

Samband veðurs og snjóflóða á Ólafsfjarðarvegi

Magni Hreinn Jónsson
Sveinn Brynjólfsson

Samband veðurs og snjóflóða á Ólafsfjarðarvegi

Magni Hreinn Jónsson, Veðurstofu Íslands
Sveinn Brynjólfsson, Veðurstofu Íslands

Lykilsíða

Skýrsla nr.: VÍ 2015-002	Dags.: Apríl 2015	ISSN: 1670-8261	Opin <input checked="" type="checkbox"/> Lokuð <input type="checkbox"/> Skilmálar:
Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill: Samband veðurs og snjóflóða á Ólafsfjarðarvegi		Upplag: 22 Fjöldi síðna: 53	
Höfundar: Magni Hreinn Jónsson og Sveinn Brynjólfsson		Framkvæmdastjóri sviðs: Jórunn Harðardóttir	
		Verkefnisstjóri: Harpa Grímsdóttir	
		Verknúmer: 5815-0-0010	
Gerð skýrslu/verkstig:		Málsnúmer: 2015-116	
Unnið fyrir: Vegagerðina			
Samvinnuaðilar:			
Útdráttur: Á hverju ári falla að meðaltali sjö flóð á Ólafsfjarðarveg. Veðurstofan hefur frá því í janúar 2014 gert snjóflóðaspá fyrir veginn og er það hluti af þjónustusamningi milli Veðurstofu og Vegagerðar um snjóflóðaspár og mat á snjóflóðaaðstæðum fyrir ákveðna vegi. Í þessari skýrslu er lýst niðurstöðum á greiningu sambands veðurs og snjóflóða á Ólafsfjarðarvegi. Munur á snjóflóðahættu eftir vindátt og vindstyrk var greindur ásamt áhrifum úrkomu. Mesta snjóflóðahættan á veginum skapast í annars vegar norðnorð-vestanátt með úrkomu og hinsvegar í hvasstri norðaustanátt.			
Lykilorð: Snjóflóð, samband veðurs og snjóflóða, snjóflóðaspá, vegir		Undirskrift framkvæmdastjóra sviðs: 	
		Undirskrift verkefnisstjóra: 	
		Yfirfarð af: HG, SG	

Efnisyfirlit

EFNISYFIRLIT.....	5
MYNDASKRÁ	5
1 INNGANGUR.....	9
2 GÖGN OG AÐFERÐIR.....	9
2.1 Veðurgögn	9
2.2 Snjóflóðagögn	10
2.3 Samanburður veðurs og snjóflóða.....	12
3 NIÐURSTÖÐUR	13
3.1 Hitastig	13
3.2 Vindátt.....	14
3.3 Vindstyrkur.....	18
3.4 Úrkoma.....	19
3.5 Vindátt og vindstyrkur.....	20
3.6 Vindátt og úrkoma.....	22
3.7 Vindátt, vindstyrkur og úrkoma	22
4 TÚLKUN OG SAMANTEKT Á NIÐURSTÖÐUM.....	28
4.1 Norðvestan átt.....	28
4.2 Norðaustan átt.....	28
4.3 Suðaustan átt.....	28
4.4 Suðvestan átt.....	29
5 LOKAORÐ	29
HEIMILDIR	30
VIÐAUKI I. GREINING Á ÚRKOMU OG SNJÓFLÓÐUM	31
VIÐAUKI II. GREINING Á VINDI OG SNJÓFLÓÐUM	34
VIÐAUKI III. GREINING Á VINDÁTT, ÚRKOMU OG SNJÓFLÓÐUM.....	36
VIÐAUKI IV. GREINING Á VINDÁTT, VINDSTYRK, ÚRKOMU OG SNJÓFLÓÐUM.....	41

Myndaskrá

Mynd 1. Fjöldi snjóflóða	11
Mynd 2. Fjöldi snjóflóðahrina.....	11
Mynd 3. Hlutfall snjóflóða sem falla undir eða við tiltekið hitastig á sjálfvirku stöðinni í Ólafsfirði.	14
Mynd 4. Vindrós fyrir Grímsey þegar vindur er yfir 10 m/s.....	15
Mynd 5. Vindrós frá Grímsey þegar vindur er yfir 10 m/s og hiti í Ólafsfirði er undir 3°C.	15
Mynd 6. Vindrós frá Grímsey þegar vindur er yfir 10 m/s, hiti í Ólafsfirði er undir 3°C og úrkoma mælist í Ólafsfirði.	16

Mynd 7. Snjóflóðahlutfall fyrir mismunandi vindáttir í Grímsey þegar vindhraði er meiri en 5 m/s.	17
Mynd 8. Snjóflóðahlutfall fyrir mismunandi vindáttir í Grímsey þegar vindhraði er meiri en 5 m/s.	17
Mynd 9. Snjóflóðahlutfall fyrir mismunandi vindáttir í Grímsey þegar vindhraði er meiri en 5 m/s.	18
Mynd 10. Snjóflóðahlutfall sem fall af vindhraða í Grímsey.....	19
Mynd 11. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu í Ólafsfirði.	19
Mynd 12. Snjóflóðahlutfall sem fall af vindstyrk fyrir mismunandi vindáttir.	20
Mynd 13. Snjóflóðahlutfall sem fall af vindhraða fyrir mismunandi vindáttir.	21
Mynd 14. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.....	22
Mynd 15. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	23
Mynd 16. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	24
Mynd 17. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	25
Mynd 18. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	26
Mynd 19. Uppsöfnuð úrkoma (mm) klukkan 13 14.8.2006 til klukkan 22 14.8.2006, þegar vindur var NNA 10 m/s. (Sveinn Brynjólfsson & Haraldur Ólafsson 2009).....	27
Mynd 20. Uppsöfnuð úrkoma (mm) klukkan 4 8.8.2006 til klukkan 16 8.8.2006, þegar vindur var SA 6 m/s. (Sveinn Brynjólfsson & Haraldur Ólafsson 2009).....	27
Mynd 21. Snjóflóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu í Ólafsfirði.	31
Mynd 22. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu í Ólafsfirði.	31
Mynd 23. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu í Ólafsfirði.	32
Mynd 24. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu í Ólafsfirði.	32
Mynd 25. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu í Ólafsfirði.....	32
Mynd 26. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu í Ólafsfirði.	33
Mynd 27. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu í Ólafsfirði. Í þessu tilfalli eru snjóflóð sem falla á úrkomutímabilinu einnig talin með auk snjóflóða sem falla innan sex tíma þar á eftir.	33
Mynd 28. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu í Ólafsfirði. Í þessu tilfalli eru snjóflóð sem falla á úrkomutímabilinu einnig talin með auk snjóflóða sem falla innan sex tíma þar á eftir.	33
Mynd 29. Snjóflóðahlutfall sem fall af vindstyrk fyrir mismunandi vindáttir.	34
Mynd 30. Snjóflóðahlutfall sem fall af vindhraða fyrir mismunandi vindáttir.	35
Mynd 31. Snjóflóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.....	36
Mynd 32. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.....	37

Mynd 33. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.....	37
Mynd 34. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.....	38
Mynd 35. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.	38
Mynd 36. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.....	39
Mynd 37. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu fyrir mismunandi vindstefnur. Í þessu tilfelli eru öll snjóflóð talinn sem falla á úrkomutímabilinu auk flóða sem falla sex tímum á eftir.	39
Mynd 38. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur. Í þessu tilfelli eru öll snjóflóð talinn sem falla á úrkomutímabilinu auk flóða sem falla sex tímum á eftir.	40
Mynd 39. Snjóflóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	41
Mynd 40. Snjóflóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða. Þar sem gögn vantar til þess að teikna súlu er sett X í staðinn.	42
Mynd 41. Snjóflóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	43
Mynd 42. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	44
Mynd 43. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	44
Mynd 44. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	45
Mynd 45. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	46
Mynd 46. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	46
Mynd 47. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	47
Mynd 48. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	48
Mynd 49. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	48
Mynd 50. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	49
Mynd 51. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	50
Mynd 52. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	50
Mynd 53. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	51

Mynd 54. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	52
Mynd 55. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	52
Mynd 56. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.	53

1 Inngangur

Veðurstofa Íslands var aðili að SNAPS verkefninu sem var styrkt af Norðurslóðaáætlun Evrópusambandsins (NPP) og unnið á árunum 2011 til 2014. Það var norrænt samstarfsverkefni sem snerist um að bæta samgöngur og öryggi þeirra þar sem snjór og snjóflóð eru vandamál. Hluti af þessu verkefni var að greina tengsl snjóflóða og veðurs á veginum um Súðavíkur- og Kirkjubólshlíð og þróa snjóflóðaspá fyrir veginn (Magni Hreinn Jónsson o.fl., 2014). Veturinn 2013–2014 var snjóflóðaspáin gerð í tilraunaskyni og svo áfram veturinn 2014–2015. Samhliða þessu verkefni vaknaði áhugi á snjóflóðaspám fyrir fleiri vegi og snjóflóðaspá hefur verið gerð fyrir veginn um Ólafsfjarðarmúla frá janúar 2014 og Siglufjarðarveg frá haustinu 2014. Einnig hefur óformlegri snjóflóðaspá verið gerð fyrir vegina um Ljósavatnsskarð og Dalsmynni. Greining á tengslum veðurs og snjóflóða hefur verið eitt af þeim verkfærum sem beitt hefur verið við snjóflóðaspá fyrir Súðavíkur- og Kirkjubólshlíðar og hefur reynst góð viðbót við aðrar aðferðir. Styrkur fékkst úr rannsóknarsjóði Vegagerðarinnar í mars 2014 til þess að gera sambærilega greiningu fyrir veginn um Ólafsfjarðarmúla og er niðurstöðum þeirrar greiningar lýst í þessari skýrslu.

Breytingar í samfélagsmynstri valda því að þjónustusvæði og atvinnusvæði eru að stækka. Í Eyjafirði eins og víða annars staðar er orðið algengara en áður að fólk búi á einum stað en sækji vinnu á öðrum. Einnig sækir fólk þjónustu milli þéttbýlisstaða í mun ríkara mæli en áður, svo sem verslun, tólmstundir og fleira. Þetta er mikilvægur þáttur í því að efla samkeppnishæfni svæðisins og lífskjör íbúa. Vegir hafa smám saman batnað og mokstursdögum verið fjölgað og eru vegir nú opnir í mun verra veðri en áður fyrr. Að sama skapi hafa líkur á að snjóflóð falli á veg sem opinn er fyrir umferð aukist. Þannig hefur nokkrum sinnum legið við slysum síðustu ár á Ólafsfjarðarvegi þegar bílar hafa ekið inn í snjóflóð eða lokast af á milli flóða. Umferð um Ólafsfjarðarveg hefur stóraukist með bættum samgöngum, fyrst með tilkomu Múlaganga og nú síðast með Héðinsfjarðargöngum. Snjóflóð sem falla á veginn eru oftast bein afleiðing veðurs og þá helst úrkomu og vinds. Til þess að geta spáð fyrir um þessi snjóflóð er því mikilvægt að greina og þekkja veðuraðdraganda þeirra. Í einhverjum tilfellum getur þó stöðugleiki snjóalaga skipt höfuðmáli.

2 Gögn og aðferðir

2.1 Veðurgögn

Þeir veðurþættir sem voru skoðaðir eru úrkoma, hitastig, vindstefna og -styrkur. Við greiningu á vindi eru notaðar mælingar frá sjálfvirkum veðurstöðinni í Grímsey. Það er sú veðurstöð í nágrenni vegarins þar sem landslagsáhrif eru minnst þó stöðin virðist ekki alfarið laus við þau. Vegna snúnings jarðar og viðnáms við yfirborðið (sem er mun meira á landi en sjó) er stefna vindsins í Grímsey oft 15–30 gráðum lægri en inn á landinu í norðlægum áttum a.m.k. Aðrar veðurstöðvar eru í fjörðum eða nálægt fjöllum þar sem landslag getur haft mikil staðbundin áhrif á vindstyrk og stefnu. Æskilegra hefði verið að nota veðurstöð nær veginum og óskastaðan hefði verið að eiga vindmælingar frá fjallastöð þar sem landslagsáhrif eru lítil, líkt og Þverfjall á Vestfjörðum og Gagnheiði á Austurlandi. Vaðlaheiði virðist fulllangt frá rannsóknarsvæðinu og á það til að verða óvirk vegna ísingar. Sjálfvirkar veðurmælingar hófust í Grímsey í byrjun desember 2005. Við

greiningu á úrkomu og hita eru notaðar mælingar úr sjálfvirku stöðinni í Ólafsfirði. Úrkomumælingar þar hófust í lok október 1997.

Greining á áhrifum úrkomu nær því til ársins 1997 en á áhrifum vindstyrks og stefnu einungis aftur til 2005. Greining á áhrifum vinds og úrkomu saman ná því einnig eingöngu aftur til 2005. Veðurgögnin voru sótt í gagnagrunn Veðurstofunnar og forunnin fyrir greininguna í lok nóvember 2014 og takmarkast greiningin við þessi tímabil.

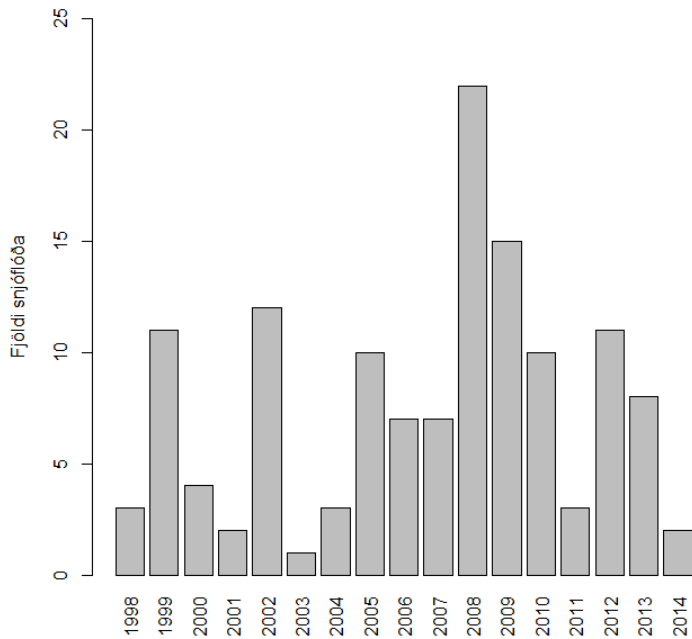
Veðurgögnin sem eru notuð eru með klukkutíma upplausn. Fyrir hvern klukkutíma er skráð uppsöfnuð úrkoma og meðaltöl annarra veðurþátta fyrir viðkomandi klukkustund. Fyrir þetta verkefni voru auk þess reiknuð lengri meðaltöl og uppsöfnuð úrkoma fyrir lengri tímabil, allt upp í þrjá daga aftur í tímann. Þetta eru þær tímaráðir sem notaðar eru við tölfræðigreininguna.

2.2 Snjóflóðagögn

Vegagerðin hefur lengi skráð þau snjóflóð sem falla á Ólafsfjarðarveg og eru þær skráningar nokkuð nákvæmar síðan 1988. Árið 2009 fékk Veðurstofan sent afrit af þeim gagnagrunni sem var færður inn í sameiginlegt ofanflóðagagnasafn VÍ og Náttúrufræðistofnunar. Síðustu ár hafa öll flóð sem fréttist af verið verið skráð jafnóðum á VÍ. Upplýsingarnar eru misnákvæmar, tímasetning sumra snjóflóða er skráð með talsverðri óvissu og staðsetning flóðanna eitthvað á reiki í sumum tilfellum. Vegagerðin hefur einungis skráð þau flóð sem ná út á veg, en ekki þau sem stöðvast ofan við veg eða í vegkanti.

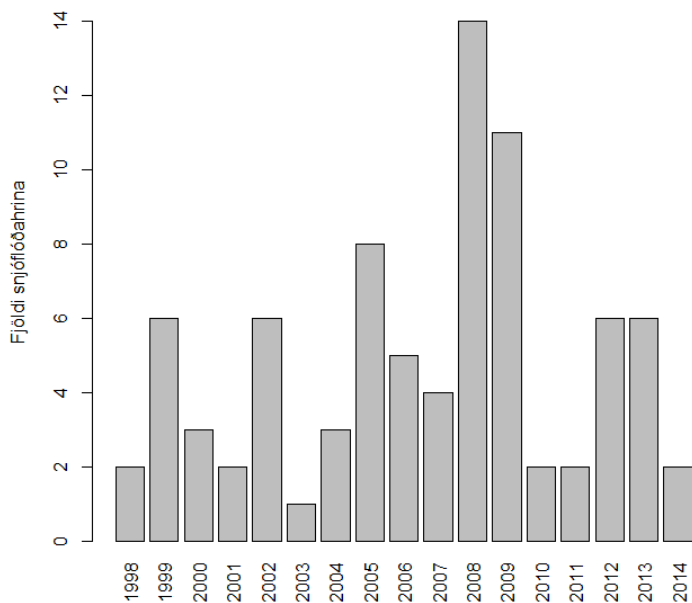
Snjóflóð sem hafa fallið á eða alveg að Ólafsfjarðarvegi, Dalvíkurmegin á því tímabili sem veðurmælingarnar ná yfir eru notuð í þessu verkefni. Nánar tiltekið eru það flóð úr farvegum 33a til og með 40, úr Háugrundargili og Stofugili. Þessir farvegir hafa að mestu svipað viðhorf til austurs og austnorðausturs. Snjóflóð úr þeim eru því greind sem ein heild. Snjóflóð hafa einnig fallið á veginn Ólafsfjarðarmegin, úr farvegum 2 og 3 á þessu tímabili. Eitt flóð úr farvegi 2 sem lokaði vegi og tvö úr farvegi 3 sem fóru yfir vegskála og að hluta yfir veg. Vegurinn er að mestu varinn með vegskála Múlaganga fyrir flóðum úr farvegi 3 sem eru yfirleitt nokkur á ári, geta orðið mjög stór og hlaupa oft í sjó fram. Flóð úr farvegi 2 sem ógna vegi eru fátíð. Þessir farvegir hafa viðhorf til norðvesturs og því er ekki hægt að greina flóð úr þeim með flóðum úr farvegum austan Múlaganga. Flóð úr þessum tveimur farvegum eruof fá til þess að hægt sé að greina veðurmynstur í aðdraganda þeirra.

Snjóflóð í gagnasafninu, sem unnið er með, eru 131 sem gera að meðaltali tæplega átta flóð á vetri. Af þessum flóðum eru 105 sem lokuðu veginum, tíu flóð stöðvuðust á veginum án þess að hann lokaðist og sextán flóð féllu að veginum. Flest voru flóðin árið 2008 eða 22 og fæst eitt flóð árið 2003 en á mynd 1 má sjá hvernig flóðin dreifast á milli ára. Það vill það heppilega til að skráð flóð eru tíðari frá 2005 eftir að sjálfvirkar vindmælingar hófust í Grímsey og því fleiri atburðir til þess að greina.



Mynd 1. Fjöldi snjóflóða.

Tímasetning snjóflóðanna er yfirleitt ekki þekkt nema með einhverri óvissu en ávallt er skráð það tímabil sem líklegast er talið að þau hafi fallið á. Algengt er að tími fyrsta snjóflóðs í hrinu sé þekktur en ef veginum er lokað í kjölfarið eru snjóflóð sem falla eftir það skráð á það tímabil sem vegurinn var lokaður. Fyrir þetta verkefni eru snjóflóðahrinur skilgreindar, og er hrina það tímabil sem snjóflóð eru skráð á hvort sem flóðin eru eitt eða fleiri. Hrinurnar eru 83 og því rétt rúmlega eitt og hálf flóð að meðaltali í hverri hrinu. Hver hrina er að meðaltali 10 klukkustundir að lengd og því ekki vitað hvenær innan þess tíma snjóflóð hafa fallið. Skipting snjóflóðahrina milli ára er sýnd á mynd 2.



Mynd 2. Fjöldi snjóflóðahrina.

2.3 Samanburður veðurs og snjóflóða

Samband veðurþátta og snjóflóða var greint með því að nota svokallað „næsta nágranna“ líkan (e. nearest neighbour method) (Buser, 1989; Kristensen & Larson, 1994; Singh & Ganju, 2004) sem sett var upp í forritinu R. Niðurstöður úr líkaninu sýna hversu hátt hlutfall veðurmælinga tengist skilgreindri snjóflóðahrinu, og er það kallað *snjóflóðahlutfall* eða *hlutfall snjóflóða* í þessari skýrslu. Með ákveðnum fyrirvara má líta á þetta hlutfall sem mat á líkum á snjóflóðum við tiltekið veður.

Þegar snjóflóðahlutfallið er fundið eru veðurmælingarnar flokkaðar í fyrirfram skilgreinda flokka eftir vindi og úrkomu. Aðliggjandi veðurmælingar sem lenda í sama flokki eru sameinaðar í eitt veðurtilfelli en þó er þetta takmarkað við sex klukkustundargildi í röð. Veðurtilfelli getur því verið samsett úr 1–6 veðurmælingum og verður aldrei lengra en sex klukkustundir. Ef snjóflóðahrina er skilgreind innan sex klst frá upphafi veðurtilfellis þá er veðurtilfellið talið tengjast snjóflóðahrinni. Í upphaflegum útgáfum aðferðarinnar er tiltekinn fjöldi tímabila sem komast næst skilgreindu veðri fundinn og hlutfall tímabila með snjóflóðum fundinn. Með því að finna öll tilfelli sem falla í skilgreinda flokka, hvort sem þau eru fá eða mörg, nýtast gögnin betur fyrir algeng veður og skortur á mælingum fyrir sjaldgæfari atburði verður skýrari. Hér er að mestu stuðst við aðferð Singh og Ganju (2004) en hún aðlöguð að meiri tímaupplausn veðurmælinga.

Lengd veðurtilfella er takmörkuð til þess að gera niðurstöður með mismunandi flokkum samburðarhæfar. Það má til dæmis ímynda sér að flokkurinn hæg NA-átt sé skilgreindur. Þetta ástand varir gjarnan klukkutímum saman og jafnvel í fleiri daga. Ef lengd tímans væri ekki takmörkuð yrðu til löng veðurtilfelli sem væru þá líklegri til að tengjast snjóflóðahrinum. Slíkt ástand væri ekki samanburðarhæft við stífa NA-átt og mikla úrkomu, sem gerist sjaldnar og varir skemur. Lengd veðurtilfella er því takmörkuð við sex klukkustundir og tengsl við snjóflóð eru skilgreind ef snjóflóðahrina hefst innan sex klukkustunda frá *upphafi* veðurtilfellis. Öll veðurtilfelli eru því tengd snjóflóðum með sama tímamma hvort sem þau eru ein eða sex klukkustundir að lengd.

Þessi talningar aðferð og sérstaklega sú staðreynd að snjóflóðahrinurnar eru skilgreindar yfir tímabil en ekki með einni tímasetningu veldur því að snjóflóðahrinur geta verið margtaldar. Líkur á margtalningum minnka þó þegar verið er að skoða sjaldgæfa atburði s.s. mikla úrkomu eða mikinn vind. Það er erfitt að meta nákvæm áhrif þessa en þau virðast þó ekki vera mikil fyrir þá veðurflokka sem eru áhugaverðastir en líklegt er að snjóflóðahlutfallið ofmeti líkur á snjóflóðum þegar það er lágt.

