



Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2017–2020

Starri Heiðmarsson

**Unnið fyrir Elkem Ísland ehf. og
Norðurál Grundartanga ehf.**



Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2017–2020

Starri Heiðmarsson

Unnið fyrir Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartanga ehf.


NÍ-21002 Akureyri, febrúar 2021



NÁTTÚRUFRÆÐISTOFNUN ÍSLANDS

Mynd á kápu: Útsýni út Hvalfjörð af Miðfells múla. Ljós. Starri Heiðmarsson, 7. júlí 2020.

ISSN 1670-0120

	<p>Náttúrufræðistofnun Íslands Urriðaholtsstræti 6–8 210 Garðabæ Sími 590 0500 http://www.ni.is ni@ni.is</p>	<p>Náttúrufræðistofnun Íslands Borgum við Norðurslóð 600 Akureyri Sími 590 0500 http://www.ni.is ni@ni.is</p>
<p>Skýrsla nr. NI-21002</p>	<p>Dags, Mán, Ár Febrúar 2021</p>	<p>Dreifing Lokuð til 1. maí 2021</p>
<p>Heiti skýrslu / Aðal- og undirtitill Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2017–2020</p>		<p>Fjöldi síðna 34 Verknúmer 4242 Málsnúmer 2013040006</p>
<p>Höfundar Starri Heiðmarsson</p>		
<p>Unnið fyrir Elkem Ísland ehf. og Norðurál Grundartanga ehf.</p>		
<p>Samvinnuaðilar Tengiliður verkkaupa: Magnús Freyr Ólafsson</p>		
<p>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, árið 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 58 reitir mældir árið 2020.</p> <p>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 minnkaði að meðaltali en mælist þó ennþá meiri en árið 2014 hjá bæði blað- og runnfléttum og mosum. Breytileiki þekjubreytinga var allmikill. Ekki er hægt að greina mun á meðalþekjubreytingum eftir því hvort reitir eru innan þynningarsvæðis flúors og brennisteinstvíoxíðs eða utan þess.</p> <p>Magn brennisteinstvíoxíðs innan þynningarsvæðis dróst töluvert saman og það sama á við um flúor í snepaskóf en magn flúors í hraunbreyskju jókst miðað við 2017. Ekki er sýnilegur skaði á fléttum sem rekja má beint til loftmengunar. Utan þynningarsvæðis mældist minna magn af brennisteinstvíoxíði en breytileiki var meiri hvað varðar magn flúors sem ýmist minnkaði lítilsháttar eða jókst. Þekja runnfléttunnar klettastrýs, sem dróst saman frá upphafi mælinga til 2014, heldur áfram að aukast líkt og síðast þegar mælingar fóru fram, þ.e. 2017.</p>		
<p>Lykilorð Hvalfjörður, vöktun, fléttur, mosar, fastir reitir, loftgæði</p>	<p>Yfirfarið MH</p>	

EFNISYFIRLIT

1 INNGANGUR	9
2 AÐFERÐIR	10
3 NIÐURSTÖÐUR	11
3.1 Almennar gróðurbreytingar	11
3.2 Gróðurbreytingar innan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins við Grundartanga	12
3.2.1 Stekkjarás	13
3.2.2 Selás	15
3.2.3 Langholt	16
3.2.4 Akrafjall	16
3.3 Gróðurbreytingar suðvestur af Grundartanga utan þynningarsvæðis	18
3.3.1 Skvöp	18
3.3.2 Ofan við Gröf	18
3.3.3 Neðristallar	18
3.4 Gróðurbreytingar norðaustur af Grundartanga	20
3.4.1 Kalmansá	20
3.4.2 Kalastaðakot	20
3.4.3 Miðfells múli	20
3.5 Svæði utan þynningarsvæðis en innan 10 km radíuss frá iðnaðarsvæðinu	22
3.5.1 Bjarnarholt	22
3.5.2 Álfholt	22
3.5.3 Beitistaðaholt	24
3.5.4 Ofan Hvalfjarðareyrar	24
3.5.5 Hvammsnes	25
3.5.6 Tíðaskarð	26
3.5.7 Gimbrapallar	26
3.6 Fjarlæg svæði, í meira en 10 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu	27
3.6.1 Hafnarbæli	27
3.6.2 Þyrilsnes	28
3.6.3 Hvalfjarðarbotn	28
3.7 Þekjubreytingar einstakra tegunda	29
3.7.1 Klettastrý	29
3.7.2 Snepaskóf	29
3.8 Mælingar á brennisteini og flúor	30
4 UMRÆÐUR	33
5 HEIMILDASKRÁ	34

KORT

1. kort. Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu klapparreita umhverfis iðnaðarsvæðið á Grundartanga. 9

MYNDIR

1. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) blað- og runnfléttna 2017–2020. 11
2. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) mosa 2017–2020. 11
3. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir voru 2014, 2017 og 2020 (alls 58 reitir). 12
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). 12
5. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor, 1976–2020 (alls 6 reitir). 13
6. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor og brennistein, 1997–2020 (alls 19 reitir). 13
7. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 3 og 33–35. 14
8. mynd. Stekkjarás, reitur 33. 14
9. mynd. Stekkjarás, reitur 34. 15
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. 16
13. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 56 og 60. 17
14. mynd. Akrafjall, reitur 60. 17
15. mynd. Meðalþekja mosa, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 24–26. 18
16. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 72–74. 19
17. mynd. Ofan við Gröf, reitur 74. 19
18. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 75–77. 19
19. mynd. Neðristallar, reitur 75. 20
20. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 36–38. 21
21. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 63 og 64. 21
22. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 66–68. 21
23. mynd. Miðfells múli, reitur 67. 22
24. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 12–14. 22
25. mynd. Bjarnarholt við Eiðisvatn, reitur 12. 23

26. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 30–32.	23
27. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 39–41.	24
28. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 19, 20, 51 og 52	24
29. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 48–50.	25
30. mynd. Utan við Hvammsnes, reitur 48.	25
31. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 16–18.	26
32. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 69–71.	26
33. mynd. Gimbrapallar, reitur 71.	27
34. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 42–44.	27
35. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 45–47.	28
36. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 21–23.	28
37. mynd. Þekja klettastrýs (<i>Ramalina subfarinacea</i>) í þremur reitum, 33 í Stekkjarási og 56 og 60 í Akrafjalli.	29
38. mynd. Þekja snepaskófar (<i>Parmelia saxatilis</i>) í fimm reitum sem allir eru staðsettir innan þynningar-svæðis brennisteinstvíoxíðs og flúors.	29
39. mynd. Þekja snepaskófar (<i>Parmelia saxatilis</i>) í 20 reitum sem allir eru staðsettir utan þynningar-svæðis brennisteinstvíoxíðs og flúors.	30
42. mynd. Samanburður á magni brennisteins í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017 og 2020.	31
43. mynd. Samanburður á magni brennisteins í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017 og 2020.	31
40. mynd. Magn brennisteins í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga árið 2020.	31
41. mynd. Magn flúors í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga árið 2020.	31
44. mynd. Samanburður á magni flúors í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017 og 2020.	32
45. mynd. Samanburður á magni flúors í hraunbreyskju 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017 og 2020.	32

1 INNGANGUR

Í tengslum við opnun kísilmálmverksmiðju Járnblendifélagsins að Grundartanga árið 1979 (nú Elkem Ísland ehf.) var gróðurfar í nágrenni hennar rannsakað allítarlega. 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 Fjölríti 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 vöktunarsvæði má sjá í Umhverfissvöktunarskýrslu fyrir árið 2017 á mynd 3.1 (Eva Yngvadóttir o. fl. 2018).

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



1. kort. Yfirlitskort sem sýnir staðsetningu klapparreitanna umhverfis iðnaðarsvæðið á Grundartanga.

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) og árið 2018 kom út skýrsla sem gerði grein fyrir breytingum frá 2014 til 2017 (Starri Heiðmarsson og Rannveig Thoroddsen 2018). Í skýrslu Harðar og Kristbjörns (1999) voru birtar ljósmyndir af nokkrum völdum reitum og fjallað sérstaklega um gróðurbreytingar í þeim. Ljósmyndir af sömu reitum, sem teknar voru 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 Lára (2015). Myndir af umræddum reitum frá sumrunum 2014 og 2017 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. 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 var svipaður fjöldi reita. Alls voru 60 reitir metnir og ljósmyndaðir árið 2017. Sumarið 2020 voru alls 58 reitir metnir og ljósmyndaðir en þrátt fyrir leit mistókst að finna tvo reiti, annar þeirra var lagður 2014 við Kalastaðakot en hinn 1999 í Akrafjalli.

