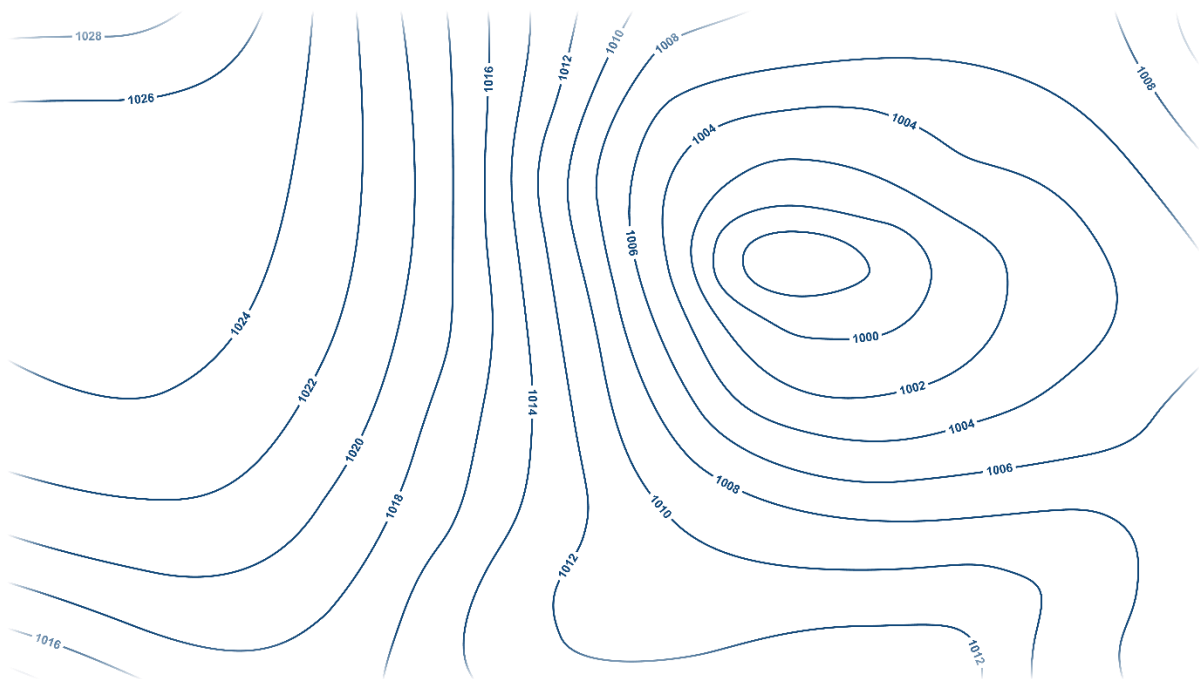


# Veðurmælingar í Hvassahrauni 2021–2022

Guðrún Nína Petersen



Skýrsla

VÍ 2023-005



# Veðurmælingar í Hvassahrauni 2021–2022

Guðrún Nína Petersen



**LYKILSÍÐA**

<b>Skýrsla nr.</b> 2023-005	<b>Dags.</b> Desember 2023	<b>ISSN</b> 1670-8261	<b>Dreifing:</b> Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/>
			<b>Skilmálar:</b>
<b>Heiti skýrslu:</b> Veðurmælingar í Hvassahrauni 2021–2022			<b>Upplag:</b> <b>Fjöldi síðna:</b> 96
			<b>Framkvæmdastjóri sviðs:</b> Matthew James Roberts
<b>Höfundar:</b> Guðrún Nína Petersen			<b>Verkefnisstjóri:</b> Guðrún Nína Petersen
			<b>Verknúmer:</b> 3115-1-HVAS
<b>Gerð skýrslu/verkstig:</b> Lokaskýrsla			<b>Málsnúmer:</b> 2019-0191
<b>Unnið fyrir:</b> Innviðaráðuneytið			
<b>Samvinnuaðilar:</b>			
<b>Útdráttur:</b> <p>Veður í Hvassahrauni á árunum 2021–2022 er skoðað og sett í samhengi við lengra tímabil. Mælingar voru gerðar á tveimur veðurstöðvum, á hefðbundinni veðurstöð, hvass, og á hvasr, þar sem auk hefðbundinna veðurmælinga voru gerðar hita- og vindmælingar í 30 m mastri. Vindafar þessara tveggja ára virðist sambærilegt við lengra tímabil en hitafar var nokkuð frábrugðið, vegna óvenjuhlyrra og -kaldra mánuða. Meðalvindhraða var svipaður og á Reykjavíkurflugvelli en hvassviðri meiri. Skyggismælingar gáfu til kynna að tíðni lélegs skyggnis væri meira en á flugvöllunum og tíðni lágrar skýjahulu lægra en á Keflavíkurflugvelli. Sveipeyðingarákefð (EDR) var að jafnaði mest í SAáttum. Fyrir eingöngu hliðarvind á eina flugbraut fengust hæstu nothæfistuðlarnir fyrir réttvísandi S/N flugbraut fyrir lægri hliðarvindsviðmiðin en SA/NV fyrir 20 kt hliðarvind. Fyrir tvær flugbrautir voru hæstu gildi fyrir VSV/ANA og SA/NV flugbrautir. CAT 2 og CAT 1 viðmiðin höfðu lítil viðbótar-áhrif sem og hærri EDR viðmiðin. VFR- og lægsta EDRviðmiðið lækkuðu nothæfisstuðla umtalsvert. Samanburður við eldra tímabil gefur til kynna að nothæfisstuðlar fyrir 2021–2022 séu heldur hærri en ef þeir væru byggðir á lengra tímabili. Samanburður á hvasr, tvær flugbrautir, rflug og kefla gefur til kynna að flughamlandi veður hafi sambærilega tíðni á hvasr og á rflug.</p>			
<b>Lykilorð:</b> Veðurmælingar, vindafar, EDR, nothæfisstuðlar, Hvassahraun, hvasr, hvass, flugvellir		<b>Undirskrift framkvæmdastjóra sviðs:</b> 	
		<b>Undirskrift verkefnisstjóra:</b> 	
		<b>Yfirfarið af:</b> þA	



# Efnisyfirlit

<b>1 Inngangur</b> .....	9
<b>2 Veðurgögn</b> .....	10
2.1 Hvassahraun á Hólsbrunahæð (hvass): stöð 1370 .....	10
2.2 Hvassahraun - Rjúpnadalshraun (hvasr): stöð 7370.....	10
2.3 Samanburðargögn .....	13
<b>3 Aðferðir</b> .....	16
3.1 Mat á veðurfari tímabils .....	16
3.2 Úrvinnsla hefðbundinna veðurgagna .....	16
3.3 Sveipeyðingarákefð (EDR) .....	16
3.4 Flughamlandi veður.....	18
<b>4 Úrvinnsla</b> .....	20
4.1 Veðurfar á tímabilinu miðað við lengra tímabil .....	20
4.2 Loftþrýstingur .....	25
4.3 Lofthiti .....	25
4.4 Frost .....	26
4.5 Hiti við jörðu og í malbiki.....	27
4.6 Loftraki .....	29
4.7 Úrkoma .....	29
4.8 Vindur .....	31
4.9 Skyggni .....	35
4.10 Skýjahæð .....	38
4.11 Samanburður á mælingum á hvasr í mismunandi hæðum .....	41
Hiti .....	41
Raki .....	44
Vindur .....	45
4.12 Sveipeyðingarákefð (EDR) .....	49
Sveipeyðingarákefð fyrir nokkra veðuratburði .....	53
4.13 Flughamlandi veður - nothæfisstuðlar .....	60
<b>5 Samantekt</b> .....	64
<b>6 Heimildir</b> .....	67
<b>I Vindrósir</b> .....	69
<b>II Rannsóknflug: vindur, EDR og ókyrrðarstyrkur</b> .....	70
<b>III Nothæfisstuðlar byggðir á gögnum frá hvasr</b> .....	90
<b>IV Nothæfisstuðlar byggðir á gögnum frá hvass</b> .....	95
<b>V Nothæfisstuðlar byggðir á gögnum frá rflug og kefla</b> .....	98

# Myndaskrá

1	Yfirlitskort.....	10
2	hvasr: Ljósmynd.....	11
3	hvasr: Ljósmynd eldri stöð.....	12
4	hvasr: Ljósmyndir.....	13
5	rflug: Árstíðasveifla hita.....	20
6	rflug: Hitaspönn sólarhrings.....	21
7	rflug: Árstíðasveifla vindhraða.....	22
8	rflug: Vindrósir.....	23
9	rflug: Tíðni vindhraða.....	24
10	Loftþrýstingur: Mánaðargildi.....	25
11	Hiti: Árstíðasveifla.....	27
12	Frost: Tíðni.....	28
13	Hiti við jörðu og í malbiki.....	28
14	hvasr: Vefmyndir 12. febrúar 2022.....	29
15	hvasr: Árstíðasveifla hita nálægt og í jörðu.....	30
16	Úrkoma: Árstíðasveifla.....	30
17	Vindhraði: Árstíðasveifla.....	32
18	Vindhraði: Tíðni.....	32
19	Vindátt: Tíðni.....	34
20	Vindhraði sem fall af vindátt.....	34
21	Skyggni: Uppsöfnuð tíðni.....	35
22	rflug: Uppsöfnuð tíðni skyggnis.....	36
23	hvasr: Uppsöfnuð tíðni skyggnis.....	37
24	Skýjahæð: Uppsöfnuð tíðni.....	38
25	rflug: Uppsöfnuð tíðni skýjahæðar.....	39
26	hvasr: Uppsöfnuð tíðni skýjahæðar.....	40
27	hvasr: Hiti í hæðum.....	41
28	hvasr: Árstíðasveifla hitamunar í 2 m og 30 m hæð.....	42
29	hvasr: Árstíðasveifla hita í hæðum.....	43
30	hvasr: Dægursveifla hita í hæðum í júní.....	43
31	hvasr: Árstíðasveifla raka í hæðum.....	44
32	hvasr: Vindhraðasamanburður milli mæla í 10 m hæð.....	45
33	hvasr: Vindhraði.....	46
34	hvasr: Árstíðasveifla vindhraða.....	47
35	hvasr: Vindrósir.....	48
36	hvasr: Ókyrrðarstyrkur.....	49
37	hvasr: EDR í öllum hæðum.....	50
38	hvasr: EDR og vindhraði í 30 m hæð.....	50
39	hvasr: Tíðni EDR.....	51
40	hvasr: EDR-rósir.....	52
41	15. apríl 2021: Veður.....	53
42	15. apríl 2021: Mælingar.....	54
43	25. maí 2021: Veður.....	55
44	25. maí 2021: Mælingar.....	56



45	14. nóvember 2021: Veður .....	56
46	11. nóvember 2021: Mælingar .....	57
47	9. október 2022: Veður .....	57
48	9. október 2022: Mælingar .....	58
49	13. nóvember 2022: Veður .....	59
50	13. nóvember 2022: Mælingar .....	59
51	hvasr: Mat á nothæfisstuðli, ein flugbraut .....	61
52	hvasr: Mat á nothæfisstuðli, tvær-þrjár flugbrautir .....	62
53	rflug og kefla: Mat á nothæfisstuðli .....	63
54	Allar stöðvar: Vindrósir í 10 m hæð .....	69
55	25. maí 2021: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	71
56	23. ágúst 2021: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	72
57	22. desember 2021: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	73
58	29. desember 2021: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	74
59	4. janúar 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	75
60	8. janúar 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	76
61	2. maí 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	77
62	15. maí 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	78
63	16. maí 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	79
64	17. maí 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	80
65	27. maí 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	81
66	7. júní 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	82
67	23. ágúst 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	83
68	6. nóvember 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	84
69	1. desember 2022: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	85
70	8. mars 2023: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	86
71	12. mars 2023: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	87
72	28. mars 2023: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	88
73	16. maí 2023: EDR, ókyrrðarstyrkur og vindhraði .....	89

## Töfluskrá

1	Veðurstöðvar .....	11
2	hvasr: veðurgögn .....	11
3	hvasr: Eldri veðurgögn .....	12
4	hvasr: Veðurgögn .....	14
5	rflug: Veðurgögn .....	15
6	kefla: Veðurgögn .....	15
7	Yfirlit yfir úrvinnslu .....	16
8	Flughamlandi veðurskilyrði .....	19
9	Lofthiti: Yfirlit .....	26
10	Lofthiti: Mánaðarmeðaltöl .....	26
11	Loftraki: Mánaðarmeðaltöl .....	31
12	Úrkoma: Mánaðarmeðaltöl .....	31
13	Vindhraði: Yfirlit .....	33
14	Vindhraði: Mánaðarmeðaltöl .....	33

15	Skyggni: Uppsöfnuð tíðni .....	36
16	Skýjahæð: Uppsöfnuð tíðni .....	39
17	EDR tíðni.....	51
18	Yfirlit yfir mæliflug .....	70
19	hvasr: Mat á nothæfisstuðli vegna hliðarvinds, ein flugbraut .....	90
20	hvasr: Mat á nothæfisstuðli, SSA/NNV-brautir .....	91
21	hvasr: Mat á nothæfisstuðli, VSV/ANA-brautir.....	92
22	hvasr: Mat á nothæfisstuðli, SA/NV-brautir.....	93
23	hvasr: Mat á nothæfisstuðli, tvær-þrjár flugbrautir.....	94
24	hvasr: Mat á nothæfisstuðli vegna hliðarvinds, ein flugbraut .....	96
25	hvasr: Mat á nothæfisstuðli, tvær flugbrautir .....	97
26	Mat á nothæfisstuðli: Samanburður .....	98

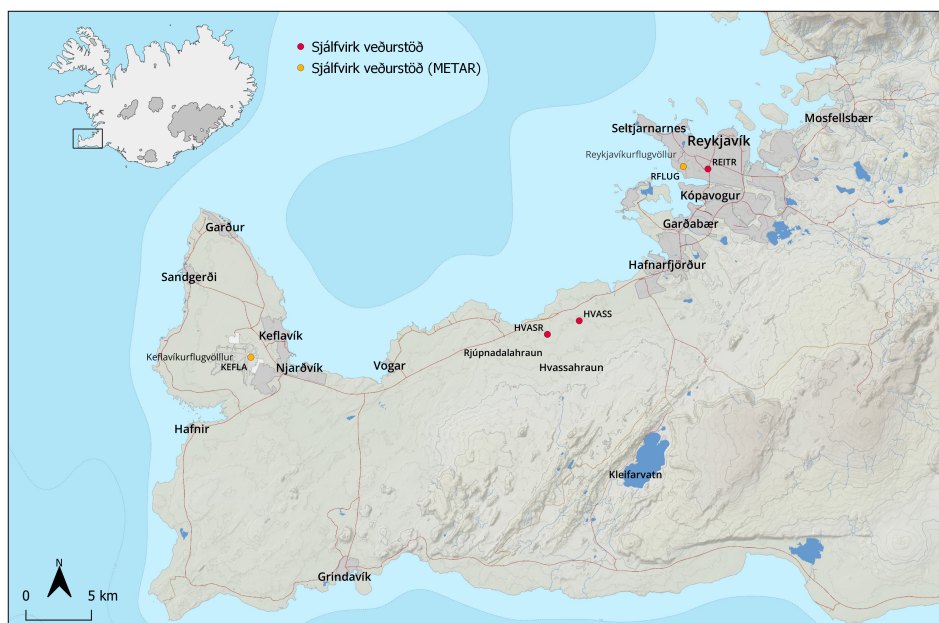
# 1 Inngangur

Í framhaldi af því að stýrishópur um flugvallakosti á Suðvesturhorni skilaði skýrslu sinni (Samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið, 2019) var samþykkt af ríki og Reykjavíkurborg að hrinda í framkvæmd nauðsynlegum rannsóknum í Hvassahrauni, þ.m.t. veðurrannsóknum, til að fullkanna kosti þess “að reisa og reka flugvöll þar sem myndi gegna hlutverki varaflugvallar, innanlandsflugvallar og flugvallar fyrir æfinga-, kennslu- og einkaflug” (Stjórnarráðið, 2019).

Haustið 2020 gekk Innviðaráðuneytið (þá Samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið) frá ramma-samningi við Veðurstofu Íslands (VÍ) um veðurmælingar og rannsóknir í Hvassahrauni og úrvinnslu gagna. VÍ tók að sér að reka tvær veðurstöðvar nálægt fyrirhuguðu flugvallarstæði og vinna úr gögnunum. Í fyrsta lagi er um að ræða hefðbundna veðurstöð með heitið Hvassahraun á Hólsbrunahæð, með stöðvarnúmeri 1370 í gagnagrunni VÍ og skammstöfunina *hvass*, og í öðru lagi veðurstöðina Hvassahraun - Rjúpnadalshraun, með stöðvarnúmer 7370 og skammstöfunina *hvasr*, þar sem reist var 30 m mastur og mælingar gerðar í 2, 10, 20 og 30 m hæð. Þar voru gerðar hitamælingar og hátíðnimælingar á þremur þáttum vinds, sem nýttar voru til að meta ókyrrð. Hér eftir verða þessar skammstafarnir *hvass* og *hvasr* notaðar til að aðgreina stöðvarnar. Rekin var stöð á sama stað og með sama stöðvarnúmeri og *hvass* á árunum 2001–2008. *hvass* var því ætlað að afla upplýsinga um veður og skapa forsendur til að tengja saman eldri mælingar á *hvass* og mælingar á nýju stöðinni *hvasr*. Einnig skyldi reikna fræðilega nothæfisstuðla fyrir fyrirhugaðan flugvöll á grundvelli nokkurra veðurþátta. Veðurmælingar hófust á *hvass* í lok ágúst 2020 og á *hvasr* í byrjun janúar 2021.

Þessi skýrsla inniheldur úrvinnslu á veðurmælingum gerðum á *hvass* og *hvasr* og samanburði þeirra við mælingar á Reykjavíkur- og Keflavíkurflugvelli. Einnig voru framkvæmdir útreikningar á ókyrrð byggðum á mælingum í 30 m mastri á *hvasr* og fræðilegir nothæfisstuðlar reiknaðir út frá fyrirliggjandi forsendum.

Að auki fóru á tímabilinu fram mælingar á ókyrrð með agnasjá (e. lidar), úrvinnsla þeirra gagna var í höndum Norconsult Norge AS (Hálfván Ágústsson, 2023), og flugmælingar á ókyrrð, en úrvinnsla þeirra var unnin af Gylfa Árnasyni, Þorgeiri Pálssyni og Sæmundi Þorsteinssyni (2024).



Mynd 1. Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu veðurstöðva þaðan sem gögn eru notuð í þessari skýrslu með rauðum (sjálfvirk veðurstöð) og gulum (sjálfvirk veðurstöð og flugvallaathuganir).

## 2 Veðurgögn

Veðurgögn nýtt í þessari vinnu eru frá þremur tímabilum. Í fyrsta lagi frá tímabili núverandi mælinga. Mælingar á hvass hófust árið 2020 en hér er miðað við almanaksárin 2021 og 2022, mælitímabilið á hvasr. Í öðru lagi frá tímabili eldri mælinga á veðurstöðinni hvass sem spanna átta ár, frá 20. júlí 2001 til 19. júlí 2009, báðar dagsetningar meðtaldar (Guðrún Nína Petersen, 2014a). Hér er miðað við almanaksárin 2002 til 2008, þ.e. sjö heil ár. Í þriðja lagi er gögn frá 20 ára tímabilinu 2001–2020 notuð til að leggja mat á veðurfar á núverandi mælitímabili. Veðurmælingar nýttar í þessari skýrslu eru frá veðurstöðvunum tveimur í Hvarssahrauni og til stuðnings eru mælingar frá Reykjavíkflugvelli (stöð 1477 og skammstöfun *rflug*) og Keflavíkflugvelli (stöð 1350 og skammstöfun *kefla*). Staðsetningar stöðvanna má sjá á korti á mynd 1 og í töfluformi í töflu 1.

### 2.1 Hvarssahraun á Hólsbrunahæð (hvass): stöð 1370

Veðurstöðin hvass var staðsett á sama stað og veðurstöð með sama nafni og númeri á árunum 2001–2009 (Guðrún Nína Petersen, 2014a; 2014b). Sú stöð, líkt og sú eldri, var hefðbundin sjálfvirk veðurstöð og mældi hita, raka, vind, loftþrýsting og úrkomu, sjá mynd 2 og töflu 2. Eldri stöðin mældi færri veðurþætti, þ.e. einungis hita, raka og vind, sjá mynd 3 og töflu 3.

### 2.2 Hvarssahraun - Rjúpnadalshraun (hvasr): stöð 7370

Veðurstöðin hvasr var um 2.6 km vestsuðvestur af hvass, í Rjúpnadalshrauni. Á staðnum var reist 30 m hátt stagað þríhyrnt grindarmastur og mælingar gerðar af hita, raka og vindi í 2, 10, 20 og 30 m hæð. Vindmælarnir voru Thies úthljóðsmælur (e. ultrasonic anemometer) sem mæla þrívíðan

Tafla 1. Yfirlit um þær veðurstöðvar þaðan sem gögn eru notuð í þessari skýrslu.

Veðurstöð	Skammstöfun	Stöðva-númer	Breidd (°N)	Lengd (°V)	Hæð yfir sjávarmáli (m)
Hvassahraun á Hólsbrunahól	hvass	1370	64.0197	22.0919	41
Hvassahraun - Rjúpnadalshraun	hvasr	7370	64.0093	22.1404	34
Reykjavíkur-flugvöllur	rflug	1477	64.1285	21.9407	12
Keflavíkur-flugvöllur	kefla	1350	63.9829	22.6005	47



Mynd 2. Hvassahraun á Hólsbrunahæð (hvass): Ljósmynd af veðurstöðinni. Vindmælingamastur, hita- og rakamælir í forgrunni og úrkomumælir í bakgrunni. Ljósmynd: Ágúst Þór Gunnlaugsson, 3. febrúar 2021.

Tafla 2. Veðurmælingar í Hvassahrauni (hvass), 2021–2022, veðurþættir, hæð yfir yfirborði, mælitæki og upphaf mælinga.

Veðurþáttur	Hæð	Mælitæki	Upphaf
Hiti	2 m	Lambrecht platínúmælir	2020-09-22
Raki	2 m	Campbell HygroVUE 10	2020-09-22
Vindur	10 m	Young 5106 vindmælir	2020-09-22
Loftþrýstingur	1.5 m	Vaisala PTB110	2021-02-05
Úrkoma	1.5 m	OTT Pluvio 2 400 vigtuð fata	2020-12-01



*Mynd 3. Hvassahraun á Hólsbrunahæð (hvass): Ljósmynd af eldri veðurstöð. Vindmastur, með hita- og rakamæli. Ljósmynd: Sigvaldi Árnason, 9. ágúst 2006.*

*Tafla 3. Veðurmælingar í Hvassahrauni (hvass) á fyrra tímabili, 2001–2009, veðurþættir, hæð yfir yfirborði, mælitæki og tímabil mælinga. Í þessari skýrslu eru notuð almanaksárin 2002–2008.*

Veðurþáttur	Hæð	Mælitæki	Tímabil mælinga
Hiti	2 m	Logan 4150 platínúmælir	2001-07-20 – 2009-07-19
Raki	2 m	Vaisala HMP35/HMP45A	2001-07-20 – 2009-07-19
Vindur	10 m	Young 5106 vindmælir	2001-07-20 – 2009-07-19



*Mynd 4. hvasr: Ljósmyndir af veðurstöðinni. Til vinstri: Yfirlitsmynd 29. desember 2020. Sjá má arma fyrir vindmæla, fyrir hljóðmæla til norðausturs (hægri) í 10, 20 og 30 m hæð og til suðvesturs (vinstri) fyrir skrúfuvindmæli. Til hægri: Mælar nálægt yfirborði 27. janúar 2021. Hljóðmælir og hita- og rakamælir í 2 m hæð, skyggismælir og skýjahæðamælir í bakgrunni. Myndir: Ágúst Þór Gunnlaugsson.*

vind, þ.e. tvo lárétta vindþætti sem og lóðréttan vindþátt. Mælarnir voru staðsettir norðaustan við mastrið (50°) á 105 cm armi. Mælingar voru skráðar með 10 Hz tíðni og reiknaður sjálfvirk 2 og 10 mínútna meðalvindhraði, en Alþjóðaveðurfræðistofnunin skilgreinir almennt vindhraða sem 10 mínútna meðalvindhraða. Að auki var einnig hefðbundinn Young skrúfuvindmælir í 10 m hæð, gagnstæður Thies mælinum í sömu hæð, þ.e. suðvestan við mastrið (230°) á um 100 cm armi. Mælingar úr honum auk raka- og hitamælinga voru skráðar á 10 mínútna fresti, vindur sem meðalvindhraði síðustu 10 mínútna og hiti og raki sem meðaltal síðustu 1 mínútu.

Mælingar hófust á hvasr í byrjun janúar 2021, fyrsti heili dagur mælinga var 5. janúar, en þá hófust vind-, hita- og rakamælingar í mastri og jarðvegshitamælingar á 10 cm dýpi í malbiki, lagt til að líkja eftir aðstæðum á flugbraut. Fljótlega bættust við hitamælingar í 10 cm hæð yfir jörðu, skyggis- og skýjahæðamælingar. Auk þess voru settar upp tvær vefmyndavélar, þar sem annarri var beint til austurs í átt að Bláfjöllum en hinni niður að yfirborði. Í apríl 2021 bætti VÍ við vefmyndavél vegna jarðhræringa á Reykjanesi sem beint var til suðurs. Á mynd 4 má sjá ljósmyndir af stöðinni og yfirlit yfir veðurmælingar í töflu 4. Gagnaheimtur voru ágætar, bestar fyrir vindmælingar með Young vindmæli í 10 m hæð og hita- og rakamælingar í 10 m hæð (99.7%) en sístar fyrir hita- og rakamælingar í 2 m hæð (94%), vegna bilunar í mæli í lok janúar 2022. Í framhaldi biluðu hita- og rakamælar í 20 og 30 m hæð. Skipt var um hita- og rakamæla í 2, 20 og 30 m hæð 22. mars 2022. Einnig var hita- og rakamæli í 2 m hæð skipt út 26. janúar 2022, þar sem mælirinn var tærður.

### 2.3 Samanburðargögn

Samanburðargögn eru frá nokkrum veðurstöðvum. Í fyrsta lagi eru veðurgögn frá veðurstöðinni á Reykjavíkflugvelli, rflug, notuð til að leggja mat á hvort að veðurfar á tímabili mælinga í Hvasshrauni, 2021–2022, teljist venjulegt eða óvenjulegt miðað við veðurfar til lengri tíma. Samanburðartímabilið spannar 20 ár, 2001–2020. Í öðru lagi eru notuð gögn frá rflug og kefla til samanburðar við Hvasshraun til að greina hve líkt eða ólíkt veðurfar er á þessum stöðum. Upp-

Tafla 4. Veðurmælingar í Hvassahrauni - Rjúpnadalshrauni (hvasr) 2021–2022, veður-  
þættir, hæð yfir yfirborði, mælitæki, upphaf mælinga og athugasemdir.

Veðurþáttur	Hæð	Mælitæki	Upphaf	Athugasemdir
Hiti	2,10,20,30 m	Campbell HygroVUE 10	2021-01-05	
Raki	2,10,20,30 m	Campbell HygroVUE 10	2021-01-05	
Vindur	2,10,20,30 m	Thies 3D hljóðmælir	2021-01-05	
Vindur	10 m	Young 5106 vindmælir	2021-01-05	
Hiti við jörð	10 cm	Lambrech pt100 platínumælir	2021-02-04	
Jarðvegshiti	10 cm dýpi	Campbell 109 thermistor	2021-01-05	Í malbiki
Skyggni	–	Vaisala FD70	2021-01-28	
Skýjahæð	–	Vaisala CL51	2021-01-22	
Útsýn	–	Sony IMX219 Vefmyndavél	2021-01-18	Horfir í austur
Yfirborð	–	Sony IMX219 Vefmyndavél	2021-01-18	Horfir niður
Útsýn	–	Sony IMX219 Vefmyndavél	2021-03-04	Horfir í suður Sett upp v/jarðhræringa

lýsingar um samanburðarveðurgögn notuð í skýrslunni er að finna í töflum 5 og 6. Fyrir rflug eru í viðbót við mælingar á stöðinni notaðar úrkomu- og loftþrýstingsmælingar frá sjálfvirku stöðinni Reykjavík, stöð 1475 skammstöfun *reitr*, þ.e. úr veðurmælireit Veðurstofu Íslands við Bústaðaveg. Fjarlægðin á milli stöðvanna er 1.9 km og hæðarmunur 40 m. Gera má ráð fyrir að mælingar á loftþrýstingi gefi góða mynd af loftþrýstingi á rflug. Hvað varðar úrkomu eru alltaf staðbundin áhrif á mælingar, einkum tímasetningar. Hér er notast við mánaðargildi úrkomu og einungis kannað hvort að árstíðasveifla úrkomumælinga á hvasr sé áreiðanleg. Athugið að skyggni og skýjahæð voru mæld á kefla en þau gögn voru ekki skráð í gagnagrunn VÍ. Einnig skilaði skýjahæðamælirinn við rflug hvorki skýjahulu í nokkrum hæðum né hæð þeirra líkt og mælirinn á hvasr gerði. Því eru skýjahæða- og skyggnisathuganir sóttar úr mönnum flugvallaathugunum, METAR (e. Meteorological Terminal Air Report) og notaðar til samanburðar við mælingar í Hvassahrauni, líkt og gert var í skýrslu um Hólmsheiði (Guðrún Nína Petersen, 2012). METAR athuganir byggja á mælingum úr skyggnis- og skýjahæðamælum, þ.e. athugunarmaður nýtir þau gögn í mati sínu á skyggni, skýjahulu og hæð hennar.



Tafla 5. Veðurmælingar á Reykjavíkurlflugvelli (rflug), veðurþættir, hæð yfir yfirborði, mælitæki og athugasemdir.

Veðurstiki	Hæð	Mælitæki	Athugasemdir
Hiti	2 m	Lambrecht platínúmælir	
Raki	2 m	HMP45A rakamælir	
Vindur	10 m	Young 5106 vindmælir	
Loftþrýstingur	1.5 m	Vaisala PTB2020	Frá stöðinni Reykjavík
Úrkoma	1.5 m	Geonor vigtuð fata	Frá stöðinni Reykjavík, mánaðargildi
Skýjahæð	–	–	METAR athuganir
Skyggni	–	–	METAR athuganir

Tafla 6. Veðurmælingar á Keflavíkurlflugvelli (kefla), veðurþættir, mælitæki og athugasemdir.

Veðurstiki	Hæð	Mælitæki	Athugasemdir
Hiti	2 m	Logan 4150 platínúmælir	
Raki	2 m	HMP45A rakamælir	
Vindur	10 m	Young 5106 vindmælir	
Loftþrýstingur	1.5 m	Vaisala PTB220	
Úrkoma	1.5 m	–	Mánaðar mælingar, mánaðargildi
Skýjahæð	–	–	METAR athuganir
Skyggni	–	–	METAR athuganir

## 3 Aðferðir

### 3.1 Mat á veðurfari tímabils

Við mat á veðurfari tímabilsins og hvort það sé lýsandi fyrir svæðið eru nýtt gögn frá veðurstöðinni rflug. Hiti og vindur, bæði vindhraði og vindátt, á tímabilinu eru bornir saman við meðaltal 20 ára tímabilsins 2001–2020. Hvað varðar hita er horft til árstíða- og dægursveiflu auk spennar sólarhringsins. Fyrir vind er horft til tíðnidreifingar vindhraða og tíðni vindátta.

### 3.2 Úrvinnsla hefðbundinna veðurgagna

Úrvinnsla hefðbundinna veðurgagna, s.s. mælinga á hita, vindi og raka er svipuð og í fyrri skýrslum um málefni hugsanlegra nýrra flugvalla, s.s í skýrslum Guðrúnar Nínu Petersen (2012; 2014a). Reiknuð eru ýmis meðaltöl og borin saman við niðurstöður frá öðrum veðurstöðvum sem og eldra tímabili. Tafla 7 sýnir yfirlit yfir almenna úrvinnsluþætti.

### 3.3 Sveiþeyðingarakefð (EDR)

Algengur stiki við að meta ókyrrð/kvikviku í veðurfræði er ókyrðarstyrkur (e. turbulence intensity, TI). Hann er skilgreindur sem hlutfall staðalfráviks vindhraða af meðalvindhraða, yfir skilgreinda tímalengd, t.d. 10 mínútur. Á síðustu árum hefur annar stiki sýnt sig að reynast vel þegar um er að ræða ókyrrð og áhrif hennar á flugvélar. Sá stiki er sveiþeyðingarakefð (e. eddy dissipation rate), hér eftir EDR, notaður í flugi til að meta ókyrrð í lofti (e. turbulence). Einn af kostum þess að reikna EDR, frekar en t.d. ókyrrðarstyrk, er að EDR reiknað úr frá flugmælingum er óháð flugvélargerð (Gultepe o.fl., 2019) og þess hefur verið farið fram á við Alþjóða

*Tafla 7. Yfirlit yfir þá úrvinnslu veðurmælinga sem kynntar eru í þessari skýrslu, fyrir hvaða veðurstöðvar, tímabil og aðrar upplýsingar.*

Veðurstiki	Stöðvar	Tímabil	Aðrar upplýsingar
Lofthiti 2 m	hvas, rflug og kefla	2021–2022	
Loftraki 2 m	Allar stöðvar	2021–2022	
Vindur 10 m	hvas, rflug og kefla	2002–2008	
Úrkoma	Allar stöðvar	2021–2022	
Skyggni	Allar stöðvar	2021–2022	
Skýjahæð	hvas, rflug og kefla	2002–2008	
Lofthiti	hvasr, rflug og kefla	2021–2022	Mánaðargildi
Loftraki	hvasr, rflug og kefla	2021–2022	Samanburður við METAR
Vindur	hvasr, rflug og kefla	2021–2022	Samanburður við METAR
EDR	hvasr	2021–2022	Í 2, 10, 20 og 30 m hæð
Flughamlandi hliðarvindur	hvasr	2021–2022	Í 2, 10, 20 og 30 m hæð
	hvasr	2021–2022	Í 10, 20 og 30 m hæð, Thies mælar
	hvasr	2021–2022	Í 10, 20 og 30 m hæð, Thies mælar
	hvasr	2021–2022	Í 10 m hæð, Young mælar

flugmálastofununina (International Civil Aviation Organization, ICAO) að EDR verði tekið upp sem alþjóðlegur staðall fyrir ókyrrðarmælingar frá flugvélum.

Lofthjúpurinn samanstendur af iðum, allt frá bylgjum af hnattrænum kvarða niður í ókyrrð/kviku. Í lofthjúpunum er sífelld færsla á orku frá stærri iðum yfir í minni iður og að lokum í hitaorku. Kvikufræðingur (e. turbulence kinetic energy, TKE) er einn mikilvægasti stikinn í nærviðrisfræði (e. micrometeorology), veðurfræði á mjög litlum kvarða bæði í tíma og rúmi, þar sem hann er mælikvarði á kvikuákefð og beintengdur flæði af skriðþunga, varma og raka. TKE,  $\bar{e}$ , má rita sem

$$\bar{e} = \frac{1}{2}(\overline{u'^2} + \overline{v'^2} + \overline{w'^2}) \quad (1)$$

þar sem  $u'$ ,  $v'$  og  $w'$  eru frávik í vindþáttum frá meðalvindþætti, yfir skilgreint tímabil. Ef gert er ráð fyrir að TKE sé einsleitt og niðurstreymi lítið þá má rita breytingar í TKE í tíma í hnitakerfi samsíða meðalvindhraða:

$$\frac{\delta \bar{e}}{\delta t} = \frac{g}{\Theta'_v} (\overline{w' \Theta'_v}) + \overline{u' w'} \frac{\delta \bar{U}}{\delta z} - \frac{\delta (\overline{w' e})}{\delta z} - \frac{1}{\rho} \frac{\delta (\overline{w' p'})}{\delta z} - \epsilon \quad (2)$$

þar sem fyrsti liðurinn hægra megin sýnir framleiðslu/tap á TKE vegna flots, annar liðurinn framleiðslu vegna vindskurðar, þriðji flutning á TKE með sveipum/iðum, fjórði dreifingu á TKE vegna þrýstibreytinga og sá síðasti,  $\epsilon$ , eyðingu á TKE, þ.e. flutning orku frá hreyfiorku yfir í varmaorku með minnstu iðunum (Stull, 1994). ICAO hefur gefið út að hvað viðkemur flugi eigi að nota þriðju rótina af  $\epsilon$ , og kallast það sveipeyðingarákefð (EDR). Ástæðan er sú að  $\epsilon^{1/3}$  er tengt ferningsmeðaltalinu (e. root mean square, RMS) af lóðréttri hröðun loftfara og þunga þeirra (Sharman og Lane, 2016).

Framleiðsla TKE er á kvarða stærri sveipa en eyðing á kvarða lítilla. Þetta þýðir að flutningur á orku á miðju orkurófinu, með meðalstórum sveipum, er jafnmikill og eyðing TKE frá litlum sveipum. Miðstærðar sveipar fá sína orku frá stærri sveipum og tapa henni á sama hátt til minni sveipa. Í þessum hluta orkurófsins, á tregðusviðinu (e. inertial subrange), er því tilfærsla á orku frá stærri sveipum til minni án nokkurs orkutaps. Fyrir sístöðu (e. steady state) kvikuflæði verður ákefð orkufossins (e. energy cascade) niður orkurófið að vera lík eyðingarákefðinni fyrir minnstu sveipana ( $\epsilon$ ).