Nokkur atriði lágu til grundvallar þegar ákveðið var að takmarka lengdina við 6 klukkustundir. Niðurstöðurnar verða notaðar við snjóflóðaspá og edlilegt að miða við spátímabil sem er kannski 6–12 klst. hugsanlega upp í 24 klst. Til þess að auðvelda samanburð má munur á stystu og lengstu veðurmælingu ekki vera of mikill. Tímasetning snjóflóðanna er ekki skráð með mikilli nákvæmni en meðallengd snjóflóðahrina á Ólafsfjarðarveginum er tíu klukkustundir. Það er því í raun er verið að tengja snjóflóð við veðurmælingu innan lengra tímabils en þessara skilgreindu sex tíma.

Þegar úrkoma yfir lengri tímabil er skoðuð (meira en 6–12 tímar) er áhugavert að telja ekki eingöngu snjóflóðahrinur eftir veðurmælingu heldur einnig þær sem hugsanlega hafa orðið á úrkomutímabilinu. Þetta var gert í nokkrum tilfellum í greiningunni en þær niðurstöður eru þó ekki alveg samanburðarhæfar við aðrar þær sem hlutfall snjóflóða er þá miðað við mislöng tímabil. Fyrir styttri úrkomutímabil (minna en 12 tímar) dregur lengd snjóflóðahrinna úr áhrifum þess hvort horft er á allt úrkomutímabilið eða ekki.

3 Niðurstöður

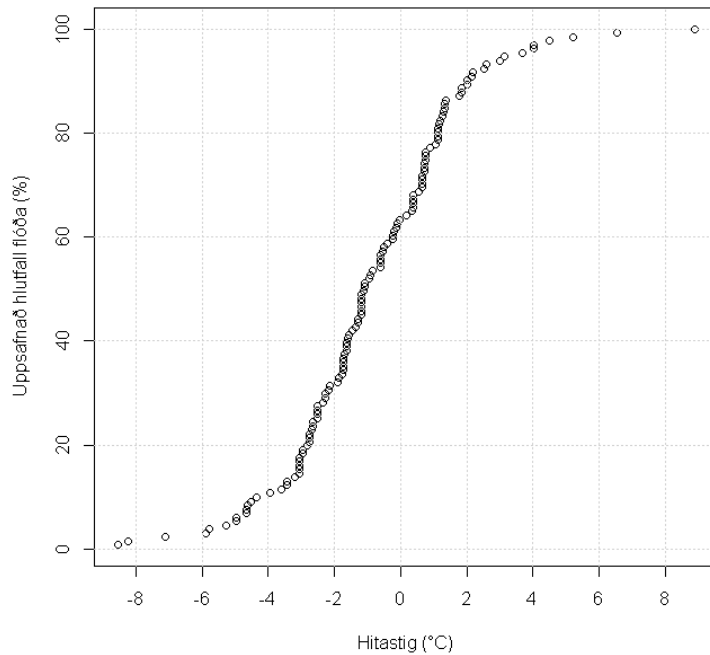
Hér á eftir er niðurstöðum úr greiningu á sambandi veðurs og snjóflóða lýst. Í fyrstu köflunum eru áhrif einstakra veðurþátta skoðuð en svo eru veðurþættirnir skoðaðir saman. Valdar niðurstöður birtast í þessum kafla en það sem út af stendur er birt í viðauka. Með líkaninu má þó kalla fram frekari niðurstöður en birtast í viðauka. Þannig má kalla fram niðurstöður fyrir betur skilgreind veðurtilfelli eftir því sem við á og hefur það verið nýtt við snjóflóðaspá fyrir Súðavíkurhlíð og verður eflaust einnig gert fyrir Ólafsfjarðarmúlann.

Í öllum tilfellum eru skoðuð gögn á tímabilinu október–apríl og í öllum tilfellum er miðað við að hiti sé undir 3°C í Ólafsfirði. Hitastig, vindhraði og vindstefna eru í öllum tilfellum miðuð við sex klukkustunda meðaltöl. Þetta þýðir að þegar verið er að greina úrkomu yfir lengra tímabil en sex klukkustundir fyrir mismunandi vindáttir þarf ekki að vera að öll úrkoman hafi fallið í tiltekinni vindátt, heldur aðeins að þessi vindátt hafi verið ríkjandi í að minnst sex klst. í tengslum við tímabilið sem snjóflóðahrinan er skráð á. Á myndunum hér að neðan eru ekki birtar niðurstöður ef veðurtilfelli sem uppfylla viðkomandi skilyrði eru færri en 15.

3.1 Hitastig

Áhrif hitastigs á snjóflóð eru fyrst og fremst tvíþætt. Þekkt er að snjóflóð geta fallið þegar hlýnar og svo ræður hitastig því hvort úrkoma fellur sem snjór, slydda eða rigning. Reynslan sýnir að það hvort snjóflóð falli þegar hlýnar ræðst að stórum hluta af ástandi snjóþekjunnar, það er hvernig lagskipting hennar er og hvort veikleikar séu til staðar. Greining á sambandi veðurs og snjóflóða þar sem ekki er horft á ástand snjóþekjunnar skilar því takmörkuðum niðurstöðum um áhrif hlýnunar. Þetta var raunin í SNAPS verkefninu og var því ekki reynt sérstaklega í þessu verkefni.

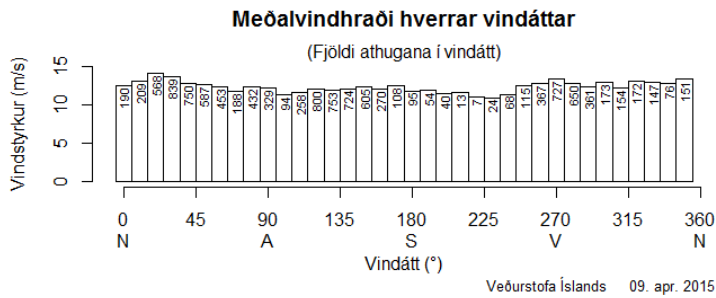
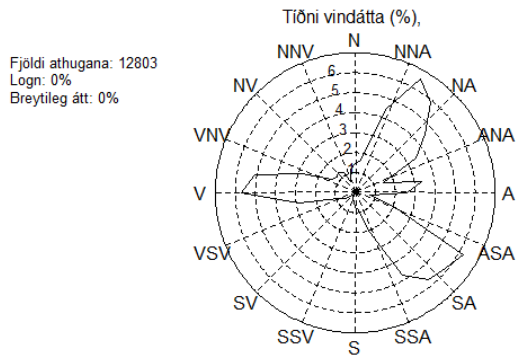
Það þykir hinsvegar eðlilegt að takmarka frekari greiningu á gögnunum við ákveðið hitastig þannig að aðeins séu skoðuð þau tilfelli þar sem hiti er undir ákveðnum mörkum. Þannig er greiningin takmörkuð við snjókomu til fjalla og hugsanleg snjóflóð þá fyrst og fremst afleiðing mikillar snjósöfnunar. Þau mörk þar sem skiptir úr rigningu yfir í snjókomu eru ekki mjög skýr. Sérstaklega þar sem hitamælingarnar sem eru notaðar eru ekki gerðar í upptakahæð heldur niður við sjávarmál. Mynd 3 sýnir við hvaða hitastig í Ólafsfirði snjóflóðin í gagnasafninu hafa fallið. Þar sést að 90% flóðanna fellur við hitastig undir 2°C og 95% flóðanna fellur við hita undir 3,7°C. Það var ákveðið að miða við að hiti væri undir 3°C við frekari greiningu. Þannig er það veður sem valdið hefur um 94% flóða í gagnasafninu skoðað. Snjóflóð geta þó, eins og sést á myndinni, fallið við hærri hita. Bæði getur snjóað og skafið og svo geta snjóflóð fallið vegna hækkandi hita eins og fram hefur komið.



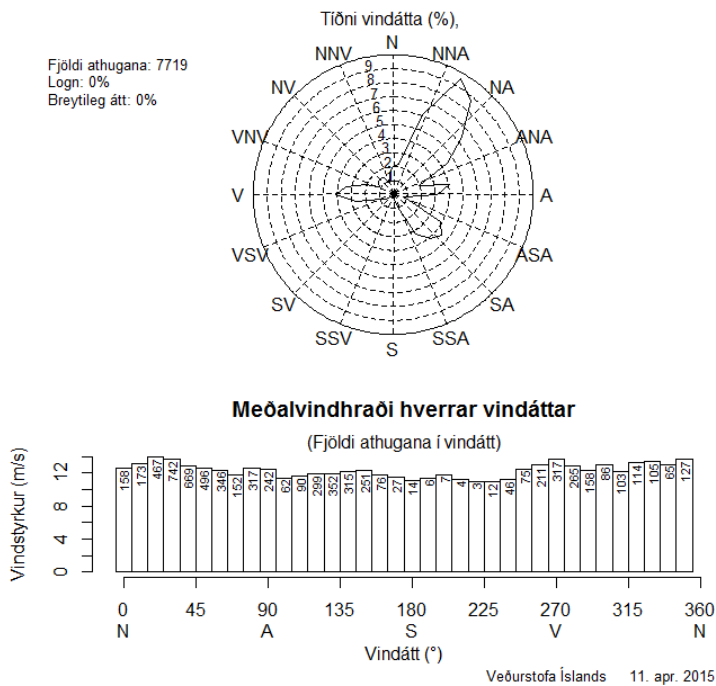
Mynd 3. Hlutfall snjóflóða sem falla undir eða við tiltekið hitastig á sjálfvirku stöðinni í Ólafsfirði.

3.2 Vindátt

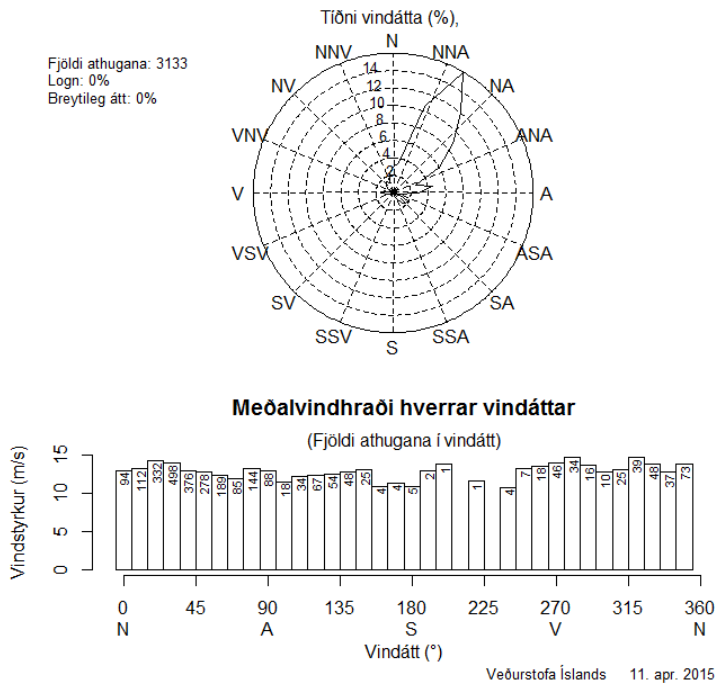
Á mynd 4 sést vindrós fyrir Grímsey þegar vindur er yfir 10 m/s. Þrjú vindáttargeirar eru mest áberandi: NNA–NA, ASA–SSA og V. Mynd 5 sýnir álíka vindrós en með því aukaskilyrði að hiti í Ólafsfirði sé undir 3°C. Á þeirri vindrós er svipað mynstur en NNA–NA geirinn sker sig úr í tíðni. Mynd 6 sýnir vindrósina fyrir Grímsey þegar vindur er yfir 10 m/s, hiti í Ólafsfirði er undir 3°C og einhver úrkoma mælist í Ólafsfirði. Í því tilfelli stendur NNA–NA geirinn nánast einn eftir. Tíðni NV- og SA-lægra átta virðist svipuð en SV-lægar áttir eru hverfandi. Þetta eru þau tilvik sem mestur áhugi er á með tilliti til snjóflóða, það er þegar úrkoma og vindur fara saman á meðan frost er í upptakasvæðum. Það sýnir sig á þessari vindrós að þær aðstæður skapast helst í norðaustan átt. Mest af veðurgögnum eru því til fyrir norðaustan áttir og því flest slík tilfelli til þess að greina. Sérstaklega er gagnasafnið rýrt fyrir suðvestan áttir og því takmarkast greiningin á suðvestan áttinni af þeim sökum.



Mynd 4. Vindrós fyrir Grímsey þegar vindur er yfir 10 m/s.



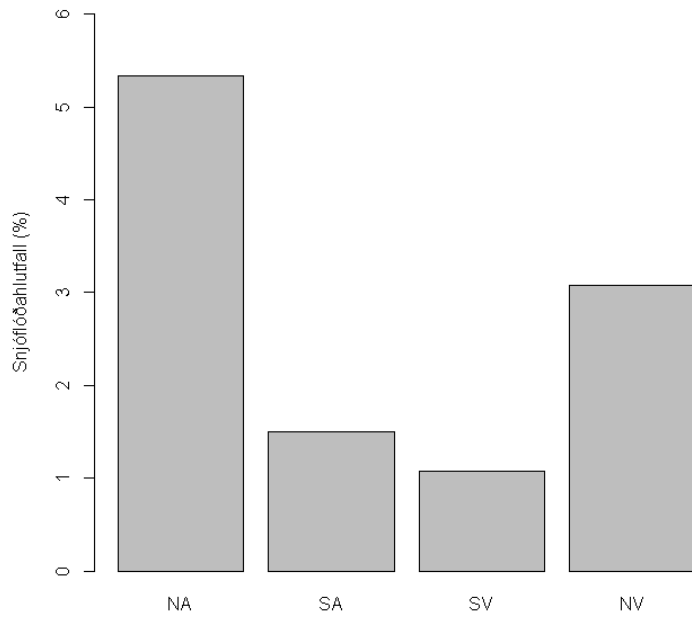
Mynd 5. Vindrós frá Grímsey þegar vindur er yfir 10 m/s og hiti í Ólafsfirði er undir 3°C.



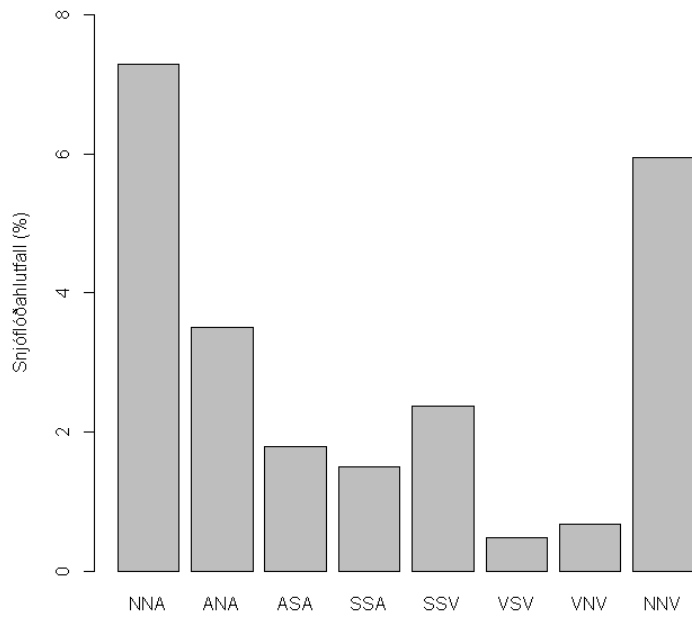
Mynd 6. Vindrós frá Grímsey þegar vindur er yfir 10 m/s, hiti í Ólafsfirði er undir 3°C og úrkoma mælist í Ólafsfirði.

Á myndum 7 til 9 sést snjóflóðahlutfallið fyrir mismunandi vindáttir í Grímsey. Vindáttinni er þarna skipt upp í fjóra, átta og tólf geira. Í niðurstöðunum sem fylgja hér á eftir er talað um NA-átt þegar vindur er frá 0° til 90°, SA er 90–180°, SV er 180–270° og NV 270–360°. Að sama skapi er NNA 0–45°, ANA 45–90° o.s.frv.

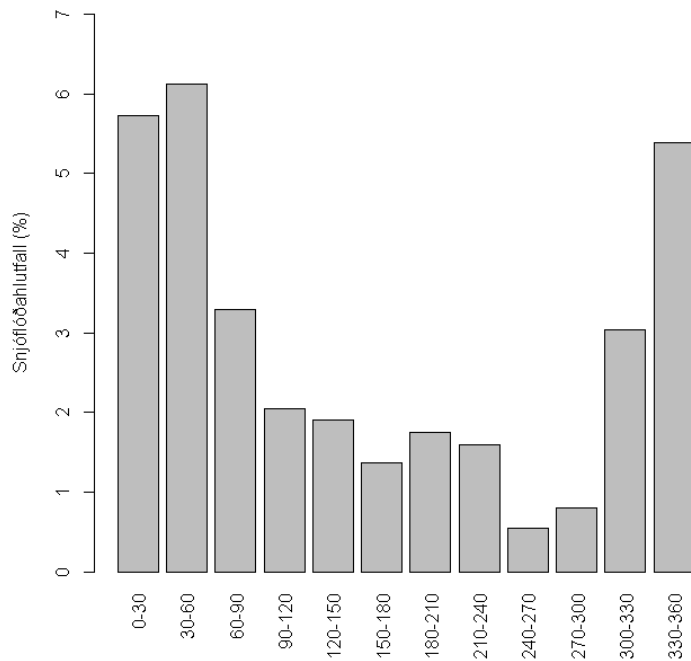
Á fyrstu myndinni sést þá til dæmis að í rúmlega 5% tilfella yfir vetrartímann, þegar vindur er af norðaustri í Grímsey og hiti undir 3°C í Ólafsfirði eru snjóflóðahrinur innan við sex klukkutíma frá þeim tilfellum. Á þessum myndum sést að norðlægu áttirnar hafa hæst hlutfallið og þá sérstaklega vindáttir í 90° geiranum frá 330° til 60°. Lág hlutfall í VNV-átt kemur á óvart. En það hefur mögulega áhrif að í VNV átt í Grímsey er vindur oftast nær úr vestri eða jafnvel suðvestri inn á Tröllaskaga.



Mynd 7. Snjóflóðahlutfall fyrir mismunandi vindáttir í Grímsey þegar vindhraði er meiri en 5 m/s.



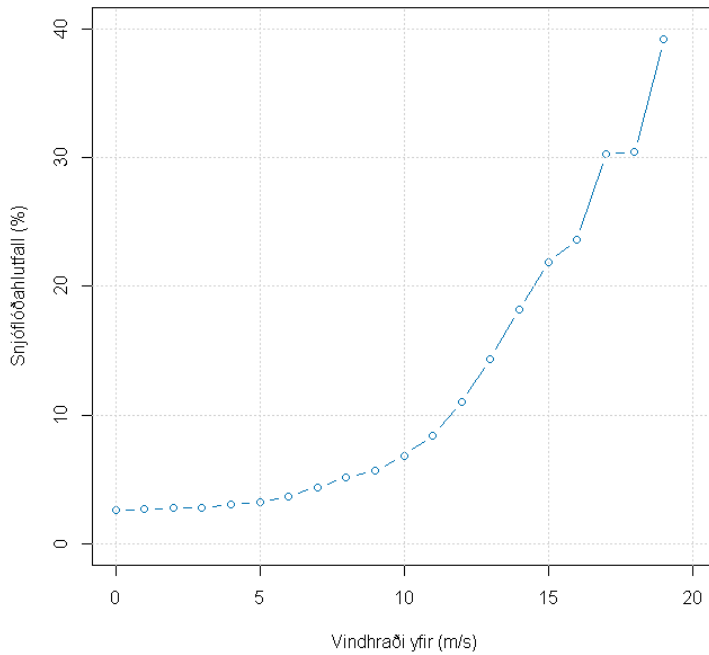
Mynd 8. Snjóflóðahlutfall fyrir mismunandi vindáttir í Grímsey þegar vindhraði er meiri en 5 m/s.



Mynd 9. Snjóflóðahlutfall fyrir mismunandi vindáttir í Grímsey þegar vindhraði er meiri en 5 m/s.

3.3 Vindstyrkur

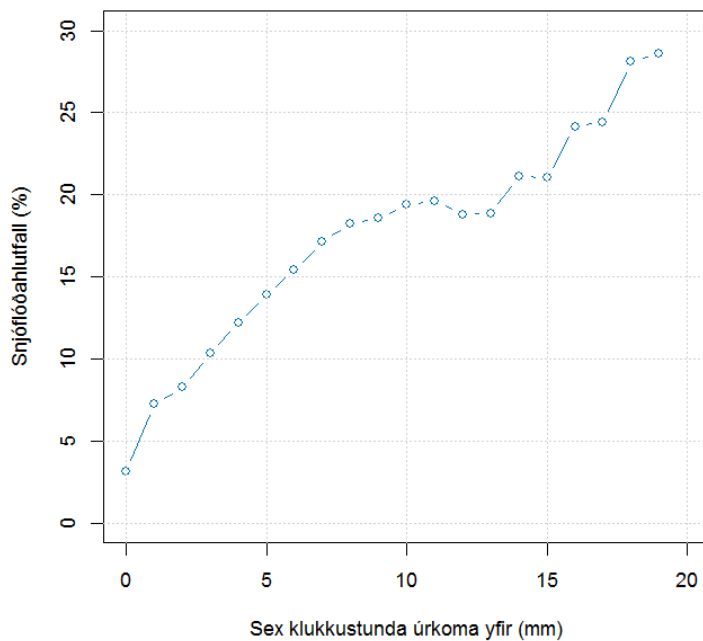
Á mynd 10 sést að alla jafna hækkar hlutfall snjóflóða með auknum vindstyrk. Aukningin er um þreföld á milli 10 og 16 m/s. Skafrenningur og þar með snjósöfnun eykst í upptakasvæðum snjóflóða með auknum vindstyrk og er oft miðað við að skafrenningur hefjist þegar vindur nær 7–10 m/s sé snjór laust bundinn. Það hversu hátt snjóflóðahlutfallið er þegar einungis er litið til vindhraða kemur þó á óvart. Til samanburðar má benda á að í greiningu á snjóflóðum á veginn um Súðavíkurlíð fór snjóflóðahlutfallið þegar einungis var litið til vindhraða mest upp í tæp 10% þegar vindur á Þverfjalli var meiri en 23 m/s.



Mynd 10. Snjóflóðahlutfall sem fall af vindhraða í Grímsey.

3.4 Úrkoma

Úrkoma eða öllu heldur ofankoma er einn allra mikilvægasti þátturinn í snjóflóðahættu. Þar sem hér eru einungis skoðuð tilfelli þegar hiti í Ólafsfirði er undir 3°C má gera ráð fyrir að snjókoma sé í upptakasvæðum snjóflóða í Ólafsfjarðarmúla. Eins og sést á mynd 11 eykst snjóflóðahlutfallið með aukinni úrkomu. Það er um 20% þegar sex klst. úrkoman er meiri en 10 mm sem jafngildir þá tæpum tveimur millimetrum á klukkustund í sex tíma. Sama mynstur er þegar litið er á aðra lengd úrkomutímabils eins og sést í viðauka.