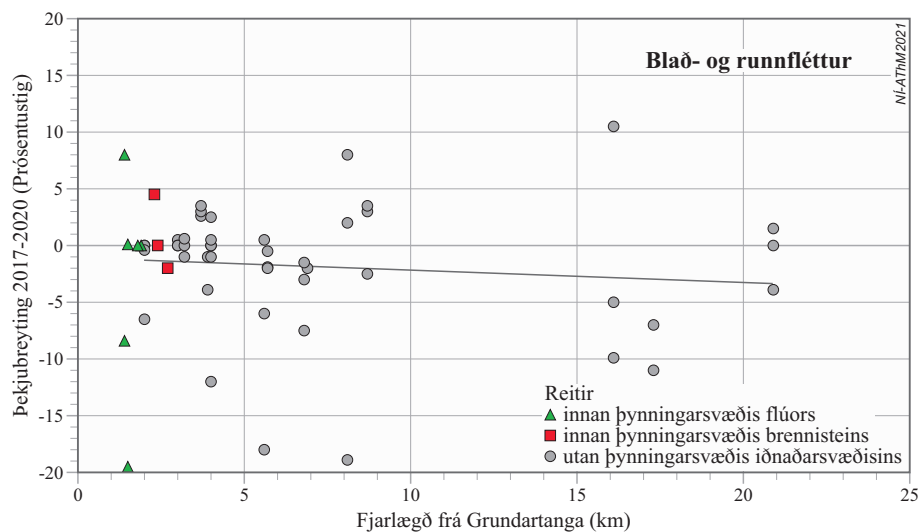
Vettvangsvinna var unnin af Starra Heiðmarssyni og Snæbirni Helga Arnarsyni Jack 7.–9. júlí 2020. Sýni til efnagreininga voru tekin á fjórum stöðum í nágrenni iðjuveranna: á Stekkjarási (reitir 1–4 og 33–35) í um 1 km fjarlægð frá Grundartanga, í norðaustur hlíð Akrafjalls (reitir 56–57) í um 2,5 km 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 Nýsköpunarmiðstöð Íslands í umsjón Kristmanns Gíslasonar efnafræðings. Jarðvegshluti var skilinn frá fyrir mölun sýnis með 2 mm sigti. Flúor var dreginn úr sýni með örsveimsaðferð trímetyl sílílflúoríðs og hann síðan mældur með jónvísu rafskauti. Brennisteinn var mældur í sýni eftir upplausn í saltþéturssýru.

3 NIÐURSTÖÐUR

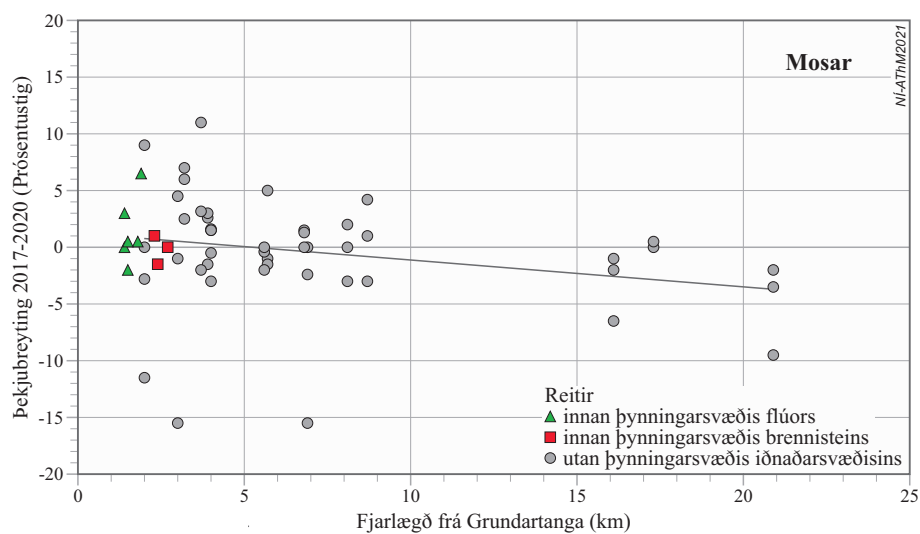
3.1 Almennar gróðurbreytingar

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 2017 (1.–2. mynd).

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

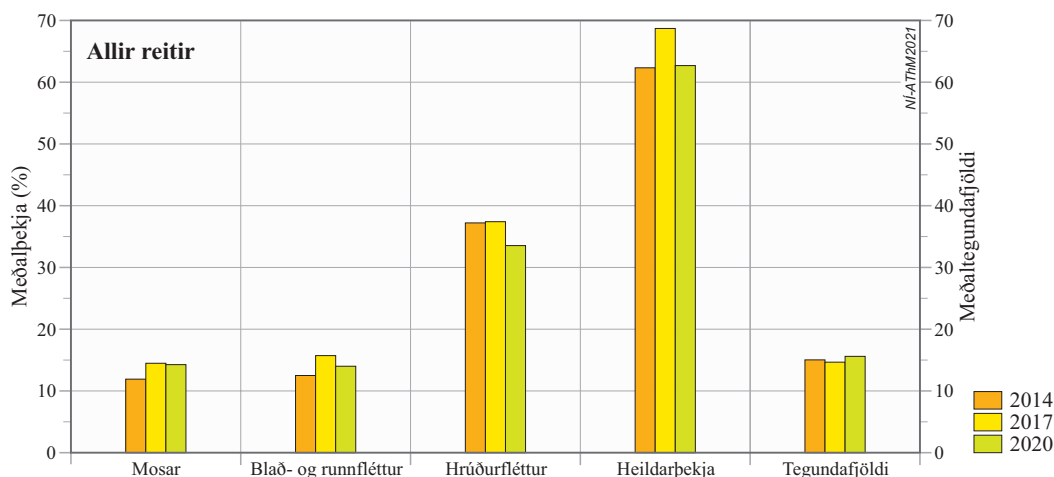


1. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) blað- og runnfléttna 2017–2020. Aðhvarfslínan á við um reiti utan þýnningarsvæðisins.

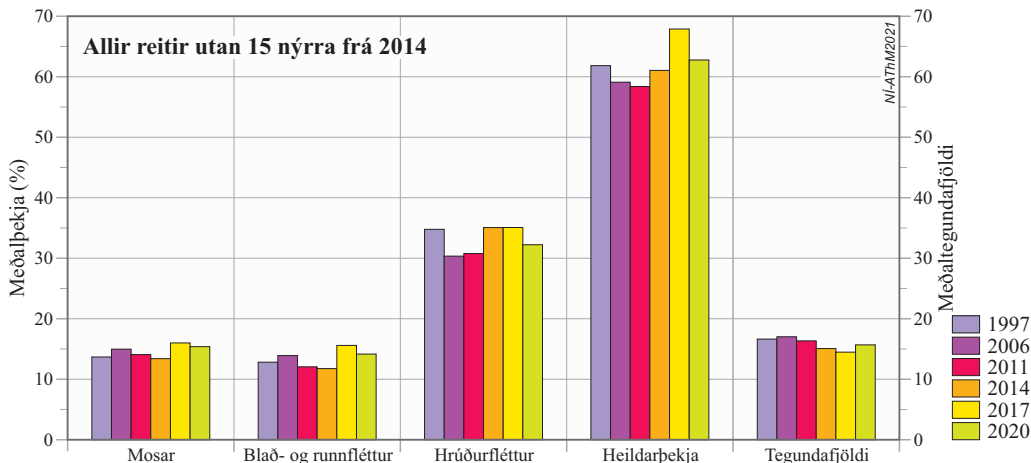


2. mynd. Tengsl fjarlægðar frá Grundartanga (X-ás) og þekjubreytinga (Y-ás) mosa 2017–2020. Aðhvarfslínan á við um reiti utan þýnningarsvæðisins.

Að meðaltali hefur fléttuþekja minnkað, líkt og sést á 3. mynd er sýnir meðaltal þekjubreytinga auk tegundafjölda í öllum reitum sem metnir voru árin 2014, 2017 og 2020. 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.



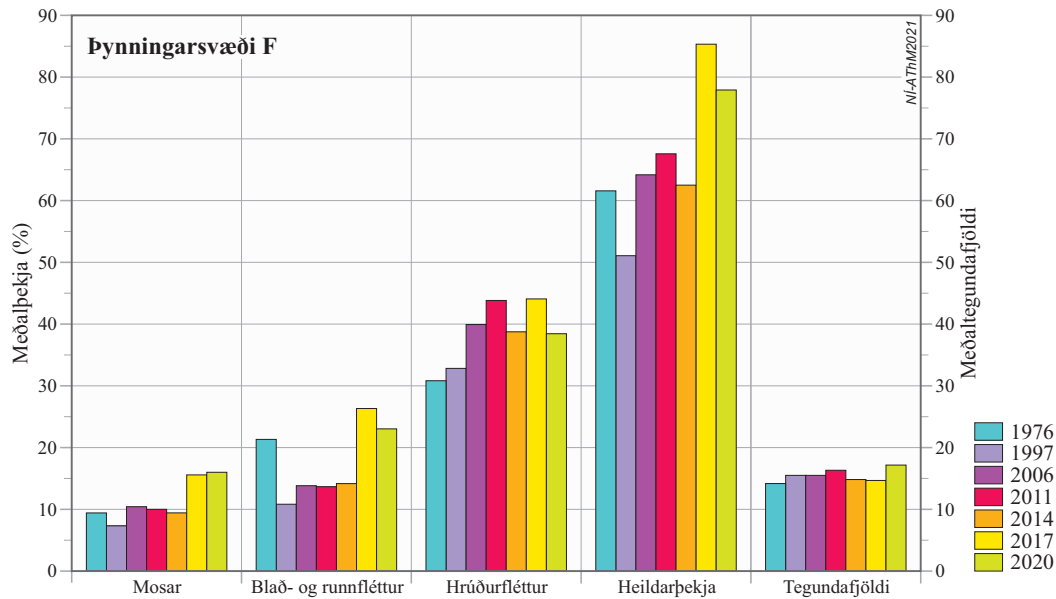
3. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir voru 2014, 2017 og 2020 (alls 58 reitir).