Hér er fylgt aðferð lýst í Chamecki og Dias (2004) og notuð m.a. í Stiperski o.fl. (2019). Aðferðin nýtir annarrar gráðu gerðarfall (e. second order structure function) til að reikna  $\epsilon$ . Þessi aðferð gefur stöðugri niðurstöður en að reikna  $\epsilon$  beint frá orkurófinu og lokar betur kvikufræðingur-orkubúskapnum (Ivana Stiperski, samtal). Aðferðinni má lýsa í stuttu máli á eftirfarandi hátt:

- Útreikningar eru gerðir fyrir skilgreind tímabil, t.d. 1, 2, 10 eða 30 mínútur
- Þrívíðum vindmælingum ( $u, v, w$ ) er snúið upp í meðalvindhraða á tímabilinu, þ.e. hnitakerfi er hnikað yfir í vindátt meðalvindhraða
- Annarrar gráðu gerðarfall af  $u$ -þætti vindsins er reiknað
- Ef kvikan er jafnátt (e. isotropic) ættu útreikningar að gefa sömu niðurstöðu óháð þætti en ef hún er ekki jafnátt er hún að jafnaði mest í meðalvindátt í jaðarlaginu

- Ef vantar mikið af gögnum, yfir 50% innan skilgreinds tímabils, eru útreikningar óáreiðanlegir og þeim því sleppt
- Tregðusviðið er fundið út frá halla gerðarfallsins á log-kvarða
- Kolmogorov-jafnan  $F(k) = \alpha \varepsilon^{2/3} k^{-5/3}$  er leyst fyrir  $\varepsilon$
- Reiknað er meðal og hámarks  $\varepsilon$

Allir útreikningar eru sýndir fyrir EDR, þ.e.  $\varepsilon^{1/3}$ .

### 3.4 Flughamlandi veður

Flughamlandi veður á Íslandi er einkum hliðarvindur, þ.e. vindþáttur þvert á flugbraut, en aðrir þættir sem geta skipt máli eru t.d. meðvindur, skyggni, skýjahæð, kvika og brautarskilyrði, einkum háлка. Nothæfisstuðull er stiki sem gjarnan er nýttur við hönnun flugvalla, m.a. fjölda og stefnu flugbrauta. Hann gefur upp hve mikið sett veðurskilyrði skerða notkun á fyrirhuguðum flugvelli. Þannig gefur nothæfisstuðull upp á 95% til kynna að sett skilyrði skerði notkun hans í 5% tilvika. Nothæfistuðullinn er fræðilegur, þ.e. hann byggir á ákveðnum forsendum og tekur ekki tillit til annarra þátta sem hafa áhrif á notkun flugvalla. Í skilgreiningum ICAO á nothæfisstuðli er hann skilgreindur sem það hlutfall tíma sem að hliðarvindur takmarkar ekki notkun flugbrauta/flugvallar (ICAO, 2018). Í viðauka er þó bætt við að fleiri þættir hafi flughamlandi áhrif, s.s. tíðni lágrar skýjahulu og lélegs skyggnis og kvika.

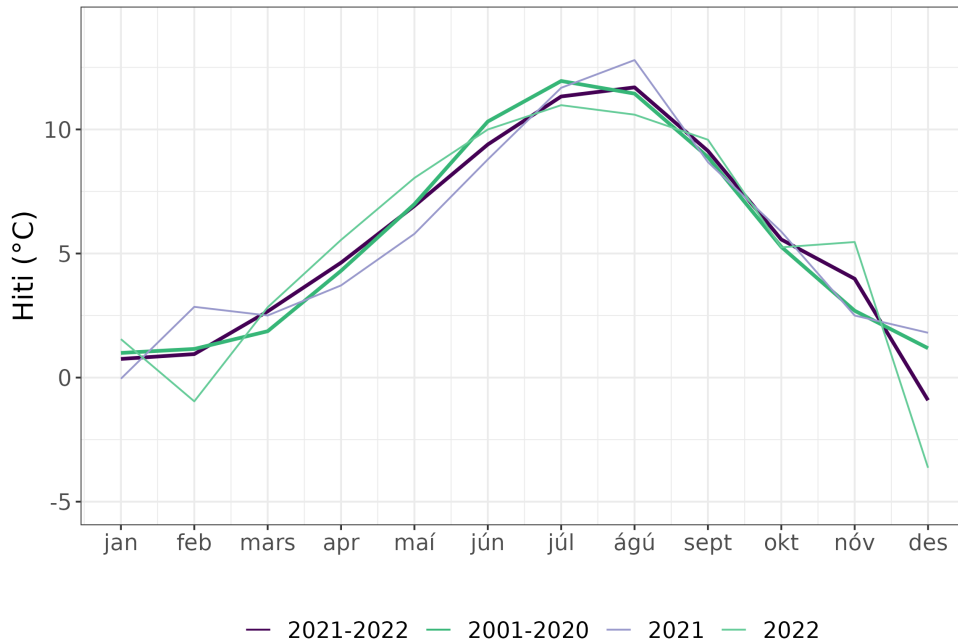
Innviðaráðuneytið setti skilyrði fyrir útreikningum nothæfisstuðla fyrir hugsanlegan flugvöll í Hvassahrauni:

- Fræðilegar flugbrautir voru skilgreindar sem réttvísandi flugbrautir
  - SSA/NNV: 350/170, 000/180, 010/190 & 020/200
  - VSV/ANA: 040/220, 050/230, 060/240 & 070/250
  - SA/NV: 130/130, 140/320, 150/330 & 160/340
- Samsettar tvær og þrjár flugbrautir voru
  - SSA/NNV & SA/NV: 010/190 & 140/320
  - VSV/ANA & SA/NV: 060/240 & 140/320
  - SSA/NNV, VSV/ANA & SA/NV: 010/190, 060/240 & 140/320
- Ekki voru sett viðmið um noktun flugvallar, hvað varðar t.d. tíma dags
- Hliðarvindsviðmið voru sett fyrir vindhraða í 10 m hæð, Young mæli, og voru 10, 13 og 20 kt, sem samsvarar 5.1, 6.7 og 10.3 m/s
- Skýjahæðar- og skyggnistakmarkanir voru þrjár: í fyrsta lagi blindflugskröfur flokkur 1 og 2 (CAT 1 og CAT 2) og í öðru lagi sjónflugskröfur (VFR)
- EDR-takmörk voru sett fyrir vind í 30 m hæð þegar vindhraði var yfir  $5 \text{ m s}^{-1}$ : 0.4, 0.5 og  $0.6 \text{ m}^{2/3} \text{ s}^{-1}$

Tafla 8. Skilyrði sett fyrir útreikninga á nothæfisstuðlum fyrir hvasr. Flugbrautir eru réttvísandi og í gráðum.

Stiki	Skilyrði
Ein flugbraut:	
SSA/NNV	350/170, 000/180, 010/190 & 020/200
VSV/ANA	040/220, 050/230, 060/240 & 070/250
SA/NV	130/130, 140/320, 150/330 & 160/340
Tvær flugbrautir:	
SSA/NNV & SA/NV	010/190 & 140/320
VSV/ANA & SA/NV	060/240 & 140/320
Þrjár flugbrautir:	
SSA/NNV, VSV/ANA & SA/NV	010/190, 060/240 & 140/320
Hliðarvindur	Undir 10, 13 og 20 kt í 10 m hæð
CAT 2	Skyggni > 500 m og skýjahæð > 100 ft
CAT 1	Skyggni > 800 m og skýjahæð > 200 ft
VFR	Skyggni > 5000 m og skýjahæð > 1000 ft
EDR	Undir 0.4, 0.5 og 0.6 m <sup>2/3</sup> s <sup>-1</sup> í 30 m hæð

Takmarkanirnar eru einnig útlistaðar í töflu 8. Við útreikninga á nothæfisstuðlum er byggt á klukkustundagildum fyrir allan sólarhringinn.



Mynd 5. rflug: Árstíðasveifla hita ( $^{\circ}\text{C}$ ) fyrir tveggja ára tímabilið 2021–2022, og 20 ára tímabilið 2001–2020. Einnig er sýnd árstíðasveifla árána 2021 og 2022.

## 4 Úrvinnsla

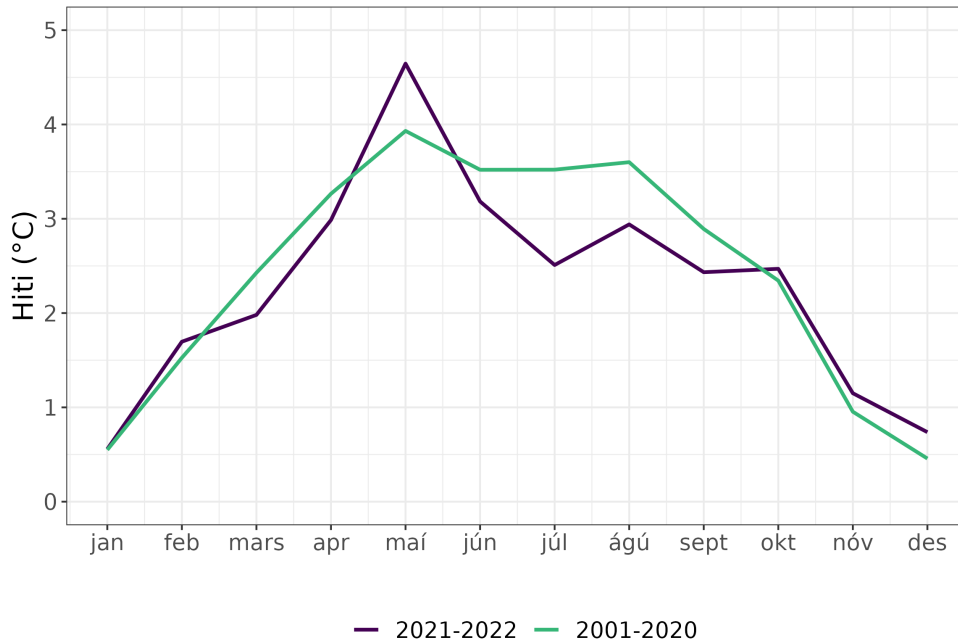
### 4.1 Veðurfar á tímabilinu miðað við lengra tímabil

Til að kanna hve venjulegt eða óvenjulegt tímabilið 2021–2022 var er veðurfar á rflug á tímabilinu borið saman við veðurfar á 20 ára tímabilinu 2001–2020. Sjálfvirkar mælingar á rflug hófust í mars 2001 en ekki er álitnið að það hafi mikil áhrif á meðaltal tímabilsins að það vanti rúma tvo mánuði í upphafi þess.

Mynd 5 sýnir samanburð á árstíðasveiflu hita tveggja ára mælitímabilsins og 20 ára tímabils á rflug. Að auki er sýnd árstíðasveifla hvors árs fyrir sig. Á vor- og haustmánuðum var meðalhitinn svipaður og fyrir lengra tímabil en nokkur munur var á sumri og vetri. Einkum er það desembermánuður sem var mun kaldari en að meðaltali en ástæða þess var óvenjulega kaldur desember 2022. Þá mældist hiti í Reykjavík  $4.7^{\circ}\text{C}$  undir meðaltali árána 1991–2020, en þetta var kaldasti desembermánuður í Reykjavík í rúm 100 ár (Veðurstofa Íslands, 2023). Nóvember 2022 var aftur á móti mjög hlýr. Marsmánuðirnir beggja ára teljast hlýjir en apríl og maí voru kaldir árið 2021 en hlýjir 2022. Júní 2021 var kaldur í Reykjavík, kaldasti júnímánuður á þessari öld (Veðurstofa Íslands, 2021a).

Meðalhitaspönn sólarhringsins gefur til kynna hvort hitabreytingar innan sólarhringsins séu fjarri því sem við að er búast veðurfarslega. Hún var á rflug nálægt meðaltali að vetri en nokkur munur var í maí–ágúst. Ástæður má rekja til mjög lítillar skýjahulu í maímánuði 2021 og að jafnaði þungbúnnum sumarmánuðum júní–ágúst bæði árin, sjá mynd 6.

Á mynd 7 má sjá samanburð á árstíðasveiflu vindhraða á rflug. Vindhraði var meiri í janúarmánuði á tímabilinu en að jafnaði, vegna tíðra hvassviðra (Veðurstofa Íslands, 2022a). Bæði árin,

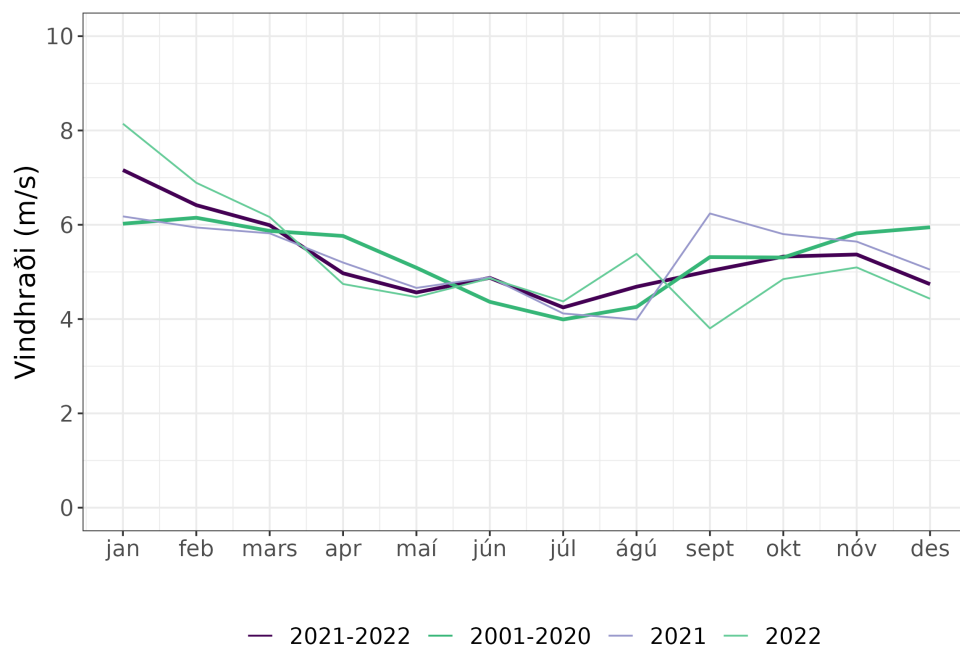


Mynd 6. rflug: Árstíðasveifla hitaspannar sólarhrings ( $^{\circ}\text{C}$ ) fyrir tveggja ára tímabilið 2021–2022, og 20 ára tímabilið 2001–2020. Einnig er sýnd árstíðasveifla árána 2021 og 2022.

2021 og 2022, var apríl hægviðrasamur. September 2021 var illviðrasamur á landsvísu en aftur á móti var september 2022 hægviðrasamur (Veðurstofa Íslands, 2021b; 2022b). Nóvember og desember voru báðir hægviðrasamir, einkum árið 2022.

Mynd 8 sýnir vindrósir, þ.e. tíðni vindáttá, á rflug fyrir vindhraða á bilinu  $8\text{--}12\text{ m s}^{-1}$ ,  $12\text{--}16\text{ m s}^{-1}$  og yfir  $16\text{ m s}^{-1}$ , fyrir bæði tímabilin. Vindrósir fyrir vindhraðabilin hafa svipað útlit. Fyrir vindhraða á bilinu  $8\text{--}16\text{ m s}^{-1}$  var norðlæg átt ríkjandi og svo austlæg eða suðaustlæg átt. Fyrir hvassviðri með vindhraða yfir  $16\text{ m s}^{-1}$  var suðaustlæg átt ríkjandi vindátt. Mesti vindraði á styttra tímabilinu mældist  $27.9\text{ m s}^{-1}$  en  $31.7\text{ m s}^{-1}$  á því lengra.

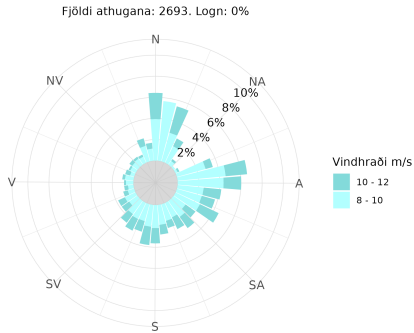
Þegar litið er til tíðni vindhraða má sjá að á tímabilinu 2021–2022 mældist vindhraði heldur oftar á bilinu  $3\text{--}7\text{ m s}^{-1}$  og heldur sjaldnar á bilinu  $7\text{--}10\text{ m s}^{-1}$  en að meðaltali, en tíðni vindhraða yfir  $10\text{ m s}^{-1}$  var sambærileg.



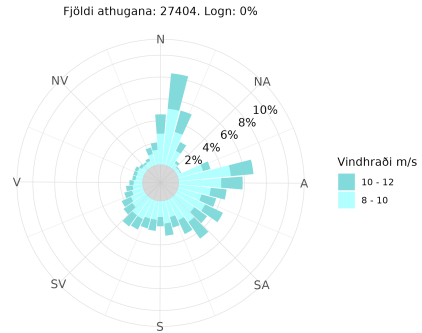
Mynd 7. rflug: Árstíðasveifla vindhraða ( $m s^{-1}$ ) fyrir tveggja ára tímabilið 2021–2022 og 20 ára tímabilið 2001–2020. Einnig er sýnd árstíðasveifla áráanna 2021 og 2022.



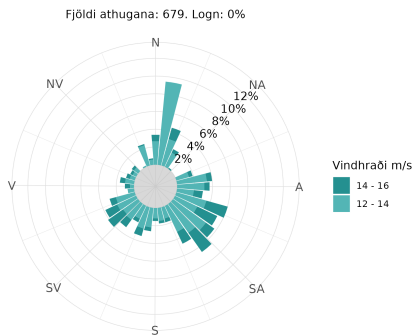
Reykjavíkurlflugvöllur 2021-2022, vindhraði: 8-12 m/s



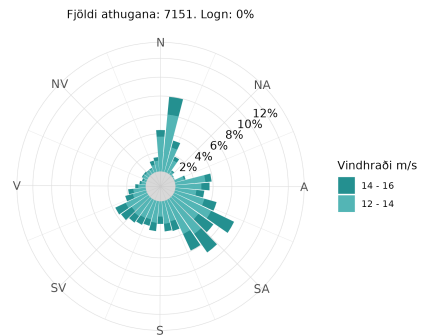
Reykjavíkurlflugvöllur 2001-2020, vindhraði: 8-12 m/s



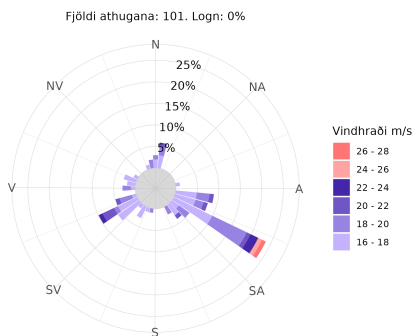
Reykjavíkurlflugvöllur 2021-2022, vindhraði: 12-16 m/s



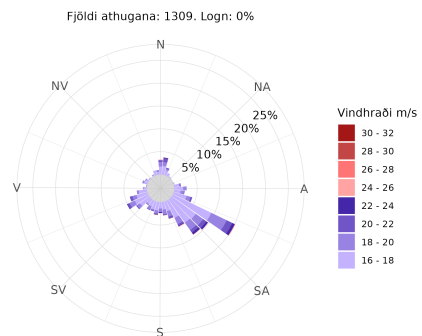
Reykjavíkurlflugvöllur 2001-2020, vindhraði: 12-16 m/s



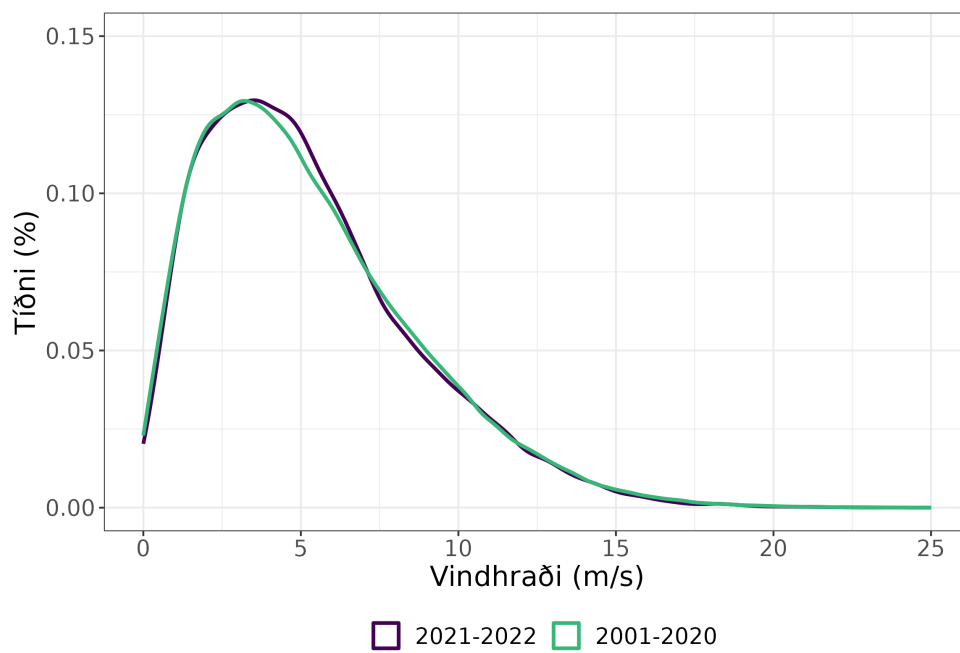
Reykjavíkurlflugvöllur 2021-2022, vindhraði: >16 m/s



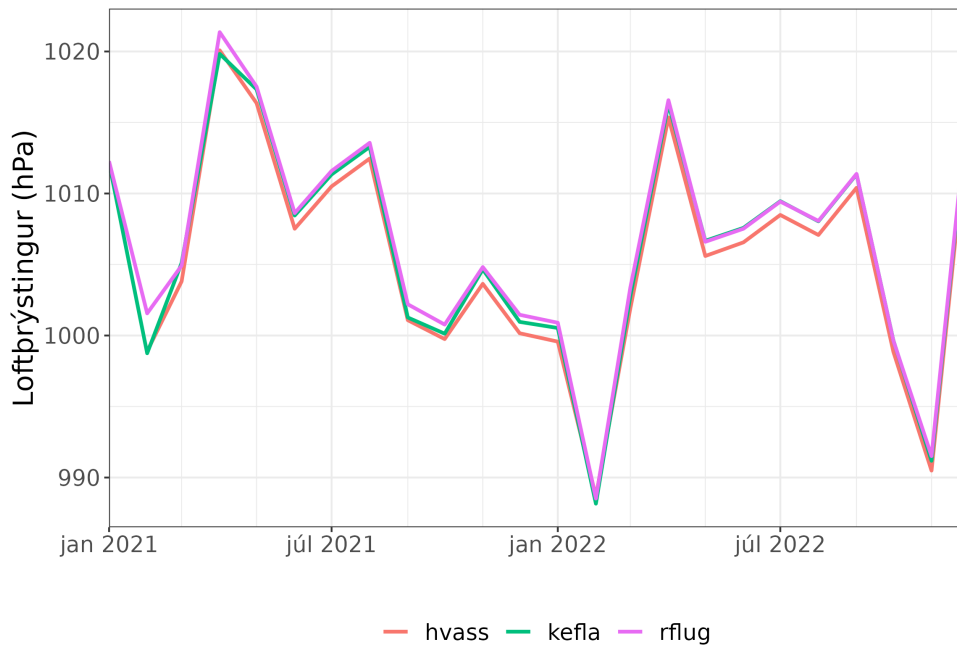
Reykjavíkurlflugvöllur 2001-2020, vindhraði: >16 m/s



Mynd 8. rflug: Vindrósir fyrir tveggja ára tímabilið 2021–2022 (vinstri) og 20 ára tímabilið 2001–2020 (hægra), vindhraða á bilinu 8–12 m s<sup>-1</sup> (efst), 12–16 m s<sup>-1</sup> (miðja) og yfir 16 m s<sup>-1</sup> (neðst).



Mynd 9. rflug: Tíðni vindhraða ( $m s^{-1}$ ) fyrir tveggja ára tímabilið 2021–2022 og 20 ára tímabilið 2001–2020.



Mynd 10. Mánaðargildi loftþrýstings (hPa) fyrir 2021–2022 á veðurstöðunum hvass, kefla og rflug. Fyrir rflug er notaðar mælingar frá veðurstöðinni Reykjavík.

Þegar horft er til veðurmælinga á Reykjavíkurflugvelli eru árin 2021–2022 að mörgu leyti frábrugðin meðaltali lengra tímabils hvað varðar hitafar, vegna bæði óvenjuhlýrra og óvenjukaldra mánuða. Nóvember 2022 var þriðji hlýjast nóvember síðan mælingar hófust, júní 2021 sá kaldasti júní á öldinni og desember 2022 kaldasti desember í rúm 100 ár. Vindhraði var aftur á móti nokkuð sambærilegur, þó tíðni vindhraða á bilinu  $7\text{--}10\text{ m s}^{-1}$  væri aðeins undir meðaltali. Vindáttadreifingur fyrir vindhraða frá  $8\text{ m s}^{-1}$  ber ágætlega saman við meðaltal lengra tímabils.

## 4.2 Loftþrýstingur

Loftþrýstingur var mældur á hvass og kefla en fyrir rflug eru notaðar mælingar frá stöðinni Reykjavík. Með loftþrýstingi er átt við loftþrýsting við sjávarmál, þ.e. mældur loftþrýstingur er reiknaður niður að sjávarmáli. Mynd 10 sýnir mánaðargildi loftþrýstings á tímabilinu. Mælingar á hvass hófust í febrúar 2021. Sveiflur á milli mánaða voru sambærilegar á öllum stöðvunum. Loftþrýstingur á hvass var annað hvort svipaður og á kefla eða heldur lægri en á hinum tveimur stöðvunum. Það kom í ljóst að loftvogin á hvass var illa kvörðuð í upphafi en í vitjun þann 6. október 2022 var stuðull í loftvog leiðréttur. Í framhaldi af nýrri kvörðun dró heldur úr muni á milli hvass og kefla en lítið úr muni við rflug. Það má ætla, miðað við hve lítill munur er á loftþrýstingi á rflug og kefla, að meðalloftþrýstingur á hvass hafi verið allt að 1 hPa hærri en mælingar gefa til kynna. Ekki er gert ráð fyrir að það hafi mikið að segja í þessu samhengi.

## 4.3 Lofthiti

Í töflu 9 má sjá meðalhita, hámarks- og lágmarkshita fyrir tímabilið 2021–2022 en einnig fyrir fyrra tímabil mælinga á hvass, 2002–2008. Nýrra tímabilið var heldur svalara en það eldra, til að mynda fór hiti einungis yfir  $20^{\circ}\text{C}$  á einni stöð, kefla. Lægsti hiti sem mældist á báðum tímabilum

var á hvasr,  $-19.5^{\circ}\text{C}$ , enda var desember 2022 einstaklega kaldur mánuður. Eins og kom fram í kafla 4.1 voru einnig bæði sumrin undir meðallagi.

*Tafla 9. Lofthiti ( $^{\circ}\text{C}$ ) á hvasr, hvass, kefla og rflug fyrir 2021–2022, og tímabilið 2002–2008 til samanburðar. Hitamælingar á fyrra tímabili á kefla eru frá mannaðri stöð.*

Veðurstöð	Meðalhiti ( $^{\circ}\text{C}$ )	Hæsti hiti ( $^{\circ}\text{C}$ )	Lægsti hiti ( $^{\circ}\text{C}$ )
2021–2022			
hvasr	5.1	19.3	-19.5
hvass	4.7	19.7	-17.7
kefla	5.3	20.4	-13.1
rflug	5.5	18.8	-15.6
2002–2008			
hvass	5.0	25.4	-17.1
kefla	5.6	25.0	-12.5
rflug	5.7	26.2	-14.1

Mynd 11 og tafla 10 sýna árstíðasveiflu hita fyrir tímabilið 2021–2022. Að vetri, október–febrúar, var nokkur munur á mælingum á Hvassahraunssvæðinu annars vegar og á rflug og kefla hins vegar með lægri hita á Hvassahraunssvæðinu. Að vori og sumri, apríl–september, var lítil munur á milli hvass/hvasr og kefla en heldur hlýrra á rflug. Einnig má sjá að í öllum mánuðum mældist meðalhitinn á hvass lægri en á hvasr, en fjarlægð á milli stöðvanna voru tæpir 3 km og landgerð svipuð, en hvass var 7 m y.s.m. hærra og staðsett um 1 km lengra inn í landi. Leiða má líkur að því að munurinn í meðalhita sé tengdur staðarháttum.

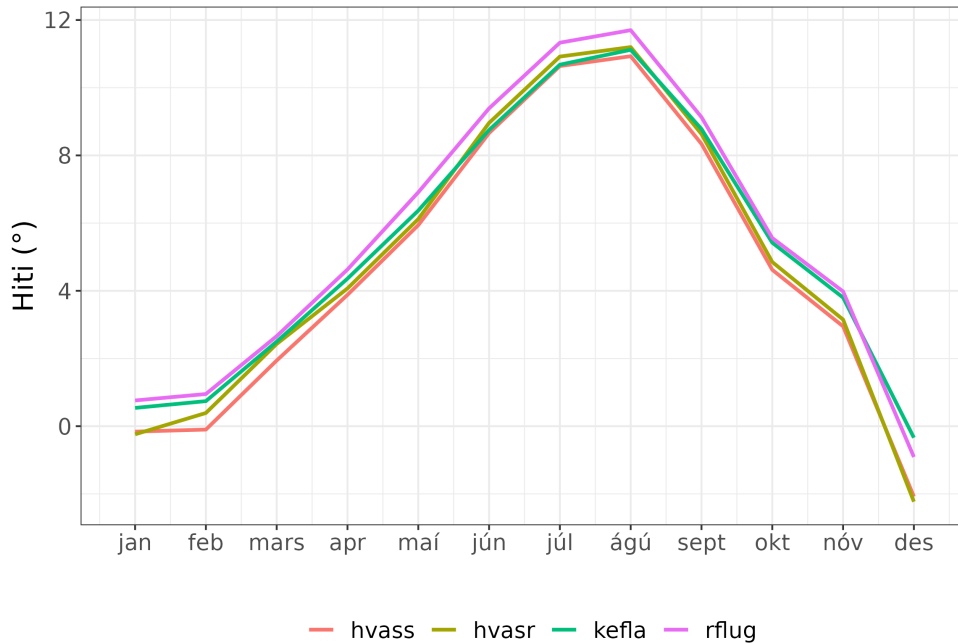
#### 4.4 Frost

Hálka er einn af þeim þáttum sem að hefur áhrif á notkun og rekstur flugbrauta. Hálka var ekki mæld í Hvassahrauni en með því að kanna tíðni frosts, þ.e. hita undir frostmarki, má fá hugmyndir um hvort að ætla megi að hálka kunni að vera algengari á hvasr en á rflug.

Mynd 12 sýnir hlutfall klukkustundagilda þar sem lágmarkshiti síðustu klukkustundar var undir

*Tafla 10. Samanburður á mánaðarmeðaltölum lofthita ( $^{\circ}\text{C}$ ) á hvasr, hvass, kefla og rflug, 2021–2022.*

	jan	feb	mars	apr	maí	jún	júl	ág	sept	okt	nóv	des	árið
hvasr	-0.2	0.4	2.4	4.1	6.1	9.0	10.9	11.2	8.6	4.9	3.2	-2.2	5.1
hvass	-0.2	-0.1	1.9	3.9	5.9	8.7	10.6	10.9	8.3	4.6	3.0	-2.1	4.7
kefla	0.5	0.7	2.5	4.4	6.4	8.8	10.7	11.1	8.8	5.4	3.8	-0.3	5.3
rflug	0.8	1.0	2.7	4.6	6.9	9.4	11.3	11.7	9.1	5.6	4.0	-0.9	5.5

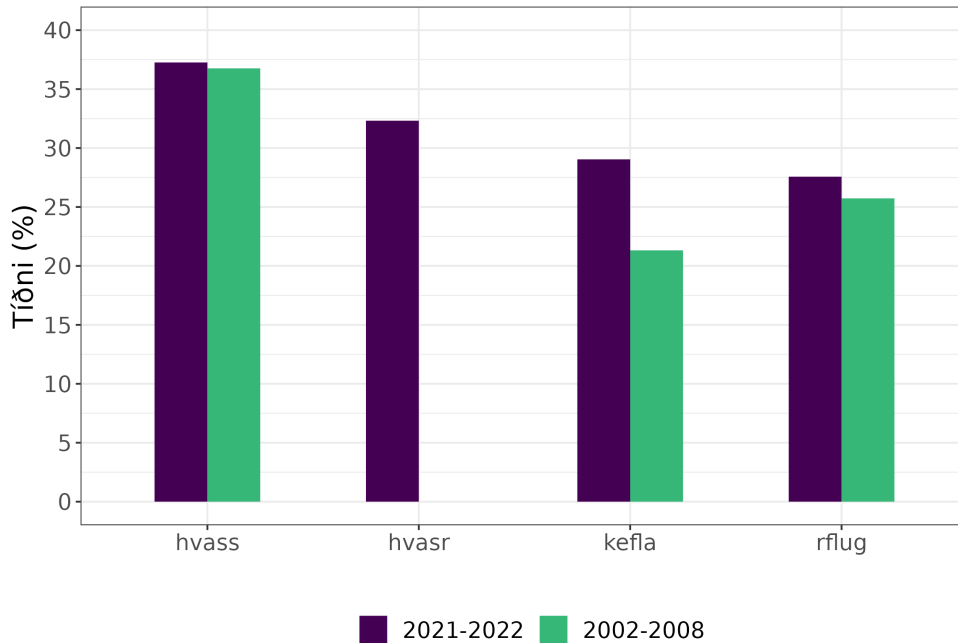


Mynd 11. Árstíðasveifla hita (°C) fyrir 2021–2022.

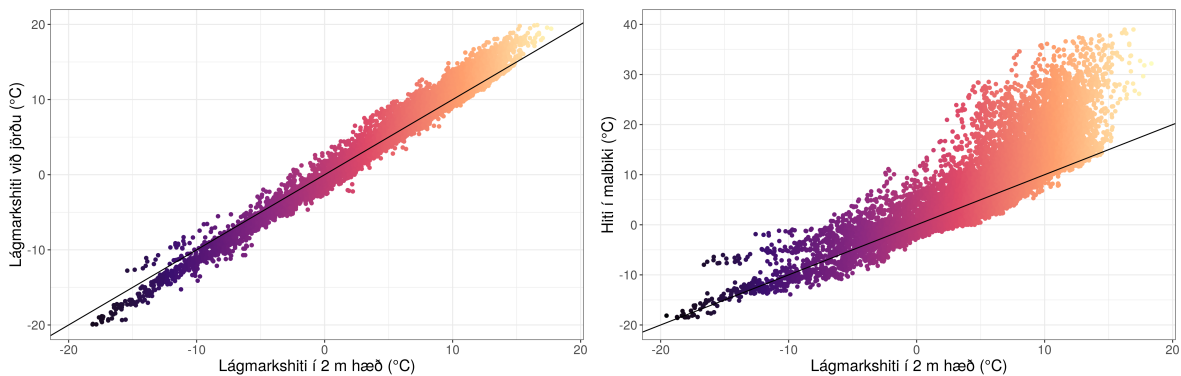
frostmarki fyrir 2021–2022. Hlutfallið fyrir tímabilið 2002–2008 er að auki sýnt fyrir hvass, kefla og rflug. Myndin sýnir hve mikið kaldara tímabilið 2021–2022 var á öllum stöðvum, þ.e. tíðni frosts hærri. Tíðni frostmælinga var mest á hvass, um 5% hærri en á hvasr og nær 10% hærri en á rflug fyrir tímabilið 2021–2022. Þessi háa tíðni frostmælinga á hvass er í samræmi við fyrri úrvinnslu (Guðrún Nína Petersen, 2014a). Ef skoðuð er tíðni mælinga á vægu frosti, að  $-5^{\circ}\text{C}$ , var tíðnin einnig meiri á hvass en hvasr (ekki sýnt). Leiða má líkur að því að munurinn á tíðni frosts á hvass og hvasr sé, líkt og hitamunur, almennt tengdur staðarháttum.

