

MÍÐBÆR AKUREYRAR

VINDGREINING

VINDGREINING Á DEILISKIPULAGI

14.01.2021



UPPLÝSINGAR

SKJALALYKILL

370-003-SKY-001

SKÝRSLUNÚMÉR

V01

VERKEFNASTJÓRI / FULLTR. VERKKAUÐA

Pétur Ingi Haraldsson

VEKREFNASTJÓRI ÖRUGG

Böðvar Tómasson

LYKILORÐ

Vindafar, vindgreining, deiliskipulag

STAÐA

- Drög
- Drög til yfirlstrar
- Lokið

TITILL

Vindgreining á deiliskipulagi

VERKEFNI

Miðbær Akureyrar vindgreining

VERKKAUÐI

Akureyrarbær

HÖFUNDUR

Hörður Páll Steinarsson

ÚTDRÁTTUR

Vindgreining á deiliskipulagi miðbæjar Akureyrar. Hermanir á vindi gerðar með CFD og notkunarkort útbúin með Lawson LDDC.

DREIFING

- Opin
- Dreifing með leyfi verkkaupa
- Trúnaðarmál

ÚTGÁFUSAGA OG SKILMÁLAR

Útgáfa	Höfundur	Dags.	Rýnt	Dags.	Samþykkt	Dags.
V01	Hörður Páll Steinarsson	11.01.21	Böðvar Tómasson	14.01.21	Böðvar Tómasson	14.01.21
	Skýrsla til verkkaupa					

© ÖRUGG verkfræðistofa ehf.

Allur réttur áskilinn. Skýrslu þessa má ekki afrita með neinum hætti, svo sem með ljósmyndun, prentun, hljóðritun eða á annan sambærilegan hátt, að hluta eða í heild, án skriflegs leyfis frá ÖRUGG.

EFNISYFIRLIT

1	VERKEFNISKYNNING	5
1.1	Inngangur	5
2	AÐFERÐAFRÆÐI	6
2.1	Aðferðafræði við mat á staðbundnu vindafari	6
2.2	Svæði til skoðunar	6
2.3	Viðmið fyrir þægindi og öryggi fólks vegna vindafars	7
2.4	Greining á veðurgögnum nærliggjandi veðurstöðvar	8
2.5	Aðlögun veðurgagna vegna yfirborðs	9
2.6	CFD hermun á vindi og túlkun gagna	11
2.7	Markmið um vindaðstæður	11
2.8	Forsendur, ályktanir og takmarkanir	12
3	STAÐBUNDIÐ VINDAFAR	13
3.1	Tilfelli 1 – grunntilfelli	13
3.2	Tilfelli 2 – deiliskipulag	17
3.3	Vindáttir	22
3.4	Umræða niðurstaðna	29
4	MÓTVÆGISAÐGERÐIR	30
4.1	Almennt um mótvægisáðgerðir	30
4.2	Svæði sem gætu þurft mótvægisáðgerðir	30
4.3	Tegundir mótvægisáðgerða	30
5	SAMANTEKT	32
5.1	Lykilniðurstöður	32
6	HEIMILDASRKA	33
7	VIÐAUKI 1 – HERMUN Á VINDI FYRIR DEILISKIPULAG	34
8	VIÐAUKI 2 – WEIBULL STUÐLAR HLIÐRAÐRA VEÐURGAGNA	36

1 VERKEFNISKYNNING

1.1 INNGANGUR

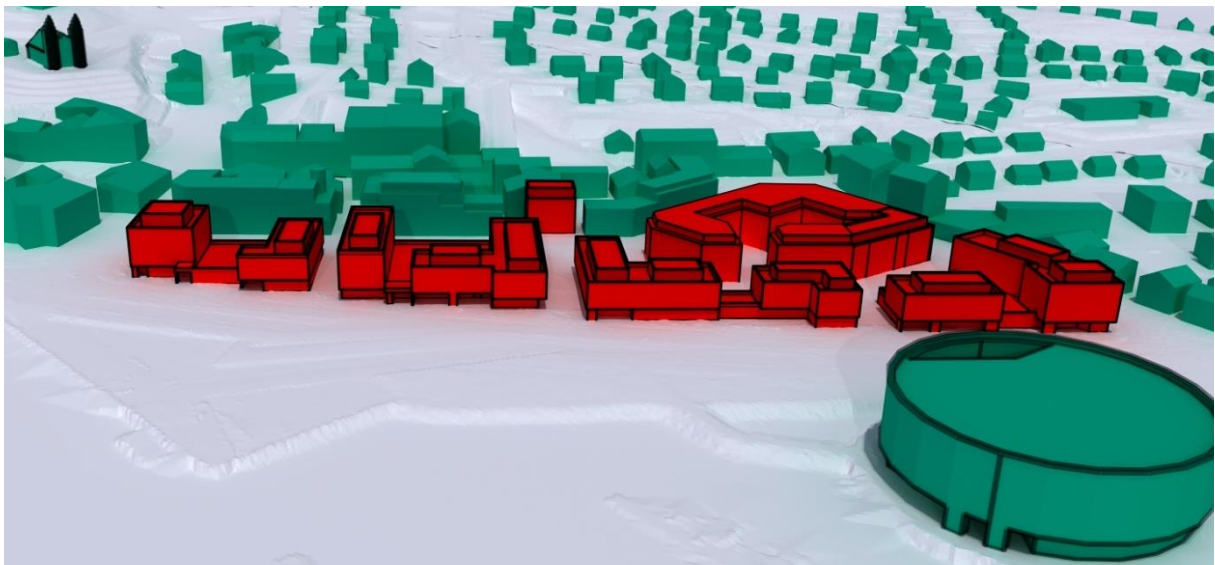
ÖRUGG verkfræðistofa hefur verið fengin af Akureyrarbæ til að leggja mat á staðbundið vindafar vegna tillögu að breytingu á deiliskipulagi miðbæjarins.

Reiturinn sem um ræðir afmarkast af Glerárgötu til suðurs og Skipagötu og Hofsbóts til norðurs en á reitnum er nú bílastæði. Umsjón með gerð tillögunar Glerárgata - Hofsbót - Skipagata var í höndum Kollgátu og Landslags. Reiturinn inniheldur fjórar lóðir: Hofsbót 1, Hofsbót 3, Skipagata 11 og Skipagata 13.

Skv. tillögunni verður hjólastígur meðfram Skipagötu ásamt því að Skipagatan og Hofsbót verða einstefnu götur. Tillagan inniheldur gönguása á milli bygginganna og aðalgönguás á frá Skipagötu að Glerárgötu, á milli Skipagötu 11 og Hofsbótar 3. Í framhaldi af aðalgönguásnum er gert er ráð fyrir gönguþverun yfir Glerárgötu sem verður áfram 2+2 vegur.

Tillagan gerir ráð fyrir 4-5 hæða húsum, almennt með lifandi starfsemi á jarðhæðum og íbúðum á efri hæðum. Gert er ráð fyrir áhugaverðum rýmum á jarðhæðum bygginganna meðfram Skipagötu og Hofsbótar því þau snúa í vestur og njóta nokkurrar sólar.

Byggingarmagn lóðanna fjögurra verður 18.147,2 m² skv. þessari tillögu að breytingu á deiliskipulagi. Heimilt verður að fjarlægja byggingar við Skipagötu 8, Strandgötu 6, Hafnarstræti 106b og hús BSO við Strandgötu.



Mynd 1. Þrívíddarlíkan að deiliskipulagi miðbæjar Akureyrar í rauðu, ásamt núverandi byggingum í grænu.

Vinna ÖRUGG verkfræðistofu snýst um að greina staðbundna vindafarið vegna þessara tillögu að breytingu á deiliskipulagi. Því verður gerð vindgreining fyrir grunntilfelli, þar sem lóðinar geyma bílastæði, og svo tilfellið þar sem lóðirnar innihalda þær byggingar sem áformað er að byggja samkvæmt þessari tillögu að deiliskipulagi.

Vinna ÖRUGG snýst ekki um að gera vindgreiningu fyrir nógildandi deiliskipulag, né heldur að gera vindgreiningu fyrir framtíðarástand þar sem nýjar byggingar innan annarra skipulagsreita eru innifaldar.

2 AÐFERÐAFRÆÐI

2.1 AÐFERÐAFRÆÐI VIÐ MAT Á STAÐBUNDNU VINDAFARI

Staðbundið vindafar er almennt metið með a.m.k. tveimur tilfellum:

- **Tilfelli 1**, grunntilfelli þar sem staðbundið vindafar á svæðinu er metið eins og það er í dag, með þeim byggingum og mannvirkjum sem eru nú þegar til staðar
- **Tilfelli 2**, skv. tillögu að deiliskipulagi, þar sem staðbundið vindafar á svæðinu er metið eins og það verður með tilkomu þeirra nýju bygginga sem eru áformaðar í deiliskipulaginu

CFD greining er framkvæmd fyrir tilfellin sem talin eru upp að ofan. Niðurstöður CFD hermana á vindi eru svo tengdar saman við gögn frá nærliggjandi veðurstöð og gæði svæða eru borin saman við viðmiðunarkvarða svo sem LDDC [1] [2], NEN 8100 [3], COL [4] eða annan viðeigandi og viðurkenndan kvarða.

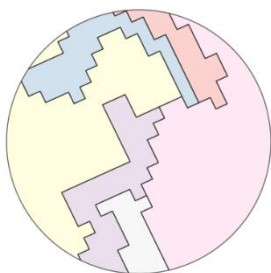
CFD greining inniheldur almennt hermanir á 12 vindáttum og skilar niðurstöðum í þrívídd þar sem hægt er að skoða niðurstöður í hverri reiknisellu í þrívíðu reikninetinu. Vindhraði er dreginn út í mannhæð í kringum áhugasvæðið og er reiknaður mögnunarstuðull sem gefur til kynna hvaða áhrif byggingarnar hafa á vindflæðið í kring. Mögnunarstuðullinn aðstoðar við að greina hvar vindflæðið eykst og hvar dregur úr því vegna bygginganna.

Vindgögnin sem fengin eru frá nálægri veðurstöð eru 10-mínútna meðalgildi af vindhraða og vindátt síðustu 10 ára. Gögnunum er skipt niður í 12 vindáttir með 30° geirum og eftir árstíðum. Weibull-stuðlar eru fengirn fyrir hverja vindátt og fyrir hverja árstíð.

Viðmiðunarkvarðinn skiptir svæðum niður í notkunarflokkar sem gjarnan eru: *seta*, *standandi*, *röltandi*, *gangandi* og *óþægilegt*. Hver notkunarflokkur hefur skilgreind þröskuldsgildi vindhraða og tíðni svo svæði getur orðið óhentugt til ákveðinna nota ef vindhraðinn verður meiri en þröskuldsgildi vindhraðans oftast en tíðniþröskuldsgildið leyfir. Líkur á því að vindhraði á hverju svæði verði meiri en þröskuldsgildið er reiknað skv. Weibull-dreifingu með stuðlum fengnum frá veðurgögnum.

2.2 SVÆÐI TIL SKOÐUNAR

Þrívíddarlíkan hefur verið búið til og tekið saman af skipulagssvæðinu og nærliggjandi svæði. Ásamt öllu skipulagssvæðinu inniheldur þrívíddarlíkanið allar byggingar í 500m radíus og yfirborð jarðar.



Mynd 2. Landnotkun skv. Corine Land Cover. Miðbær Akureyrar er fyrir miðju.

Í kringum áhugasvæðið er nákvæmni líkansins hvað mest en þar eru minniháttar einkenni bygginga almennt innifalin í líkaninu. Eftir því sem ytra er farið er slíkum minniháttar einkennum sleppt og eru byggingar þar fyrir utan eingöngu þéttir massar.

Yfirborð jarðar og byggingar innan 500m radíus eru í líkaninu og þar með hrýfi yfirborðsins en utan 500m radíusins er tekið tillit til hrýfi yfirborðsins með stærðfræðilegum líkönum í hermuninni.

Landnotkun hefur áhrif á hrýfið og er landnotkun því metin af kortum Corine Land Cover [5]. Hrýfi er metið skv. landnotkun og úr fæst hrýfisstuðull (e. aerodynamic roughness length) sem hefur áhrif á vindsniðið.

Þrívíddarlíkanið inniheldur ekki tré eða götumuni eins og ljósastaura, bekki o.þ.h.

2.3 VIÐMIÐ FYRIR ÞÆGINDI OG ÖRYGGI FÓLKS VEGNA VINDAFARS

Viðmiðunarkvarðinn sem notaður verður fyrir þessa vindgreiningu er Lawson LDDC sem var búinn til af T. V. Lawson (University of Bristol) í samráði við N. Isumov (University of Western Ontario) fyrir London Dockland Development Corporation og er kynnt í The Determination of the Wind Environment of Building Complex Before Construction 1990 [1] og líst betur Building Aerodynamics 2001 [2].

Til eru fleiri viðmiðunarkvarðar sem bæði byggja á Lawson og eru óskyldir en Lawson LDDC hefur lengi verið notaður alþjóðlega svo mikil reynsla er á þeim viðmiðunarkvarða.

Lawson LDDC kvarðinn verður notaður til að meta þægindi fólks vegna vindafarsins en svæðum verður skipt eftir notkun sem er talin henta hverju svæði miðað við vindafar þess svæðis. Notkunarflokkarnir eru eftirfarandi: *seta, standandi, röltandi, gangandi, óþægilegt*.

Tafla 1. Notkunarflokkar skv. Lawson LDDC flokkunarkerfinu.

Notkunarflokkur	Þröskuldsgildi vindhraða	Þröskuldsgildi tíðni	Lýsing skv. vindstigum [6]
Seta	4,0 m/s	5% árstíð	Gola: „Breiðir úr léttum flöggum, lauf og smágreinar titra.“
Standandi	6,0 m/s	5% árstíð	Stinningsgola: „Laust ryk og pappírssneplar taka að fjúka, litlar trjágreinar bærast. Lausamjöll byrjar að hreyfast.“
Röltandi	8,0 m/s	5% árstíð	Kaldi: „Lítill lauftré taka að sveigjast.
Gangandi	10,0 m/s	5% árstíð	Freyðandi bárur á stöðuvötnum.
Óþægilegt	> 10,0 m/s	> 5%	Lausamjöll hreyfist.“
Óöruggt	> 15,0 m/s	> 0,025%	Allhvass vindur: „Stór tré sveigjast til. Preytandi að ganga á móti vindi. Skyggni slæmt í snjókomu.“

Þægindi fólks verða metin eftir árstíðum þar sem aðstæður verða metnar að sumri og að vetri.