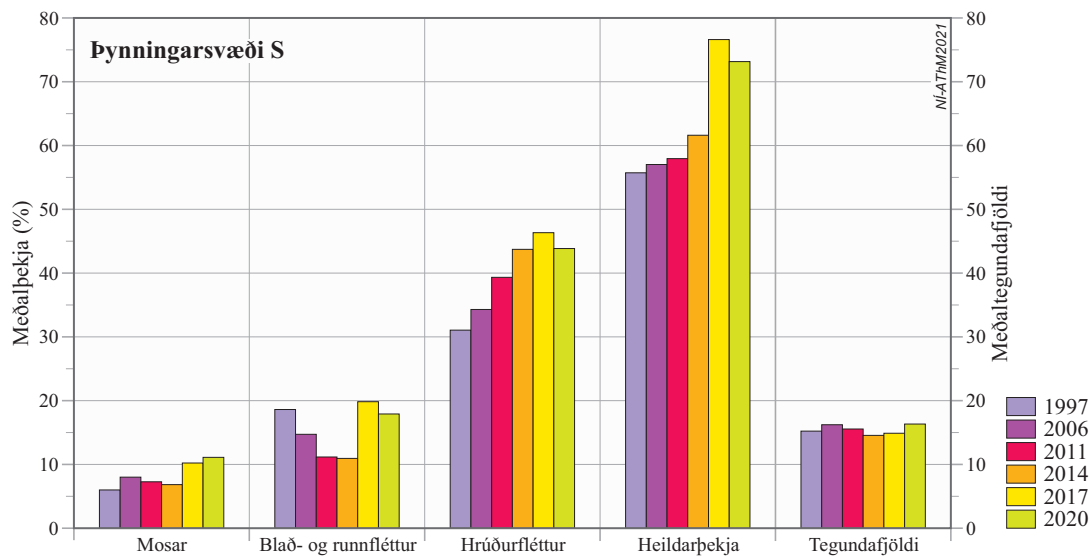
4. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í öllum föstum reitum sem metnir hafa verið síðan 1997 (alls 44 reitir).

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 vaktadír. 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 hefur þekja mosa aukist lítillega en fléttuþekja minnkar og sömuleiðis meðalheildarþekjan. Þekja mosa hefur aldrei mælst meiri og fjöldi tegunda sem greindur í reitunum eykst nokkuð milli ára (5.–6. mynd).



5. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor, 1976–2020 (alls 6 reitir).



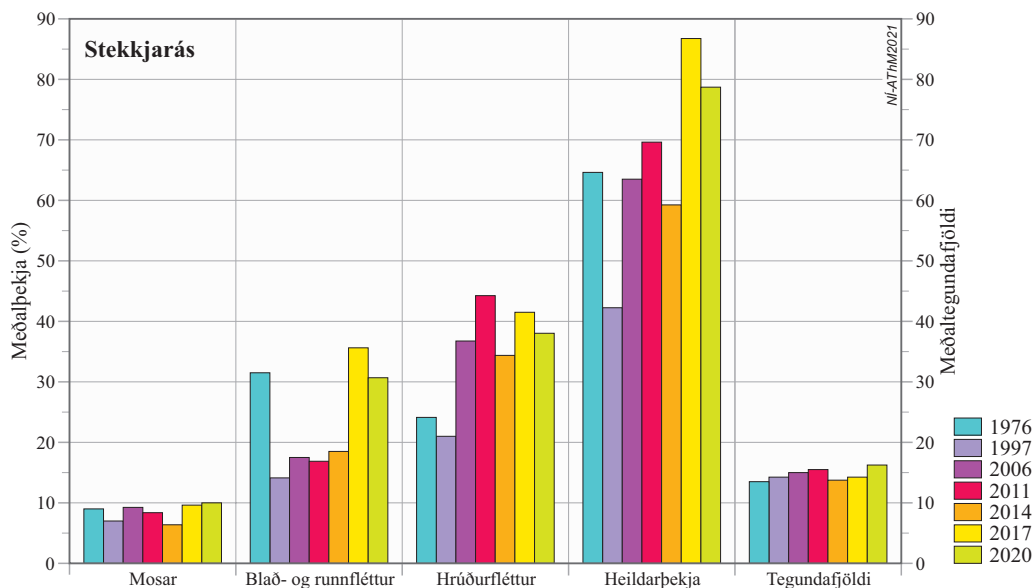
6. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í föstum reitum sem staðsettir eru innan þynningarsvæðis fyrir flúor og brennistein, 1997-2020 (alls 19 reitir).

3.2.1 Stekkjarás

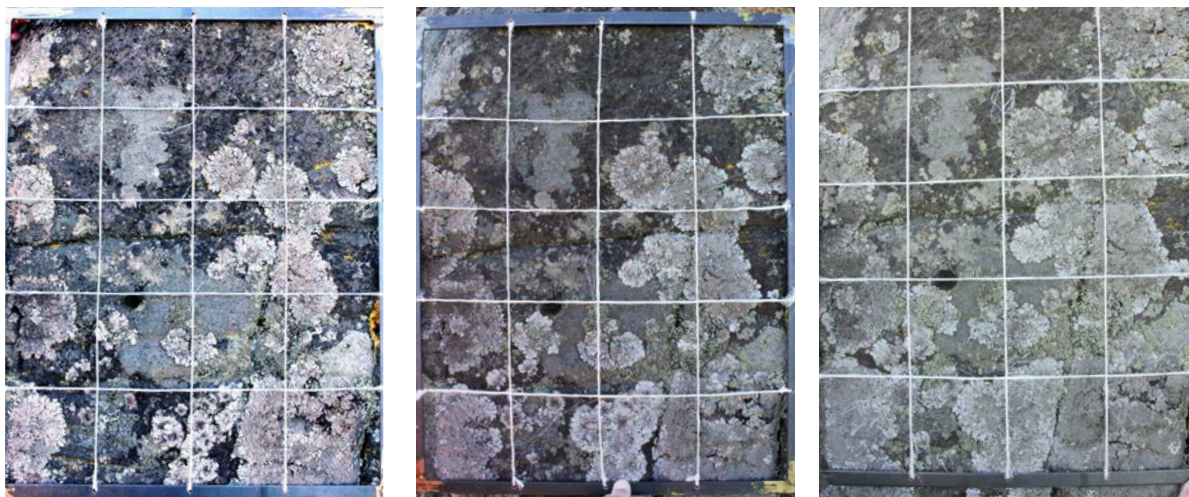
Stekkarás er um einn kílómetra frá iðnaðarsvæðinu í vestsuðvestur. Þar eru sjö reitir, 1–4 og 33–35 en árið 2020 voru reitir nr. 1, 2 og 4 ekki metnir. Niðurstöður þekjumatsins eru dregnar saman á 7. mynd.

Heildarþekjan dróst saman frá árinu 2017 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 eykst allnokkuð milli árunna 2017 og 2020 (8. mynd) eða úr 10% í 15% en mest var þekja þess 20% árið 1976.

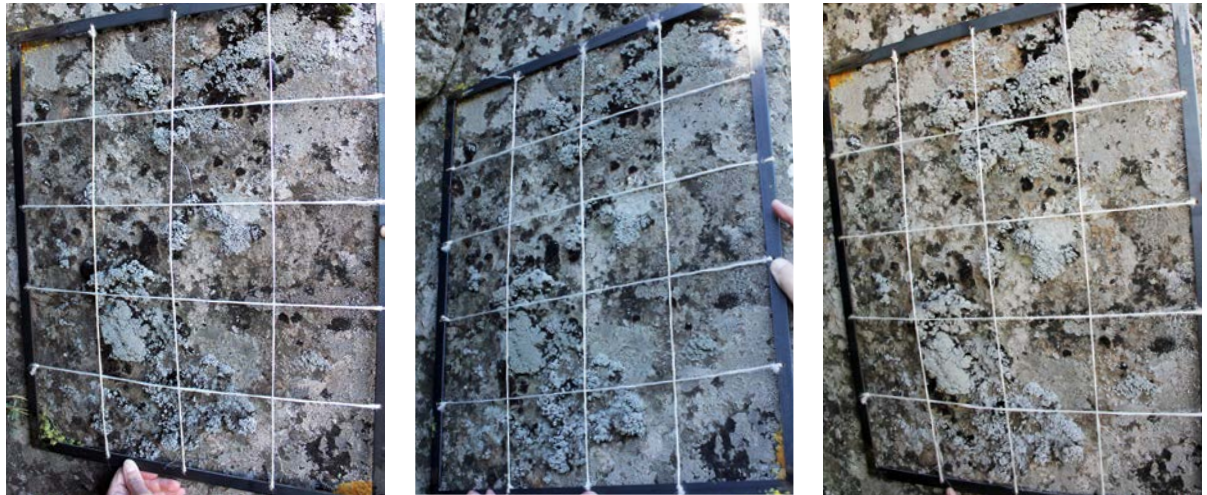
Árið 2011 hafði heildarþekja í reit 34 aukist í 70% úr 42,5% árið 1997 en hún var 60% 1976. Hún hélt áfram að aukast til 2017 þegar hún mældist ríflega 100% sem að hluta skýrist af því að mikið var um unga hraunbreyskju í reitnum sem óx yfir hrúðurfléttur. Allnokkuð dregur úr heildarþekju í reitnum 2020 og er metin tæp 70%, sömuleiðis minnkar þekja blað- og runnfléttna mikið og er það vegna samdráttis í þekju hraunbreyskju sem þakti 45% 2017 en einungis 25% 2020. Á 9. mynd má sjá reitinn árin 2014, 2017 og 2020.



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



8. mynd. Stekkjarás, reitur 33, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 6. júlí 2020. 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) og Starri Heiðmarsson 6. mynd (2012).