#### 4.5 Hiti við jörðu og í malbiki

Á hvasr var mældur hiti við jörðu, í 10 cm hæð yfir jörð, og á 10 cm dýpi í malbiki. Tilgangur þessara mælingar var annars vegar að kanna hitamun miðað við hita í 2 m hæð þegar kalt væri og hins vegar þegar væri hlýtt. Mynd 13 sýnir skotrit af lágmarkshita í 2 m hæð og annars vegar lágmarkshita við jörð og hins vegar hita í malbiki. Mjög góð fylgni var á milli lágmarkshita í 2 m hæð og við jörðu. Við mikið frost var hiti við jörðu öllu jafna lægri en í 2 m hæð, sem rekja má til langbylgjuútgeislunar frá yfirborði sem kælir yfirborðið og nærliggjandi loft. Í sumum tilfellum var hiti við jörðu hærri en í 2 m hæð. Sennilegt er að í þeim tilvikum hafi snjór verið á yfirborði, en snjóþekja hefur einangrandi eiginleika. Með örfáum undantekningum eru gildin þar sem lágmarkslofthiti var undir  $-5^{\circ}\text{C}$  og lágmarkshiti við jörðu var hærri en lofthiti í 2 m hæð frá tímabilinu 9.–13. febrúar 2022. Á þessu tímabili var snjóþekja á svæðinu, sjá mynd 14 sem sýnir vefmyndir frá 12. febrúar 2022 kl. 13:30. Þennan dag var léttskýjað fram eftir degi og hægviðri og eins og sjá má á myndunum var yfirborð hulið fremur þunnri snjóhulu. Í 2 m hæð var lægsti hiti dagsins  $-14^{\circ}\text{C}$  og við jörðu  $-11.9^{\circ}\text{C}$ . Á sama tíma var hiti á 10 cm dýpi í malbikinu einungis  $-4.9^{\circ}\text{C}$ , þ.e. snjóhulan einangraði malbikið vel frá þeim kulda sem var í loftinu. Þessi áhrif snjóhulu má sjá vel á skotritinu milli lofthita og malbikshita, mynd 13, en þar



Mynd 12. Tíðni daga með lágmarkshita undir frostmarki (%) fyrir tímabilið 2021–2022 og fyrir fyrra tímabil mælinga á svæðinu, 2002–2008.



Mynd 13. Skotrit af lágmarkshita ( $^{\circ}\text{C}$ ) í 2 m hæð og annars vegar lágmarkshita við jörðu (vinstri) og hins vegar hita í malbiki (hægri), öll klukkustundagildi fyrir tímabilið 2021–2022. Punktarnir eru litaðir með lágmarkshita í 2 m hæð.

sjást greinilega tveir halar fyrir mikið frost, annars vegar er mjög góð samfylgni á milli lofthita og hita í malbiki en hins vegar var vægt frost í malbikinu en töluvert frost í lofti.

Fyrir hita yfir frostamarki var hiti að jafnaði hærri við jörðu og jafnvel mun hærri í malbiki en í 2 m hæð. Þetta er vegna sólarupphitunar yfirborðsins sem þá vermir neðsta loftlagið neðan frá. Í þessu tilviki var yfirborðið svart malbik sem gleypir mikla sólgeislun en hefur litla varmarýmd. Því geislaði það skilvirkt varmanum út aftur, með langbylgjugeislun og sem skynvarma og, ef yfirborðið var blautt, einnig sem dulvarma.

Árstíðasveiflu hita í 2 m og 10 cm hæð og á 10 cm dýpi í malbikinu má sjá sem kassarit á mynd 15. Ef horft er til spannar kassanna, en innan þeirra eru 50% af gögnunum, var spönnin



*Mynd 14. Myndir úr vefmyndavélum á hvass, 12. febrúar 2022 kl. 13:30. Myndin til vinstri sýnir sjónsvið til austurs frá mastrinu en myndin til hægri horfir niður á malbikið og nærliggjandi gróður.*

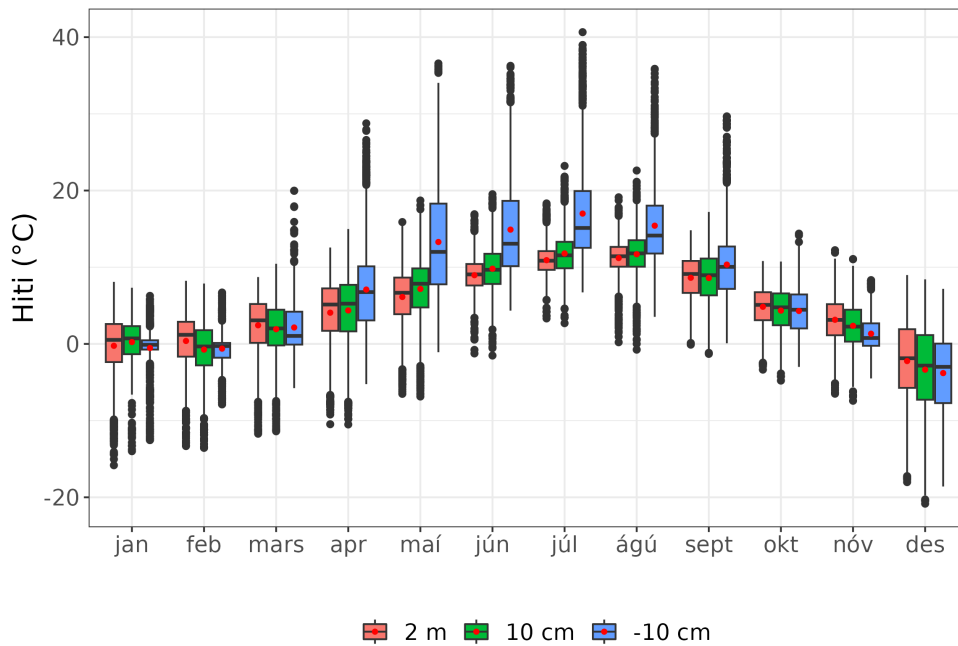
minnst í 2 m lofthita yfir sumarmánuðina, júní–ágúst, en í malbikinu langminnst í janúarmánuði, en þá voru einnig mörg köld útgildi. Mest var hitaspönnin í 2 m hæð í desember. Í malbikinu var aftur á móti mesta hitaspönnin í maí, en hér spilar saman að á svölum skýjuðum dögum hitnar malbikið lítið en á sólardögum mikið. Sjá má á útgildum að sólarhitunin var farin að hafa áhrif á hita í malbikinu strax í mars og hafði áhrif fram í september. Í 10 cm hæð var hitaspönnin nokkuð svipuð í flestum mánuðum, að undanskildum desembermánuði. Rekja má ástæðu mikillar hitaspannar milli 2 m og 10 cm í desember til þess að desember 2021 var nokkuð hlýr meðan desember 2022 var kaldur, sjá kafla 4.1.

## 4.6 Loftraki

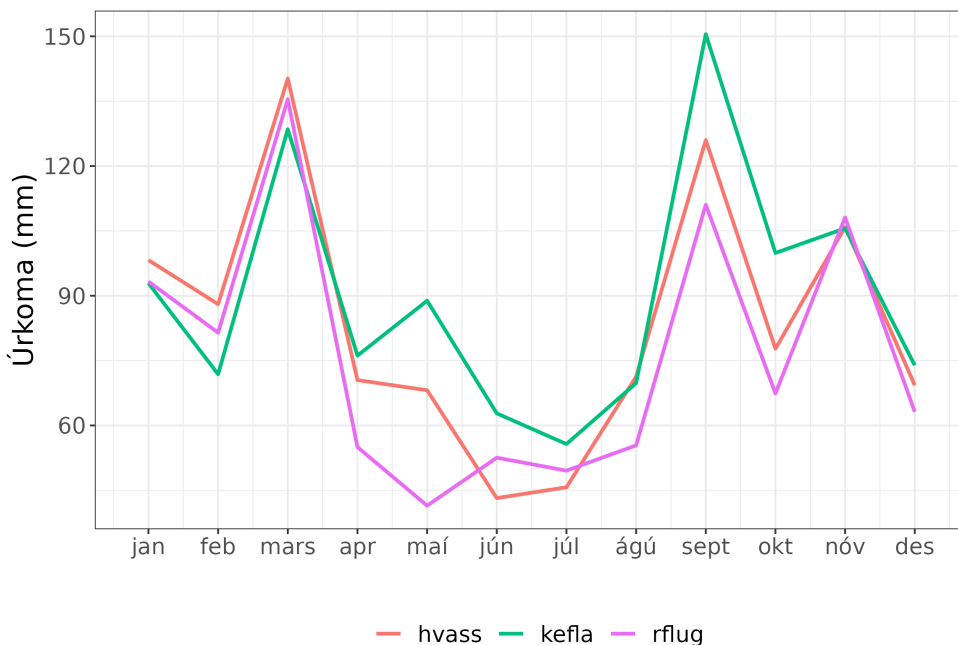
Rakastig hækkar ef hiti lækkar en magn vatnsgufu breytist ekki. Þar sem stöðvarnar sem hér um ræðir voru allar nálægt ströndu má gera ráð fyrir að rakastig mælist lægst á þeirri stöð sem var næst sjávarmáli í hæð, sem er rflug í 12 m h.y.s. Sú var raunin en mælingar á tímabilinu gáfu einmitt til kynna lægra rakastig á rflug en á hinum stöðvunum, um 7–9% lægri, sjá töflu 11. Á öllum stöðvunum var rakastig lægst í maí en hæst í júlí. Í skýrslu Guðrúnar Nínu Petersen (2012) kom fram að fyrir tímabilið 2006–2012 var rakastig á rflug hæst í desember. Ætla má að ástæða hærra rakastigs yfir sumarmánuðina 2021–2022, en fyrir lengri tímabil, sé vegna svalra og skýjaðra sumra á tímabilinu, sjá 4.1.

## 4.7 Úrkoma

Mánaðarúrkoma á hvass var sambærileg við þá á kefla og rflug fyrir tímabilið, sjá mynd 16 og töflu 12. Tveir toppar voru í úrkomu, í mars og september. Töluvert meiri úrkoma var á kefla í september en á hinum tveimur stöðvunum. Það orsakast af úrkomusömum september 2021 (Veðurstofa Íslands, 2021b). Þá mældust tæplega 180 mm á kefla en 171 mm á hvass og 124 mm í Reykjavík. Úrkoma á hvass var heldur meiri en á rflug en minni en kefla, helsti munur var að sumri og hausti í báðum tilvikum.



Mynd 15. Hvasr: Árstíðasveifla hita (°C) í 2 m og 10 cm hæð og á 10 cm dýpi í malbiki fyrir tímabilið 2021–2022. Kassinn inniheldur 50% af mælingum, láréttan línun sýnir miðgildi og útgildi eru sýnd sem svartir punktar. Rauði punkturinn sýnir meðaltal. Byggt á klukkustundagögnum.



Mynd 16. Árstíðasveifla úrkomu (mm) fyrir tímabilið 2021–2022, á hvass, kefla og rflug. Úrkoma fyrir kefla er frá mannaðri stöð og fyrir rflug frá veðurstöðinni Reykjavík.



Tafla 11. Samanburður á mánaðarmeðaltölum loftraka (%) á hvasr, hvass, kefla og rflug á tímabilinu 2021–2022.

	jan	feb	mars	apr	maí	jún	júl	ág	sept	okt	nóv	des	árið
hvasr	82	83	87	83	76	82	89	87	87	86	86	85	84
hvass	81	81	85	81	74	80	87	85	86	85	85	83	83
kefla	84	81	81	80	73	80	87	85	84	83	83	81	82
rflug	73	73	78	72	65	73	80	78	78	75	75	75	75

Tafla 12. Samanburður á mánaðarmeðaltölum úrkomu (mm) á hvass, kefla og rflug á tímabilinu 2021–2022. Úrkoma fyrir kefla er frá mannaðri stöð og fyrir rflug frá veðurstöðinni Reykjavík.

	jan	feb	mars	apr	maí	jún	júl	ág	sept	okt	nóv	des	árið
hvass	98	88	140	71	68	43	46	71	126	78	106	69	1004
kefla	93	72	129	76	89	63	56	70	151	100	106	74	1076
rflug	93	81	135	55	41	53	50	55	111	67	108	63	913

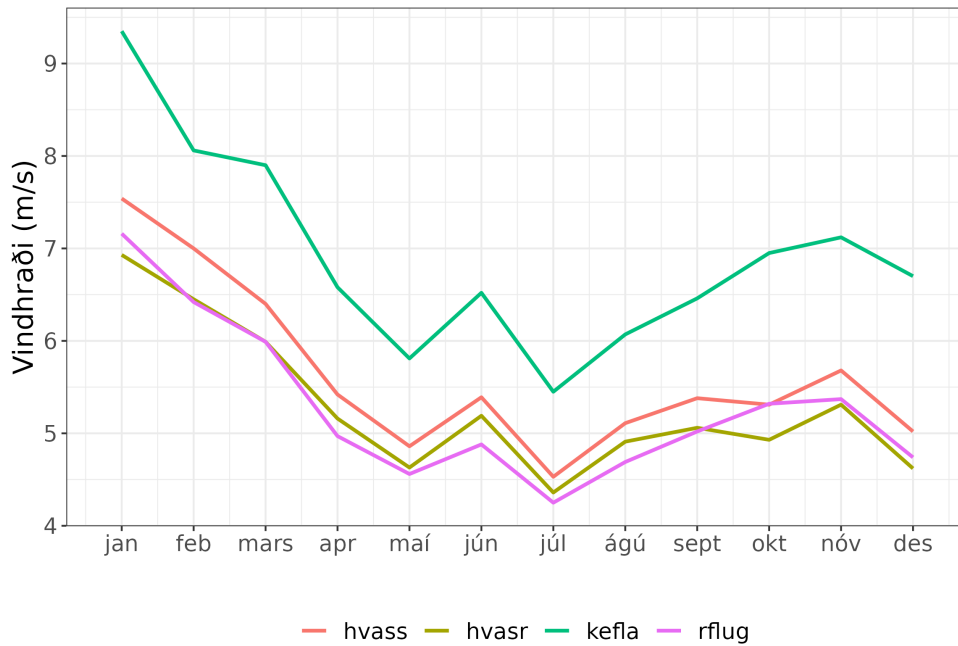
## 4.8 Vindur

Tafla 13 inniheldur upplýsingar um meðalvindhraða, mesta meðalvindhraða og mestu hviðu á tímabilinu 2021–2022, og til samanburðar sömu gildi fyrir hvass, kefla og rflug fyrir tímabilið 2002–2008. Meðalvindhraði var hæstur á kefla en mesti meðalvindhraði og mesta hviða mældust á hvass. Meðalvindhraði á hvasr var svipaður og á rflug en útgildin, mesti meðalvindhraði og -hviða, hærri.

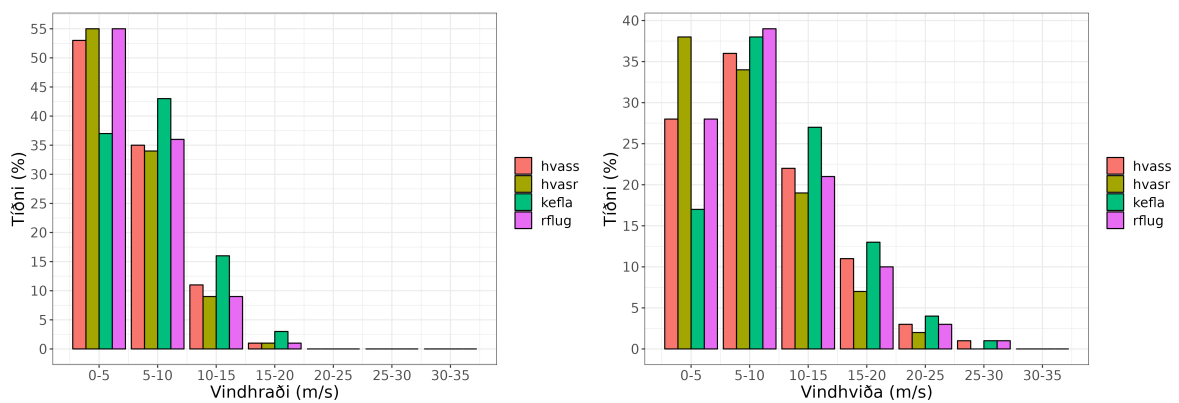
Mynd 17 og tafla 14 sýna árstíðasveiflu vindhraða fyrir tímabilið 2021–2022. Mestur var vindhraðinn í janúar, einkum janúar 2022 þegar vindhraði á rflug var 2 m/s meiri en að jafnaði (sjá mynd 7). Júlí og maí voru aftur á móti lygnustu mánuðirnir. Júlí er að jafnaði lygnasti mánuður ársins en báðir maímánuðir tímabilsins voru óvenju lygnir. Myndin sýnir skýrt að vindhraði var að jafnaði meiri á kefla en á hinum stöðvunum en flugvöllurinn er opinn fyrir vindi úr nær öllum áttum. Öllu jafna var vindhraði á hvasr svipaður eins og á rflug.

Á mynd 18 má sjá tíðnidreifingu vindhraða og vindhviða á stöðvunum. Tíðnidreifing vindhraða á hvass og hvasr var mjög svipuð dreifingunni á rflug með hæstu tíðnina fyrir 0–5 m s<sup>-1</sup> meðan 5–10 m s<sup>-1</sup> var algengasti vindhraðinn á kefla. Hvað varðar tíðni vindhviða þá var nokkuð meiri munur á hvass og hvasr. Hér kann staðsetning vindmælis að hafa nokkur áhrif, en mælirinn á hvass var á toppi 10 m masturs meðan mælirinn á hvasr var suðvestan megin á 30 m mastri sem gat myndað sínar eigin hviður, einkum við lágan vindhraða. Fyrir vindhviður yfir 5 m s<sup>-1</sup> var tíðnin ekki ólík þeirri á rflug.

Samanburð á tíðni vindátta í 10 m á tímabili mælinga í Hvassahrauni má sjá á mynd 19. Tíðni vindátta á hvasr og hvass var mjög sambærileg, helsti munur var fyrir suðsuðaustan- og sunnan-



Mynd 17. Árstíðasveifla vindhraða ( $m s^{-1}$ ) á hvasr, hvass, rflug og kefla, fyrir tímabilið 2021–2022.



Mynd 18. Tíðni vindhraða ( $m s^{-1}$ , til vinstri) og vindhviðu ( $m s^{-1}$ , til hægri) fyrir tímabil mælinga í Hvassahrauni, 2021–2022, á hvasr, hvass, rflug og kefla.

Tafla 13. Vindhraði ( $m s^{-1}$ ) á hvasr, hvass, kefla og rflug á tímabili mælinga í Hvassahrauni, 2021–2022, og til samanburðar fyrir tímabilið 2002–2008. Allir mælingar voru gerðar með sambærilegum vindmælum.

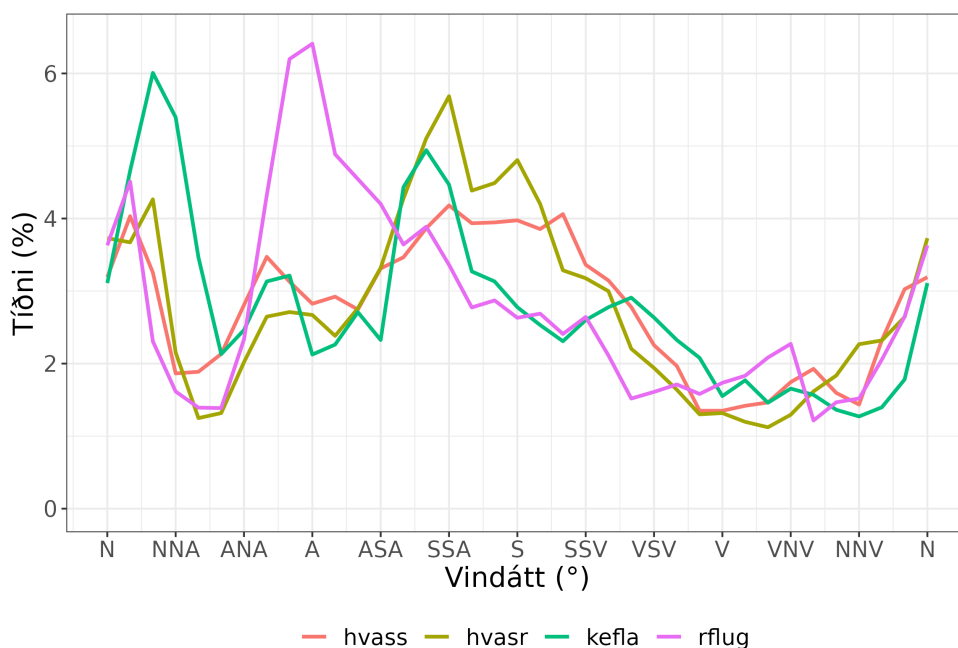
Veðurstöð	Meðalvindhraði ( $m s^{-1}$ )	Mesti meðalvindhraði ( $m s^{-1}$ )	Mesta hviða ( $m s^{-1}$ )
hvasr	5.3	30.4	39.8
hvass	5.6	30.9	40.5
2002–2008	5.8	28.0	39.4
kefla	6.9	29.7	38.4
2002–2008	7.1	29.0	40.6
rflug	5.3	27.9	39.3
2002–2008	5.5	28.5	40.2

Tafla 14. Samanburður á mánaðarmeðalvindhraða ( $m s^{-1}$ ) á hvasr, hvass, rflug og kefla á árunum 2021–2022.

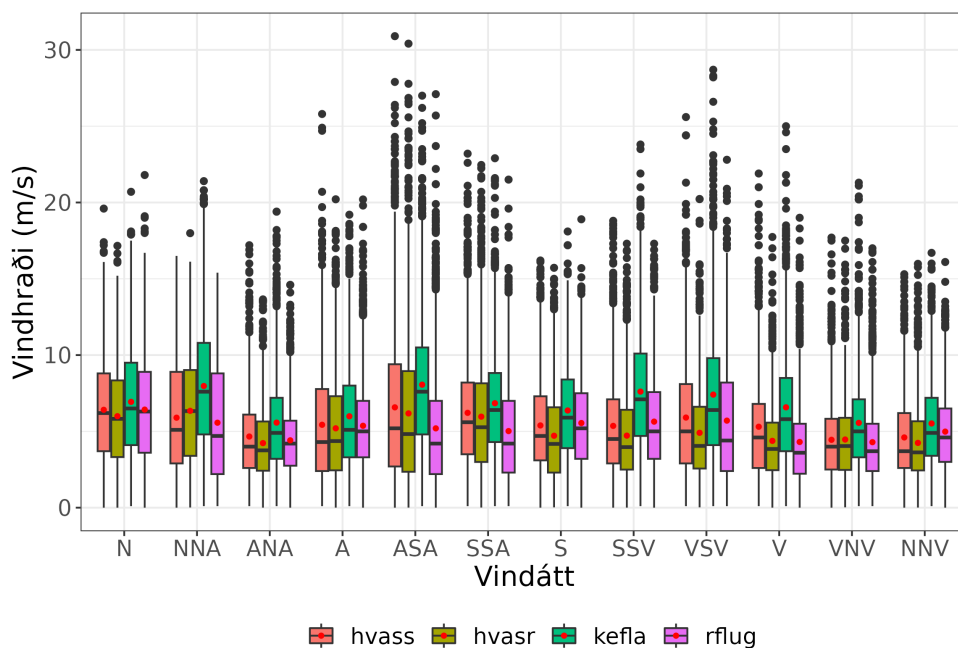
	jan	feb	mars	apr	maí	jún	júl	ág	sept	okt	nóv	des	árið
hvasr	6.9	6.5	6.0	5.2	4.6	5.2	4.4	4.9	5.1	4.9	5.3	4.6	5.3
hvass	7.5	7.0	6.4	5.4	4.9	5.4	4.5	5.1	5.4	5.3	5.7	5.0	5.6
rflug	7.2	6.4	6.0	5.0	4.6	4.9	4.3	4.7	5.0	5.3	5.4	4.7	5.3
kefla	9.4	8.1	7.9	6.6	5.8	6.5	5.5	6.1	6.5	7.0	7.1	6.7	6.9

áttir en þær voru tíðari á hvasr en á hvass. Í heild svipaði vindáttatíðni á hvasr og hvass meira til tíðninar á kefla en rflug, enda landslag og hryfi í kringum rflug ólíkt. Algengasta vindáttin á rflug var austlæg átt og er það í samræmi við mælingar á lengra tímabili. Á hvass og hvasr voru aftur á móti suðsuðaustlægar að suðsuðvestlægum áttum auk norðan- og norðnorðaustanáttir tíðastar. Vindáttatíðni á kefla var með mesta tíðni fyrir svipaðar vindáttir nema að þar var suðsuðaustanáttin tíð en suðsuðvestanáttin sjaldgæfari. Á öllum stöðvum voru vestlægar og norðvestlægar áttir sjaldgæfar. Í viðauka I má finna vindrósir fyrir allar veðurstöðvarnar.

Á mynd 20 má sjá kassarit af vindhraða sem fall af vindátt fyrir sömu stöðvar. Í öllum vindáttum var vindhraði heldur hærri á kefla en á hinum stöðvunum. Vindhraðaspönnin er að jafnaði meiri á hvass og hvasr en á rflug, nema í norðnorðaustan- og vestsuðvestanáttum. Meðalvindhraði var heldur meiri á hvass og hvasr en rflug í austsuðaustlægum og suðsuðaustlægum áttum en annars að jafnaði af sambærilegum styrk. Flest útgildi, stærstir kassar og meðalgildi nokkuð yfir miðgildi fundust fyrir austsuðaustlæga átt, enda helsta hvassviðrisáttin.



Mynd 19. Tíðni vindáttá ( $^{\circ}$ ) á hvass, hvasr, kefla og rflug fyrir tímabilið 2021–2022. Mælingar úr sambærilegum vindmælum á öllum stöðvum.

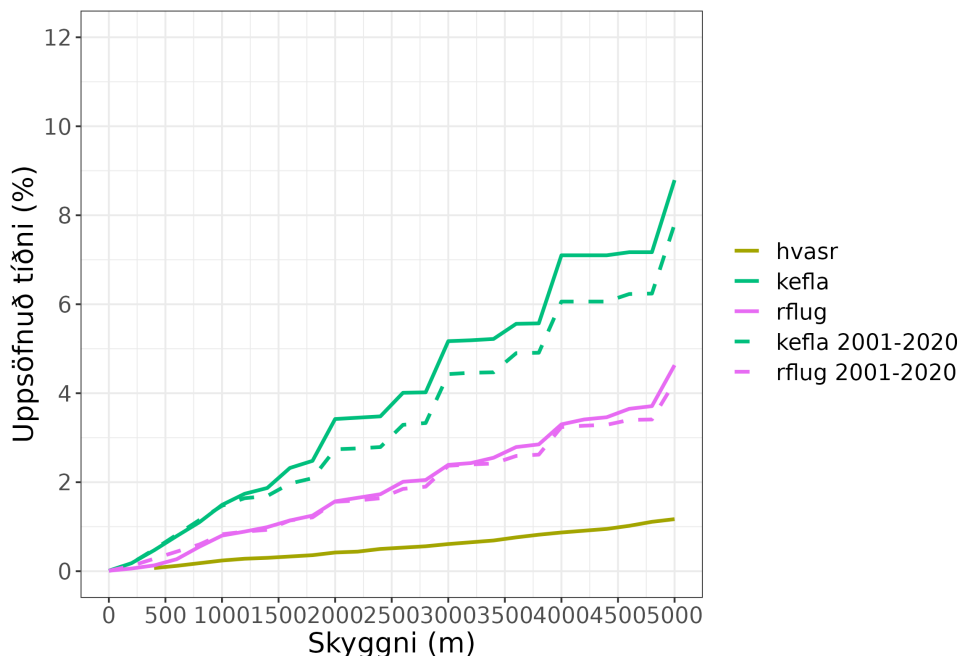


Mynd 20. Vindhraði ( $m\ s^{-1}$ ) sem fall af vindátt á hvass, hvasr, kefla og rflug fyrir tímabilið 2021–2022. Kassinn inniheldur 50% af mælingum, lárétta línan sýnir miðgildi og útgildi eru sýnd sem svartir punktar. Rauði punkturinn sýnir meðaltal. Byggt á klukkustundagildum.

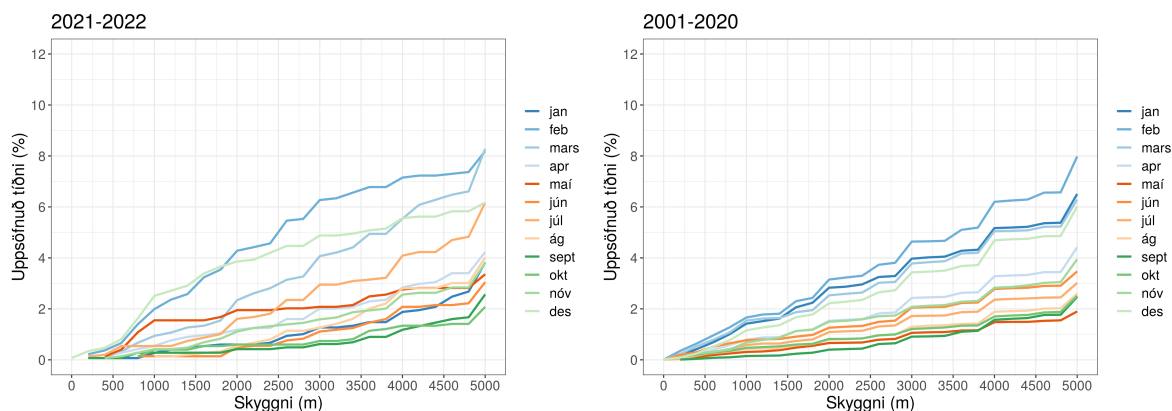
## 4.9 Skyggni

Skyggnismælir var settur upp á hvasr, í lok janúar 2021. Skyggnismælingar voru skráðar sem 1 mínútu meðaltöl, á 15 sekúndna fresti, en hér er unnið með klukkustundagildi, þ. e. 1 mínútu meðaltöl á síðustu mínútu fyrir heilan tíma. Til samræmis við aðrar mælingar eru hér skoðuð gögn frá upphafi mælinga og til loka ársins 2022.

Uppsöfnuð tíðni skyggnis á hvasr, kefla og rflug er sýnd á mynd 21 fyrir tímabilið 2021–2022. Einnig er sýnd uppsöfnuð tíðni fyrir 20 ára tímabil 2001–2020 fyrir báða flugvellina. Fyrir flugvellina eru gögnin úr flugvallaathugunum (METAR). Við METAR skyggnisathuganir styðst veðurathugunarfólk við sjálfvirkar skyggnismælingar, en metur einnig skyggni sjónrænt. Sjálfvirkir skyggnismælur mæla veðurfræðilega lýsisdrægni (e. meteorological optical range) sem samsvarar því að ljósafl geisla sé komið niður í 5% af upprunanlegum styrk. Skyggnismælir metur skyggni yfir stutta vegalengd en veðurathugunarfólk horfir að auki í allar áttir til að meta skyggni. Sennilegt er því að skyggni í METAR athugunum sé frekar meira takmarkandi en ef eingöngu væri stuðst við sjálfvirkar mælingar. Uppsöfnuð tíðni var mun lægri á hvasr en á flugvöllunum en tíðni skyggnis undir 2500 m var um þrefalt tíðara á rflug á tímabilinu. Tafla 15 sýnir tíðnina fyrir hámark 800, 1200 og 1600 m skyggni. Ljóst er frá töflunni að lítið skyggni mældist mun sjaldnar á hvasr en á flugvöllunum. Einnig sést að á flugvöllunum var lítill munur á tíðni lítils skyggni á milli þessara tveggja ára og 20 ára tímabilsins. Samanburður á tímabilinu og 20 ára tímabilinu sýnir hærri uppsafnaða tíðni á kefla en svipaða á rflug. Þótt að METAR skyggnisathuganir séu meira takmarkandi en sjálfvirkar mælingar þá er mikill munur á milli hvasr og flugvallanna. Því er sennilegt að tíðni lélegs skyggni á hvasr sé nokkuð minna en á flugvöllunum, og töluvert minni en á kefla.



Mynd 21. Uppsöfnuð tíðni skyggnis (%) undir 5000 m fyrir hvasr, kefla og rflug fyrir tímabilið 2021–2022. Uppsafnað skyggni fyrir 20 ára tímabilið, 2001–2020, er einnig sýnt fyrir kefla og rflug. Byggt á klukkustundagildum úr sjálfvirkum skyggnismæli á hvasr en á METAR athugunum fyrir kefla og rflug.



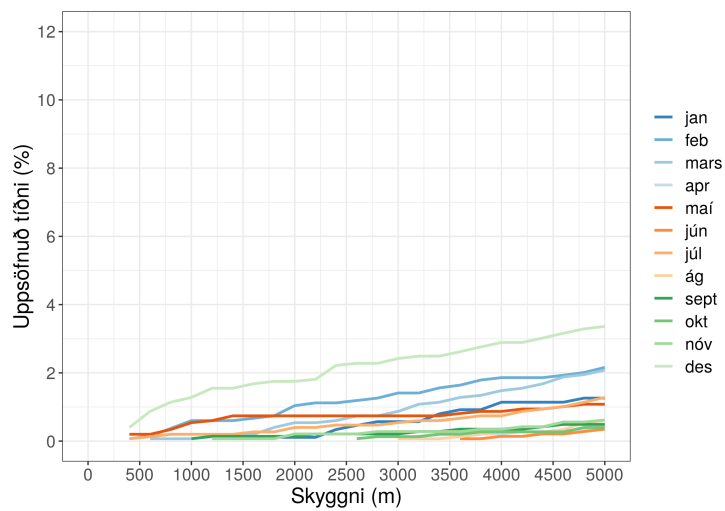
Mynd 22. rflug: Uppsöfnuð tíðni skyggis (%) undir 5000 m fyrir hvern mánuð ársins, fyrir tímabilið 2021–2022 og 20 ára tímabil. Byggt á klukkustundagildum METAR athugana.

Tafla 15. Uppsöfnuð tíðni skyggis (%) á hvasr, kefla og rflug fyrir tímabilið 2021–2022. Til samanburðar einnig fyrir 20 ára tímabil á flugvöllum. Byggt á klukkustundagildum úr sjálfvirkum skyggismæli á hvasr en á METAR athugunum fyrir kefla og rflug.

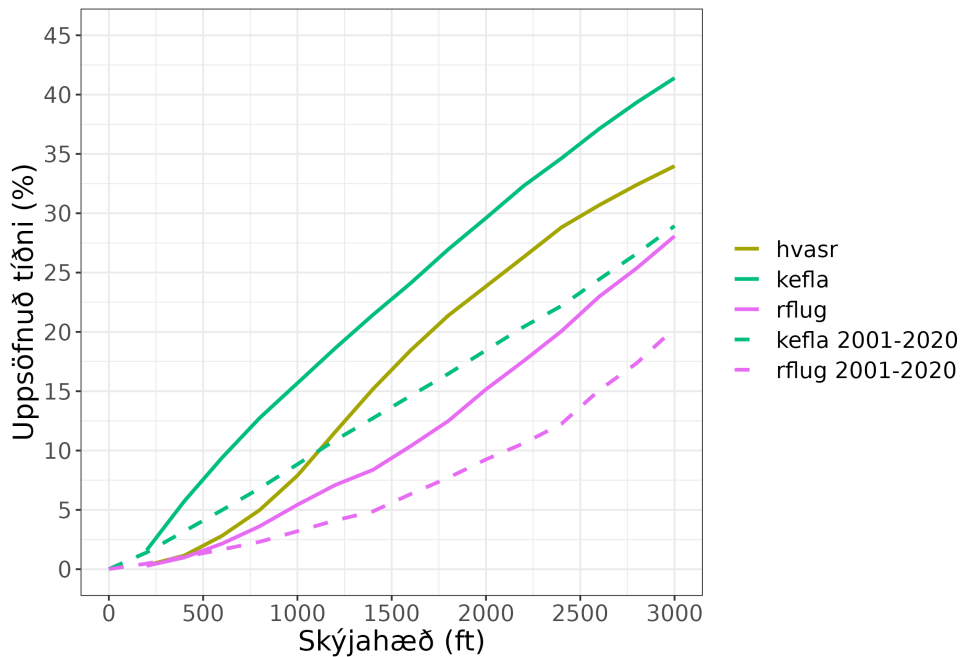
	≤ 800 m skyggni	≤ 1200 m skyggni	≤ 1600 m skyggni
hvasr	0.2%	0.3%	0.3%
kefla	1.1%	1.7%	2.3%
rflug	0.6%	0.9%	1.1%
kefla 2001–2020	1.2%	1.6%	2.0%
rflug 2001–2020	0.6%	0.9%	1.1%

Mynd 22 sýnir uppsafnaða tíðni skyggis á rflug fyrir hvern almanaksmánuð fyrir tímabilið, 2021–2022, og 20 ára tímabilið, 2001–2020. Hæst var uppsöfnuð tíðni fyrir des–mars sem og fyrir júlí á árunum 2021–2022. Þetta er í ágætu samræmi við lengra tímabilið fyrir utan júlímánuð, en bæði sumrin 2021 og 2022 voru þungbúin og því skert skyggni miðað við hvað mætti almennt búast við. Ef horft er til skyggis undir 2500 m var tíðnin hæst fyrir desember, febrúar og mars. Fyrir lengra meðaltalstímabil er tíðnin aftur á móti hæst fyrir alla vetrarmánuði desember–mars.