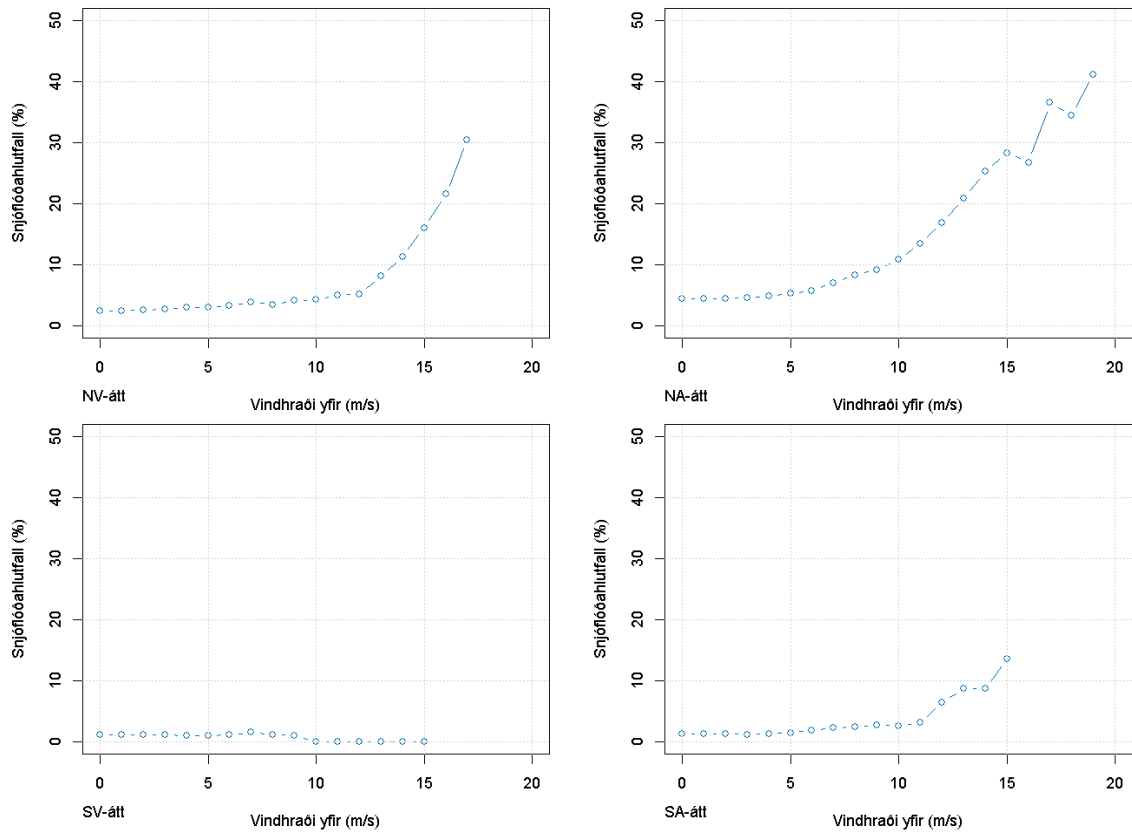


Mynd 11. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu í Ólafsfirði.

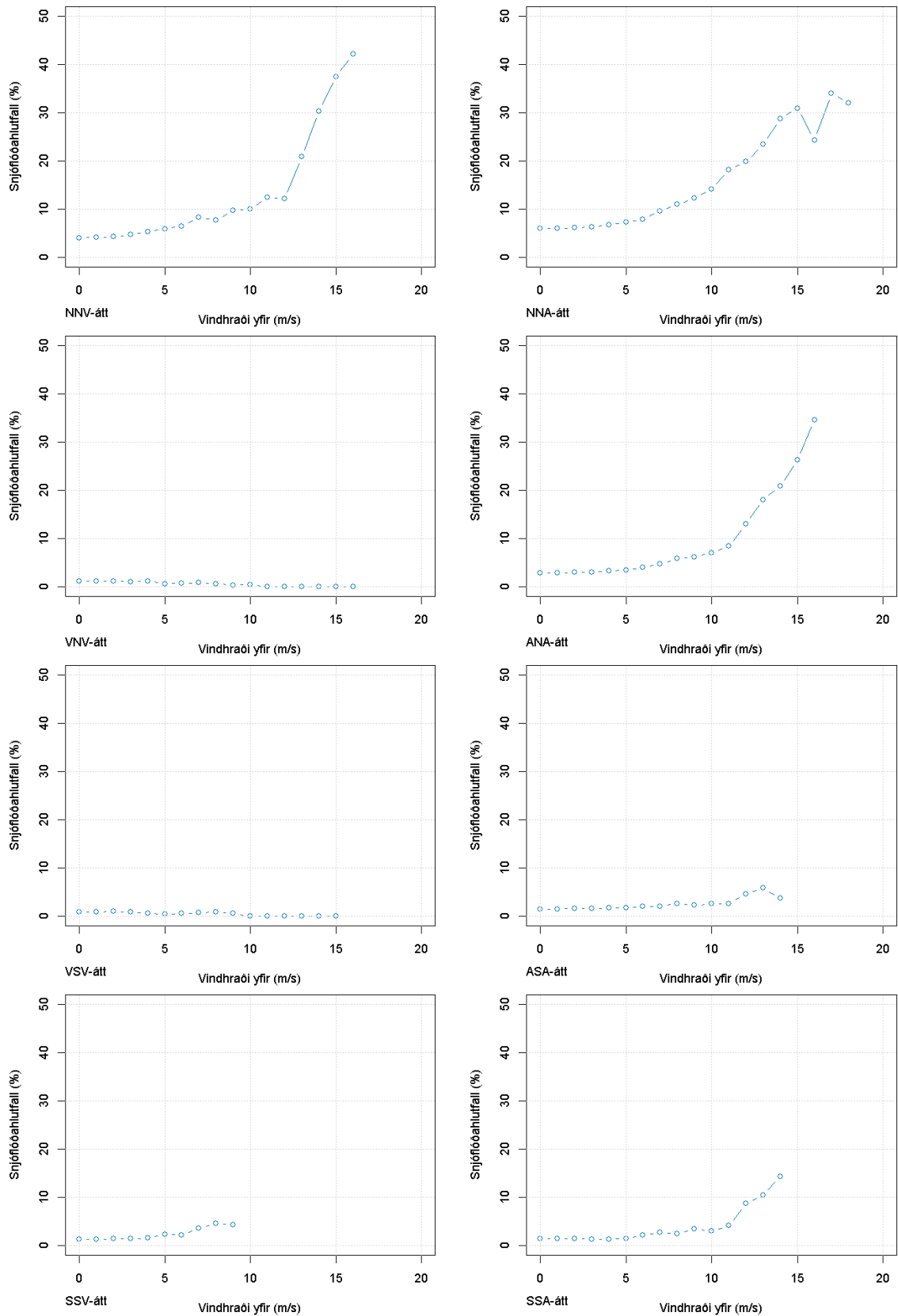
3.5 Vindátt og vindstyrkur

Á myndum 12 og 13 er snjóflóðahlutfallið sýnt sem fall af vindstyrk fyrir mismunandi vindáttir. Það kemur ekki á óvart miðað við fyrri niðurstöður að norðlægu áttirnar hafa hæsta hlutfallið. Nánar tiltekið eru það NA-áttir og NNV-átt. SA-átt kemur þar á eftir.

Snjóflóðahlutfallið hækkar áberandi hraðast með vindhraða ofan við 10–12 m/s í NNV- en einnig í SA-átt, en vöxturinn er hægari í ANA-átt, stigvaxandi frá 5 m/s. SV áttirnar ásamt VNV-átt hafa mjög lágt hlutfall, sem skýrist a.m.k. að hluta til af því hve fátíðar þær vindáttir eru.



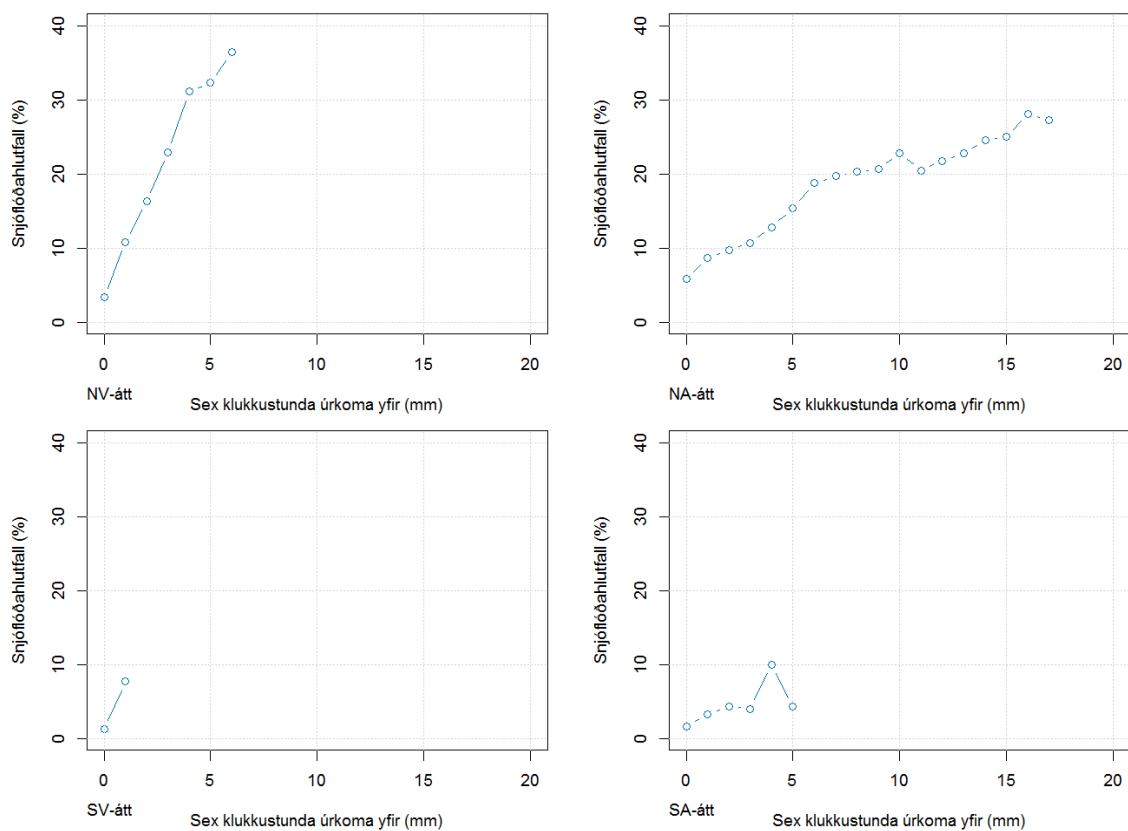
Mynd 12. Snjóflóðahlutfall sem fall af vindstyrk fyrir mismunandi vindáttir.



Mynd 13. Snjóflóðahlutfall sem fall af vindhraða fyrir mismunandi vindáttir.

3.6 Vindátt og úrkoma

Töluverður munur er á áhrifum úrkomu á snjóflóðahlutfallið eftir vindátt. Hraðast vex það í NV-átt, þar á eftir í NA-átt síðan SA-átt og minnst er það eins og áður í SV-átt eins og sést á mynd 14. Suðvestan áttin nær sér reyndar á strik þegar litið er á úrkomu yfir 12 klst. úrkomutímabil og lengri. En þegar lengri úrkomutímabil eru skoðuð hefur ekki endilega öll úrkoman fallið í viðkomandi vindátt því ávallt er miðað við vindátt síðustu sex klst. Það gæti bent til þess að skafrenningur í SV-átt geti valdið snjóflóðum en að úrkoma í SV-átt skili sér illa í Múlann eins og mælingar leiddu í ljós sumarið 2006 (Sveinn Brynjólfsson og Haraldur Ólafsson, 2009). Hæsta hlutfallið sem suðaustan áttin nær er tæp 18%, þegar klukkustundargildi úrkomu er hærra en 1,6 mm. Í öðrum tilfellum er hlutfallið í suðaustan átt undir 10%.



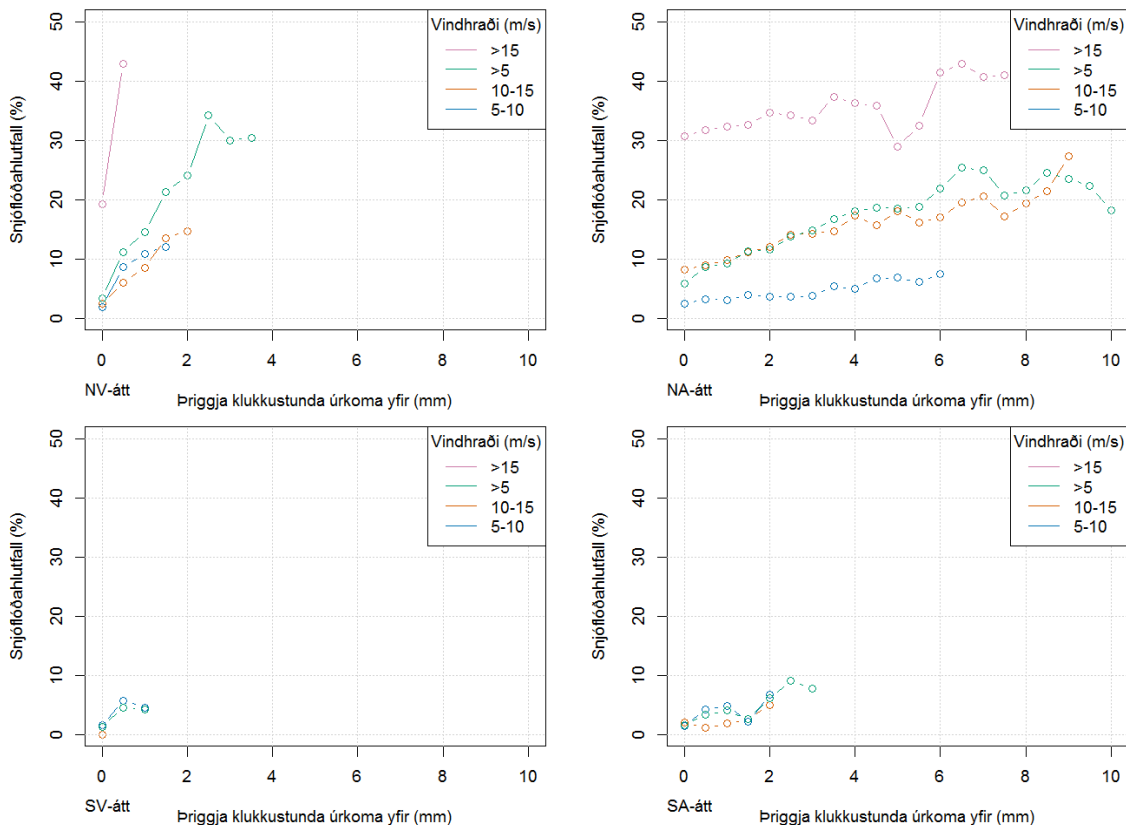
Mynd 14. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.

3.7 Vindátt, vindstyrkur og úrkoma

Í þessum kafla eru allir veðurþættirnir skoðaðir saman. Áhrif úrkomu eru skoðuð fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða. Eins og áður er miðað við mánuðina október–apríl og að hiti í Ólafsfirði sé undir 3°C.

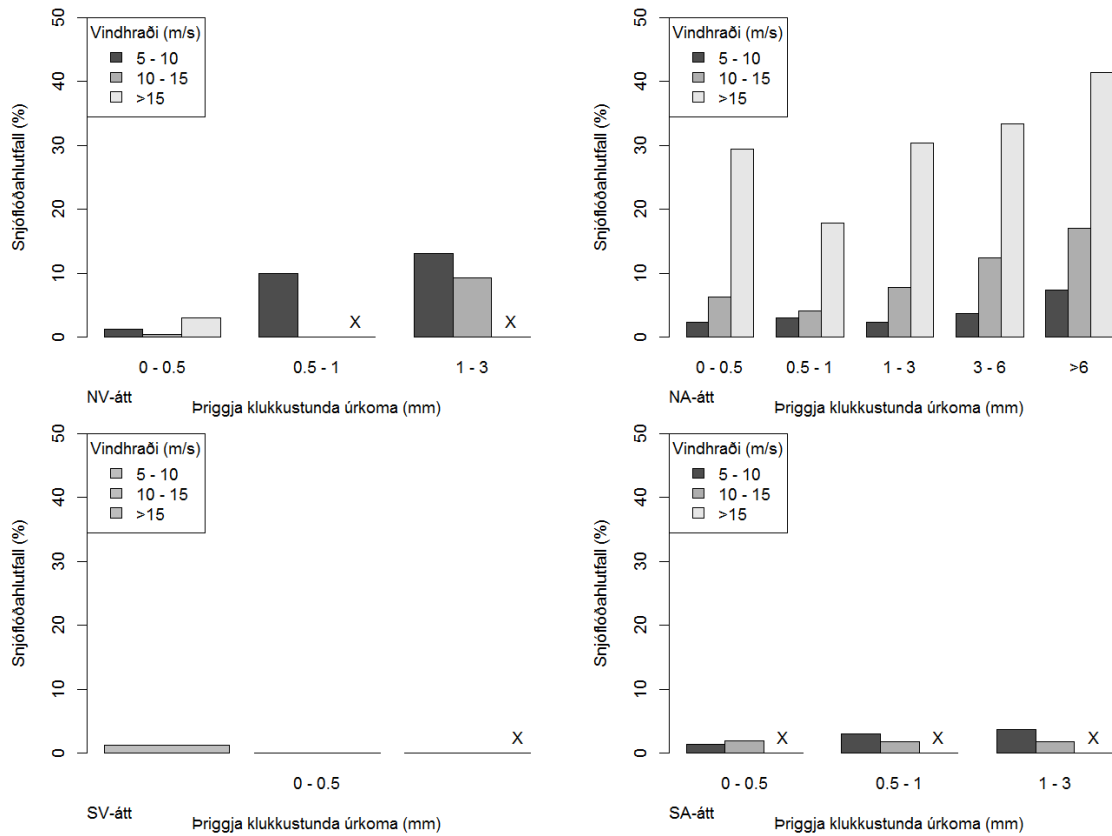
Á mynd 15 má sjá snjóflóðahlutfallið sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu í Ólafsfirði fyrir mismunandi vindstefnu og vindhraða. Tíðni vindáttanna sést ágætlega á þessari mynd. Gögnin eru takmörkuð í öðrum áttum en norðaustan og greiningin nær því ekki nema til frekar lítillar úrkomu í þeim áttum. Í norðlægu áttunum er snjóflóðahlutfallið hátt

þegar vindur er yfir 15 m/s og það jafnvel án þess að úrkomu gæti. Í norðaustan áttinni eykst það ekki mikið til viðbótar þó svo að úrkoma aukist. Í norðaustan átt er hlutfallið lágt þegar vindur er undir 10 m/s, en þegar vindur er milli 10 og 15 m/s eykst hlutfallið með aukinni úrkomu. Snjóflóðahlutfallið í norðvestan áttinni eykst hratt með aukinni úrkomu. Vindhraði yfir 15 m/s sker sig úr en þó er einungis um tvo punkta að ræða svo erfitt er að draga miklar ályktanir. Hlutfallið eykst einnig hratt með aukinni úrkomu fyrir minni vindhraða í NV-áttinni og er í flestum tilfellum lítil munur á 5–10 m/s og 10–15 m/s. Snjóflóðahlutfallið er lágt í sunnan áttunum. Hæst er það í suðaustan áttunum þegar horft er á klukkustundar úrkomu og tólf tíma úrkomu, þá nær það um það bil 15%. Það er lægra fyrir aðrar lengdir á úrkomutímabilum í SA-áttinni. Aðrar lengdir á úrkomutímabili skila heilt á litið svipuðum niðurstöðum: Snjóflóðahlutfallið eykst hratt í norðvestan átt. Hlutfallið er hátt í hvassri norðaustan átt og er lítið í sunnan áttunum.



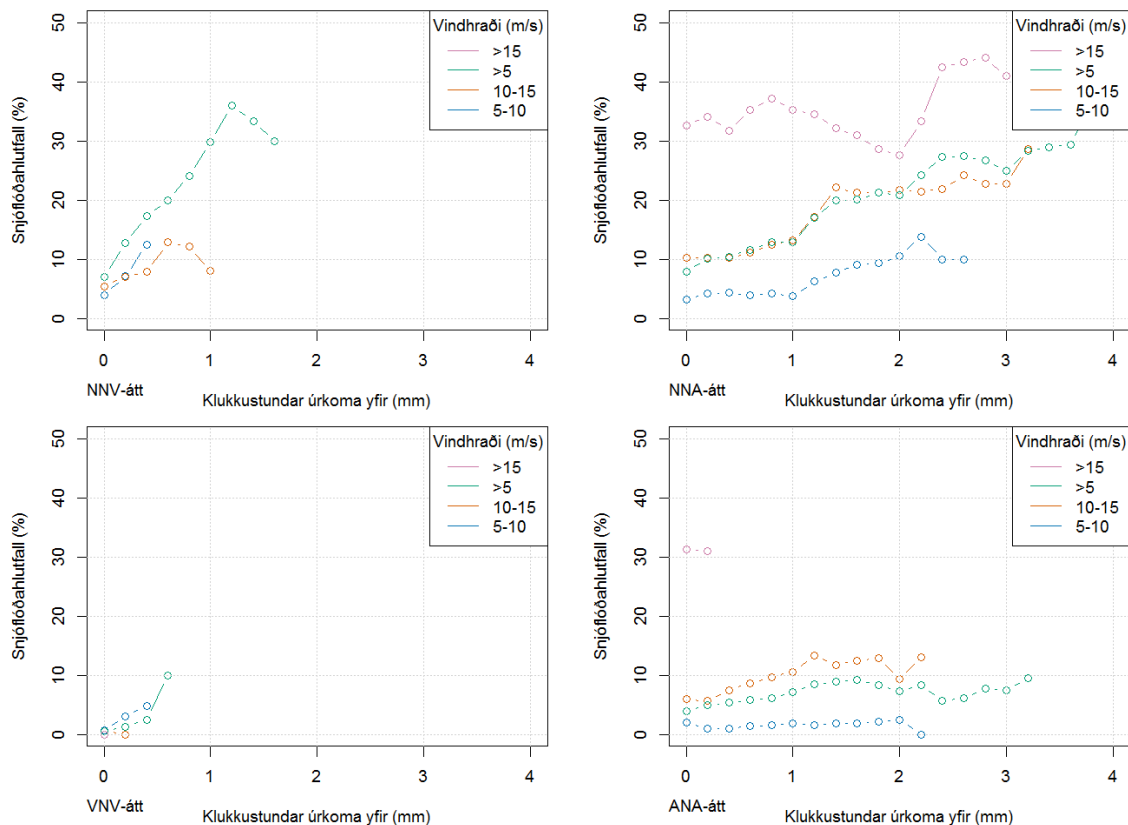
Mynd 15. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.

Mynd 16 sýnir eins og mynd 15 snjóflóðahlutfallið sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu. Nú er úrkomunni hinsvegar skipt upp í bil í stað þess að tilgreina aðeins neðri mörkin. Þessi framsetning á gögnunum líður fyrir fátíðar vindáttir aðrar en norðaustan. Mynstrið er eins og við er að búast svipað og á fyrri myndinni. Þarna verður þó enn skýrari munur á norðvestan og norðaustan átt þegar úrkoma er lítil. Snjóflóðahlutfallið er lágt í lítilli úrkomu óháð vindhraða í norðvestan átt en er hátt þó að úrkoma mælist lítil í hvassri norðaustan átt.