Notkunin byggist á því hvernig fólk upplifir svæðið m.t.t. vindaðstæðna og verður svæðið talið óheppilegt til þeirrar tilteknu notkunar ef þröskuldsgildi vindhraða og tíðni eru brotin. T.d. er talið að svæði geti talist heppilegt til setu ef vindhraðinn verður ekki meiri en 4,0 m/s í 5% stunda árstíðarinnar.

Veðurgögn, færð að deiliskiplagsreit, verða mátuð með Weibull líkindadreifingu sem skilar Weibull stuðlum fyrir hverja árstíð og hverja vindátt. Þá verða líkur metnar að vindhraði innan veðurgagna verði meiri en þröskuldsgildi sem er leitt út frá flokkunarkerfinu og vindhraðanum sem metinn er úr hermum.

$$P(U > U_{THR}) = \sum_{\theta} A_{\theta} \times \exp\left(-\left(\frac{U_{THR}}{c_{\theta}}\right)^{k_{\theta}}\right)$$

Þar sem $U_{THR} = \frac{U_{notkunarflokkur}}{\frac{U_{CFD,1.5m}}{U_{ref,10m}}}$ er þröskuldsgildi vindhraða m.v. notkunarflokk og staðbundin vindhraða.

Vindhraðinn sem tekinn er úr hermum á vindi í 1.5m hæð ($U_{CFD,1.5m}$) og notaður við reikninga á líkum skv. Weibull jöfnu að ofan er

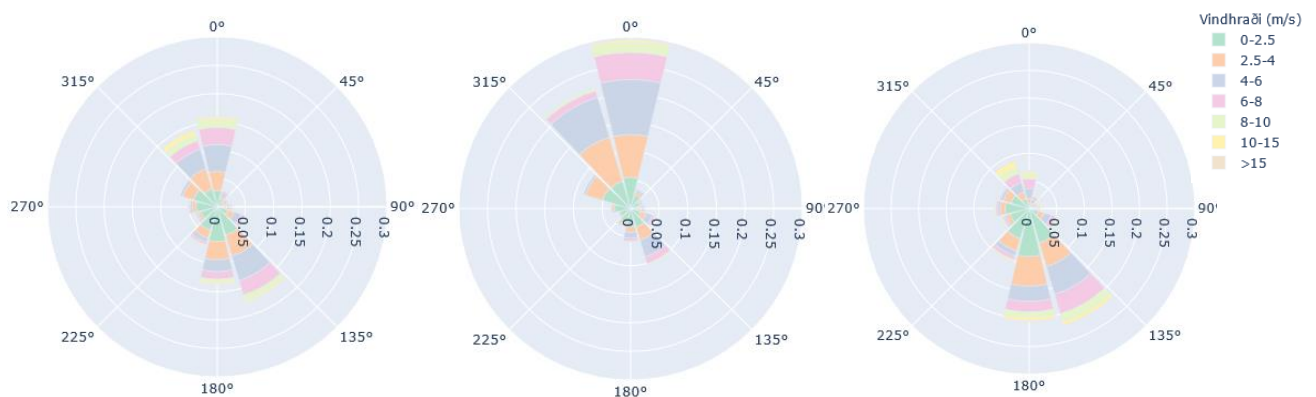
$$U_{CFD,1.5m} = (mag(\bar{U})^2 + 2 \times k)^{0.5}$$

Þar sem k er hreyfiorka iðustreymis (e. turbulent kinetic energy) og \bar{U} er meðalvindhraðinn úr hermum á vindi.

2.4 GREINING Á VEÐURGÖGNUM NÆRLIGGJANDI VEÐURSTÖÐVAR

Vindgögn voru fengin frá veðurstöðinni Akureyri – Krossanesbraut [6] sem er í ca. 1,8 km fjarlægð frá deiliskipulagssvæðinu í miðbæ Akureyrar. Veðurgögnin innihalda meðaltalsgildi fyrir vindhraða, vindhviður og vindáttir á 10-mínútna millibili og fyrir síðustu 10 ár. Vindgögnin voru skipt niður í 12 vindáttir og var tíðni vindhraða og vindátta greind.

Vindrósir voru búnar til fyrir allt árið og fyrir sumar og vetur. Vindrósirnar aðstoða við að greina hvaða vindátt er tíðust og hvaða vindáttir innihalda mikla vindhraða.



Mynd 3. Vindrósir fyrir veðurstöð. Allt árið, sumar, vetur.

Tíðni vindátta eftir tímabilum var eftirfarandi:

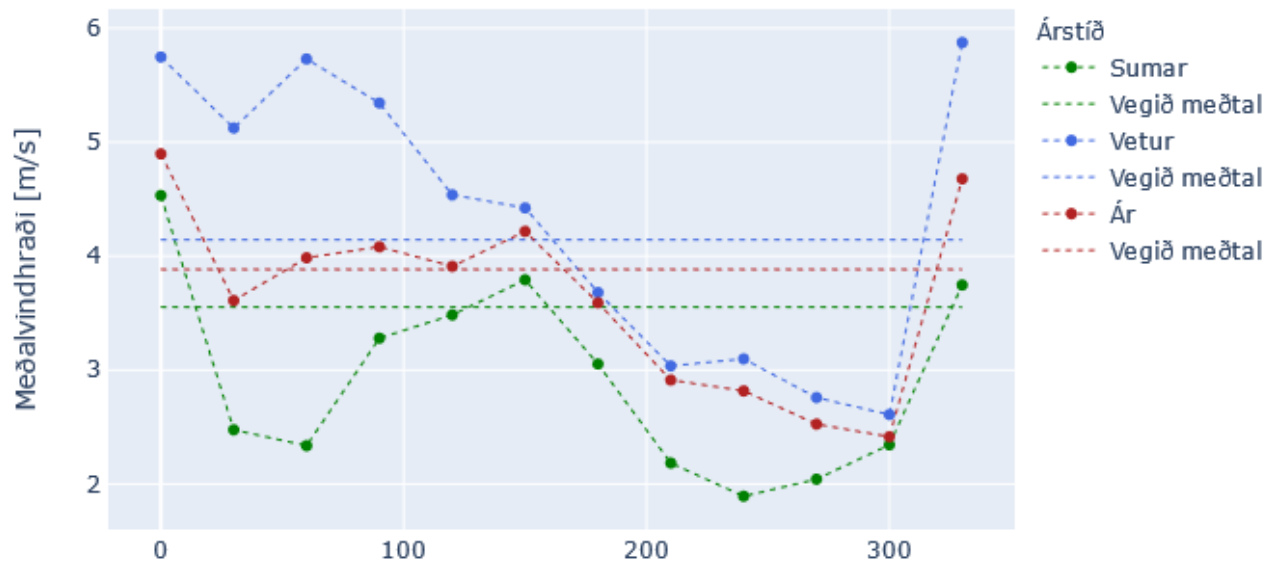
Tafla 2. Tíðni vindátta og meðaltöl vindhraða (m/s) á veðurstöð eftir tímabilum.

Tímabil	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Árið	16.0%	3.3%	2.4%	3.0%	5.5%	17.6%	13.8%	7.3%	4.4%	5.3%	7.1%	14.2%
m/s	4.90	3.61	3.99	4.08	3.91	4.22	3.59	2.91	2.82	2.53	2.41	4.68
Sumar	29.6%	3.7%	2.4%	2.8%	4.6%	10.4%	5.9%	3.5%	2.5%	3.6%	8.8%	22.1%
m/s	4.53	2.48	2.34	3.28	3.48	3.79	3.05	2.18	1.89	2.04	2.34	3.75
Vetur	6.8%	2.8%	2.1%	2.6%	5.8%	22.2%	20.5%	10.2%	5.5%	6.4%	5.8%	9.1%
m/s	5.75	5.12	5.73	5.34	4.54	4.42	3.68	3.04	3.10	2.76	2.61	5.88

Ljóst er frá töflunum að ofan að tíðustu vindáttirnar (um og yfir 10%) eru

- Á sumrin
 - 0°, 330°, 300° og 150° með meðalvindhraða: 4.53, 3.75, 2.34 og 3.79 m/s
- Á veturna
 - 150°, 180°, 210° og 330° með meðalvindhraða: 4.42, 3.68, 3.04 og 5.88 m/s
- Yfir árið
 - 0°, 150°, 180° og 330° með meðalvindhraða: 4.90, 4.22, 3.59 og 4.68 m/s

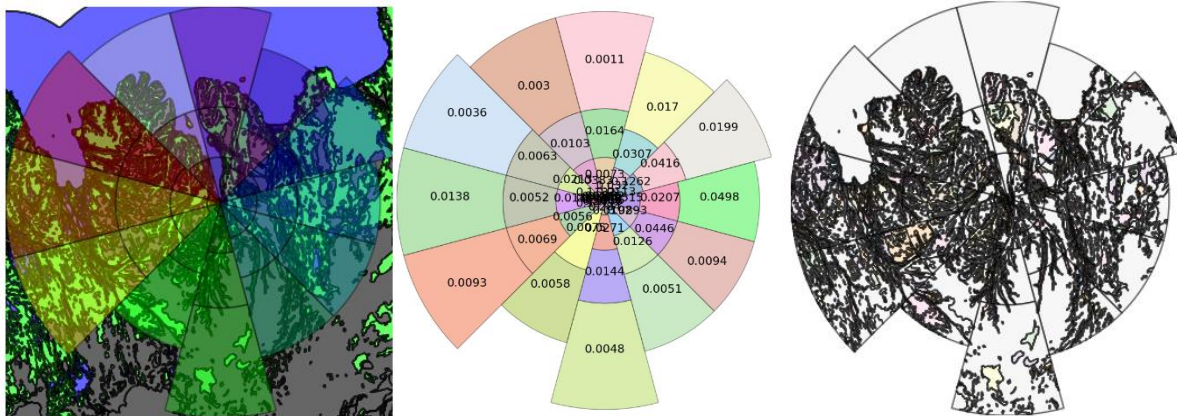
Meðaltöl vindhraða árstíða eru 3.88, 3.55, 4.14 m/s fyrir ár, sumar og vetur eftir því sem við á, vegið eftir tíðni vindátta hverrar árstíðar.



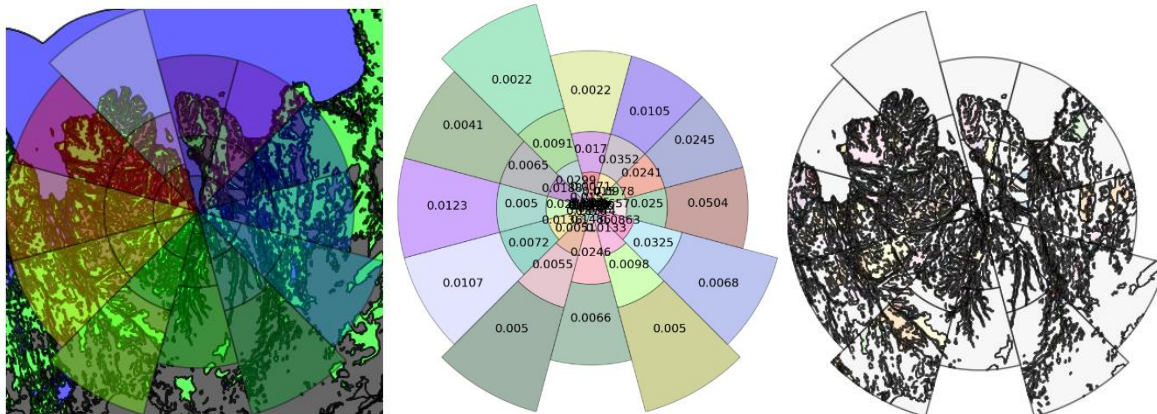
Mynd 4. Meðalvindhraði eftir vindátt og árstíð, ásamt meðaltali vegið eftir tíðni vindátta.

2.5 AÐLÖGUN VEÐURGAGNA VEGNA YFIRBORÐS

Veðurstöðin Akureyri – Krossanesbraut er í u.þ.b. 1,8 km fjarlægð frá skipulagssvæðinu í miðbæ Akureyrar. Kanna þarf hvort veðuraðstæður innan svæðanna séu undir áhrifum frá sínu nærumhverfi og verða vindgögnin færð frá veðurstöðinni og yfir á deiliskipulagssvæðið skv. aðferðum ESDU [7].



Mynd 5. 50km rædius svæði fyrir deiliskipulag. Gearar fyrir hverja vindátt lagðir yfir Corine Land Cover.



Mynd 6. 50km rædius svæði fyrir veðurstöð. Geirar fyrir hverja vindátt lagðir yfir Corine Land Cover.

Landþekja er metin með Corine Land Cover [5] þar sem svæðum er skipt eftir notkun. Geiri fyrir hverja vindátt sem nemur 30° er lagður yfir landþekjulíkanið með upphaf hjá veðurstöðinni Akureyri – Krossanesbraut annars vegar og reita innan deiliskipulagsins hins vegar. Hrífi hvers geira er metin út frá landnotkun, sjá Mynd 5, og er geiri lengdur þar til stökk á breytingu á hrífi er fundið. Þá er annar geiri lagður fyrir sömu vindátt til að finna næsta stökk á breytingu á hrífi, allt þar til að hrífi hefur haldist nærstöðugt yfir 30km lengd. Þá er geiri fyrir næstu vindátt lagður yfir landþekjulíkanið og sama ferli framkvæmt.

Veðurgögn eru almennt undir áhrifum frá nærumhverfi sínu og mæld veðurgildi teljast því vera röskuð. Því þarf að leiðrétta veðurgögnin með því að fjarlægja áhrif nærumhverfisins með því að meta breytingar á hrífi fyrir hverja vindátt og lengd hvers hrífis. Það sama gildir um veðuraðstæður á reitunum í deiliskipulaginu. Að endingu er hliðrunarstuðull fenginn með aðferðum ESDU [7] sem færir veðurgögnin frá veðurstöð yfir á reitina í miðbæ Akureyrar.