Á hvasr skar desembermánuður sig úr með áberandi mesta uppsafnaða tíðni takmarkaðs skyggis, sjá mynd 23. Fyrir lægstu skyggnistakmarkanirnar var tíðnin næsthæst í maí og febrúar en fyrir hærri takmarkanir febrúar og mars. Skyggni var að jafnaði gott yfir sumar- og haustmánuðina. Líklegt er að fyrir lengra tímabil væri uppröðun mánaða ekki ólík þeirri á rflug.



Mynd 23. hvasr: Uppsöfnuð tíðni skyggnis (%) undir 5000 m fyrir hvern mánuð ársins fyrir tímabilið 2021–2022. Byggt á klukkustundagildum úr sjálfvirkum skyggnismæli.



Mynd 24. Uppsöfnuð tíðni skýjahæðar (%) undir 3000 ft fyrir hvasr, kefla og rflug, fyrir skýjahulu 5–8/8, fyrir tímabilið 2021–2022. Uppsöfnuð skýjahula fyrir 20 ára tímabilið einnig sýnt fyrir kefla og rflug. Byggt á klukkustundagildum úr sjálfvirkum skýjahæðamæli á hvasr en á METAR athugunum fyrir kefla og rflug.

#### 4.10 Skýjahæð

Skýjahæðamælir mælir augnabliksgildi skýjahæðar yfir mælinum fyrir allt að þrjú skýjalög. Að auki reiknar algörðmi í mælinum skýjahulu og skýjahæð í allt að fimm hæðum. Hér er unnið með klukkustundagildi, þ.e. útreiknaða skýjahulu og skýjahæð á heilum tíma.

Skýjahula undir 5/8 hefur lítil áhrif á flug. Hér er því tíðni hæðar lægstu skýjahulu í oktum 5–8/8 skoðuð. Mælingarnar eru bornar saman við skýjahuluathugarnir úr flugvallaathugunum á rflug og kefla. Þær mælingar eru gerðar af athugunarfólki sem nýtir skýjahæðamælingar í sínu mati en METAR skýjahuluathuganir miðast við 16 km radíus frá flugvelli. Skýjahæðamælar mæla aftur á móti skýjahæð yfir sér, og þar af leiðandi fyrir mun minna svæði. METAR athuganir eru því meira takmarkandi í skýjahulu en sjálfvirkar mælingar.

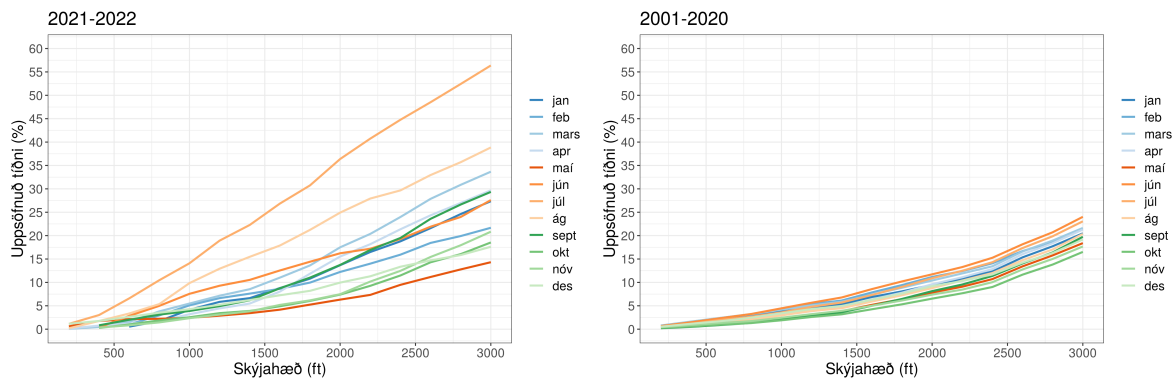
Á tímabili mælinga, 2021–2022, mældist skýjahula á hvasr á bilinu 5–8/8 í 63% tilvika. Þetta er mjög sambærilegt og á rflug en þar var hlutfallið 63% (í METAR skráð sem BKN eða OVC). Tíðnin var aftur á móti hærri á kefla eða 73% .

Mynd 24 sýnir uppsafnaða tíðni skýjahulu 5–8/8 fyrir skýjahæð undir 3000 fetum. Tíðnin á hvasr liggur á milli tíðninnar á rflug og kefla. Hún fylgir tíðninni á rflug að u.þ.b. 600 ft en eykst síðan skarpar upp að 1500 fetum. Athygli vekur að mikill munur var á tíðni lágrar skýjahulu á flugvöllunum fyrir tímabilið og fyrir 20 ára tímabilið. Á kefla var tíðnin til dæmis tvöfalt meiri fyrir skýjahæð undir 600 fetum, sjá töflu 16. Því er sennilegt að fyrir lengra tímabil sé tíðni lágrar skýjahulu nokkuð lægri en mældist á hvasr á þessu tveggja ára tímabili.



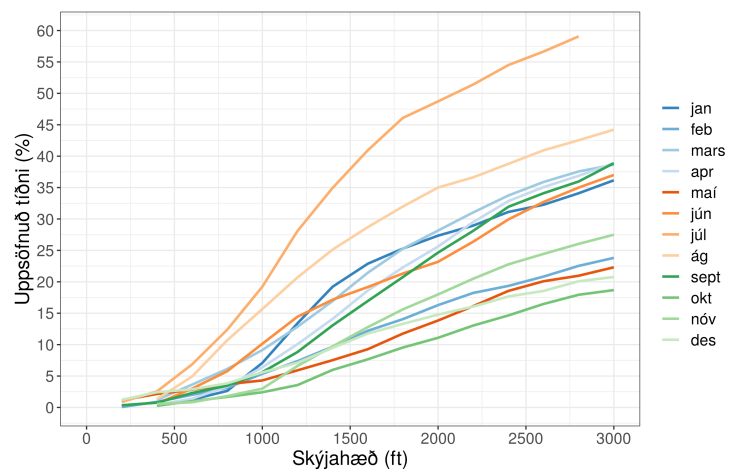
Tafla 16. Uppsöfnuð tíðni skýjahæðar (%) á hvasr, kefla og rflug, fyrir skýjahulu 5–8/8, fyrir tímabilið 2021–2022. Til samanburðar einnig fyrir 20 ára tímabil á flugvöllumunum. Byggt á klukkustundagildum úr sjálfvirkum skýjahæðamæli á hvasr en á METAR athugunum fyrir kefla og rflug.

	≤ 200 ft skýjahæð	≤ 400 ft skýjahæð	≤ 600 ft skýjahæð
hvasr	0.3%	1.2%	2.8%
kefla	1.6%	5.7%	9.4%
rflug	0.3%	1.0%	2.2%
kefla 2001–2020	1.4%	3.2%	4.5%
rflug 2001–2022	0.5%	1.0%	1.7%

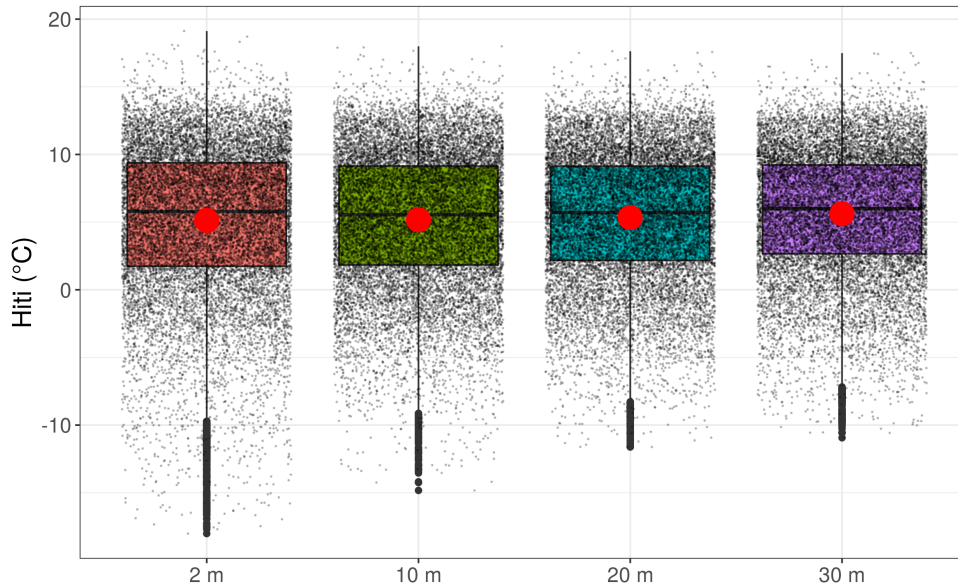


Mynd 25. rflug: Uppsöfnuð tíðni skýjahæðar (%) undir 3000 ft fyrir hvern mánuð ársins, fyrir skýjahulu 5–8/8, fyrir tímabilið 2021–2022 og 20 ára tímabilið. Byggt á klukkustundagildum METAR athugana.

Mynd 25 sýnir uppsafnaða tíðni lágrar skýjahulu fyrir hvern almanaksmánuð á rflug, 2021–2022 og 2001–2020. Líkt og fyrir skyggni þá var uppsöfnuð tíðni skýjahulu á árunum 2021–2022 mun meiri en að jafnaði. Tíðnin var sérstaklega há frá mars og fram í september. Hæst var tíðnin í júlímánuði en þá var tíðni skýjahulu undir 3000 ft yfir 55%. Lægsta tíðni uppsafnaðrar skýjahulu var í maí, enda var maí 2022 óvenju sólríkur. Uppsafnaðri tíðni almanaksmánuða á hvasr ber nokkuð vel saman við mynstrið á rflug, sjá mynd 26. Báðar myndirnar enduspeglar vel hve þungbúið var bæði sumrin.



Mynd 26. hvasr: Uppsöfnuð tíðni skýjahæðar (%) undir 3000 ft, fyrir skýjahulu 5–8/8, fyrir hvern mánuð ársins fyrir tímabilið 2021–2022. Byggt á klukkustundagildum úr sjálfvirkum skýjahæðamæli.



Mynd 27. Hvasr: Kassarit af klukkustundagildum hita ( $^{\circ}\text{C}$ ) í öllum hæðum. Kassinn inniheldur 50% af mælingum, lárétta línan sýnir miðgildi og útgildi eru sýnd sem svartir punktar. Rauði punkturinn sýnir meðaltal. Einnig eru allar mælingar sýndar sem tilviljanakennt ský fyrir hverja hæð.

#### 4.11 Samanburður á mælingum á hvasr í mismunandi hæðum

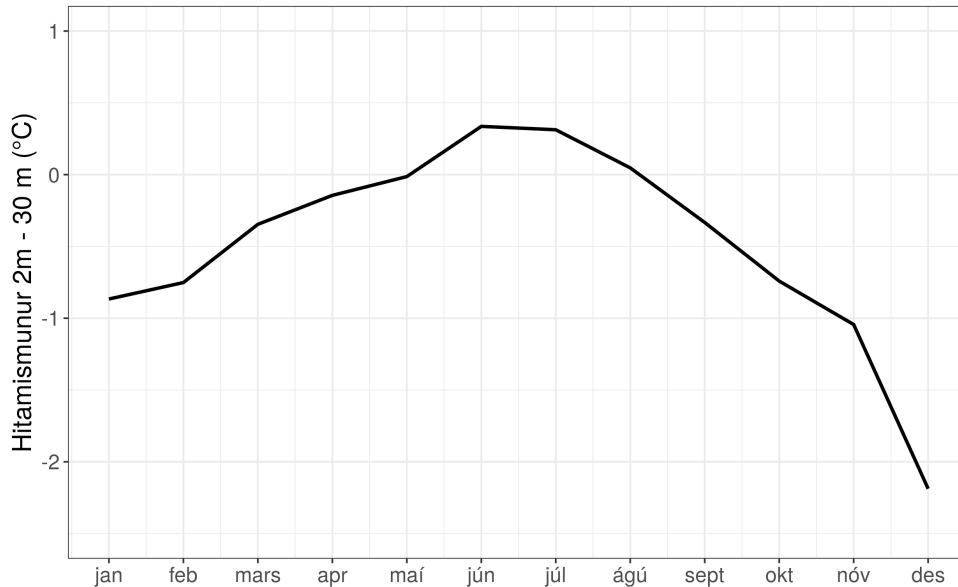
Mældur var hiti, raki og vindur á hvasr í fjórum hæðum, 2, 10, 20 og 30 m hæð yfir jörðu. Hér er gerður stuttur samanburður á þessum mælingum.

##### Hiti

Mynd 27 sýnir kassarit af klukkustundagildum hita í öllum mælihæðum sem og allar mælingar sem tilviljanakennt ský fyrir hverja hæð. Ekki var mikill munur á mið- og meðalgildum. Þó má sjá að meðalgildi í 2 m var aðeins meira undir miðgildinu en í öðrum hæðum. Það helgast af því að lægri útgildi mældust í 2 m hæð, en í þeirri hæð er hiti í meira sambandi við yfirborðshita, en hærra uppi. Ekki var heldur mikill munur á mið- og meðalgildum eftir hæð, en greinilegt er frá punktaskýi allra mælingar og útgildum að það dró úr hitaspönn með hæð.

Þegar skoðaður er eingöngu hitamunurinn á milli 2 m og 30 m, sjá mynd 28, sést að hann var að jafnaði neikvæður, þ.e. það var hlýrra í 30 m hæð, nema yfir sumarmánuðina, júní–ágúst, þegar sólarupphitun yfirborðsins vermdi neðstu loftlögin.

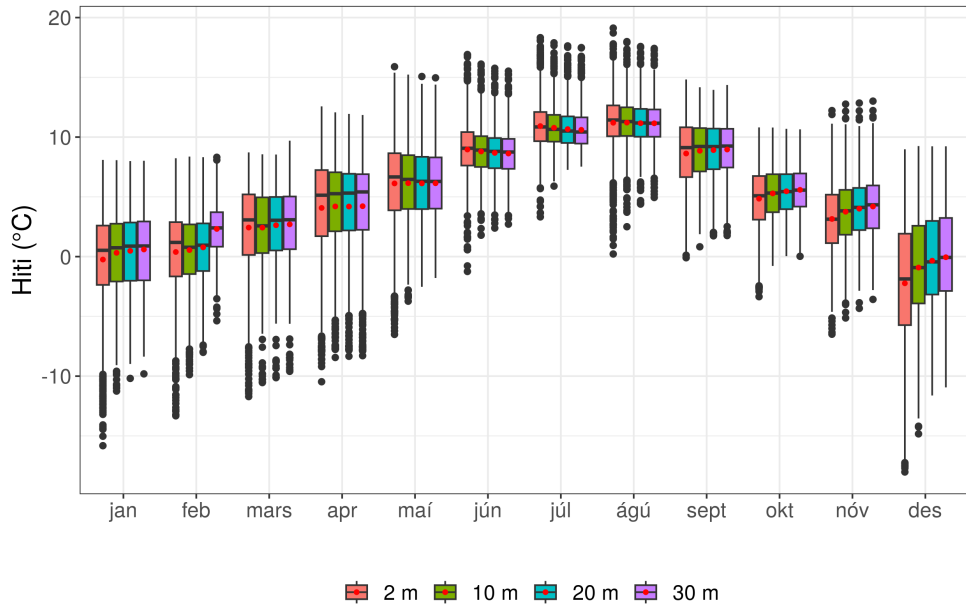
Nokkur munur var á árstíðasveiflu milli hæða, þ.e. þegar horft er til hvers almanaksmánaðar fyrir sig, sjá mynd 29. Í fyrsta lagi var lítill munur á mið- og meðalgildum hvers almanaksmánaðar og hæðar að undanskildum aprílmánuði en þá voru meðalgildin nokkuð lægri í öllum hæðum og miðgildin ofarlega í kössunum, þ.e. miðgildin voru dregin niður af köldum útgildum. Í öðru lagi var hitaspönnin minnst í júní og júlí en mest í desember. Í þriðja lagi má sjá að meðan kaldast var í 2 m hæð og hlýnaði með hæð frá hausti og fram eftir vetri, október–febrúar, þá snýst hitastigullinn við yfir vor- og sumarmánuðina og var þá hlýjast í 2 m hæð en svalast í 30



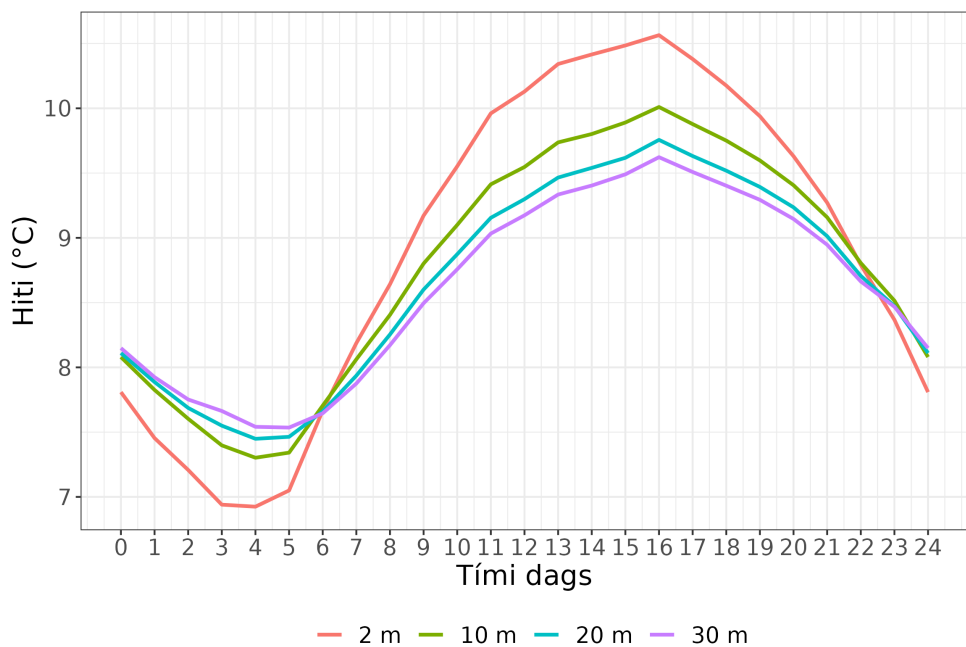
*Mynd 28. hvasr: Árstíðasveifla hitamunar (°C) í 2 m og 30 m hæð. Neikvæð gildi tákna að hlýrra var í 30 m en 2 m. Byggt á klukkustundagildum.*

m hæð. Þrátt fyrir að það hafi verið að jafnaði hlýrra í 2 m hæð en ofar yfir sumarmánuðina þá mældust einnig flest köld útgildi í 2 m. Þessi útgildi koma til vegna mikillar útgeislunar varma frá yfirborði á björtum sumarnóttum. Þá kólnar yfirborðið, sjá mynd 13, og í framhaldi af því lægstu loftlög. Hæstu gildin að sumri má rekja til sólarinngeislunar sem vermir yfirborðið, og svo lægstu loftlög, og veldur í framhaldi uppstreymi, þ.e. lóðréttri hreyfingu lofts. Uppstreymi veldur því kviku. Í fjórða lagi voru köldustu útgildin í neðri lögum yfir vetrarmánuðina. Þau eru, á sama hátt og lágur hiti í lægstu lögum að sumri, vegna útgeislunar frá yfirborðinu í vindstillum og björtu veðri. Að vetri til er sólgeislun of lítil til að verma yfirborðið með inngeislun og því er einungis útgeislun frá yfirborðinu, og þar með kólnun yfirborðs og lægstu loftlaga, ríkjandi í vindstillum og heiðríkju. Þá verður loftið kaldast neðst og hlýnar með hæð, og er því stöðugt og litlar sem engar lóðhreyfingar.

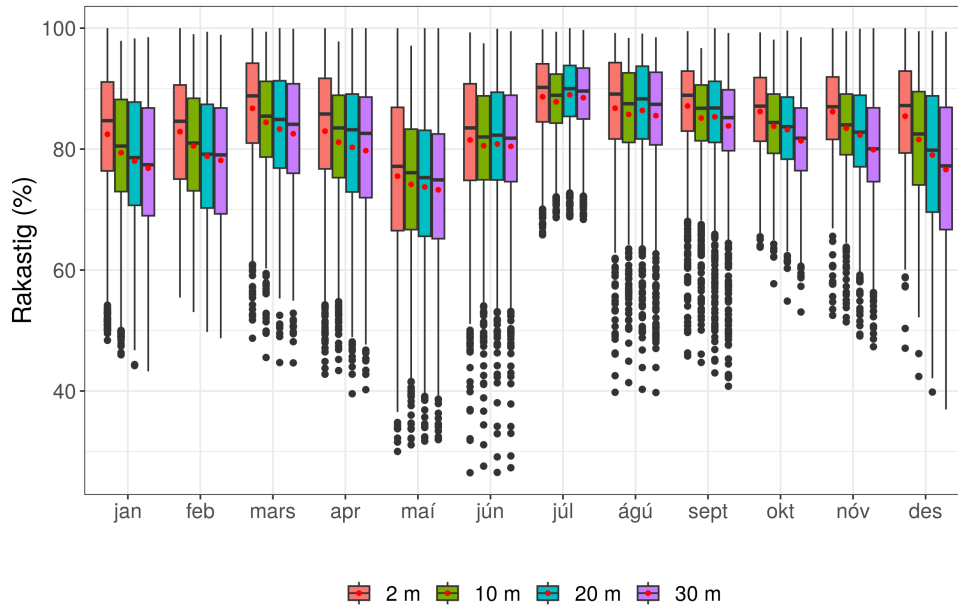
Mynd 30 sýnir dægursveiflu hita í öllum hæðum í júnímánuði. Mest var sveiflan í 2 m hæð þar sem var svalast kl. 3–4 og hlýjast kl. 16. Hitasveiflan var mun minni í öðrum hæðum og minnkaði með hæð.



Mynd 29. hvasr: Kassarit af árstíðasveiflu hita ( $^{\circ}\text{C}$ ), í öllum hæðum. Kassinn inniheldur 50% af mælingum, lárétta línan sýnir miðgildi og útgildi eru sýnd sem svartir punktar. Rauði punkturinn sýnir meðaltal. Byggt á klukkustundagildum.



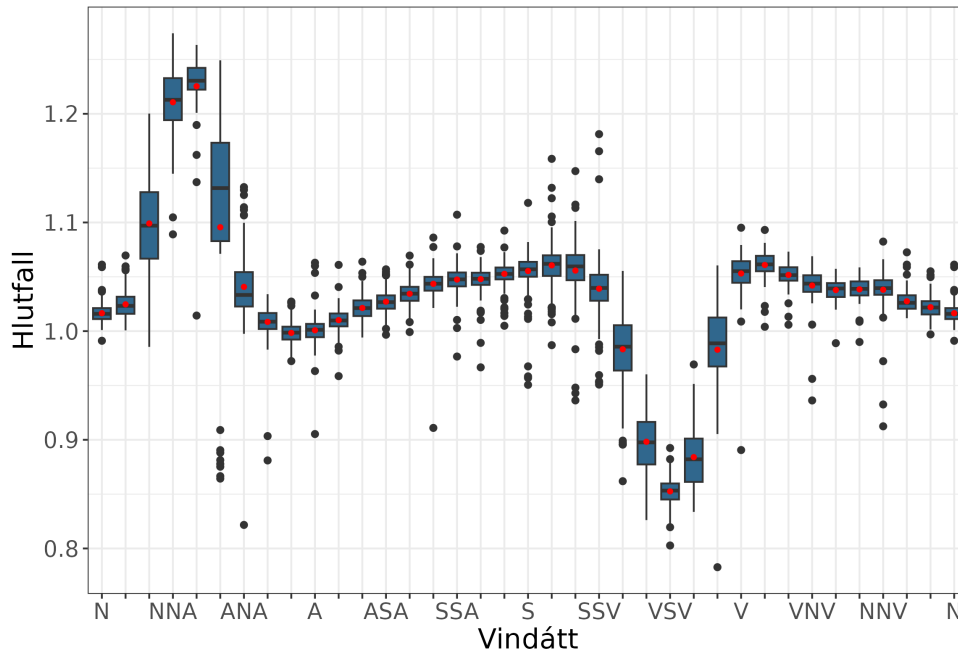
Mynd 30. hvasr: Dægursveifla hita ( $^{\circ}\text{C}$ ) í júní, í öllum hæðum. Byggt á klukkustundagildum.



Mynd 31. hvasr: Kassarit af árstíðasveiflu raka (%), í öllum hæðum. Kassinn inniheldur 50% af mælingum og lárétta línan sýnir miðgildi. Rauði punkturinn sýnir meðaltal og svartir punktar útgildi. Byggt á klukkustundagildum.

## Raki

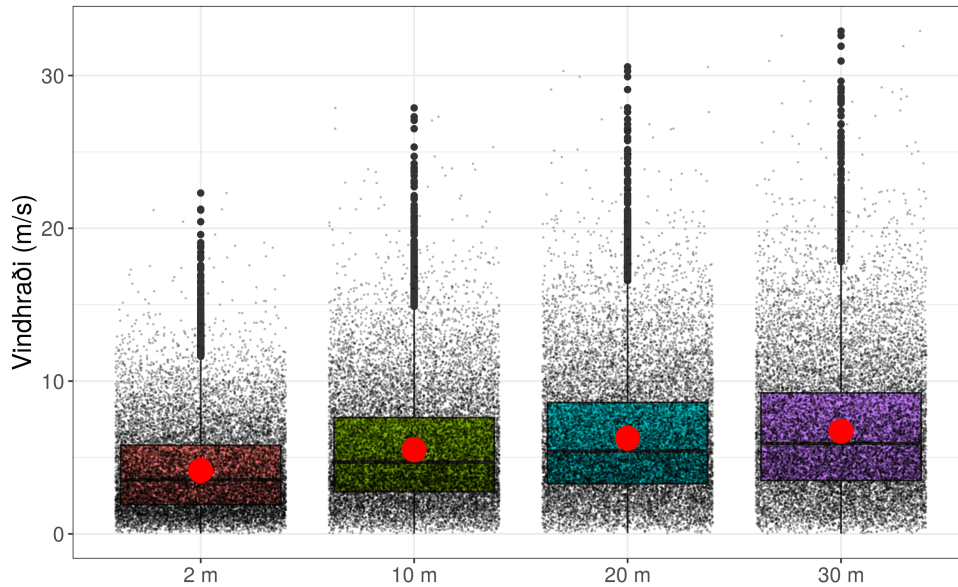
Rakastig gefur til kynna hve mikinn raka, þ.e. vatnsgufu, loftið inniheldur samanborið við mettað loft en hlýrra loft getur haldið meiri raka en kalt loft. Á veturna, frá september til apríl, lækkaði rakastig að jafnaði með hæð, bæði miðgildi og meðalgildi, sjá mynd 31. Árstíðasveifla hita (mynd 29) sýndi að hiti var að jafnaði lægstur í neðstu mæliflötum yfir vetrarmánuðina. Því getur sama vatnsgufuinnihald leitt til herra rakastigs í neðri lögum en efri þar sem hitinn var heldur hærri. Yfir sumarmánuðina, júní til ágúst, þegar hiti var að jafnaði hæstur neðst, var lítill munur á rakastigi með hæð. Lægst var rakastigið í öllum hæðum í maímánuði enda sólríkur, einkum maí 2022, og í samræmi við niðurstöður í 2 m hæð, sjá töflu 11. Lítil spönn var í rakamælingum í júlí, sennilega vegna þess að þá var oft þungbúið og þar af leiðandi loftið rakt.



Mynd 32. hvasr: Kassarit af klukkustundagildum vindhraðahlutfalls í 10 m hæð, Thies mælingar sem fall af mælingum með Young mæli fyrir vindhraða yfir  $5 \text{ m s}^{-1}$ . Kassinn inniheldur 50% af mælingum og lárétta línan sýnir miðgildi. Rauði punkturinn sýnir meðaltal.

## Vindur

Vindur var mældur í fjórum hæðum, í 2, 10, 20 og 30 m. Í öllum hæðum var Thies hljóðmælir og að auki var Young skrófuvindmælir í 10 m hæð. Thies-mælarnir voru allir staðsettir norðaustur af mastrinu, í um  $40^\circ$  réttvísandi, en Young mælirinn í suðvestri, í um  $220^\circ$ , sjá mynd 4. Afleiðingar þessa er að í suðvestanátt voru Thies-mælarnir að hluta til í hléi frá mastrinu, sem getur orsakað að vindhraði sem mælist er lægri en raunverulegur vindhraði en einnig að vindur kann að vera hviðukenndari vegna áhrifa mastursins á flæðið. Sömuleiðis er sennilegt að Young mælirinn hafi verið í trufluðu vindflæði í norðaustanáttum. Mynd 32 sýnir samanburð á vindhraða í 10 m hæð, Thies og Young mælum. Sýnt er hlutfall mælds vindhraða Thies mælisins af vindhraða Young mælis, fyrir vindhraða yfir  $5 \text{ m s}^{-1}$  á Young mælinum. Myndin sýnir skýrt að vindhraði mældist um 5% hærri á Thies mælinum í suðaustlægum til suðlægum áttum og einnig í vestlægum að norðlægum áttum, þ.e. í þeim vindáttum þar sem gera má ráð fyrir að áhrif mastursins á vindflæðið hafi verið svipað fyrir báða mæla. Í norðnorðaustlægum og norðaustlægum áttum mældist töluvert meiri vindhraði á Thies mælinum, eða allt að 20% meiri. Í suðvestlægum áttum var vindhraði aftur á móti lægri, um 85% af þeim vindhraða sem mældist á Young mælinum. Það er því ljóst að mastrið hafði áhrif á vindmælingar en einnig virðist almennt Thies mælirinn mæla meiri vind en Young mælirinn. Fyrir almenna úrvinnslu og samanburð á Thies mælum á milli hæða má sennilega horfa fram hjá þessum áhrifum. Fyrir ókyrrðareikninga skiptir þetta aftur á móti miklu máli þar sem þá er horft til hátíðni breytinga á vindi. Því var ekki hægt að gera kvikuútreikningar fyrir þann vindgeira þar sem mastrið truflaði mælingar, þ.e. fyrir  $190\text{--}260^\circ$  geirann.



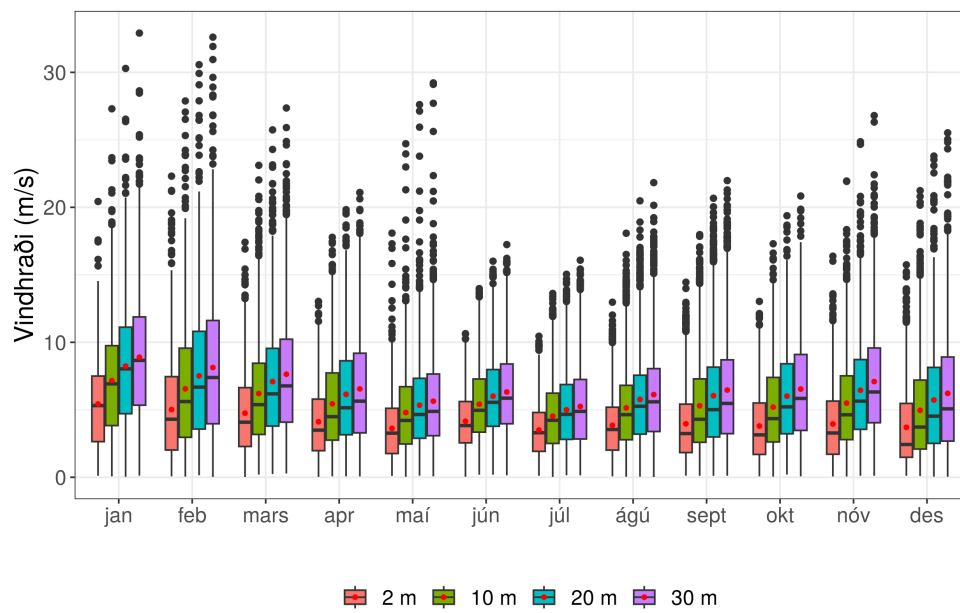
Mynd 33. hvasr: Kassarit af klukkustundagildum vindhraða ( $m s^{-1}$ ) í öllum hæðum. Kassinn inniheldur 50% af mælingum og lárétta línan sýnir miðgildi. Rauði punkturinn sýnir meðaltal. Einnig eru allar mælingar sýndar sem tilviljanakennt ský fyrir hverja hæð

Mynd 33 sýnir kassarit af klukkustundagildum vindhraða úr Thies hljóðmælum í öllum mæli-hæðum sem og öll klukkustundagildi sem tilviljanakennt ský fyrir hverja hæð. Í öllum tilvikum var meðalgildi aðeins hærra en miðgildi, enda er vindhraði takmarkaður að neðan en ekki of-an. Vindhraði er því ekki normaldreifður heldur hefur Weibull dreifingu, með löngum hala til hægri. Vindhraði jókst með hæð og einnig útgildi. Kassinn sem inniheldur 50% af mælingunum stækkar einnig örlítið fyrir aukna hæð.

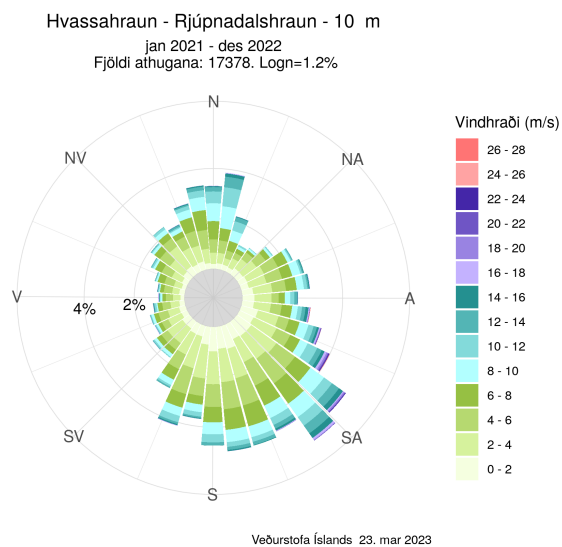
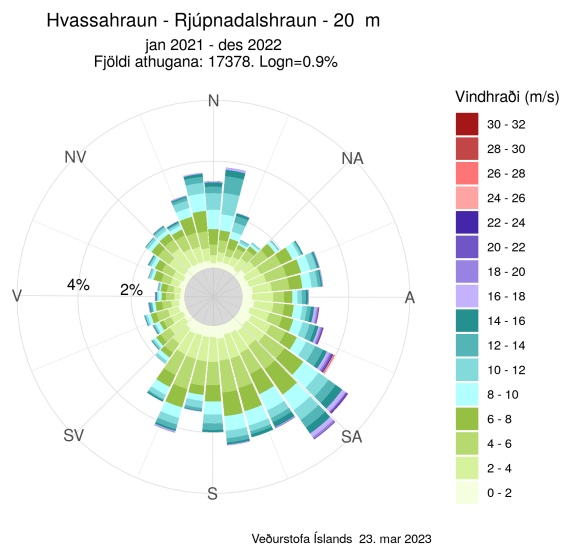
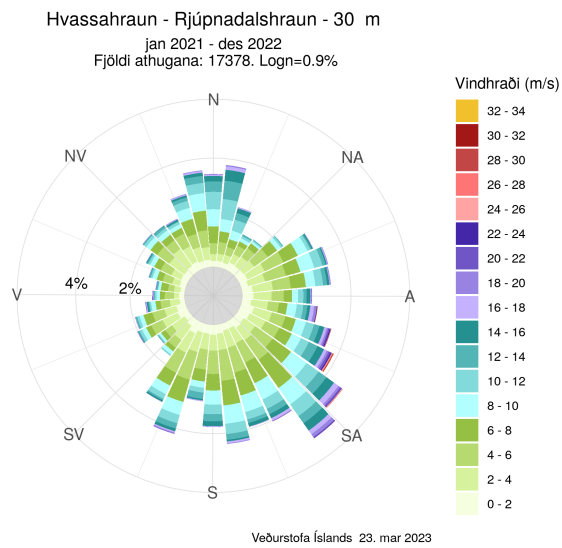
Vindhraði í öllum hæðum var að jafnaði mestur í janúar og febrúar en þá var líka mest hækkun með hæð, sem og að jafnaði hæstu útgildin, mynd 34. Vindhraði var lægstur í júlí og minnstur munur með hæð. Þá voru öll gildi vel undir  $20 m s^{-1}$ , en í janúar og febrúar mældust gildi yfir  $30 m s^{-1}$  í bæði 20 og 30 m hæð. Áberandi er að útgildi voru mun lægri í aprílmánuði en í mars og maí.

Yfirborðið hefur mest að segja fyrir vind næst jörðu og fara áhrifin minnkandi með hæð. Þetta hefur áhrif á bæði vindhraða og vindátt, vindhraði eykst með hæð og vindáttir kunna að breytast. Vindrósir úr 10, 20 og 30 m hæð á hvasr sýna aukinn vindhraða með hæð en að lítil breyting varð á vindáttatíðni með hæð, sjá mynd 35.

