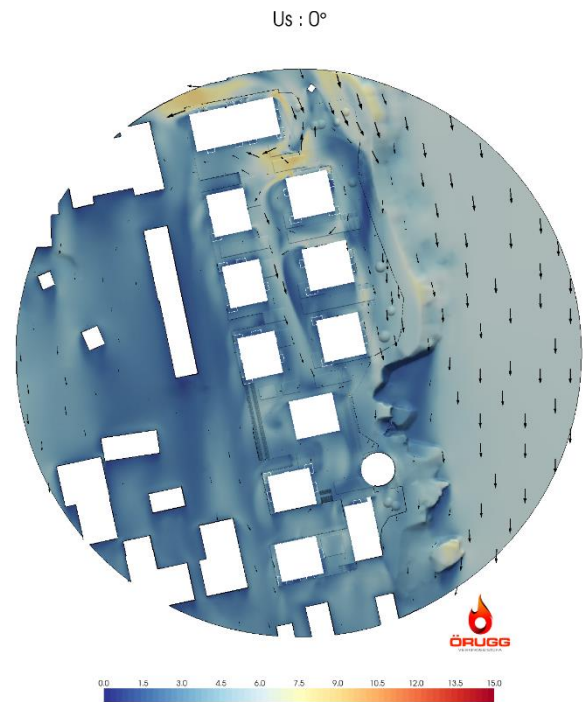
Hér á eftir er gerður samanburður á vindhraða í 1,5 m hæð úr hverri vindátt fyrir sig. Til vinstri verður vindhraði í tillögunni þar sem byggingarnar eru hæst 5 hæðir og til hægri verður vindhraði í tillögunni þar sem byggingarnar eru hæst 7 hæðir.

## 0° – Norðanátt

Vindáttin sýnir að vindhraði á milli bygginganna við sjóinn lækkar.



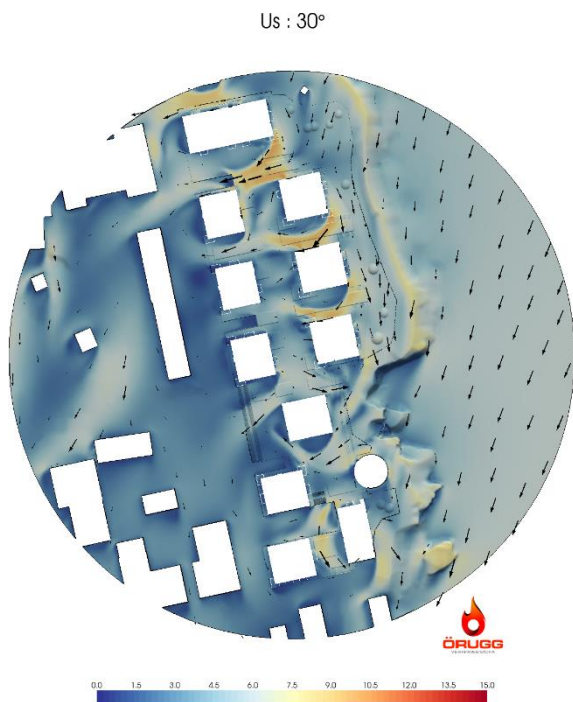
Hámarkshæð 5 hæðir



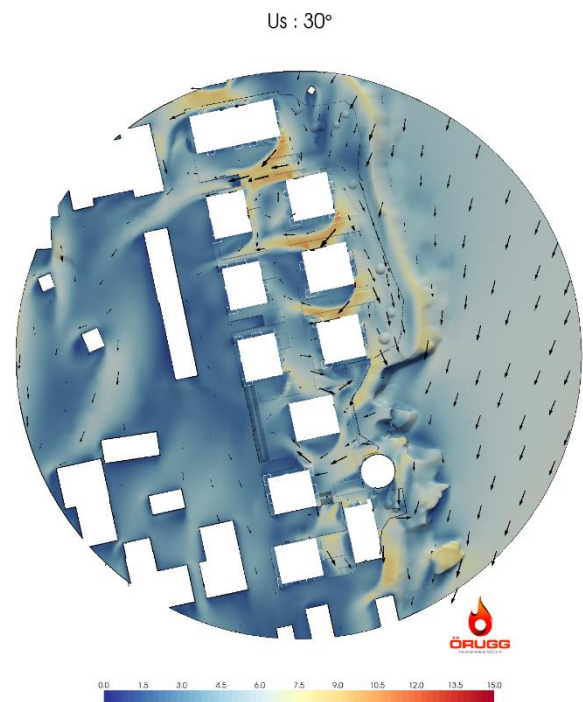
Hámarkshæð 7 hæðir

## 30° – NNA-átt

Vindáttin sýnir að vindhraði á milli bygginganna við sjóinn lækkar lítillega.