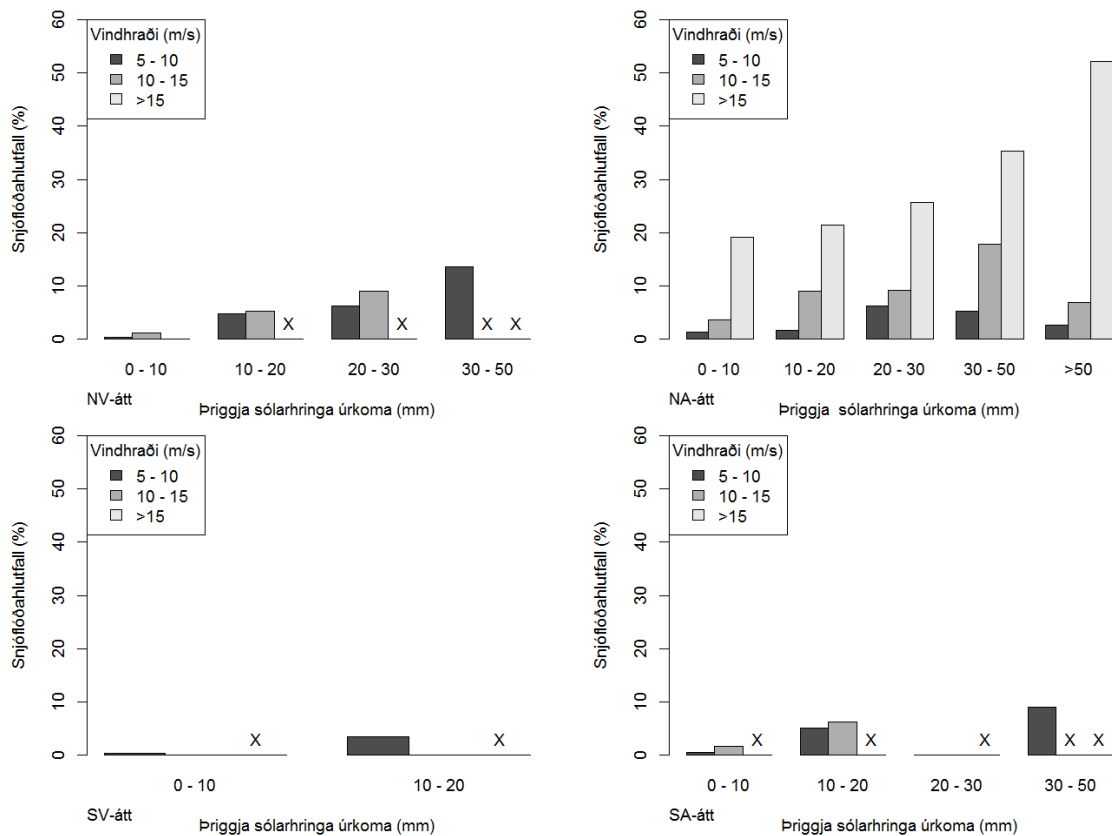
Mynd 16. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.

Mynd 17 sýnir snjóflóðahlutfallið fyrir fjórar mismunandi vindáttir frá VNV til ANA. ANA áttin hefur aðeins lægra hlutfall en norðnorðaustan áttin. Vestnorðvestan áttin hefur lágt hlutfall og er mjög frábrugðin norðnorðvestan áttinni sem skýrist trúlega af því að í VNV-átt í Grímsey er vindur inn á Tröllaskaga orðinn SV-lægur, eins og áður hefur verið nefnt.



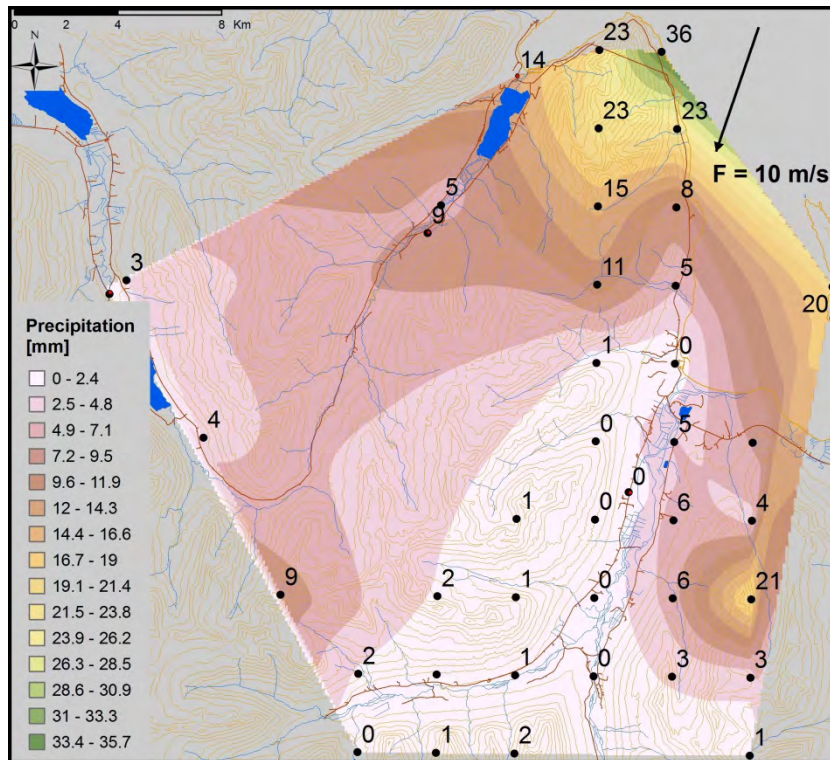
Mynd 17. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.

Snjóflóðahlutfallið er, eins og fram hefur komið, almennt hátt í hvassri norðaustan átt þó svo að úrkoma mælist lítil og nánast sama hvaða lengd úrkomutímabils er skoðuð. Lægst er það rétt innan við 20% þegar úrkoma er undir 10 mm á þremur sólarhringum eins og sést á mynd 18. Hlutfallið eykst rólega með aukinni þriggja sólarhringa úrkomu upp að 30 mm en vex þá hraðar og nær rúmlega 50% þegar úrkoman er meiri en 50 mm. Þá niðurstöðu mætti túlka þannig að nýlegur snjór til fjalla auki verulega á snjóflóðahættu þegar vindur er hvass. En fyrir aðra lengd á úrkomutímabilum eykst hlutfallið mun minna með aukinni úrkomu og í sumum tilfellum ekki. Það er vel þekkt að snjóflóðahætta skapast oft í hvössum vindi því þá verður snjósöfnun hröðust í upptakasvæðum og snjórinn fær ekki tíma til að bindast vel saman. Fóðrið í skafrenninginn er þá ýmist laus snjór sem fyrir er og/eða ofankoma. Það skortir gögn til þess að skoða vind yfir 15 m/s í öðrum vindáttum. En þessir fáu punktar sem fást fyrir NV-átt benda þó ekki til að hvass vindur auki líkur á snjóflóðum án þess að úrkoma komi til. Skafrenningur, sem þó eykur á snjóflóðahættu, án úrkomu er því ekki fullnægjandi skýring á háu hlutfalli í hvassri norðaustan átt því líklegt er að skafrenningur í norðvestan átt án úrkomu sé síst betri en í norðaustan átt.

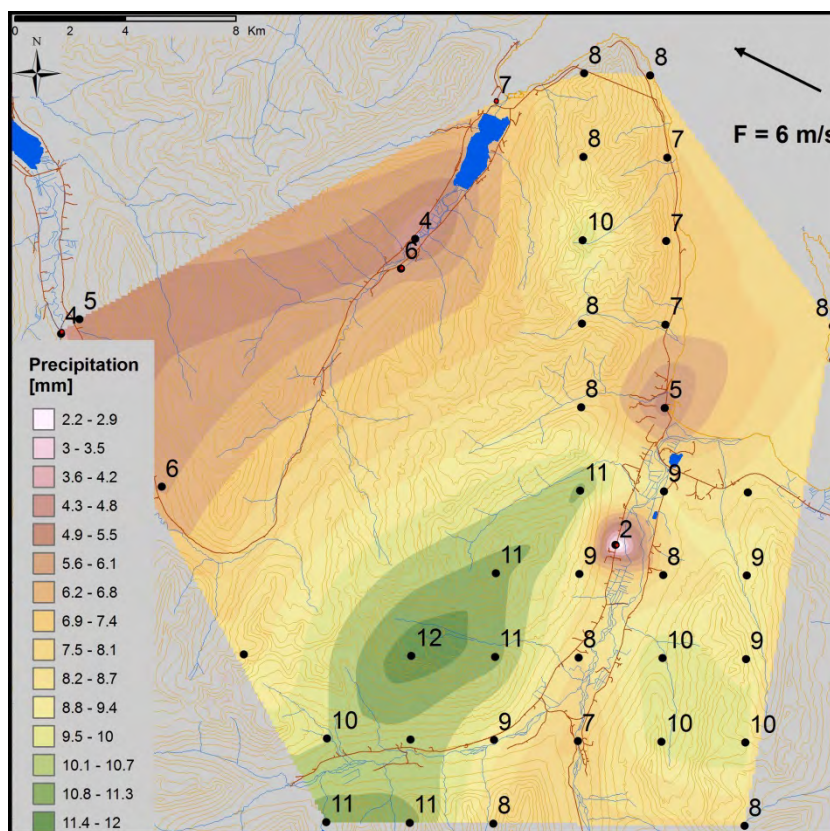


Mynd 18. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.

Það er þekkt að úrkoma mælist verr eftir því sem vindhraði eykst. Þannig má ætla að úrkoma hafi almennt verið meiri en mælingar gefa til kynna þegar vindur er hvass. Þannig er áætlað að aðeins þriðjungur snjókomu mælist þegar vindur er yfir 7 m/s (Crochet, 2007). Meðalvindhraði í Ólafsfirði yfir vetrartímam þegar hiti er undir 3°C og vindur er af norðaustri og yfir 15 m/s í Grímsey er 11,2 m/s. Hann er hinsvegar 8,5 m/s þegar vindur er af norðvestri. Þannig má reikna með að úrkoma mælist betur í Ólafsfirði þegar vindur er af norðvestri en norðaustri til fjalla. Það gæti verið hluti skýringarinnar en skýrir þetta mynstur hinsvegar ekki að fullu. Önnur skýring gæti legið í úrkomudreifingu á svæðinu. Almennt er gengið út frá því að úrkoma sé meiri til fjalla en á láglandi en að ákveðið samband sé þar á milli. Þannig aukist úrkoma á láglandi með aukinni úrkomu til fjalla og öfugt. Vera má að oft sé úrkoma til fjalla í Ólafsfjarðarmúlanum í hvassri norðaustan átt án þess að hún skili sér að nokkru marki í úrkomumælingum í Ólafsfirði, bæði vegna mæliskekkju og minni úrkomu þar. Dreifing úrkomu á svæðinu var kortlögð sumarið 2006 (Sveinn Brynjólfsson & Haraldur Ólafsson 2009). Í þeirri könnun sást að í tveimur tilfellum með úrkomu úr norðaustri, þegar vindur var 10–15 m/s, var 2–3 sinnum meiri úrkoma í Ólafsfjarðarmúlanum en í Ólafsfirði. Annað þessara tilfella er sýnt á mynd 19. Í tilfalli með hægri suðaustan átt var úrkomann hinsvegar tiltölulega jafndreifð yfir allt svæðið, sjá mynd 20.



Mynd 19. Uppsöfnuð úrkoma (mm) klukkan 13 14.8.2006 til klukkan 22 14.8.2006, þegar vindur var NNA 10 m/s. (Sveinn Brynjólfsson & Haraldur Ólafsson 2009).



Mynd 20. Uppsöfnuð úrkoma (mm) klukkan 4 8.8.2006 til klukkan 16 8.8.2006, þegar vindur var SA 6 m/s. (Sveinn Brynjólfsson & Haraldur Ólafsson 2009).

4 Túlkun og samantekt á niðurstöðum

Niðurstöður þessarar greiningar draga fram áhrif vindáttar, vindstyrks og úrkomu á snjóflóðahættu á Ólafsfjarðarveginum. Hér að neðan eru þessar niðurstöður dregnar saman í stuttu máli fyrir mismunandi vindáttir. Þessi greining mun nýtast við gerð snjóflóðaspár fyrir veginn ásamt þeim aðferðum sem hingað til hafa verið notaðar. Hafa verður í huga að þó að veðurmælingar hafi verið notaðar frá þeim veðurstöðvum sem eru taldar gefa besta mynd af veðrinu í fjallahæð í Ólafsfjarðarmúlanum þurfa þær ekki alltaf að gefa góða mynd af veðrinu. Sérstaklega getur verið munur á vindi í Grímsey og inn á Tröllaskaga þó oftast fylgist það að. Eins getur úrkoma verið mismunandi á milli staða þó að skammt sé á milli þeirra. Því er alltaf mikilvægt að fá einnig upplýsingar frá þeim sem eru á staðnum um veður og aðstæður. Eins geta snjóalög haft mikil áhrif en þau voru ekki hluti af þessari greiningu. En miklu skiptir hvort að snjói á nánast auða jörð í upphafi vetrar eða ofan á miklar fannir um miðjan vetur. Þegar niðurstöðurnar eru skoðaðar er líka mikilvægt að reyna að sjá heildarmyndina í stað þess að horfa á einstaka punkta. Til dæmis ætti einnig að skoða þriggja og sex tíma úrkomu ef áhyggjur eru vegna mikillar úrkomu á einni klukkustund.

4.1 Norðvestan átt

Almennt má segja að NV-áttin sé hættulegasta áttin með tilliti til snjóflóða, fylgi henni úrkoma. Mikill munur er reyndar á snjóflóðahlutfallinu eftir því hvort vindur er af NNV eða VNV og í raun er það NNV-áttin sem er hættulegust, VNV áttin hefur mun lægra snjóflóðahlutfall. Snjóflóðahlutfallið eykst hratt með aukinni úrkomu í norðvestan átt. Vindhraði skiptir einnig miklu máli og eykst snjóflóðahlutfallið hratt með vindhraða yfir 12 m/s. En vegna þess hve sjaldgæf norðvestan áttin er fæst þó ekki nógu góð mynd af áhrifum úrkomu í hvassri norðvestan átt.

4.2 Norðaustan átt

Norðaustan áttin er langalgengasta vindáttin í vetrarveðrum og því mikilvægt að hafa skýra mynd af tengslum hennar við snjóflóð. Vindhraði skiptir miklu máli fyrir snjóflóðahættu í norðaustan átt. Þegar vindhraði er yfir 15 m/s er snjóflóðahlutfallið hátt óháð því hvort úrkoma mælist í Ólafsfirði. Það liggur hinsvegar fyrir að snjóflóðahætta skapast ekki í hvössum vindi nema að vindinum fylgi skafrenningur. Til þess að snjóflóðahætta geti skapast í hvassri norðaustan átt verður annaðhvort að vera laus snjór til fjalla sem fóður í skafrenning eða að úrkoma fylgi vindinum. Vísbendingar eru um að úrkomumælingar í Ólafsfirði gefi ekki góða mynd af úrkomu í Múlanum í hvassri norðaustan átt. Vel staðsettir snjódýptarmælar sem sýna snjódýptaraukningu í norðaustan átt gætu því verið mjög öflugt tæki til þess að meta snjóflóðahættu í algengustu áttinni. Þegar vindhraði er minni skiptir úrkomun meira máli en hlutfallið er þó yfirleitt lágt ef vindhraði er undir 10 m/s.

Það virðist draga úr snjóflóðahættu eftir því sem vindur færir nær austri og hættan því mest þegar vindur er nálægt norðri.

4.3 Suðaustan átt

Snjóflóðahlutfallið eykst bæði með vindhraða og úrkomu í suðaustan átt. Það er þó í flestum tilfellum lágt. Niðurstöðurnar benda þó til þess að einhver snjóflóðahætta geti skapast í suðaustan átt með mikilli úrkomu.

4.4 Suðvestan átt

Suðvestan áttin er sjaldgæfasta vindáttin í vetrarveðrum með úrkomu. Erfiðast er því að draga upp mynd af áhrifum hennar á snjóflóðahættu en jafnframt er áhuginn á henni minnstur. Snjóflóðahlutfallið er almennt lágt í suðvestan átt, en hæst er það þegar lítið er á úrkomu yfir tólf tíma eða lengra tímabil. Það mætti túlka sem svo að skafrenningur í SV-átt geti valdið snjóflóðum en hinsvegar hækkar snjóflóðahlutfallið lítið með auknum vindi sem aftur dregur úr trúverðugleika þeirrar túlkunar. En miðað við viðhorf upptakasvæðanna er ekki ólíklegt að skafrenningur í SV-átt geti safnað snjó í þau og því getur verið ástæða til þess að fylgjast með snjósöfnun í SV-átt.

5 Lokaorð

Norðnorðvestan átt með úrkomu er sú átt sem veldur mestri snjóflóðahættu á veginn um Ólafsfjarðarmúla. Þar á eftir fylgir norðnorðaustan átt og svo austnorðaustan átt sem jafnframt eru algengustu áttirnar með úrkomu. Þessar niðurstöður eru í ágætis samræmi við tilfinningu snjóathugunarmanna og snjóflóðavaktar en gefa kærkomnar vísbendingar um mælikvarða á veðurmælingar og snjóflóðahættu. Til dæmis hversu mikið hættulegri NV-áttin er umfram NA-áttina og hvernig hætta eykst með auknum vindstyrk í NA-átt.

Snjóflóðaspá hefur verið gerð fyrir veginn síðustu tvo vetur án þess að þessar niðurstöður greiningarinnar lægju fyrir. Áfram verður notast við sömu aðferðir og áður sem er mat snjóathugunarmanna og snjóflóðavaktar á snjóalögum, snjósöfnun og snjóflóðavirkni en þessar niðurstöður munu bætast við aðferðirnar sem fyrir eru. Til að mynda eru vísbendingar í þessu verkefni um að úrkomumælingar í Ólafsfirði í hvassri norðaustan átt gefi ekki góða mynd af snjósöfnun og þar með snjóflóðahættu í Múlanum. Við þær aðstæður er þekking og athuganir heimamanna mikilvægar en einnig mun snjódýptarmælir sem settur var upp haustið 2014 vonandi gagnast við þær aðstæður. Reynslan fyrsta veturinn af honum sýnir að honum var valinn staður sem ekki er ýkja snjóþungur og á hann safnast mjög líttill snjór í skammvinnnum NA-áttum, öfugt við t.d. samskonar mæli á norðubarmi Miðstrandargils í Siglufirði. Hann er hins vegar talinn vel staðsettur til að mæla snjósöfnun í langvarandi NV–N-átt sem talin er valda stærri snjóflóðum á veginn, þegar meiri snjór safnast í efsta hluta upptakasvæðanna ofan giljanna sjálfra. Það virðist því vera þörf á að setja upp annan mæli ofan Ólafsfjarðarvegur og velja honum stað þar sem betur má fylgjast með snjósöfnun í algengasta veðrinu sem skapar snjóflóðahættu á veginum, skammvinnri NA-átt.

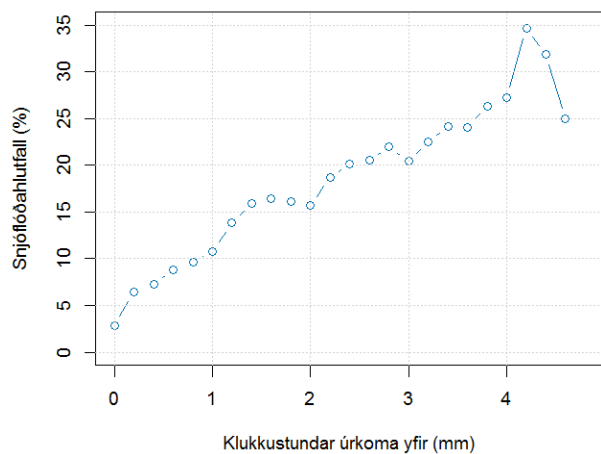
Í þessu verkefni var samband veðurmælinga og snjóflóða kannað. Það má sjá fyrir sér að með bættum háupplausnarveðurlíkönunum mætti framkvæma samskonar greiningu á sambandi veðurspáa og snjóflóða. Þannig gæti dregið úr vandræðum vegna fjarlægðar veðurstöðva frá snjóflóðafarvegum og skorts á veðurmælingum í fjallahæð. Háupplausnarveðurlíkön hafa verið keyrð á Veðurstofunni í nokkur ár og má sjá fyrir sér að hægt yrði að gera slíka greiningu þegar þau hafa verið keyrð í nokkur ár til viðbótar og endurbætt.

Heimildir

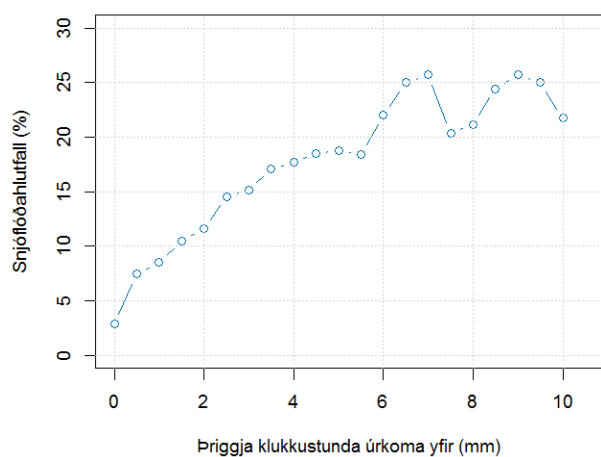
- Buser, O. (1989). Two Years Experience of Operational Avalanche Forecasting Using the Nearest Neighbours Method. *Annals of Glaciology* 13 31-34.
- Crochet, Philippe, (2007). A Study of Regional Precipitation Trends in Iceland Using a High-Quality Gauge Network and ERA-40. *J. Climate*, **20**, 4659–4677.
- Magni Hreinn Jónsson, Harpa Grímsdóttir, H. Breien, K. Kristensen & A. Zeinali (2014). *SNAPS Work Package 2: Weather and avalanches*.
- Kristensen, K. & C. Larson (1994). An avalanche forecasting program based on nearest neighbour method
- Singh, A. & A. Ganju (2004). A supplement to nearest-neighbour method for avalanche Forecasting. *Cold Regions Science and Technology*, 39, 105– 113.
- Sveinn Brynjólfsson & Haraldur Ólafsson (2009). Precipitation in the Svarfaðardalur region, North-Iceland. *Meteorology and Atmospheric Physics*. 57-66

Viðauki I. Greining á úrkomu og snjóflóðum

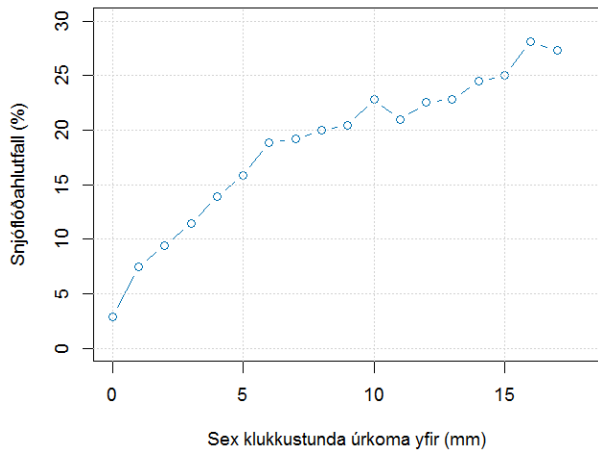
Hér á eftir eru birtar myndir sem sýna snjóflóðahlutfall sem fall af úrkomu yfir mislöng tímabil.



