



**Gróðurbreytingar á
klapparsamfélögum við Hvalfjörð
2020-2023**

Starri Heiðmarsson, Cécile Chauvat og Valtýr Sigurðsson

Unnið fyrir Elkem Ísland ehf. og
Norðurál Grundartanga ehf.

 NÁTTÚRUSTOFA Norðurlands vestra	
Skýrsla nr. NNv-24001	Dreifing: Lokuð til 1. maí 2024
Dagsetning: Febrúar 2024	Síðufjöldi: 46
Heiti skýrslu: Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2020-2023	
Höfundar: Starri Heiðmarsson, Cécile Chauvat og Valtýr Sigurðsson	
Unnið fyrir: Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartanga ehf.	
Samvinnuaðilar: Tengiliður verkkaupa: Magnús Freyr Ólafsson	
Útdráttur: Klapparsamfélög mosa og fléttna hafa verið vöktuð í föstum reitum í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga frá 1976. Alls voru 52 reitir settir upp á 15 stöðvum árið 1976, 1999 var 10 reitum bætt við í stefnu á Akrafjall og árið 2014 var 15 reitum bætt við, einkum vestsuðvestur og austnorðaustur af iðnaðarsvæðinu, en svipaður fjöldi reita lagður af. Alls voru 59 reitir mældir árið 2023. Sérstaklega er fylgst með þekjubreytingum á mosum og blað- og runnfléttum þar sem þessir hópar eru taldir viðkvæmari fyrir loftmengun en æðplöntur og hrúðurfléttur. Meðalþekja allra hópa jókst lítillega að meðaltali. Breytileiki þekjubreytinga var allnokkur en ekki er greinanlegur mikill munur á meðalþekjubreytingum eftir því hvort reitir eru innan þynningasvæðis flúors og brennisteinstvíoxíðs eða utan þess. Magn brennisteinstvíoxíðs jókst nokkuð á flestum sýnatökustöðum en er þó mun minna en fyrri ár ef árið 2020 er undanskilið. Magn flúors ýmist eykst eða minnkar á einstökum sýnatökustöðum. Sérstaklega er fylgst með þekjubreytingum hjá tveimur tegundum blað- og runnfléttna, klettastrýi og snepaskóf. Þekja klettastrýs eykst nokkuð frá árinu 2020 meðan þekjubreytingar snepaskófar eru breytilegri.	
Lykilorð.: Hvalfjörður, vöktun, fléttur, mosar, fastir reitir, loftgæði	Mynd á forsíðu: Útsýni inn Hvalfjörð af lágu holti í grennd við Kalastaðakot

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR	6
2 AÐFERÐIR.....	7
3 NIÐURSTÖÐUR.....	8
3.1 Almennar gróðurbreytingar.....	8
3.2 Gróðurbreytingar innan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins við Grundartanga	11
3.2.1 Stekkjarás.....	13
3.2.2 Selás.....	15
3.2.3 Langholt.....	16
3.2.4 Akrafjall	17
3.3 Gróðurbreytingar suðvestur af Grundartanga utan þynningarsvæðis	19
3.3.1 Skvöþ.....	19
3.3.2 Ofan við Gröf.....	20
3.3.3 Neðristallar	22
3.4 Gróðurbreytingar norðaustur af Grundartanga	23
3.4.1 Kalmansá	23
3.4.2 Kalastaðakot	24
3.4.3 Miðfellsmúli	25
3.5 Svæði utan þynningarsvæðis en innan 10 km ríðuss frá iðnaðarsvæðinu.....	27
3.5.1 Bjarnarholt	27
3.5.2 Álfholt.....	28
3.5.3 Beitistaðaholt	29
3.5.4 Ofan Hvalfjarðareyrar.....	30
3.5.5 Hvammsnes	31
3.5.6 Tíðaskarð	33
3.5.7 Gimbrapallar.....	34
3.6 Fjarlæg svæði, í meira en 10 km fjarðlægð frá iðnaðarsvæðinu	36
3.6.1 Hafnarbæli	36
3.6.2 Þyrilsnes.....	36
3.6.3 Hvalfjarðarbotn.....	37
3.7 Þekjubreytingar einstakra tegunda.....	38
3.7.1 Klettastrý	38
3.7.2 Snepaskóf.....	39
3.8 Mælingar á brennisteini og flúor.....	41
4 UMRÆÐUR	44
5 HEIMILDASKRÁ	45

KORT

1. kort. Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu klapparreita umhverfis iðnaðarsvæðið á Grundartanga.....6

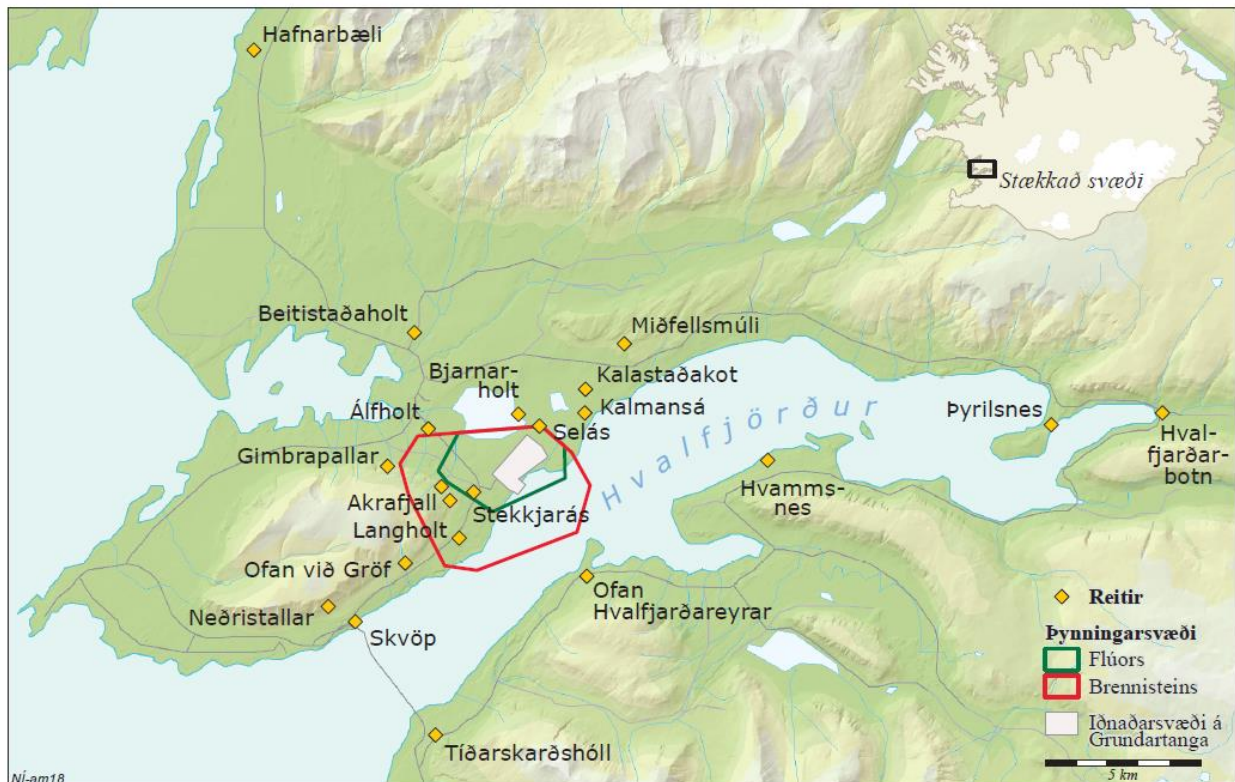
MYNDIR

1. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) blað- og runnfléttna 2020–2023.8
2. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) mosa 2020–2023.9
3. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir voru 2017, 2020 og 2023 (alls 58 reitir).10
4. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir hafa verið síðan 1997 (alls 44 reitir).11
5. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor, 1976-2023 (alls 6 reitir).12
6. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor og brennistein, 1997-2023 (alls 19 reitir).12
7. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 3 og 33–35.13
8. mynd. Stekkjarás, reitur 33.14
9. mynd. Stekkjarás, reitur 34.14
10. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 8 og 11.15
11. mynd. Selás við Hólmavatn, reitur 8.16
12. mynd. Þekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk heildarþekju og tegundafjölda í reit 27.17
13. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 56 og 60.18
14. mynd. Akrafjall, reitur 60.19
15. mynd. Meðalþekja mosa, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 24–26.20
16. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 72-74.21
17. mynd. Ofan við Gröf, reitur 74.21
18. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 75–7722
19. mynd. Neðristallar, reitur 75.23
20. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 36–38.24
21. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 6 og 64.25
22. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 66-68.26
23. mynd. Miðfells múli, reitur 67.26

24. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 12-14.....	27
25. mynd. Bjarnarholt við Eiðisvatn, reitur 12.	28
26. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 30–32.	29
27. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 39–41.	30
28. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 19, 20 og 52.	31
29. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 48–50.	32
30. mynd. Utan við Hvammsnes, reitur 48.	33
31. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 16–18.	34
32. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 69-71.	35
33. mynd. Gimbrapallar, reitur 71.	35
34. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 42–44.	36
35. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 45–47.	37
36. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 21–23.	38
37. mynd. Þekja klettastrýs (<i>Ramalina subfarinacea</i>) í þremur reitum, 33 í Stekkjarási og 56 og 60 í Akrafjalli.	39
38. mynd. Þekja snepaskófar (<i>Parmelia saxatilis</i>) í fimm reitum sem allir eru staðsettir innan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs og flúors.	40
39. mynd. Þekja snepaskófar (<i>Parmelia saxatilis</i>) í 20 reitum sem allir eru staðsettir utan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs og flúors.	40
40. mynd. Magn brennisteins í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga árið 2023.	41
41. mynd. Magn flúors í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga árið 2023.	41
42. mynd. Samanburður á magni brennisteins í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017, 2020 og 2023.	42
43. mynd. Samanburður á magni brennisteins í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017, 2020 og 2023.	43
44. mynd. Samanburður á magni flúors í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017, 2020 og 2023.	43
45. mynd. Samanburður á magni flúors í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017, 2020 og 2023.	44

1 INNGANGUR

Í tengslum við opnun kísilmálmverksmiðju Járblendifélagsins að Grundartanga árið 1979 (nú Elkem Ísland ehf.) var gróðurfar í nágrenni hennar rannsakað allitarlega. Einkum var litið til útbreiðslu mosa og blað- og runnfléttna þar sem líklegt var talið að tegundir af þessum hópum væru viðkvæmastar fyrir loftmengun. Einnig voru hrúðurfléttur rannsakaðar að nokkru marki sem og æðplöntur. Gróðurfar svæðisins var kannað fyrir opnun verksmiðjunnar og voru þá lagðir út 52 fastir 40×50 cm reitir. Þessar rannsóknir voru unnar af Herði Kristinssyni, Bergþóri Jóhannssyni og Eyþóri Einarssyni og er greint frá þeim í Fjölriti Líffræðistofnunar (Hörður Kristinsson o.fl. 1983). Árið 1999 var samningur um vöktunina endurnýjaður um leið og Norðurál Grundartanga (hér eftir Norðurál) fékk aðild að honum. Var þá bætt við 10 föstum reitum með stefnu frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga á Akrafjall (Hörður Kristinsson 2000). Áður en mælingar voru gerðar árið 2014 var bætt við 15 nýjum reitum á fimm svæðum sem allir eru utan þynningarsvæðis flúors og brennisteins og reitum fækkað til samræmis þannig að svipaður fjöldi reita er mældur og myndaður. Einkum voru aflagðir reitir innan þynningarsvæðis fyrir flúor og brennistein. Sjá má kort þar sem gerð er grein fyrir staðsetningu reita sem bætt var við árið 2014 sem og hvaða reitir voru aflagðir í skýrslu Starra Heiðmarsson og Láru Guðmundsdóttur 2015 (1. kort). Yfirlitskort er sýnir staðsetningu klapparreitanna miðað við aðra vöktunarstaði má sjá í Umhverfissvöktunarskýrslu fyrir árið 2020 á mynd 7.1 (Eva Yngvadóttir o. fl. 2021). Yfirlit yfir staðsetningar reitanna eru sýndir á 1. korti sem er endurbirt úr eldri skýrslu (Starri Heiðmarsson og Rannveig Thoroddsen 2018).



1. kort. Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu klapparreita umhverfis iðnaðarsvæðið á Grundartanga. (úr NÍ-18003)

Grunngögn úr fyrra gróðurmati voru birt í skýrslu árið 1999 (Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999), gróðurmat þeirra tíu reita sem lagðir voru út 1999 í skýrslu árið 2000 (Hörður Kristinsson 2000) og gróðurmat þeirra 15 reita sem lagðir voru út 2014 í skýrslu árið 2015 (Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015). Framvinduskýrsla þar sem ljósmyndir frá árinu 2003 eru bornar saman við eldri myndir kom út árið 2004 (Hörður Kristinsson 2004). Árið 2007 var gerð grein fyrir breytingum á þekju einstakra tegundahópa milli árána 1997 og 2006 (Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007). Árið 2012 voru breytingar milli árána 2006 og 2011 ígrundaðar (Starri Heiðmarsson 2012), árið 2015 er breytingum milli árána 2011 og 2014 gerð skil (Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015), árið 2018 kom út skýrsla sem gerði grein fyrir breytingum frá 2014 til 2017 (Starri Heiðmarsson og Rannveig Thoroddsen 2018) og 2021 kom síðasta skýrsla út en þá voru skoðaðar breytingar milli árána 2017–2020 (Starri Heiðmarsson 2021). Í skýrslu Harðar og Kristbjörns (1999) voru birtar ljósmyndir af nokkrum völdum reitum og fjallað sérstaklega um gróðurbreytingar í þeim. Í þessari skýrslu eru birta ljósmyndir af sömu reitum frá síðasta sumri auk þess sem myndir, teknar árið 2006, voru birtar í skýrslu Starra og Harðar (2007), myndir, teknar haustið 2011, í skýrslu Starra (2012), myndir, teknar árið 2014 í skýrslu Starra og Láru (2015), myndir, teknar árið 2017 í skýrslu Starra og Rannveigar (2018) og myndir, teknar 2020 í skýrslu Starra (2021). Myndir af umræddum reitum frá sumrunum 2017 og 2020 eru birtar í þessari skýrslu til samanburðar.

2 AÐFERÐIR

Föstu reitirnir eru 40×50 cm að stærð og horn þeirra merkt varanlega með gulri málningu sem hefur verið endurnýjuð nokkrum sinnum síðan reitirnir voru lagðir út upphaflega. Við matið er 40×50 cm stálrammi, sem skipt hefur verið í tuttugu 10×10 cm reiti með snúru, lagður yfir reitinn og þekja einstakra tegunda metin sjónrænt. Tegundir voru greindar á staðnum eftir því sem tók voru á en ef þurfti að safna sýnum af mosum og hrúðurfléttum var það gert utan reitsins.

Árin 1975–1976 voru settir upp 52 fastir reitir (1–52) og þeir gróðurmetnir og ljósmyndaðir um leið. Síðan þá hafa reitir verið ljósmyndaðir og gróður metinn með mislöngu árabili, 1977, 1978, 1980, 1982, 1992 og 1997, en á þriggja ára fresti síðan árið 2000. Metnum reitum hefur stundum fækkað eða fjölgað á milli ára. Þannig var reitur 7 horfinn árið 1997 vegna framkvæmda við álver Norðuráls. Reitum var fjölgað um tíu árið 1999 og voru þeir þá orðnir 61 talsins. Mat reita 1999 er talið sambærilegt við mat eldri reita 1997 og innifalið í meðaltali þess árs þegar það á við. Sumarið 2006 fundust ekki nema 58 reitir; þrír virtust horfnir vegna stækkunar verksmiðju Norðuráls og á einum stað höfðu æðplöntur fært klöppina á kaf og því ógerlegt að finna merkingu reitsins. Haustið 2011 fundust aftur reitirnir sem áður voru taldir glataðir og var því 61 reitur rannsakaður það ár. Síðsumars 2014 voru settir upp 15 nýir reitir á fimm svæðum en aflagður svipaður fjöldi reita. Alls voru 60 reitir metnir og ljósmyndaðir árið 2017 og 58 reitir sumarið 2020. Sumarið 2023 voru alls 59 reitir metnir og ljósmyndaðir en þrátt fyrir leit mistókst að finna einn reit ofan Hvalfjarðareyrar.

Vettvangsvinna var unnin af Starra Heiðmarssyni og Cécile Chauvat 15.–18. ágúst 2023.

Sýni til efnagreininga voru tekin á fjórum stöðum í nágrenni iðjuveranna: á Stekkjarási (reitir 1–4 og 33–35) í um 1 km fjarlægð frá Grundartanga, í norðaustur hlíð Akrafjalls (reitir 56–57) í um 2,5 km fjarlægð, á Miðfells múla ofan Kalastaðakots (reitir 66–68) í um 5 km fjarlægð og í um 4 km fjarlægð, ofan við Gröf (reitir 72–74). Viðmiðunarsýni voru tekin við Bifröst í Borgarfirði, nærri Hreðavatni. Sýni voru tekin af tveimur tegundum: snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) og hraunbreyskju (*Stereocaulon vesuvianum*).

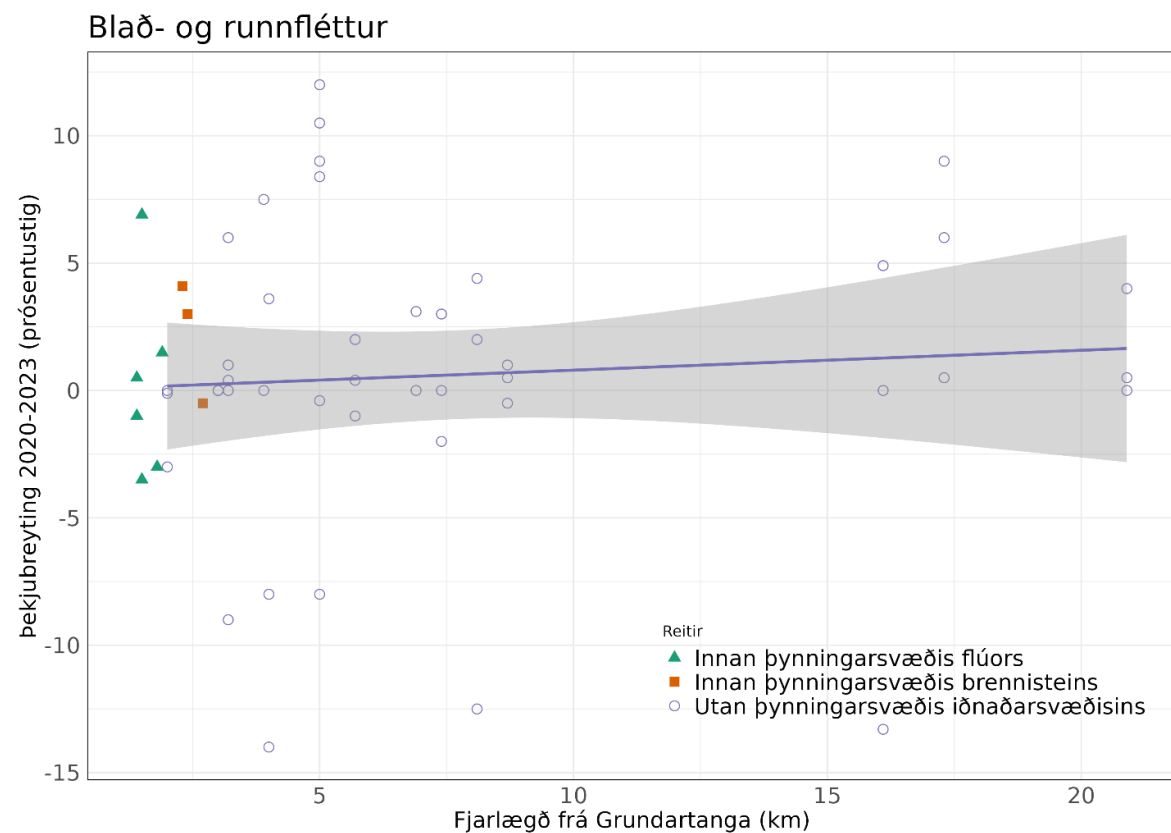
Mælingarnar voru unnar á Hafrannsóknastofnun, Rannsókn- og ráðgjafarstofnun hafs og vatna í umsjón Egils Antonssonar, sérfræðings í umhverfissvöktun. Jarðvegshluti var skilinn frá fyrir mölun sýnis með 2 mm sigti. Flúor var dreginn úr sýni með örsveimsaðferð trímetylsílfíluoríðs og hann síðan mældur með jónvísu rafskauti. Brennisteinn var mældur í sýni eftir upplausn í saltpéturssýru.