Hámarkshæð 5 hæðir

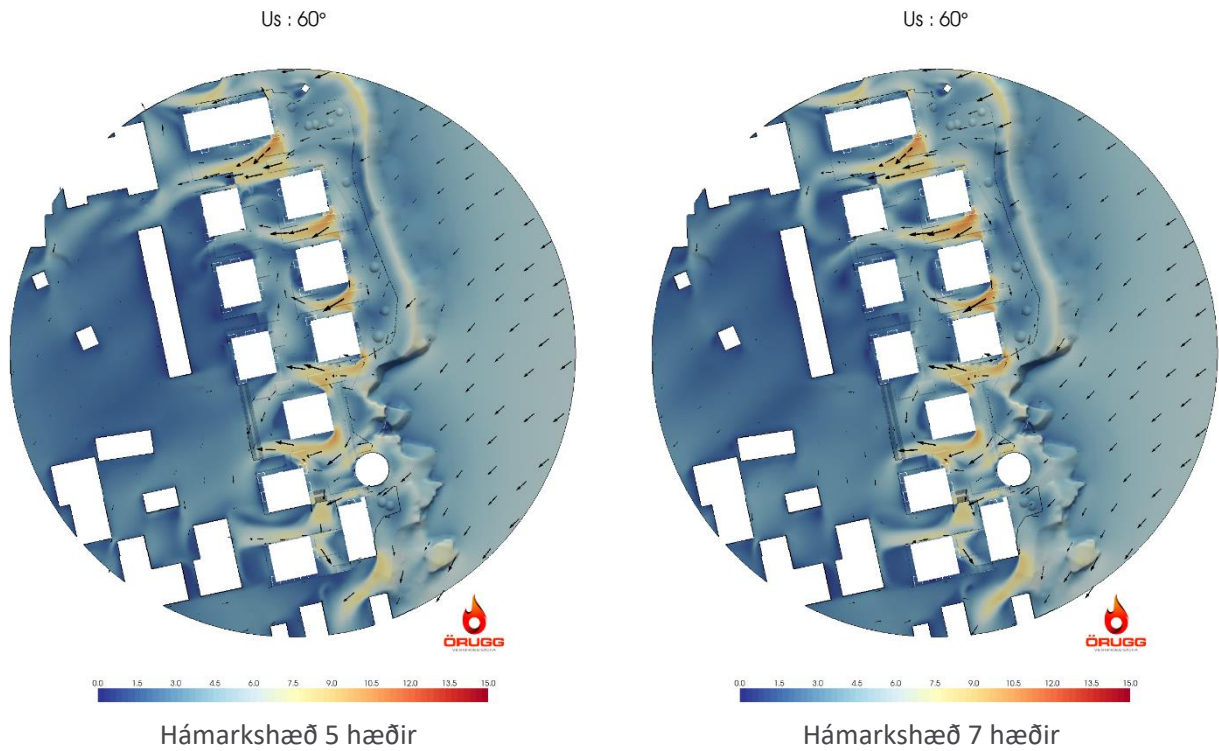


Hámarkshæð 7 hæðir



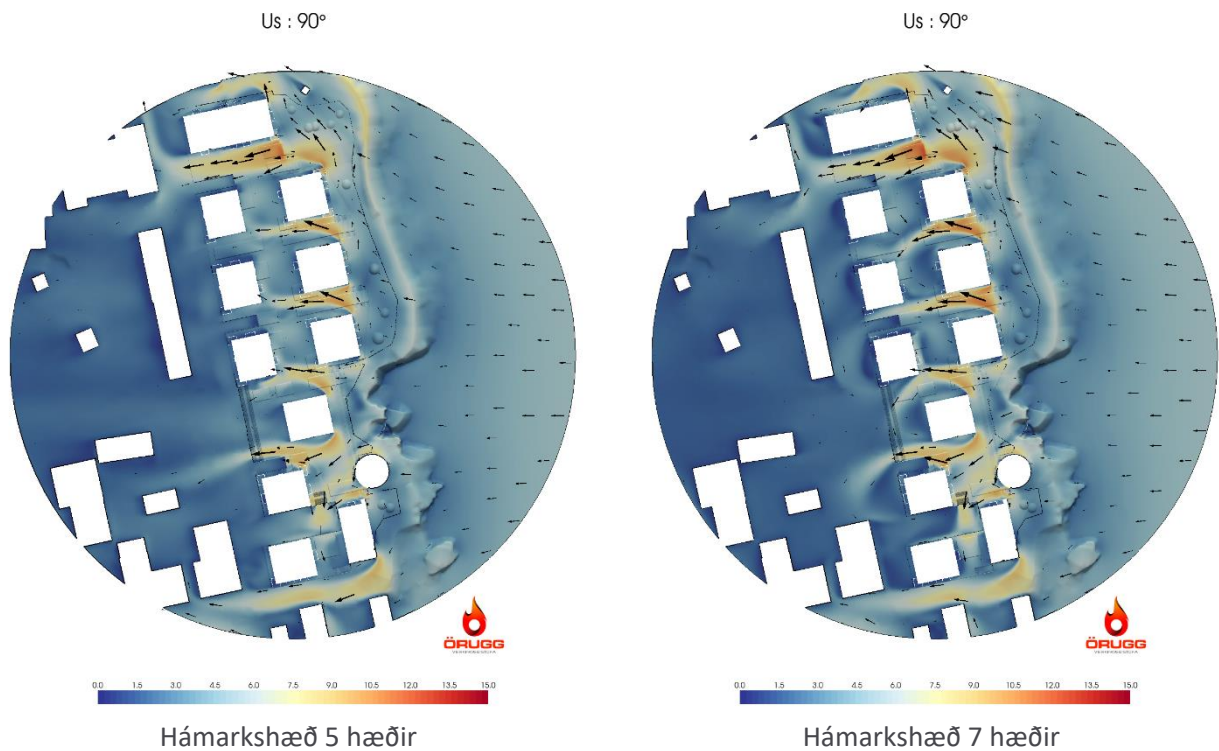
## 60° – ANA-átt

Vindáttin sýnir að vindhraði á milli bygginganna við sjóinn hækkar nokkuð.



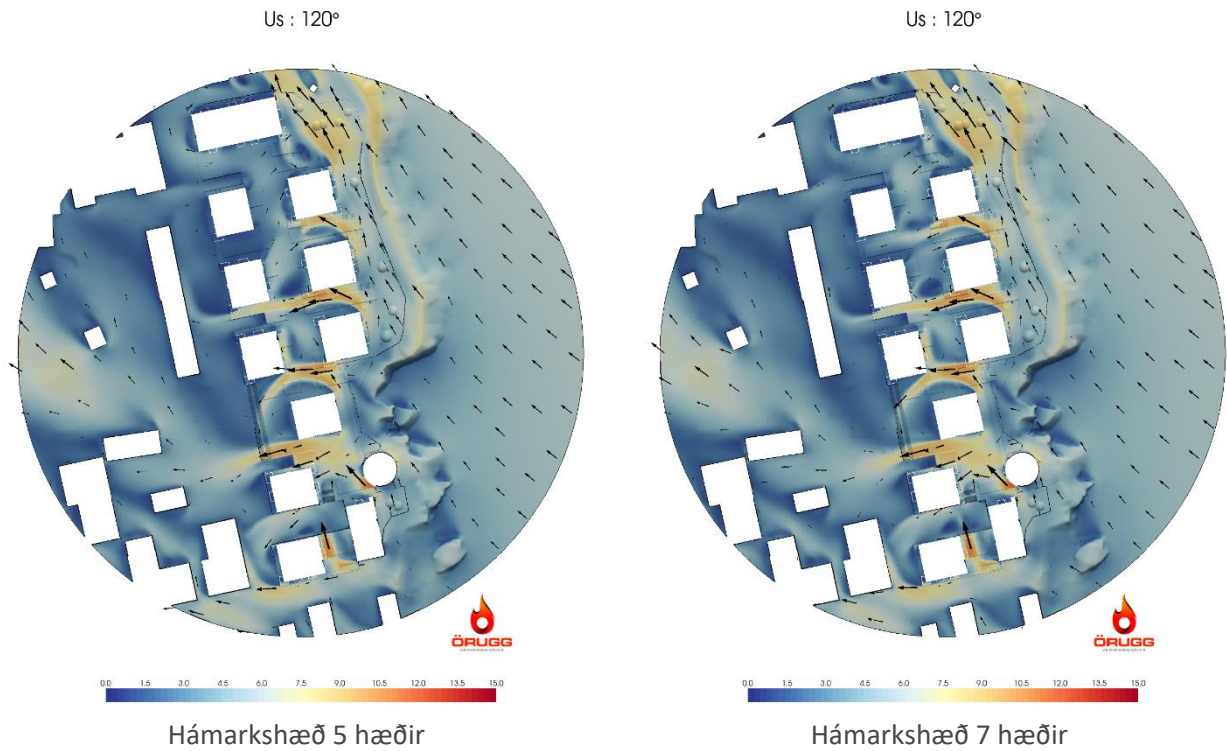
## 90° – Austanátt

Vindáttin sýnir að vindhraði á milli bygginga sem snúa að sjó hækkar töluvert en lækkar þar fyrir aftan.