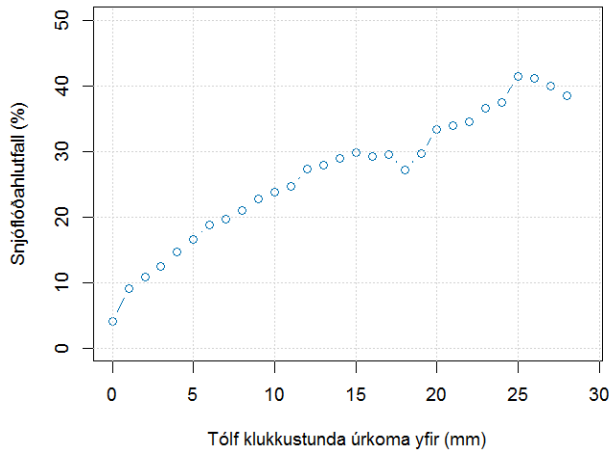
Mynd 21. Snjóflóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu í Ólafsfirði.



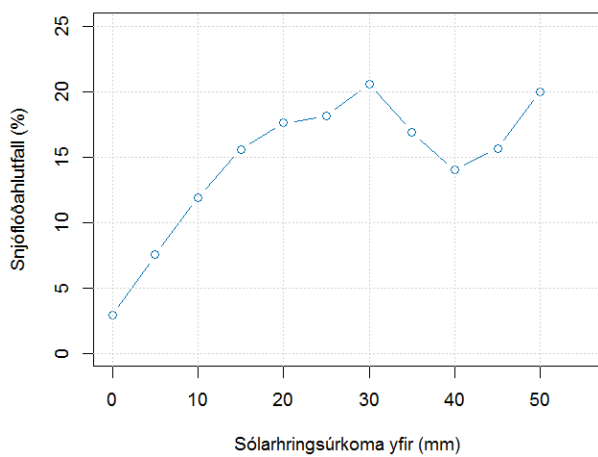
Mynd 22. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu í Ólafsfirði.



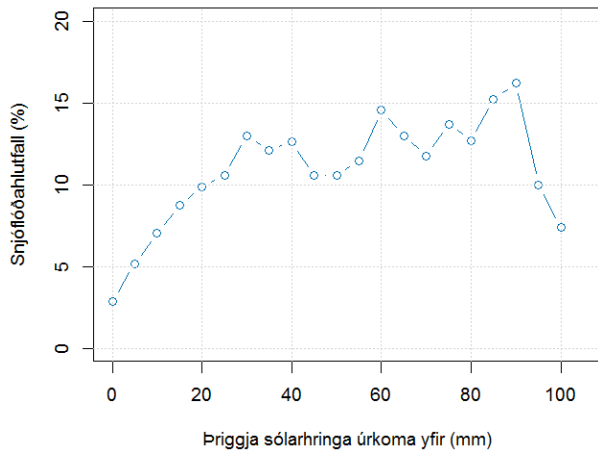
Mynd 23. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu í Ólafsfirði.



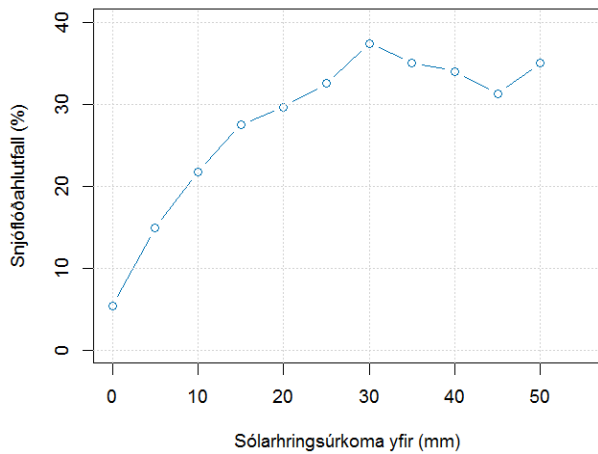
Mynd 24. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu í Ólafsfirði.



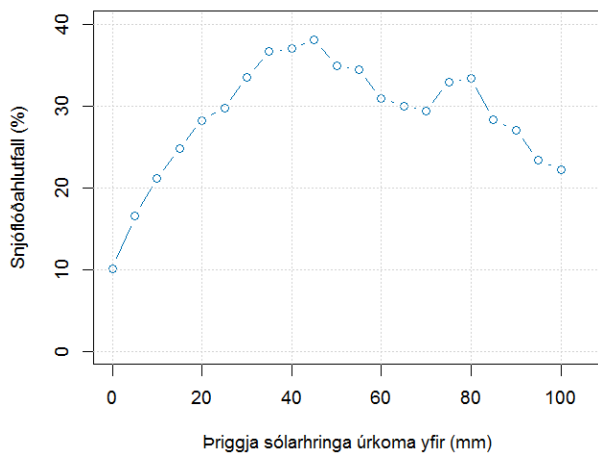
Mynd 25. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu í Ólafsfirði.



Mynd 26. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu í Ólafsfirði.



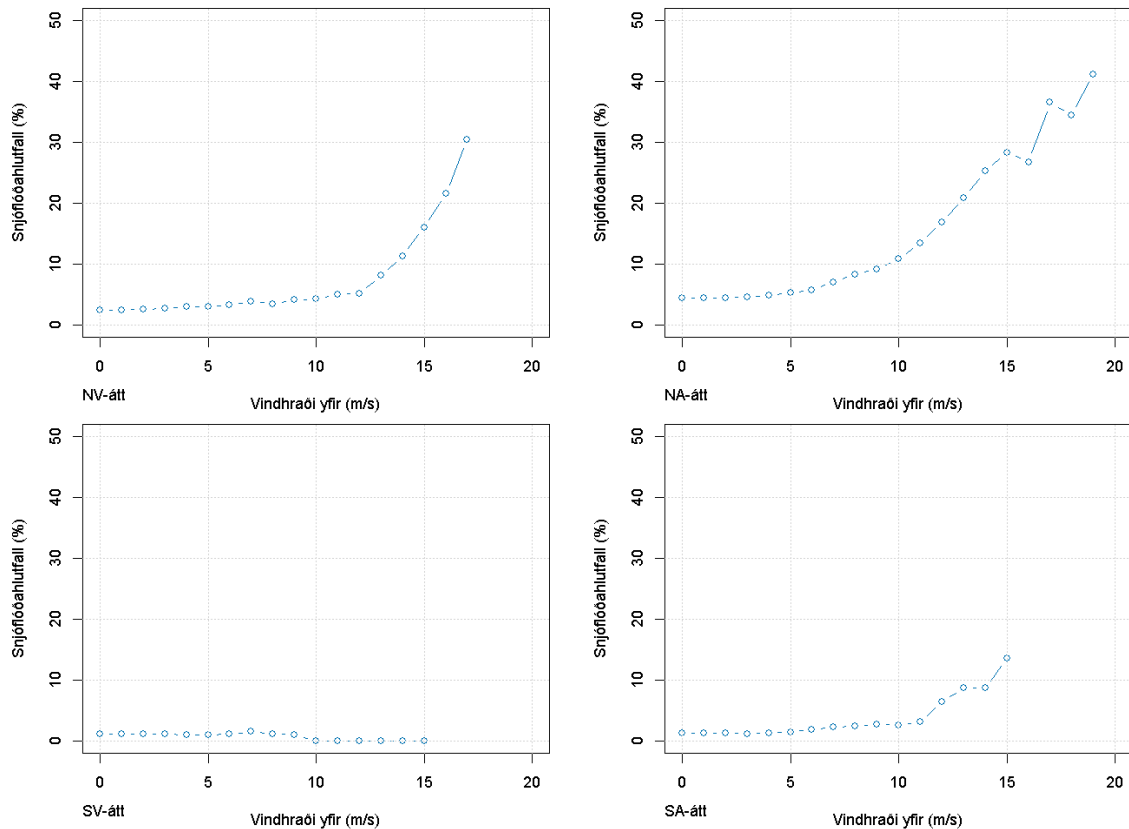
Mynd 27. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu í Ólafsfirði. Í þessu tilfalli eru snjóflóð sem falla á úrkomutímabilinu einnig talin með auk snjóflóða sem falla innan sex tíma þar á eftir.



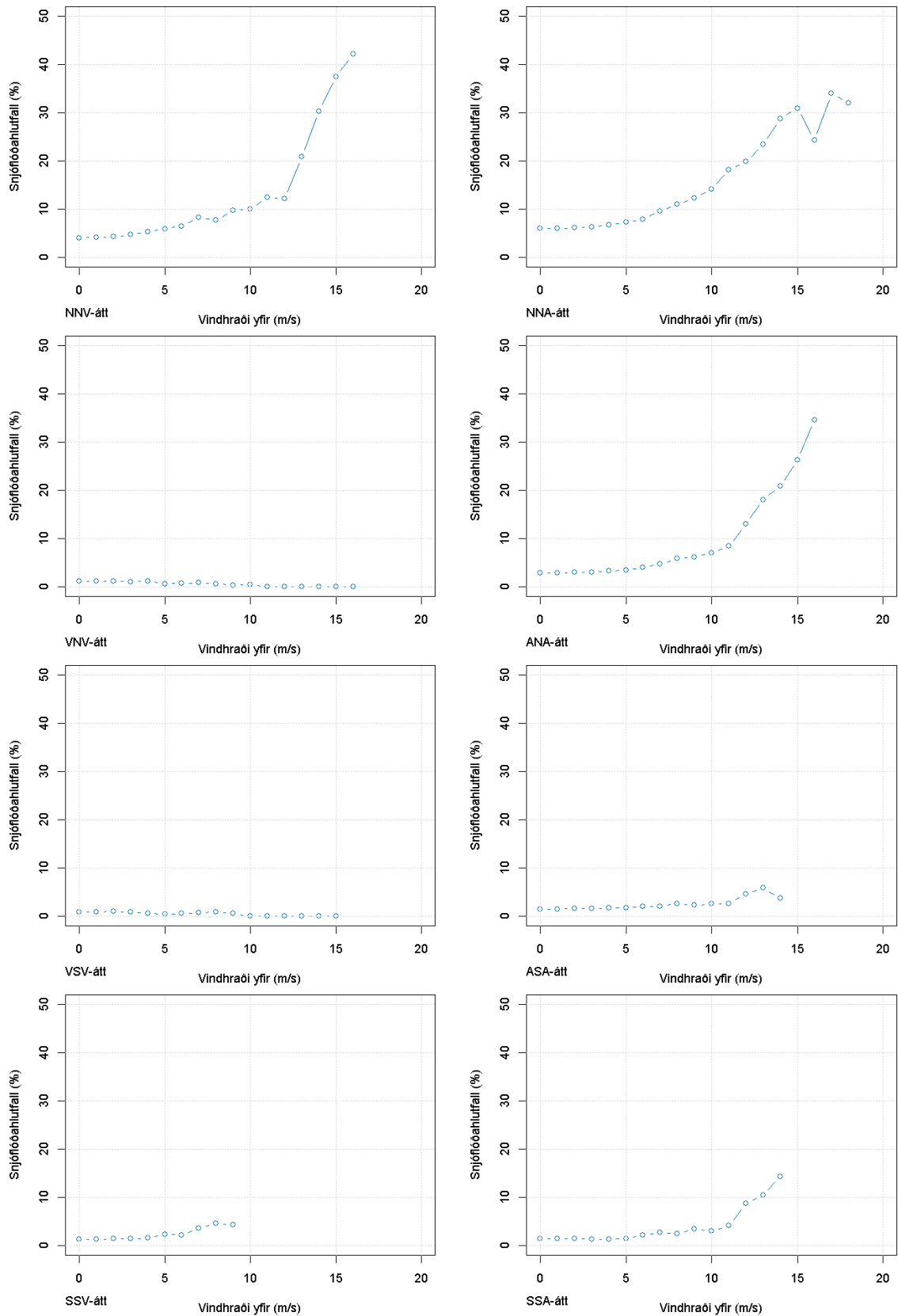
Mynd 28. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu í Ólafsfirði. Í þessu tilfalli eru snjóflóð sem falla á úrkomutímabilinu einnig talin með auk snjóflóða sem falla innan sex tíma þar á eftir.

Viðauki II. Greining á vindi og snjóflóðum

Hér á eftir eru birtar myndir sem sýna snjóflóðahlutfallið sem fall af vindhraða fyrir mismunandi vindáttir.



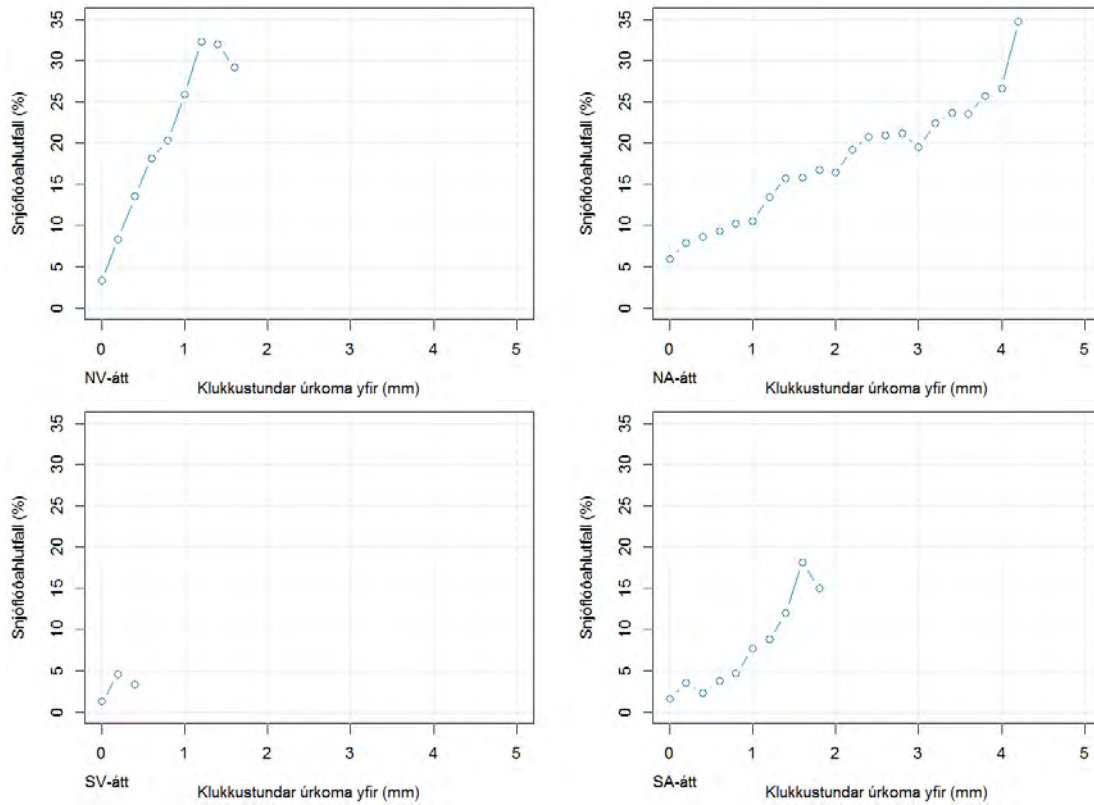
Mynd 29. Snjóflóðahlutfall sem fall af vindstyrk fyrir mismunandi vindáttir.



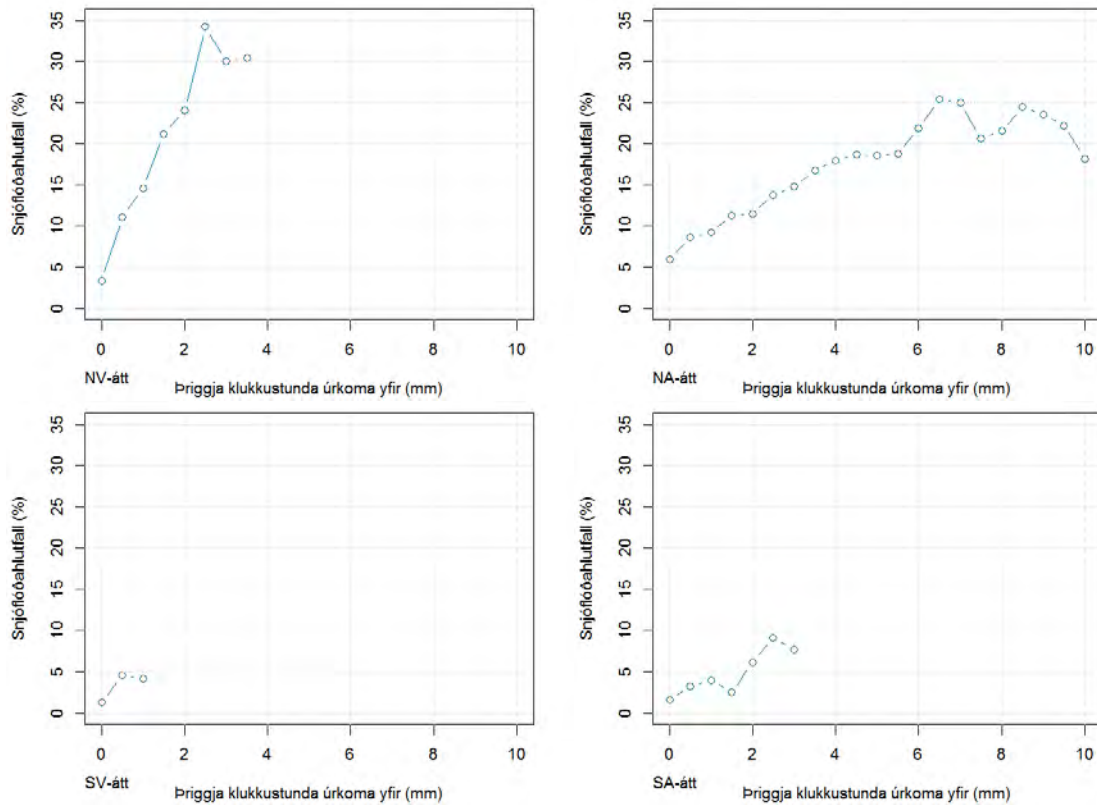
Mynd 30. Snjófóðahlutfall sem fall af vindhraða fyrir mismunandi vindáttir.

Viðauki III. Greining á vindátt, úrkomu og snjóflóðum

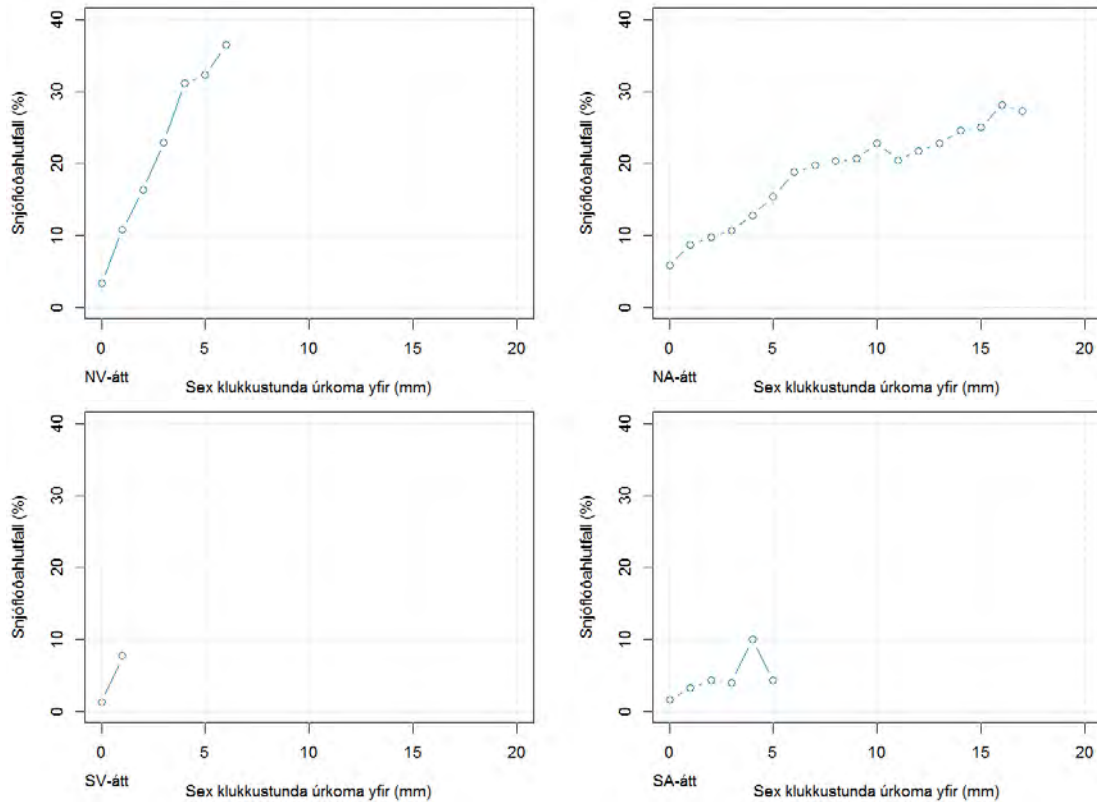
Hér eftir eru myndir sem sýna snjóflóðahlutfallið sem fall af úrkomu yfir mislöng tímabil fyrir mismunandi vindáttir. Vindhraði er yfir 5 m/s.



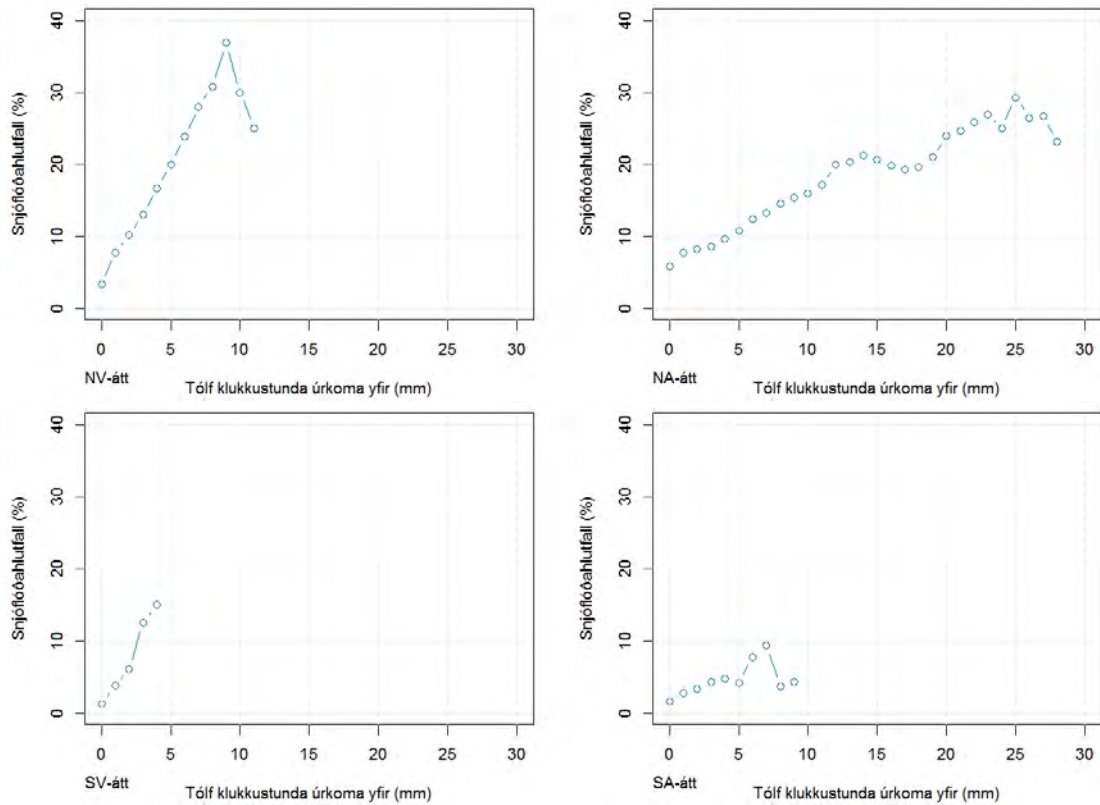
Mynd 31. Snjóflóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.