Hliðrunarstuðlar eru í raun hlutfall vindhraða á deiliskipulagssvæði og vindhraða á veðurstöðarsvæði. Hliðrunarstuðlarnir voru eftirfarandi:

Tafla 3. Hliðrunarstuðull veðurgagna frá veðurstöð að deiliskipulagssvæðisins.

Stuðlar	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
ESDU stuðlar	0.81	0.94	1.16	0.99	1.20	1.43	1.05	0.99	1.03	0.94	0.88	0.87

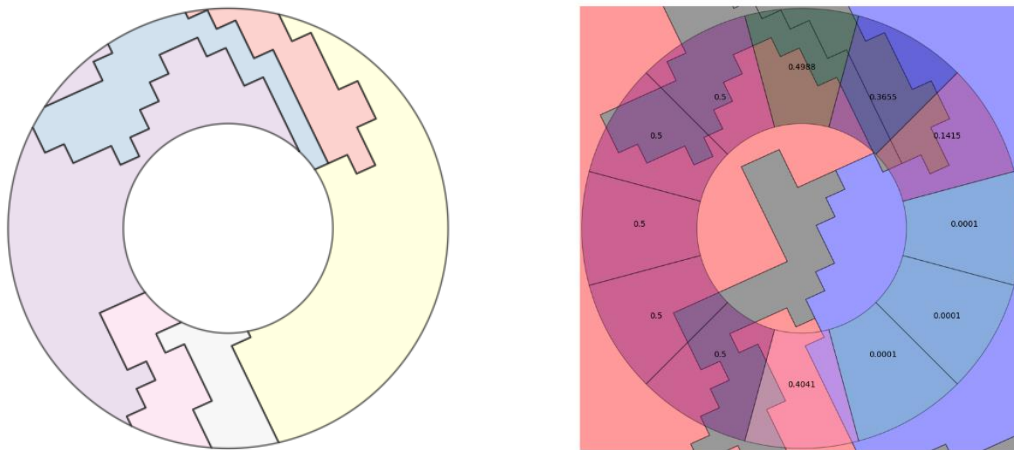
Ljóst er að hrífið í kringum veðurstöð og deiliskipulagsreitina eru mjög svipuð m.v. landnotkun því er nema um 1,8 km á milli staðanna. Almennt breytast veðurgögnin ekki mikið við að færa þau á milli staða en meðaltal hliðrunarstuðla er 1.02 og miðgildi 0.99. Norðanáttir eru þó dempaðar (stuðull < 1.0) og sunnanáttir ýktar (stuðull > 1.0) þar sem veðurstöðin er norðarlega á Akureyri.

2.6 CFD HERMUN Á VINDI OG TÚLKUN GAGNA

CFD hermanir eru framkvæmdar fyrir 12 vindáttir í 30° geirum.

Fyrir hverja vindátt er skilgreint vindsnið eftir lografalli með viðmiðunarvindhraða í 10m hæð og hrýfistuðul yfirborðs. Hrýfistuðlar (z_0) yfirborðs eru jafnan metnir fyrir hverja vindátt eftir landnotkun Corine Land Cover 2018 (CLC) [5].

$$U(z) = \frac{u_*}{\kappa} \ln\left(\frac{z}{z_0}\right)$$



Mynd 7. Landþekjuflokkar frá 500 m radíus að jaðri hermivæðis (t.v.). Hrýfi vindátta (t.v.).

Hrýfisstuðlarnir (z_0) voru eftirfarandi:

Tafla 4. Hrýfisstuðlar (z_0) yfirborðs í kringum deiliskipulagssvæði fyrir hverja vindátt.

Stuðlar	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	300°	330°
Hrýfisstuðlar	0.4988	0.3655	0.1415	0.0001	0.0001	0.0001	0.4041	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5

2.7 MARKMIÐ UM VINDAÐSTÆÐUR

Viðmiðunarkvarðinn verður notaður til að flokka svæði niður skv. hentugri notkun. Eftirfarandi markmið eru sett fyrir eftirfarandi svæði:

- **Setusvæði**, hægt sé að sitja að sumri til
- **Gönguleiðir**, hægt sé að rölta að sumri og ganga vetri til
- **Inngangar að byggingum**, hægt sé að standa að sumri og vetri til
- **Örugg svæði**, öll svæði eiga að vera örugg allt árið í kring

2.8 FORSENDUR, ÁLYKTANIR OG TAKMARKANIR

Vindhraði í kringum skipulagssvæðið hefur verið reiknaður fyrir 12 vindáttir með tölulegum straumfræðilíkönum (e. computational fluid dynamics, CFD). Greining á staðbundnu vindafari með tölulegri straumfræði (CFD) er viðurkennd aðferð og þekkt er að CFD getur skilað sambærilegum niðurstöðum og hefðbundin hermun í vindgöngum.

CFD greining sem notuð er í þessu verkefni byggist á því að leysa Reynolds-Average Navier-Stokes (RANS) jöfnur fyrir flæði sem leysir meðaltalsgildi hraða- og þrýstingsvið og túlkar iðusvið með stærðfræðilíkönum. CFD skilar gögnum í öllu þrívíða reikninetinu og því er hægt að greina áhugasvæði betur en annars.

Greining á staðbundnu vindafari inniheldur ekki raka eða önnur hitaáhrif, heldur er eingöngu gerð greining á hversu líklegt er að þröskuldsgildi vindhraða verði brotin m.v. veðurgögn síðustu 15 ára.

Flokkunarkerfið, Lawson LDDC, hefur verið notað alþjóðlega þar sem það hefur verið þekkt til að túlka þægindi og öryggi fólks mjög vel, en til eru fleiri afbrigði af Lawson viðmiðum sem og önnur flokkunarkerfi sem ekki verða notuð í þessari vindgreiningu.

Aðrar takmarkanir geta verið en eru ekki takmarkaðar við tölulegar skekkjur og nálganir í CFD hermunum, ályktanir við gerð þrívíddarlíkana og meðhöndlun vindgagna frá veðurstöð.

3 STAÐBUNDIÐ VINDAFAR

3.1 TILFELLI 1 – GRUNNTILFELLI

3.1.1 SVÆÐI Í GRUNNTILFELLI

Tilfelli 1 er grunntilfellið því þar eru þær aðstæður sem eru á svæðinu með þeim byggingum og mannvirkjum sem eru nú þegar til staðar.

Tilgangur hermunar á grunntilfellinu er til að hafa samanburð við þær aðstæður sem verða til vegna fyrirhugaðra bygginga með nýja deiliskipulaginu í tilfelli 2.

3.1.2 NIÐURSTÖÐUR GRUNNTILFELLIS

CFD hermanir á vindi hafa verið framkvæmdar fyrir 12 vindáttir, vindhraðinn í mannhæð hefur verið skoðaður og borinn saman við vindhraða úr nærliggjandi veðurstöð. Greining á líkum hvers vindhraða hefur verið framkvæmd og hafa svæðin verið metin m.t.t. tíðni ákveðna vindhraða og þröskuldsgilda skv. flokkunarkerfi Lawson LDDC.

Niðurstöður vindgreiningar eru kort fyrir sumar og vetur eru sýnd eru hér að neðan á Mynd 8 og Mynd 9 eftir því sem við á. Kortin sýna hvaða athafnir eða notkun er hentug fyrir hvert svæði. Einnig er kort sem sýnir öryggi fólks fyrir allt árið á Mynd 10.

Tafla 5. Notkunarflokkar Lawson LDDC fyrir þægindi fólks.

Notkunarflokkur	Þröskuldsgildi		Lýsing
	Vindhraði	Tíðni	
Seta	4,0 m/s	5% árstíð	Staldráð við í lengri tíma, t.d. kaffihús, veitingahús o.þ.h.
Standandi	6,0 m/s	5% árstíð	Staldráð við í skamman tíma, t.d. almenningsgarður, leikvellir, verslunargata og almenningstorg.
Röltandi	8,0 m/s	5% árstíð	Róleg ganga, rölt, t.d. gönguleiðir kringum byggingar, inngangar að byggingum
Gangandi	10,0 m/s	5% árstíð	Hröð ganga frá A til B, t.d. ganga við miklar umferðagötur
Óþægilegt	> 10,0 m/s	5% árstíð	Óþægilegt fyrir almennt aðgengi, en gæti verið í lagi þar sem fólk á almennt ekki leið

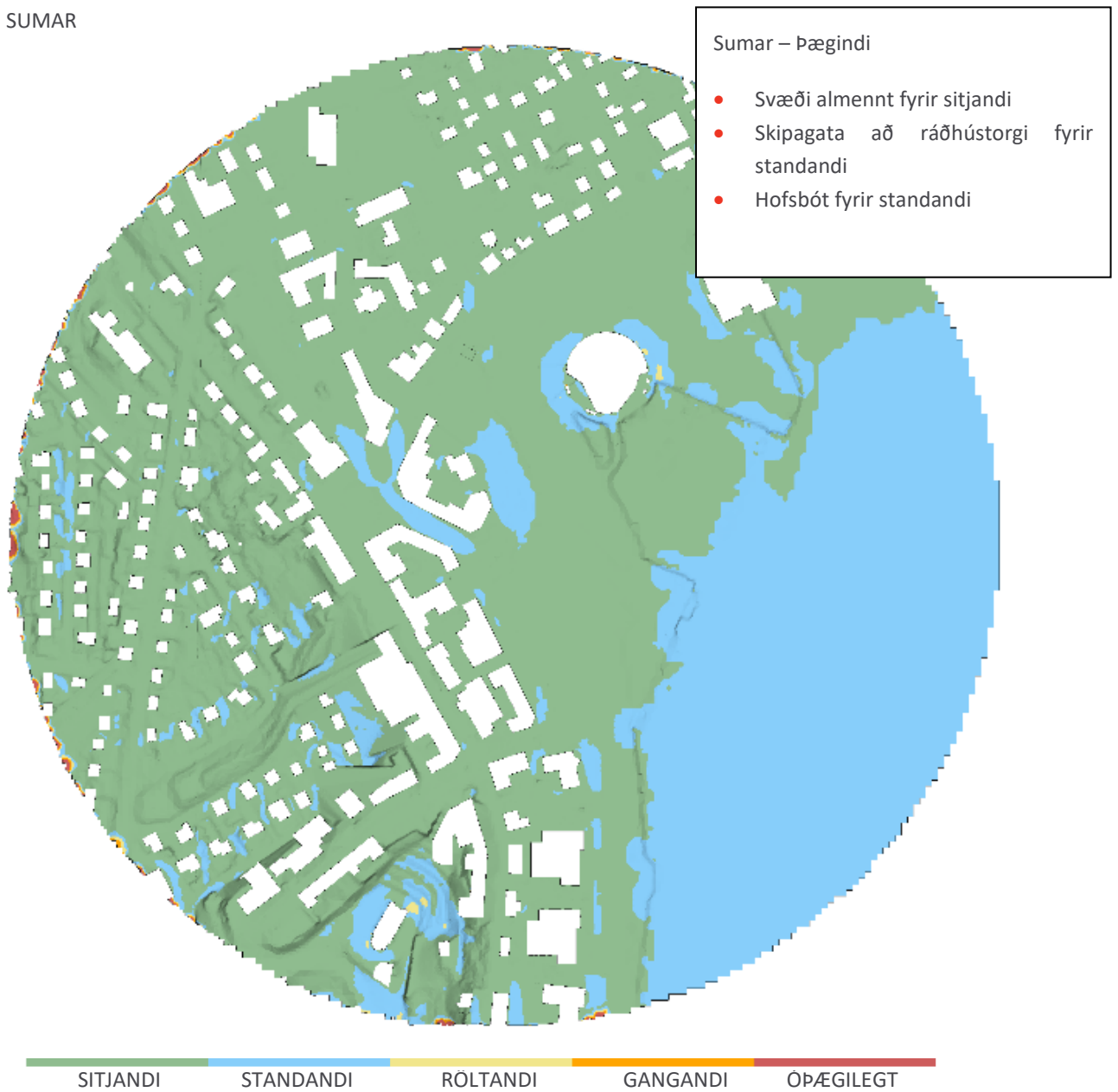
Tafla 6. Flokkun vegna öryggis fólks skv. LDDC flokkunarkerfinu.

Notkunarflokkur	Þröskuldsgildi		Lýsing
	Vindhraði	Tíðni	
Öruggt	-	-	Öruggt svæði
Óöruggt	> 15,0 m/s	0,025% árið	Óöruggt svæði

Skipagata og Hofsbót eru opin fyrir vindi og það sést á Mynd 9, að vetri til (neðri). Skipagatan er að nær öllu leyti fyrir röltandi, þar sem eru gangandi vegfarendur. Hofsbót sýnir stórt svæði sem er fyrir röltandi.