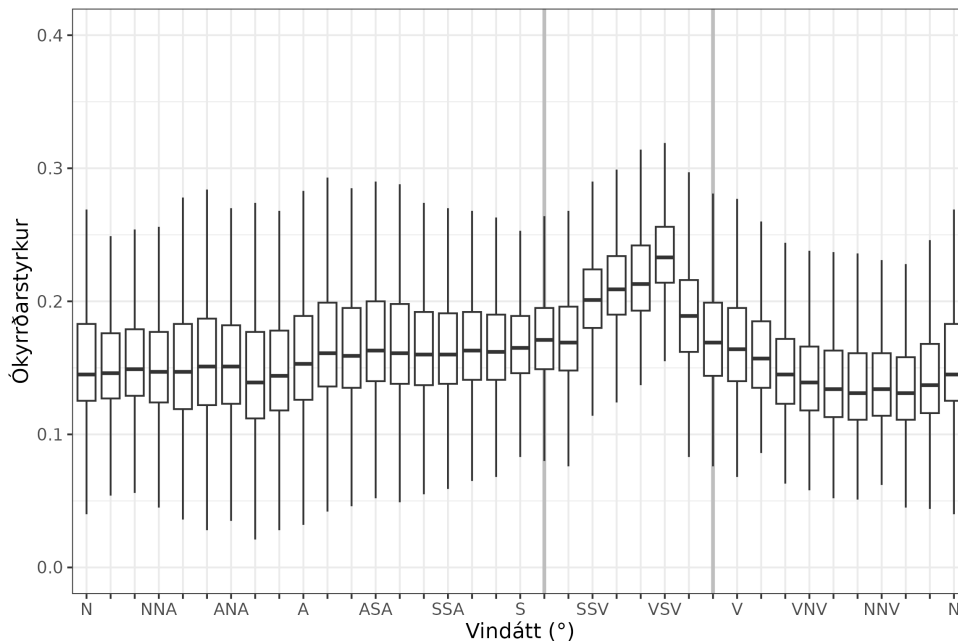




Mynd 34. hvasr: Kassarit af árstíðasveiflu vindhraða ( $m s^{-1}$ ), í öllum hæðum. Kassinn inniheldur 50% af mælingum og lárétta línan sýnir miðgildi. Rauði punkturinn sýnir meðaltal og svartir punktar útgildi. Byggt á klukkustundagildum.



Mynd 35. hvasr: Vindrósir fyrir mælingar í þremur hæðum, 10, 20 og 30 m hæð, byggt á klukkustundagildum.



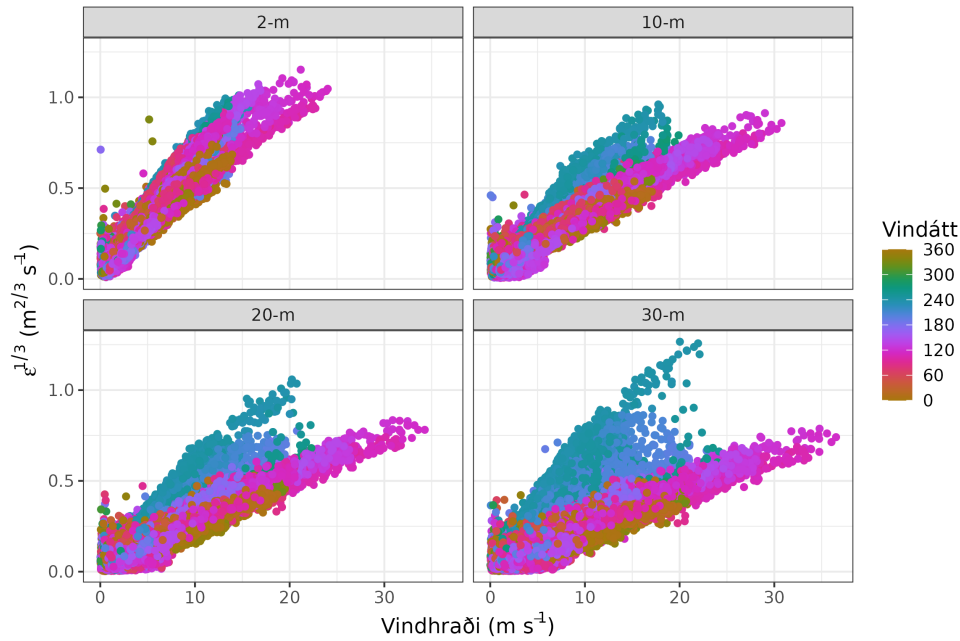
Mynd 36. Hvasr: Kassarit af ókyrrðarstyrk í 30 m hæð fyrir vindhraða yfir  $5 \text{ m s}^{-1}$ , byggt á 10 mínútna gögnum. Kassinn inniheldur 50% af mælingum og lárétta línan sýnir miðgildi. Gráu línurnar sýna afmörkun vindáttargeirans þar sem mastrið truflaði mælingar, 190–260°.

## 4.12 Sveipeyðingarákefð (EDR)

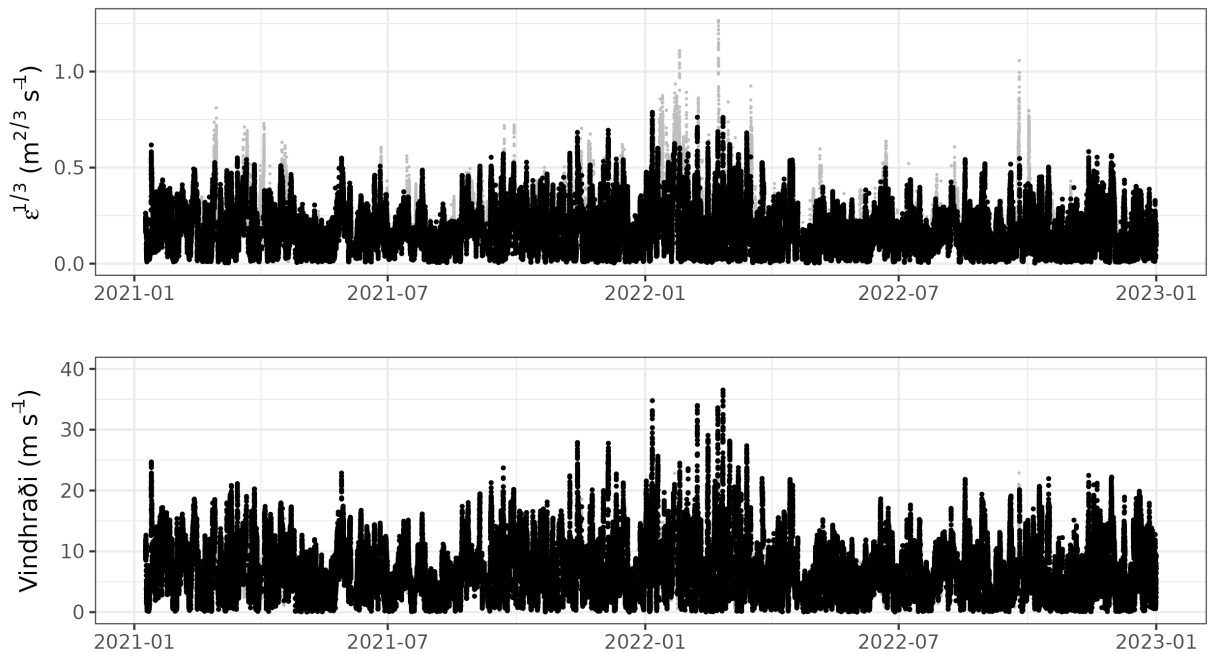
Sveipeyðingarákefð (EDR) og ókyrrðarstyrkur (TI) voru reiknuð fyrir allar mælingar í 30 m mastrinu, í öllum hæðum, sjá kafla 3.3 fyrir skilgreiningar og umfjöllun. Notast var við 10 mínútna tímaglugga, en samanburður á gildum fyrir 1, 2, 10 og 30 mínútna glugga sýndi að stærð gluggans hafði lítil áhrif á niðurstöður. Að auki á sá gluggi vel við þegar unnið er með vind þar sem vindhraði er að jafnaði skilgreindur sem 10 mínútna meðalvindhraði, sjá kafla 2.2. Reiknað var hámarks EDR og meðal EDR en lítill munur er á þessum tveimur stærðum þar sem fá gildi eru innan tregðusviðs orkurófsins. Mynd 36 sýnir kassarit af ókyrrðarstyrk í 30 m hæð sem fall af vindátt, fyrir vindhraða yfir  $5 \text{ m s}^{-1}$ . Að meðaltali er ókyrrðarstyrkurinn 0.16. Ókyrrðarstyrkurinn er þó nokkuð hærri í suðvestanátt, í geiranum 190–260°. Eins og kom fram í köflum 2.2 og 4.11 þá voru Thies hljóðmælarnir staðsettir norðaustanmegin á 30 m mastrinu, í 40°. Í suðvestanátt voru þeir því hlémegiin við mastrið og mastrið truflaði þá mælingar. Truflunina er að finna í öllum þáttum vindsins (ekki sýnt).

Mynd 37 sýnir EDR útreiknað í öllum hæðum sem fall af vindhraða, litað eftir vindátt. Skýrt sést að suðvestanáttin hagaði sér öðruvísi en aðrar vindáttir, þ.e. EDR er mun herra fyrir lægri vindhraða. Þetta verður skýrara með hæð, því meðan áhrif yfirborðsins á EDR eru ríkjandi í 2 m hæð þá fara þau hratt minnkandi með hæð og truflun vegna mastursins sjálfs verður ríkjandi.

Tímaröð mælinga sýnir einnig vel hvernig EDR er í ágætu samræmi við vindhraða, nema í suðvestanátt (sjá mynd 38) þar sem EDR gildi innan vindáttageirans 190–260° eru grálituð. Suðvestanátt ber að jafnaði óstöðugt loft að suðvestanverðu landinu, einkum að vetri til og vori. Einkennist veðrið þá oft af dimmum skúrum eða éljum og kallast útsynningur. Við slíkar aðstæð-

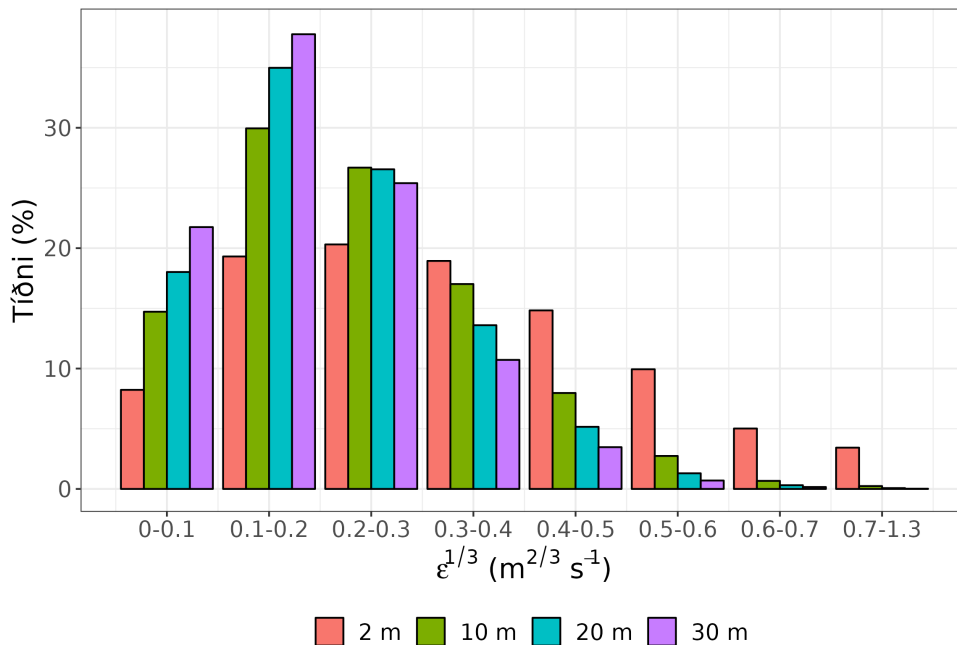


Mynd 37. hvasr: Skotrit af EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ) í öllum hæðum sem fall af vindhraða og litað eftir vindátt, 10 mínútna gögn.



Mynd 38. hvasr: Tímaröð EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ) og vindhraða ( $m s^{-1}$ ) í 30 m hæð. Gildi innan vindáttargeirans 190–260° eru grálituð, 10 mínútna gögn.

ur má því búast við ókyrrð. Mælingarnar sýna þó EDR gildi sem eru mun hærri en gera má ráð fyrir vegna veðurastæðna. Það er þó ljóst að staðsetning Thies mælanna norðaustur af mastrinu magnaði upp þá ókyrrð sem búast má við í útsýningu. Fyrir útreikninga á flughamlandi veðri



Mynd 39. hvasr: Tíðni EDR (%) í öllum m hæð, 10 mínútna gögn. Gildi innan vindáttargeirans 190–260° eru undanskilin.

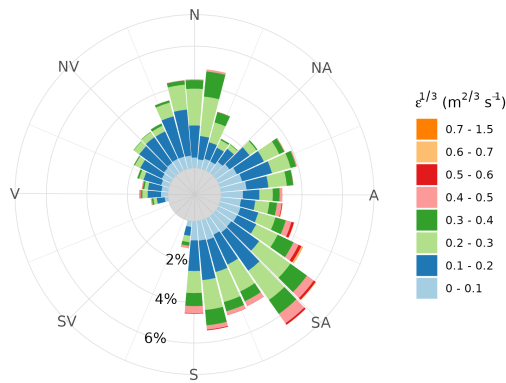
er þessum vindáttageira sleppt þar sem ekki er hægt að skilja að EDR vegna ókyrrðar í lofti og þeirrar sem að bætist við vegna truflunar af mastrinu.

Mynd 39 sýnir tíðni EDR í öllum hæðum, þegar vindáttargeirinn 190–260° er undanskilin. Hér sést vel hvernig EDR í 2 m hæð hagaði sér öðruvísi en í 10–30 m hæð. Vindur í 2 m hæð er undir miklum áhrifum af yfirborðinu og var tíðni EDR yfir 0.4 m<sup>2/3</sup> s<sup>-1</sup> rúmlega 30%. Frá 10 m hæð var tíðni EDR mest á bilinu 0.1–0.2 m<sup>2/3</sup> s<sup>-1</sup>. Þegar horft er til hærri EDR gilda var tíðnin lág, t.d. var tíðni EDR yfir 0.4 m<sup>2/3</sup> s<sup>-1</sup> á bilinu 4.4–11.6% , hæst í 10 m og lægst í 30 m hæð, sjá töflu 17.

Tafla 17. Tíðni EDR (%) yfir EDR-mörkum (m<sup>2/3</sup> s<sup>-1</sup>) í 2–30 m hæð, 10 mínútna gögn. Gildi innan vindáttargeirans 190–260° eru undanskilin.

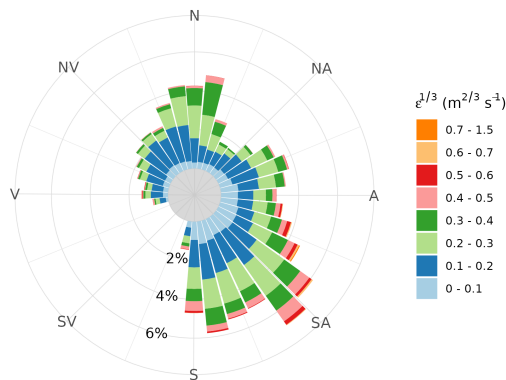
EDR-mörk	2 m	10 m	20 m	30 m
0.7	3.4	0.2	0.1	0.0
0.6	8.5	0.9	0.4	0.2
0.5	18.4	3.7	1.7	0.9
0.4	33.2	11.6	6.8	4.4
0.3	52.2	28.6	20.4	15.1
0.2	72.5	55.3	47.0	40.5
0.1	91.8	85.3	82.0	78.3
0.0	100.0	100.0	100.0	100.0

Hvassahraun - Rjúpnadalshraun - 30 m  
 jan 2021 - des 2022  
 Fjöldi athugana: 81913. lóulaust=18.9%



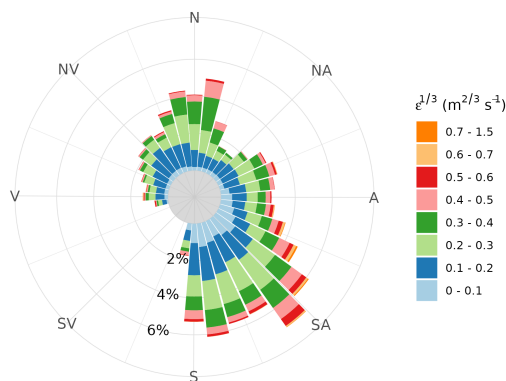
Veðurstofa Íslands 17. okt 2023

Hvassahraun - Rjúpnadalshraun - 20 m  
 jan 2021 - des 2022  
 Fjöldi athugana: 81953. lóulaust=15.6%



Veðurstofa Íslands 17. okt 2023

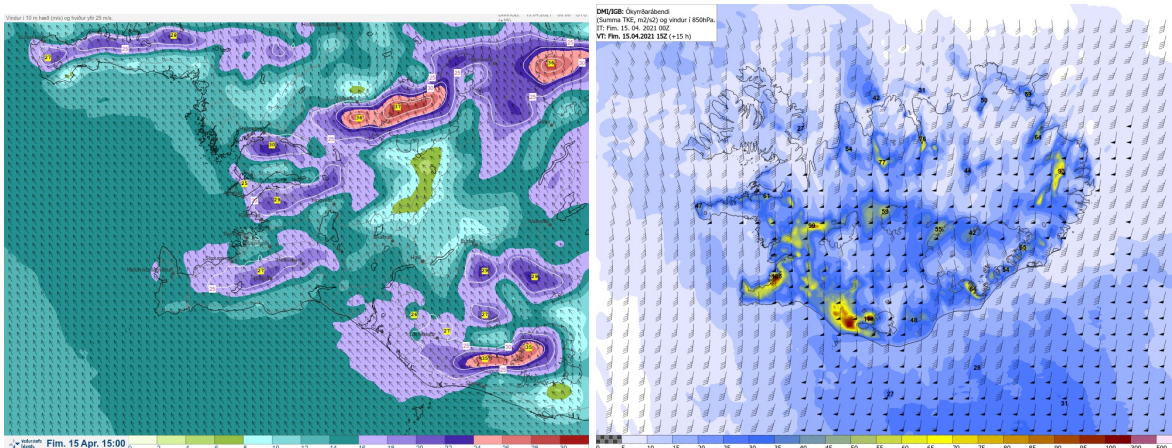
Hvassahraun - Rjúpnadalshraun - 10 m  
 jan 2021 - des 2022  
 Fjöldi athugana: 82559. lóulaust=12.6%



Veðurstofa Íslands 17. okt 2023

Mynd 40. hvasr: EDR-rósir fyrir mælingar í þremur hæðum, 10, 20 og 30 m hæð, byggt á 10 mínútnagildum. Gildi innan vindáttargeirans 190–260° eru undanskilin.

Ef undanskilin er suðvestanáttin sést að EDR var að jafnaði mest í suðaustanáttum, enda eru það að jafnaði hvössustu vindáttirnar. Lægst var EDR í vestan- til norðvestanáttum (275–335°) og norðnorðaustanáttum (15–45°), sjá mynd 40.



Mynd 41. Veðurspá í gildi kl. 15 fimmtudaginn 15. apríl 2021. Til vinstri vindaspá ( $m s^{-1}$ ) í 10 m hæð fyrir suðvesturland og til hægri kvikuhreyfiorka (TKE,  $m^2 s^{-2}$ ) í 850 hPa hæð (u.þ.b. 1500 m) yfir öllu landinu. Upphafstími 15. apríl 2021 kl. 00, 15 tíma spá, IGB-spásvæðið reiknað með HARMONIE-AROME líkaninu.

### Sveipeyðingarákefð fyrir nokkra veðuratburði

Til að skilja betur útreikninga á EDR úr mastrinu er ágætt að skoða nokkra veðuratburði. Veðrin sem hér urðu fyrir valinu eru ekki endilega óvenjuleg veður heldur er frekar um nokkuð algengt veðurlag að ræða:

**Suðaustanhvassviðri:** 15. apríl 2021

**Vaxandi suðaustanátt:** 25. maí 2021

**Útsynningur (fremur hvöss suðvestanátt):** 14. nóvember 2021

**Norðanhvassviðri:** 9. október 2022

**Stigmagnandi austanátt:** 13. nóvember 2022

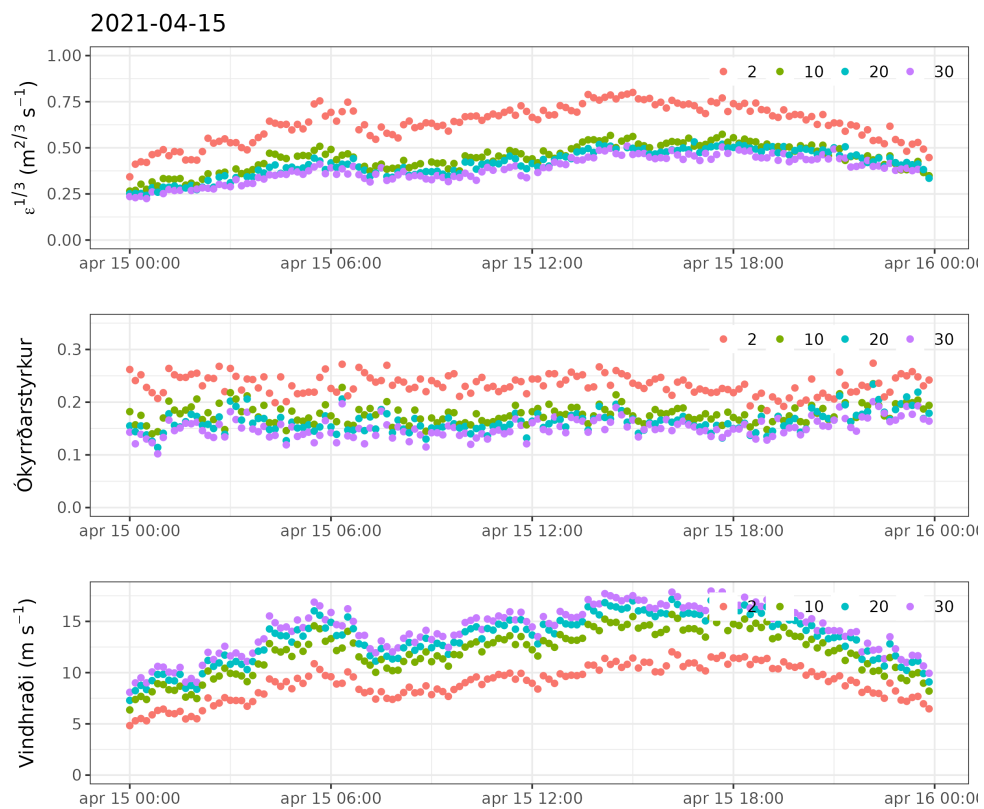
### Suðaustanhvassviðri 15. apríl 2021

Fimmtudaginn 15. apríl 2021 nálgudust hitaskil landið sunnanvert með vaxandi suðvestanátt, um  $15 m s^{-1}$  síðdegis í Hvassahrauni. Mynd 41 sýnir spákort fyrir vind í 10 m hæð og kvikuhreyfiorku í u.þ.b. 1500 m hæð, í gildi kl. 15. Yfir miklum hluta Reykjanesskagans var gert ráð fyrir vindhraða yfir  $16 m s^{-1}$  og töluverðri kvikuhreyfiorku hlémegin fjallgarðsins, sem bendir til ókyrrðar.

Vindhraðamælingar í mastrinu auk útreikninga á EDR og ókyrrðarstyrk eru sýnd á mynd 42. Myndin sýnir gögn í öllum fjórum hæðum á 10 mínútna fresti. Vindhraði var töluvert lægri í 2 m hæð en ofar, en vegna nálægðar við yfirborðið var bæði EDR og ókyrrðarstyrkurinn hæstur þar. EDR var með tvö hámrök um kl. 06 að morgni og svo síðdegis, kl. 14–18. Þessi hámrök eru í samræmi við vindhraða. Ókyrrðarstyrkurinn var aftur á móti fremur jafn mikinn hluta dagsins.

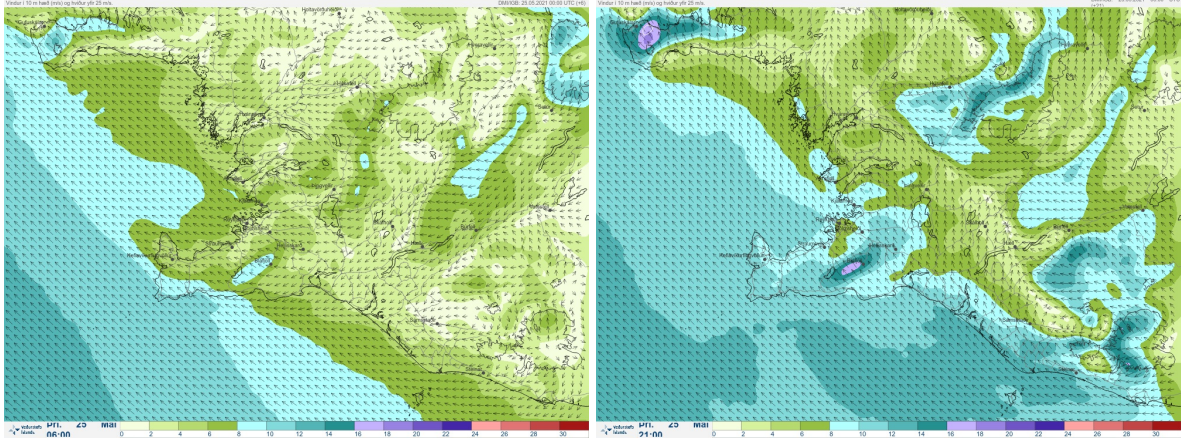
### Vaxandi suðaustanátt 25. maí 2021

Þriðjudaginn 25. maí 2021 var vaxandi suðaustanátt á Reykjanesskaga vegna lægðar sem hreyfð-



Mynd 42. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 15. apríl 2021 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn.





Mynd 43. Vindaspá ( $m s^{-1}$ ) í gildi kl. 06 (vinstri) og 21 (hægri) þriðjudaginn 25. maí 2021. Upphafstími 25. maí 2021 kl. 00, 6 og 21 tíma spá, IGB-spásvæðið reiknað með HARMONIE-AROME líkaninu.

ist hægt norður Grænlandshaf. Snemma morguns var vindhraði undir  $5 m s^{-1}$  en í lok dags um  $10 m s^{-1}$ . Mynd 43 sýnir vindaspá í gildi kl. 06 um morguninn og kl. 21 um kvöldið.

Mynd 44 sýnir að vindhraði jókst hægt og rólega yfir daginn í mastrinu, í upphafi voru allar mælingar undir  $5 m s^{-1}$ , en í lok dags var vindhraði frá 10 m hæð yfir  $10 m s^{-1}$ . EDR jókst nokkurn veginn í takt við vindhraða meðan ókyrrðarstyrkurinn, sem er hlutfall staðalfráviks vindhraða af meðalvindhraða, hélst nokkuð svipað allan daginn.

#### Útsynningur 14. nóvember 2021

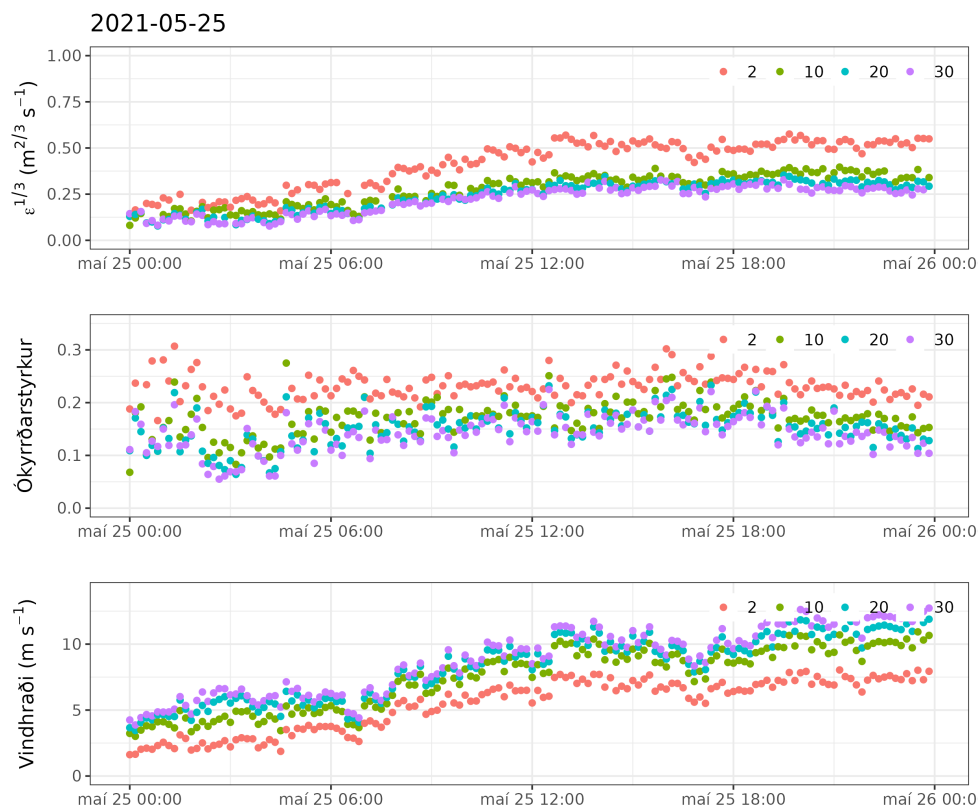
Sunnudaginn 14. nóvember 2021 var lægð á Grænlandshafi. Undir morgun fóru veðraskil yfir suðvestanvert landið og í framhaldi var nokkuð stíf suðvestanátt með skúrum og slydduéljum, gjarnan nefnt útsynningur. Vindaspá og spá um kvikuhreyfiorku kl. 18 má sjá á mynd 45. Kvikuhreyfiorkan sýnir óreglulegt munstur sem er tengt skúra- og éljaklökkum. Einkenni útsynningu eru dimmir skúrir og/eða él sem fylgja sviptivindar en á milli getur birt vel til.

Aðfararnótt 14. nóvember var fremur hvöss suðsuðaustanátt á svæðinu en undir morgun lægði nokkuð þegar skilin gengur yfir, sjá mynd 46. Í eftirmiðdaginn jókst vindur svolítið. Vindátt í Hvassahrauni var suðlæg, fremur en suðvestlæg, og flestar mælingar því nýtanlegar til EDR reikninga. EDR hélst nokkuð hátt allan daginn. Mikill munur var á EDR í 2 m hæð og ofar um morguninn, vegna vindsniðs við jörðu, og töluverður munur á vindhraða. Síðdegis, í útsynningunum, var loftið óstöðugt og minni munur á vindhraða með hæð sem og á EDR og ókyrrðarstyrk.

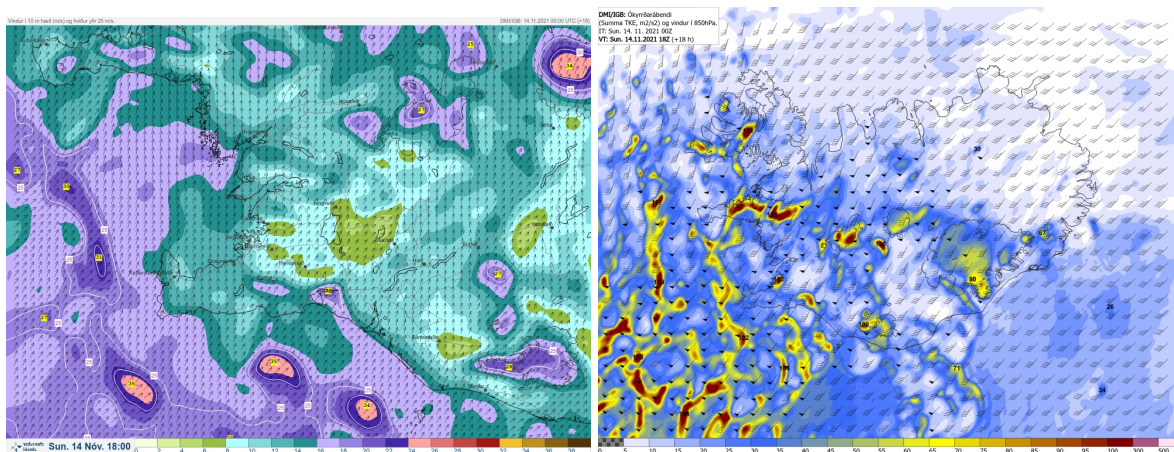
#### Norðanhvassviðri 9. október 2022

Sunnudaginn 9. október 2022 fór lægð norður með austurströnd Íslands. Um nóttina og snemma morguns var hæg breytileg og svo norðlæg átt á vestanverðu landinu en síðar norðan hvassviðri, sjá mynd 47.

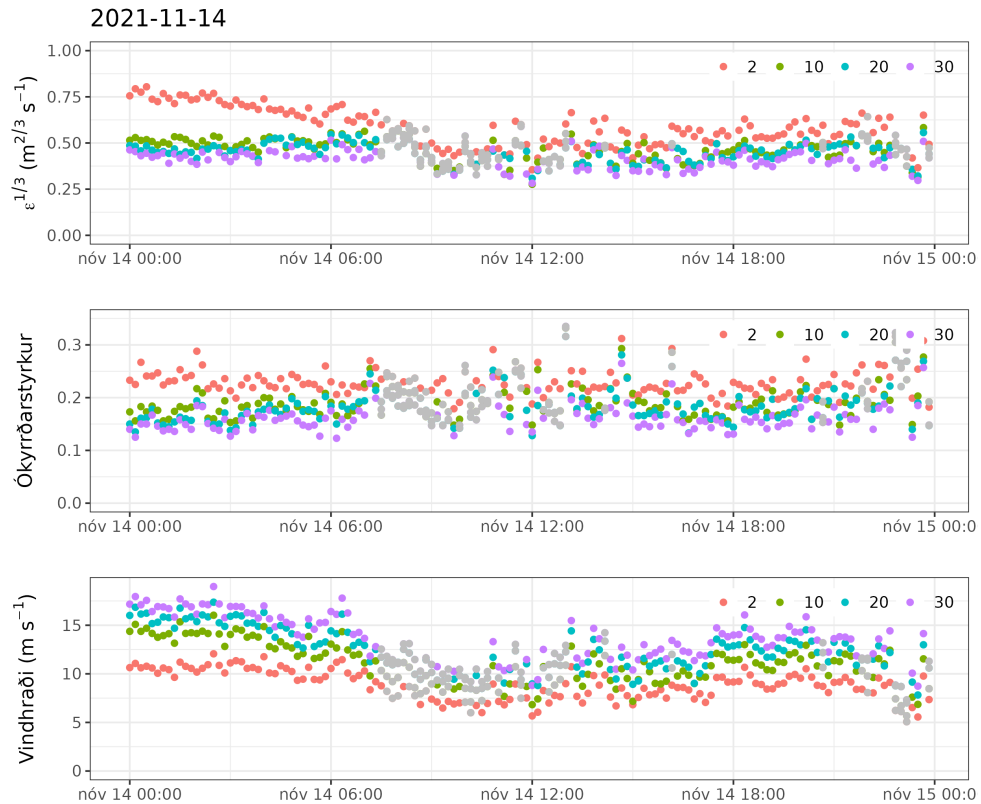
Í Hvassahrauni var hægviðri fram eftir nóttu en um kl. 06 tók að hvessa og frá kl. 09 og fram að kl. 18 var hvassviðri á svæðinu, sjá mynd 48. EDR jókst að sama skapi en tók að lækka frá



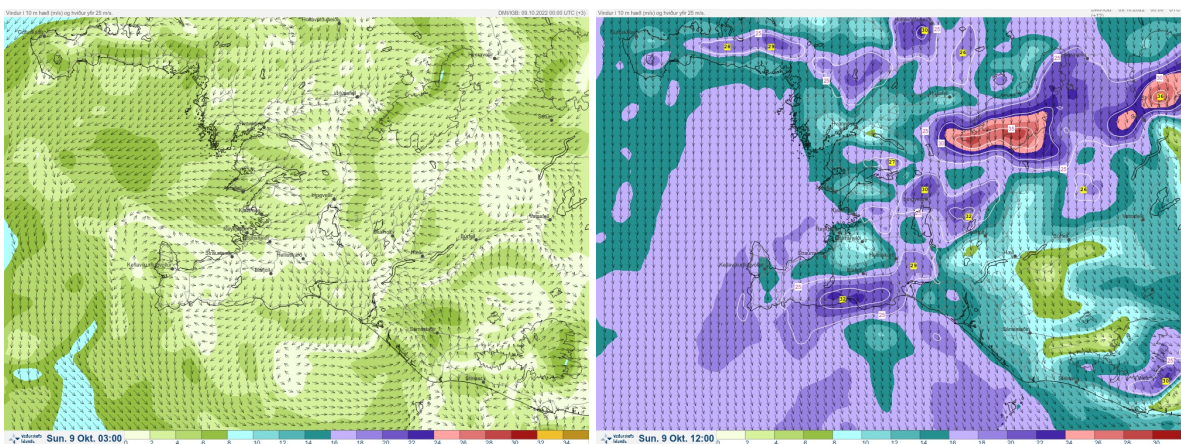
Mynd 44. hvasr: EDR ( $\text{m}^{2/3} \text{s}^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $\text{m s}^{-1}$ ), þann 25. maí 2021 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn.