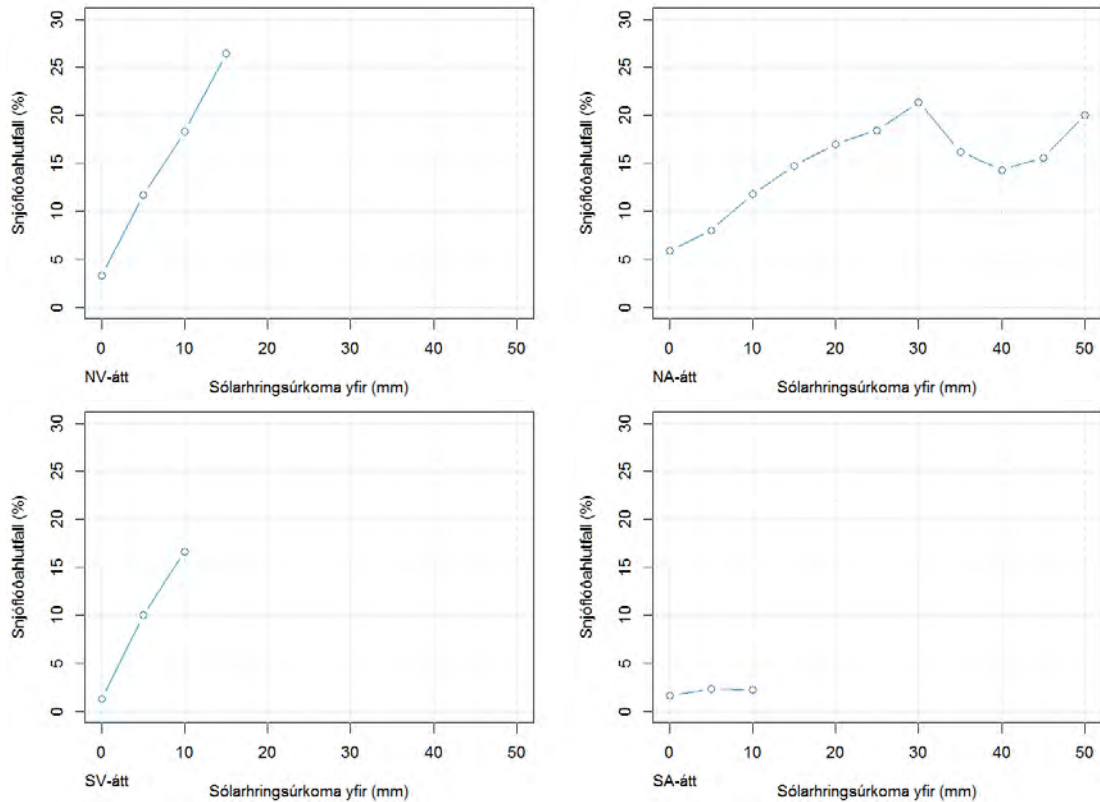
Mynd 32. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.



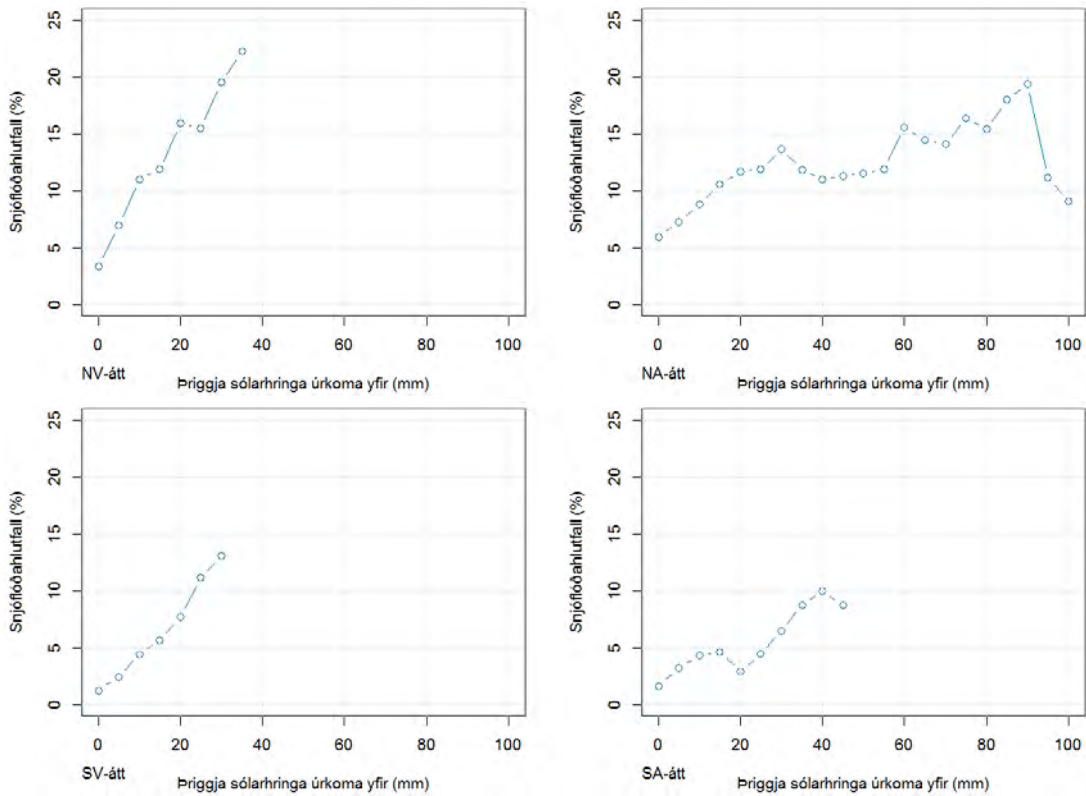
Mynd 33. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.



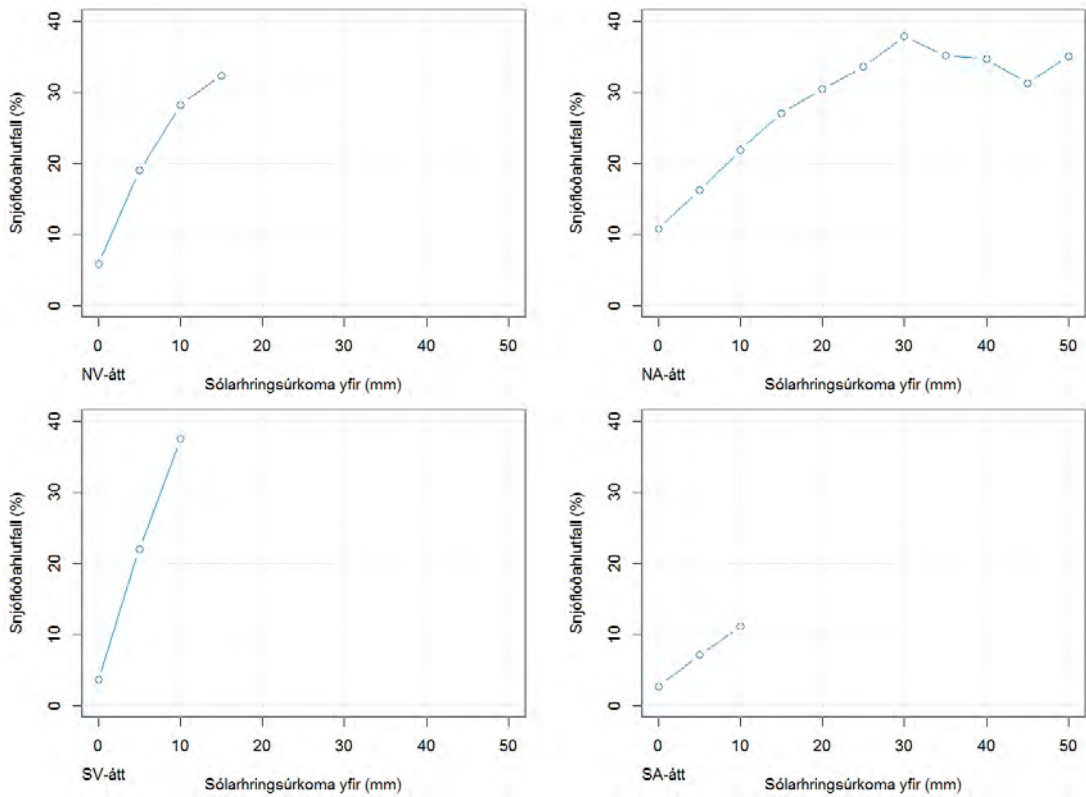
Mynd 34. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.



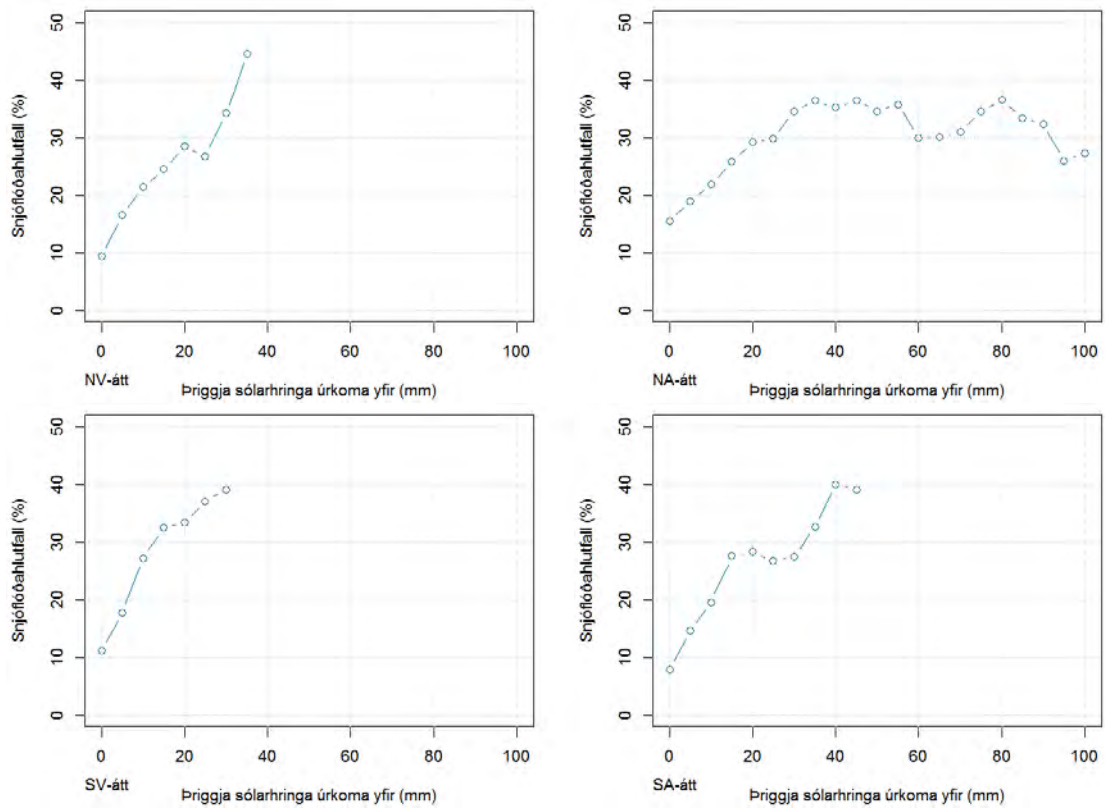
Mynd 35. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.



Mynd 36. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur.



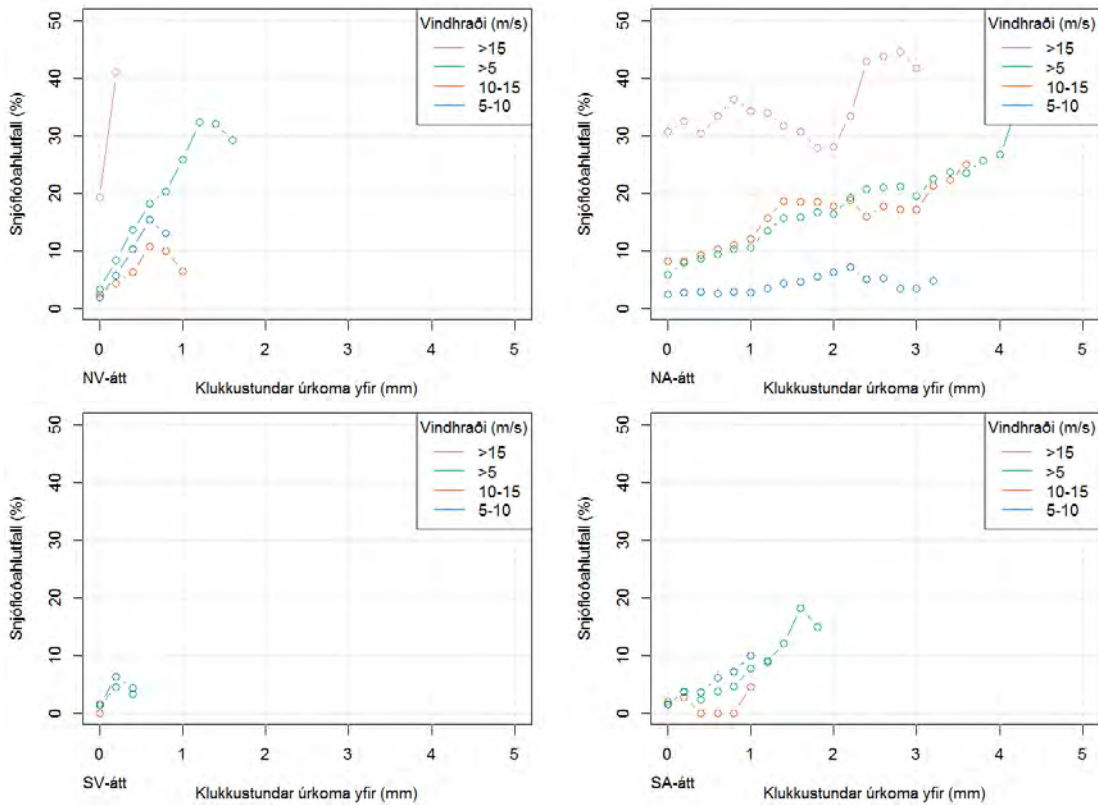
Mynd 37. Snjóflóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrskomu fyrir mismunandi vindstefnur. Í þessu tilfalli eru öll snjóflóð talinn sem falla á úrkomutímabilinu auk flóða sem falla sex tímum á eftir.



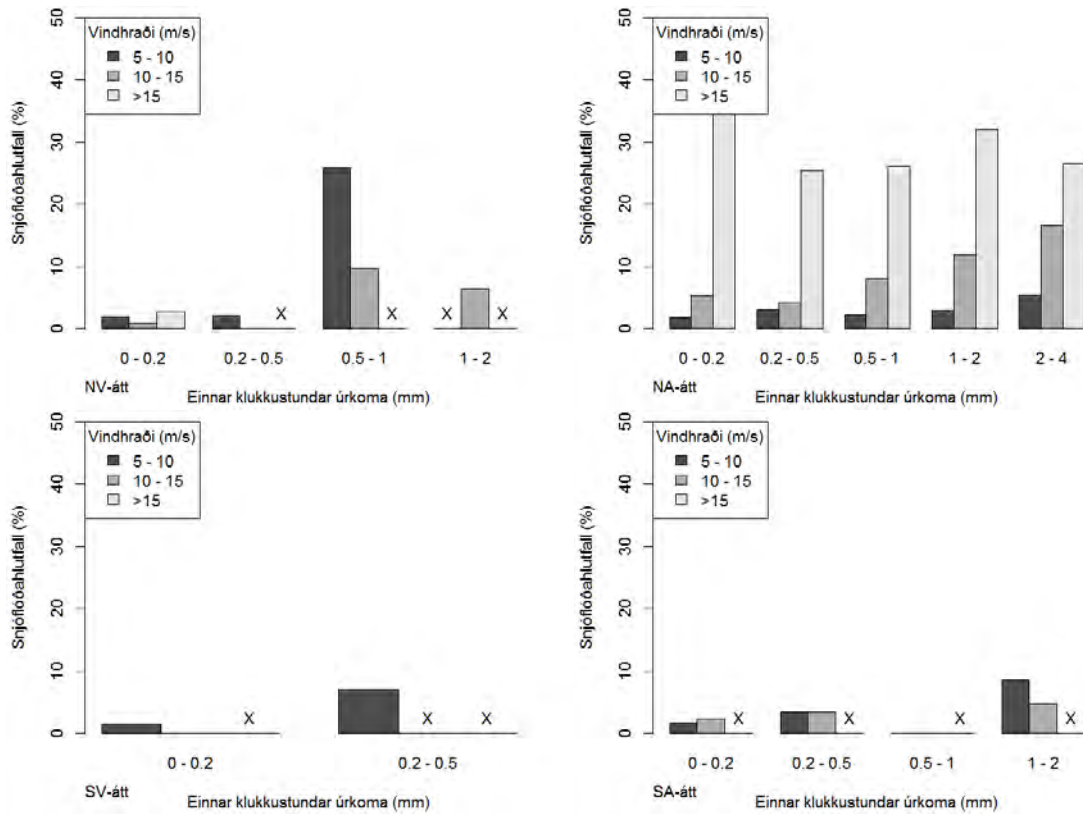
Mynd 38. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindstefnur. Í þessu tilfalli eru öll snjóflóð talinn sem falla á úrkomutímabilinu auk flóða sem falla sex tímum á eftir.

Viðauki IV. Greining á vindátt, vindstyrk, úrkomu og snjóflóðum

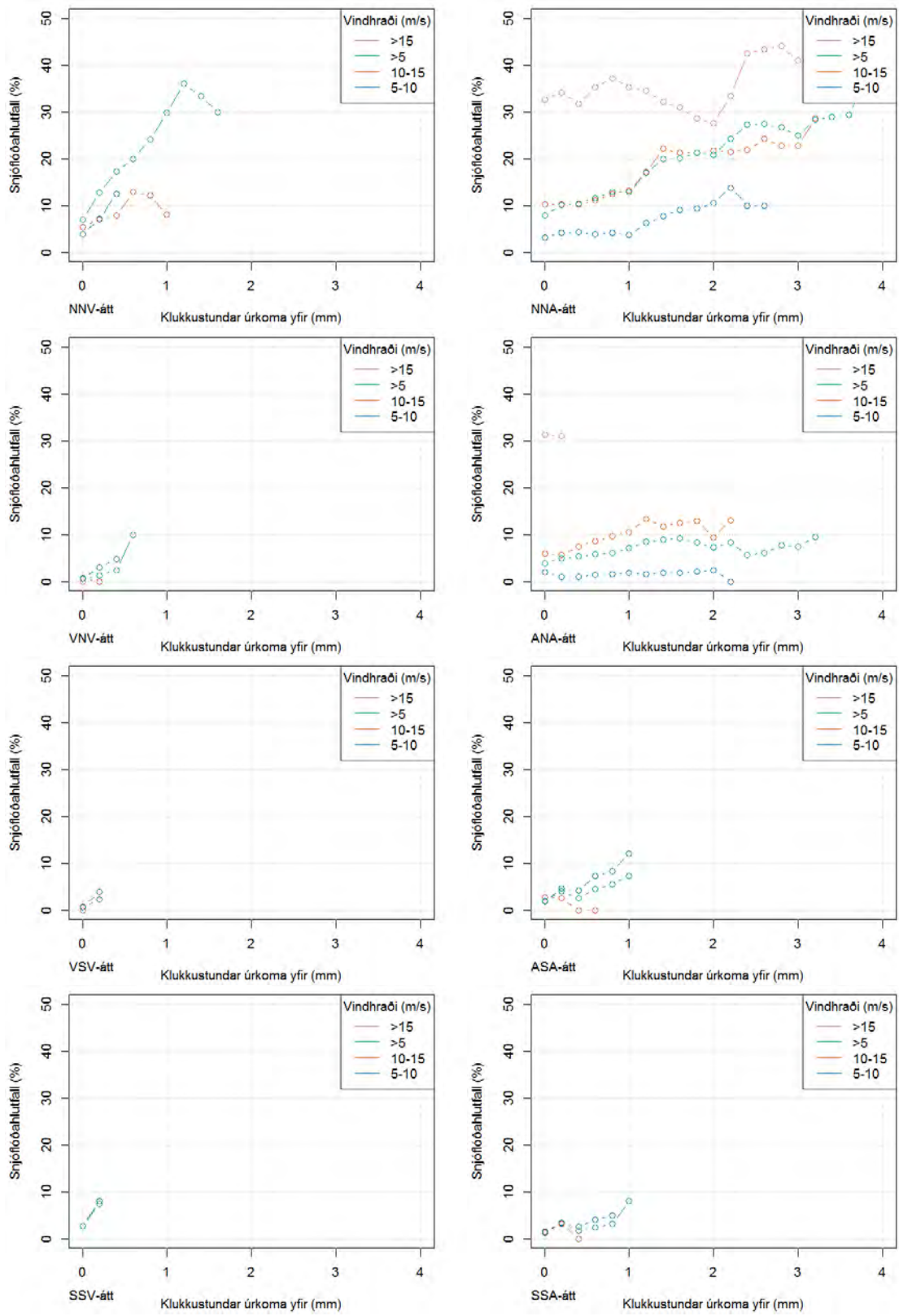
Hér eftir eru myndir sem sýna snjóflóðahlutfallið sem fall af úrkomu yfir mislöng tímabil fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