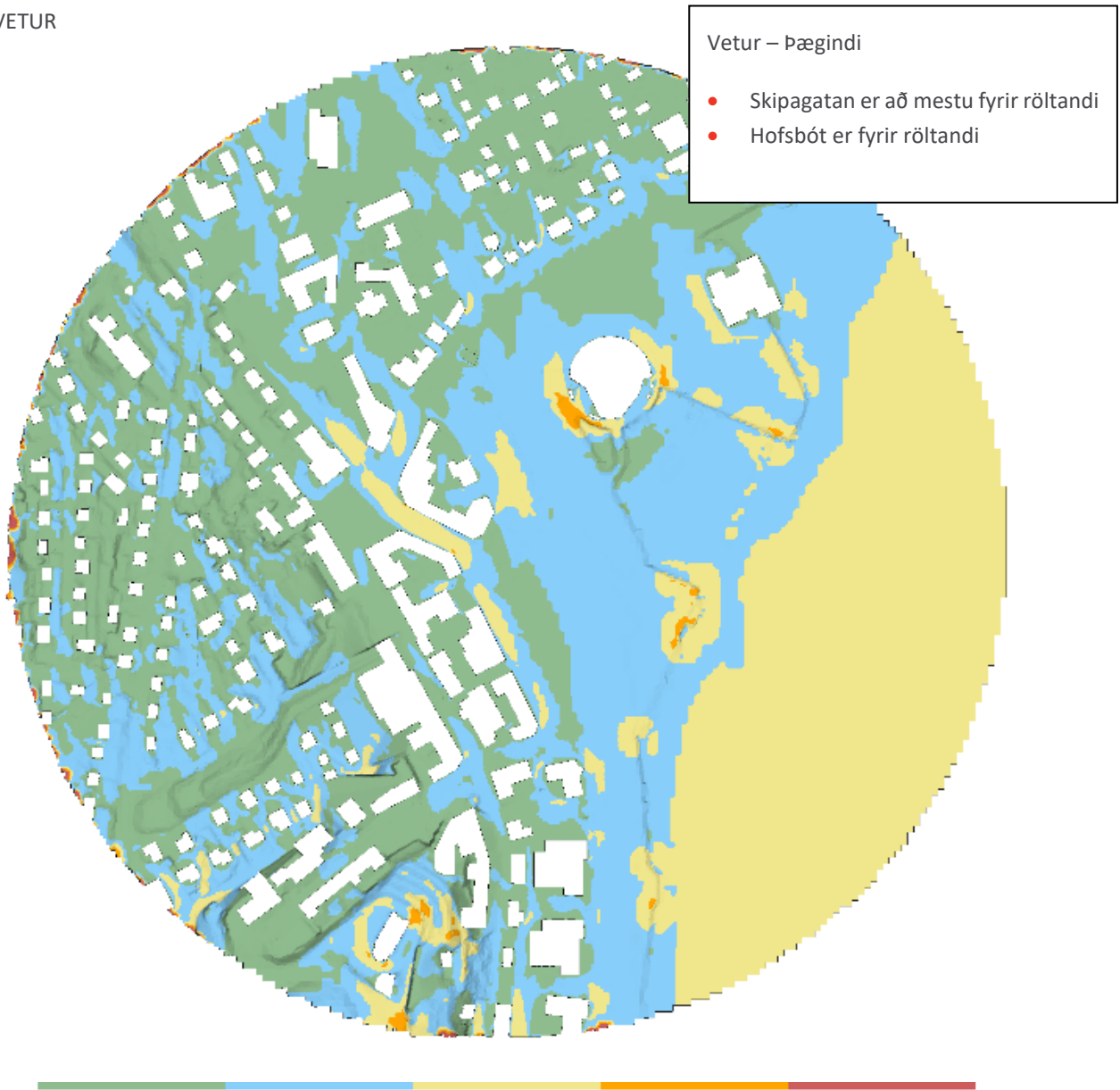
Að horni Skipagötu og Kaupvangsstræti myndast svæði sem getur reynst óöruggt fyrir fólk skv. Mynd 10. Slík svæði myndast einnig hjá öðrum byggingum meðfram Skipagötu þegar komið er nær Ráðhústorgi.

SUMAR

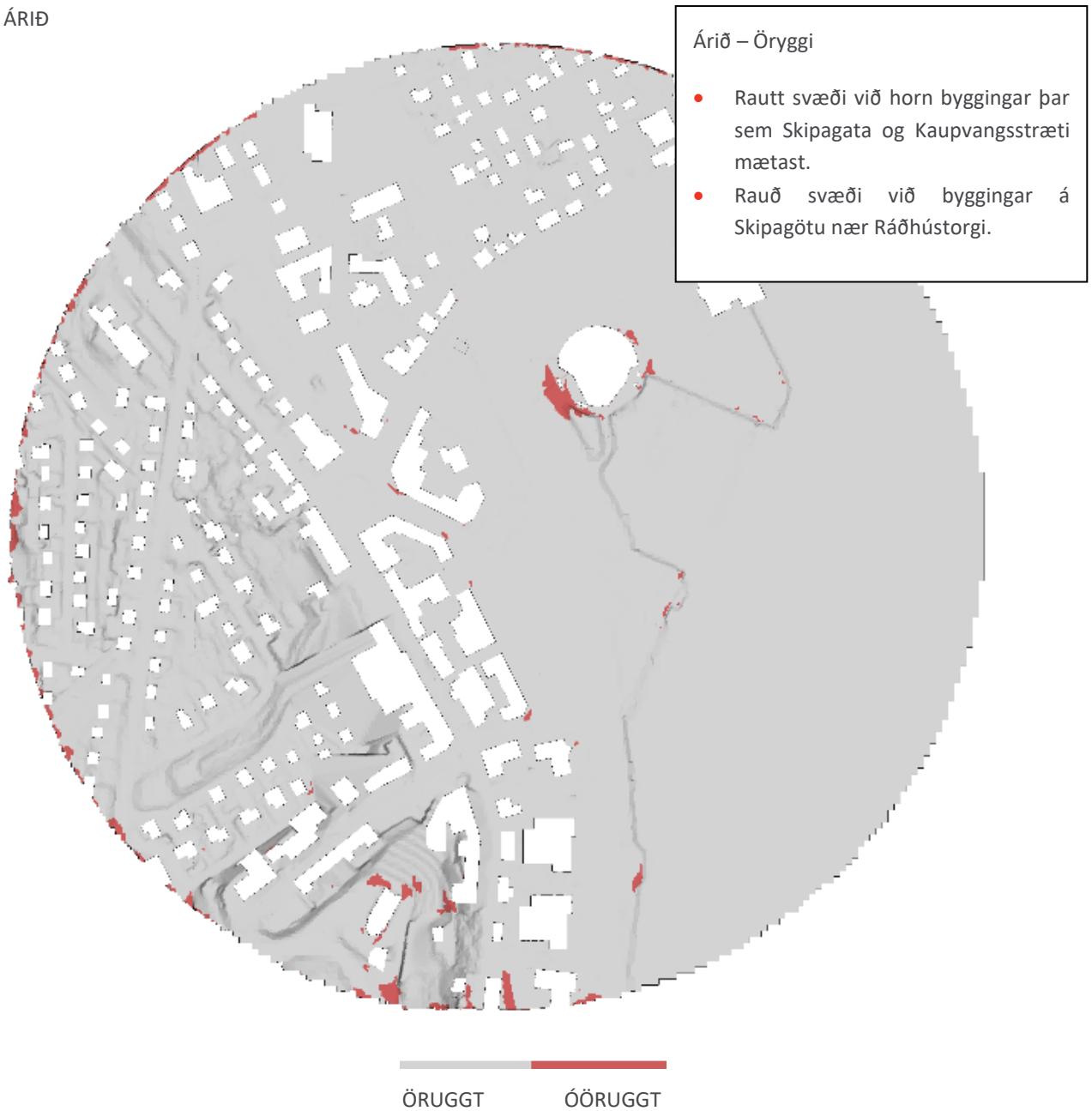


Mynd 8. Notkunarflokkar fyrir grunntilfelli vegna PÆGINGA fólks að sumri. Meginniðurstöður í ramma (t.h. uppi).

VETUR



Mynd 9. Notkunarflokkar fyrir grunntilfelli vegna ÞÆGINDA fólks að vetri. Meginniðurstöður í ramma (t.h. uppi).



Mynd 10. ÖRYGGI fólks í grunntilfelli yfir árið. Meginniðurstöður í ramma (t.h. uppi).

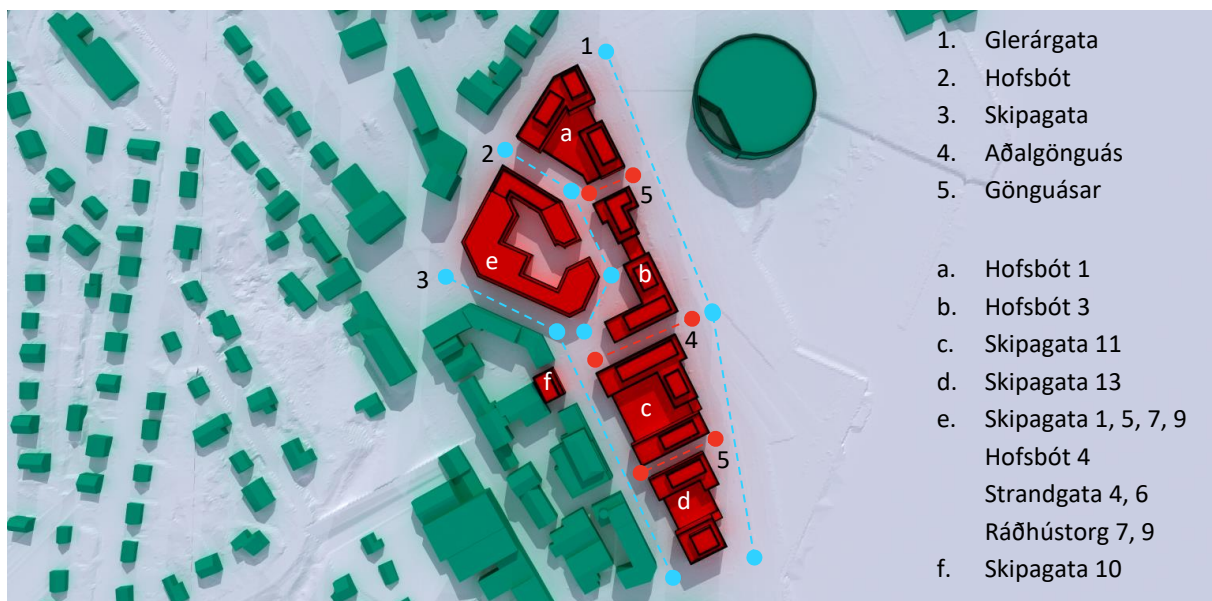
3.2 TILFELLI 2 – DEILISKIPULAG

3.2.1 SVÆÐIN Í DEILISKIPULAGINU

Tilfelli 2 er þegar áformuðum byggingum skv. deiliskipulagi er innifalið í hermuninni ásamt öllum núverandi byggingum. Áformaður byggingarmassi er sýndur í rauðu á myndinni fyrir neðan.

Helstu áhugasvæði deiliskipulagsins eru:

- inngangar við byggingar
- aðalgönguás á milli Skipagötu 11 og Hofsbótar 3 (4)
- aðrir gönguásar á milli bygginga (5)
- útisvæði meðfram Hofsbót (2) og Skipagötu (3) sem snúa í vestur og njóta sólar



Mynd 11. Yfirlitsmynd af deiliskipulagi miðbæjar Akureyrar sem sýnt er í rauðu.

Að sumri eru svæði sem ætluð eru undir kaffihús, veitingahús o.þ.h., til skoðunar þar sem ætlast er til að þau svæði uppfylli gæði um *setu*. Einnig eru inngangar að fyrirhugðum byggingum og gönguleiðir til skoðunar þar sem þau ættu að uppfylla gæði um *standandi* og *röltandi* svæði eftir því sem við á.

Að vetri eru fyrirhugaðir inngangar að byggingu helst til skoðunar þar sem þeir ættu að uppfylla gæði um *standandi* svæði og gönguleiðir eiga að uppfylla gæði um *gangandi* svæði.

Eftirfarandi kröfur eru gerðar til svæða innan skipulagsins:

- **Gönguleiðir** á aðalgönguás og á öðrum gönguásnum eiga að sýna gæði til að falla undir *röltandi* flokk að sumri til og *gangandi* flokk að vetri til.
- **Útisvæðin** við Hofsbót og Skipagötu eiga að sýna gæði til að falla undir *sitjandi* flokk að sumri til.
- **Inngangar** bygginga eru á öllum hliðum og því eiga svæðin í kringum byggingarnar að sýna gæði sem nema *standandi* flokki að sumri og að vetri til.
- Gönguásar ættu að sýna gæði sem nemur *sitjandi* flokki að sumri til þess að geta nýtt svæði til útisetu.
- Engin svæði ættu að flokkast sem óörugg.

3.2.2 NIÐURSTÖÐUR FYRIR DEILISKIPULAG

CFD hermanir á vindi hafa verið framkvæmdar fyrir 12 vindáttir, sjá Viðauki 1 – Hermun á vindi fyrir deiliskipulag, vindhraðinn í mannhæð hefur verið skoðaður og borinn saman við vindhraða úr nærliggjandi veðurstöð. Greining á líkum hvers vindhraða hefur verið framkvæmd og hafa svæðin verið metin m.t.t. tíðni ákveðna vindhraða og þröskuldsgilda skv. flokkunarkerfi Lawson LDDC.

Niðurstöður vindgreiningar eru kort fyrir sumar og vetur eru sýnd eru hér að neðan á Mynd 12 og Mynd 13 eftir því sem við á. Kortin sýna hvaða athafnir eða notkun er hentug fyrir hvert svæði. Einnig er kort sem sýnir öryggi fólks fyrir allt árið á Mynd 14.

Tafla 7. Notkunarflokkar Lawson LDDC fyrir deiliskipulag.

Notkunarflokkur	Þröskuldsgildi		Lýsing
	Vindhraði	Tíðni	
Seta	4,0 m/s	5% árstíð	Staldráð við í lengri tíma, t.d. kaffihús, veitingahús o.þ.h.
Standandi	6,0 m/s	5% árstíð	Staldráð við í skamman tíma, t.d. almenningsgarður, leikvellir, verslunargata, almenningsstorg, inngangar að byggingum
Röltandi	8,0 m/s	5% árstíð	Róleg ganga, rölt, t.d. gönguleiðir kringum byggingar, í verslunargötu
Gangandi	10,0 m/s	5% árstíð	Hröð ganga frá A til B, t.d. ganga við miklar umferðagötur
Óþægilegt	> 10,0 m/s	5% árstíð	Óþægilegt fyrir almennt aðgengi, en gæti verið í lagi þar sem fólk á almennt ekki leið

Tafla 8. Öryggi fólks skv. Lawson LDDC flokkunarkerfinu.