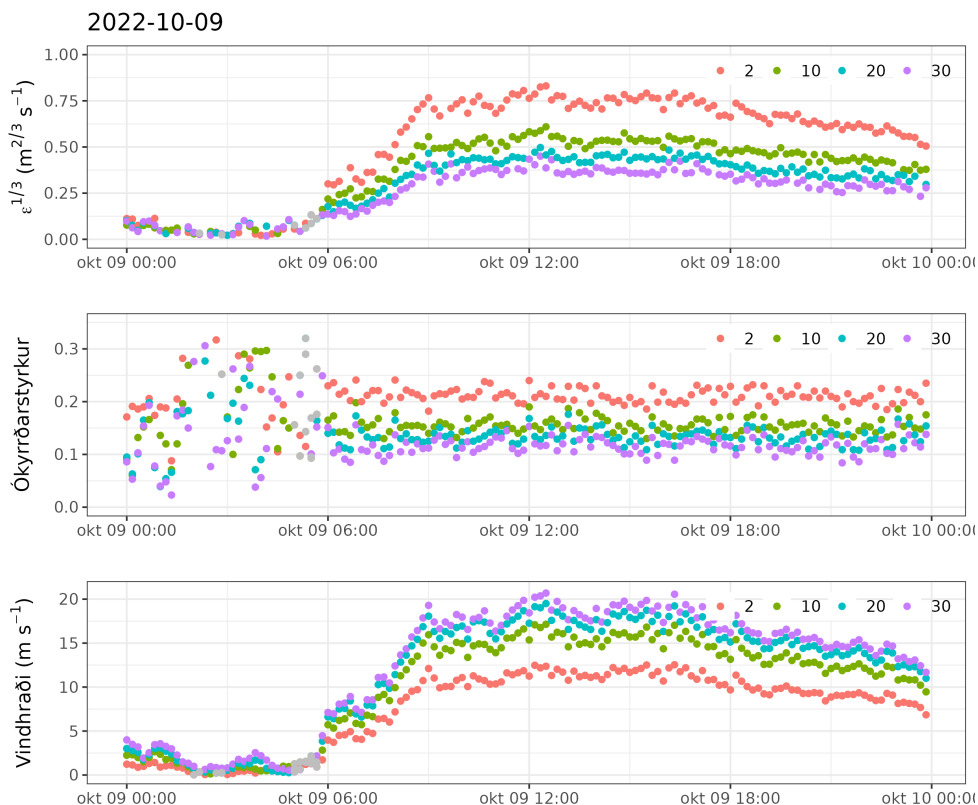
Mynd 45. Til vinstri vindspá ( $\text{m s}^{-1}$ ) fyrir suðvestanvert landið og til hægri spá um kvikuhreyfiorku (TKE,  $\text{m}^2 \text{s}^{-2}$ ) í 850 hPa hæð (u.þ.b. 1500 m) yfir öllu landinu. Spáin var í gildi kl. 18 sunnudaginn 14. nóvember 2021. Upphafstími 14. nóvember 2021 kl. 00, 18 tíma spá, IGB-spásvæðið reiknað með HARMONIE-AROME líkaninu.



Mynd 46. hvasr:  $EDR$  ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 11. nóvember 2021 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óáreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



Mynd 47. Vindaspá ( $m s^{-1}$ ) í gildi kl. 03 (vinstri) og 12 (hægri) sunnudaginn 9. október 2022. Upphafstími 9. október 2022 kl. 00, 3 og 12 tíma spá, IGB-spásvæðið reiknað með HARMONIE-AROME líkaninu.



Mynd 48. Hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 9. október 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.

kl. 18. Töluvert meira EDR var í 2 m en ofar þars sem mikill vindsniði var í neðstu lögum, ólíkt aðstæðum í útsýningnum 14. nóvember 2021.

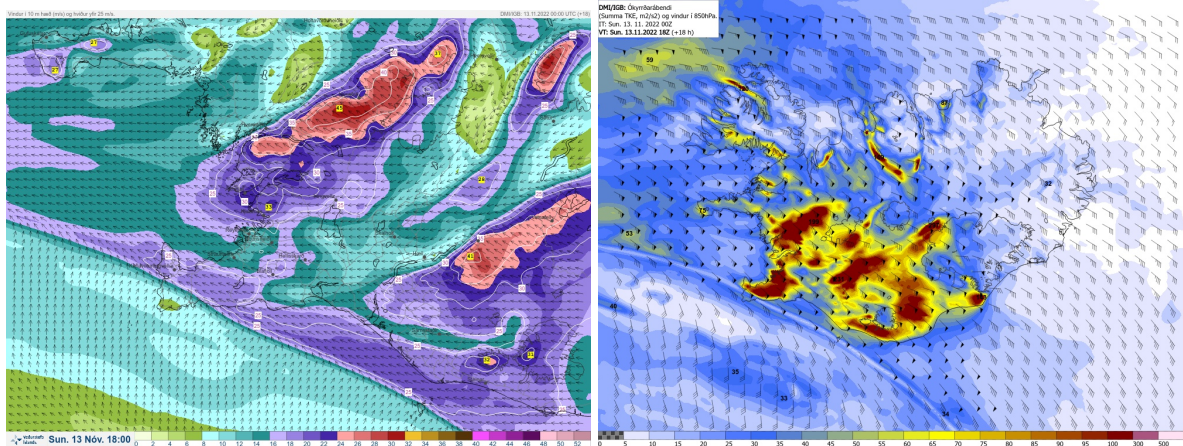
### Stigmagnandi austanátt 13. nóvember 2022

Sunnudaginn 13. nóvember 2022 var víðáttumikil lægð skammt suðaustur af Hvarfi sem olli vaxandi austanátt yfir landinu. Skil lægðarinnar fóru yfir landið upp úr kl. 18 og þá lægði hratt, sjá mynd 49.

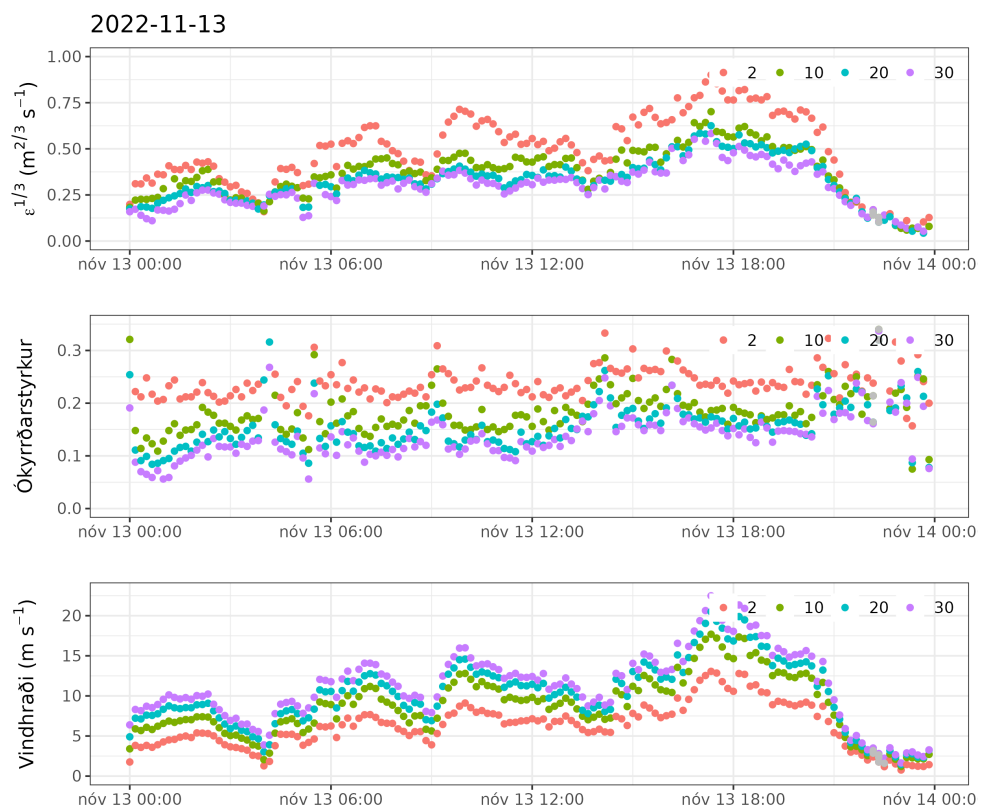
Í Hvassahrauni fór vindur stigvaxandi, með fjórum staðbundnum hámrörkum, fyrst kl. 02, svo kl. 07, því næst kl. 10 og að lokum rétt fyrir kl. 18, sjá mynd 50. Skilin gengur yfir kl. 20:30 vindur snérist til suðaustlægrar áttar og það lægði hratt. EDR í 2 m hæð jókst á svipaðan hátt og vindhraði en í efri hæðum er tröppugangurinn ekki jafn skýr. EDR var í hámarki í öllum hæðum um kl. 18 þegar vindröst í tengslum við veðraskilin fór yfir svæðið.

### EDR á stærra svæði yfir Hvassahrauni

Til að reyna að meta EDR á stærra svæði yfir Hvassahrauni voru flogin rannsóknflug (Gylfi Árnason ofl., 2024). Myndir sem sýna vindhraða, ókyrrðarstyrk og EDR í mastrinu þá daga er að finna í viðauka II.



Mynd 49. Til vinstri vindaspá ( $m s^{-1}$ ) fyrir suðvestanvert landið og til hægri spá um kvikuhreyfiorku (TKE,  $m^2 s^{-2}$ ) í 850 hPa hæð (u.þ.b. 1500 m) yfir öllu landinu. Spáin var í gildi kl. 18 sunnudaginn 13. nóvember 2022. Upphafstími 13. nóvember 2022 kl. 00, 18 tíma spá, IGB-spásvæðið reiknað með HARMONIE-AROME líkaninu.



Mynd 50. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 13. nóvember 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óáreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.

### 4.13 Flughamlandi veður - nothæfisstuðlar

Þær takmarkanir sem voru nýttar við mat á fræðilegum nothæfistuðlum í Hvassahrauni er að finna í kafla 3.4.

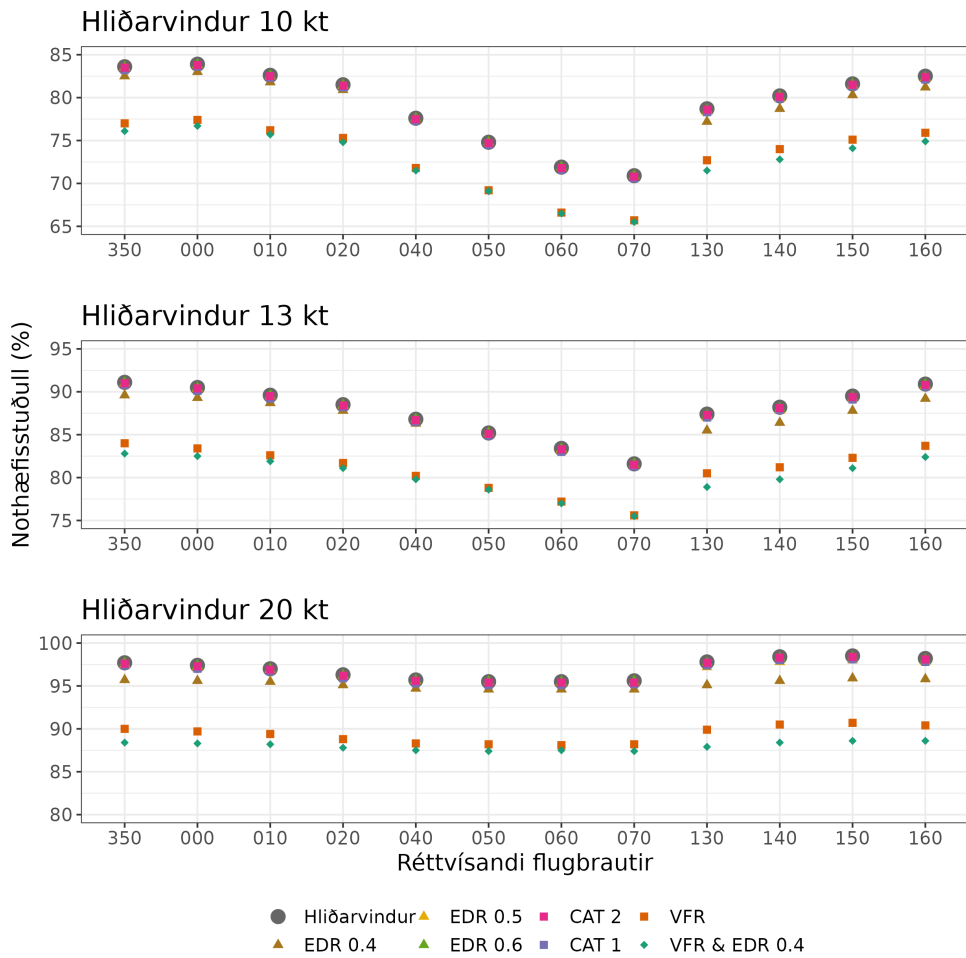
Á Íslandi er hliðarvindur sá veðurþáttur sem hefur að jafnaði mest áhrif á notagildi flugbrauta. Á mynd 51 eru sýndir reiknaðir nothæfisstuðlar á hvasr fyrir þrjú hliðarvindsviðmið, hliðarvinds- & EDR-viðmið og hliðarvinds- & skyggnis- og skýjahæðarviðmið, miðað við eina flugbraut. Einnig eru sýndar niðurstöður fyrir hliðarvindsviðmið og mest takmarkandi skyggnis- og skýjahæðarviðmiðið (VFR) og mest takmarkandi EDR viðmiðið (EDR 0.4) Á mynd 52 eru tilsvareandi niðurstöður sýndar fyrir tvær og þrjár flugbrautir. Sömu upplýsingar má finna í töflum 19–23 í viðauka III.

Fræðilegir nothæfisstuðlar með tilliti til eingöngu hliðarvinds á hvasr, miðað við á eina flugbraut og tímabil mælinga 2021–2022, voru á bilinu 70.9–83.9% fyrir 10 kt hliðarvindsviðmið, 81.6–91.1% fyrir 13 kt og 95.5–98.5% fyrir 20 kt. Réttvísandi suður/norður flugbraut var með hæsta nothæfisstuðulinn fyrir 10 og 13 kt hliðarvindsviðmið en suðaustur/norðvestur fyrir 20 kt. Lægstur var nothæfisstuðullinn að jafnaði fyrir vestsuðvestur/austnorðaustur flugbrautir. EDR-viðmiðin lækkuðu nothæfisstuðlana fyrir viðmiðið  $0.4 \text{ m}^{2/3} \text{ s}^{-1}$  en lítið fyrir hærri viðmiðin, enda voru hæstu EDR gildin jafnan þegar vindhraði var sem mestur og þar af leiðandi mestar líkur á háum hliðarvindi. Sömu sögu má segja um CAT 2 og CAT 1 viðmiðin um skyggni og skýjahæð. Sjónflugsviðmiðið (VFR) lækkuðu aftur á móti nothæfisstuðlana talsvert, fyrir eina flugbraut um 6.2–7.5 prósentustig og ef lægsta EDR-viðmiðinu var bætt við þá lækkuðu nothæfisstuðlarnir um 1.2–2.6 prósentustig til viðbótar.

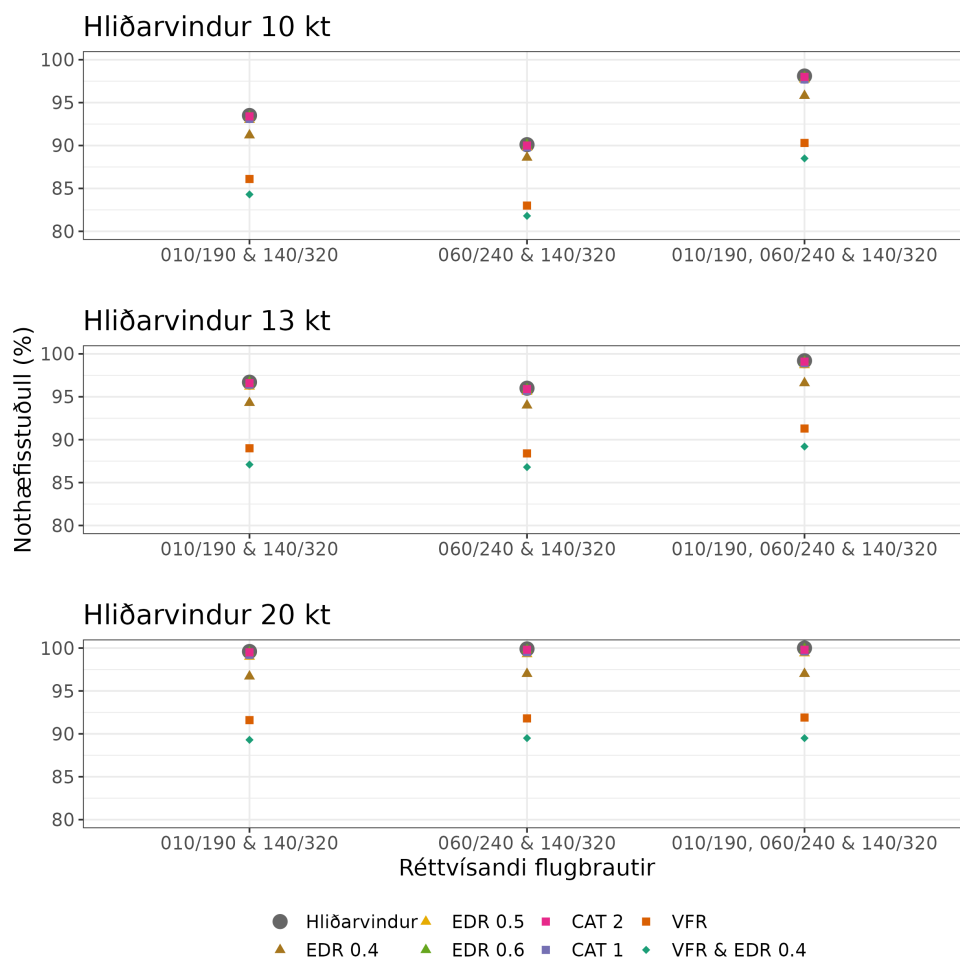
Ef skoðaðar eru tvær eða þrjár flugbrautir saman var fræðilegur nothæfisstuðull hærri fyrir samsetninguna SSA/NNV og SA/NV flugbrautir (010/190 & 140/320) fyrir lægsta hliðarvindsviðmiðið (10 kt) en annars fyrir VSV/ANA og SA/NV samsetninguna (060/240 & 140/320). Skyggni og skýjahæð lækkuðu mest nothæfisstuðulinn þegar lítið er til þriggja flugbrauta enda hefur hliðarvindur þá minnst áhrif. Líkt og fyrir eina flugbraut höfðu hærri EDR-viðmiðin lítil áhrif og VFR-viðmiðið lækkaði nothæfisstuðulinn um 7.0–7.7 prósentustig í samanburði við CAT 1. Mest takmarkandi EDR-viðmiðið lækkaði nothæfisstuðlana til viðbótar um 1.8–2.4 prósentustig, mest fyrir þrjár flugbrautir.

Í viðauka IV eru töflur sem sýna útreiknaða nothæfisstuðla fyrir stöðina hvass, fyrir tímabil mælinga á hvasr (2021–2022), eldra tímabil (2002–2008) og samanlagt fyrir bæði tímabilin, eingöngu fyrir hliðarvind. Ekki er mikill munur á útreikningum fyrir hvass, eða innan við 1% fyrir tvær flugbrautir. Þessar niðurstöður eru í samræmi við fyrri útreikninga sem gerðir voru fyrir tímabilið 20. júlí 2001 – 19. júlí 2009 (Guðrún Nína Petersen, 2014c). Vísbendingar eru um að gildin fyrir tímabilið 2021–2022 séu heldur hærri en fyrir lengra tímabil. Gildin fyrir hvass eru heldur lægri en á hvasr, einkum fyrir 10 og 13 kt vind en þá munar um eða yfir 2%. Vindskilyrði virðast því heldur hagstæðari við hvass en hvasr.

Fræðilegir nothæfisstuðlar voru reiknaðir fyrir rflug og kefla byggðir á sömu skilyrðum fyrir hliðarvind, skyggni og skýjahæð og á hvasr. Notast var við upplýsingar um skyggni, skýjahulu og skýjahæð úr METAR athugunum en þær eru sennilega meira takmarkandi en ef um beinar mælingar væri að ræða, sjá umræðu í köflum 4.9 og 4.10. Mynd 53 sýnir samanburð á bestu samsetningu tveggja flugbrauta á hvasr (010/190 & 140/320) og núverandi flugbrautum á rflug

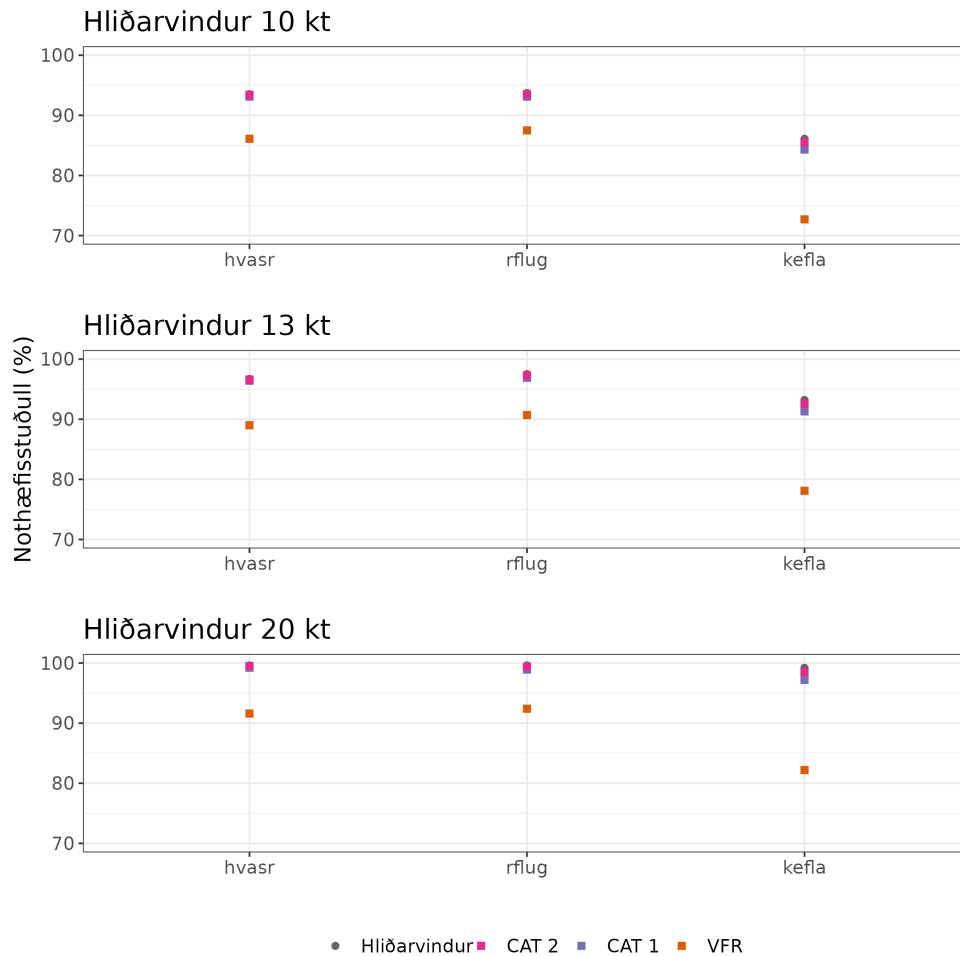


Mynd 51. hvasr: Mat á nothæfisstuðli fyrir eina flugbraut, þar sem flugbraut er merkt með stefnu annars flugbrautaendans. Niðurstöður eru sýndar fyrir hliðarvindsviðmið, hliðarvinds- & EDR-viðmið (EDR 0.4, EDR 0.5 og EDR 0.6) og hliðarvinds- & skyggnis- og skýjahæðarviðmið (CAT 2, CAT 1 og VFR). Auk þess eru sýndar niðurstöður fyrir hliðarvind og mest takmarkandi skyggnis- og skýjahæðar- & EDR-viðmiðið (VFR & EDR 0.4). Flugbrautir eru réttvísandi, gögn fyrir tímabilið 2021–2022 og í EDR útreikningum er vindáttargeirinn 190–260° undanskilinn.



Mynd 52. hvasr: Mat á nothæfisstuðli fyrir tvær og þrjár flugbrautir. Niðurstöður eru sýndar fyrir hliðarvindsviðmið, hliðarvinds- & EDR-viðmið (EDR 0.4, EDR 0.5 og EDR 0.6) og hliðarvinds- & skyggnis- og skýjahæðarviðmið (CAT 2, CAT 1 og VFR). Auk þess eru sýndar niðurstöður fyrir hliðarvind og mest takmarkandi skyggnis- og skýjahæðar- & EDR-viðmiðið (VFR & EDR 0.4). Flugbrautir eru réttvísandi stefnur, gögn fyrir tímabilið 2021–2022 og í EDR útreikningum er vindáttargeirinn 190–260° undanskilinn.





*Mynd 53. Samanburður á útreiknuðum nothæfisstuðlum fyrir hvasr, flugbrautir 010/190 & 140/320, og núverandi flugbrautir á rflug og kefla fyrir tímabilið 2021–2022, með tilliti til hliðarvinds, hliðarvinds & skýjahæðar og skyggnis. Stuðst er við METAR athuganir fyrir skyggni og skýjahæð á flugvöllum.*

(RWY 01/19 & 14/31) og kefla (RWY 01/19 & 10/28). Sömu upplýsingar má finna í töflu 26 í viðauka V. Niðurstöðurnar sýna að nothæfisstuðullinn var að jafnaði svipaður eða aðeins lakari fyrir hvasr en rflug og í öllum tilvikum lægstur fyrir kefla. Sennilegt er að notkun á METAR athugunun á skyggni og skýjahæð takmarki meir en beinar mælingar og því sé munurinn í raun minni á milli rflug og hvasr, en CAT 1 viðmiðið lækkar nothæfisstuðullinn fyrir 13 kt hliðarvind á rflug um 0.6 prósentustig en um 0.3 prósentustig á hvasr. VFR-skilyrði skerða nothæfisstuðulinn mikið á kefla. Niðurstöður fyrir rflug eru í samræmi við sambærilega útreikninga fyrir önnur tímabil (Guðrún Nína Petersen, 2014c; Efla 2014).

## 5 Samantekt

Í þessari skýrslu eru skoðaðar veðurmælingar í Hvassahrauni á árunum 2021–2022. Gerðar voru mælingar á tveimur veðurstöðvum, í fyrsta lagi á hefðbundinni veðurstöð í Hvassahrauni við Hólsbrunahæð, nefnd hvass, og í öðru lagi á stöð í Hvassahrauni - Rjúpnadalshrauni, nefnd hvasr, þar sem reist var 30 m mastur fyrir hita- og vindmælingar auk annarra hefðbundnari mælinga. hvass var á sama stað og stöð með sama nafni og númeri á árunum 2001–2009. Lagt er mat á hvort veðurfar á tímabilinu hafi verið lýsandi fyrir lengra tímabil. Gögnin eru skoðuð og borin saman við mælingar á Reykjavíkflugvelli, rflug, og Keflavíkflugvelli, kefla, eftir því sem við á. Skoðaðar eru sérstaklega breytingar á hita, raka og vindi í hæð á hvasr. Sveipeyðingarákefð (e. eddy dissipation rate, EDR) er reiknuð fyrir allar hæðir á hvasr og að lokum reiknaðir fræðilegir nothæfistuðlar, byggðir á viðmiðum settum af Samgönguráðuneytinu fyrir legu flugbrauta, hliðarvind, skyggni, skýjahæð og EDR.

Helstu niðurstöður eru eftirfarandi:

- Samanburður á mælingum á rflug sýna að vindafar á tímabili mælinganna, 2021–2022, var nokkuð sambærilegt vindafari á 20 ára tímabili. Tíðni vindhraða á bilinu  $7\text{--}10\text{ m s}^{-1}$  var þó aðeins undir meðaltali. Vindáttadreifing fyrir vindhraða frá  $8\text{ m s}^{-1}$  ber ágætlega saman við meðaltal lengra tímabils. Hitafar var þó nokkuð frábrugðið, en innan tímabilsins eru margir óvenjulegir mánuðir hvað varðar hitafar, bæði óvenjuhlýir (t.d. nóvember 2022) og óvenjukaldir (t.d. júní 2021 og desember 2022) mánuðir.
- Heldur svalara var í Hvassahrauni en á rflug og kefla og hiti lægri á hvass en hvasr, líklega vegna staðháttá. Munur á milli Hvassahrauns og rflug og kefla var mestur að vetri til, í október–febrúar.
- Tíðni frosts var heldur hærri á hvasr en á flugvöllunum en nokkuð meiri á hvass en hvasr. Þetta er í samræmi við fyrri úrvinnslu og sennilegt er að hér megi sjá áhrif staðháttá.
- Góð fylgni var á milli lágmarkshita í 2 m hæð og við jörðu/í malbiki. Við mikið frost var hiti við jörðu öllu jafna lægri en í 2 m hæð, nema í þeim tilvikum þar sem snjóþekja var yfir og einangraði yfirborðið frá loftinu. Hiti í malbiki var að jafnaði svipaður eða hærri en við jörðu. Á sólríkum sumardögum hitnaði malbikið mikið, allt að  $30\text{--}40^\circ\text{C}$ . Að jafnaði var hlýjast í 2 m hæð og kaldast í malbikinu frá október og fram í apríl en yfir sumarmánuðina snérist hitastigullinn við og svalast var í 2 m hæð.
- Loftraki var svipaður í Hvassahrauni og á kefla, en nokkuð meiri en á rflug. Rakastig yfir sumarmánuðina var þó heldur herra en gera má ráð fyrir yfir lengra tímabil vegna þess hve sumrin 2021–2022 voru svöl og skýjuð.
- Úrkoma á hvass var heldur meiri en á rflug en minni en á kefla, mestur var munurinn að sumri og hausti.
- Meðalvindhraði í Hvassahrauni svipaði nokkuð til meðalvindhraða á rflug en útgildi, bæði mesti meðalvindhraði og mesta hviða, voru meira í takt við mælingar á kefla. Þetta gefur til kynna að þó vindhraði á Hvassahrauni sé að jafnaði líkari vindhraða á rflug þá nái hvassviðri sér betur upp, einkum á hvass. Vindhviður náðu sér meira upp á hvass en hvasr.

- Vindáttatíðni í Hvassahrauni svipaði til þeirrar á kefla. Austlægar áttir voru mun sjaldgæfari en á rflug. Austsuðaustlægar og suðsuðaustlægar áttir voru helstu hvassviðrisáttirnar í Hvassahrauni.
- Skyggismælingar gáfu til kynna að tíðni lélegs skyggis sé nokkuð minna á hvasr en á rflug og kefla.
- Skýjahæðamælingar sýndu að tíðni lágrar skýjahulu var hærri í hvasr en á rflug en lægri en á kefla. Á báðum flugvöllum var tíðni lágrar skýjahulu hærri á tímabilinu heldur en fyrir lengra tímabil, enda m.a. óvenjuskýjað bæði sumrin. Því er líklegt að tíðni lágrar skýjahulu á hvasr sé einnig hærri en að jafnaði yfir lengra tímabil.
- Hitamælingar í fjórum hæðum á hvasr sýndu að á meðan hlýjast var neðst og svalast efst yfir sumarmánuða, maí–ágúst, þá var svalast neðst yfir vetrarmánuðina, október–febrúar. Dægursveifla í júní var langmest í 2 m hæð og hitaspönnin fór minnkandi með hæð.
- Matrið hafði áhrif á vindmælingar, en vindmælingar með hljóðmælingum voru truflaðar fyrir vindáttageirann 190–260°. Samanburður á vindhraða Thies hljóðmælis og Young mælis í 10 m hæð sýndu að Thies mælirinn mældi í öðrum vindáttum um 5% hærri vindhraða en Young mælirinn.
- Vindhraði í öllum hæðum var að jafnaði mestur í janúar og febrúar og þá var líka mest aukning í vindhraða með hæð, sem og hæstu útgildin. Í öllum hæðum mældist vindhraði minnstur í júlí.
- Sveipeyðingarákefðin (EDR) var að jafnaði mest í suðaustanáttum (suðvestangeirinn undanskilinn vegna trufluna frá mastrinu) en lægst í vestan- til norðvestanáttum og norðnorðaustanáttum. EDR var hæst í 2 m hæð, vegna vindsniðs við jörðu, en í útsynningi og óstöðugu lofti var minnstur munur á vindhraða og EDR með hæð.
- Hliðarvindur er sá veðurþáttur sem hefur að jafnaði mest áhrif á notagildi flugbrauta á Íslandi. Fræðilegir nothæfisstuðlar með tilliti til eingöngu hliðarvinds á hvasr, miðað við eina flugbraut og tímabil mælinga 2021–2022, eru á bilinu 70.9–83.9% fyrir 10 kt hliðarvindsviðmið, 81.6–91.1% fyrir 13 kt og 95.5–98.5% fyrir 20 kt. Réttvísandi suður/norður flugbraut var með hæsta nothæfisstuðulinn fyrir 10 og 13 kt hliðarvindsviðmið en suðaustur/norðvestur fyrir 20 kt, en fyrir þann hliðarvind var munurinn minnstur á milli flugbrauta. Útreikningar fyrir tvær flugbrautir gáfu hæstan nothæfisstuðul fyrir vestsuðvestan/austnorðaustan og suðaustan/norðvesta réttvísandi flugbrautir, miðað við 13 kt og 20 kt hámarkshliðarvind.
- CAT 2 og CAT 1 skýjahæðar- og skyggisviðmið höfðu lítil áhrif á nothæfisstuðla fyrir eina flugbraut (innan við 1% lækkun) sem og hærri EDR viðmiðin ( $0.5$  &  $0.6 \text{ m}^{2/3} \text{ s}^{-1}$ ). Lægsta EDR viðmiðið lækkaði nothæfisstuðla aðeins.
- Sjónflugsviðmiðin (VFR) lækkuðu nothæfisstuðla aftur á móti töluvert, um 6.2–7.5 prósentustig fyrir eina flugbraut og 7.0–7.7. fyrir tvær til þrjár. Mest takmarkandi EDR-viðmiðið lækkaði nothæfisstuðlana um að 2.6 prósentustigum í viðbót.

- Samanburður á útreiknuðum nothæfisstuðlum fyrir hvasr á tímabili mælinga á hvasr, 2021–2022, og fyrra tímabili mælinga, 2002–2008, gefa til kynna að vindskilyrði á hvasr séu heldur hagstæðari og að nothæfisstuðlar byggðir á gögnum á tímabilinu 2021–2022 kunni að vera heldur hærri en ef þeir væru byggðir á lengra tímabili mælinga.
- Samanburður á útreiknuðum nothæfisstuðlum fyrir hvasr, tvær flugbrautir 010/190 & 140/320, og fyrir núverandi flugbrautir á rflug (RWY 01/19 & 14/31) og kefla (RWY 01/19 & 10/28) gefa til kynna að flughamlandi veður hafi sambærilega tíðni á hvasr og á rflug en veður sé mun meira flughamlandi á kefla. METAR athuganir eru notaðar fyrir skyggni og skýjahæð á flugvöllum og þær eru sennilega meira takmarkandi en beinar mælingar. Því má ætla að minni munur sé að hvasr og rflug en niðurstöður sýna.

## 6 Heimildir

Chamecki, M. og Dias N. L. (2004). *The local isotropy hypothesis and the turbulent kinetic energy dissipation rate in the atmospheric surface layer*. Q. J. R. Meteorol. Soc., 130, 2733-2752.

Efla (2014). *Mat á nothæfisstuðli Reykjavíkurflugvallar samkvæmt viðmiði ICAO*.

Guðrún Nína Petersen (2012). *Veðurmælingar á Hólmsheiði 1. febrúar 2006 – 31. október 2012*. Skýrsla VÍ 2012-017.

Guðrún Nína Petersen (2014a). *Veðurmælingar í Hvassahrauni*. Greinagerð Veðurstofu Íslands GNP/2014-03.

Guðrún Nína Petersen (2014b). *Veðurathuganir og mat á veðurfari á höfuðborgarsvæðinu með tilliti til flugvallarkosta*. Greinagerð Veðurstofu Íslands GNP/2014-02.

Guðrún Nína Petersen (2014c). *Útreikningar á fræðilegum nothæfisstuðlum og áhrif flughamlandi veðurs fyrir veðurstöðvarnar Hólmsheiði, Hvassahraun og Reykjavíkurflugvöll*. Greinagerð Veðurstofu Íslands GNP/2014-05.

Gulpepe, I., Sharman, R., Williams, P. D., Zhou, B., Ellrod, G., Minnis, P., Trier, S., Griffin, S., Yum, S. S., Gharabaghi, B., Feltz, W., Temimi, M., Pu, Z., Storer, L. N., Kneringer, P., Weston, M. J., Chuang, H., Thobois, L., Dimri, A. P., Dietz, S. J., Franca, G. B., Almeida, M. V. og Neto, F. L. A. (2019). *A review of high impact weather for aviation meteorology*. Pure Appl. Geophys. 176, 1869–1921.