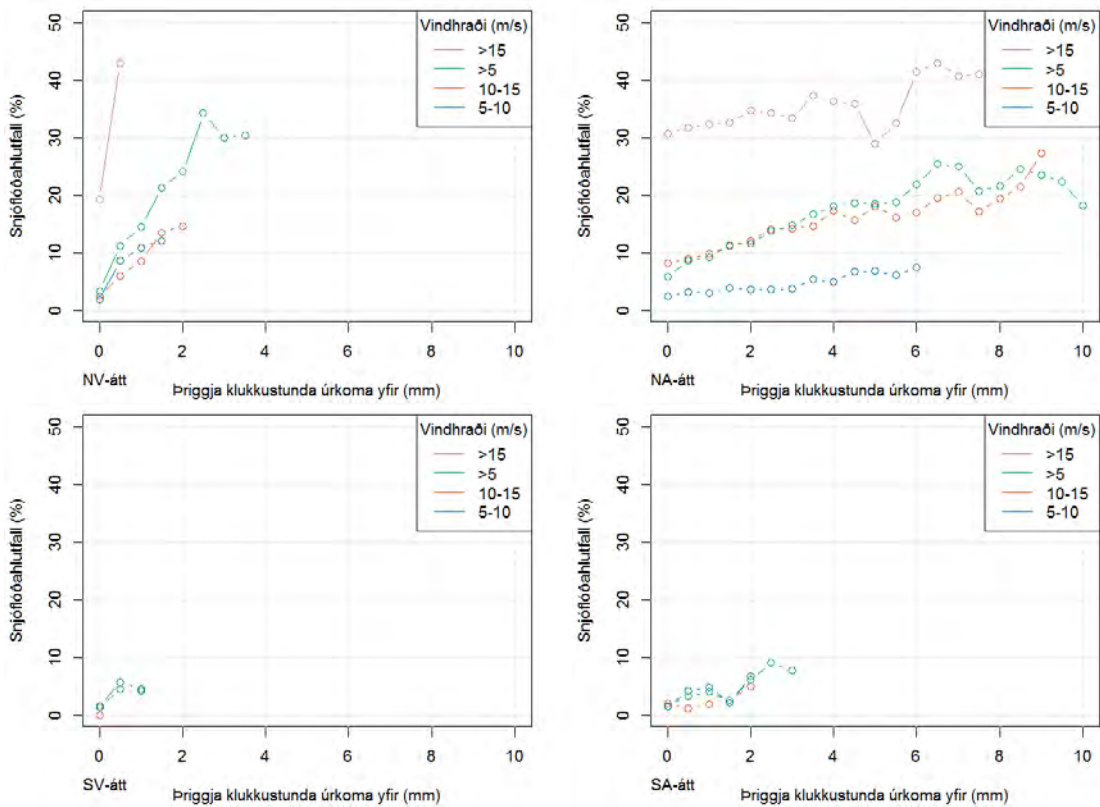
Mynd 39. Snjóflóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



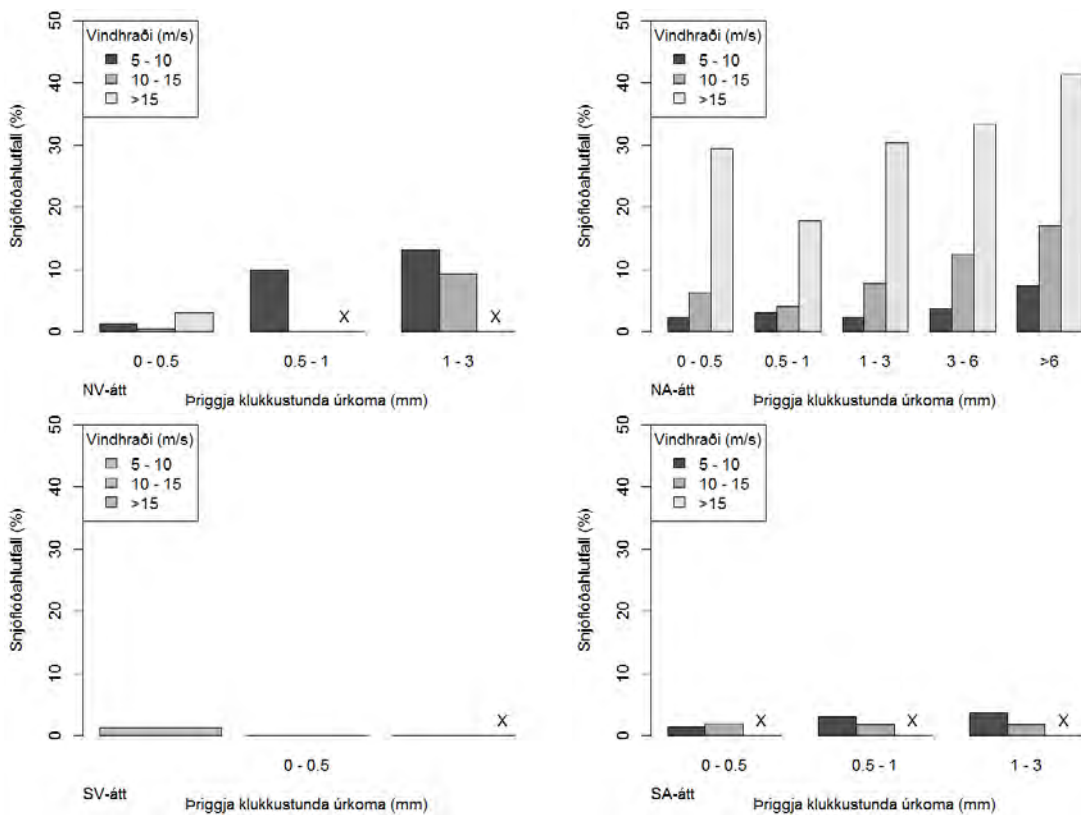
Mynd 40. Snjóflóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða. Þar sem gögn vantar til þess að teikna sýlu er sett X í staðinn.



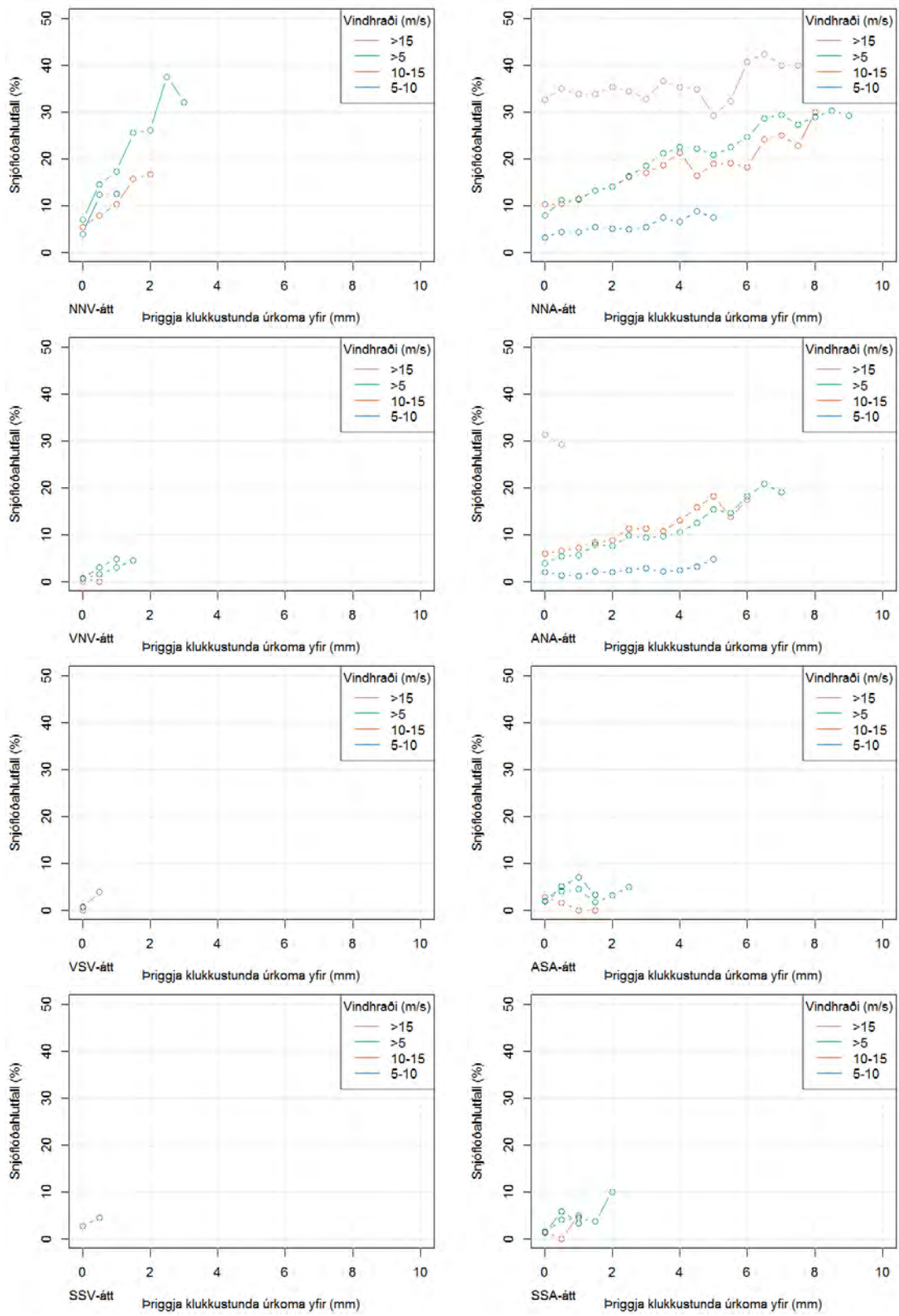
Mynd 41. Snjófóðahlutfall sem fall af einnar klukkustundar úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



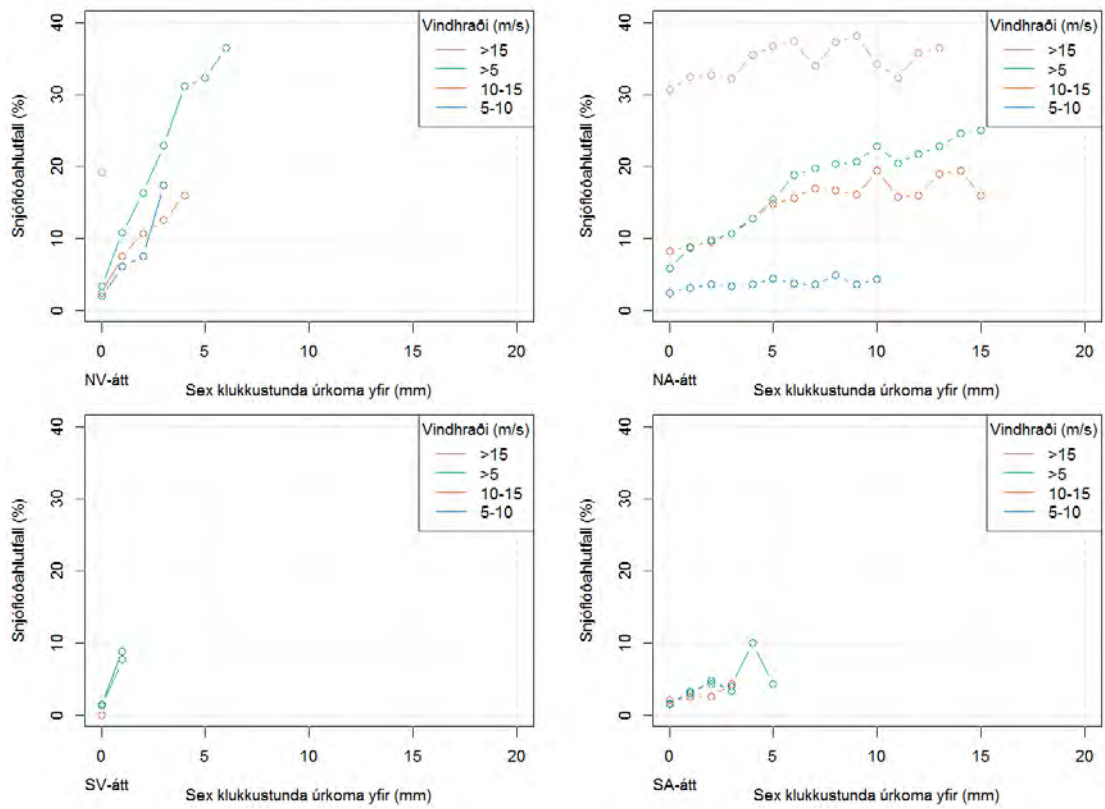
Mynd 42. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



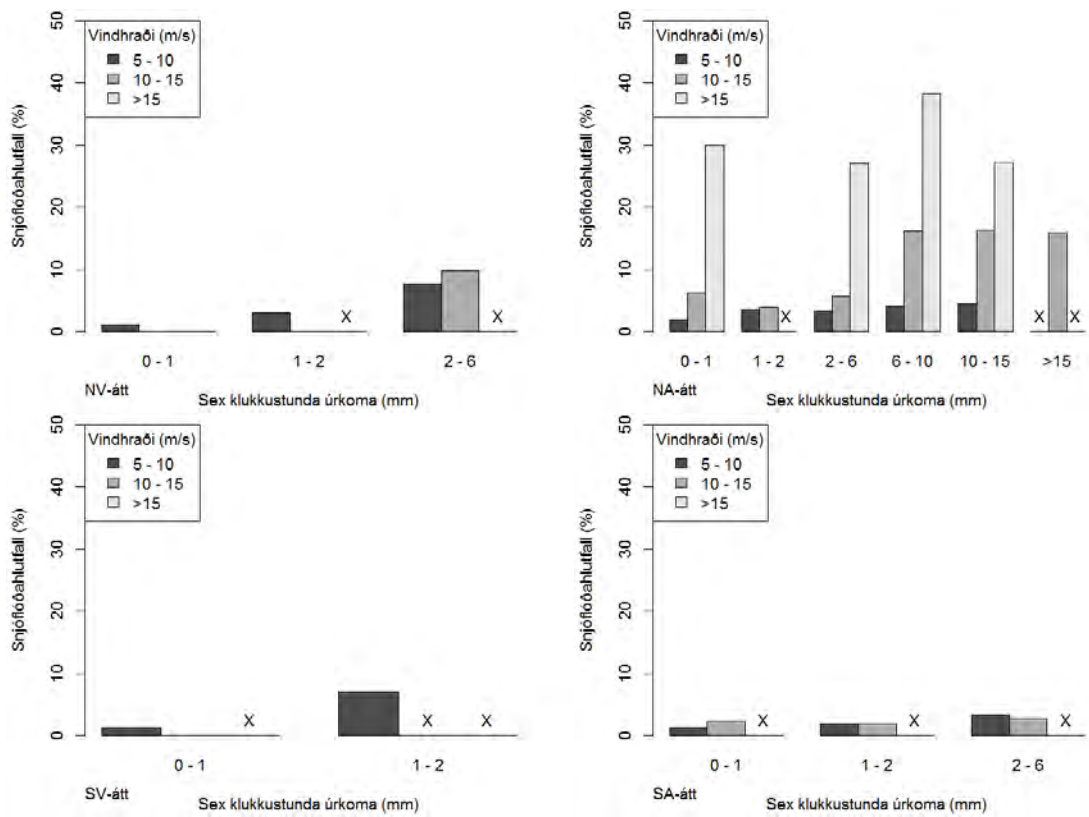
Mynd 43. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



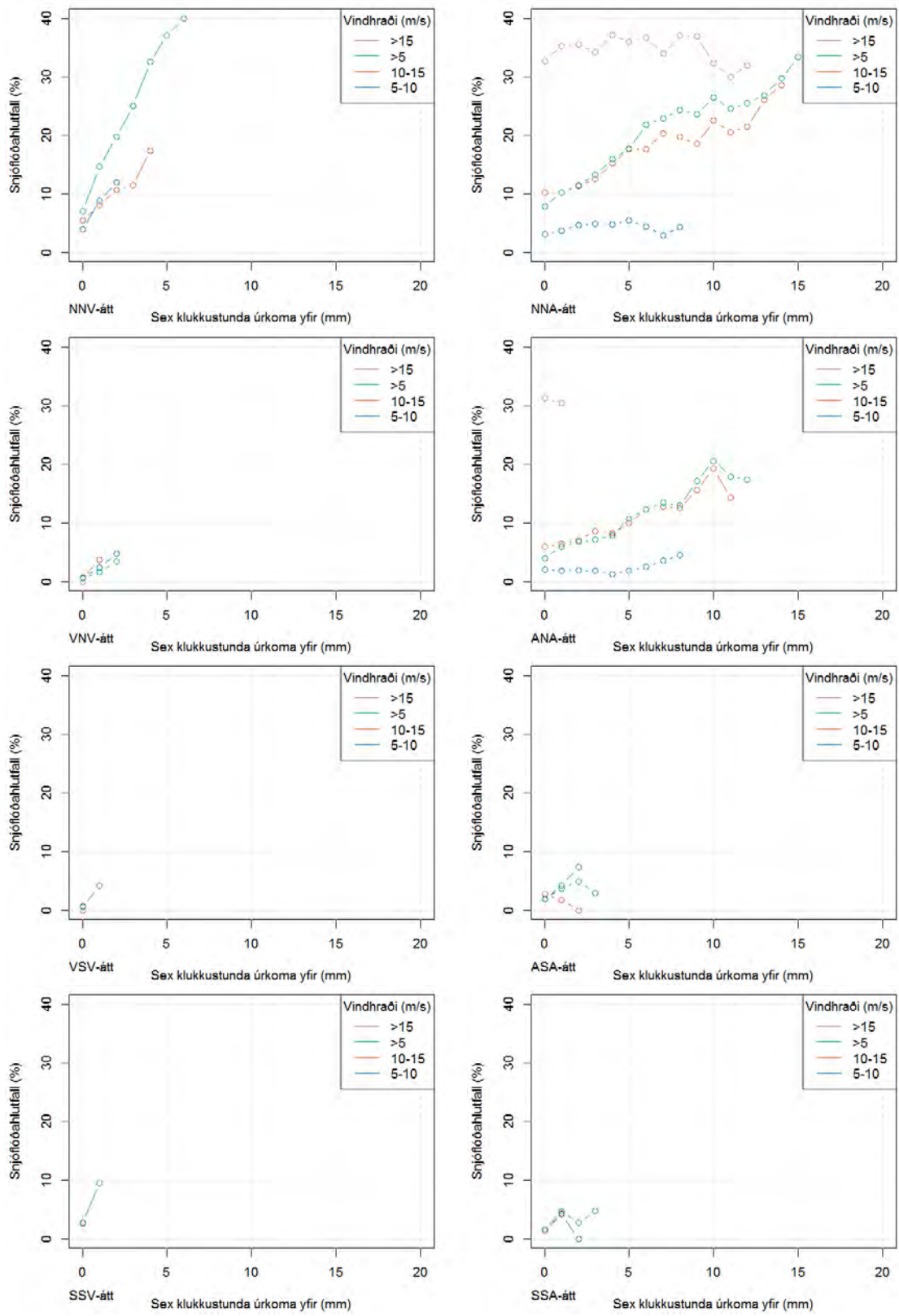
Mynd 44. Snjóflóðahlutfall sem fall af þriggja klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



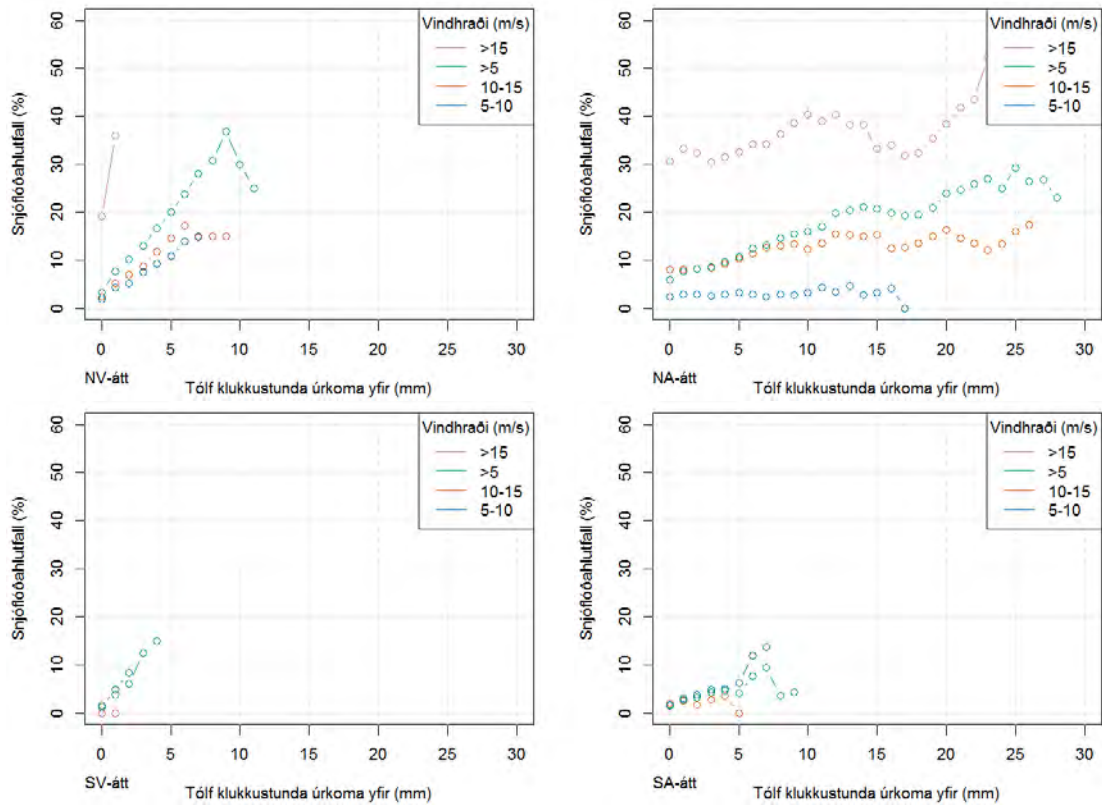
Mynd 45. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



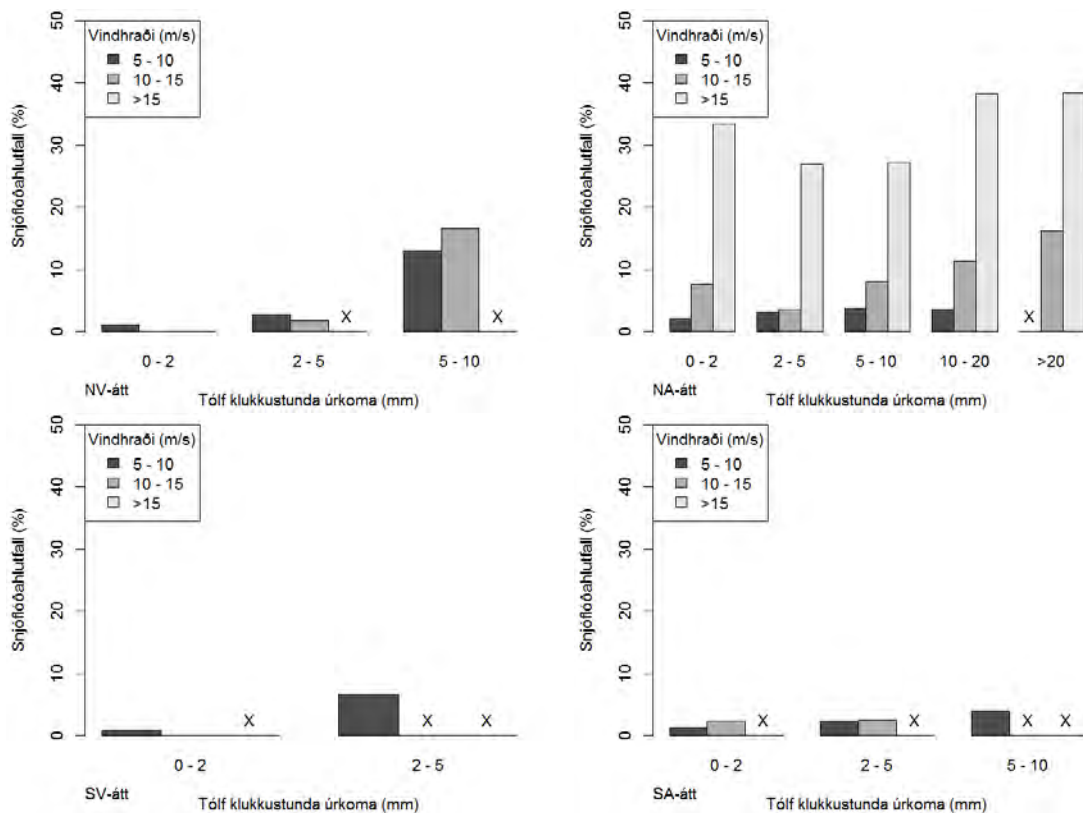
Mynd 46. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