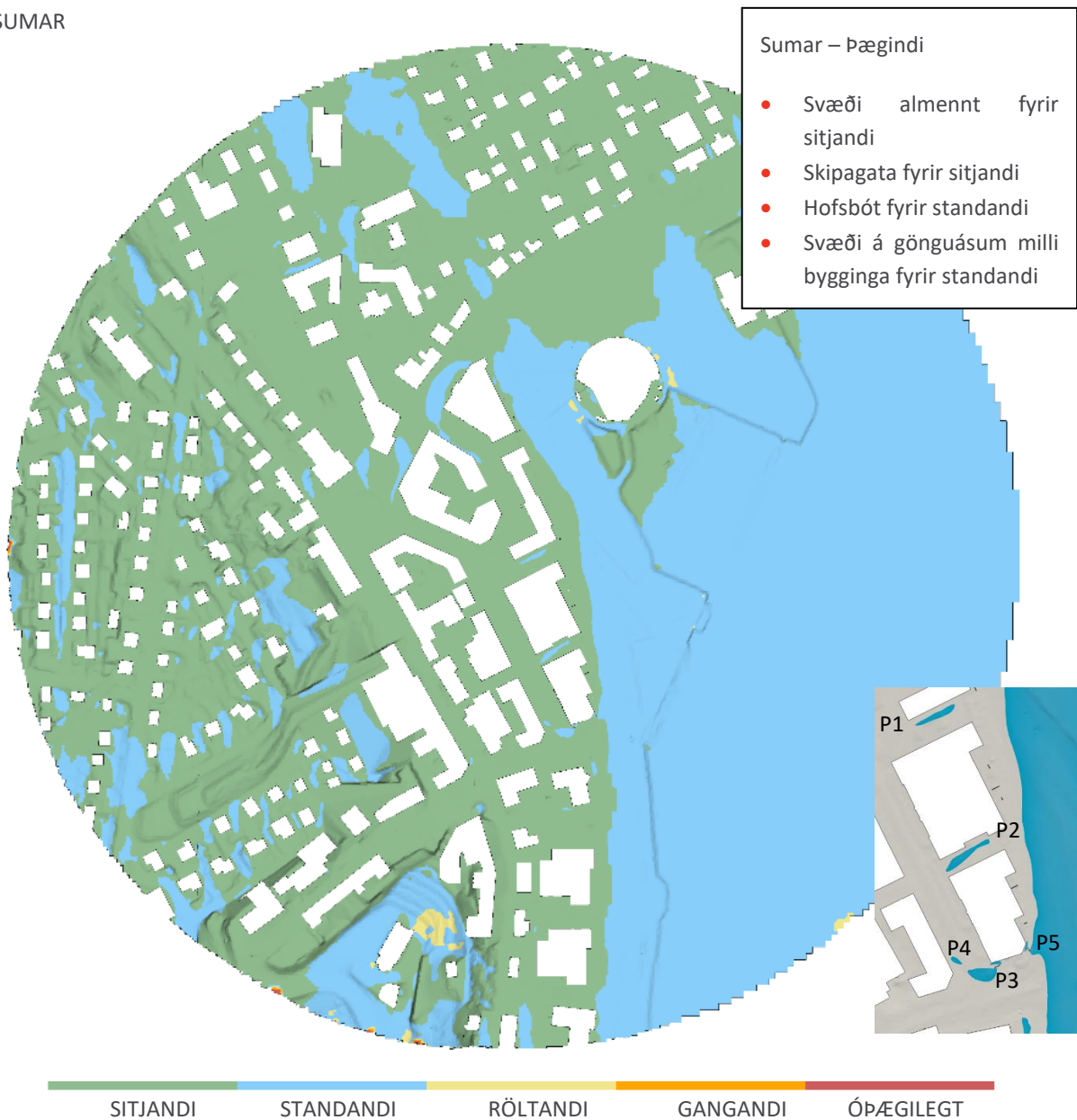
Notkunarflokkur	Þröskuldsgildi		Lýsing
	Vindhraði	Tíðni	
Öruggt	-	-	Öruggt svæði
Óöruggt	> 15,0 m/s	0,025% árið	Óöruggt svæði

Að sumri, sjá Mynd 12, eru svæði á aðalgönguási og gönguási á milli bygginganna við Skipagötu þar sem gæði staðbundna vindafarsins sýna *standandi* notkun og henta því fyrir almenn borgarrými en síður undir kaffihús, veitingahús o.þ.h. Önnur svæði hafa gæði sem sýna *sitjandi* notkun að sumri til og því ættu svæði við Skipagötu og Hofsbót, þ.e. vestan megin við byggingarnar, að geta verið góð til útisetu m.t.t. vindafars.

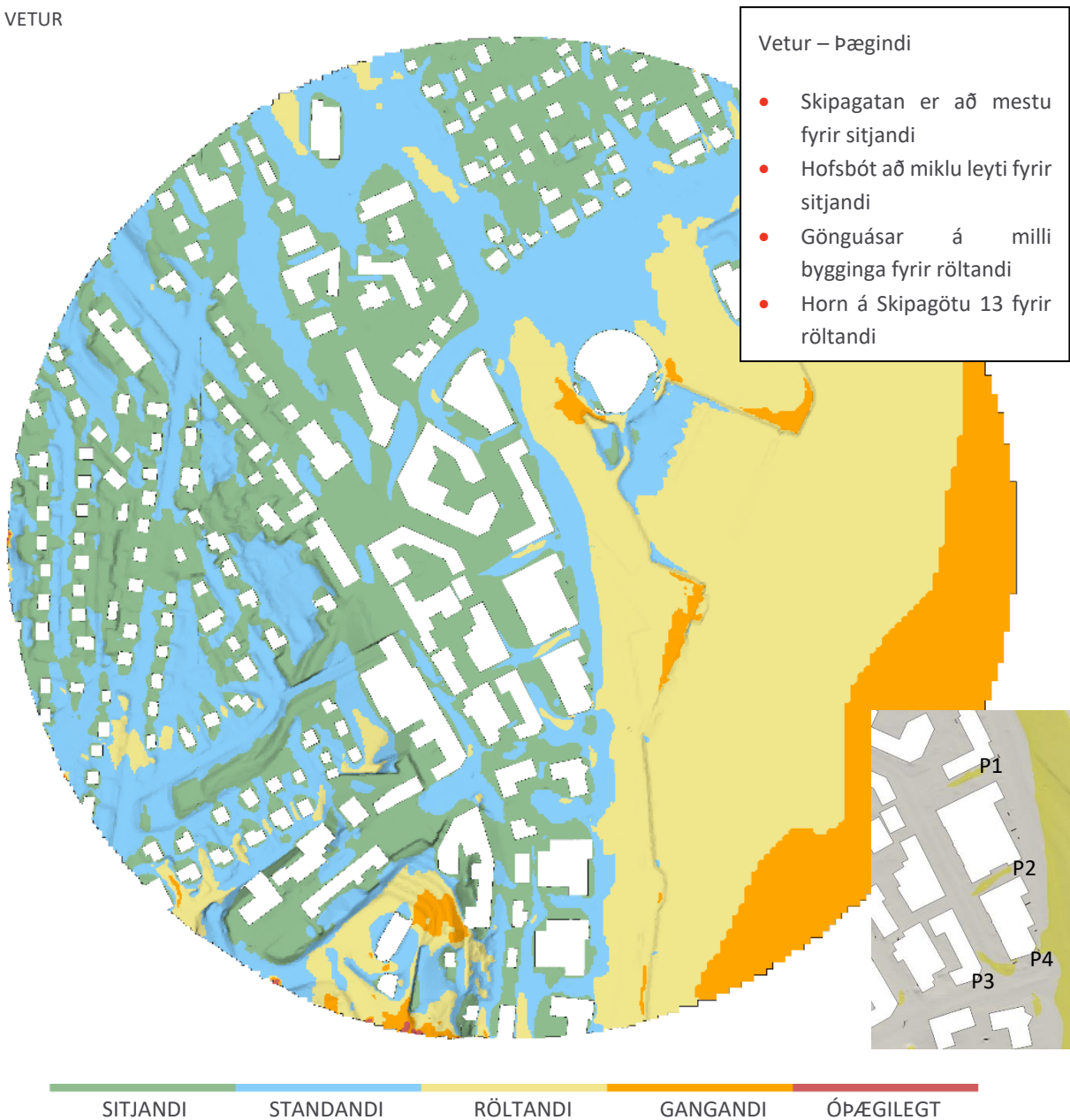
Að vetri, sjá Mynd 13, eru svæði á aðalgönguási og gönguási á milli byggingana Skipagötu 11 og Skipagötu 13 sem sýna gæði sem falla undir *röltandi* flokk – svæðin eru því hentug fyrir gönguleiðir í verslunargötu en henta síður undir útisetu, stopp við búðarglugga eða innganga. Við horn bygginganna Skipagötu 13 og Hofsbót 1 myndast svæði þar sem gæðin eru fyrir *röltandi* flokk. Í Skipagötu eru svæðin almennt fyrir *setu* og við Hofsbót 3 myndast gott svæði fyrir *sitjandi* og gætu því nýst til útisetu m.t.t. vindafars.

Öryggi fólks er metið yfir allt árið. Mynd 14 sýnir 5 svæði þar sem of miklar líkur eru á að 15 m/s vindhraði verði í mannhæð. Svæðin eru við horn bygginganna Skipagötu 13 og Skipagötu 11. Á Skipagötu 13 verður hornstreymi á horninu við Kaupvangsstræti og Skipagötu, á horninu við Glerárgötu og Kaupvangsstræti, og á horninu við Glerárgötu og gönguássins milli Skipagötu 13 og Skipagötu 11. Á Skipagötu verður bæði hornstreymi á horninu við Glerárgötu og gönguássins á milli Skipagötu 13 og Skipagötu 11, og á horninu við Glerárgötu og aðalgönguáss á milli Skipagötu 11 og Hofsbótar 3. Svæðin verða til við horn bygginganna og teygja sig inn gönguásana.

SUMAR



Mynd 12. Notkunarkort fyrir deiliskipulag vegna ÞÆGINDA fólks að sumri. Meginniðurstöður teknar saman (t.h. uppi). Mælipunktur P1 – P5 (t.h. niðri) þar sem svæði er fyrir standandi.



Mynd 13. Notkunarkort fyrir deiliskipulag vegna ÞÆGINDA fólks að vetri. Meginniðurstöður teknar saman (t.h. uppi). Mælipunktur P1 – P4 (t.h. niðri) þar sem svæði eru röltandi.

ÁRIÐ



Mynd 14. Notkunarkort fyrir deiliskipulag vegna ÖRYGGI fólks fyrir allt árið (t.v.). Meginniðurstöður teknar saman (t.h. uppi). Mælipunktur P1 – P5 (t.h. niðri) þar sem svæði reynast óörugg.

3.3 VINDÁTTIR

3.3.1 ÁHRIF VINDÁTTA

Bil á milli bygginga er oft nefnt borgargljúfur (e. urban canyon) sem hefur breidd (B), hæð (H) og lengd (L). Þumalputtareglur gefa til kynna að ef B/H hlutfall borgargljúfursins er á bilinu ½ til 2 má búast við aukningu á vindhraða í borgargljúfrinu þegar vindur er samsíða [2]. Aðrar þumalputtareglur gefa til kynna að ef hlutfallið B/H_{avg}, þar sem H_{avg} er meðalhæð bygginga, er á bilinu 1 til 4 getur vindur orðið sveiflukenndur (e. oscillatory) ef vindáttin er þvert á borgargljúfrið þar sem gljúfrið fyllist af vindi og tæmist í lotum [2].

Hámarkshæð bygginga á reitunum í deiliskipulaginu er rúmlega 17 m en meðalhæð (H_{avg}) er í kringum 12 m.

Gönguásinn á milli Skipagötu 11 og Skipagötu 13 myndar borgargljúfur sem er ca. 9,5 m að breidd og um 16 m að hæð, auk þess að vera um 31,5 m að lengd. Borgargljúfrið sem gönguásinn myndar á hættu á að auka vindhraða þegar vindátt er samsíða gljúfrinu þar sem hlutfallið B/H er 0.6, en vindur ætti að fara yfir gljúfrið þegar vindáttin er þvert á gljúfrið þar sem hlutfallið B/H_{avg} er 0.8.

Aðalgönguásinn myndar borgargljúfur sem er um 10,2 m að breidd og um 12,7 m að hæð, auk þess að vera 30,5 m að lengd. Aðalgönguásinn á hættu á því að auka vindhraða þegar vindátt er samsíða aðalgönguásnum því B/H er 0.8 en vindur úr vindátt sem er þvert á aðalgönguásinn ætti að fara yfir byggðina þar sem B/H_{avg} er 0.85.

3.3.1.1 Þægindi fólks

Valin eru nokkur svæði til að kanna betur hvaða vindáttir hafa þar mestu áhrif á vindaðstæður. Skoðaðar eru líkur á því að vindhraði fari yfir ákveðið þröskuldsgildi fyrir ákveðna athöfn fyrir hverja vindátt. Slíkt sýnir hvaða vindátt hefur mesta vægi á þessum svæðum og þar með hvaða vindátt ætti að tækla ef unnið yrði að því að bæta vindgæðin á þeim svæðum.

Tafla 9 sýnir líkur á því að vindhraðinn í nemunum 5 á Mynd 12 fari yfir þröskuldsgildi fyrir *sitjandi* flokk (4m/s) en svæði þar sem heildarlíkur (P dálkur) eru meiri en 5% þýða að svæðið verður óhentugt fyrir *sitjandi* athöfn.

Tafla 10 sýnir líkur á því að vindhraðinn í nemunum 4 á Mynd 13 fari yfir þröskuldsgildi fyrir *standandi* flokk (6m/s) en svæði þar sem heildarlíkur (P dálkur) eru meiri en 5% þýða að svæðið verður óhentugt fyrir *standandi* athöfn.

Tafla 9. Líkur (%) á að vindhraði (4 m/s) vegna sitjandi flokks fari yfir þröskuldsgildi (5%) eftir vindáttum fyrir sumarið.