3 NIÐURSTÖÐUR

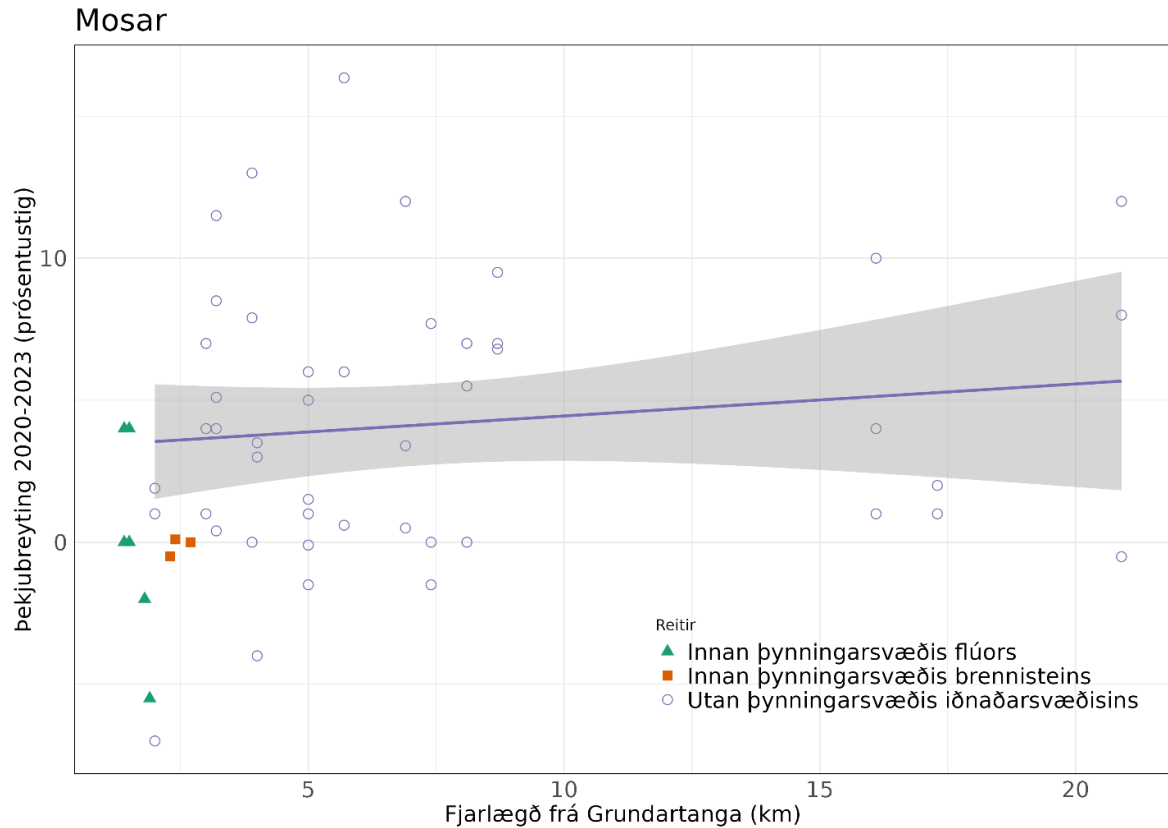
Hér á eftir er gerð grein fyrir sjáanlegum breytingum á þekju einstakra tegundahópa sem og heildarþekju. Einnig er greint frá magni brennisteins og flúors í tveimur fléttutegundum með samanburði við fyrri ár.

3.1 Almennar gróðurbreytingar

Talið er að áhrif loftmengunar gæti fyrst og fremst hjá mosum og blað- og runnfléttum og því er einkum gerð grein fyrir breytingum á þekju hjá þessum hópum síðan árið 2020 (1. og 2. mynd).

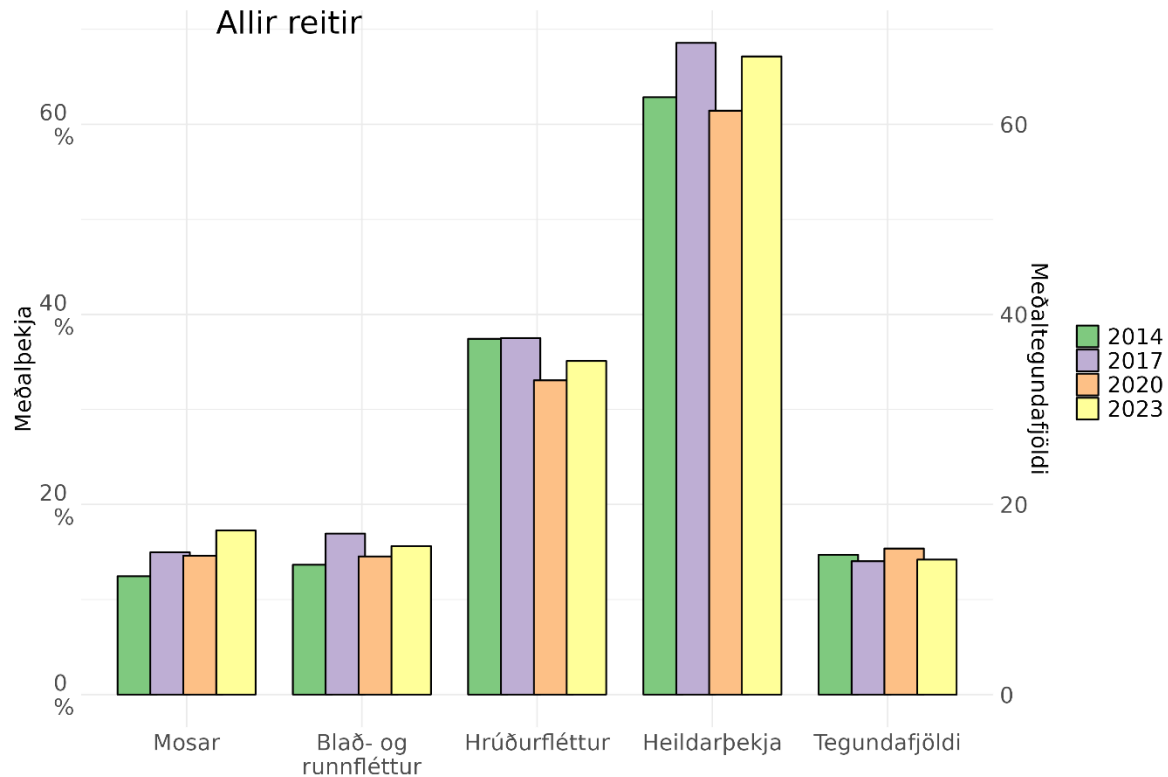


1. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) blað- og runnfléttna 2020–2023. Aðhvarfslínan á við um reiti utan þynningarsvæðisins og eru öryggismörk hennar sýnd skyggð.



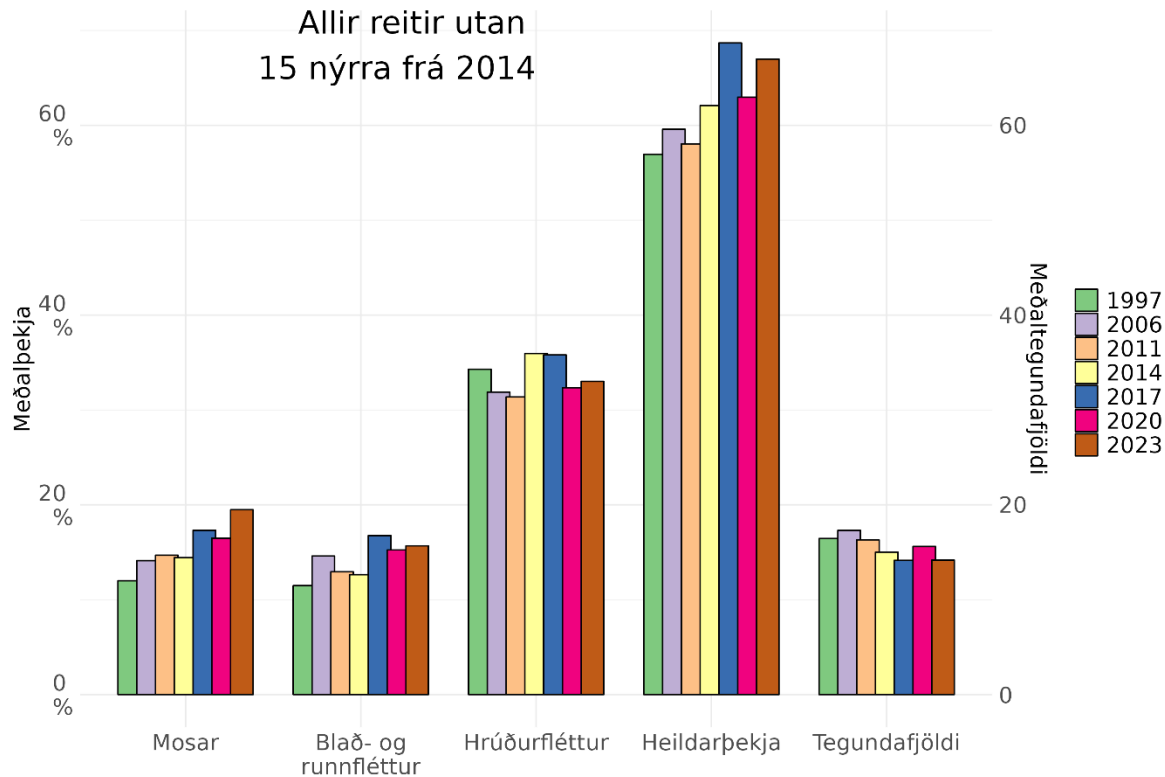
2. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) mosa 2020–2023. Aðhvarfslínan á við um reiti utan þynningarsvæðisins og eru öryggismörk hennar sýnd skyggð.

Hvorki virðast mikil tengsl milli nálægðar við iðnaðarsvæðið og þekjubreytinga hjá blað- og runnfléttum né mosum. Aðhvarfslínan er byggð á breytingum innan reita sem staðsettir eru utan þynningarsvæðisins en breytileikinn er allmikill innan þynningarsvæðisins hvað varðar blað- og runnfléttur.



3. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir voru 2014, 2017, 2020 og 2023 (alls 59 reitir).

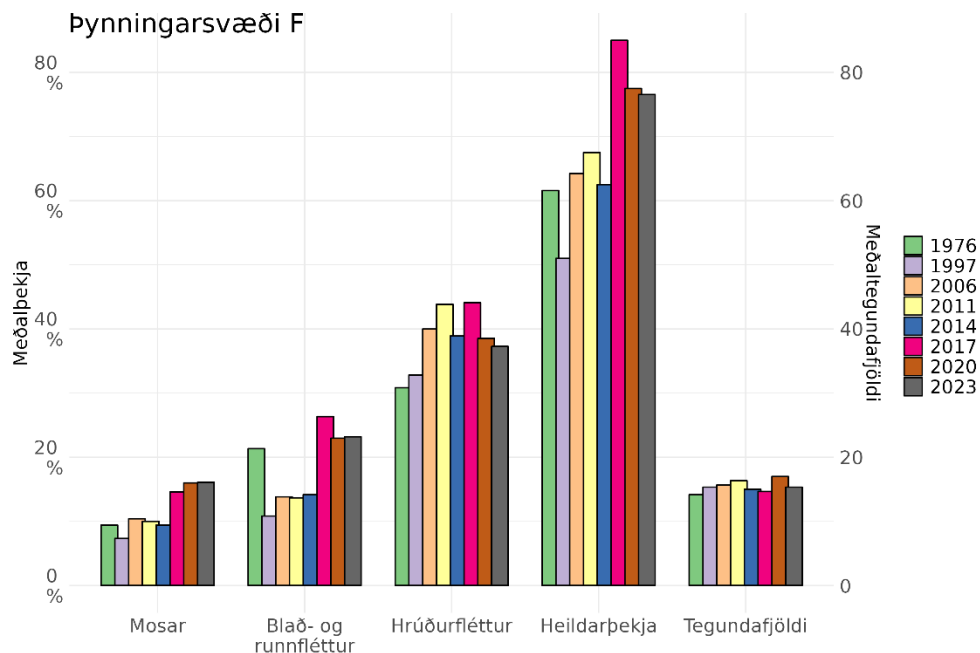
Að meðaltali hefur þekja aukist lítillega, líkt og sést á 3. mynd er sýnir meðaltal þekjubreytinga auk tegundafjölda í öllum reitum sem metnir voru árin 2014, 2017, 2020 og 2023. Samanburður til lengri tíma er erfiður þar sem 15 reitanna voru fyrst metnir árið 2014 en til að auðvelda langtímasamanburð er á 4. mynd einungis teknir með þeir 44 reitir sem metnir hafa verið síðan 1997. Þar sjást svipaðar breytingar og á 3. mynd.



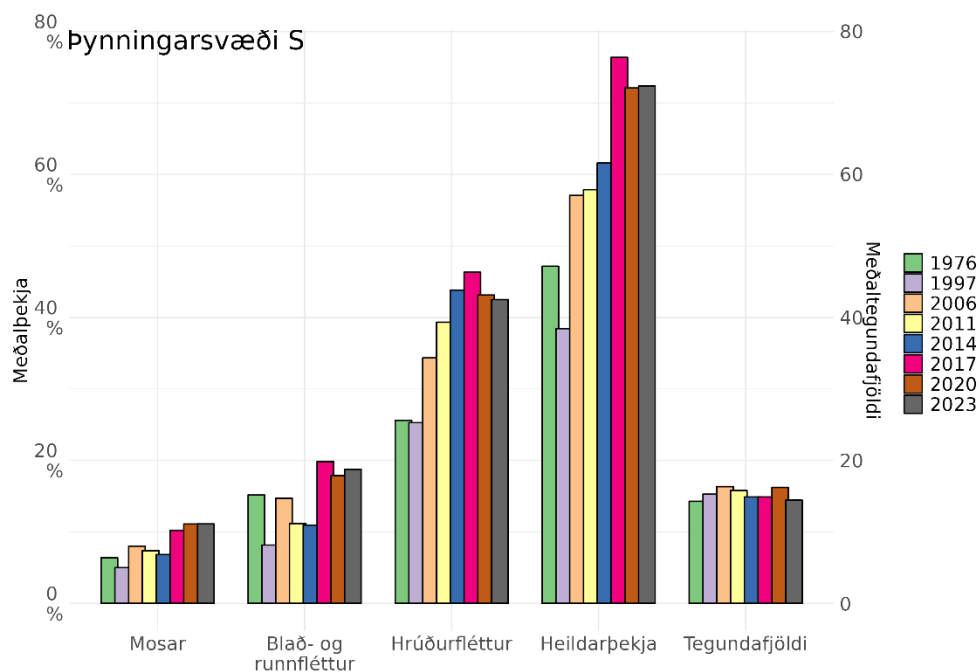
4. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir hafa verið síðan 1997 (alls 44 reitir).

3.2 Gróðurbreytingar innan þýnningarsvæðis iðnaðarsvæðisins við Grundartanga

Alls eru sex reitir innan þýnningarsvæðis fyrir flúor og þegar þýnningarsvæðinu fyrir brennistein er bætt við eru alls 10 reitir sem eru vaktaðir innan þýnningarsvæðis beggja efnanna. Líkt og sést á 1. mynd þá er ekki hægt að sjá einhlítar gróðurbreytingar hjá blað- og runnfléttum næst iðnaðarsvæðinu og er svipað uppi á teningnum varðandi mosa, sbr. 2. mynd. Að meðaltali er þekja mosa nánast óbreytt innan þýnningarsvæðis fyrir flúor sé litið til þeirra 6 reita sem þar er að finna en þekja blað- og runnfléttna eykst örlítið en vegna samdráttar í þekju hróðurfléttna minnkar heildarþekjan lítillega (5. mynd). Svipað má segja um reitina 9 sem eru innan þýnningarsvæðis fyrir brennistein (6. mynd). Hér á eftir er fjallað um einstaka staði innan þýnningarsvæðisins, þ.e. Stekkjarás, Selás, Langholt og Akrafjall.



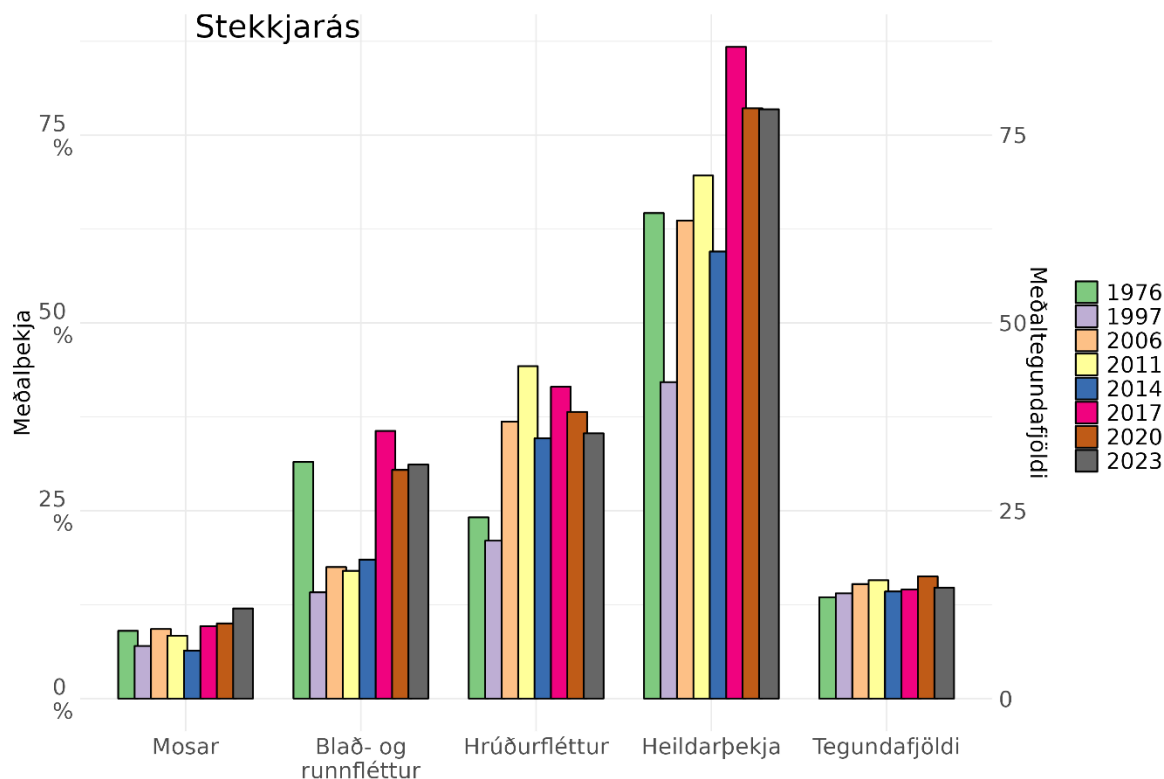
5. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor, 1976-2023 (alls 6 reitir).



6. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor og brennistein, 1997-2023 (alls 9 reitir).

3.2.1 Stekkjarás

Stekkjjarás er um einn kílómetra frá iðnaðarsvæðinu í vestsuðvestur. Þar eru sjö reitir, 1–4 og 33–35 en árið 2023 voru reitir nr. 1, 2 og 4 ekki metnir. Niðurstöður þekjumatsins eru dregnar saman á 7. mynd.



7. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 3 og 33–35.

Heildarþekjan er svipuð og árið 2020 en hún jókst mikið frá árinu 2014 til ársins 2017. Myndir eru birtar af reit 33 í skýrslu Harðar og Kristbjörns (1999) og þar sést glögglega hvernig klettastrý (*Ramalina subfarinacea*) og snepaskóf hurfu nær alveg milli árunna 1992 og 1997 en báðar tegundir hafa aukið þekju sína síðan þá. Þekja klettastrýs jókst allnokkuð milli árunna 2017 og 2020 (8. mynd) eða úr 10% í 15% en mest var þekja þess 20% árið 1976. Enn heldur þekja klettastrýs áfram að aukast og var metin 17% sumarið 2023.



8. mynd. Stekkjarás, reitur 33, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 16. ágúst 2023. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 16. mynd (1977), 17. mynd (1982), 18. mynd (1992) og 19. mynd (1997), Hörður Kristinsson 2004; 12. mynd (2003), Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015, 7. mynd (2006, 2011 og 2014).

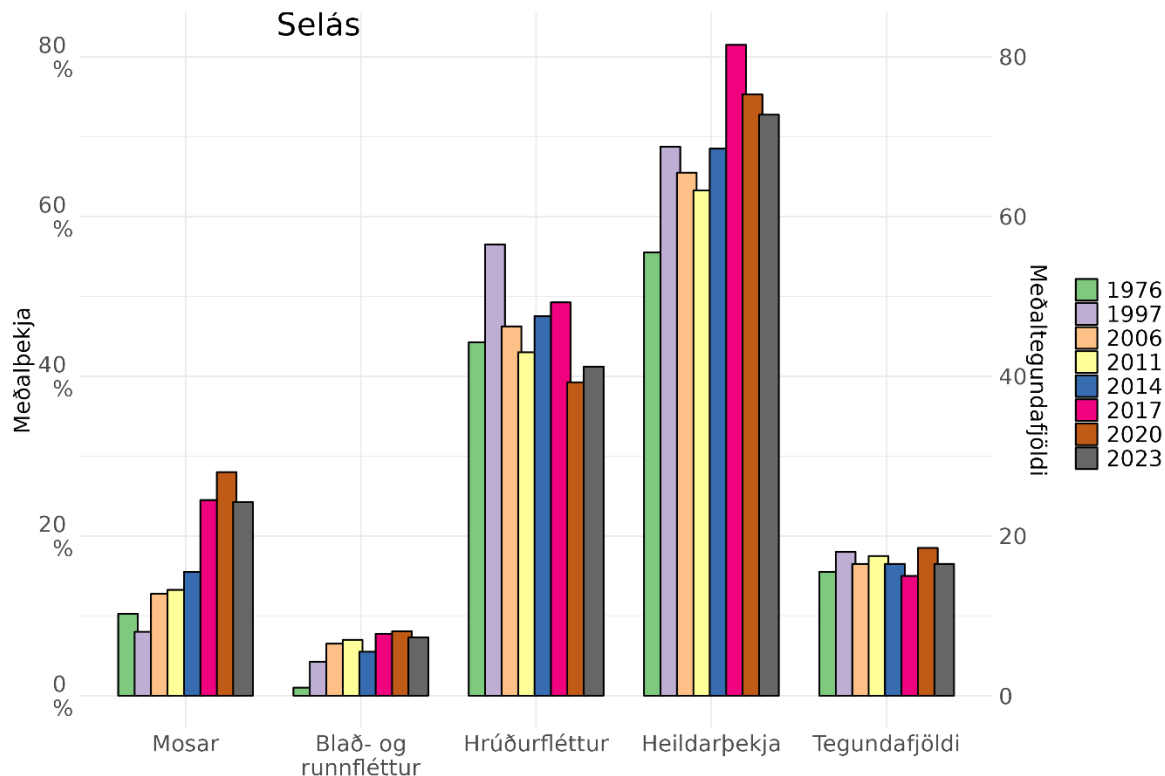
Allnokkur breytileiki hefur verið á þekju blað- og runnfléttna í reit 34 gegnum tíðina. Heildarþekjan hefur sveiflast milli 42,5% árið 1997 og 103% árið 2017 en þá var mikið var um unga hraunbreyskju í reitnum sem óx yfir hrúðurfléttur. Þekja hrúðurbreyskju heldur áfram að dragast saman en tegundin náði mestri þekju árið 2017 þegar hún þakti 45%, árið 2020 þakti hún 25% og sumarið 2023 hafði þekjan enn dregist saman og þakti tegundin 21%. Á 9. mynd má sjá reitinn árin 2017, 2020 og 2023.



9. mynd. Stekkjarás, reitur 34, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 16. ágúst 2023. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 20. mynd (1977), 21. mynd (1982), 22. mynd (1992) og 23. mynd (1997), Hörður Kristinsson 2004; 14. mynd (2003), Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015; 8. mynd (2006, 2011 og 2014).

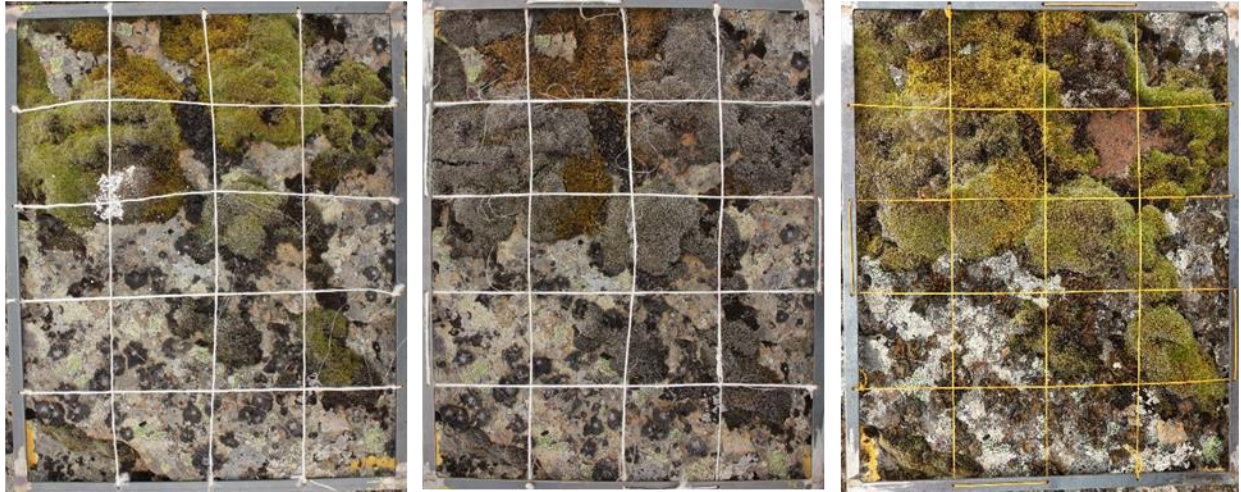
3.2.2 Selás

Fjórir reitir, 8–11, eru staðsettir á Selási, tæplega 2 km frá Grundartanga. Reitirnir eru staðsettir rétt innan þynningarsvæðis vegna flúors og voru reitir 8 og 11 metnir árið 2023. Niðurstöður þekjumats Selásreitanna eru dregnar saman á 10. mynd.



10. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 8 og 11.

Þekja mosa, sem hafði aukist frá 1997, dregst lítillega saman. Þekja blað- og runnflétta er svipuð meðan þekja hrúðurfléttna eykst lítillega. Sé reitur 8 skoðaður sérstaklega þá hafa tvær tegundir mesta þekju, geitanafli (*Umbilicaria proboscidea*) hefur 12% þekju (var 1% 1976) og silfurgambri (*Racomitrium heterostichum*) 31% (var 16% 2014). Á 11. mynd má sjá reit nr. 8 sumrin 2017, 2020 og 2023.

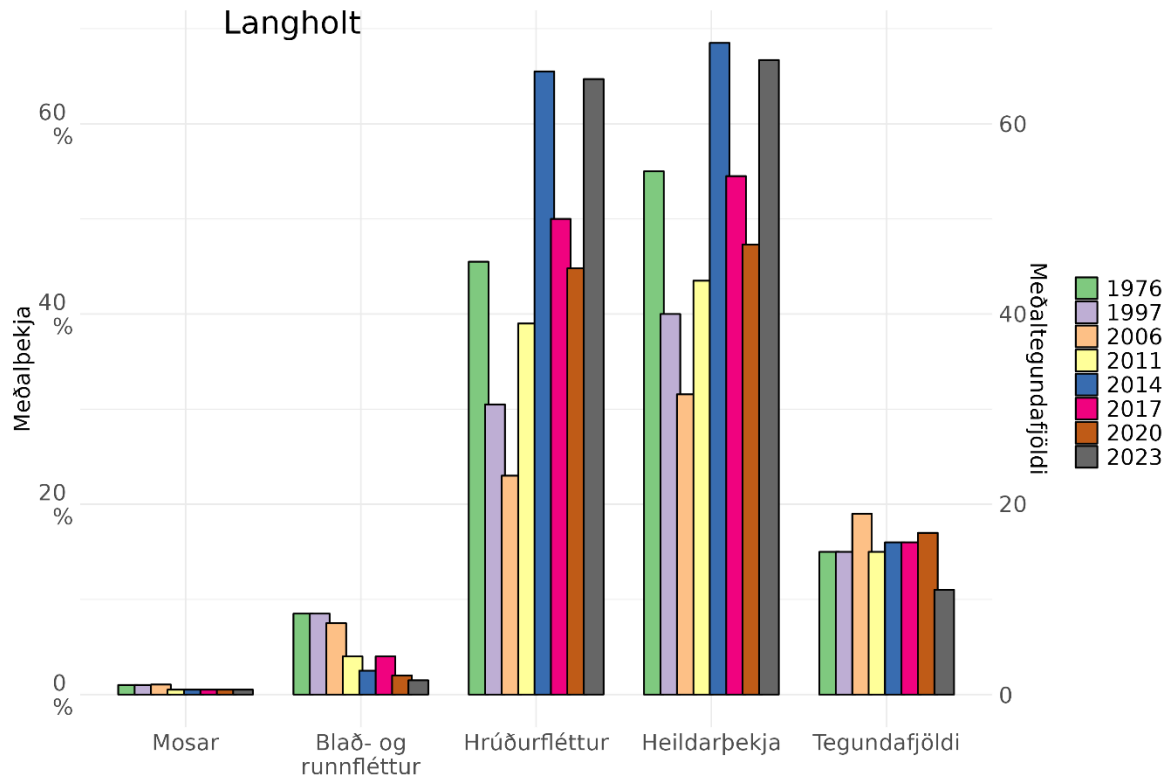


11. mynd. Selás við Hólmavatn, reitur 8, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 17. ágúst 2023. Samsvarandi myndir af reitnum á fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 24. mynd (1977), 25. mynd (1982), 26. mynd (1992), 27. mynd (1997) og Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015, 10. mynd (2006, 2011 og 2014).

3.2.3 Langholt

Þrír reitir, 27–29, eru staðsettir við Langholt tæplega 3 km suðvestur af Grundartanga. Árin 2017, 2020 og 2023 var reitur nr. 27 sá eini sem var metinn og má sjá niðurstöður á 12. mynd. Langholtsreitirnir eru innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð.

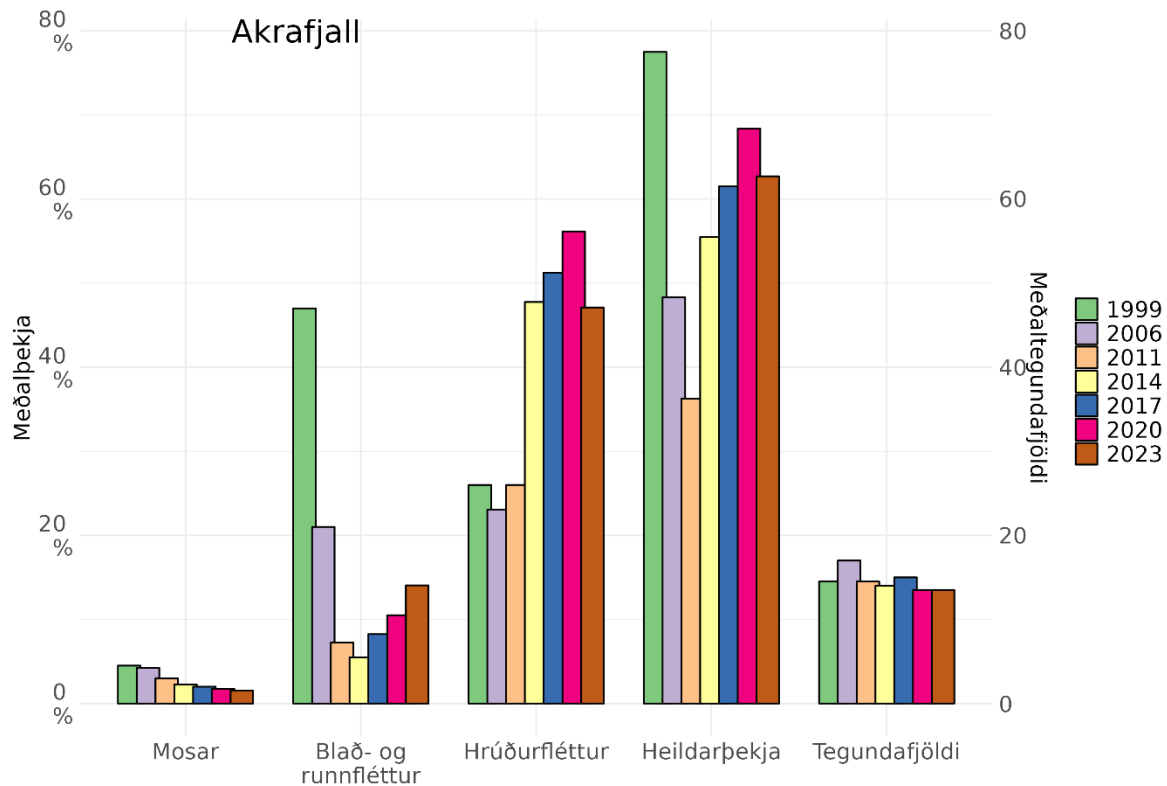
Heildarþekjan eykst töluvert en hafði áður dregist stöðugt saman síðan 2014 en þá var reyndar óvenju há heildarþekja vegna mikillar þekju hrúðurfléttna. Árið 2023 mældist svipuð þekja hrúðurfléttna og árið 2014 en þekja blað- og runnfléttna dregst heldur saman.



12. mynd. Þekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk heildarþekju og tegundafjölda í reit 27.

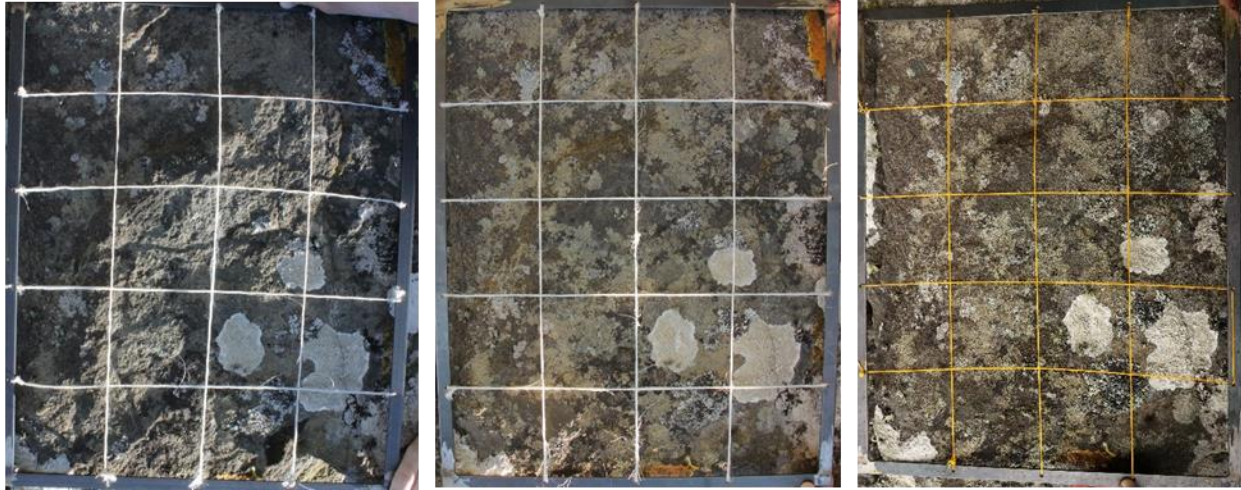
3.2.4 Akrafjall

Árið 1999, þegar samningar um vöktun í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga voru endurnýjaðir, var ákveðið að leggja út 10 reiti í norðanverðu Akrafjalli í stefnu frá Grundartanga. Þannig eru reitir 53–55 í um 1,9 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu, reitir 56–59 í 2,2–2,3 km fjarlægð og reitir 60–62 í 2,4 km fjarlægð. Allir eru reitirnir innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð en einungis þrír þeirra voru metnir árin 2014 og 2017, þ.e. nr. 56, 57 og 60, og 2020 voru einungis tveir metnir, þ.e. nr. 56 og 60. Síðastliðið sumar voru þrír reitir metnir, þ.e. nr. 56, 57 og 60. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna þriggja eru sýndar á 13. mynd.



13. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 56 og 60.

Þekja blað- og runnfléttna eykst nokkuð sem er áframhald á þekjubreytingum frá árinu 2014. Þrátt fyrir aukninguna er þekja blað- og runnfléttna ennþá tiltölulega lítil miðað við árið 1999 þegar hún var næstum 50% en 2020 var þekja hópsins um 10%. Á 14. mynd má sjá reit 60 en þar hafði blað- og runnfléttum hnignað mikið frá fyrsta mati árið 1999. Þekja þeirra jókst í fyrsta skipti milli mælinga árið 2017 var óbreytt árið 2020 en núna eykst samanlögð þekja þriggja tegunda blað- og runnfléttna í reitnum um 3 prósentustig.