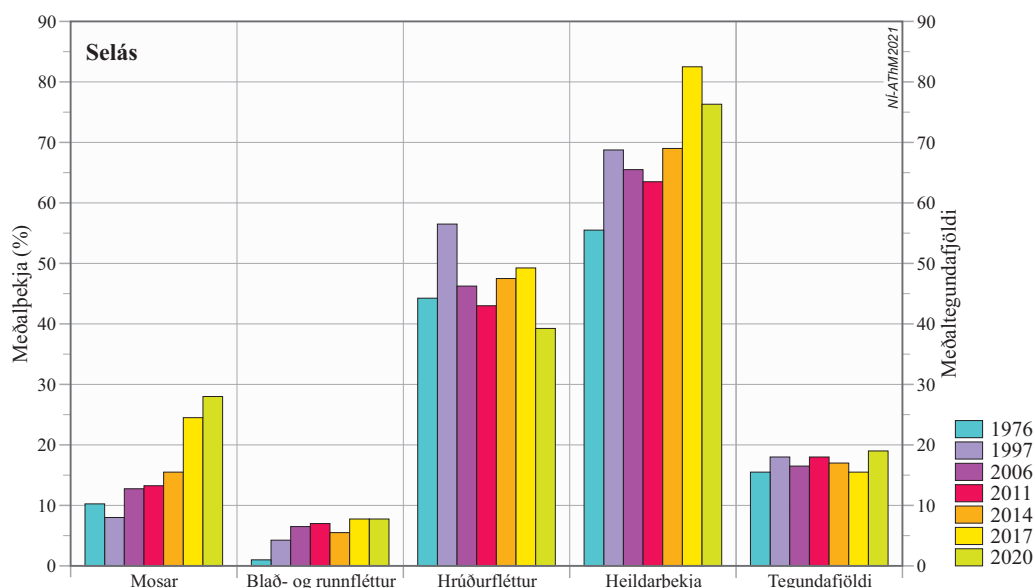


9. mynd. Stekkjarás, reitur 34, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 6. júlí 2017. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 20. mynd (1977), 21. mynd (1982), 22. mynd (1992) og 23. mynd (1997), Hörður Kristinsson 2004; 14. mynd (2003), Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015; 8. mynd (2006 og 2011).

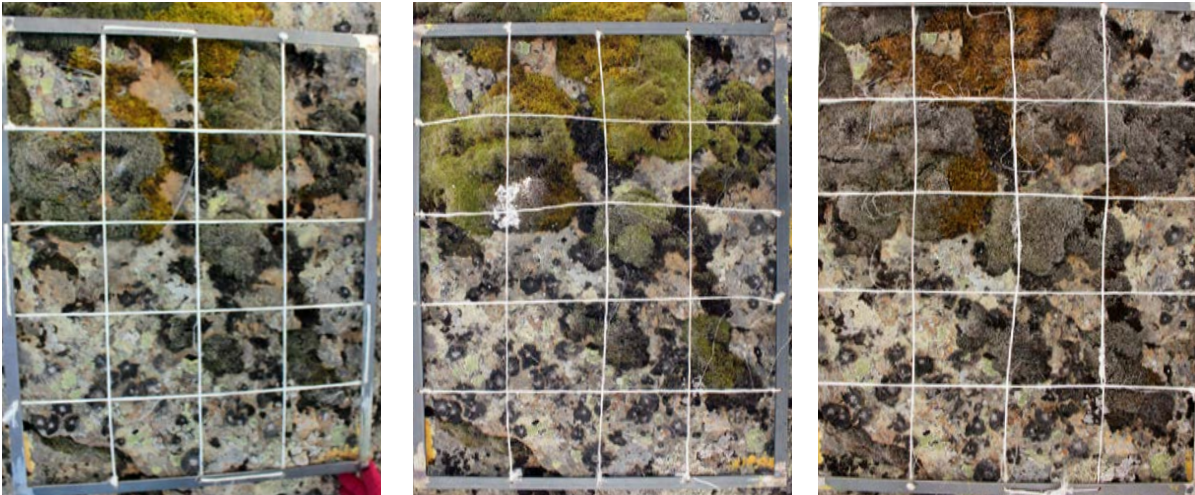
3.2.2 Selás

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 2020. Niðurstöður þekjumats Selásreitanna eru dregnar saman á 10. mynd. Þekja mosa heldur áfram að aukast líkt og hún hefur gert síðan 1997, blað- og runnfléttur standa í stað meðan dregur úr þekju hrúðurfléttna.

Þekja mosa hefur aukist jafnt og þétt síðan 1997. Sé reitur 8 skoðaður sérstaklega þá hafa tvær tegundir mesta þekju, geitanafli (*Umblicaria proboscidea*) hefur 15% þekju (var 1% 1976) og silfurgambri (*Racomitrium heterostichum*) 33% (var 16% 2014). Á 11. mynd má sjá reit nr. 8 sumrin 2014, 2017 og 2020.



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

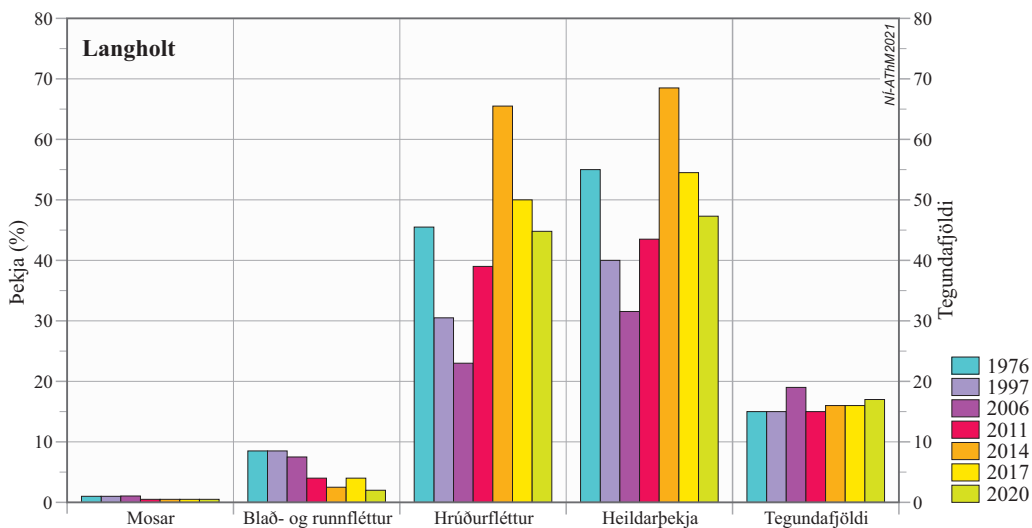


11. mynd. Selás við Hólmavatn, reitur 8, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 8. júlí 2017. Samsvarandi myndir af reitnum á fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 24. mynd (1977), 25. mynd (1982), 26. mynd (1992), 27. mynd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

3.2.3 Langholt

Þrjú reitir, 27–29, eru staðsettir við Langholt tæplega 3 km suðvestur af Grundartanga. Árin 2014, 2017 og 2020 var reitur nr. 27 sá eini sem var metinn og má sjá niðurstöður á 12. mynd. Langholtsreitirnir eru innan þýningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíð.

Heildarþekjan heldur áfram að minnka líkt og hún hefur gert síðan 2014 en þá var reyndar óvenju há heildarþekja vegna meiri þekju hrúðurfléttna.



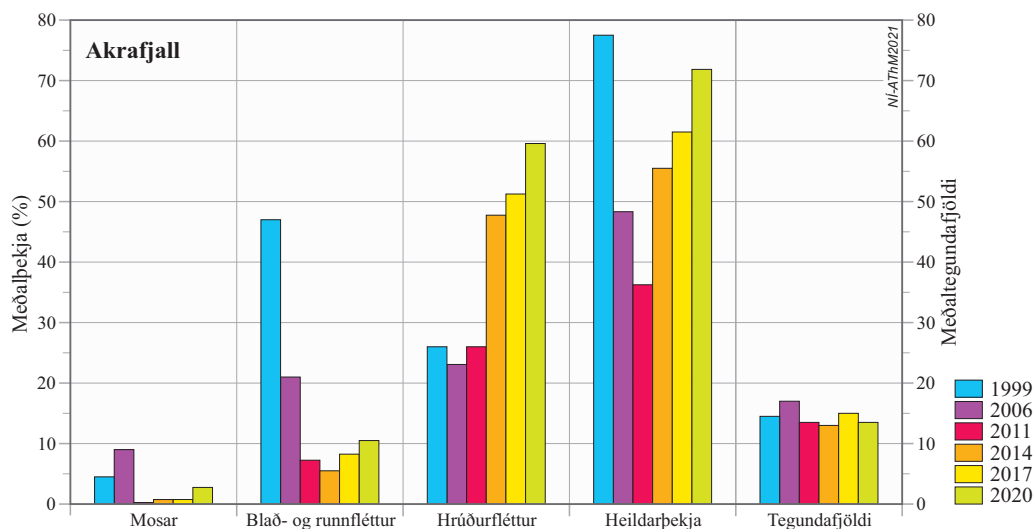
12. mynd. Þekja mosa, bláð- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk heildarþekju og tegundafjölda í reit 27.