	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	330°	330°	P
P1	0.00	0.00	0.38	0.63	1.38	3.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.74
P2	0.00	0.00	0.03	0.25	1.17	4.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.20
P3	0.00	0.01	0.00	0.51	1.41	3.98	0.61	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	6.53
P4	0.24	0.01	0.02	0.01	1.28	3.34	0.17	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	5.07
P5	0.77	0.26	0.29	0.04	0.11	4.46	1.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	6.95

Tafla 10. Líkur (%) á að vindhraði (6 m/s) vegna standandi flokks fari yfir þröskuldsgildi (5%) eftir vindáttum fyrir veturinn.

	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	330°	330°	P
P1	0.00	0.00	0.78	0.67	1.33	3.89	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.06	6.73
P2	0.00	0.00	0.08	0.09	0.91	6.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	7.20
P3	0.00	0.06	0.07	0.28	1.17	3.88	0.61	0.00	0.04	0.00	0.00	0.14	6.24
P4	0.05	0.42	0.68	0.06	0.07	5.47	1.72	0.04	0.11	0.00	0.00	0.00	8.62

Ljóst er að 150° vindáttin (SSA) veldur þeim vindaðstæðum sem finna má á þeim svæðum sem hafa verið könnuð. Til þess að bæta staðbundna vindafarið á þessum svæðum yrði að lágmarka vindáhrif sem verða vegna þessarar vindáttar.

SSA vindáttin er þvert á gönguásana og skv. þumalputtareglum ætti vindur frá vindáttinni ekki að fara niður í borgargljúfrin. Greining á þeim áhrifum sem valda því að vindáttin leitar inn gönguásana er gerð í kafla 3.3.3.

3.3.1.2 Öryggi fólks

Til að kanna hvaða vindátt veldur því að svæði geti talist sem óörugg þá er skoðaðar líkur á því að vindhraðinn fari yfir þröskuldsgildið 15 m/s fyrir hverja vindátt yfir allt árið.

Tafla 11 sýnir þær líkur fyrir hverja vindátt og heildarlíkur (P dálkur) sem eru meiri en 0,025% og veldur því að þessi svæði geta talist vera óörugg fyrir fólk.

Tafla 11. Líkur (%) á að vindhraði (15m/s) vegna öryggis fólks fari yfir þröskuldsgildi (0.025%) eftir vindáttum fyrir árið. Punktur P1 – P5 sjást á Mynd 14.

	0°	30°	60°	90°	120°	150°	180°	210°	240°	270°	330°	330°	P
P1	0.000	0.000	0.029	0.002	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.031
P2	0.000	0.000	0.040	0.001	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.041
P3	0.000	0.000	0.026	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.026
P4	0.000	0.001	0.036	0.000	0.000	0.011	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.047
P5	0.000	0.000	0.000	0.001	0.008	0.025	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.034

Tafla 11 sýnir að það er helst 60° vindáttin (ANA) veldur því að svæðin merkt P1, P2, P3, og P4 á Mynd 14 geti talist sem óörugg fyrir fólk á meðan 150° vindáttin (SAA) hefur þau áhrif á svæðið merkt P5 Mynd 14.

Til að koma í veg fyrir að áðurnefnd svæði geti talist óörugg fyrir fólk yrði því að lágmarka vindáhrifiin sem verða vegna 60° og 150° vindáttanna.

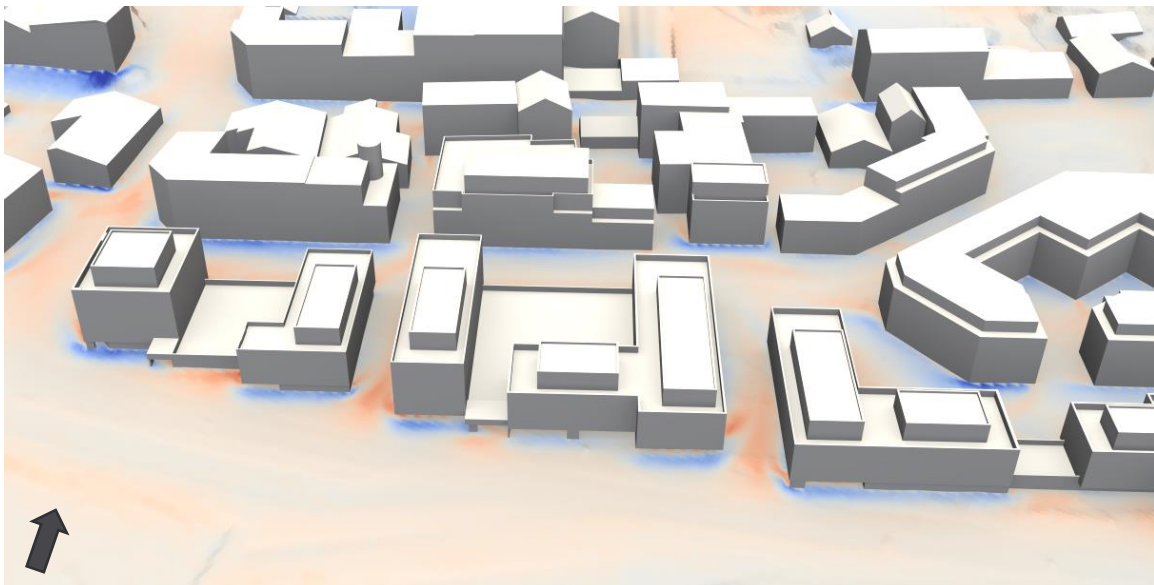
ANA vindáttin er samsíða gönguásunum og skv. þumalputtareglum er búist við því að þessi vindur úr þessari vindátt sé magnaður upp í borgargljúfrum í þessu deiliskipulagi. Frekari greining á áhrifum sem valda þessum vindaðstæðum er gerð í kafla 3.3.2.

3.3.2 ANA VINDÁTT (60°)

Vindáttin ANA fer næstum þvert á Glerárgötu og er samsíða gönguásnum. Niðurstreymi verður til fyrir framan við hverja byggingu, sjá blá svæði á Mynd 16, og gönguásar verða að farvegi fyrir vindinn sjá Mynd 15. Hofið skýlir gönguás á milli Hofsbótar 1 og Hofsbótar 3 svo vindaðstæður á þeim gönguás eru með öðru móti.

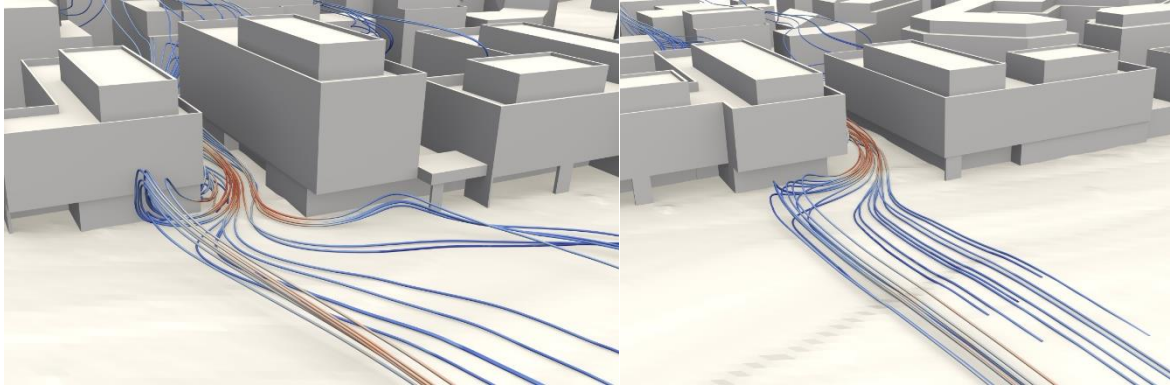


Mynd 15. Yfirlitsmynd fyrir ANA vindátt (60°) sem fer þvert á Glerárgötu svo gönguásarnir mynda farveg fyrir vind.



Mynd 16. Z-þáttur vindhraðavígis 60° vindáttar.

Niðurstreymi verður til við hverja byggingu og Mynd 17 sýnir að gönguásarnir verða farvegur vindsins. Skörp horn bygginganna og hlutfall breiddar og hæðar borgargljúfrana (B/H) valda því að vindurinn sem ferðast þar magnast upp. ANA vindáttin veldur því að öryggi fólks getur orðið ábótavant á þessum gönguásum þar sem vindhraðia verður meiri en 15 m/s í 1,5 m hæð í yfir 0,025% tilvika yfir árið.



Mynd 17. Gönguás milli bygginga við Skipagötu 11 og Skipagötu 13 (t.v.) og aðalgönguás (t.h.).

3.3.3 SSA VINDÁTT (150°)

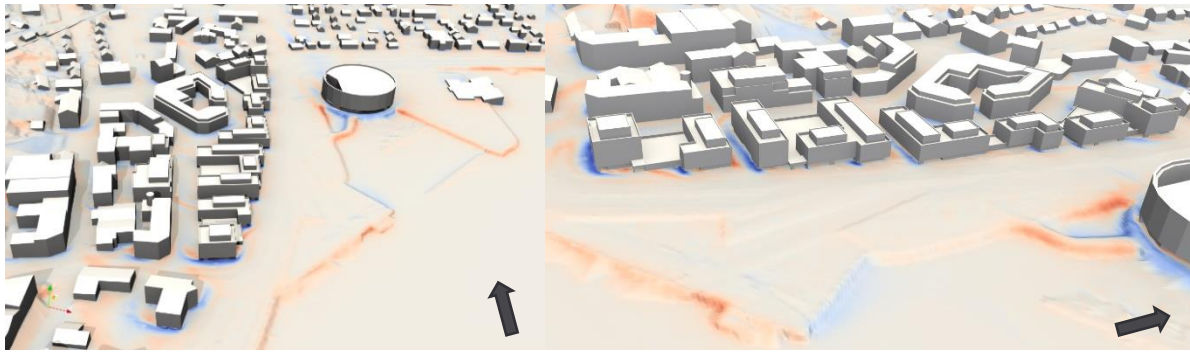
Vindáttin SSA er þvert á Kaupvangsstræti og mætir fyrst Skipagötu 13, sem er óvarin fyrir vindáttinni. Vindurinn fer norður eftir Glerárgötu, nær samsíða deiliskipulaginu, og er þvert á gönguása. Þar sem vindáttin er þvert á gönguása ætti vindur ekki að dragast niður í borgargljúfrin skv. þumalputtareglum.

Byggingarnar eru hins vegar stallaðar, þ.e. bygging skagar fram fyrir fyrri byggingu norður eftir Glerárgötunni, sjá næstu mynd að neðan. Líklegt þykir að stölluminum valdi því að hjá þeim hluta byggingana sem skagar fram fyrir bygginguna á undan verður til niðurstreymi og að hluti vindsins dragist inn gönguásana sem hefur áhrif á flokkun svæðisins m.t.t. þæginda fólks.



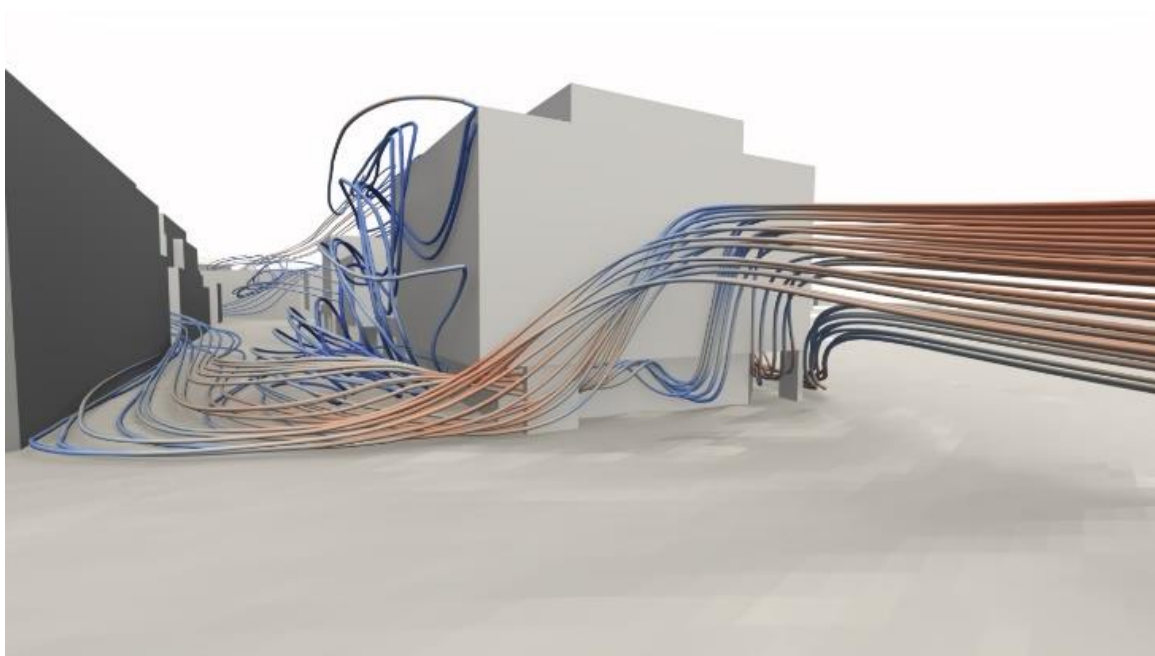
Mynd 18. Yfirlitsmynd fyrir SSA vindátt (150°) sem fer eftir Glerárgötunni og dregst inn á gönguása þegar byggingar skaga fram fyrir hvora aðra.

Mynd 19 sýnir gildi Z-þátts vindhraðavígrins þar sem blátt þýðir að vindurinn ferðast a.m.k. að hluta niður að jörðu og rautt þýðir að vindur ferðast upp frá jörðu. Ljóst er að niðurstreymi (blátt) gerist við Skipagötu 13, og að á gönguás á milli Skipagötu 11 og Skipagötu 13 og á aðalgönguás á milli Skipagötu 11 og Hofsbótar 3 vísar vindhraðinn niður að einhverju leyti. Á gönguásunum sést að neikvæði þáttur vindhraðans er mestur sem næst Glerárgötunni (mest blár litur á Mynd 19) sem styður að stölluminum veldur líklega niðurstreymi og hluti vindsins fer inn gönguásana.