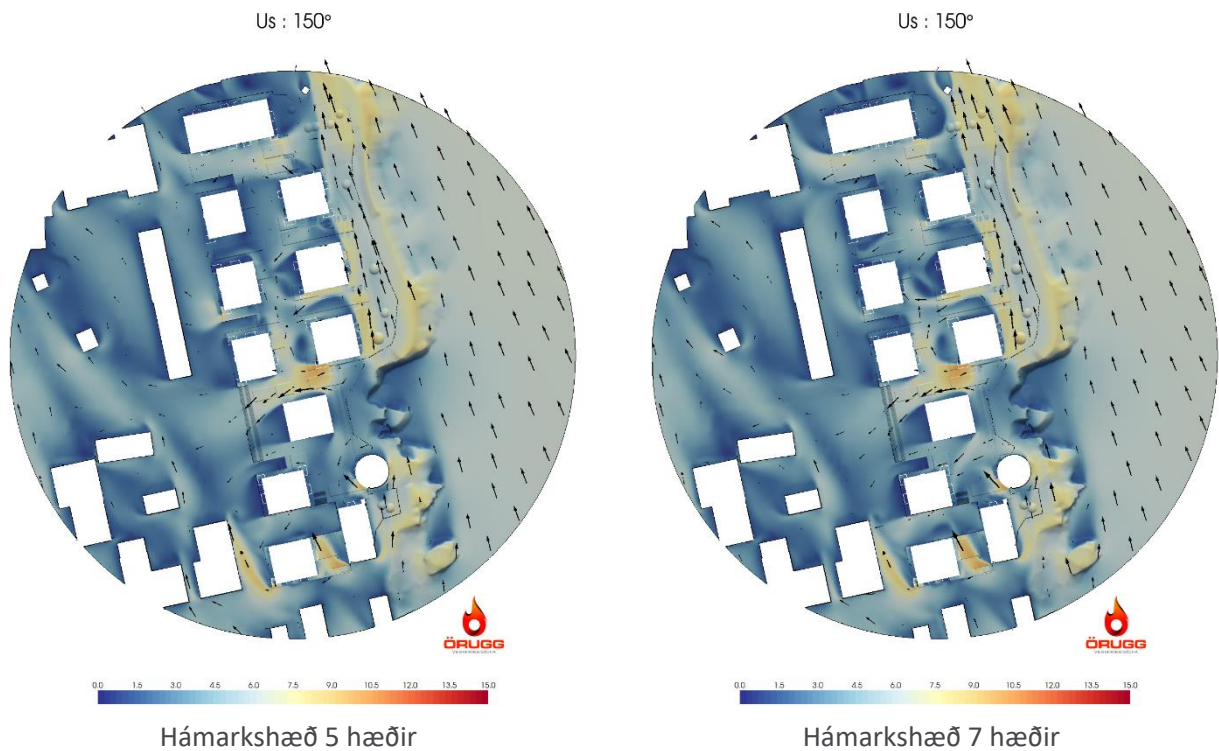
## 120° – ASA-átt

Vindáttin sýnir að vindhraði á milli bygginganna sem snúa að sjónum hækkar lítillega.



## 150° – SSA-átt

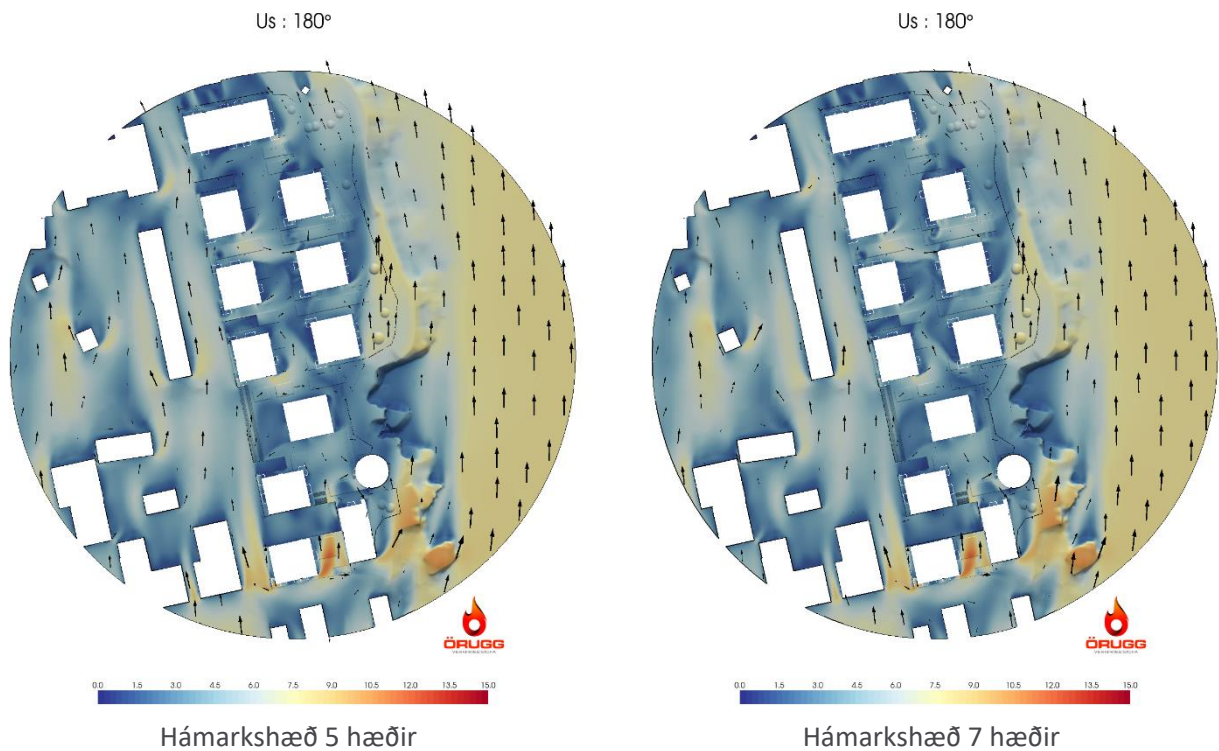
Vindáttin sýnir enga markverða breytingu á milli bygginganna við sjó en syðst í skipulaginu hækkar vindhraði.