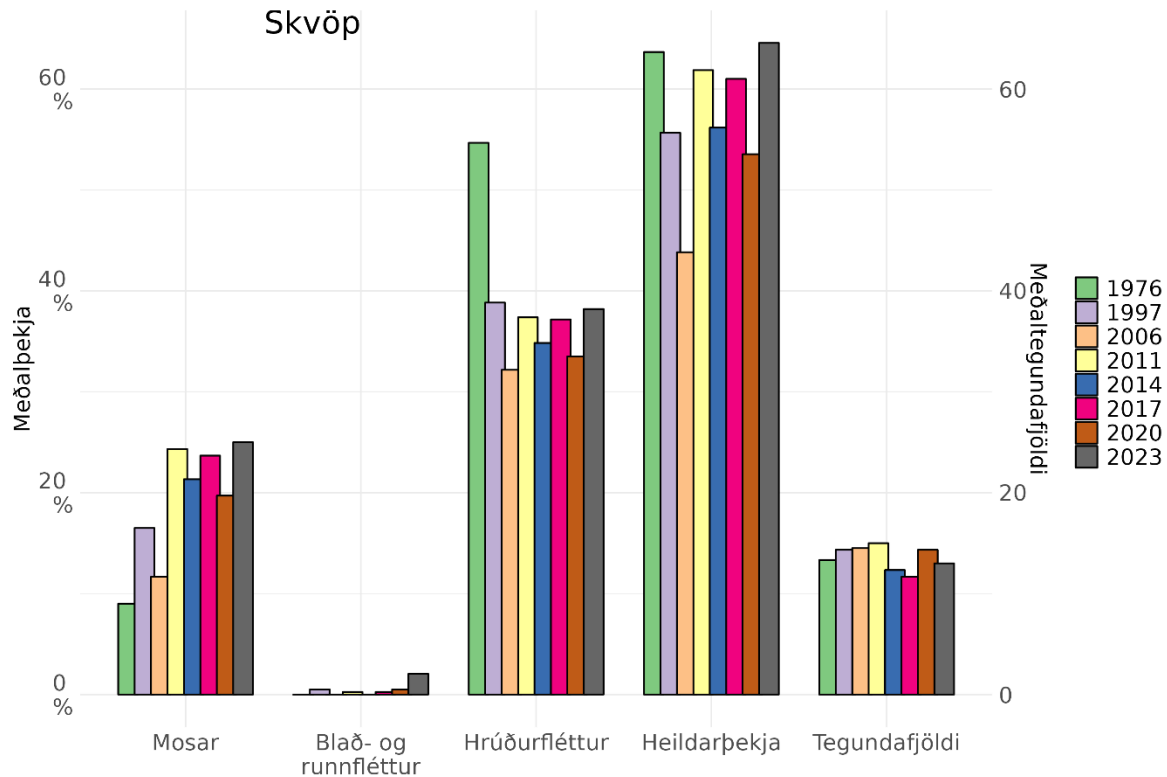
14. mynd. Akrafjall, reitur 60, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 16. ágúst 2023. Samsvarandi mynd frá árunum 2006, 2011 og 2014 má finna í Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015, mynd 13.

3.3 Gróðurbreytingar suðvestur af Grundartanga utan þynningarsvæðis

Á þessu svæði hafa reitir 24–26 hjá Skvöp við Kúludalsá verið vaktaðir síðan 1976 en sumarið 2014 var tveimur svæðum bætt við, annað ofan við Gröf (reitir 72–74) og hitt á Neðristöllum ofan við námu við Hólabrú (reitir 75–77).

3.3.1 Skvöp

Hjá Skvöp við Kúludalsá, í um 7 km fjarlægð frá Grundartanga, voru settir þrír reitir, 24–26 og eru þeir staðsettir neðan við þjóðveginn rétt ofan fjöru. Reitur 24 fannst ekki 2006 þar sem gróðurþekja æðplantna og jarðvegur höfðu fært klöppina sem hann var á í kaf. Sá reitur fannst hins vegar aftur 2011 og hefur verið metinn síðan. Þar sem reitur 24 var ekki metinn 2006 þá var þekja einstakra tegunda í reitnum það ár áætluð út frá þekju þeirra 1997 og 2011 til að gera samanburð milli ára marktækari. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 15. mynd.

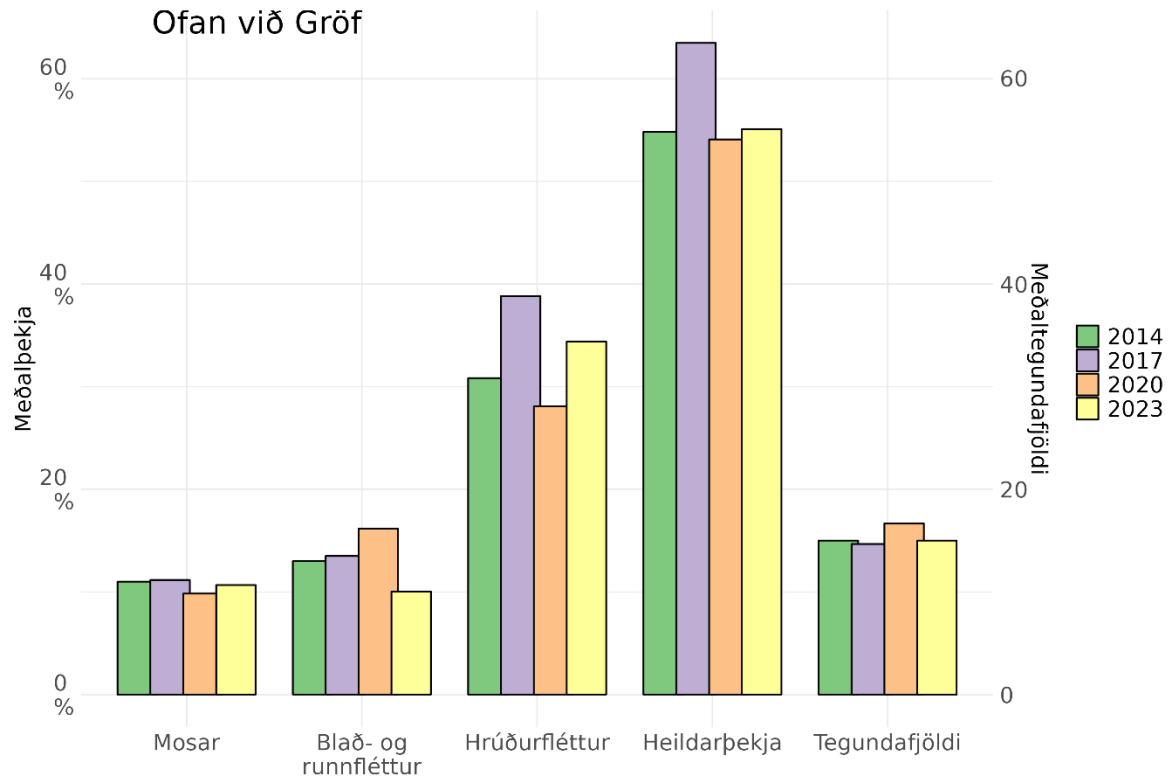


15. mynd. Meðalþekja mosa, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 24–26.

Engar blað- og runnfléttur uxu í reitunum á rannsóknartímanum svo teljandi sé nema hvað 1997 þakti sandkræða (*Cetraria aculeata*) 1% í reit 24, 2011 fannst örlítið eintak af glitskóf (*Peltigera polydactyla*) í reit 26 og 2017 sást torfubíkar (*Cladonia pocillum*) í reit 26 og voru báðar tegundirnar til staðar í litlu magni 2020. Síðasta sumar hafði þekja glitskófar og torfubíkars aukist og þöktu tegundirnar samtals 4% í reit 26.

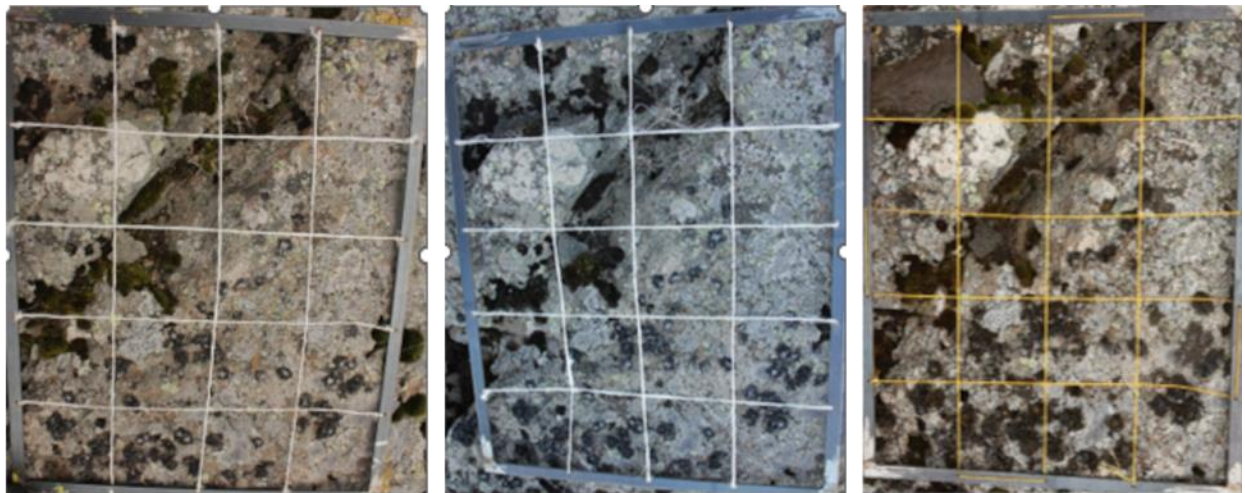
3.3.2 Ofan við Gröf

Ofan við Gröf voru þrír reitir, 72–74, lagðir út og metnir sumarið 2014. Reitirnir eru framan í og ofan á klettabelti sem er u.þ.b. 100 metra fyrir ofan þjóðveginn. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 16. mynd.



16. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 72-74.

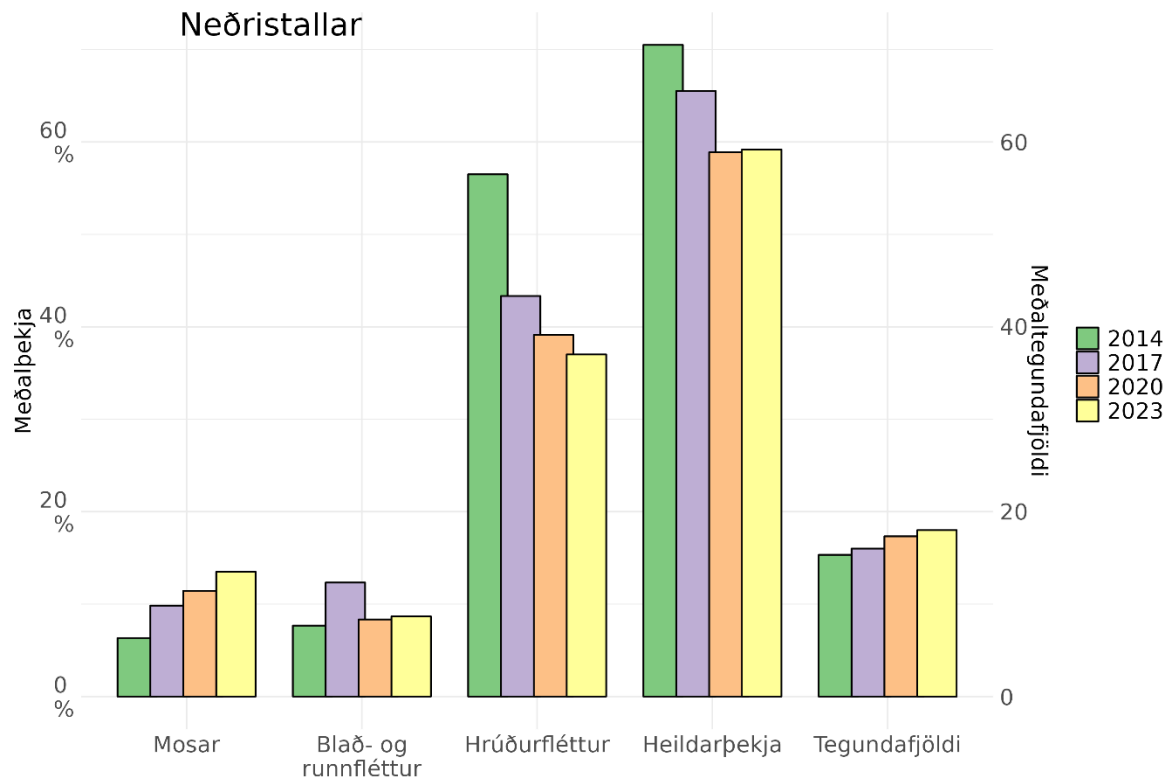
Þekja blað- og runnfléttna minnkar frá árinu 2020, en fram að þeim tíma hafði hún frekar aukist, meðan þekja mosa stendur nánast í stað en þekja hróðurfléttna eykst allnokkuð. Á 17. mynd má sjá samanburð á reit 74 árin 2017, 2020 og 2023.



17. mynd. Ofan við Gröf, reitur 74, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 17. ágúst 2023. Samsvarandi mynd frá árinu 2014 má finna í Starri Heiðmarsson 2021, mynd 17.

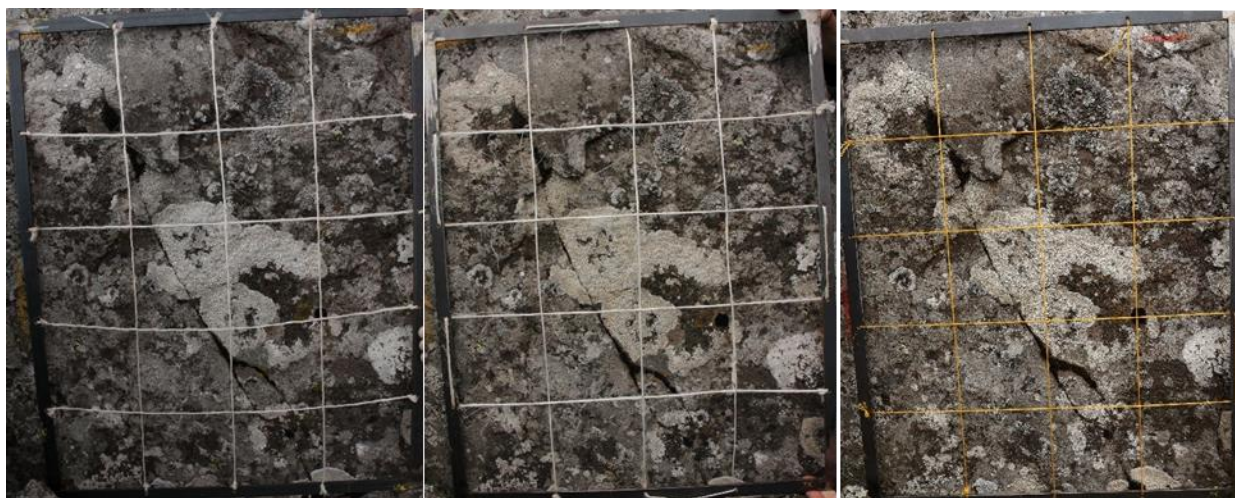
3.3.3 Neðristallar

Fyrir ofan námu við Hólabrú er klettabelti og skriðurunnar hlíðar Akrafjalls og þar voru lagðir út þrír reitir sumarið 2014, 75–77, sem allir eru á lóðréttum klettum.



18. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltægundafjölda í reitum 75–77

Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 18. mynd en þar eykst þekja mosa meðan þekja blað- og runnfléttna standur í stað en þekja hrúðurfléttna dregst heldur saman. Á 19. mynd má sjá samanburð á reit 75 árin 2017, 2020 og 2023.



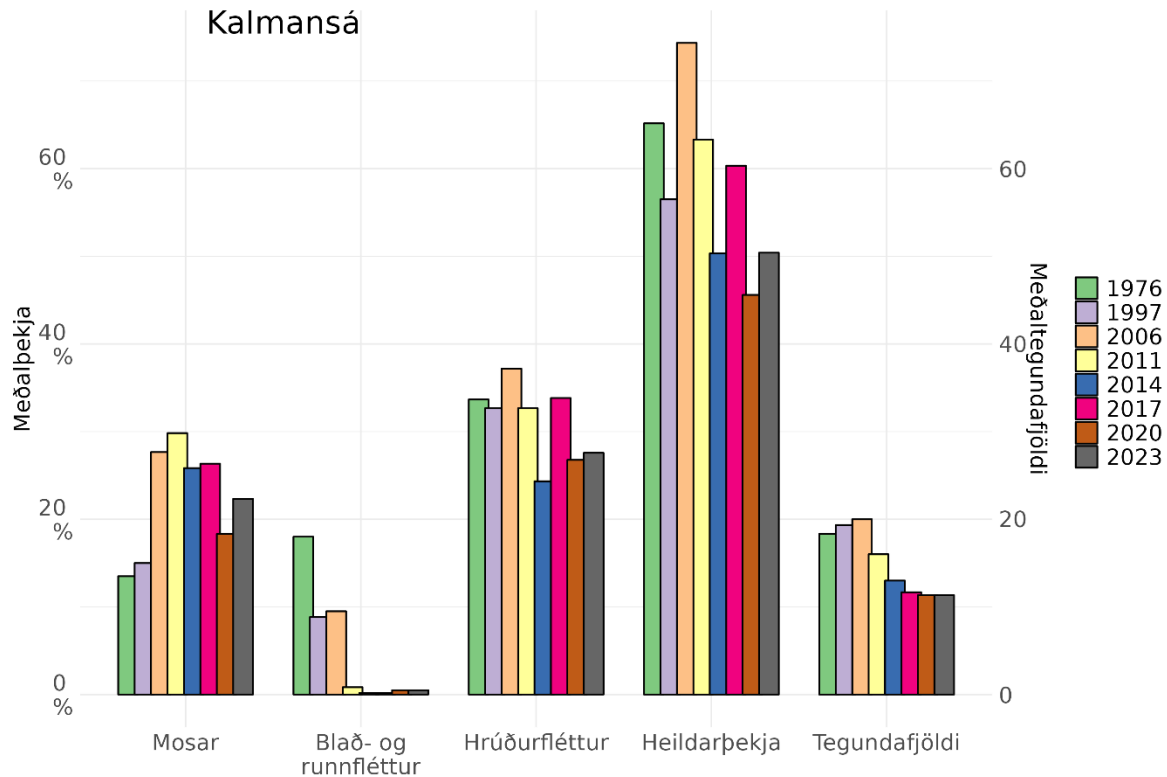
19. mynd. Neðristallar, reitur 75, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljósm. Starri Heiðmarsson, 17. ágúst 2023. Samsvarandi mynd frá árinu 2014 má finna í Starri Heiðmarsson 2021, mynd 19.

3.4 Gróðurbreytingar norðaustur af Grundartanga

Á þessu svæði hafa reitir 36–38 við Kalmansá verið vaktaðir síðan 1976. Árið 2014 var sex reitum á tveimur svæðum bætt við, þ.e. við Kalastaðakot og á Miðfellsmúla.

3.4.1 Kalmansá

Í um 3 km fjarlægð frá Grundartanga í austnorðaustur eru þrír reitir, 36–38, við Kalmansá á milli Kalastaðakots og Kataness. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 20. mynd.