3.2.4 Akrafjall

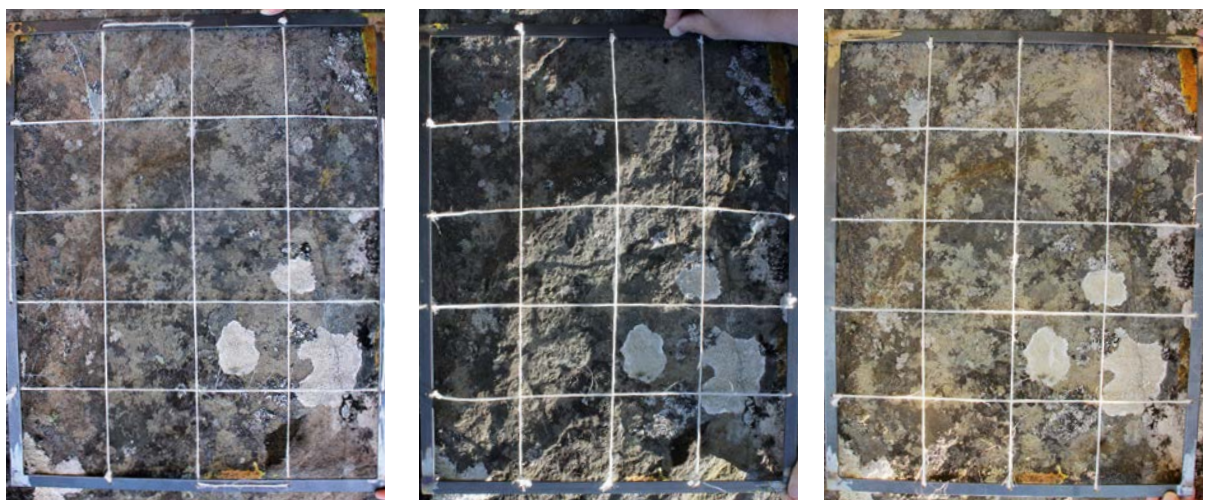
Árið 1999, þegar samningar um vöktun í nágrenni iðnaðarsvæðisins á Grundartanga voru endurnýjaðir, var ákveðið að leggja út 10 reiti í norðanverðu Akrafjalli í stefnu frá Grundartanga. Þannig eru reitir 53–55 í um 1,9 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu, reitir 56–59 í 2,2–2,3 km fjarlægð og reitir 60–62 í 2,4 km fjarlægð. Allir eru reitirnir innan þýningarsvæðis 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. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna tveggja eru sýndar á 13. mynd.

Þekja blað- og runnfléttna eykst nokkuð en þekja þeirra hafði dregist saman frá upphafi mælinga árið 1999 til ársins 2014 en árið 2017 hafði þekja þeirra aukist líkt og frá þeim tíma. 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 en núna breytist samanlögð þekja þriggja tegunda blað- og runnfléttna í reitnum ekki milli mælinga.



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



14. mynd. Akrafjall, reitur 60, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljós. Starri Heiðmarsson, 6. júlí 2020. Samsvarandi mynd frá árunum 2006 og 2011 má finna í Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015, mynd 13.

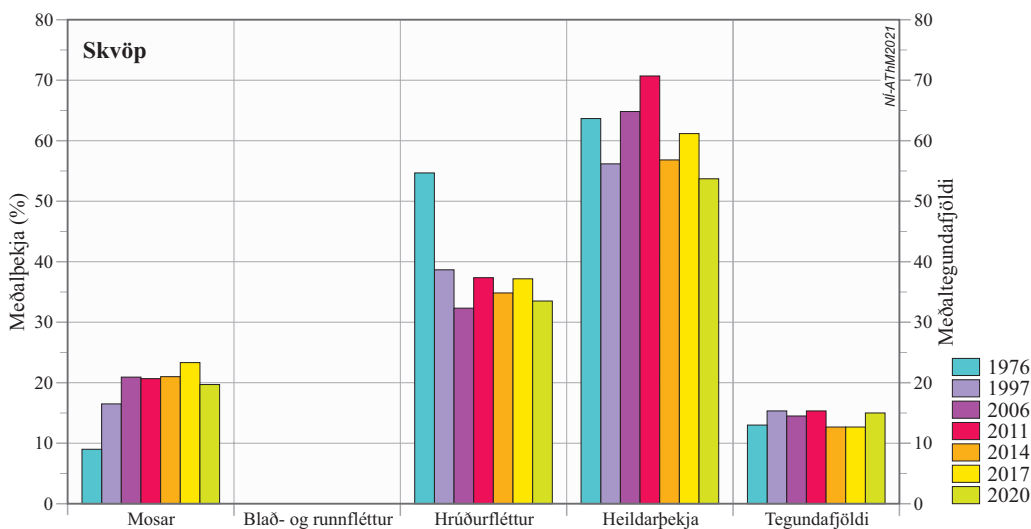
3.3 Gróðurbreytingar suðvestur af Grundartanga utan þynningarsvæðis

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 (reitir 75–77).

3.3.1 Skvöp

Hjá Skvöp við Kúludalsá, í um 7 km fjarlægð frá Grundartanga, voru settir þrír reitir, 24–26, en 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 var einnig metinn 2014. 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.

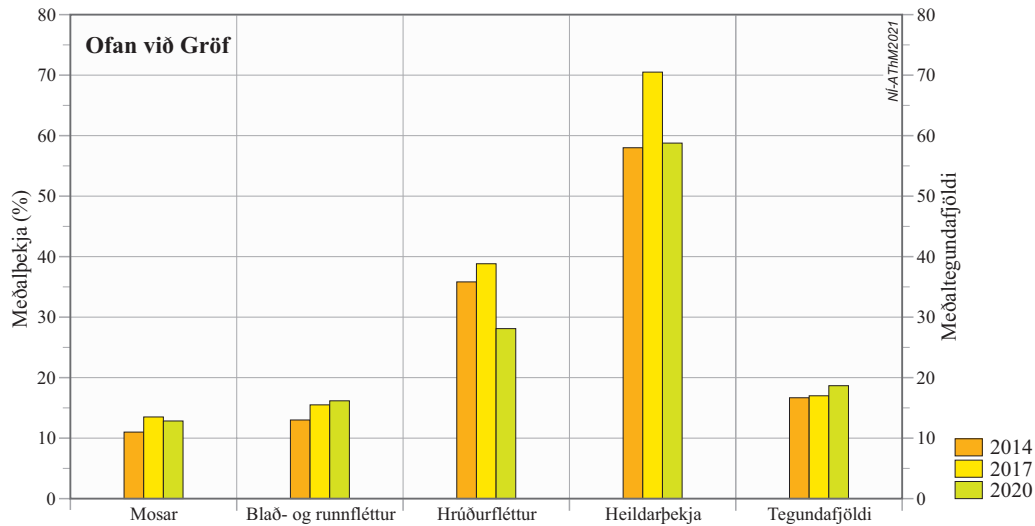
Engar blað- og runnfléttur hafa vaxið í reitunum á rannsóknartímanum svo teljandi sé nema hvað 1997 þakti sandkræða (*Cetraria aculeata*) 1% í reit 24, 2011 fannst örlítið eintak af glitskóf (*Peltigera polydactyla*) í reit 26 og 2017 sást torfubikar (*Cladonia pocillum*) í reit 26 og voru báðar tegundirnar til staða í litlu magni 2020. Þekja mosa og hrúðurfléttna hefur minnkað lítillega frá árinu 2017.



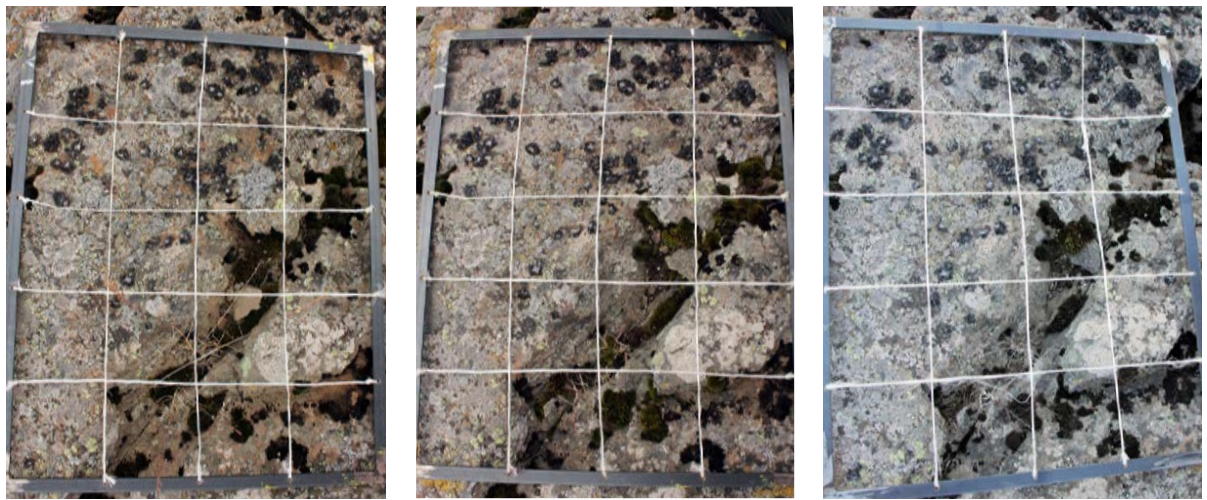
15. mynd. Meðalþekja mosa, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 24–26.

3.3.2 Ofan við Gröf

Ofan við Gröf voru þrír reitir, 72–74, lagðir út og metnir. 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. Þekja blað- og runnfléttna eykst frá árinu 2017 meðan þekja mosa dregst lítillega saman og allnokkur samdráttur er í þekju hrúðurfléttna. Á 17. mynd má sjá samanburð á reit 74 árin 2014, 2017 og 2020.