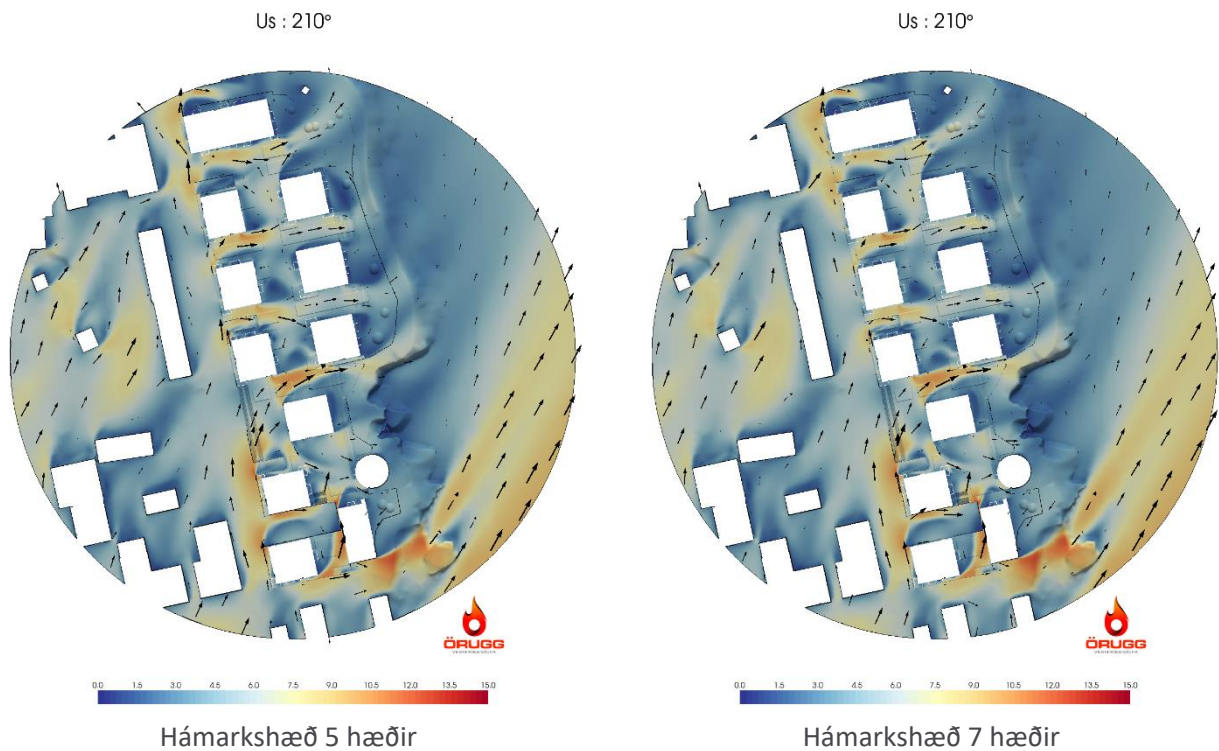
## 180° – Sunnanátt

Vindáttinn sýnir enga markverða breytingu á milli bygginganna.



## 210° – SSV-átt

Vindáttinn sýnir enga markverða breytingu á milli bygginganna.

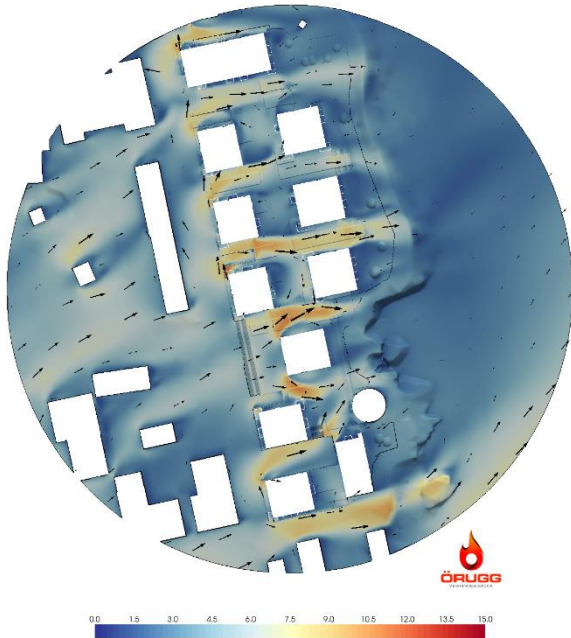




## 240° – VSV-átt

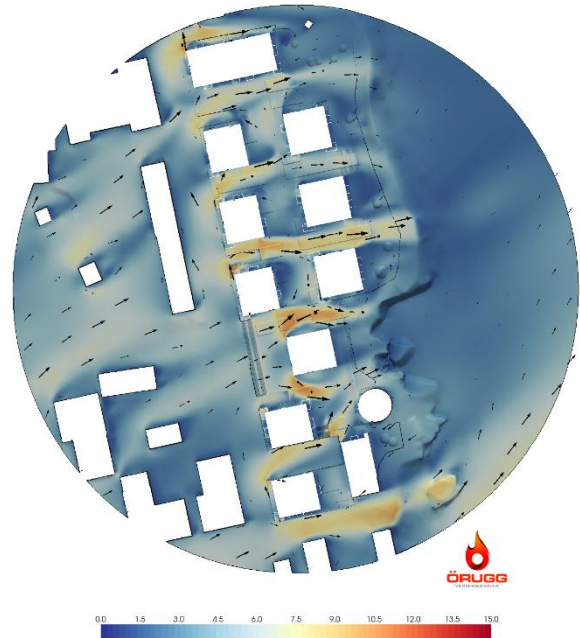
Vindáttinn sýnir enga markverða breytingu á milli bygginganna.