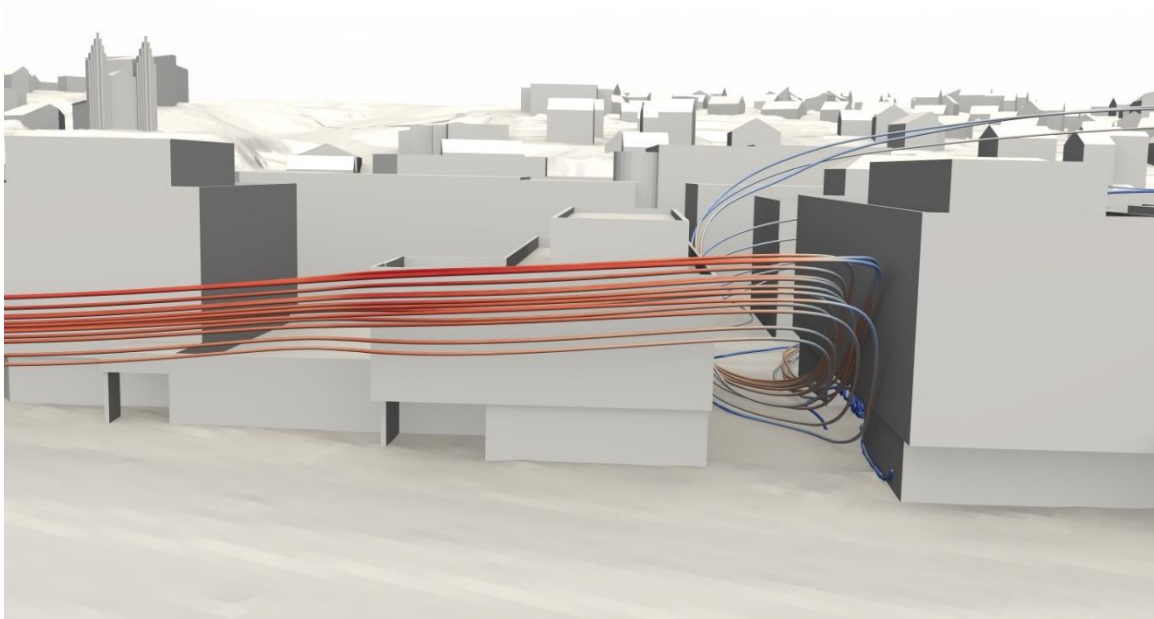
Mynd 19. Z-þáttur vindhraðavígrs á deiliskipulagssvæði: blátt táknar neikvæðan þátt vindhraðans og rautt jákvæðan þátt vindhraðans. Horft er eftir Glerárgötu (t.v.) og horft þvert á Glerárgötu (t.h.).

Straumlínur á Mynd 20 sýna að vindurinn lendir á Skipagötu 13 svo til verður niðurstreymi sem fer svo kringum horn byggingarinnar. Skipagata 13 hefur útskagandi efri hæðir með burðarsúlum þannig að vindur sem fer á milli byggingarinnar og súlu veldur því að of miklar líkur eru á of miklum vindhraða. Vindur sem fer utan við súluna veldur því að það svæði fellur í *röltandi* notkunarflokk að vetri til.



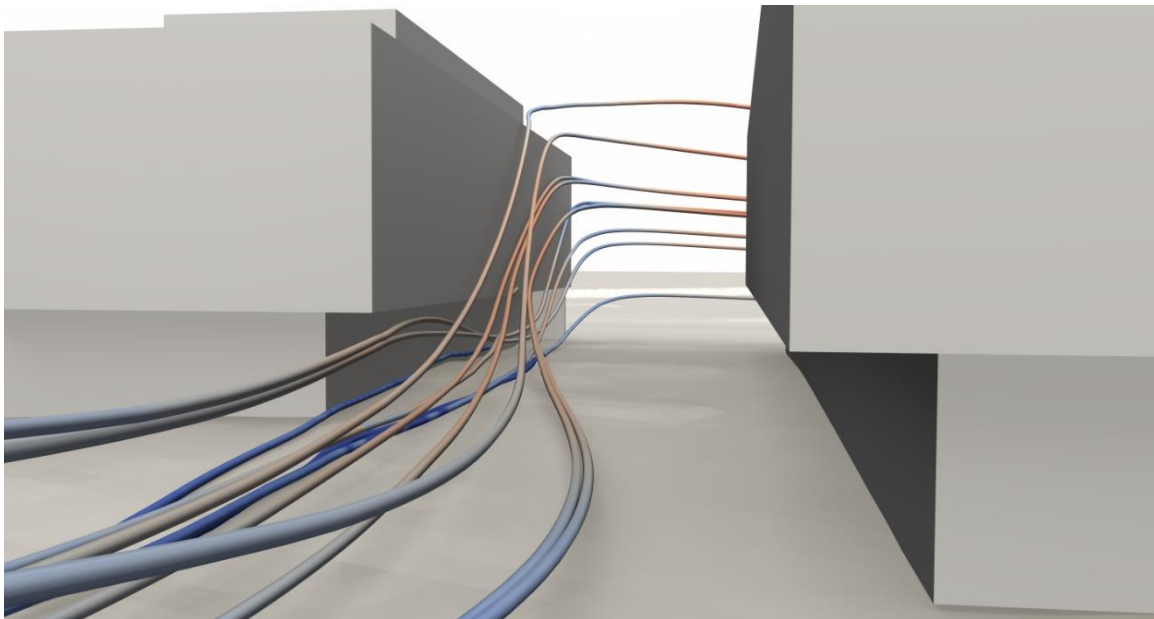
Mynd 20. Horft á Skipagötu 13 frá Kaupvangsstræti.

Straumlínur á Mynd 21 sýna hvernig vindurinn fer eftir Glerárgötunni, beygir inn gönguásinn á milli Skipagötu 13 og Skipagötu 11. Skipagata 11 skagar fram fyrir Skipagötu 13 eftir Glerárgötunni og veldur niðurstreymi á gönguásinn. SSA vindáttin veldur því að svæði á gönguásnum fellur undir *standandi* notkunarflokk að sumri til og *röltandi* notkunarflokk að vetri til.



Mynd 21. Gönguás á milli Skipagötu 13 og Skipagötu 11. Horft frá Glerárgötu.

Straumlínur á Mynd 22 sýna að vindur ferðast Glerárgötuna, beygir inn aðalgönguásinn, en Hofsbót 3 skagar aðeins fram fyrir Skipagötu 11 m.v. vindátt og það myndast niðurstreymi á Hofsbót 3. SSA vindáttin veldur því að svæði á aðalgönguás fellur í *standandi* notkunarflokk að sumri til og *röltandi* notkunarflokk að vetri til.



Mynd 22. Aðalgönguás á milli Skipagötu 11 og Hofsbótar 3. Horft frá Skipagötu að Glerárgötu.

3.4 UMRÆÐA NIÐURSTAÐNA

Staðbundið vindafar í deiliskipulaginu er í heildina litið nokkuð gott. Mikið er af svæðum sem falla undir *sitjandi* notkunarflokk m.v. Lawson LDDC flokkunarkerfið.

Svæðin í Skipagötu og Hofsbót, vestan við byggingarnar í deiliskipulaginu, ættu að geta nýst til útisetu yfir sumarið m.t.t. vinda, eins og þeim er ætlað. Þessi svæði teljast því uppfylla þær væntingar sem gerðar eru til þeirra.

Á gönguásunum ættu svæðin að reynast fín göngusvæði en eru síðri undir setu nema í stutta stund að sumri til. Til að geta nýtt svæðin betur undir útisetu, t.d. vegna kaffihúsa eða veitingastaða, þá ætti að skoða mótvægisáðgerðir til að minnka vindhraðan sem getur myndast á þessum svæðum.

Í deiliskipulaginu eru einnig svæði þar sem líkur eru á miklum vindhraða í a.m.k. 0,025% tilvika yfir árið svo svæðin teljast óörugg í Lawson LDDC flokkunarkerfinu. Svæðin birtast almennt við horn bygginga og magnast í gönguásunum. Þetta eru svæði þar sem lagt yrði til að leitað yrði að mótvægisáðgerðum til að lágmarka vindhraða.

4 MÓTVÆGISAÐGERÐIR

4.1 ALMENNT UM MÓTVÆGISAÐGERÐIR

Mótvægisáðgerðir eru gerðar til að minnka áhrif bygginganna á vindflæðið í kring. Mótvægisáðgerðir eru oftast vegna einhvers af eftirfarandi atriðum:

- Svæði sem geta talist óörugg skv. flokkunarkerfi.
- Svæði þar sem notkun skv. flokkunarkerfi sýnir ekki fyrirhugaða notkun svæðisins.
- Svæði þar sem breytingar valda því að vindafar hefur versnað frá núverandi ástandi í grunntilfellinu.

Svæði sem falla undir einhvern liðanna að ofan gætu gagnast af mótvægisáðgerðum.

Við hönnun á mótvægisáðgerðum þarf að kanna virkni þeirra með hermun á vindi. Þannig væri hægt að greina hvort möguleikar væru á mótvægisáðgerðum, og finna bestu mögulegu mótvægisáðgerð fyrir hvert svæði.

4.2 SVÆÐI SEM GÆTU ÞURFT MÓTVÆGISAÐGERÐIR

Greining á staðbundnu vindafari hefur sýnt að svæðið er í heildina almennt mjög gott hvað varðar þægindi fólks í deiliskipulaginu en þó eru svæði sem gætu hagnast af mótvægisáðgerðum. Eftirfarandi svæði þar sem mótvægisáðgerðir eru æskilegar eru:

1. Aðalgönguás vegna horns á byggingunni Skipagötu 11 og breiddar gönguássins
2. Gönguás á milli Skipagötu 11 og Skipagötu 13 vegna horna beggja bygginga og breiddar gönguássins
3. Við horn Skipagötu 13 frá Kaupvangsstræti

4.3 TEGUNDIR MÓTVÆGISAÐGERÐA

Helstu leiðir til að bæta vindumhverfi er annað hvort að takmarka vind sem er dreginn niður að jörðu eða að eiga við vindinn þegar hann er kominn við jörðu. Þegar vindurinn er kominn niður þarf annað hvort að vísa honum annað eða að trufla vindinn með öðrum hætti til að draga úr hraða hans.

Mótvægisáðgerðir skiptast að mestu leyti í annars vegar stærri aðgerðir sem geta innfalið í sér nánari útfærslu á byggingarmassanum og vali á fasöðu og hins vegar minni staðbundnari aðgerðir eins og tré og gróðurbelti, skyggni, vindskermar, listaverk, og aðrir götumunir o.s.frv.

Möguleikar eru á að minnka ofanstreymi frá byggingum með nánari útfærslum á massa bygginga eða með vindskyggni eða vindrennum (e. wind gutter). Vindflæði í mannhæð er einnig hægt að stjórna með nánari útfærslum á byggingarmassa t.d. með því að breikka stræti eða með staðbundnum aðgerðum. Til að færa vind með trjágróðri þykir vanalega best að nota sígrænan gróður, en til að draga kraft úr vindi þykir sumargrænn gróður betri [2].

Eftirfarandi er listi af möguleikum sem hægt væri að skoða til að lágmarka vind, en listinn er ekki tæmandi:

1. Aðalgönguás.
 - a. Til að bæta þægindi fólks gæti verið hægt að skoða einhvers konar útfærslu á gropnu skyggni á Hofsbót 3 eða vindrennu þar sem byggingin virðist taka vindinn niður að jörðu skv. Mynd 22. Vindinum yrði þá vísað lengra inn aðalgönguásinn þar sem hann myndi koma niður í mannhæð við Skipagötu.
 - b. Vegna öryggis fólks yrði líklega að skoða útfærslu á horni byggingarinnar á Skipagötu 11 því hvasst hornið ásamt þröngu strætinu veldur því að líkur eru á miklum vindhraða, sjá Mynd 17.

Hægt væri að skoða staðbundnari útfærslur t.d. með trjágróðri, líklega sumargrænum, eða gropnum vindskermum sennilega í miðju gönguássins til að lágmarka vind og til að vísa gangandi vegfarendum frá svæðum þar sem líkur eru á miklum vindhraða.

2. Gönguás á milli Skipagötu 11 og Skipagötu 13.
 - a. Til að bæta þægindi fólks er hægt að skoða útfærslu á gropnu skyggni á Skipagötu 13 eða vindrennu til að lágmarka ofanstreymið frá byggingunni niður á gönguásinn skv. Mynd 21. Skoða þyrfti hvort best væri að setja tengja saman á milli bygginganna.
 - b. Öryggi fólks yrði að skoða annað hvort með nánari útfærslu á hornum bygginganna beggja eða með útfærslum á staðbundnum mótvægisáðgerðum, sjá Mynd 17.
3. Horn Skipagötu 13 við Kaupvangsstræti.
 - a. Gert er ráð fyrir að fólk gangi á milli byggingarinnar og burðarsúlanna, sjá Mynd 20. Til að bæta öryggi fólks yrði hægt að skoða útfærslur á gropnu skyggni eða gropni lóðréttri kápu milli burðarsúlanna til að minnka vindhraða á milli byggingarinnar og burðarsúlanna eða vindrennu til að færa vindinn út fyrir burðarsúlurnar.

5 SAMANTEKT

5.1 LYKILNIÐURSTÖÐUR

Greining hefur verið gerð á staðbundnu vindafari vegna breytinga á nýju deiliskipulagi fyrir miðbæ Akureyar. Lykilniðurstöður eru teknar saman hér að neðan.

Vindaðstæður í kringum reitina fjóra á deiliskipulagssvæðinu munu að mestu leyti uppfylla þær gæðakröfur sem til þeirra eru gerðar m.t.t. þæginda fólks vegna vinda, þótt gönguásar henti síður undir lengri setu. Hins vegar eru svæði þar sem vindhröðun í kringum horn bygginga getur orðið til þess, í sérstökum aðstæðum, að öryggi fólks yrði ábótavant og því yrði ráðlagt að skoða mögulegar mótvægisáðgerðir til að bæta þær vindaðstæður.