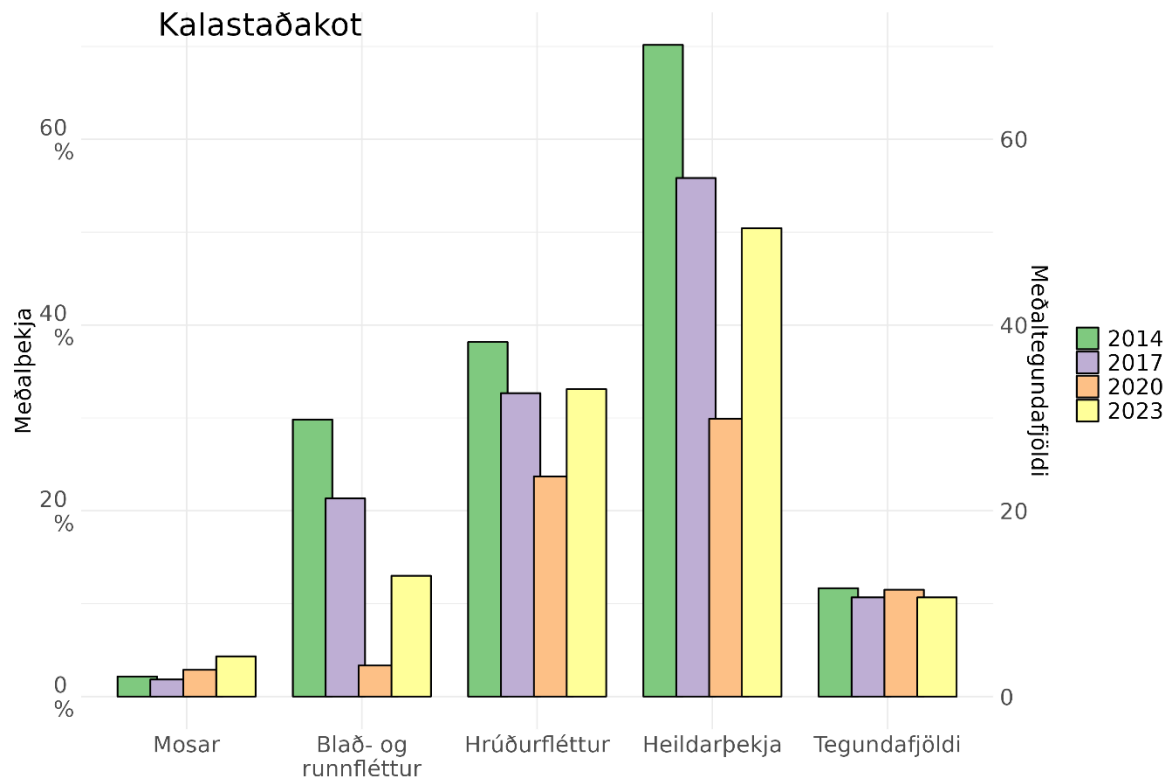


20. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltgundafjölda í reitum 36–38.

Þekja blað- og runnfléttna minnkaði umtalsvert 1976–1997, jókst örlítið frá 1997 til 2006 en hefur síðan minnkaði mikið og voru blað- og runnfléttur nánast alveg horfnar árið 2014, og fundust þá einungis í einum reit og með 0,5% þekju. Árið 2017 mátti enn sjá merki um runnfléttuna sem fannst árið 2014 (hraunbreyskja, *Stereocaulon vesuvianum*) en hún var með litlu lífsmarki og fannst ekki 2020. Árið 2020 fundust lítil eintök af klappagrámu (*Phycia caesia*) í reitum 36 og 38 og var hún með sömu þekju árið 2023. Klappagráma er blaðflétta, oft dreift af fuglum og er áburðarsækin og líkar því vel að vaxa þar sem fuglar dvelja og skíta. Þekja mosa jókst frá 2020 en þekja hróðurfléttna var svipuð.

3.4.2 Kalastaðakot

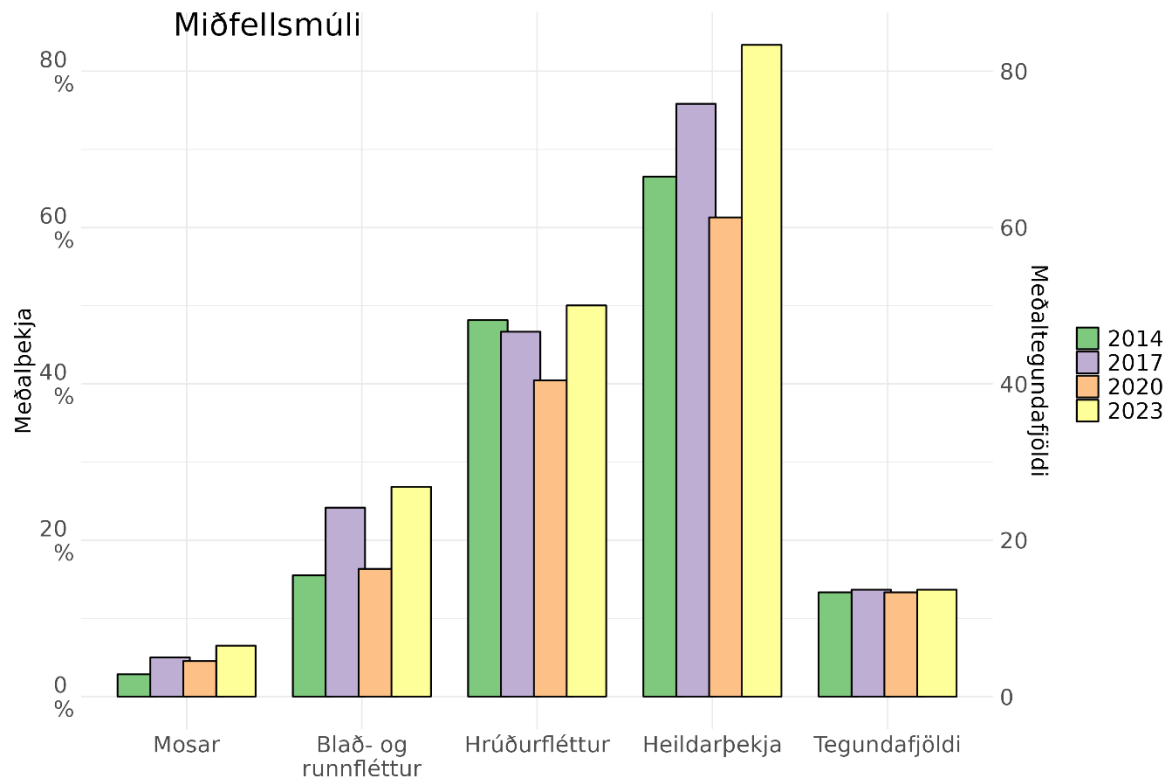
Á lágu holti í grennd við Kalastaðakot standa ávalar klappir upp úr landinu. Á þeim og á nálægum stórum steinum voru þrír reitir, 63–65, lagðir út sumarið 2014. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 21. mynd en þrátt fyrir leit mistókst að finna reit 65 sumarið 2020 en reiturinn fannst aftur árið 2023. Í reitum 63 og 64 jókst þekja mosa en þekja fléttna minnkaði milli áranna 2017 og 2020.



21. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltæðundafjölda í reitum 63, 64 og 65.

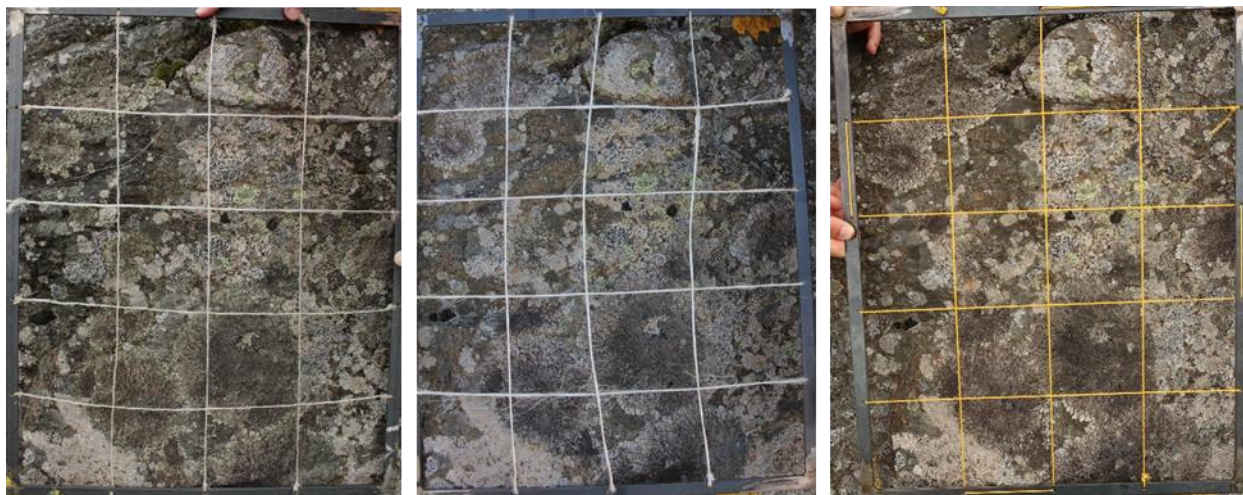
3.4.3 Miðfellsmúli

Á Miðfellsmúla ofan Kalastaðakots voru lagðir þrír reitir, 66–68 sumarið 2014. Reitirnir eru framan í klettabeltum. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 22. mynd.



22. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 66-68.

Þekja allra hópa eykst frá 2020. Á 23. mynd má sjá samanburð á reit 67 milli ára 2017, 2020 og 2023.

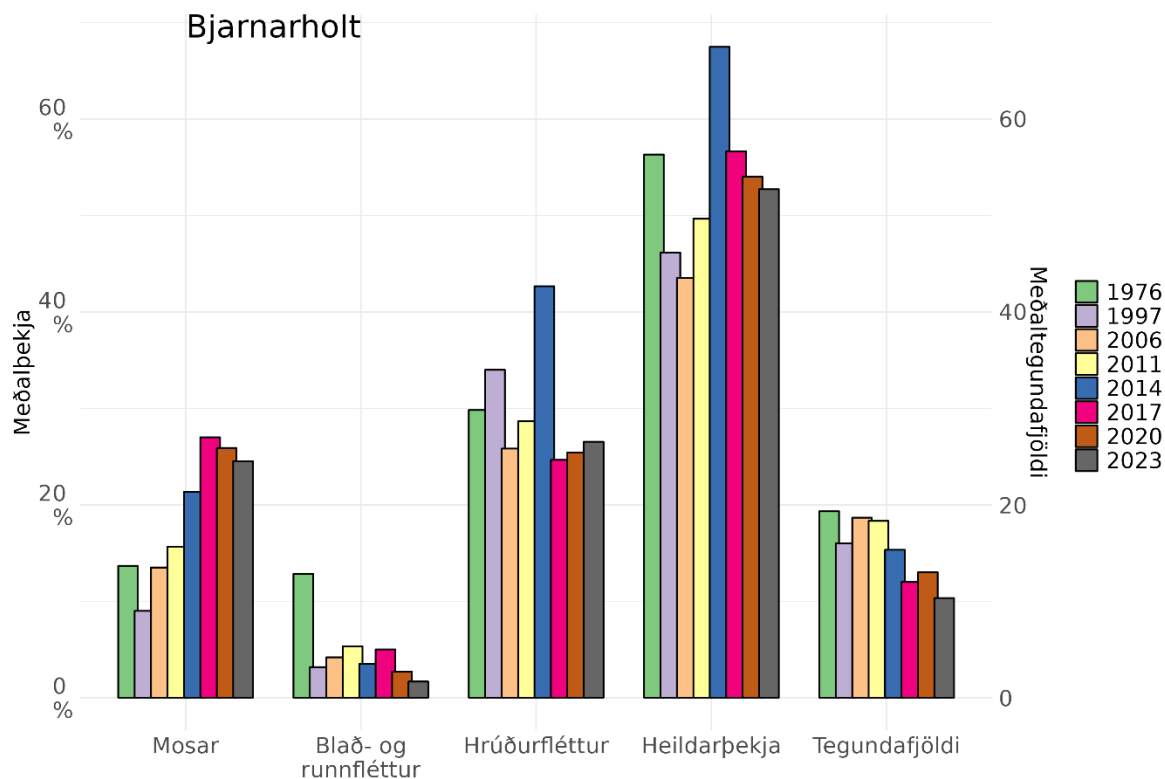


23. mynd. Miðfellsmúli, reitur 67, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 15. ágúst 2023. Samsvarandi mynd frá árinu 2014 má finna í Starri Heiðmarsson 2021, mynd 23.

3.5 Svæði utan þynningarsvæðis en innan 10 km radíuss frá iðnaðarsvæðinu

3.5.1 Bjarnarholt

Fjórir reitir, 12–15, eru staðsettir á Bjarnarholti, u.þ.b. 2 km norður af Grundartanga, og eru þeir reitir utan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins. Síðan 2017 hafa þrír reitanna verið metnir, þ.e. 12, 13 og 14. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingum reitanna eru á 24. mynd.



24. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 12-14.

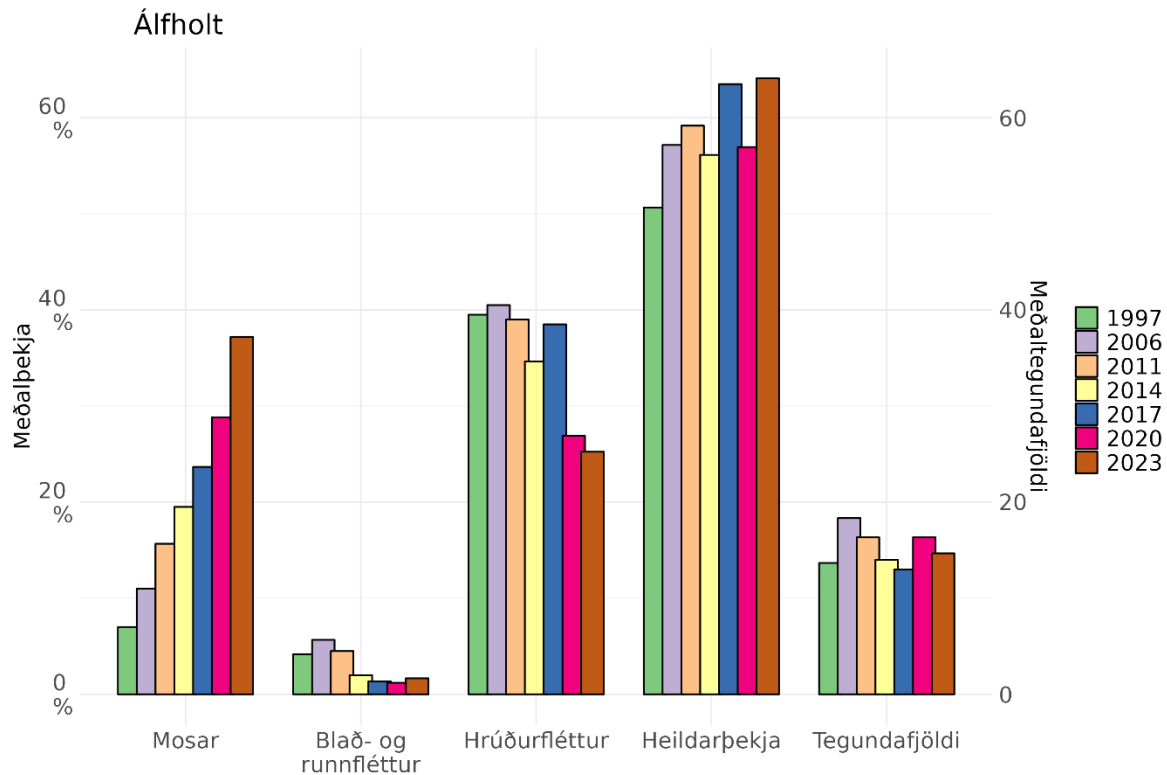
Heldur dró úr þekju milli ára 2017 og 2020 nema hjá hróðurfléttum. Í reit 12 minnkaði þekja blað- og runnfléttna á meðan þekja mosa minnkaði umtalsvert. Staðan árin 2017, 2020 og 2023 er sýnd á 25. mynd.



25. mynd. Bjarnarholt við Eiðisvatn, reitur 12, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 18. ágúst 2023. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 28. mynd (1977), 29. mynd (1982), 30. mynd (1992), 31. mynd (1997) og Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015, mynd 21 (2006, 2011 og 2014).

3.5.2 Álfholt

Þrír reitir, 30–32, eru staðsettir við Álfholt, rúma 3 km frá Grundartanga, suðvestan Eiðisvatns. Einn þeirra, 31, snýr að Grundartanga á meðan hinir tveir snúa frá verksmiðjusvæðinu. Reitirnir við Álfholt eru rétt utan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 26. mynd.

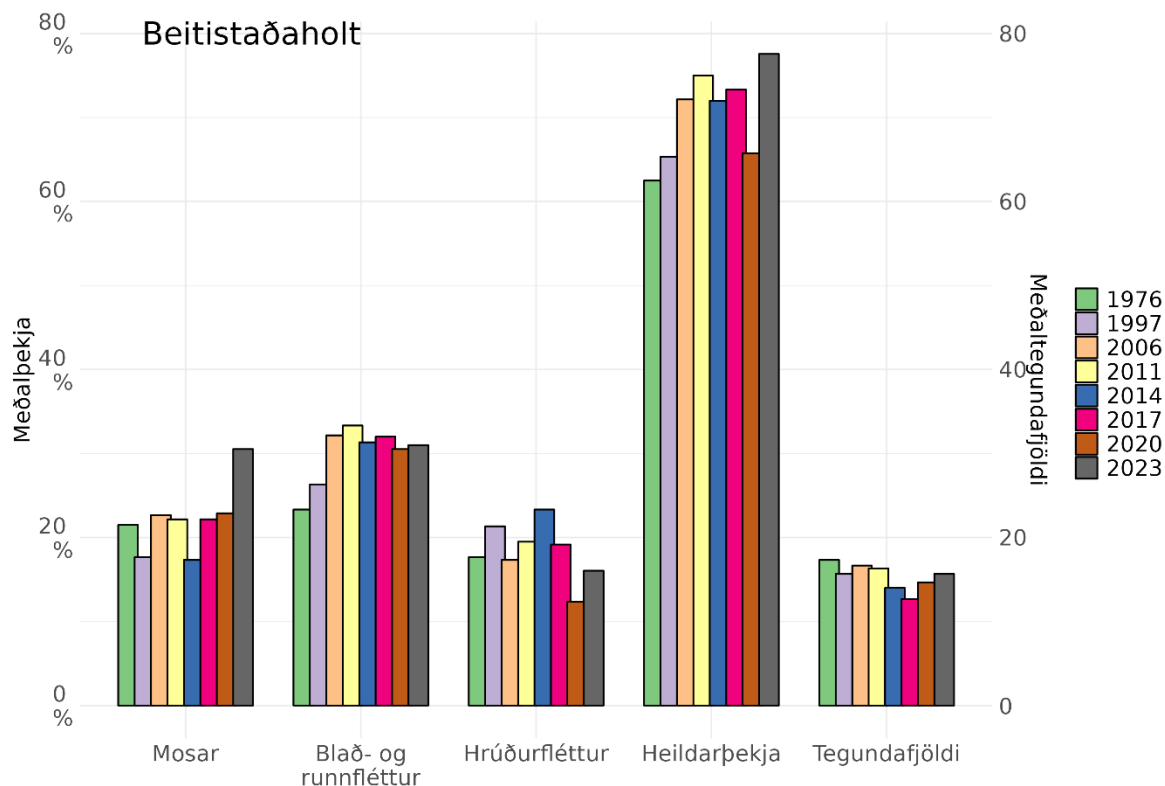


26. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltægundafjölda í reitum 30–32.

Á tímabilinu 1976–1997 minnkaði heildarþekja allnokkuð sem skýrist að mestu leyti af því að snepaskóf í reit 32 féll af klettinum og hrapaði þekja hennar úr 35% niður í 2% (Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 2000). Árið 2006 fannst engin snepaskóf í reitnum og hefur ekki fundist þar síðan né aðrar blað- og runnfléttur. Þekja mosa hefur aukist í reitunum frá upphafi mælinga en blað- og runnfléttna minnkað síðustu ár þó heldur sé hún á uppleið núna. Heildarþekjan jókst árið 2023 miðað við árið 2020, einkum vegna meiri þekju mosa.

3.5.3 Beitistaðaholt

Á Beitistaðaholti eru þrír reitir, 39–41, í tæplega 6 km fjarlægð norðvestur frá Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 27. mynd.