Us : 240°



Hámarkshæð 5 hæðir

Us : 240°

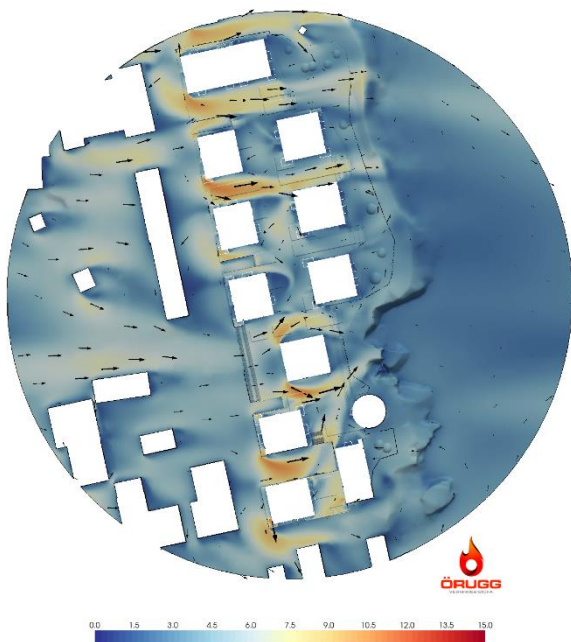


Hámarkshæð 7 hæðir

## 270° – Vestanátt

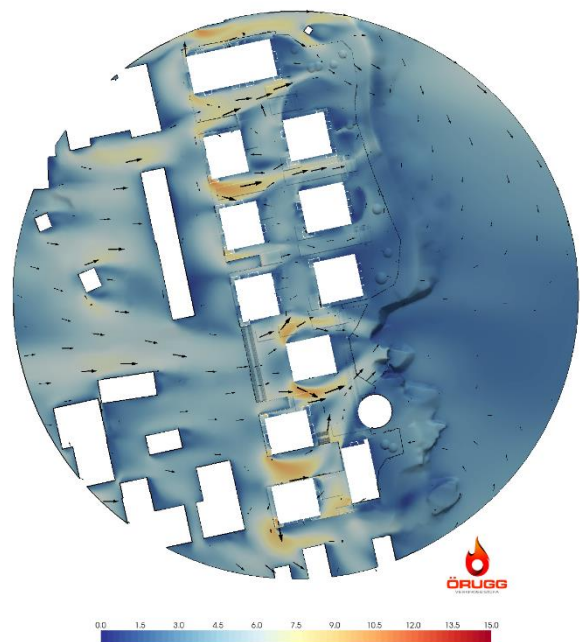
Vindáttinn sýnir enga markverða breytingu á milli bygginganna.

Us : 270°



Hámarkshæð 5 hæðir

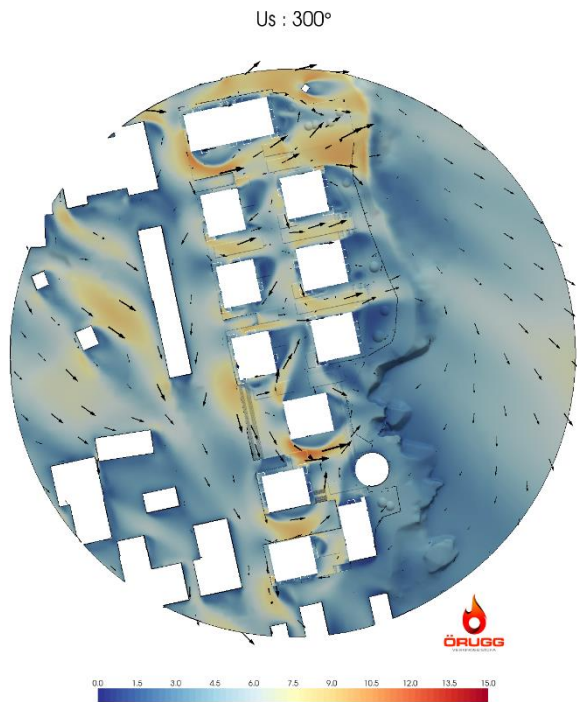
Us : 270°



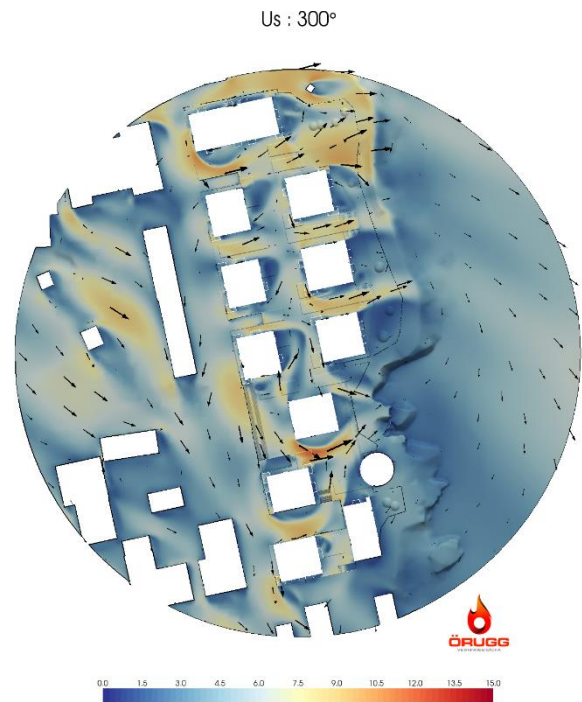
Hámarkshæð 7 hæðir

### 300° – VNV-átt

Vindáttinn sýnir að vindhraði á milli bygginganna við sjóinn hækkar lítillega.