- Aðalgönguásinn á milli Skipagötu 11 og Hofsbótar 3 hefur mikið hlutverk í deiliskipulaginu. Aðalgönguásinn uppfyllir markmið um gæði göngugatna við verslunargötur að sumri og vetri en hentar síður undir lengri setu t.d. vegna kaffihúsa, veitingahúsa o.þ.h.
- Gönguásar uppfylla markmið um gæði göngugatna við verslunargötur að sumri og vetri. Gönguás á milli Hofsbótar 1 og Hofsbótar 3 ætti einnig að henta undir setu við kaffihús, veitingahús o.þ.h. að sumri og að stórum hluta svæðisins að vetri til. Gönguás á milli Skipagötu 11 og Skipagötu 13 hentar síður undir slíka lengri setu.
- Svæðin við Skipagötu og Hofsbót, vestan megin við byggingar, eiga að vera áhugaverð rými skv. deiliskipulagstillögu. Svæðin uppfylla markmið um útisetu svæði að sumri til og að mestu leyti að vetri við byggingarnar.
- Öryggi fólks er helst á undanhaldi við horn bygginga og teygja sig rétt út frá þeim.
 - o ANA vindáttin (60°), sem gerist í 2,4% tilvika yfir árið, veldur því að á gönguás á milli Skipagötu 11 og Skipagötu 13, og á aðalgönguás eru svæði þar sem 15 m/s í 1,5 m hæð gerist a.m.k. í 0,025% tilvika svo svæðin teljast óörugg skv. Lawson LDDC flokkunarkerfinu.
 - o SSA vindáttin (150°), sem gerist í 17,6% tilvika yfir árið, veldur því að svæði á milli byggingarinnar og burðarsúla útkragandi efri hæða á Skipagötu 11 telst óruggt skv. Lawson LDDC þar sem vindhraði í 1,5 m hæð er meiri en 15 m/s í a.m.k. 0,025% tilvika yfir árið.

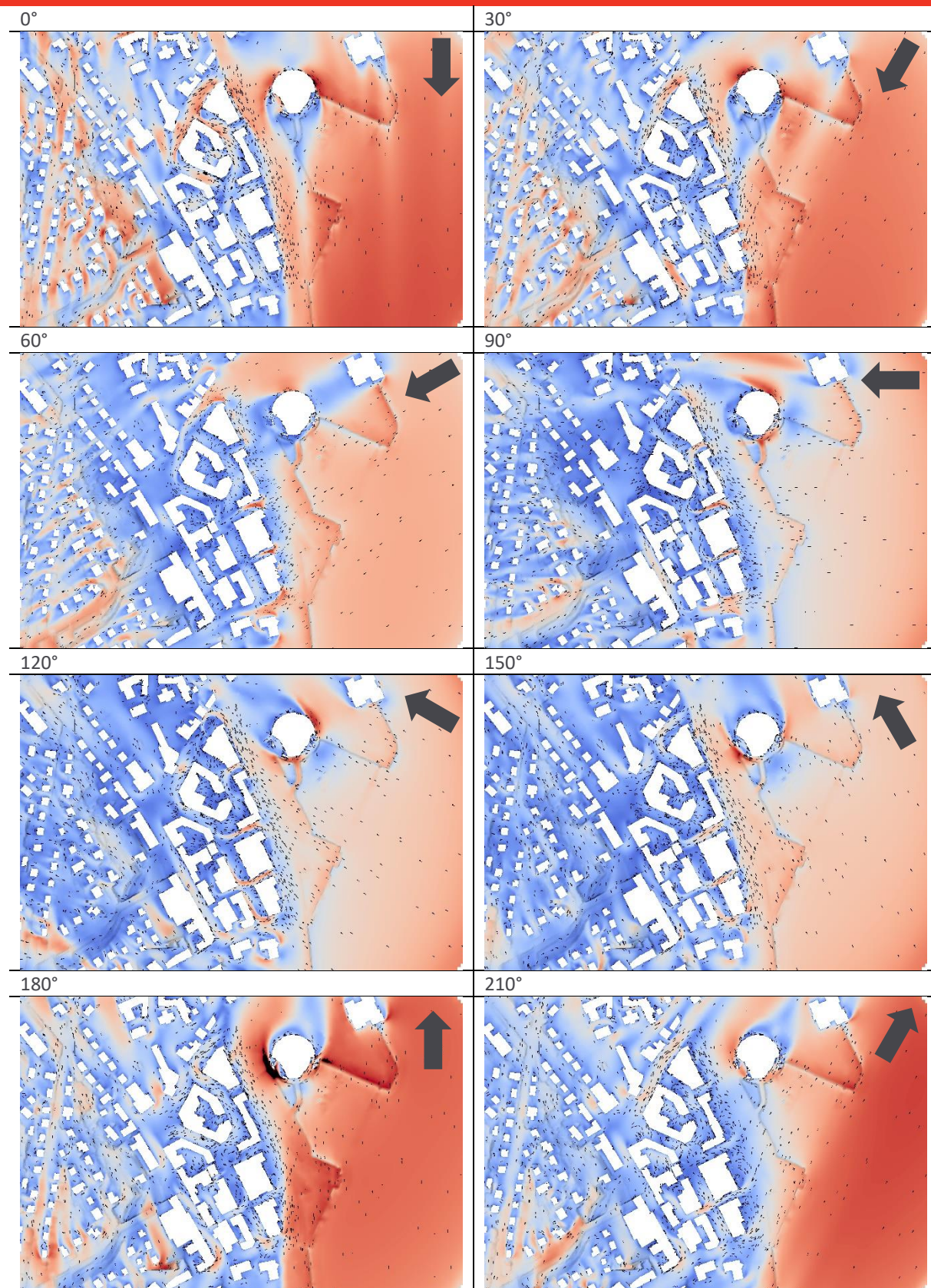
Greining á staðbundnu vindafari hefur sýnt að SSA vindáttin (150°) hefur mestu áhrif á vindaðstæður vegna þæginda fólks, en ANA vindáttin (60°) hefur mestu áhrif á vindaðstæður vegna öryggis fólks. Til að bæta staðbundið vindafar þyrfti að gera greiningu á mögulegum mótvægis áðgerðum fyrir hvert svæði fyrir sig.

Grunnskoðun bendir til þess að útfærslur á staðbundnum mótvægisáðgerðum í formi skyggna, gropinna eða ógropinna, á ofangreindum gönguásnum geti bætt þægindi fólks. Ennfremur bendir grunnskoðun til þess að eftirfarandi eða sambland af eftirfarandi útfærslum geti bætt öryggi fólks: útfærslur á breytingu á hornum bygginga Skipagötu 11 og Skipagötu 13, nánari útfærsla staðbundnum áðgerðum t.d. trjágróðri eða gropnum vindskermum á ofangreindum gönguásnum, ógropið skyggni eða láréttur gropinn vindskermur á Skipagötu 13.

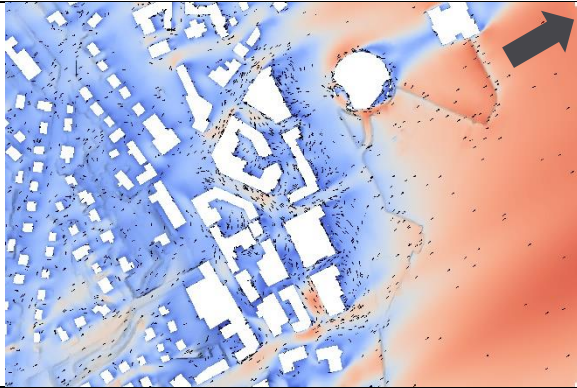
Í deiliskipulaginu geta orðið góð svæði til útisetu vestan við nýju byggingarnar við Skipagötu og Hofsbót. Gönguásar henta vel fyrir rölt, búðarráp og stutt stopp en síður undir lengri setu. Líklegir möguleikar á mótvægisáðgerðum hafa verið nefndir en til að kanna virkni þeirra og hvort þeir bæti öryggi fólks þyrfti að láta að gera greiningu á mismunandi útfærslum mótvægisáðgerða með hermun á vindi úr vindáttunum ANA og SSA. Greining á mótvægisáðgerðum er undanskilin þessari greiningu á staðbundnu vindafari deiliskipulagsins.

- [1] T. Lawson, „The Determination of the Wind Environment of Building Complex Before Construction. Report number TVL 9025.,“ Department of Aerospace Engineering. University of Bristol., Bristol, 1990.
- [2] T. Lawson, Building Aerodynamics, Imperial College Press, 2001.
- [3] E. Willemsen og J. A. Wisse, „Design for Wind Comfort in The Netherlands: Procedures, criteria and open research issues,“ *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, b. 95, nr. 9-11, pp. 1541-1550, 2007.
- [4] City of London, RWDI, „Wind Microclimate Guidelines for Developments in the City of London,“ City of London Corporation, London, 2019.
- [5] Copernicus Land Monitoring Service, „CORINE Land Cover,“ 2018. [Á neti]. Available: <https://land.copernicus.eu/pan-european/corine-land-cover>. [Skoðað 10 09 2020].
- [6] Veðurstofa Íslands, *Veðurstofa Íslands 2020: Gagnabanki Veðurstofu Íslands, afgreiðsla nr. 2020-12-18/H104*, 2020.
- [7] ESDU, *ESDU 84011. Wind speed profiles over terrain with roughness changes.*, 2012.
- [8] ESDU, *ESDU 82026. Strong winds in the atmospheric boundary layer. Part 1 : hourly-mean wind speeds*, 2002.
- [9] T. Jónsson, „Nöfn vindstiga og greining veðurhæðar,“ Veðurstofa Íslands, 21 11 2007. [Á neti]. Available: <https://www.vedur.is/vedur/frodleikur/greinar/nr/1098>. [Skoðað 7 1 2021].

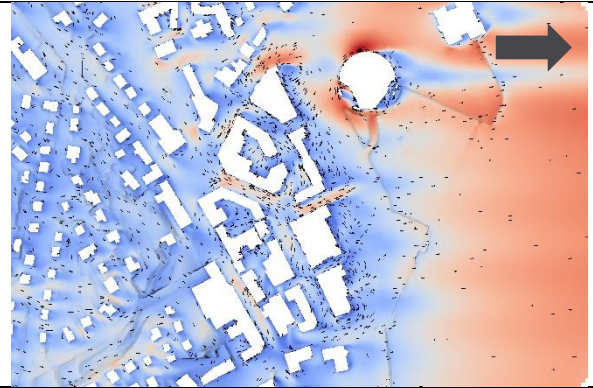
7 VIÐAUKI 1 – HERMUN Á VINDI FYRIR DEILISKIPULAG



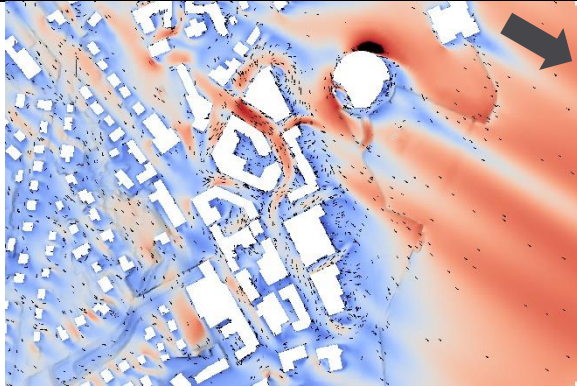
240°



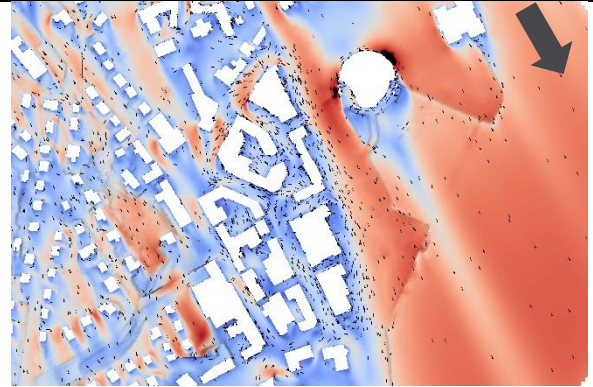
270



300°



330°



8 VIÐAUKI 2 – WEIBULL STUÐLAR HLIÐRAÐRA VEÐURGAGNA

Tafla 12. Weibull stuðlar hliðraðra veðurgagna fyrir árið.

Vindátt	Tíðni	Shape-stuðull	Scale-stuðull
0°	0.160	2.08	4.45
30°	0.033	1.41	3.75
60°	0.024	1.22	4.96
90°	0.030	1.37	4.44
120°	0.055	1.59	5.26
150°	0.176	1.79	6.80
180°	0.138	1.51	4.21
210°	0.073	1.44	3.20
240°	0.044	1.18	3.09
270°	0.053	1.31	2.59
300°	0.071	1.86	2.41
330°	0.142	1.71	4.58

VI_ak_3471_10min_2005_2020_unnid_allyear_windspeed_weib_min.csv

Tafla 13. Weibull stuðlar hliðraðra veðurgagna fyrir sumar.

Vindátt	Tíðni	Shape-stuðull	Scale-stuðull
0°	0.296	2.21	4.13
30°	0.037	1.45	2.59
60°	0.024	1.39	3.00
90°	0.028	1.38	3.57
120°	0.046	1.65	4.70
150°	0.104	1.88	6.12
180°	0.059	1.53	3.58
210°	0.035	1.57	2.43
240°	0.025	1.44	2.17
270°	0.036	1.53	2.14
300°	0.088	2.38	2.34
330°	0.221	2.31	3.68

VI_ak_3471_10min_2005_2020_unnid_summer_windspeed_weib_min.csv

Tafla 14. Weibull stuðlar hliðraðra veðurgagna fyrir vetur.

Vindátt	Tíðni	Shape-stuðull	Scale-stuðull
0°	0.068	2.10	5.21
30°	0.028	1.75	5.40
60°	0.021	1.35	7.27
90°	0.026	1.32	5.76
120°	0.058	1.53	6.08
150°	0.222	1.75	7.13
180°	0.205	1.52	4.32
210°	0.102	1.46	3.35
240°	0.055	1.17	3.39
270°	0.064	1.27	2.81
300°	0.058	1.65	2.60
330°	0.091	1.69	5.73

VI_ak_3471_10min_2005_2020_unnid_winter_windspeed_weib_min.csv