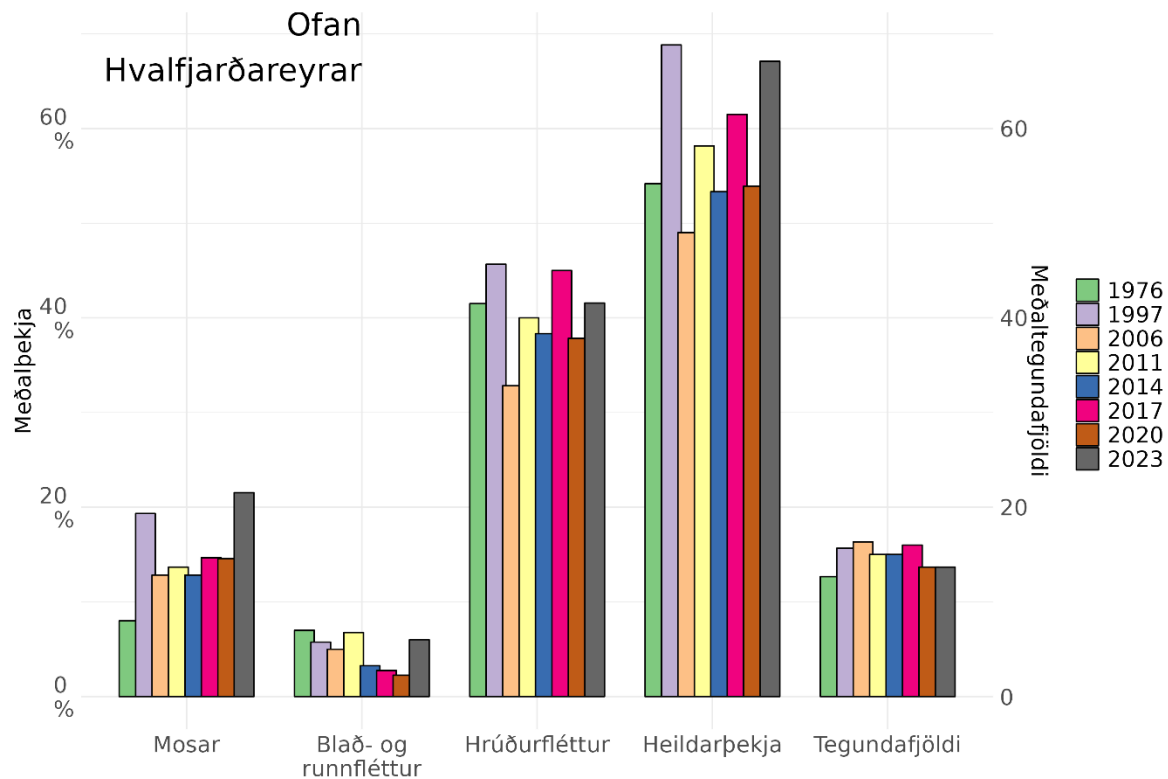


27. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 39–41.

Heildarþekjan jókst nokkuð á tímabilinu frá 2020 til 2023, einkum vegna meiri þekju mosa. Þekja blað- og runnfléttna hefur verið nokkuð svipuð gegnum tíðina.

3.5.4 Ofan Hvalfjarðareyrar

Ofan Hvalfjarðareyrar eru fjórir reitir, 19, 20, 51 og 52, í tæplega 4 km fjarlægð frá Grundartanga. Reitir 51 fannst ekki þrátt fyrir nokkra leit sumarið 2023. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 28. mynd en þar er reitur 51 ekki með í samtölunni.

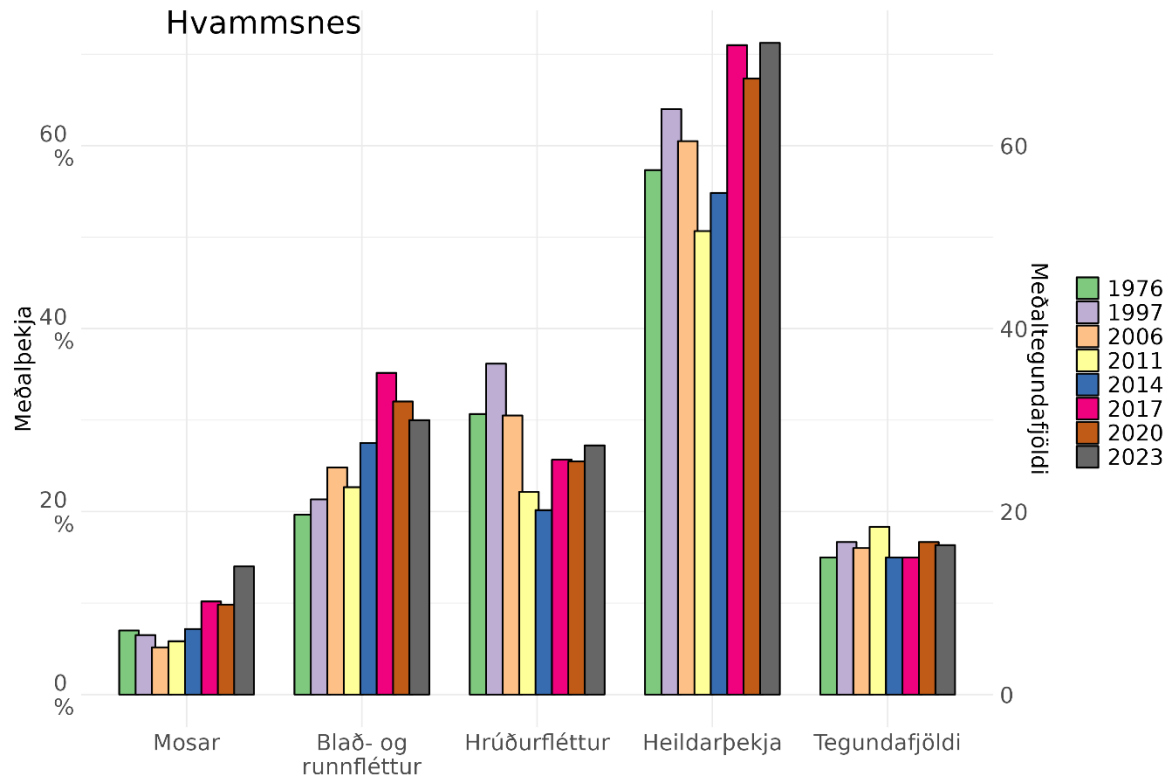


28. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 19, 20 og 52.

Þekja allra hópa jókst milli árunna 2020 og 2023.

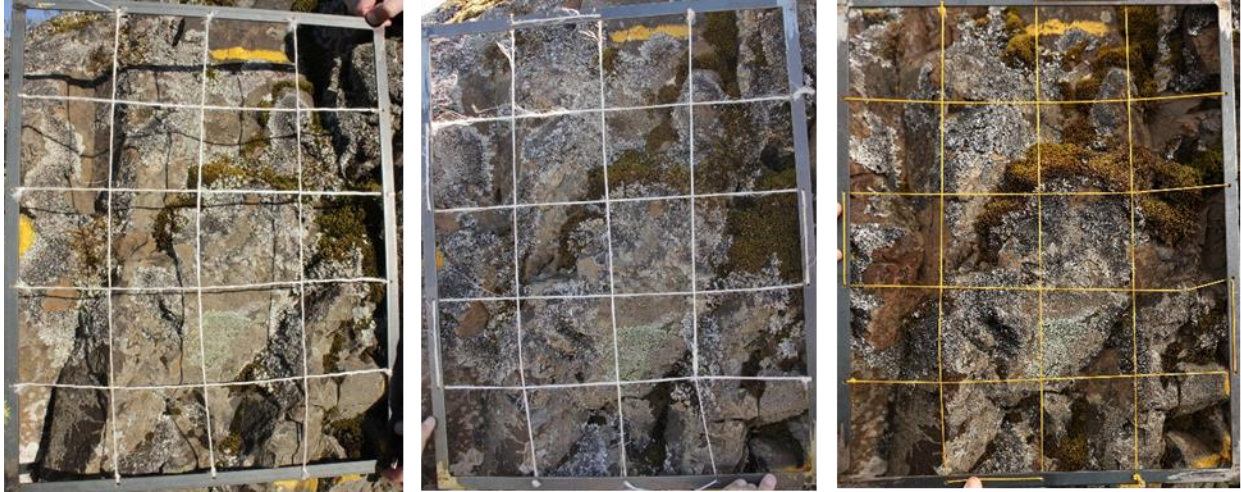
3.5.5 Hvammsnes

Þrír reitir, 48–50, eru utan við Hvammsnes. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 29. mynd.



29. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 48–50.

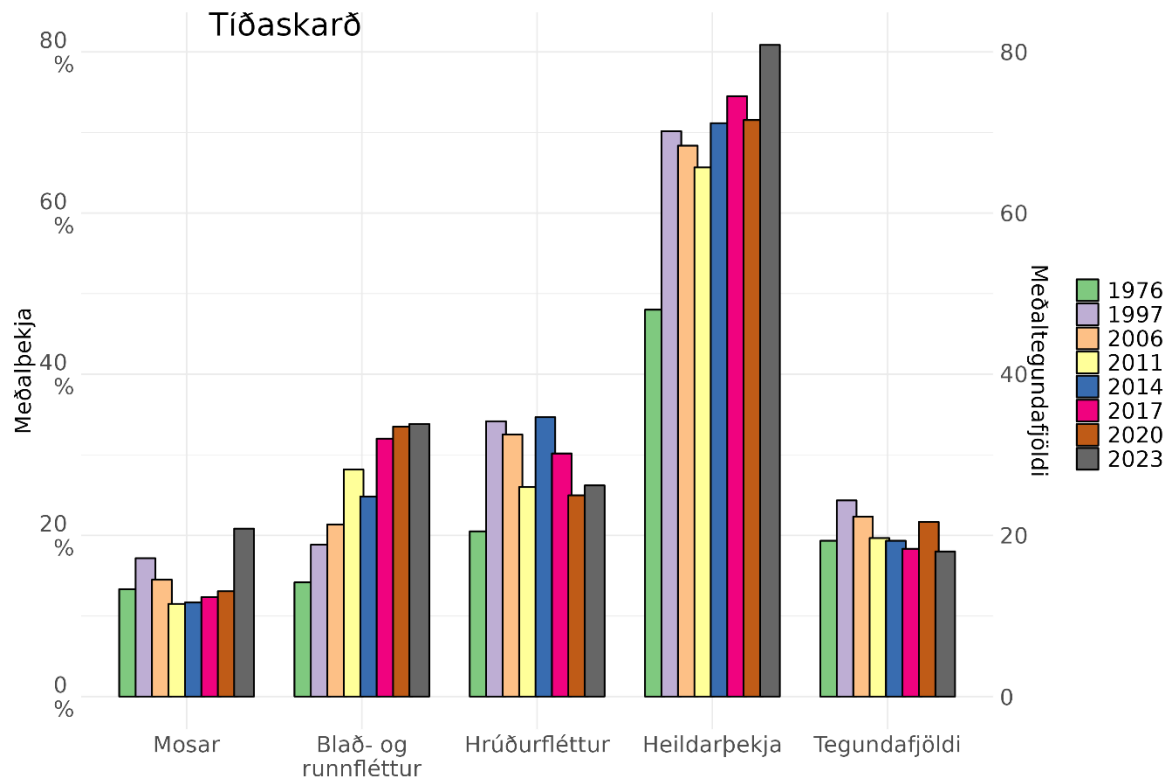
Þekja blað- og runnfléttna minnkar meðan lítil breyting er sjáanleg á þekju mosa og hrúðurfléttna. Reitur 48 er sýndur á 30. mynd og þar heldur þekja snepaskófar áfram að aukast líkt og hún hefur gert síðan 2011.



30. mynd. Utan við Hvammsnes, reitur 48, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 15. ágúst 2023. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 8. mynd (1977), 9. mynd (1982), 10. mynd (1992), 11. mynd (1997), Hörður Kristinsson 2004; 2. mynd (2003) og Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015, 26. mynd (2006, 2011 og 2014).

3.5.6 Tíðaskarð

Þrír reitir, 16–18, eru staðsettir við Tíðaskarð tæplega 9 km suður af Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 31. mynd.

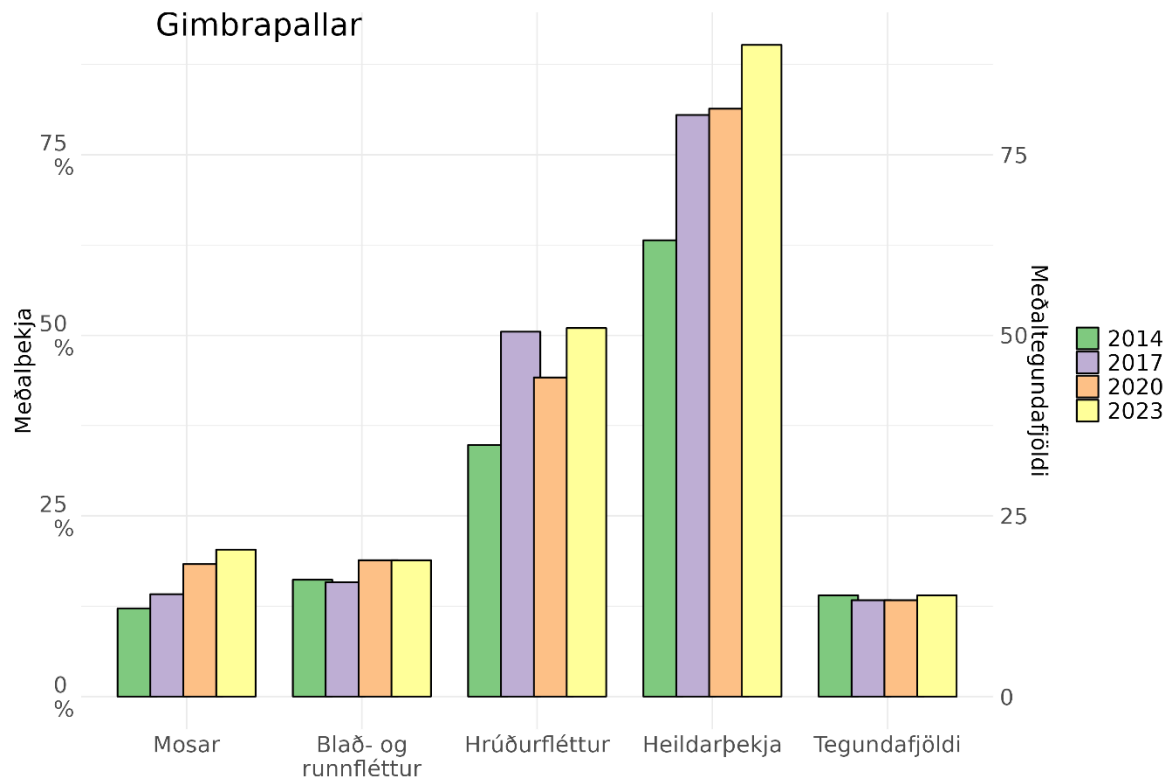


31. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðal-tegundafjölda í reitum 16–18.

Þekja blað- og runnfléttna eykst lítillega líkt og hún hefur gert frá upphafi mælinga með undantekningu árið 2014. Þekja mosa hefur aldrei mælst meiri.

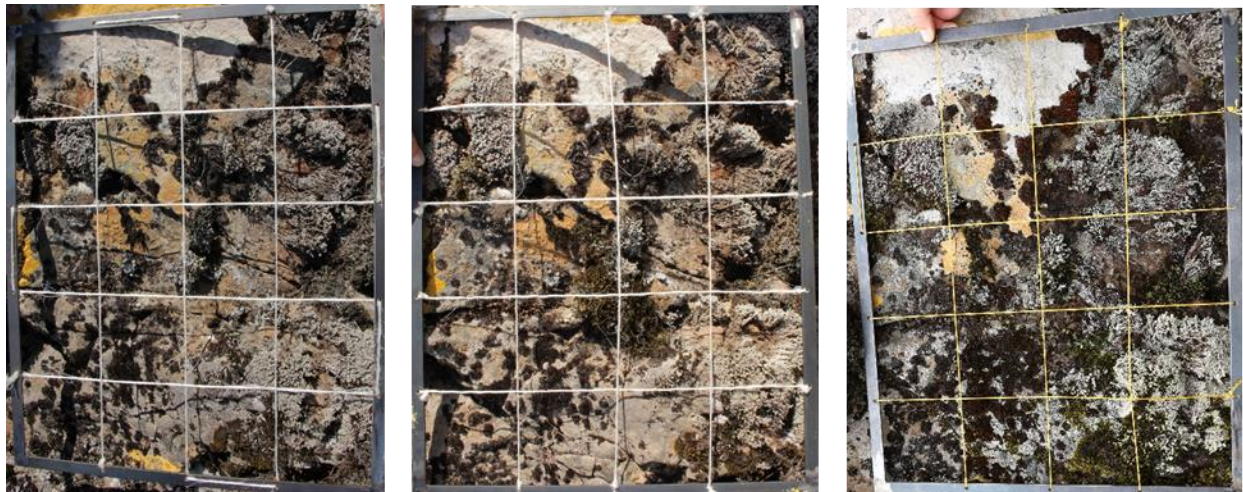
3.5.7 Gimbrapallar

Reitir 69–71 eru í tæplega 5 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Gimbrapöllum, norðanvert í Akrafjalli. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 32. mynd.



32. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 69-71.

Þekja hróðurfléttna eykst nokkuð meðan þekja mosa og blað- og runnfléttna eykst. Á 33. mynd má sjá samanburð á reit 71 milli ára 2014, 2017 og 2020.



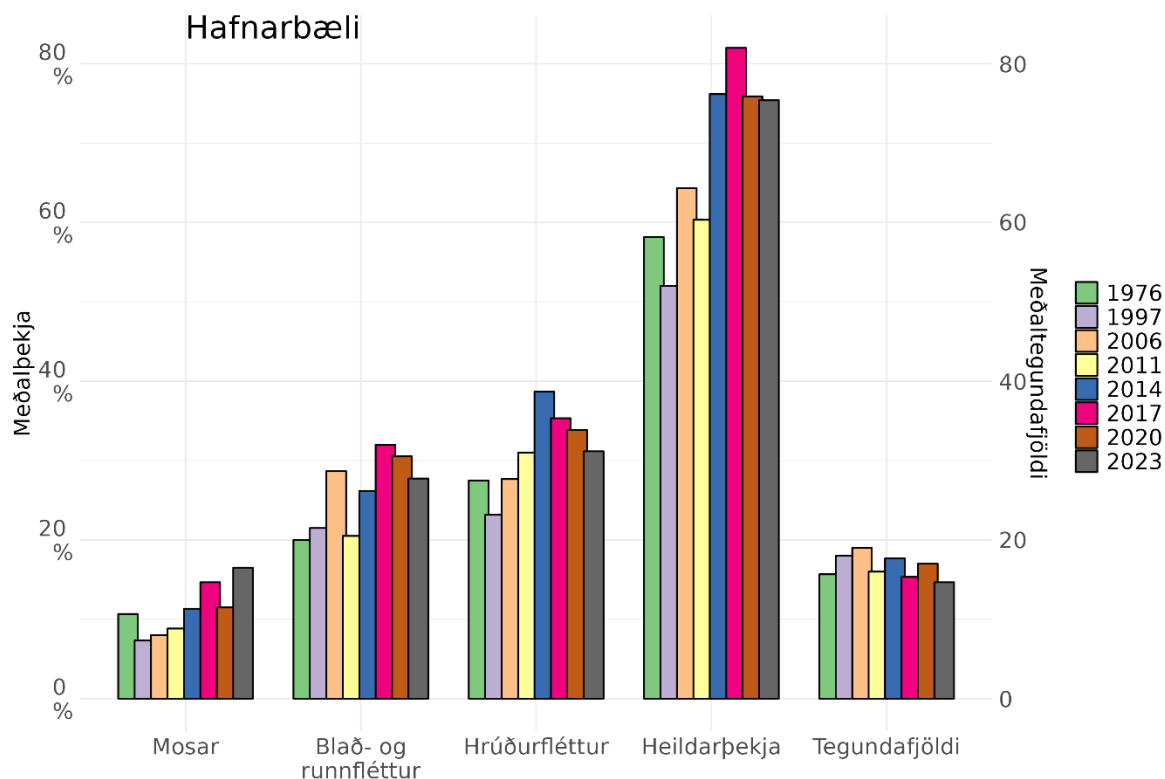
33. mynd. Gimbrapallar, reitur 71, 2017 (til vinstri), 2020 (í miðju) og 2023 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 16. ágúst 2023. Samsvarandi mynd frá árinu 2014 má finna í Starri Heiðmarsson 2021, mynd 33.