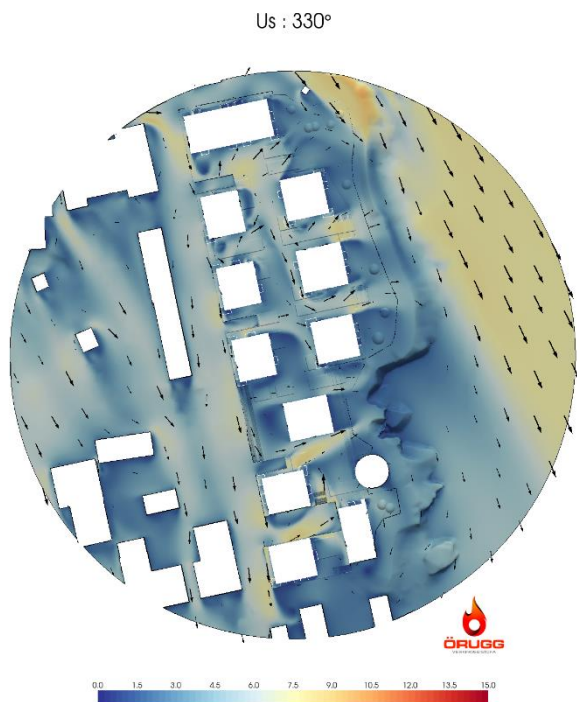
Hámarkshæð 5 hæðir



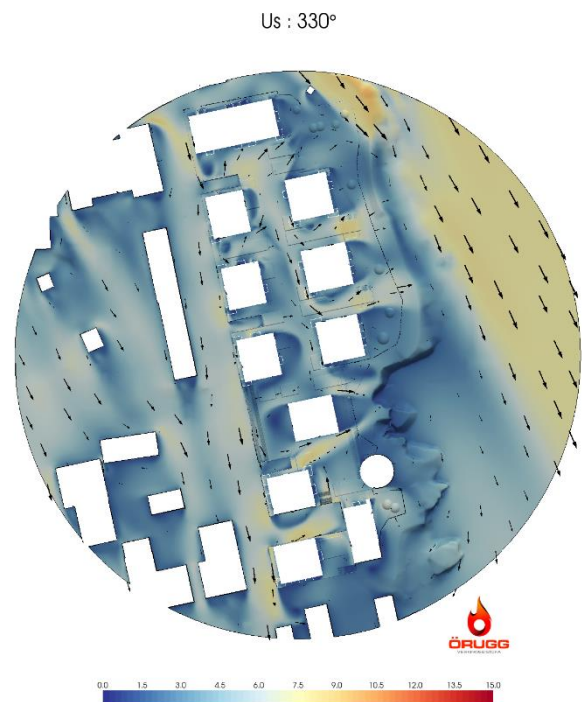
Hámarkshæð 7 hæðir

### 330° – NNV-átt

Vindáttinn sýnir enga markverða breytingu á milli bygginganna.



Hámarkshæð 5 hæðir



Hámarkshæð 7 hæðir

## VINDVIST

Samanburður verður gerður á vindvist í tillögunum tveimur, þar sem hámarkshæð er 5 hæðir og 7 hæðir, bæði fyrir gæði og öryggi. Dreginn verður hringur yfir svæði þar sem einhverjar breytingar verða á milli tillaganna, þar sem grænn hringur táknar betri aðstæður og rauður hringur táknar verri aðstæður.

### Gæði

Hér á eftir er gerður samanburður á vindvist þar sem hugað er til gæði svæða og hvernig þau nýtast. Til vinstri verður gæði í tillögunni þar sem byggingarnar eru hæst 5 hæðir og til hægri verður gæði í tillögunni þar sem byggingarnar eru hæst 7 hæðir.

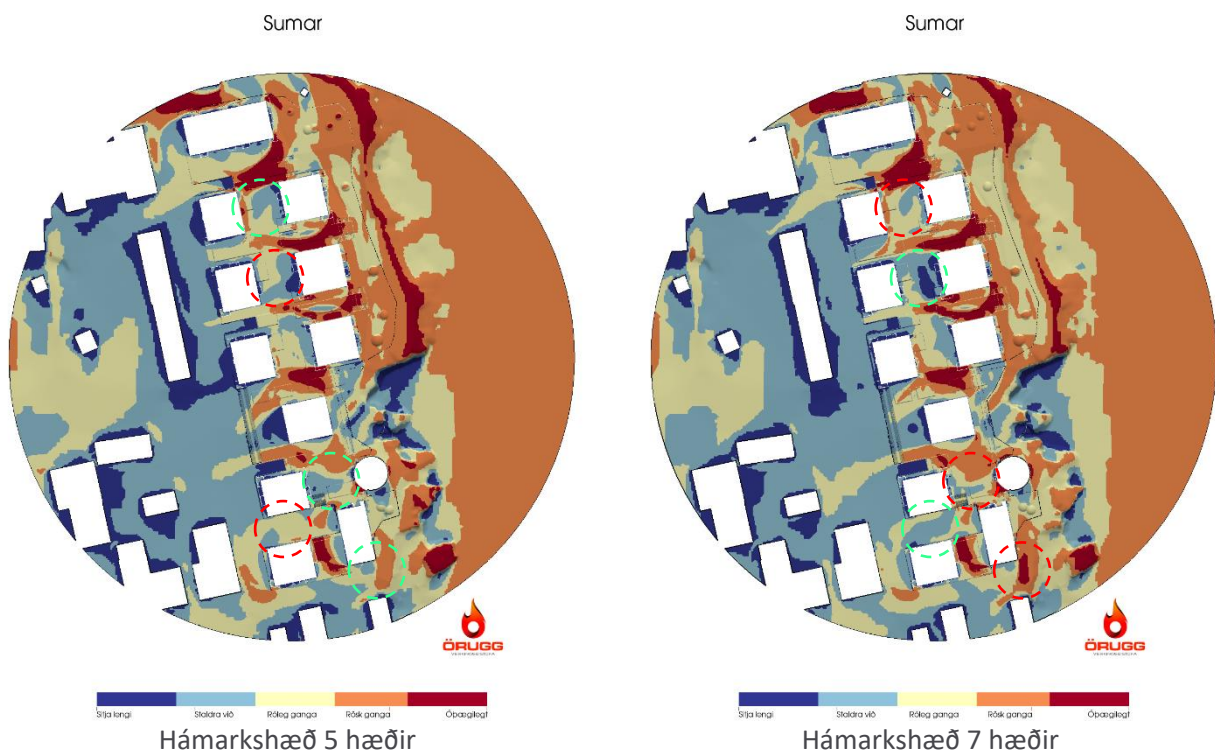
Í vindvist er svæðum skipt í 5 gæðaflokka eftir því hvernig þau nýtast; til að sitja lengi (dökk blá), sitja stutt eða standa (ljós blá), undir rólega göngu (gul), röska göngu (appelsínugul) og svæði sem eru óþægileg (rauð).

### SUMAR

Myndirnar sýna að það eru lítilsháttar breytingar á vindvist á milli tillaga að sumri.

Það eru þrjú svæði þar sem eru sýnilegar neikvæðar breytingar (rauðir hringir á mynd til hægri sem sýnir tillögu með 7 hæða hámarkshæð) og tvö svæði þar sem sjá má jákvæðar breytingar (grænnir hringir á mynd til hægri sem sýnir tillögu með 7 hæða hámarkshæð).