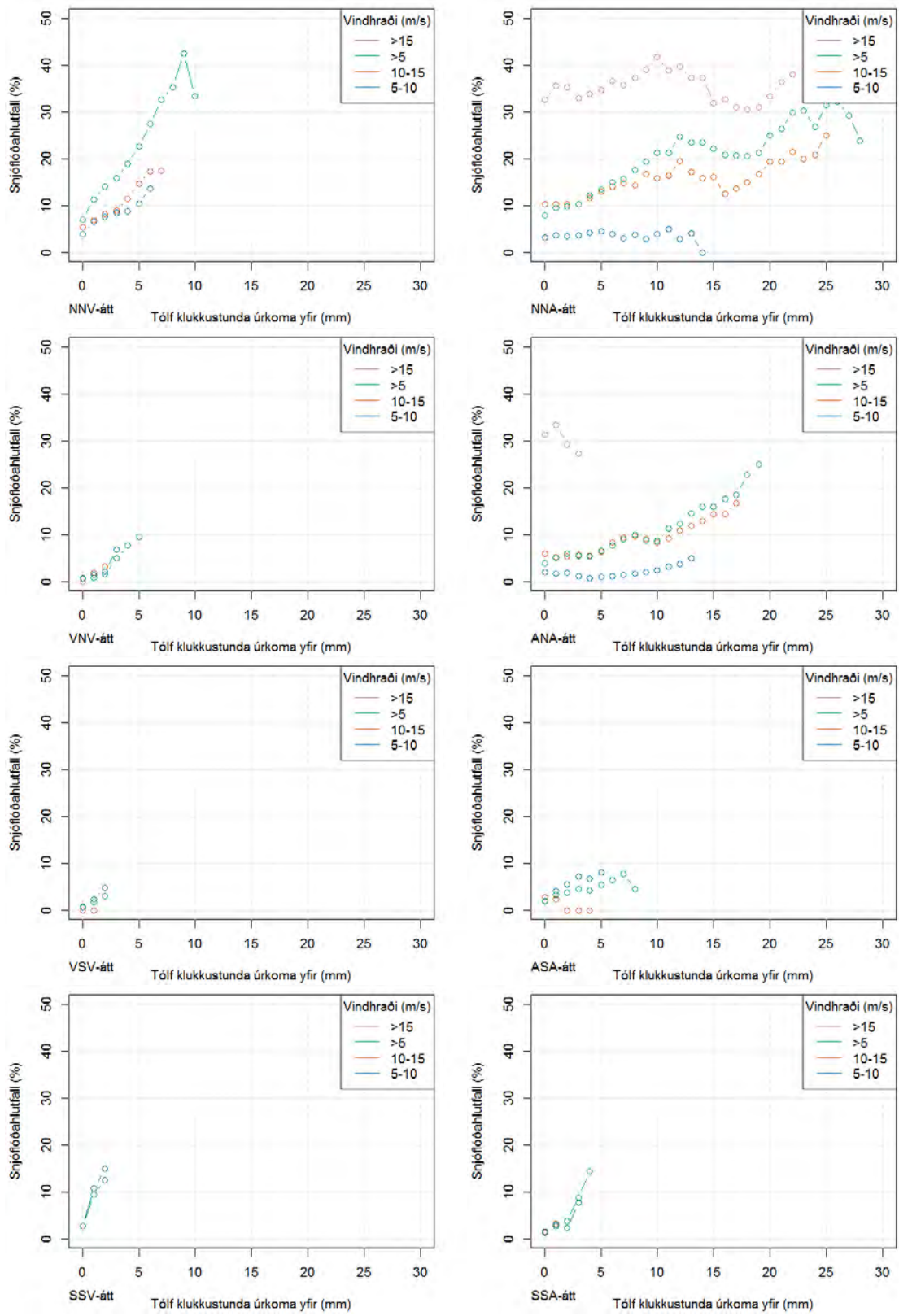
Mynd 47. Snjóflóðahlutfall sem fall af sex klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



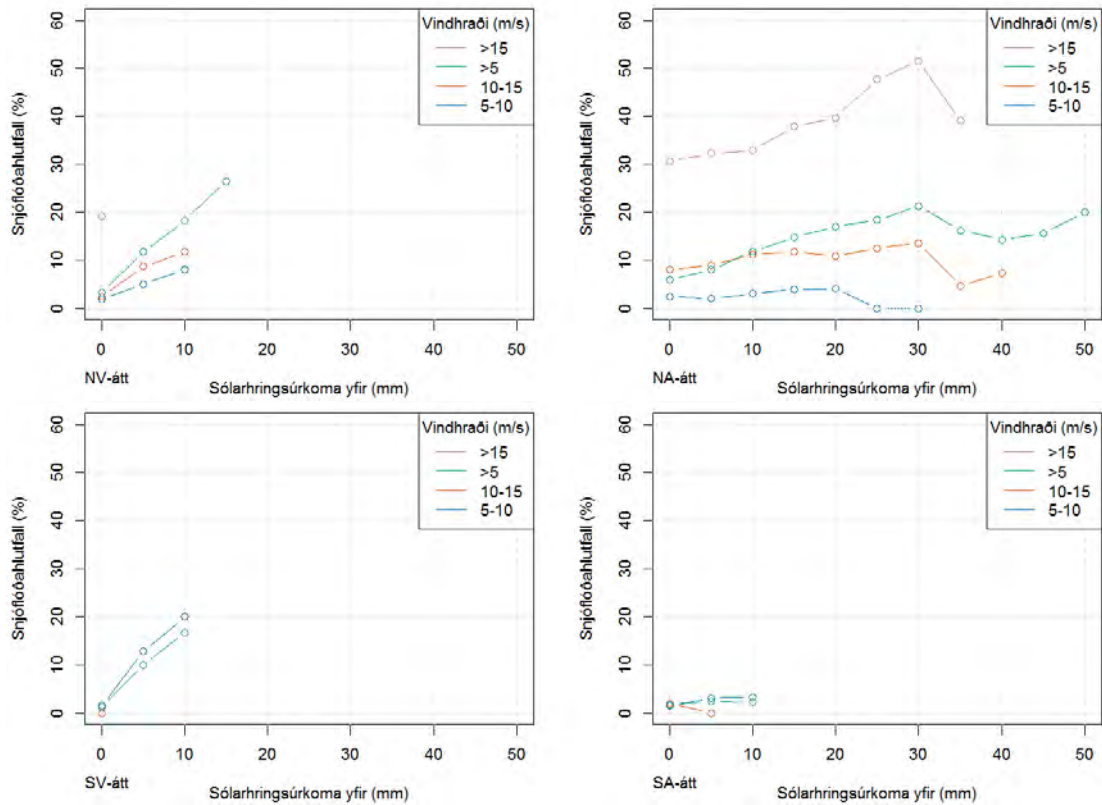
Mynd 48. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



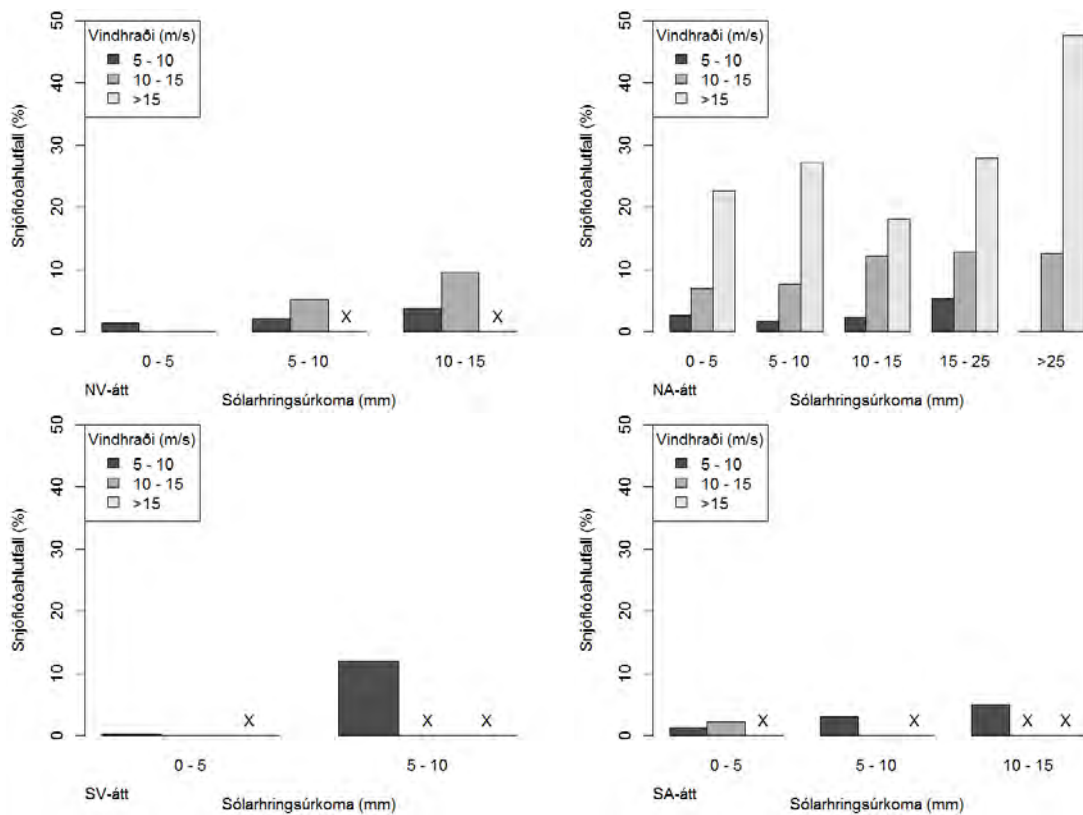
Mynd 49. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



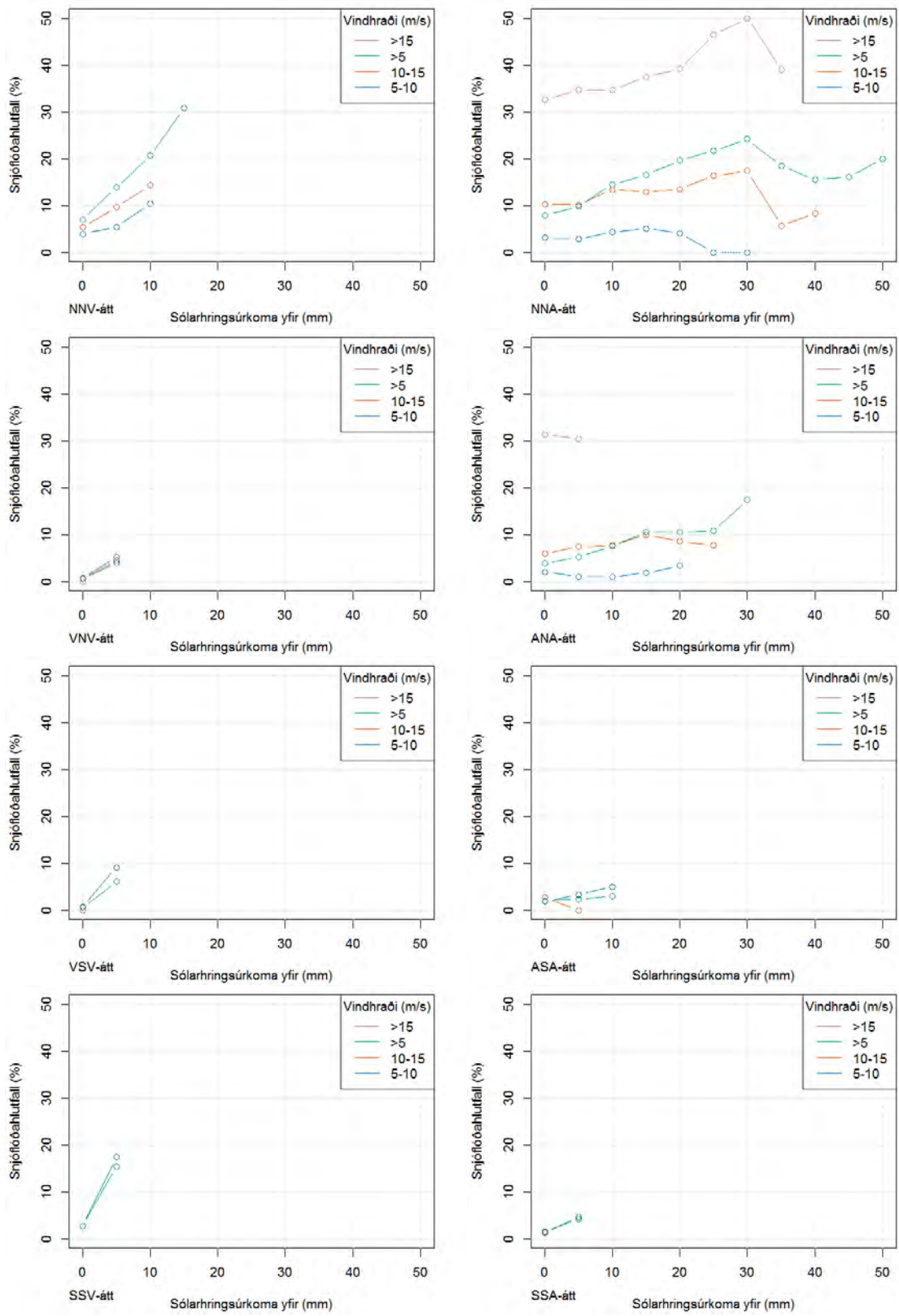
Mynd 50. Snjóflóðahlutfall sem fall af tólf klukkustunda úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



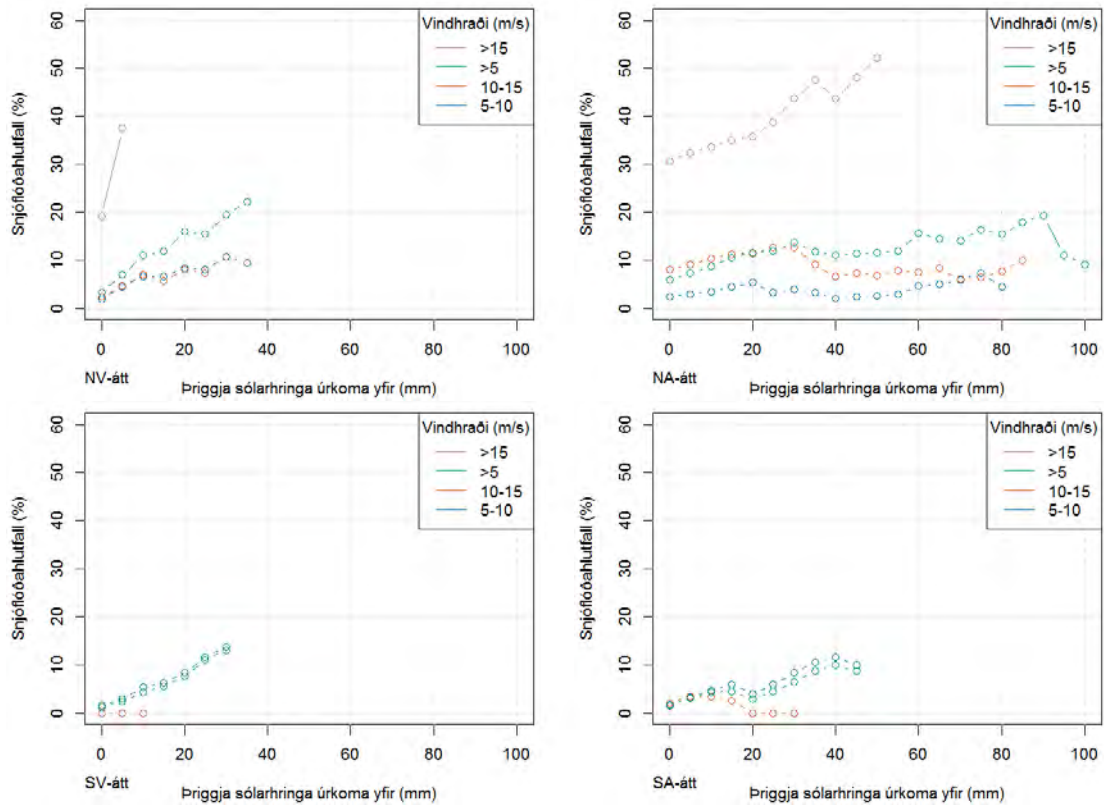
Mynd 51. Snjófílóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



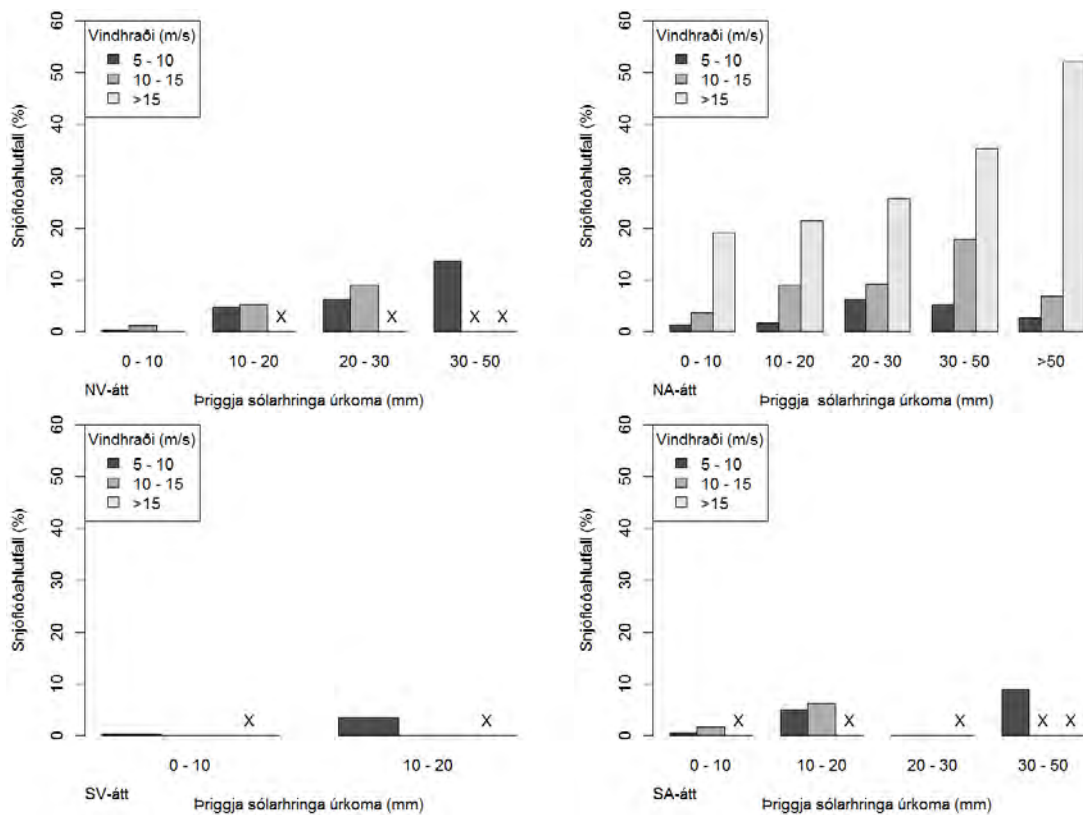
Mynd 52. Snjófílóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



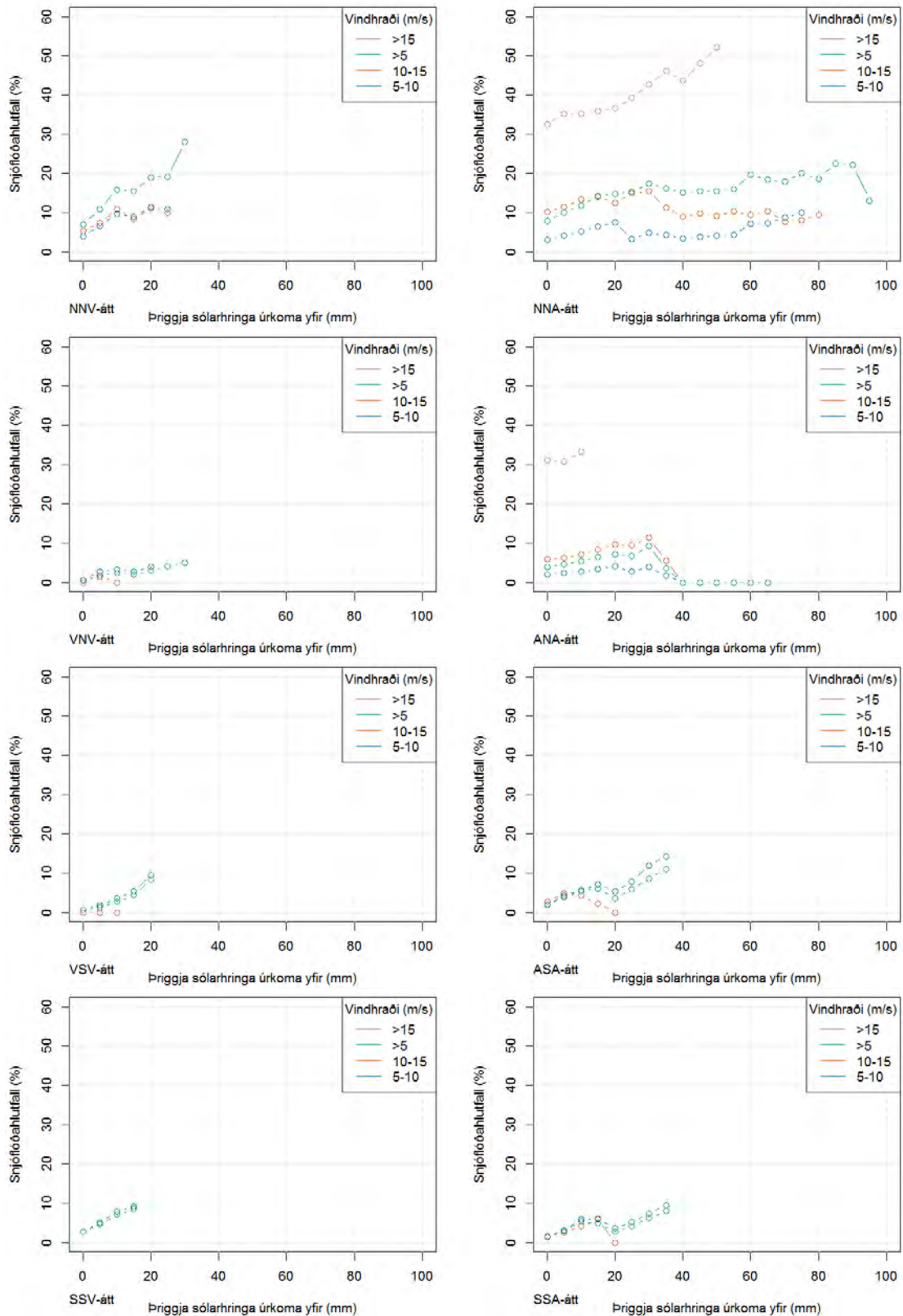
Mynd 53. Snjófóðahlutfall sem fall af sólarhringsúrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



Mynd 54. Snjófóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



Mynd 55. Snjófóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.



Mynd 56. Snjófóðahlutfall sem fall af þriggja sólarhringa úrkomu fyrir mismunandi vindáttir og vindhraða.