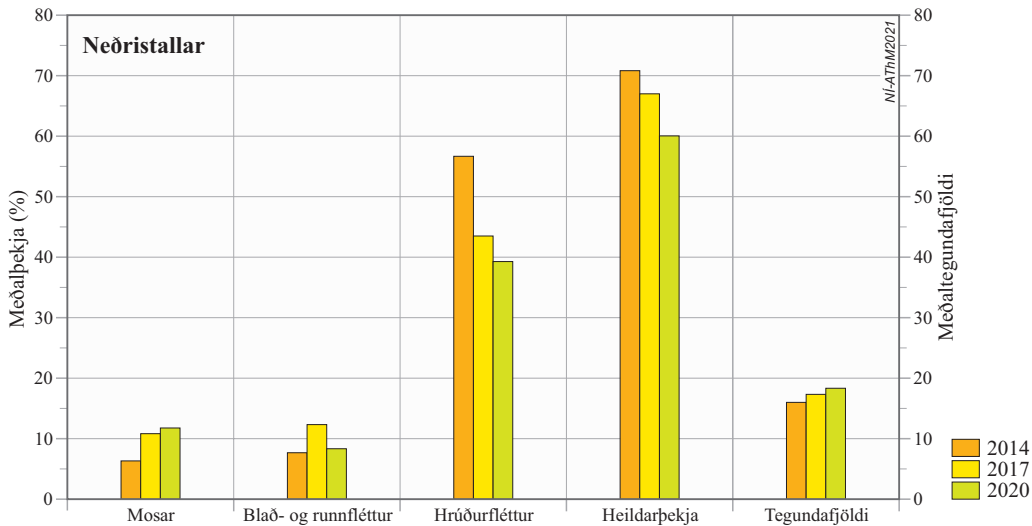
16. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 72–74.



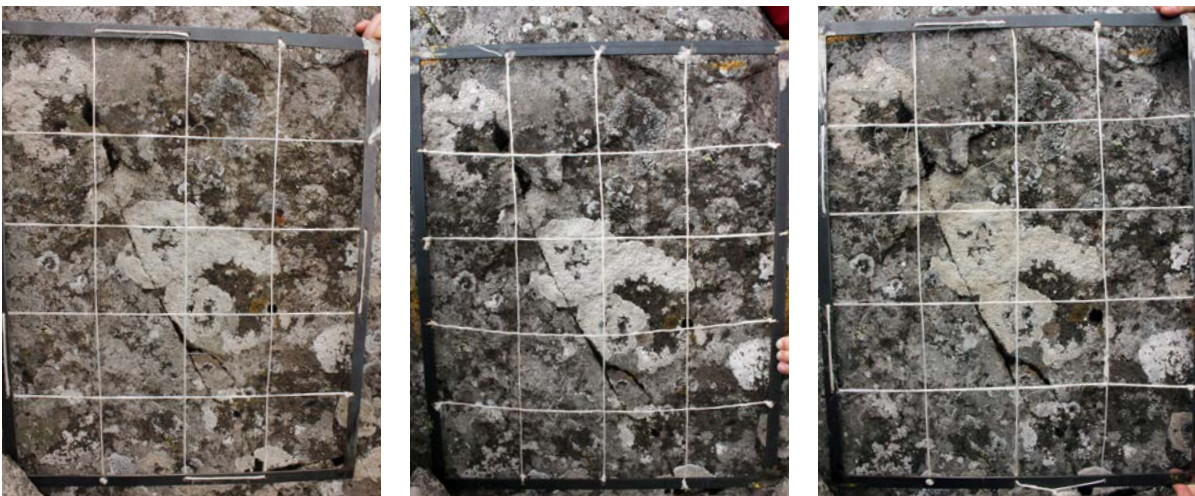
17. mynd. Ofan við Gröf, reitur 74, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 6. júlí 2020.

3.3.3 Neðristallar

Fyrir ofan námu við Hólabrú er klettabelti og skriðurunnar hlíðar Akrafjalls og þar voru lagðir út þrír reitir, 75–77, sem allir eru á lóðréttum klettum. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 18. mynd en þar eykst þekja mosa meðan þekja fléttna dregst saman. Á 19. mynd má sjá samanburð á reit 75 árin 2014, 2017 og 2020.



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



19. mynd. Neðristallar, reitur 75, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 8. júlí 2020.

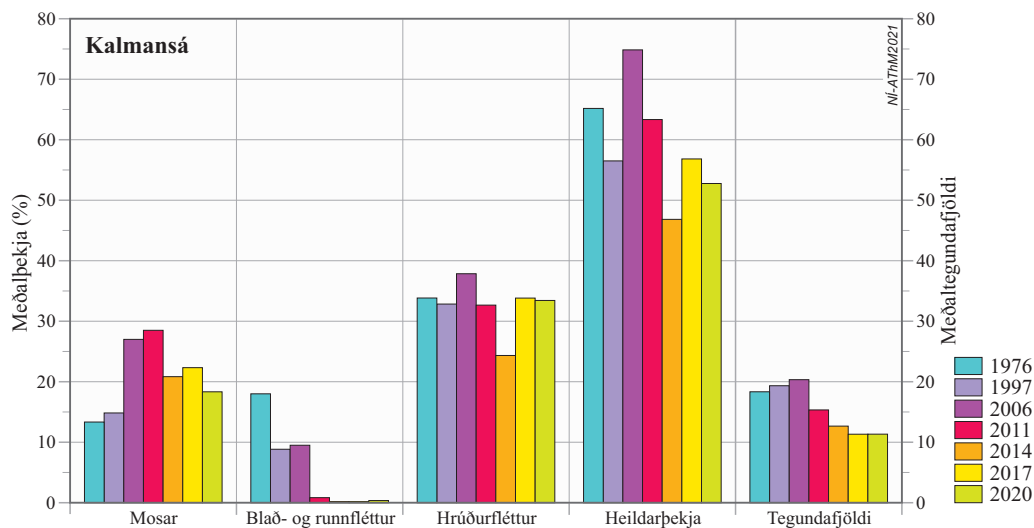
3.4 Gróðurbreytingar norðaustur af Grundartanga

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.

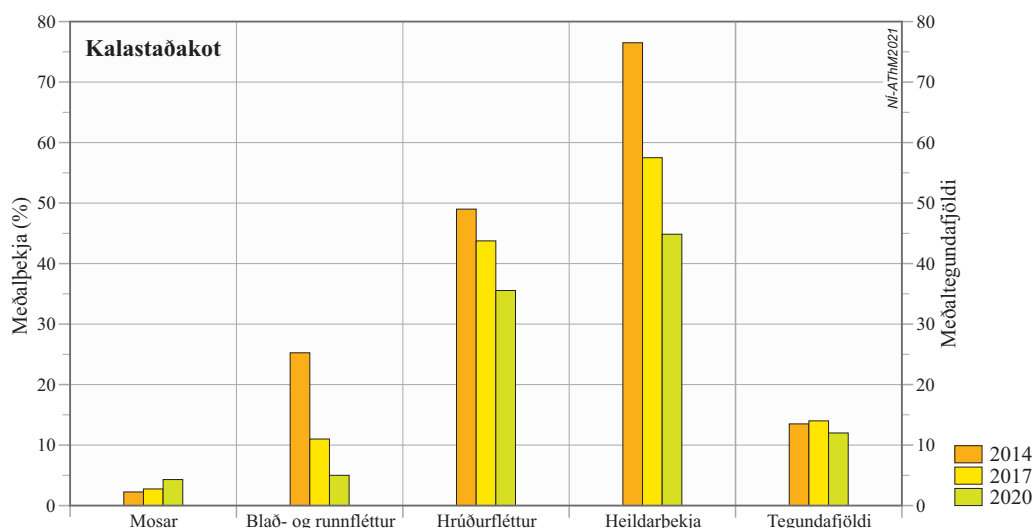
Þekja blað- og runnfléttna minnkaði umtalsvert 1976–1997, jókst örlítið frá 1997 til 2006 en hefur síðan minnkaði mikið og voru blað- og runnfléttur nánast alveg horfnar árið 2014, og fundust þá einungis í einum reit og með 0,5% þekju. Árið 2017 mátti enn sjá merki um runnfléttuna sem fannst árið 2014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



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

3.4.2 Kalastaðakot

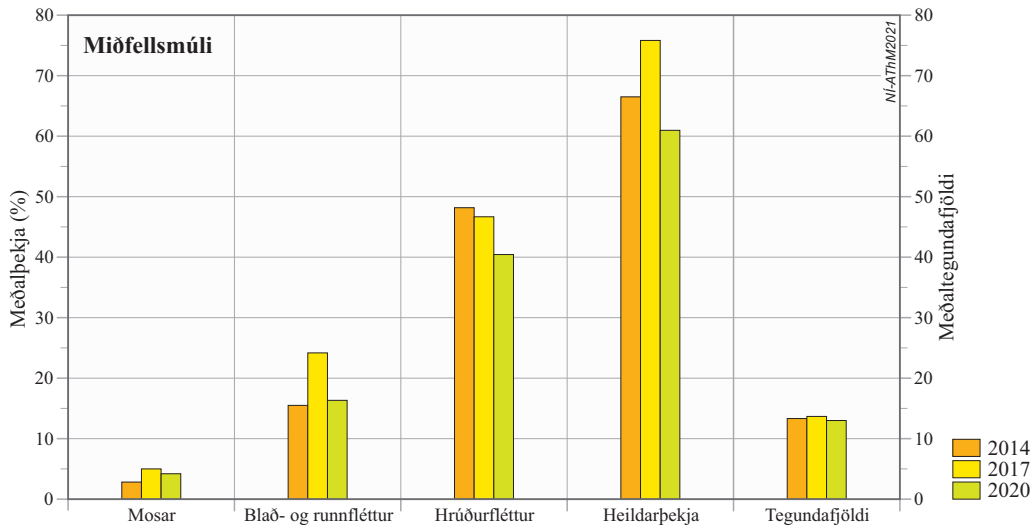
Á lágu holti í grennd við Kalastaðakot standa ávalar klappir upp úr landinu. Á þeim og á nálægum stórum steinum voru þrír reitir, 63–65, lagðir út. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 21. mynd en þrátt fyrir leit mistókst að finna reit 65 sumarið 2020 og er því einungis vísað til þekju reita 63 og 64 hér. Í reitum 63 og 64 jókst þekja mosa en þekja fléttna minnkaði milli árána 2017 og 2020.