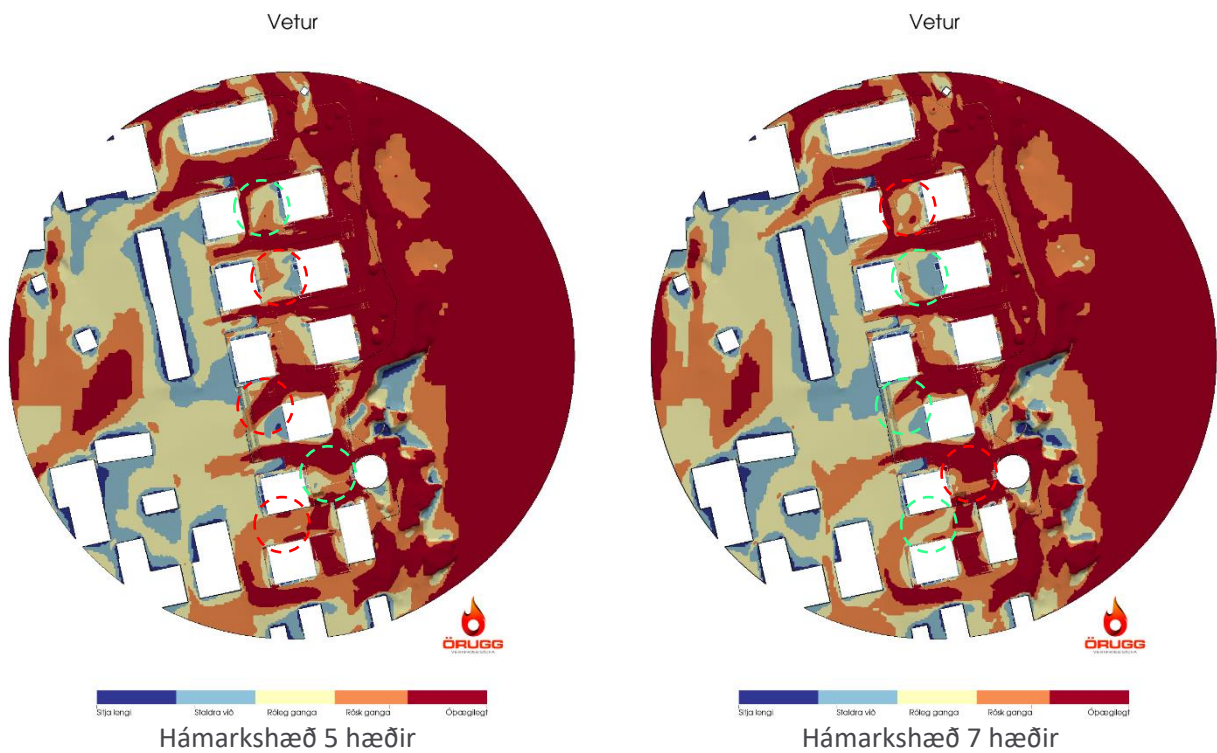
Á öðrum stöðum geta verið breytingar en þær eru ýmist minniháttar eða á mörkum á milli þess að vera jákvæðar og neikvæðar – á einum punkti getur vindvist orðið verri og örfáum metrum frá getur hún orðið betri – svo breytingarnar eru háðar huglægu mati.





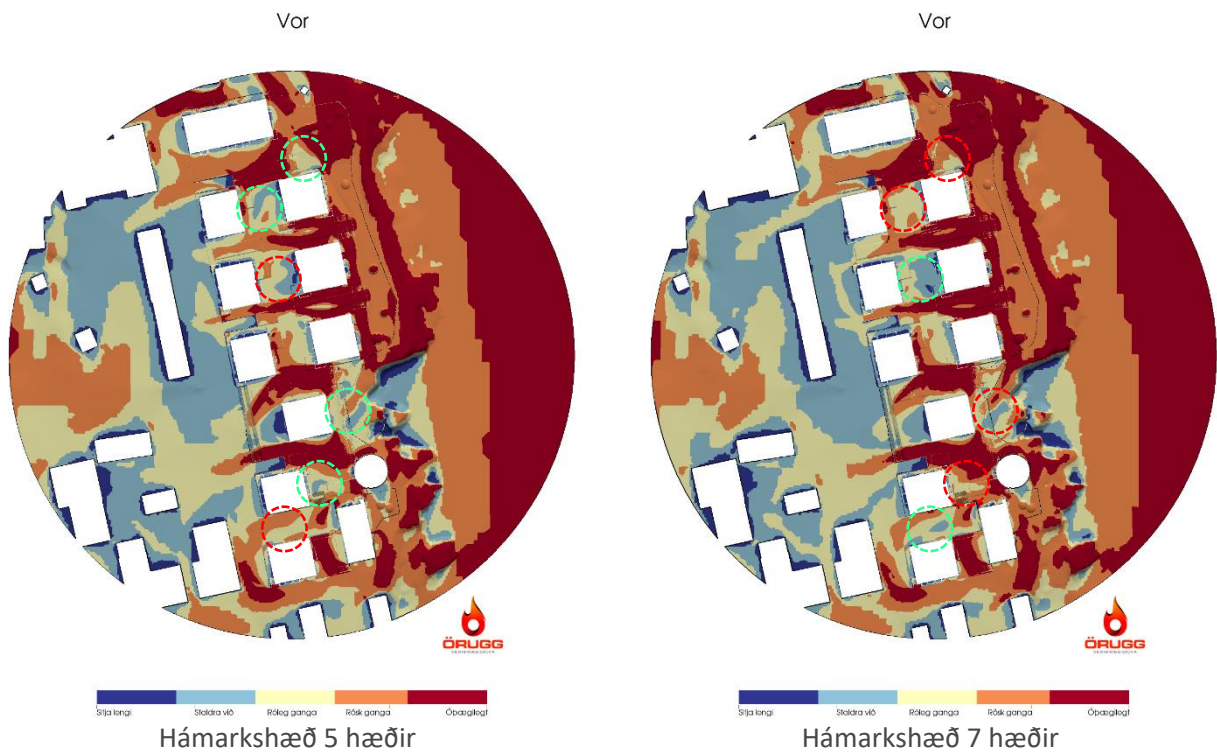
## VETUR

Myndirnar sýna tvö svæði með neikvæðar breytingar og á þremur svæðum má sjá jákvæðar breytingar.



## VOR

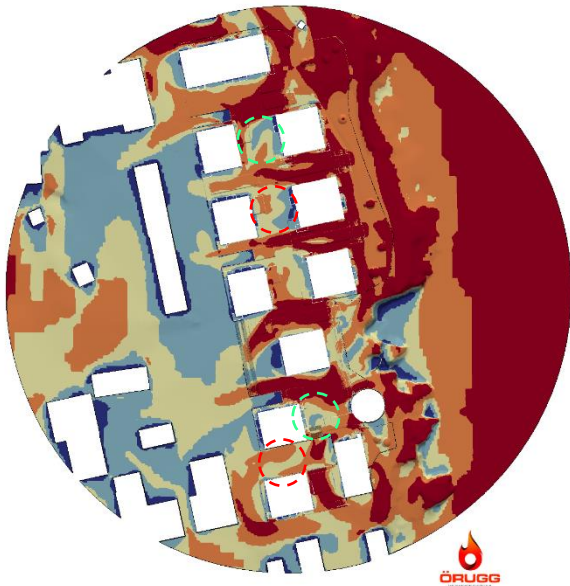
Myndirnar sýna fjögur svæði sem hafa neikvæða breytingu og tvö svæði þar sem sjá má jákvæðar breytingar.