3.6 Fjarlæg svæði, í meira en 10 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu

Þrjú svæði eru í meira en 10 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu og hafa þau öll verið vöktuð reglulega síðan 1976. Tvö svæðanna eru innarlega í Hvalfirði meðan það þriðja er við Hafnarbæli undir Hafnarfjalli.

3.6.1 Hafnarbæli

Þrír reitir, 42–44, voru settir við Hafnarbæli undir Hafnarfjalli u.þ.b. 16 km norðnorðvestur af Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 34. mynd.

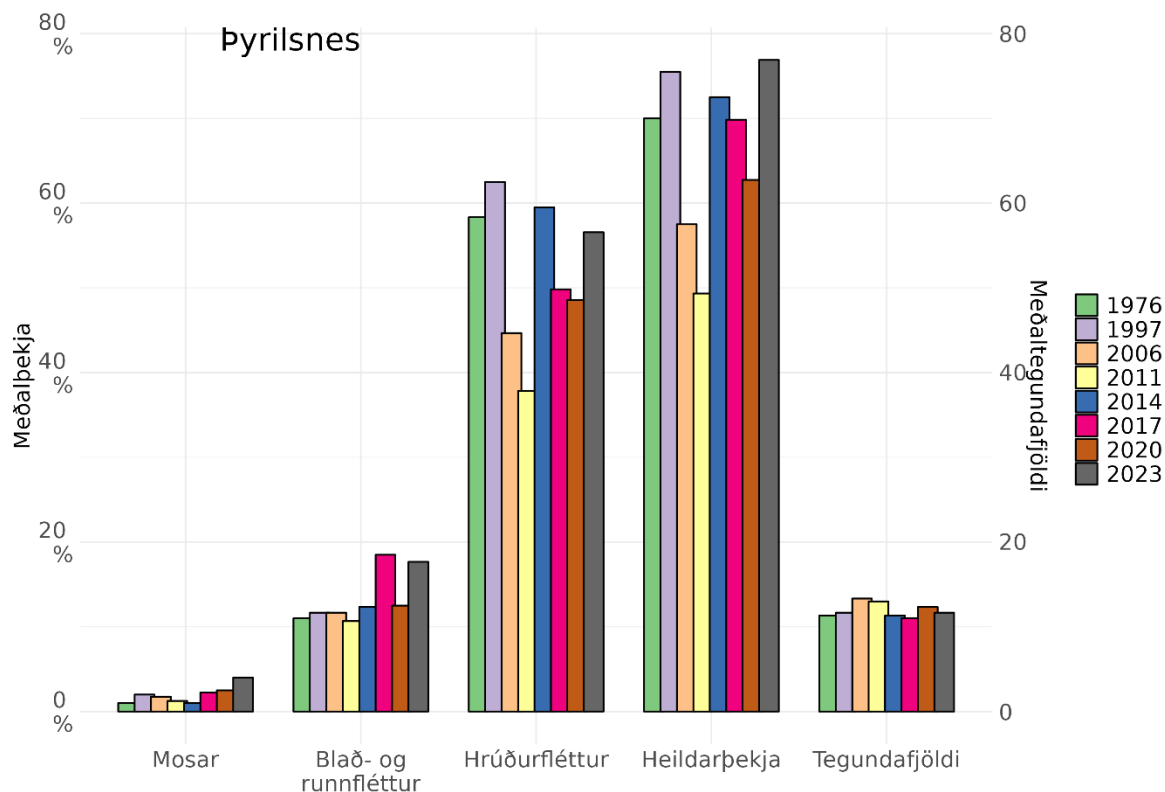


34. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 42–44.

Þekja mosa eykst meðan meðalþekja fléttna dregst frekar saman.

3.6.2 Þyrilsnes

Þrír reitir, 45–47, eru á Þyrilsnesi í u.þ.b. 17 km fjarlægð frá Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 35. mynd.

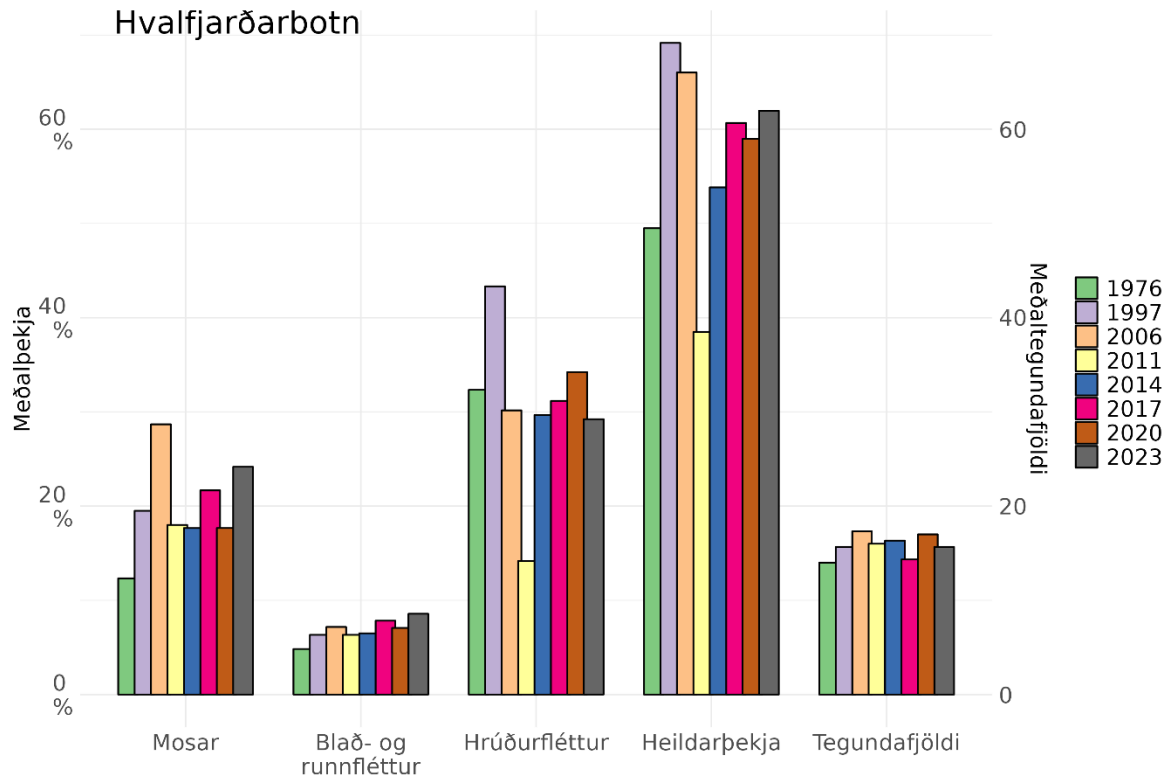


35. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 45–47.

Þekja allra hópa eykst síðan 2023.

3.6.3 Hvalfjarðarbotn

Þrír reitir, 21–23, eru í botni Hvalfjarðar í rúmlega 20 km fjarlægð frá Grundartanga, tveir þeirra eru staðsettir á flötum klöppum meðan sá þriðji er á lóðréttum, lágum klettavegg. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 36. mynd.



36. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 21–23.

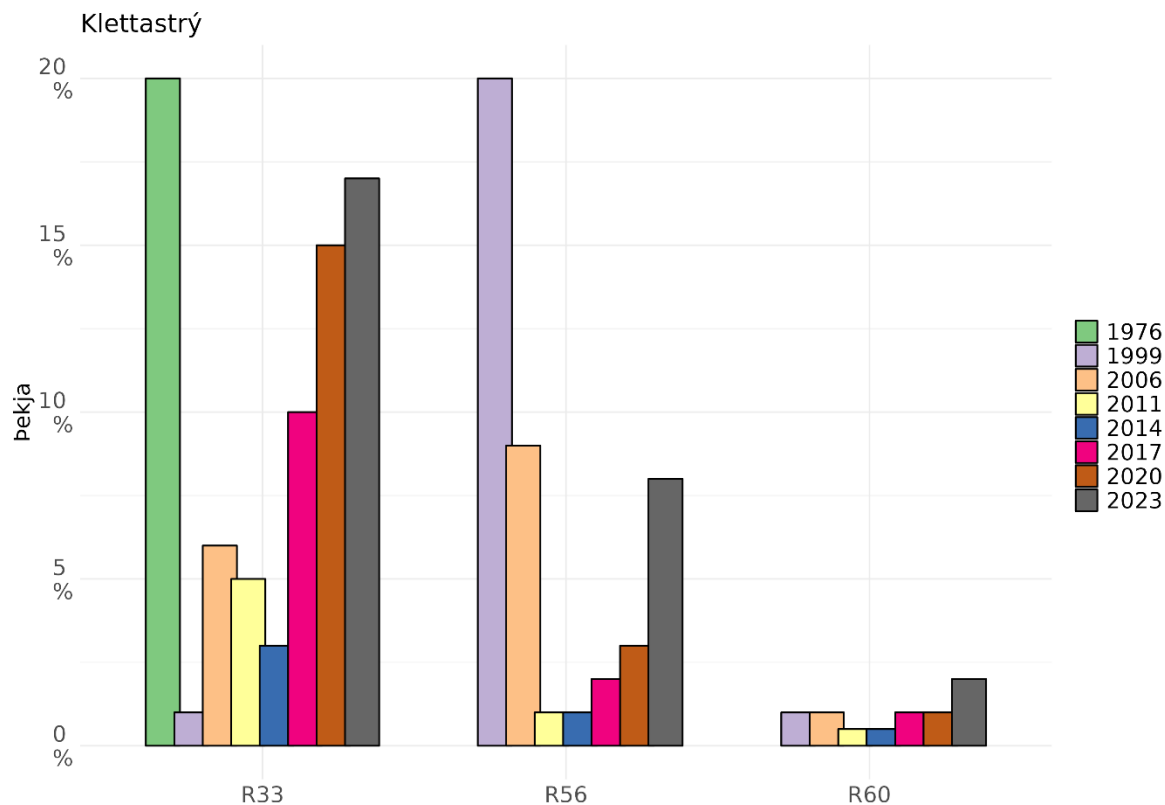
Þekja mosa eykst nokkuð sem og þekja blað- og runnfléttna meðan þekja hrúðurfléttna minnkar nokkuð.

3.7 Þekjubreytingar einstakra tegunda

Hér eru tvær tegundir fléttna skoðaðar sérstaklega. Önnur tegundin, klettastrý, er runnflétta meðan hin, snepaskóf, er blaðflétta. Líkt og áður hefur verið nefnt er ástæða að ætla að blað- og runnfléttur séu viðkvæmari fyrir loftmengun en t.d. hrúðurfléttur. Einnig má nefna að snepaskóf er algeng blaðflétta á svæðinu sem finna má í allmörgum föstu reitanna. Klettastrý er ekki jafn útbreitt en er hins vegar einkum að finna innan þynningarsvæðisins, þ.e. á Stekkjarási og Akrafjalli

3.7.1 Klettastrý

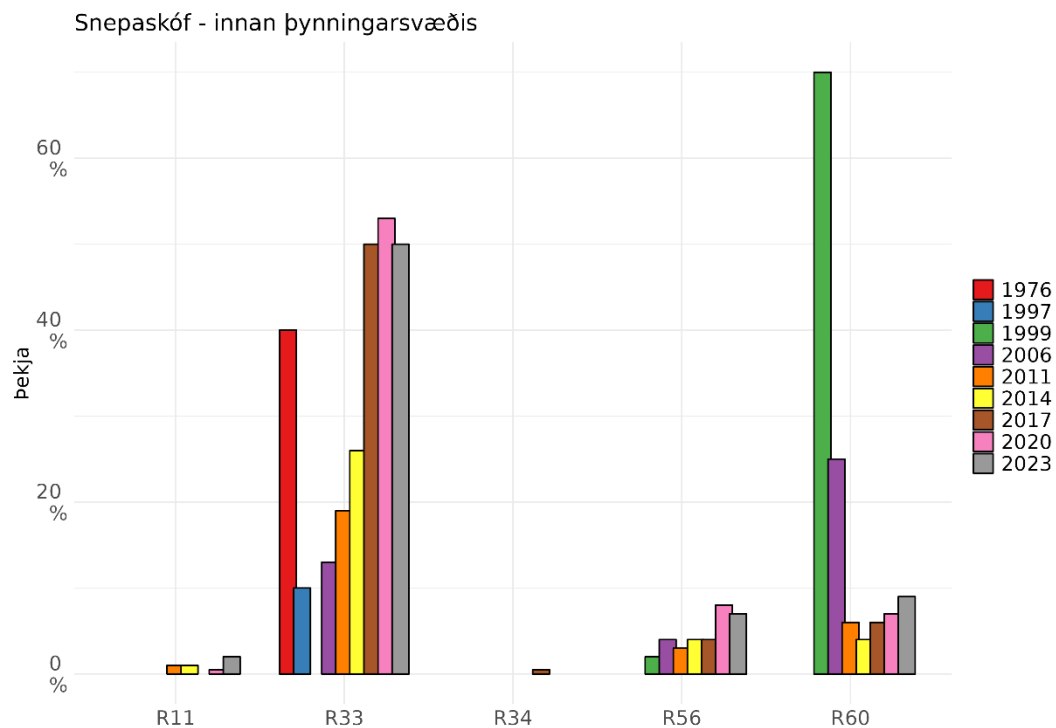
Klettastrý (*Ramalina subfarinacea*) er runnkennd flétta sem vex einkum á klettum og klöppum nærri sjó. Tegundin hafði mikla þekju á Stekkjarási þegar mælingar hófust 1976 og var þá í slíku magni að óhætt var talið að safna sýnum af henni til að mæla í magn flúors og brennisteins. Árið 2006 var hins vegar einungis nægt magn af klettastrýi að finna í um 2,5 km fjarlægð frá Grundartanga við reiti 56–59. Hnignun klettastrýs var greinileg til ársins 2014 en síðan þá hefur það hjarnað nokkuð við og eykur t.d. umtalsvert þekju sína í reit 33 (8. og 37. mynd) þar sem það hefur stöðugt aukið þekju sína síðan 2014. Klettastrýið er í greinilegri framför í reitum 56 og 60 og hefur reyndar mestu þekju í reit 60 frá upphafi mælinga. Klettastrý er hins vegar horfið úr reit 59 en sá reitur hefur ekki verið metinn síðan 2011. Reitirnir fjórir sem klettastrý hefur vaxið í eru allir innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíðs auk þess sem reitur 33 er einnig innan þynningarsvæðis fyrir flúor.



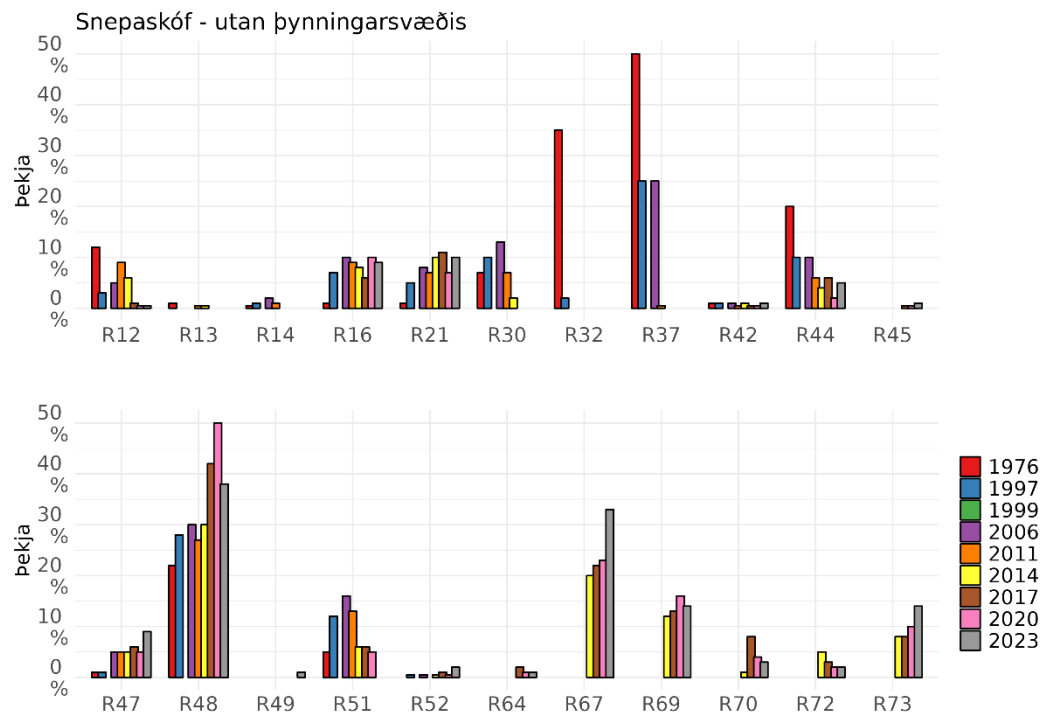
37. mynd. Þekja klettastrýs (*Ramalina subfarinacea*) í þremur reitum, 33 í Stekkjarási og 56 og 60 í Akrafjalli.

3.7.2 Snepaskóf

Snepaskóf (*Parmelia saxatilis*) er sú blaðflétta á svæðinu sem finnst í flestum reitum og hefur mesta þekju. Á 38. mynd má sjá þekjubreytingar snepaskófar í reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins hvað varðar brennisteinstvíoxíð og flúor. Til samanburðar eru þekjubreytingar tegundarinnar í reitum sem staðsettir eru utan þynningarsvæðisins sýndar á 39. mynd. Líkt og klettastrý þá virðist snepaskóf hafa aukið þekju sína upp á síðkastið. Innan þynningarsvæðisins eykur hún þekju sína í reitum 11 og 60 meðan það dregur úr þekju hennar í reitum 33 og 56. Snepaskóf eykur þekju sína í nokkrum reitum fjær iðnaðarsvæðinu en í öðrum dregur úr þekju tegundarinnar (39. mynd). Á síðari árum hefur snepaskóf numið land í nokkrum reitum en í öðrum hefur hún horfið.



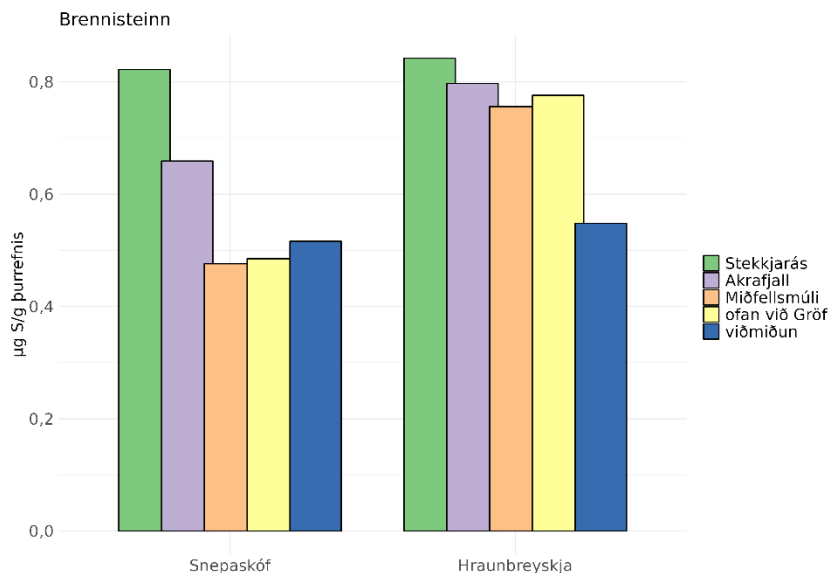
38. mynd. Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í fimm reitum sem allir eru staðsettir innan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs og flúors.