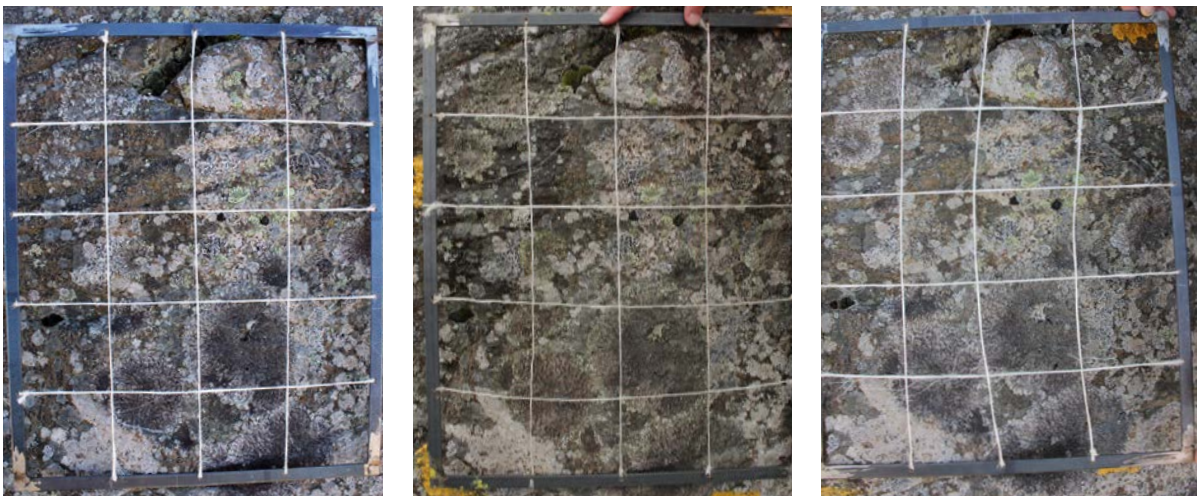
21. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 63 og 64.

3.4.3 Miðfells múli

Á Miðfells múla ofan Kalastaðakots voru lagðir þrír reitir, 66–68. Reitirnir eru framan í klettabeltum. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 22. mynd. Þekja allra hópa minnkar frá 2017. Á 23. mynd má sjá samanburð á reit 67 milli ára 2014, 2017 og 2020.



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



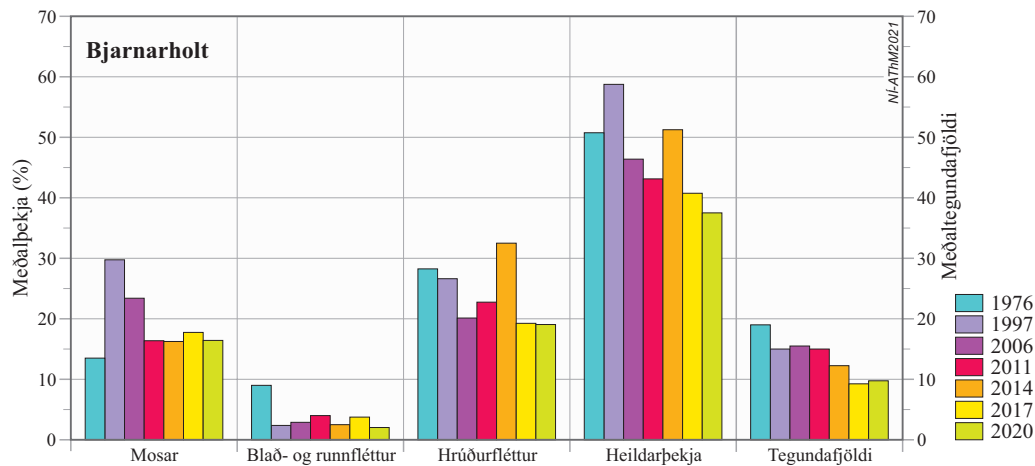
23. mynd. Miðfells múli, reitur 67, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 7. júlí 2020.

3.5 Svæði utan þynningarsvæðis en innan 10 km rafiúss frá iðnaðarsvæðinu

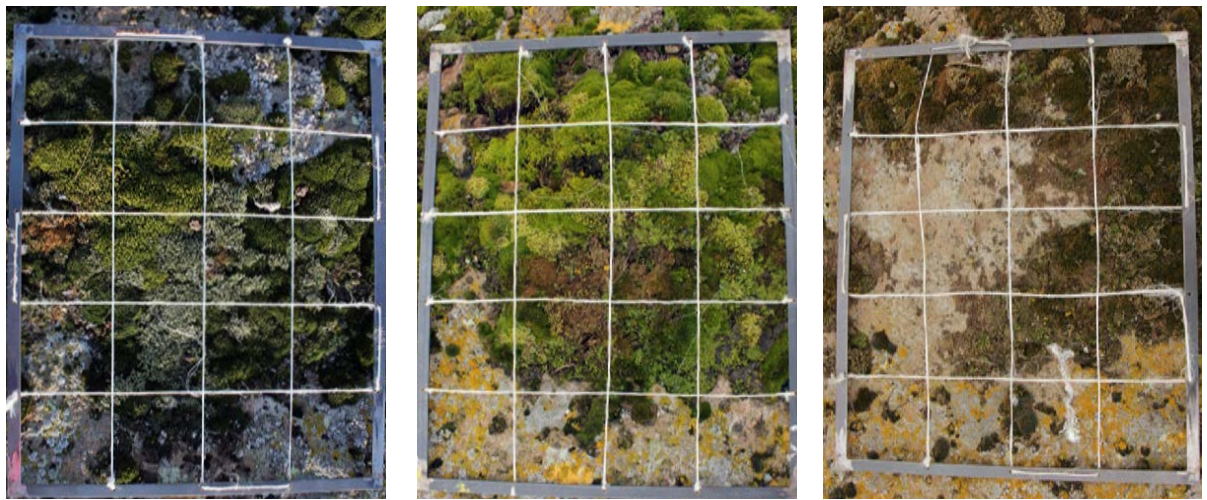
3.5.1 Bjarnarholt

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.

Heldur dró úr þekju milli árána 2017 og 2020. Í reit 12 minnkaði þekja blað- og runnfléttna á meðan þekja mosa minnkaði umtalsvert. Staðan árin 2014, 2017 og 2020 er sýnd á 25. mynd.



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

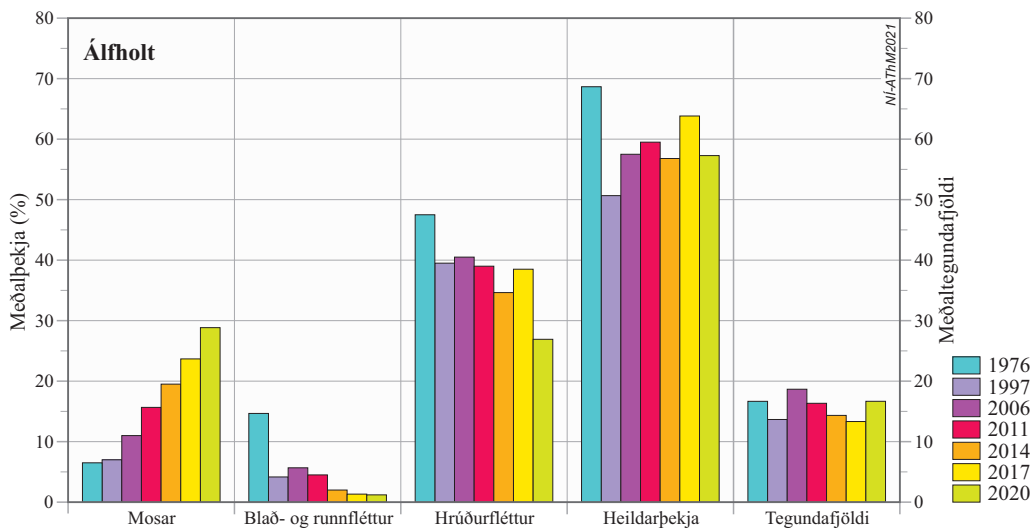


25. mynd. Bjarnarholt við Eiðisvatn, reitur 12, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljósm. Starri Heiðmarsson, 8. júlí 2020. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 28. mynd (1977), 29. mynd (1982), 30. mynd (1992), 31. mynd (1997) og Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015, mynd 21 (2006).

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 verksmiðjussvæðinu. Reitirnir við Álfholt eru rétt utan þynningarsvæðis iðnaðarsvæðisins. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 26. mynd.

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. Heildarþekjan minnkaði árið 2020 miðað við árið 2017 vegna minni þekju hrúðurfléttna.