Gylfi Árnason, Þorgeir Pálsson og Sæmundur Þorsteinsson (2024). *Flugmælingar og úttekt á loftkviku yfir Hvassahrauni*. Unnið fyrir Innviðaráðuneytið. Janúar 2024.

Hálfván Ágústsson (2023). *Hvassahraun, analysis of lidar-derived observations of turbulence aloft*. Report nr. KVT/2023/R154/HÁ J01. Kjeller Vindteknikk, Norconsult Norge AS.

ICAO (2013). *Annex 14 to the Convention on International Civil Aviation, Aerodromes*. Volume I, Aerodrome Design and Operations, eight edition, July 2018.

Samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytið (2019). *Flugvallakostir á suðvesturhorni landsins*. Skýrsla Samgöngu- og sveitarstjórnarráðuneytisins, Nóvember 2019. ISBN 978-9935-494-04-7.

Sharman, R. og Lane, T. (ritstj.) (2016). *Aviation Turbulence: Processes, Detection, Prediction*. Springer International Publishing Sviss. ISBN 978-3-319-23630-8.

Stiperski, I., Holtslag, A. A. M., Lehner, M., Hoch, S. W. og Whiteman, C. D. (2020). *On the turbulence structure of deep katabatic flows on a gentle mesoscale slope*. Q J R Meteorol Soc. 2020; 146: 1206– 1231. <https://doi.org/10.1002/qj.3734>.

Stjórnarráð Íslands (2019). *Ríki og borg undirrita samkomulag á grunni skýrslu um flugvallakosti á suðvesturhorninu*. Skoðað 30. apríl 2023 á <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir-/stok-frett/2019/11/28/Riki-og-borg-undirrita-samkomulag-a-grunni-skyrslu-um-flugvallakostia-sudvesturhorninu>.

Stull, R. B. (1988). *An introduction to boundary layer meteorology*. Kluwer Academic Publishers Dordrecht, Hollandi.

Veðurstofa Íslands (2021a). *Tíðarfar í júní 2021*. Skoðað 30. apríl 2023 á <https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-i-juni-2021>.

Veðurstofa Íslands (2021b). *Tíðarfar í september 2021*. Skoðað 30. apríl 2023 á <https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-i-september>.

Veðurstofa Íslands (2022a). *Tíðarfar í janúar 2022*. Skoðað 30. apríl 2023 á <https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-i-januar-2022>.

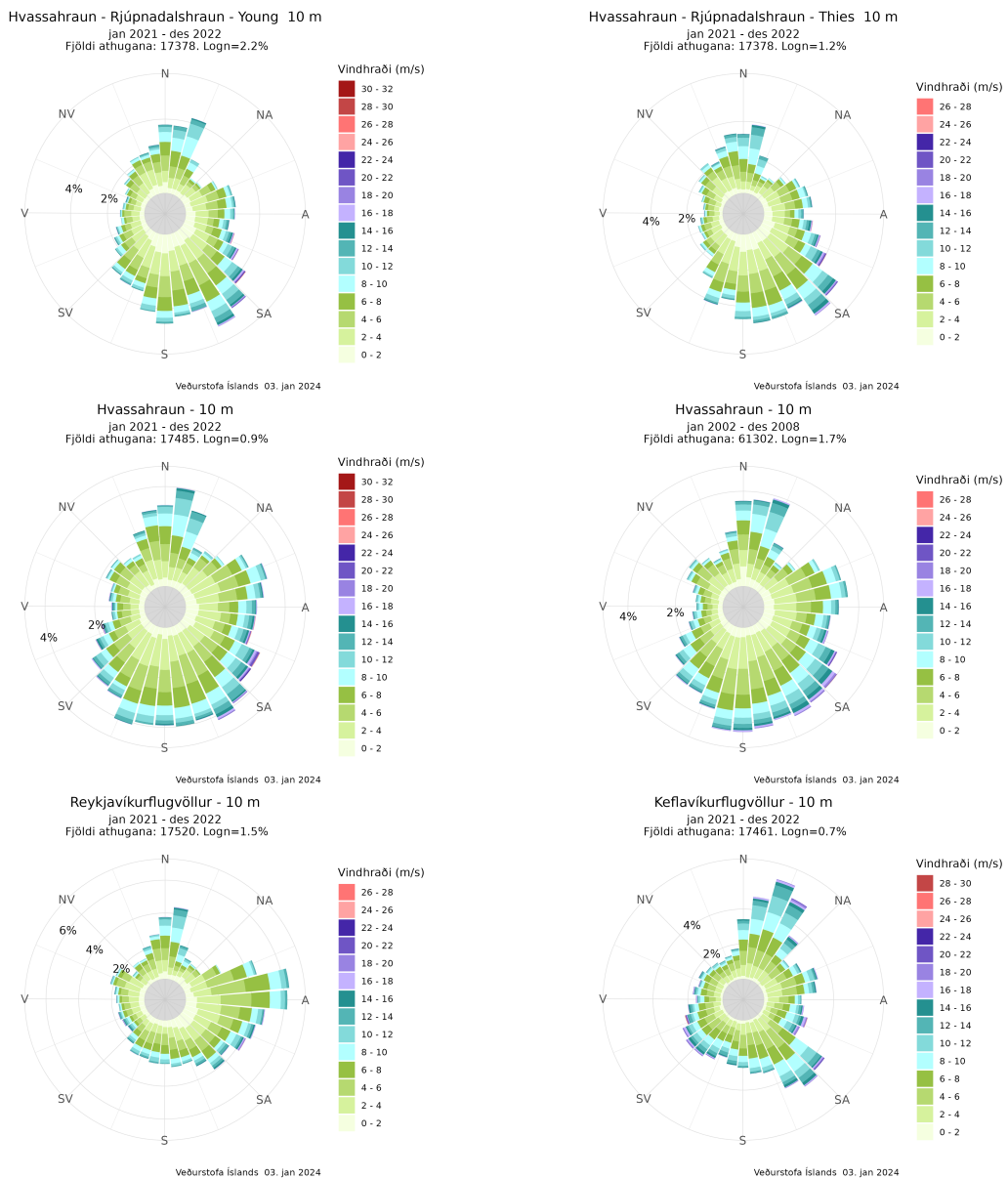
Veðurstofa Íslands (2022b). *Tíðarfar í september 2022*. Skoðað 30. apríl 2023 á <https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-i-september-2022>.

Veðurstofa Íslands (2023). *Tíðarfar í desember 2022*. Skoðað 30. apríl 2023 á <https://www.vedur.is/um-vi/frettir/tidarfar-i-desember-2022>.

# Viðaukar

## I Vindrósir

Vindrósir frá þeim veðurstöðvum sem nýttar eru í þessari skýrslu fyrir tímabilið 2021–2022. Auk þess er vindrós fyrir fyrra tímabil mælinga á hvass, 2002–2008, einnig sýnd.



Mynd 54. Vindrósir byggðar á gögnum í 10 m hæð fyrir báðar tegundir vindmæla á hvass; Young og Thies mæliar, auk mælinga á hvass, rflug og kefla, Young mælar, fyrir tímabilið 2021–2022. Auk þess er vindrós fyrir fyrra tímabil mælinga á hvass, 2002–2008, einnig sýnd. Byggt á klukkustundagildum.

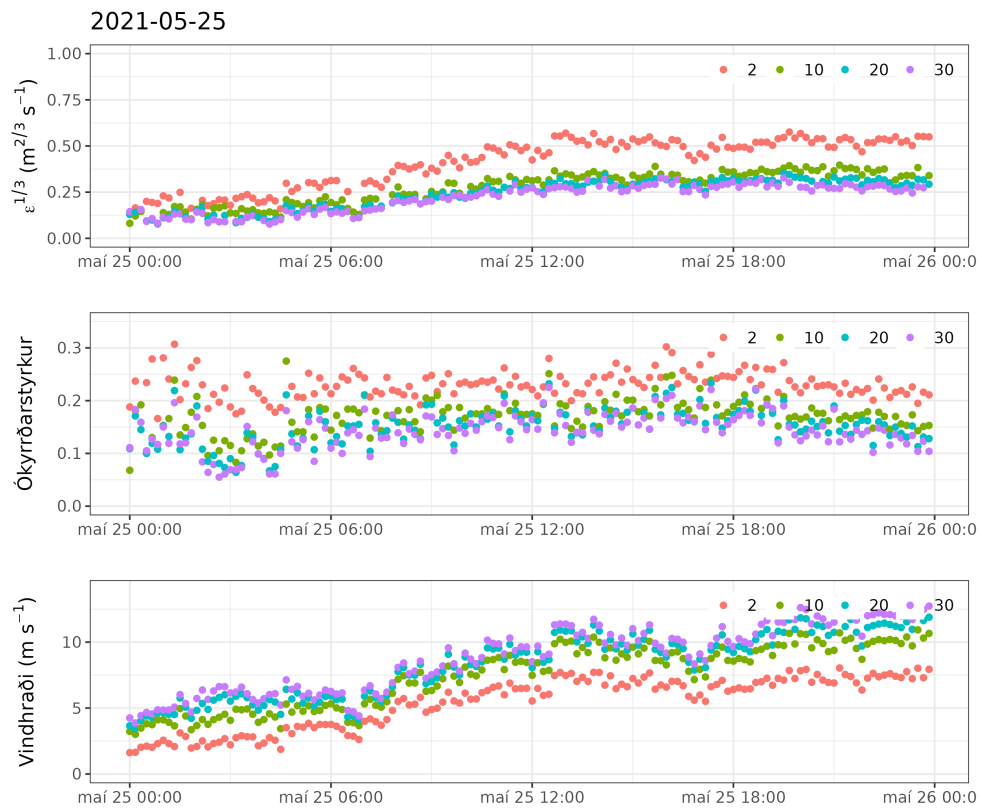
## II Rannsóknflug: vindur, EDR og ókyrrðarstyrkur

Flogin voru tæplega 20 rannsóknflug til að meta ókyrrð á svæðinu, sjá skýrslu Gylfa Árnsonar o.fl. (2024). Tafla 18 inniheldur yfirlit yfir flug og helstu einkenni vindafars, einkum síðdegis þegar flugin áttu sér stað. Myndir 55–73 innihalda vindmælingar úr mastriinu á hvasr og útreiknað EDR (e. eddy dissipation rate) og ókyrrðarstyrk (e. turbulence intensity). Óáreiðanlegir útreikningar, þegar vindur blés í gegnum mastrið að hljóðmælum eru grálitaðir.

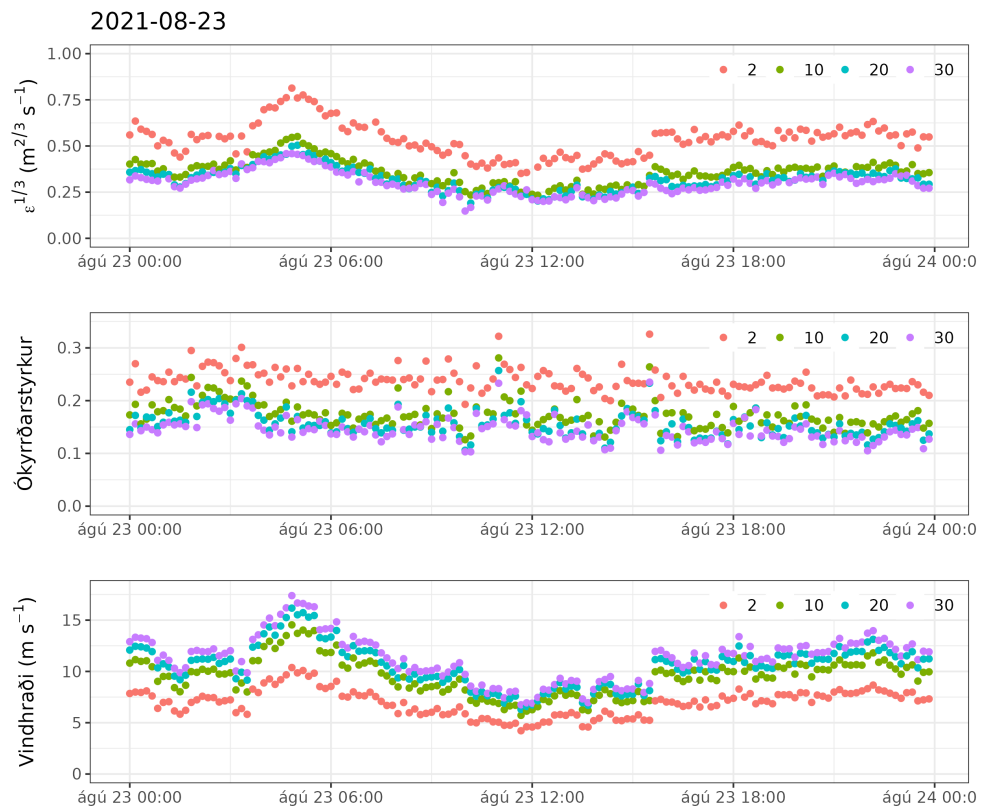
*Tafla 18. Yfirlit yfir dagsetningar þeirra mælifluga sem voru flogin til að meta EDR á Hvassahraunssvæðinu og helstu einkenni vindafars. Vindhraði miðast út frá mælingum í 10 m hæð.*

Dagsetning	Einkennandi vindafar
25. maí 2021	Suðaustan $5 \text{ m s}^{-1}$ fram eftir morgni en síðan $7\text{--}10 \text{ m s}^{-1}$
23. ágúst 2021	Suðsuðaustan $14 \text{ m s}^{-1}$ undir morgun en síðar $5\text{--}9 \text{ m s}^{-1}$
22. desember 2021	Hæg norðaustlæg átt yfir daginn
29. desember 2021	Norðaustan $5\text{--}10 \text{ m s}^{-1}$ , minnkandi
4. janúar 2022	Hæg suðlæg átt en vaxandi austanátt um kvöldið
8. janúar 2022	Austan $12\text{--}15$ um nóttina, en hæg austlæg átt síðdegis
2. maí 2022	Austan og síðar austnorðaustan $5\text{--}9 \text{ m s}^{-1}$ síðdegis
15. maí 2022	Suðsuðaustan $7\text{--}8 \text{ m s}^{-1}$ síðdegis
16. maí 2022	Minnkandi suðaustlæg átt, hæg austlæg átt síðdegis
17. maí 2022	Austan $4\text{--}9 \text{ m s}^{-1}$ yfir daginn
27. maí 2022	Hæg norðlæg átt en suðlæg um kvöldið
7. júní 2022	Suðaustan $7\text{--}10 \text{ m s}^{-1}$
23. ágúst 2022	Vaxandi norðlæg átt yfir daginn, $8 \text{ m s}^{-1}$ síðdegis
6. nóvember 2022	Hæg norðaustlæg átt
1. desember 2022	Sunnan $10 \text{ m s}^{-1}$
8. mars 2023	Norðaustan $5 \text{ m s}^{-1}$ en $10 \text{ m s}^{-1}$ síðdegis
12. mars 2023	Norðan $8\text{--}10 \text{ m s}^{-1}$ yfir daginn
28. mars 2023	Austnorðaustan $7\text{--}9 \text{ m s}^{-1}$ yfir daginn
16. maí 2023	Vaxandi suðaustanátt yfir daginn, $8\text{--}12 \text{ m s}^{-1}$ síðdegis

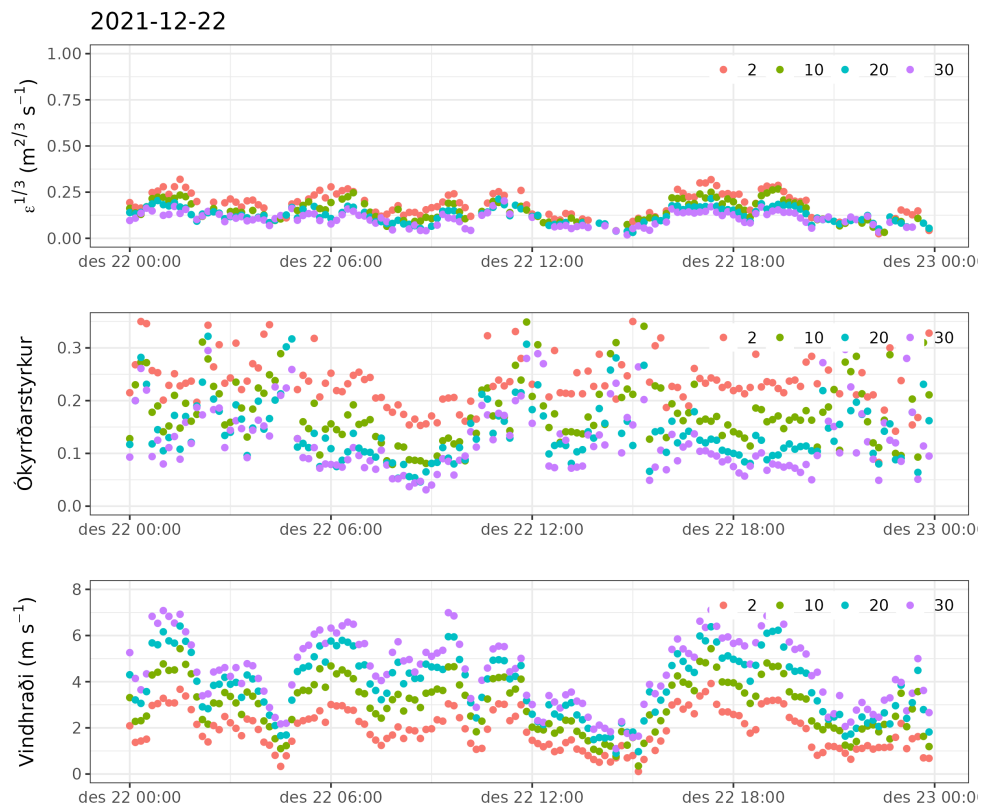




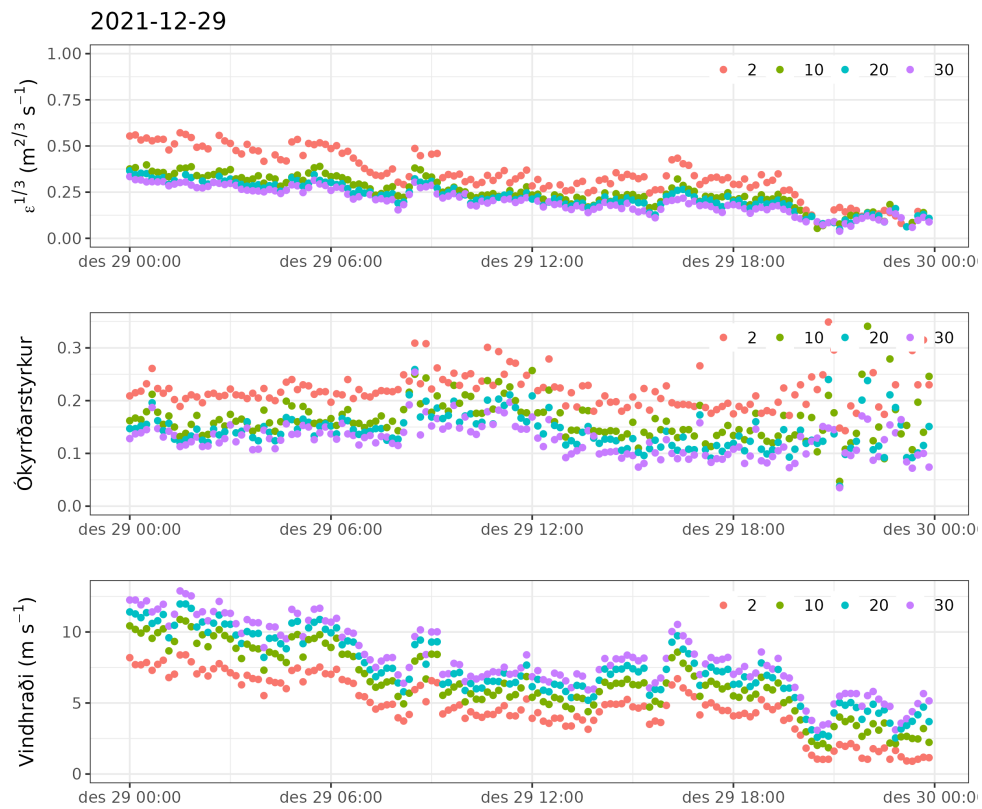
Mynd 55. hvasr:  $EDR$  ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 25. maí 2021 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



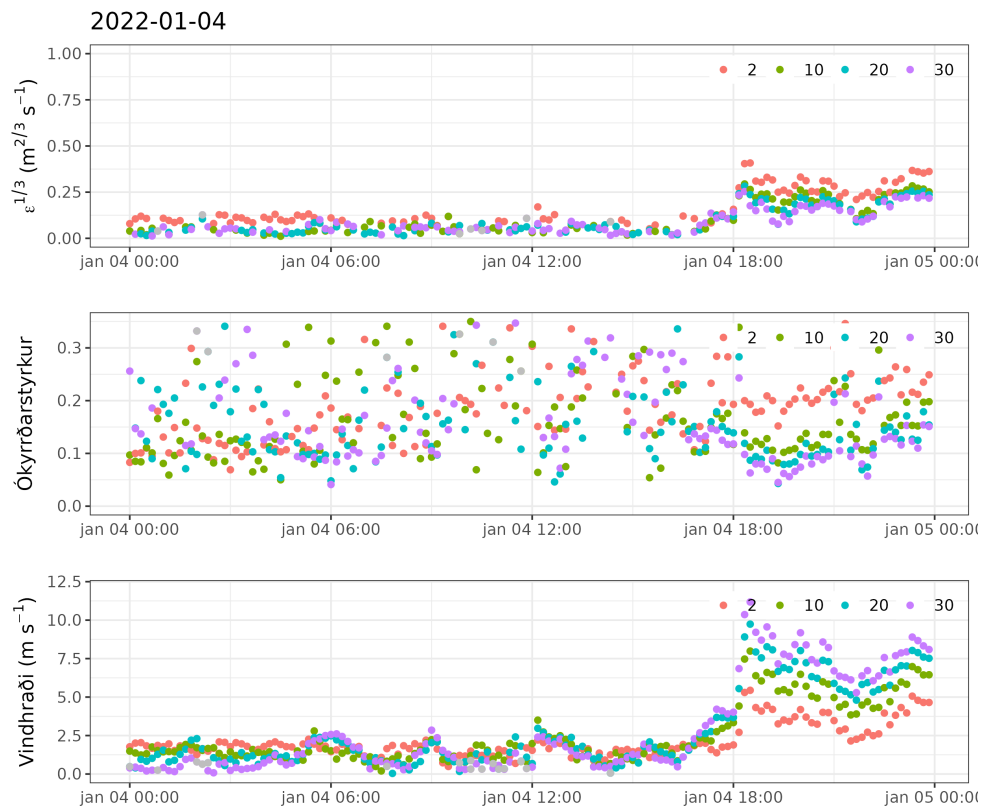
Mynd 56. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 23. ágúst 2021 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óáreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



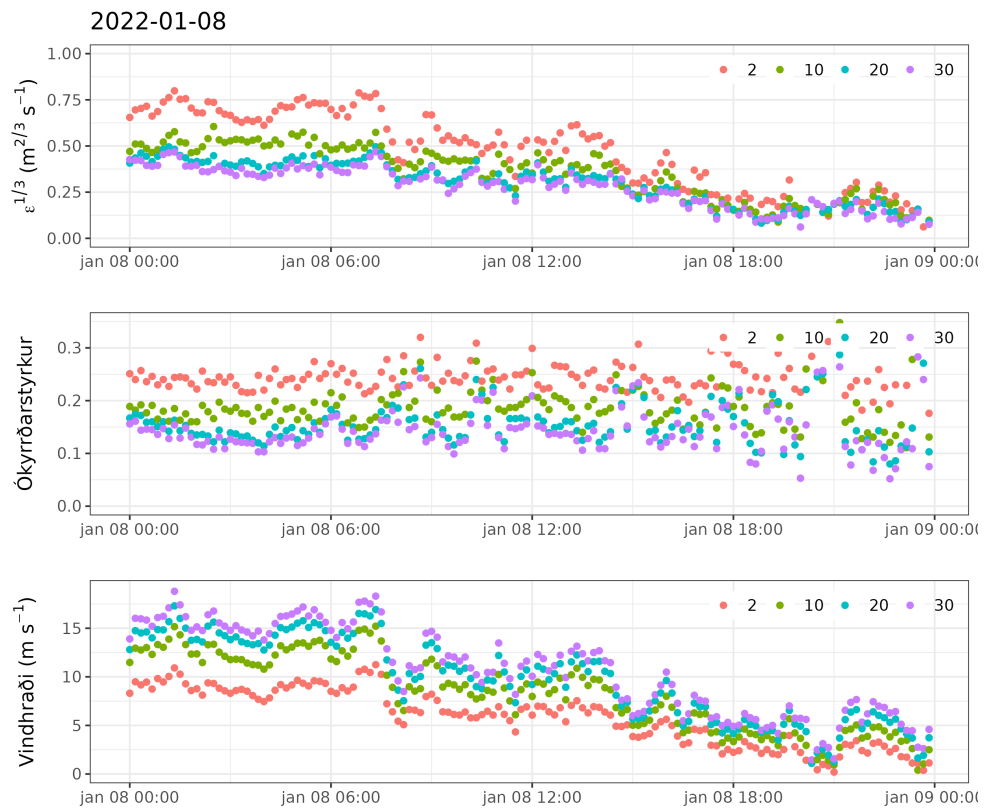
Mynd 57. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 22. desember 2021 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óáreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



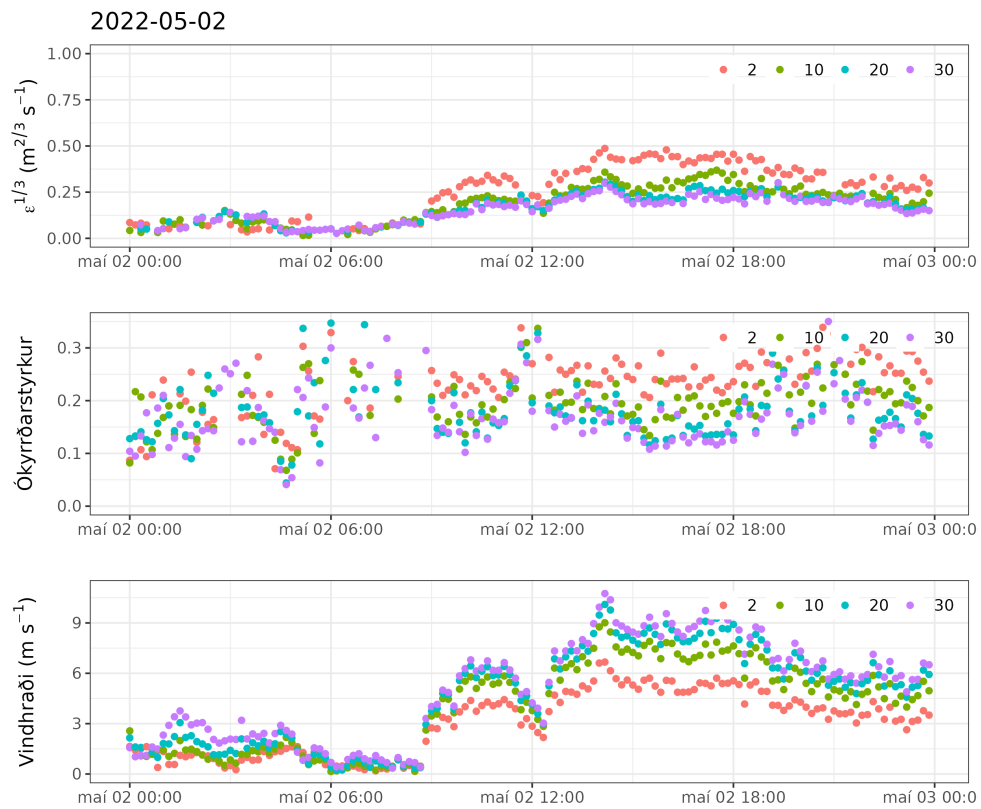
Mynd 58. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 29. desember 2021 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óáreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



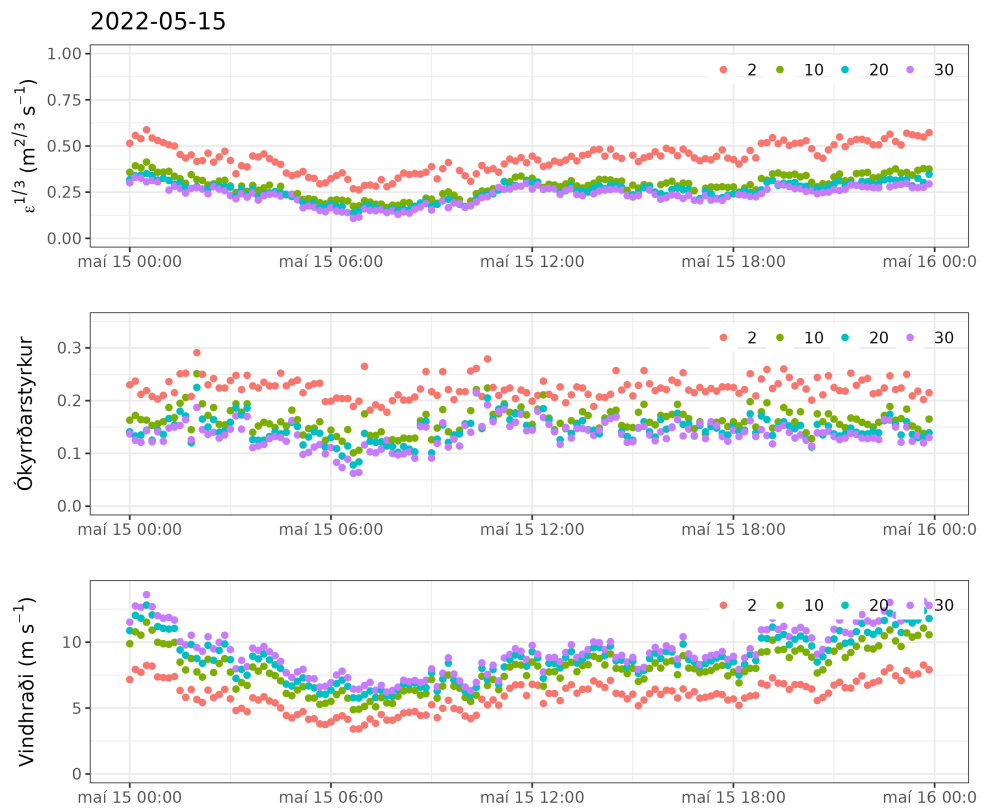
Mynd 59. hvasr: EDR ( $\text{m}^{2/3} \text{s}^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $\text{m s}^{-1}$ ), þann 4. janúar 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



Mynd 60. hvasr: EDR ( $\text{m}^{2/3} \text{s}^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $\text{m s}^{-1}$ ), þann 8. janúar 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.

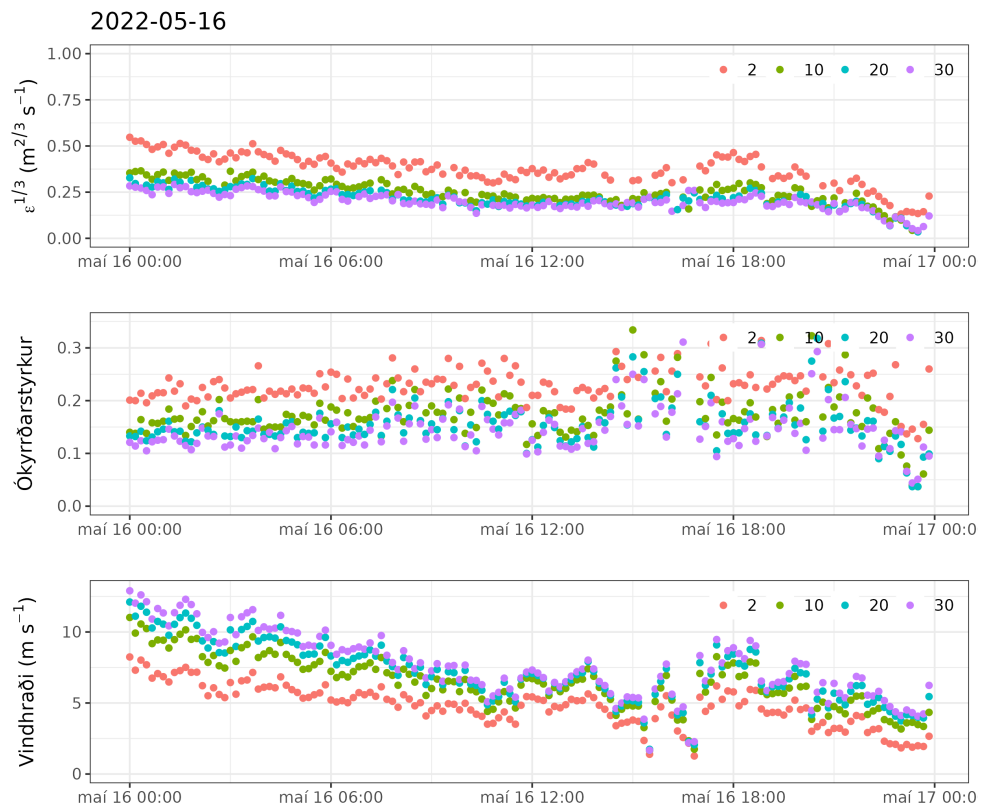


Mynd 61. hvasr: EDR ( $\text{m}^{2/3} \text{s}^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $\text{m s}^{-1}$ ), þann 2. maí 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.

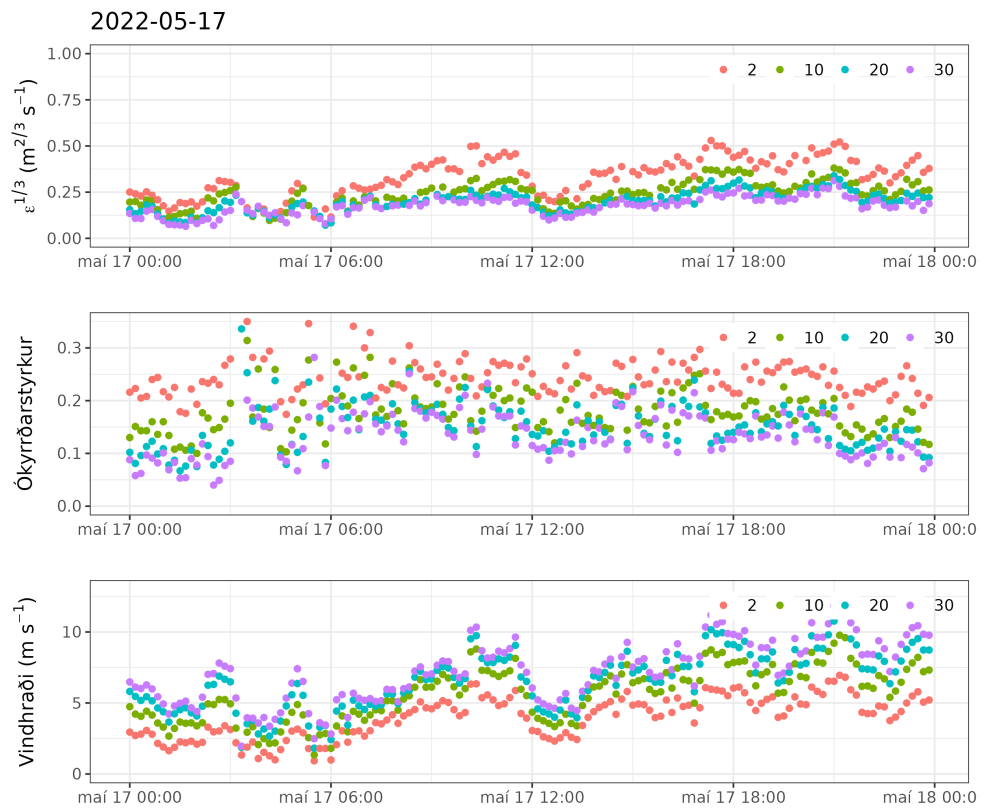


Mynd 62. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 15. maí 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.