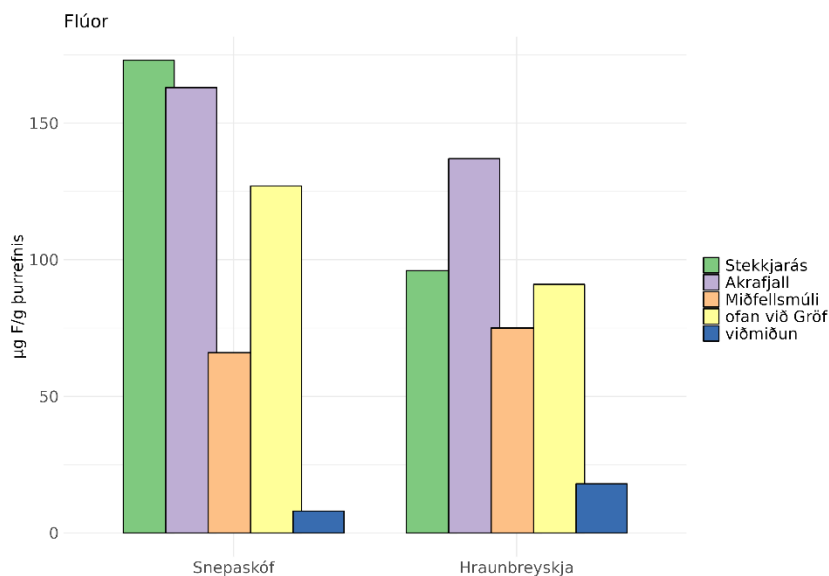
39. mynd. Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í 22 reitum sem allir eru staðsettir utan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs og flúors.

3.8 Mælingar á brennisteini og flúor

Magn brennisteins og flúors (40. og 41. mynd) var mælt í hraunbreyskju og snepaskóf líkt og í fyrri rannsóknum (Hörður Kristinsson 2001, 2004, Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007, Starri Heiðmarsson 2012, Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015, Starri Heiðmarsson og Rannveig Thoroddsen 2018).

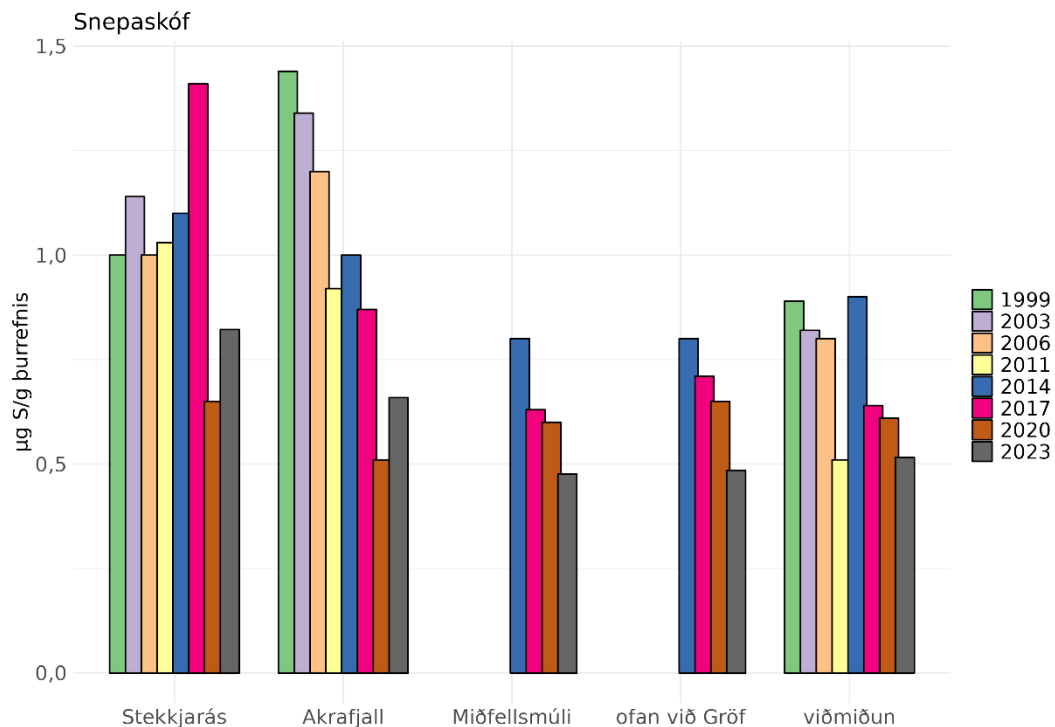


40. mynd. Magn brennisteins í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga árið 2023.

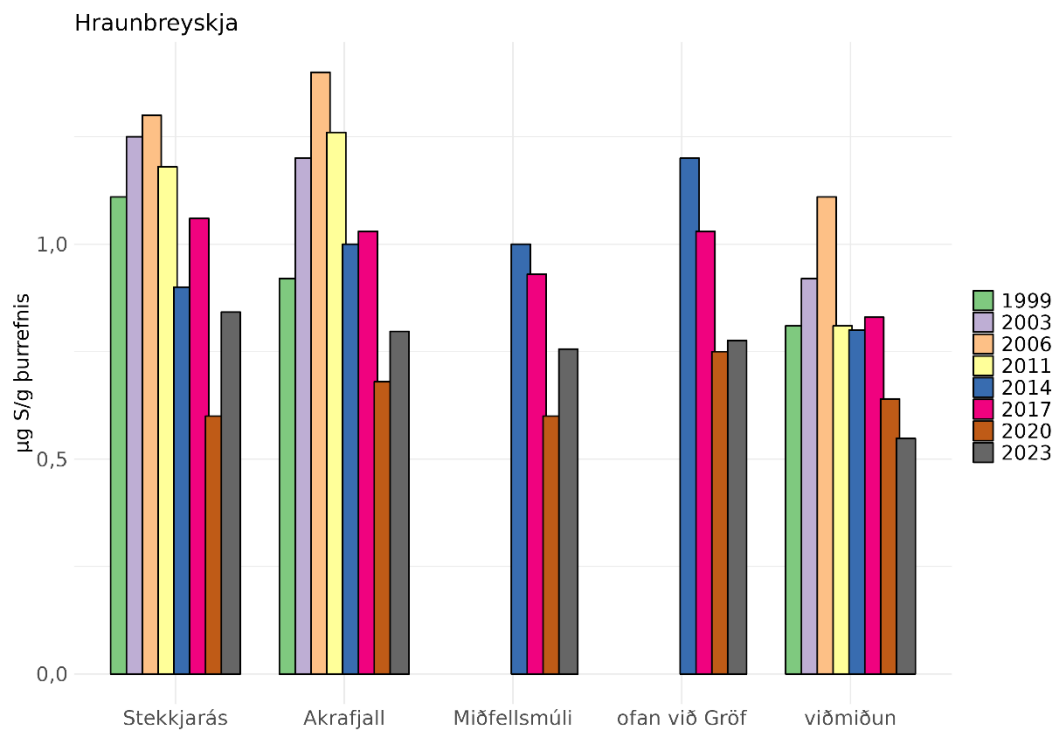


41. mynd. Magn flúors í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga árið 2023.

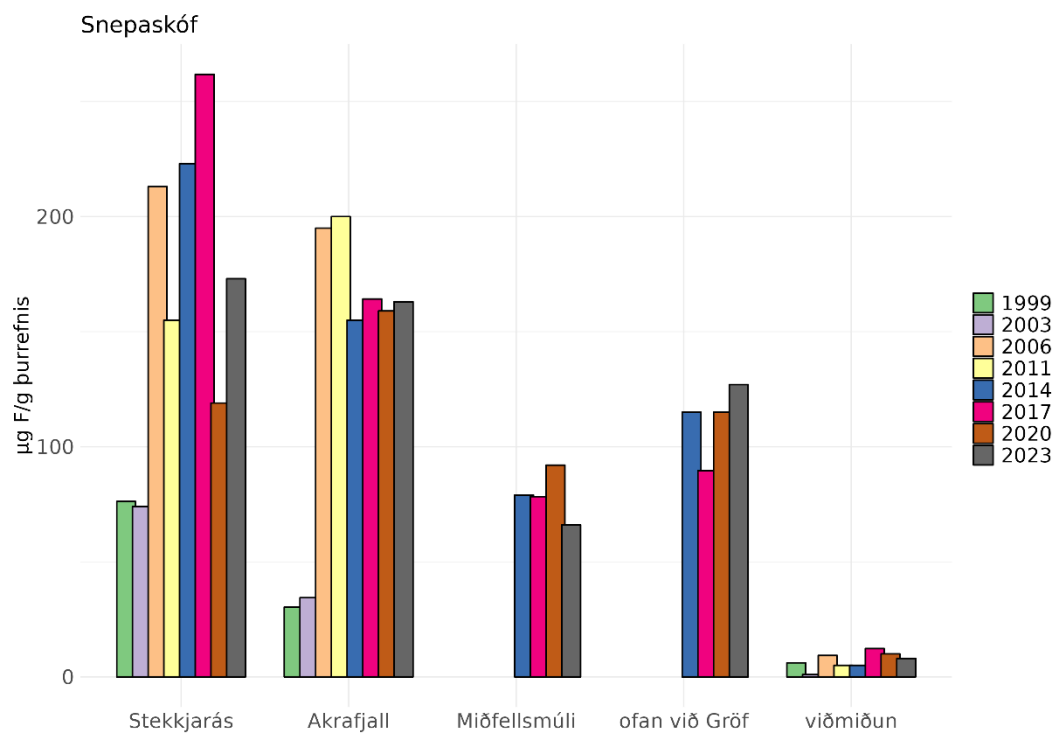
Magn brennisteins mældist nokkuð meira en árið 2020 innan þynningarsvæðisins og á það við um báðar tegundirnar (40., 42. og 43. mynd). Líkt og 40. mynd ber með sér þá er svipað magn brennisteins í snepaskóf á Miðfellsmúla og ofan við Gröf og í viðmiðunarsýninu. Umtalsverður munur er hins vegar á magni flúors í grennd við iðnaðarsvæðið miðað við viðmiðunarsýnin sem tekin eru við Bifröst líkt og hefur verið síðan mælingar hófust.



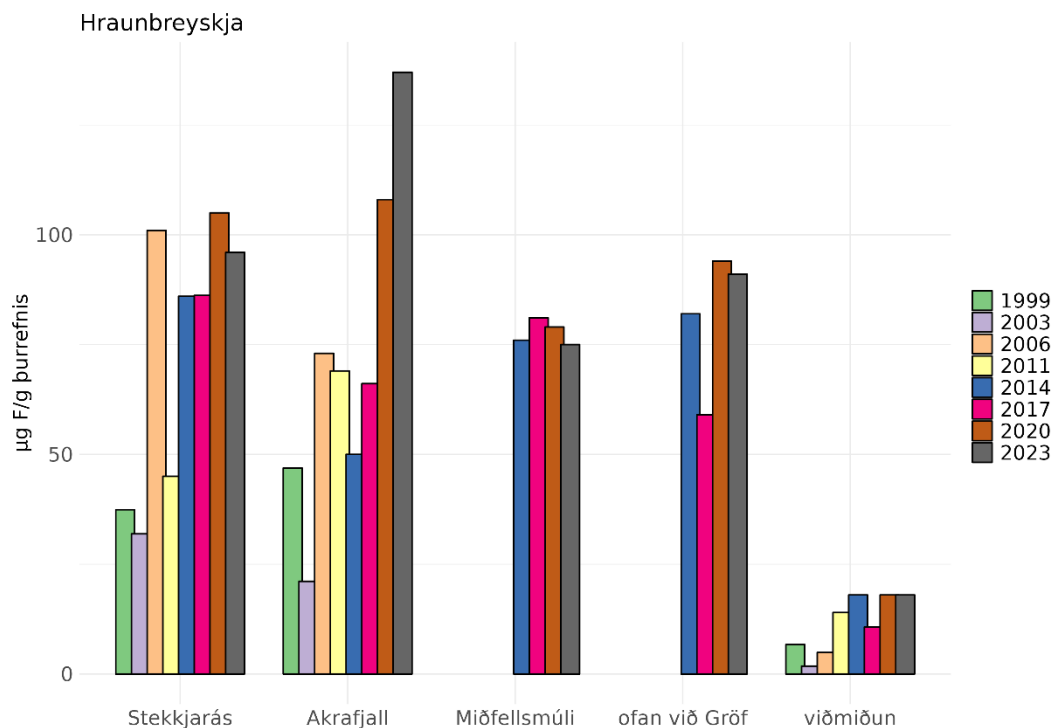
42. mynd. Samanburður á magni brennisteins í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017, 2020 og 2023.



43. mynd. Samanburður á magni brennisteins í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017, 2020 og 2023.



44. mynd. Samanburður á magni flúors í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017, 2020 og 2023.



45. mynd. Samanburður á magni flúors í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017, 2020 og 2023.

Líkt og fyrri ár þá mældist ívið meira magn flúors í snepaskóf en hraunbreyskju og mun meira í grennd við iðnaðarsvæðið en í viðmiðunarsýnunum (41., 44, og 45. mynd). Mest var af flúor í snepaskóf á Stekkjarási sem er innan þynningarsvæðis fyrir flúor en þar mældust 173 µg F/g þurrefnis. Er það nokkur aukning miðað við árið 2020 en þó öllu minna en mældist árin 2006, 2014 og 2017. Magn flúors ýmist eykst eða minnkar miðað við 2020, allmikil aukning mælist í hraunbreyskju í Akrafjalli sem er rétt utan þynningarsvæðis fyrir flúor, en innan þynningarsvæðis fyrir brennistein, en þar mældust 137 µg F/g þurrefnis.

4 UMRÆÐUR

Við vöktun klapparsamfélaga mosa og fléttna í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga er einkum horft til breytinga á þekju mosa og blað- og runnfléttna þar sem talið er að þeir hópar séu viðkvæmari fyrir loftmengun en æðplöntur og hrúðurfléttur. Hrúðurfléttur eru fjölbreyttur hópur og því líklegt að meðal hrúðurfléttna megi finna tegundir sem eru viðkvæmar fyrir loftmengun þótt aðrar séu ónæmari. Að sjálfsögðu eru tegundir blað- og runnfléttna og mosa einnig misnæmar fyrir loftmengun en þar sem þessir hópar hafa langlífa líkamshluta (fella ekki ofanjarðarhlutann líkt og æðplöntur) er hætt við að mengun hlaðist fyrir upp í þeim heldur en æðplöntum. Það getur líka haft áhrif að mosar og fléttur eru misvotar (e. *poikilohydric*), þ.e. sækja vatn ekki niður í jarðveginn heldur eru háðar raka úr lofti, ýmist úrkomu eða döggi. Því hefur sérstaklega verið fylgst með mosum og blað- og runnfléttum.

Ekki er hægt að sjá að þekjubreytingar séu aðrar eða meiri innan þynningarsvæðis en utan þess. Sé litið til þekjubreytinga utan þynningarsvæðisins þá er lítill sem enginn halli á aðhvarfslínunni (1. og 2. mynd) þar sem litið er til þekjubreytinga í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu.

Klettastrý er tegund sem bent hefur verið á í fyrri skýrslum sem viðkvæma þar sem tegundinni hafði hnignað jafnt og þétt síðan vöktunin hófst árið 1976 til ársins 2014 (37. mynd). Síðan 2014 hefur klettastrý hins vegar aukið þekju sína nokkuð og jafnvel mikið í einum þeirra þriggja reita sem það vex í. Snepaskóf er algeng tegund á svæðinu og eykur hún þekju sína innan þynningarsvæðisins líkt og klettastrýið. Snepaskóf eykur einnig þekju sína í sumum reitum utan þynningarsvæðisins en í öðrum minnkar hún. Líkt og áður hefur verið bent á þá virðist snepaskóf við sumar aðstæður vaxa úr sér, þ.e. að þegar þal fléttunnar hefur náð ákveðinni þykkt og þekur svæði á steininum sem er fleiri tugir sentímetra í þvermál þá verður þalið viðkvæmt fyrir raski og hættir til að rifna upp.

Magn brennisteins eykst í báðum tegundum (klettastrý og snepaskóf) á flestum sýnatökustöðum síðan 2020 (42. og 43. mynd). Reyndar hefur magn brennisteins aldrei mælst minna en 2020 nema hvað núna (2023) er magn brennisteins lægra ofan við Gröf og á Miðfellsmúla.

Magn flúors í snepaskóf innan þynningarsvæðisins eykst að jafnaði miðað við árið 2020. Utan þynningarsvæðisins eykst ýmist magn flúors eða minnkar. Magn flúors eykst eða minnkar á mismunandi sýnatökustöðum miðað við árið 2020 (44. og 45. mynd). Í gegnum tíðina hefur verið minna er af flúor í hraunbreyskju en snepaskóf (41. mynd) og á það einnig við að mestu að þessu sinni. Líkt og bent hefur verið á í fyrri skýrslum þá virðast þolmörk fléttna við flúor misjöfn eftir tegundunum og ekki vel þekkt hvar mörkin nákvæmlega liggja. Aldur fléttupalsins hefur vafalítið mikið um það að segja hve mikið af flúor og brennisteini nær að safnast fyrir í því.

5 HEIMILDASKRÁ

Eva Yngvadóttir, Snævarr Örn Georgsson og Páll Höskuldsson 2021. *Umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2020*. Unnið fyrir Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartangi ehf. og Alur Álvinnsla ehf.. Reykjavík: Efla Verkfræðistofa.

Hörður Kristinsson 2000. *Vöktun á mosum og fléttum við Grundartanga í Hvalfirði. Framvinduskýrsla fyrir árið 1999*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-00006. Unnið fyrir Íslenska járnblendifélagið hf og Norðurál hf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Hörður Kristinsson 2004. *Vöktun á mosum og fléttum við Grundartanga í Hvalfirði. Framvinduskýrsla fyrir árið 2003*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-04004. Unnið fyrir Íslenska járnblendifélagið hf og Norðurál hf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Hörður Kristinsson, Bergþór Jóhannsson og Eyþór Einarsson, ritstj., 1983. *Grasafræðirannsóknir við Hvalfjörð*. Fjölrit nr. 17. Reykjavík: Líffræðistofnun háskólans.

Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð frá 1976 til 1997*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-99001. Unnið fyrir Íslenska járnblendifélagið hf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Starri Heiðmarsson 2012. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2006–2011*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-12003. Unnið fyrir Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartanga ehf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.

Starri Heiðmarsson 2021. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2017–2020*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-21002. Unnið fyrir Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartanga ehf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.

- Starri Heiðmarsson og Hörður Kristinsson 2007. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 1997–2006*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-07002. Unnið fyrir Hönnun hf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2011–2014*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-15001. Unnið fyrir fyrirtæki sem standa að umhverfisvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Akureyri. Náttúrufræðistofnun Íslands.
- Starri Heiðmarsson og Rannveig Thoroddsen 2018, *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2014–2017*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-18003. Unnið fyrir Elkem Ísland ehf., Norðurál Grundartanga ehf. og Kratus ehf. Akureyri: Náttúrufræðistofnun Íslands.