## HAUST

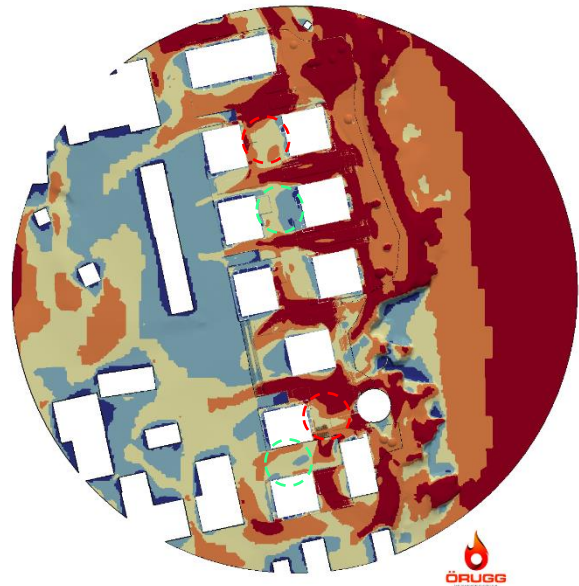
Myndirnar sýna tvö svæði með neikvæðar breytingar og tvö svæði þar sem sjá má jákvæðar breytingar.

Haust



Hámarkshæð 5 hæðir

Haust



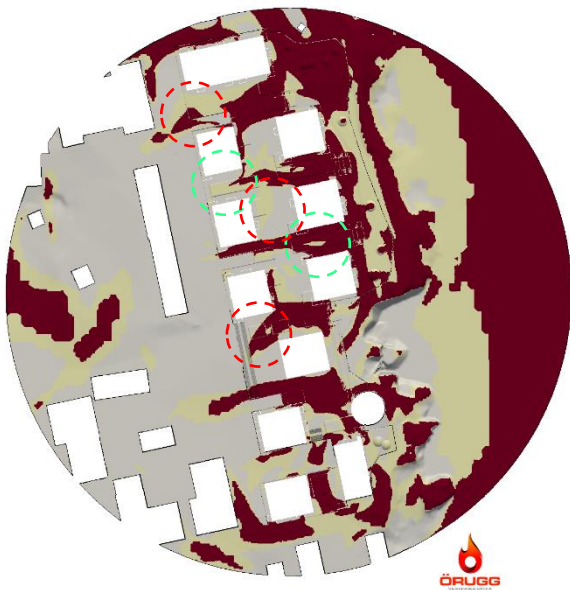
Hámarkshæð 7 hæðir

## Öryggi

Í vindvist er svæðum skipt í 3 öryggisflokkar; örugg svæði (grá), óæskileg svæði (gul) og varasöm svæði (rauð).

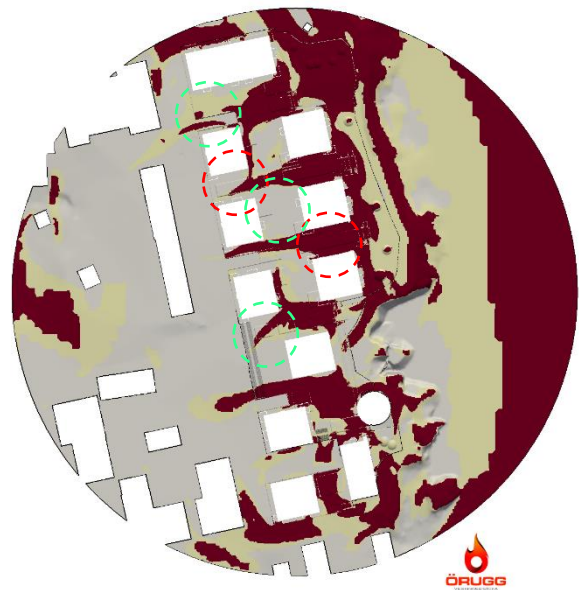
Myndin sýnir tvö svæði með sýnilegar neikvæðar breytingar og þrjú svæði með jákvæðar breytingar.

safety\_nen8100



Hámarkshæð 5 hæðir

safety\_nen8100



Hámarkshæð 7 hæðir

## SAMANTEKT

Gerð hefur verið vindgreining á deiliskipulagi fyrir Vatnsnes, Reykjanesbæ, þar sem bornar voru saman tvær tillögur með mismunandi hámarkshæð bygginga; annars vegar 5 hæðir og hins vegar 7 hæðir.

Hermun á vindi var gerð fyrir 12 vindáttir þannig að auðvelt yrði að bera saman vindhraða í 1,5 m hæð í tillögunum tveimur. Auk þess var lagt mat á vindafar innan tillaganna með vindvist þar sem svæði innan tillaganna eru flokkuð eftir gæðum og öryggi.

Vindvist í deiliskipulaginu ber þess merki að vera óvarið fyrir vindi af sjó og vera stakstæðar byggingar, þar sem töluvert um óþægileg svæði er að finna að sumri til, fá svæði þar sem hægt er að sitja lengi og mikið um varasöm svæði. Vindvist er almennt betri vestanmegin við byggingarnar heldur en annars staðar þ.a. á sinn sem liggur frá norðri til suðurs á milli bygginganna hentar betur til útivistar heldur en ásar sem liggja frá vestur til austurs sama hvort hámarkshæð bygginga yrði 5 hæðir eða 7 hæðir.

Niðurstöðurnar sýndu að staðbundinn vindhraði við byggingarnar yrði hærri ef þær yrðu hækkaðar um tvær hæðir í þeim vindáttum sem koma frá sjó þar sem vindur magnast á milli bygginganna. Hins vegar eru þessi áhrif á svæðum þar sem vindvist er þegar óþægileg miðað við 5 hæða hús hvað varðar gæði og varasöm m.t.t. öryggis.

Í deiliskipulaginu verður lítil breyting á vindvist, bæði hvað varðar gæði og öryggi, þótt byggingarnar fjórar yrðu hækkaðar um tvær hæðir. Lagt er til að nýta niðurstöðurnar til að staðsetja innganga og dvalarsvæði m.t.t. vindvistar ásamt því að setja fram markmið um vindvist á einstaka svæðum og kanna staðbundnar aðgerðir til að ná þeim markmiðum, sama hvort hámarkshæð bygginga væri 5 hæðir eða 7 hæðir.

## HEIMILDIR

- [1] T. Lawson, *Building Aerodynamics*. Imperial College Press, 2001.
- [2] E. Willemsen og J. A. Wisse, „Design for Wind Comfort in The Netherlands: Procedures, criteria and open research issues“, *J. Wind Eng. Ind. Aerodyn.*, b. 95, tbl. 9–11, bls. 1541–1550, 2007.