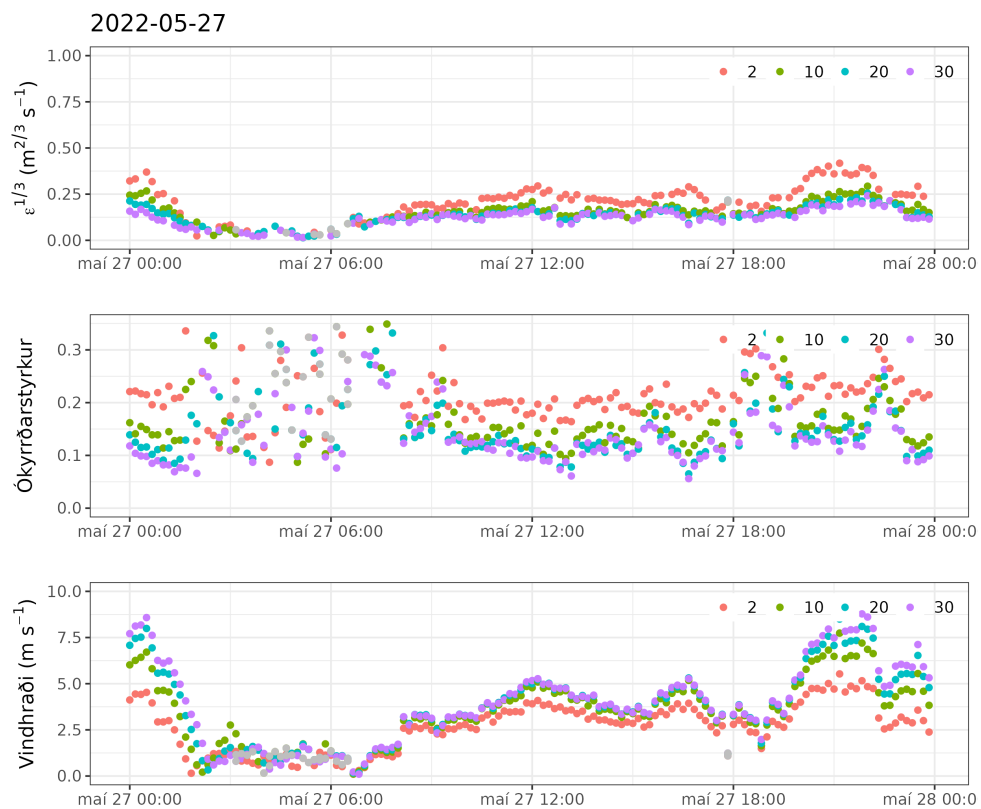




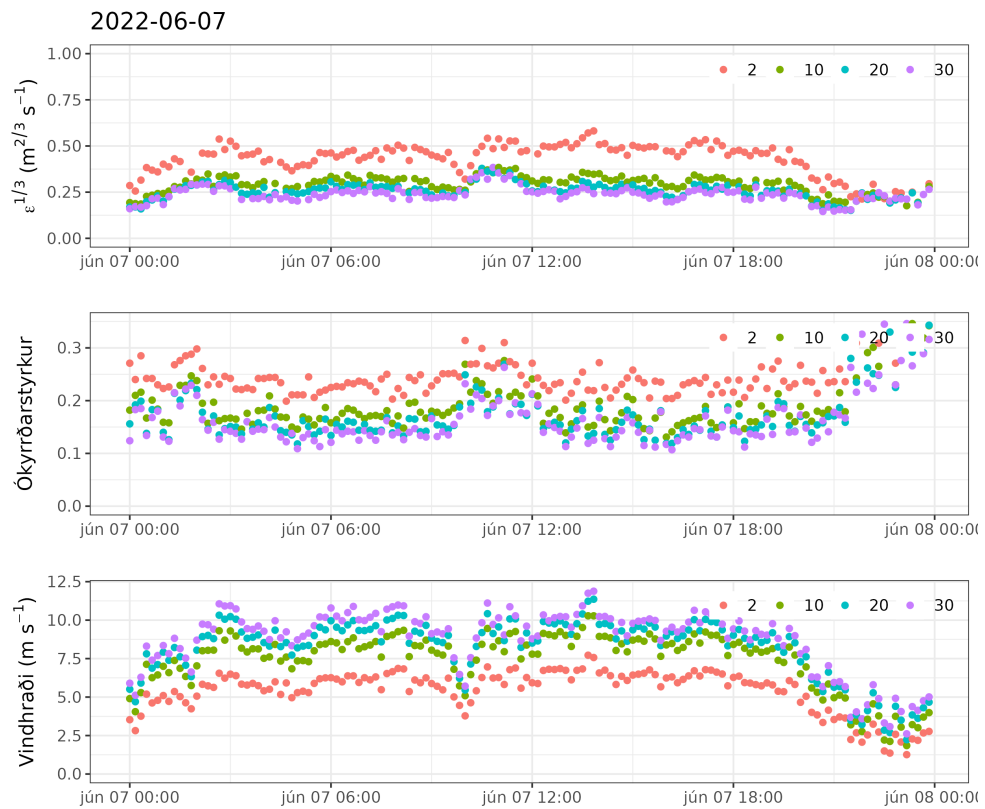
Mynd 63. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 16. maí 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



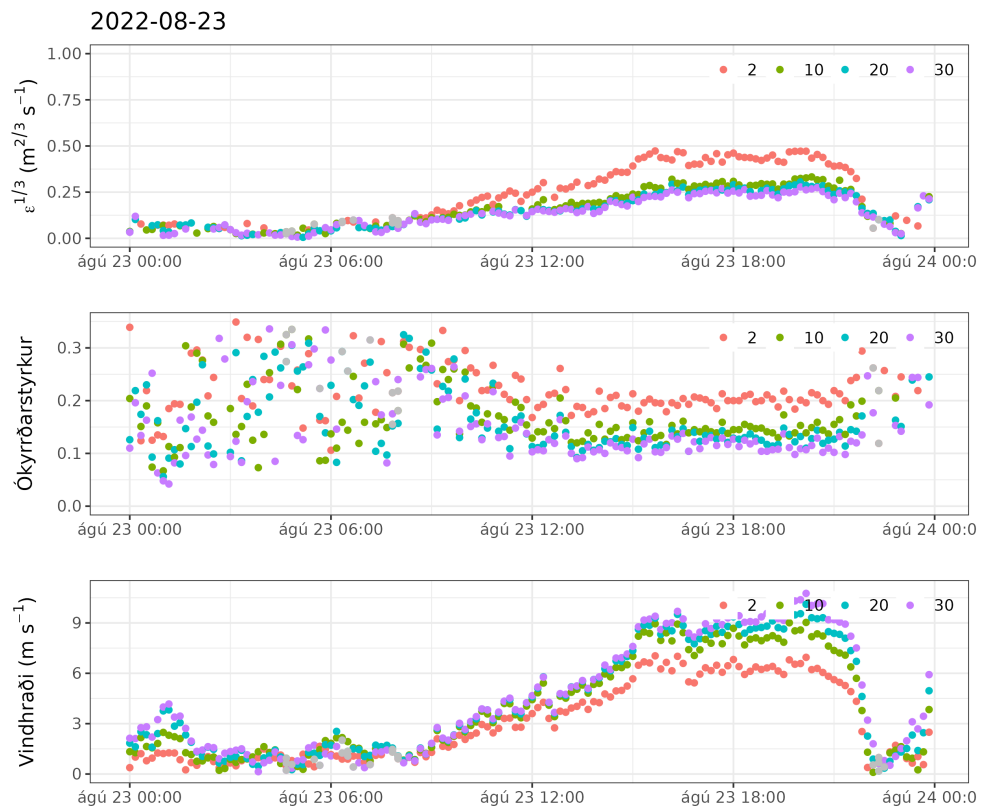
Mynd 64. hvasr:  $EDR$  ( $\text{m}^{2/3} \text{s}^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $\text{m s}^{-1}$ ), þann 17. maí 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



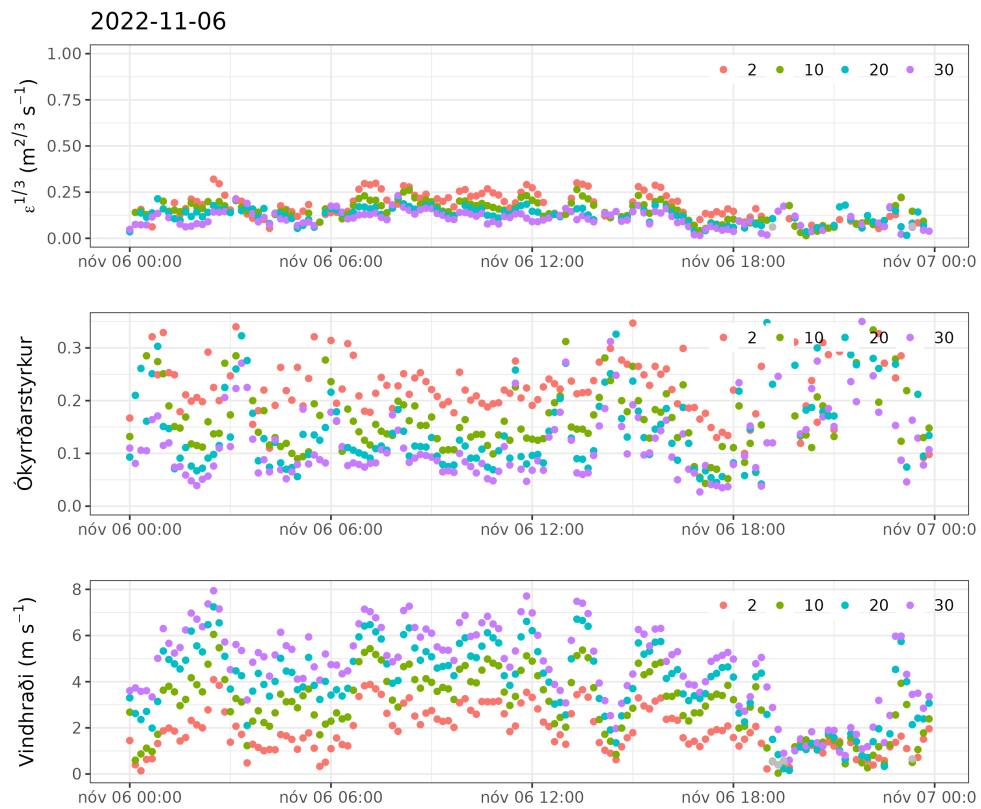
Mynd 65. hvasr:  $EDR$  ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 27. maí 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



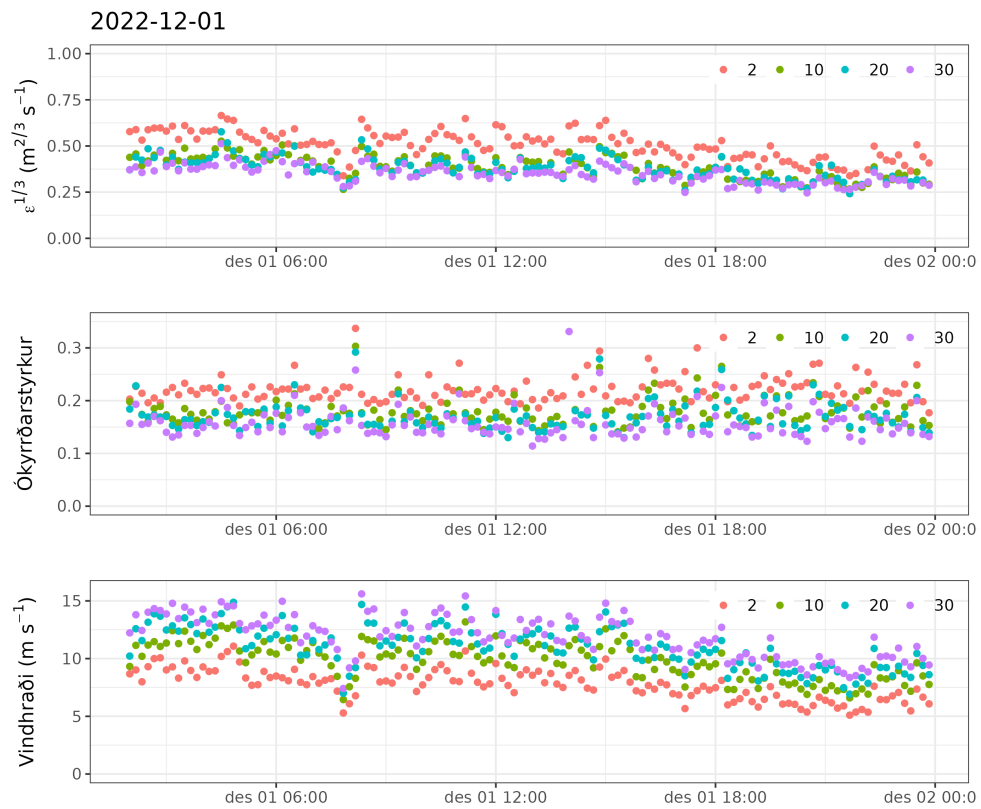
Mynd 66. hvasr: EDR ( $\text{m}^{2/3} \text{s}^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $\text{m s}^{-1}$ ), þann 7. júní 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



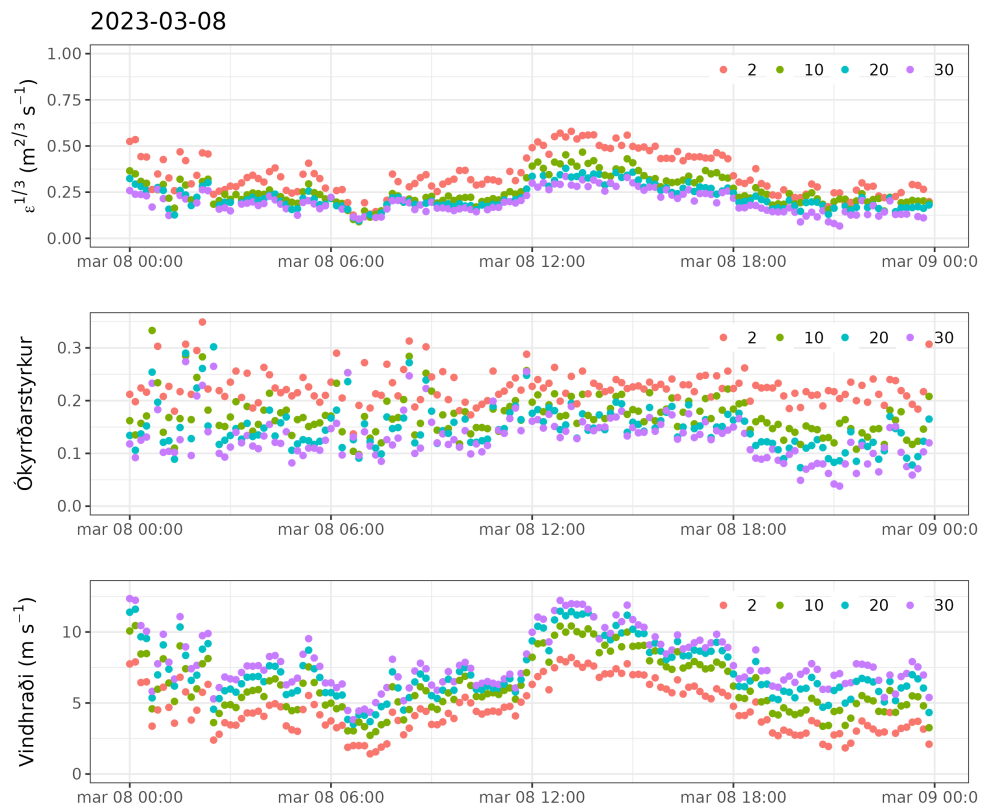
Mynd 67. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 23. ágúst 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



Mynd 68. hvasr:  $EDR (m^{2/3} s^{-1})$ , ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 6. nóvember 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.

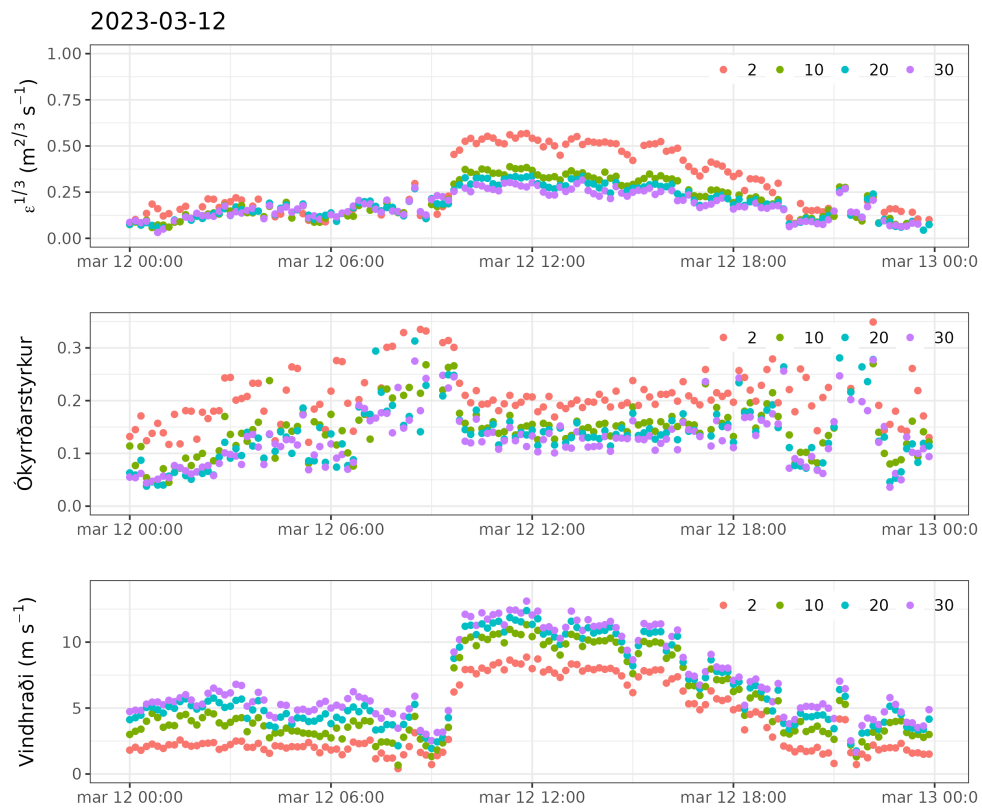


Mynd 69. hvasr: EDR ( $\text{m}^{2/3} \text{s}^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $\text{m s}^{-1}$ ), þann 1. desember 2022 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.

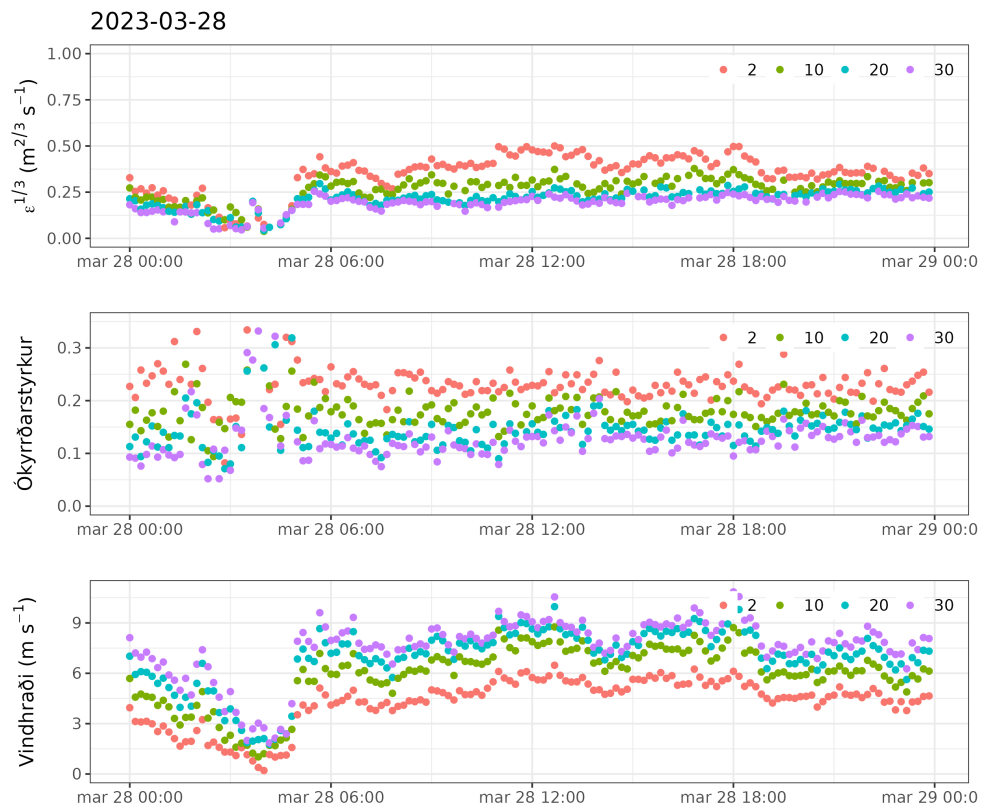


Mynd 70. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 8. mars 2023 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.

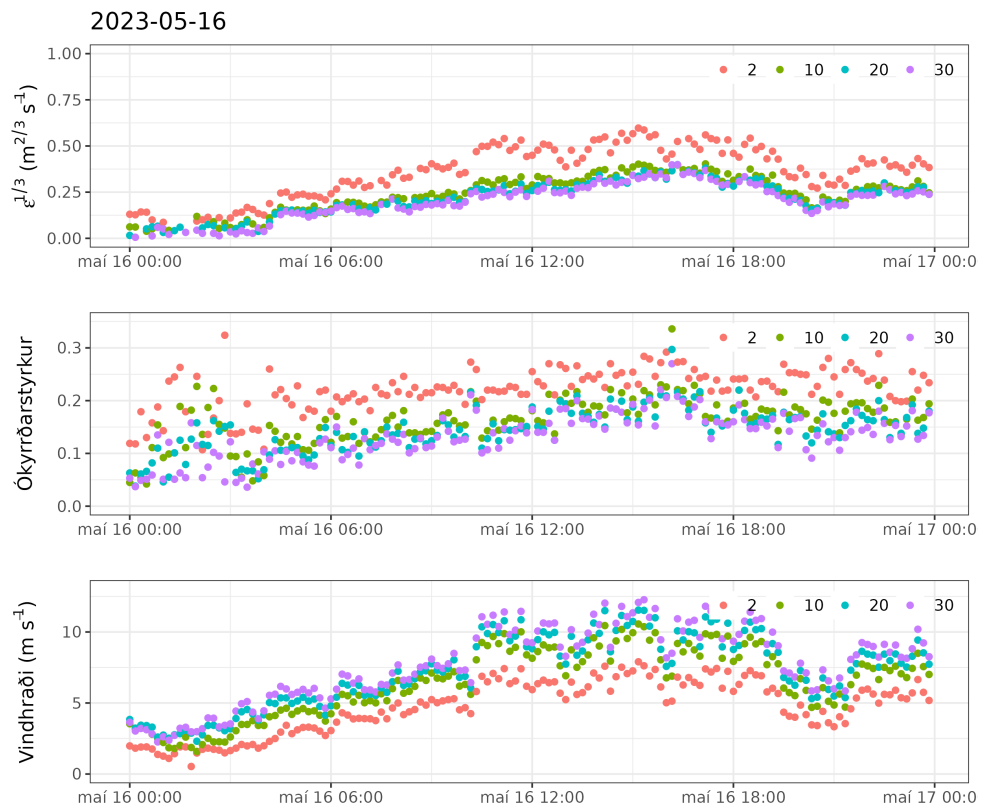




Mynd 71. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 12. mars 2023 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



Mynd 72. Hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 28. mars 2023 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.



Mynd 73. hvasr: EDR ( $m^{2/3} s^{-1}$ ), ókyrrðarstyrkur og vindhraði ( $m s^{-1}$ ), þann 16. maí 2023 í öllum hæðum, 10 mínútna gögn. Gráir punktar sýna óreiðanlegar mælingar vegna vindáttar á mastrið.

### III Nothæfisstuðlar byggðir á gögnum frá hvasr

Útreiknaðir nothæfisstuðlar með tilliti til hliðarvinds byggðir á gögnum frá hvasr fyrir tímabilin 2021–2022. Flugbrautir eru réttvísandi og EDR er reiknað í 30 m hæð. Tafla 19 sýnir niðurstöður byggðar eingöngu á hliðarvindstakmörkunum og fyrir eina flugbraut. Töflur 20–23 sýna niðurstöður byggðar á viðmiðum fyrir hliðarvind, hliðarvind & EDR og hliðarvind & skyggni og skýjahæð fyrir eina, tvær og þrjár flugbrautir, sjá kafla 3.4 fyrir þau viðmið sem eru notuð. Sömu niðurstöður má sjá á myndum 51–52.

*Tafla 19. hvasr: Mat á nothæfisstuðli (%) með tilliti til hliðarvinds á mögulegar réttvísandi flugbrautir, 2021–2022. Hæsta gildið fyrir hvert hliðarvindsviðmið er feitletrað.*

Réttvísandi flugbrautir	10 kt hámarks-hliðarvindur	13 kt hámarks-hliðarvindur	20 kt hámarks-hliðarvindur
350/170	83.6	<b>91.1</b>	97.7
000/180	<b>83.9</b>	90.5	97.4
010/190	82.6	89.6	97.0
020/200	81.5	88.5	96.3
040/220	77.6	86.8	95.7
050/230	74.8	85.2	95.5
060/240	71.9	83.4	95.5
070/250	70.9	81.6	95.6
130/310	78.7	87.4	97.8
140/320	80.2	88.2	98.4
150/330	81.6	89.5	<b>98.5</b>
160/340	82.5	90.9	98.2

Tafla 20. Hvasr: Mat á nothæfisstuðli (%) með tilliti til hliðarvinds á mögulegar réttvísandi flugbrautir, EDR og skyggnis- og skýjahæðar, 2021–2022. SSA/NNV-brautir.

Réttvísandi flugbrautir		10 kt hámarks-hliðarvindur	13 kt hámarks-hliðarvindur	20 kt hámarks-hliðarvindur
350/170	Vindur	83.6	91.1	97.7
	EDR 0.4	82.5	89.6	95.7
	EDR 0.5	83.5	91.0	97.5
	EDR 0.6	83.6	91.1	97.7
	CAT 2	83.5	91.0	97.6
	CAT 1	83.2	90.8	97.4
	VFR	77.0	84.0	90.0
	VFR & EDR 0.4	76.1	82.8	88.4
000/180	Vindur	83.9	90.5	97.4
	EDR 0.4	83.0	89.3	95.6
	EDR 0.5	83.8	90.4	97.2
	EDR 0.6	83.9	90.5	97.4
	CAT 2	83.9	90.4	97.3
	CAT 1	83.6	90.1	97.0
	VFR	77.4	83.4	89.7
	VFR & EDR 0.4	76.7	82.5	88.3
010/190	Vindur	82.6	89.6	97.0
	EDR 0.4	81.8	88.7	95.5
	EDR 0.5	82.5	89.5	96.9
	EDR 0.6	82.6	89.6	97.0
	CAT 2	82.5	89.5	96.9
	CAT 1	82.3	89.2	96.7
	VFR	76.2	82.6	89.4
	VFR & EDR 0.4	75.7	81.9	88.2
020/200	Vindur	81.5	88.5	96.3
	EDR 0.4	80.9	87.8	95.1
	EDR 0.5	81.4	88.4	96.2
	EDR 0.6	81.5	88.5	96.3
	CAT 2	81.4	88.4	96.2
	CAT 1	81.2	88.2	95.9
	VFR	75.3	81.7	88.8
	VFR & EDR 0.4	74.8	81.1	87.8

Tafla 21. Hvasr: Mat á nothæfisstuðli (%) með tilliti til hliðarvinds á mögulegar réttvísandi flugbrautir, EDR og skyggnis og skýjahæðar, 2021–2022. VSV/ANA-brautir.

Réttvísandi flugbrautir	10 kt hámarks-hliðarvindur	13 kt hámarks-hliðarvindur	20 kt hámarks-hliðarvindur	
040/220	Vindur	77.6	86.8	95.7
	EDR 0.4	77.3	86.3	94.7
	EDR 0.5	77.6	86.8	95.6
	EDR 0.6	77.6	86.8	95.7
	CAT 2	77.5	86.7	95.6
	CAT 1	77.3	86.5	95.3
	VFR	71.8	80.2	88.3
	VFR & EDR 0.4	71.5	79.8	87.5
050/230	Vindur	74.8	85.2	95.5
	EDR 0.4	74.7	85.0	94.6
	EDR 0.5	74.8	85.2	95.5
	EDR 0.6	74.8	85.2	95.5
	CAT 2	74.7	85.1	95.4
	CAT 1	74.5	84.9	95.1
	VFR	69.2	78.8	88.2
	VFR & EDR 0.4	69.1	78.6	87.4
060/240	Vindur	71.9	83.4	95.5
	EDR 0.4	71.8	83.2	94.6
	EDR 0.5	71.9	83.3	95.4
	EDR 0.6	71.9	83.4	95.5
	CAT 2	71.8	83.3	95.4
	CAT 1	71.6	83.0	95.1
	VFR	66.6	77.2	88.1
	VFR & EDR 0.4	66.5	77.0	87.5
070/250	Vindur	70.9	81.6	95.6
	EDR 0.4	70.8	81.4	94.6
	EDR 0.5	70.9	81.6	95.5
	EDR 0.6	70.9	81.6	95.6
	CAT 2	70.8	81.5	95.4
	CAT 1	70.6	81.3	95.2
	VFR	65.7	75.6	88.2
	VFR & EDR 0.4	65.5	75.5	87.4

Tafla 22. Hvasr: Mat á nothæfisstuðli (%) með tilliti til hliðarvinds á mögulegar réttvísandi flugbrautir, EDR og skyggnis og skýjahæðar, 2021–2022. SA/NV-brautir.

Réttvísandi flugbrautir	10 kt hámarks-hliðarvindur	13 kt hámarks-hliðarvindur	20 kt hámarks-hliðarvindur	
130/310	Vindur	78.7	87.4	97.8
	EDR 0.4	77.2	85.5	95.1
	EDR 0.5	78.3	87.0	97.2
	EDR 0.6	78.6	87.3	97.7
	CAT 2	78.6	87.3	97.7
	CAT 1	78.3	87.0	97.4
	VFR	72.7	80.5	89.9
	VFR & EDR 0.4	71.5	78.9	87.9
140/320	Vindur	80.2	88.2	98.4
	EDR 0.4	78.7	86.4	95.6
	EDR 0.5	79.9	87.8	97.8
	EDR 0.6	80.2	88.1	98.3
	CAT 2	80.1	88.1	98.3
	CAT 1	79.9	87.9	98.0
	VFR	74.0	81.2	90.5
	VFR & EDR 0.4	72.8	79.8	88.4
150/330	Vindur	81.6	89.5	98.5
	EDR 0.4	80.3	87.8	95.9
	EDR 0.5	81.4	89.2	98.0
	EDR 0.6	81.6	89.4	98.4
	CAT 2	81.5	89.4	98.4
	CAT 1	81.3	89.1	98.1
	VFR	75.1	82.3	90.7
	VFR & EDR 0.4	74.1	81.1	88.6
160/340	Vindur	82.5	90.9	98.2
	EDR 0.4	81.2	89.2	95.8
	EDR 0.5	82.3	90.7	97.8
	EDR 0.6	82.4	90.9	98.1
	CAT 2	82.4	90.8	98.1
	CAT 1	82.1	90.6	97.8
	VFR	75.9	83.7	90.4
	VFR & EDR 0.4	74.9	82.4	88.6

Tafla 23. hvasr: Mat á nothæfisstuðli (%) með tilliti til hliðarvinds á mögulegar tvær til þrjár réttvísandi flugbrautir, EDR og skyggnis og skýjahæðar, 2021–2022.

Réttvísandi flugbrautir		10 kt hámarks-hliðarvindur	13 kt hámarks-hliðarvindur	20 kt hámarks-hliðarvindur
010/190 og 140/320	Vindur	93.5	96.7	99.6
	EDR 0.4	91.2	94.3	96.7
	EDR 0.5	93.0	96.2	99.0
	EDR 0.6	93.4	96.7	99.5
	CAT 2	93.4	96.6	99.5
	CAT 1	93.1	96.4	99.2
	VFR	86.1	89.0	91.6
	VFR & EDR 0.4	84.3	87.1	89.3
060/240 og 140/320	Vindur	90.1	96.0	99.9
	EDR 0.4	88.6	94.0	97.0
	EDR 0.5	89.8	95.6	99.3
	EDR 0.6	90.1	95.9	99.8
	CAT 2	90.0	95.9	99.5
	CAT 1	89.8	95.7	99.5
	VFR	83.0	88.4	91.8
	VFR & EDR 0.4	81.8	86.8	89.5
010/190, 060/240 og 140/320	Vindur	98.1	99.2	100.0
	EDR 0.4	95.8	96.6	97.0
	EDR 0.5	97.7	98.7	99.4
	EDR 0.6	98.0	99.1	99.9
	CAT 2	98.0	99.1	99.8
	CAT 1	97.7	98.9	99.6
	VFR	90.3	91.3	91.9
	VFR & EDR 0.4	88.5	89.2	89.5



## **IV Nothæfisstuðlar byggðir á gögnum frá hvass**

Útreiknaðir nothæfisstuðlar með tilliti til hliðarvinds byggðir á gögnum frá hvass fyrir tímabilin 2021–2022, 2002–2008 og samanlagt (2002–2008 + 2021–2022). Réttvísandi flugbrautir eru þær sömu og í skýrslunni. Tafla 24 sýnir niðurstöður fyrir eina flugbraut og tafla 25 fyrir tvær flugbrautir.

Tafla 24. hvass: Mat á nothæfisstuðli (%) með tilliti til hliðarvinds á mögulegar réttvísandi flugbrautir í Hvassahrauni fyrir tímabilin 2021–2022, 2002–2008 og samanlagt (2002–2008 + 2021–2022).

Réttvísandi flugbrautir	Tímabil	10 kt hámarks-hliðarvindur	13 kt hámarks-hliðarvindur	20 kt hámarks-hliðarvindur
350/170	2021–2022	80.0	88.2	96.5
	2002–2008	77.3	86.6	97.0
	Samanlagt	77.9	87.0	96.9
000/180	2021–2022	80.7	87.9	96.4
	2002–2008	78.3	86.6	96.6
	Samanlagt	78.8	86.9	96.5
010/190	2021–2022	80.4	87.7	96.0
	2002–2008	78.3	86.2	96.1
	Samanlagt	78.8	86.5	96.1
020/200	2021–2022	79.9	87.5	95.7
	2002–2008	77.9	85.8	95.6
	Samanlagt	78.4	86.2	95.6
040/220	2021–2022	76.7	86.4	95.6
	2002–2008	76.1	84.9	94.7
	Samanlagt	76.3	85.3	94.9
050/230	2021–2022	73.9	84.7	95.7
	2002–2008	73.7	83.8	94.5
	Samanlagt	73.8	84.0	94.7
060/240	2021–2022	71.9	82.9	95.7
	2002–2008	71.8	82.0	94.3
	Samanlagt	71.8	82.2	94.6
070/250	2021–2022	71.0	81.3	95.5
	2002–2008	70.6	80.7	94.1
	Samanlagt	70.7	80.9	94.4
130/310	2021–2022	75.4	84.8	96.3
	2002–2008	73.5	83.6	96.0
	Samanlagt	73.9	83.9	96.0
140/320	2021–2022	76.2	85.7	96.7
	2002–2008	74.2	84.4	96.6
	Samanlagt	74.6	84.7	96.6
150/330	2021–2022	77.3	86.6	96.9
	2002–2008	75.2	85.2	97.1
	Samanlagt	75.6	85.5	97.1
160/340	2021–2022	78.9	87.4	96.6
	2002–2008	76.2	85.9	97.2
	Samanlagt	76.8	86.3	97.1

Tafla 25. hvass: Mat á nothæfisstuðli (%) með tilliti til hliðarvinds á mögulegar tvær réttvísandi flugbrautir fyrir tímabilin 2021–2022, 2002–2008 og samanlagt (2002–2008 + 2021–2022).

Réttvísandi flugbrautir	Tímabil	10 kt hámarks-hliðarvindur	13 kt hámarks-hliðarvindur	20 kt hámarks-hliðarvindur
010/190 og 140/320	2021–2022	90.5	94.8	99.0
	2002–2008	90.1	95.2	99.4
	Samanlagt	90.2	95.1	99.3
060/240 og 140/320	2021–2022	88.9	94.9	99.7
	2002–2008	88.8	94.9	99.6
	Samanlagt	88.8	94.9	99.6

## V Nothæfisstuðlar byggðir á gögnum frá rflug og kefla

Útreiknaðir nothæfisstuðlar með tilliti til hliðarvinds, skýjahæðar og skyggis byggðir á gögnum frá rflug og kefla fyrir tímabil mælinga í hvasr, 2021–2022. Notast er við METAR athuganir fyrir skyggni og skýjahæð. Tafla 26 sýnir samanburð á bestu samsetningu flugbrauta á hvasr og núverandi flugbrauta á rflug (RWY 01/19 & 14/31) og kefla (RWY 01/19 & 10/28). Sömu upplýsingar má finna á mynd 53.

Tafla 26. Samanburður á mati á nothæfisstuðli (%) með tilliti til hliðarvinds á tvær réttvísandi flugbrautir, besta samsetning, á hvasr og á núverandi flugbrautir (RWY) á rflug og kefla, 2021–2022.

Flugbrautir		10 kt hámarks- hliðarvindur	13 kt hámarks- hliðarvindur	20 kt hámarks- hliðarvindur
<b>hvasr</b>				
010/190 og 140/320	Vindur	93.5	96.7	99.6
	CAT 2	93.4	96.6	99.5
	CAT 1	93.1	96.4	99.2
	VFR	86.1	89.0	91.6
<b>rflug</b>				
RWY 01/19 & 14/31	Vindur	93.7	97.5	99.6
	CAT 2	93.5	97.3	99.4
	CAT 1	93.1	96.9	98.9
	VFR	87.5	90.7	92.4
<b>kefla</b>				
RWY 01/19 & 10/28	Vindur	86.1	93.2	99.2
	CAT 2	85.5	92.6	98.5
	CAT 1	84.3	91.3	97.2
	VFR	72.7	78.1	82.2