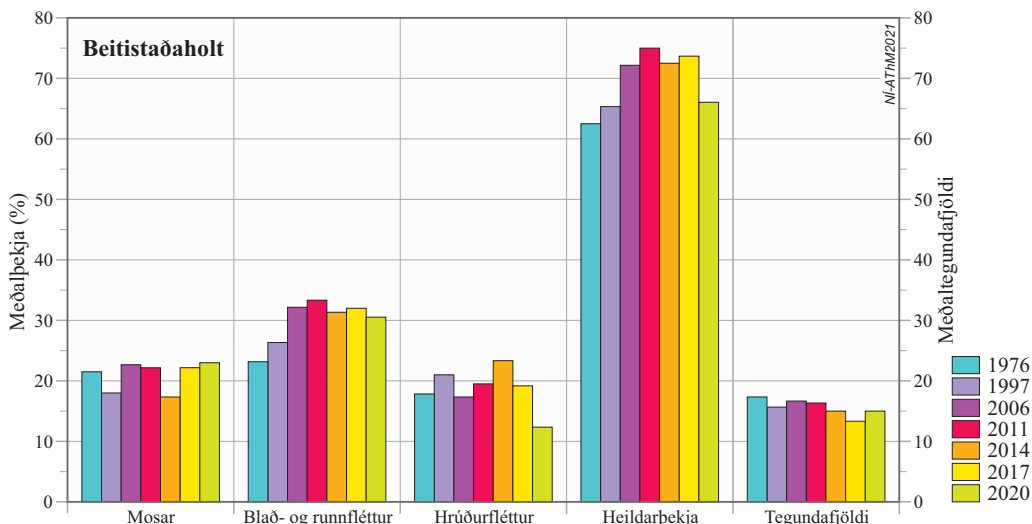


26. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 30–32.

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.

Heildarþekjan minnkaði á tímabilinu frá 2017 til 2020 þrátt fyrir meiri þekju mosa.

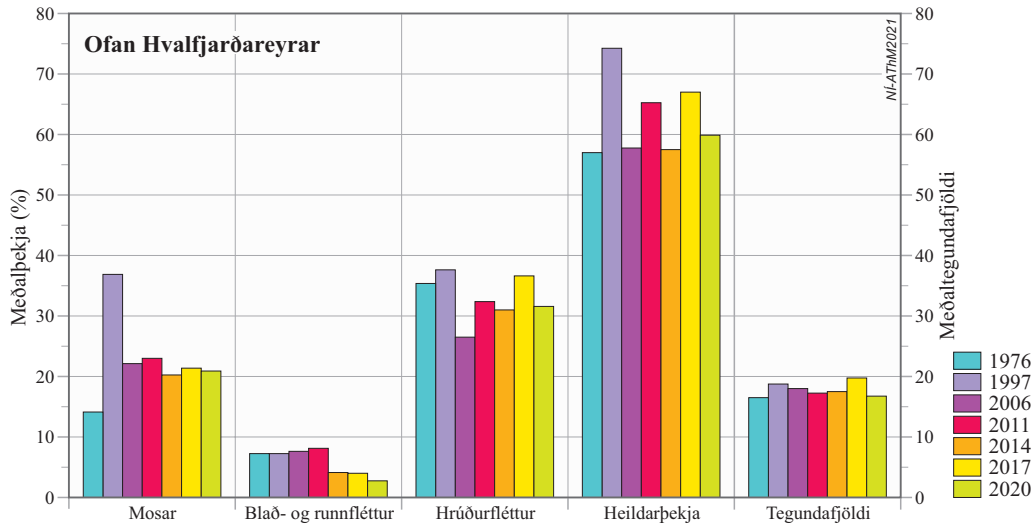


27. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 39–41.

3.5.4 Ofan Hvalfjarðareyrar

Ofan Hvalfjarðareyrar eru fjórir reitir, 19, 20, 51 og 52, í tæplega 4 km fjarlægð frá Grundartanga. Samandregnar niðurstöður úr þekjumælingu reitanna eru sýndar á 28. mynd.

Þekja allra hópa minnkaði milli áráanna 2017 og 2020.

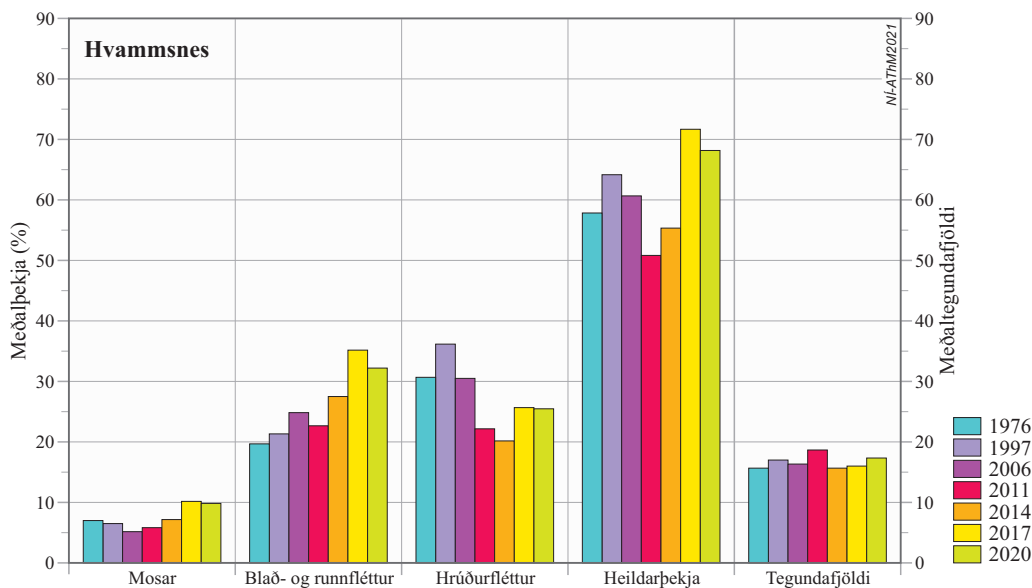


28. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hróðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 19, 20, 51 og 52

3.5.5 Hvammsnes

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

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



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

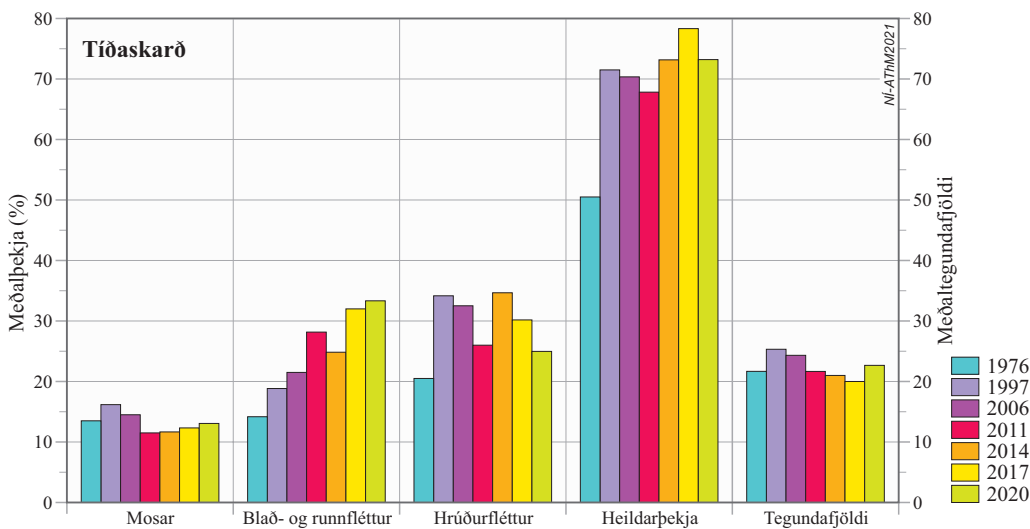


30. mynd. Utan við Hvammsnes, reitur 48, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 7. júlí 2020. Samsvarandi myndir af reitnum frá fyrri árum má finna í Hörður Kristinsson og Kristbjörn Egilsson 1999; 8. mynd (1977), 9. mynd (1982), 10. mynd (1992), 11. mynd (1997), Hörður Kristinsson 2004; 2. mynd (2003) og Starri Heiðmarsson og Lára Guðmundsdóttir 2015, 26. mynd (2006).

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.

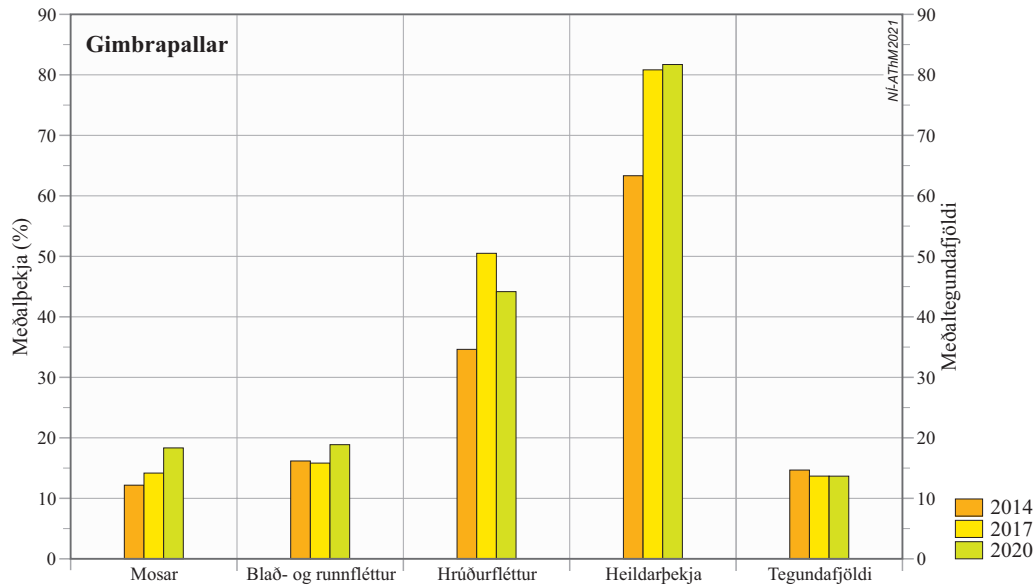
Þekja blað- og runnfléttna eykst líkt og hún hefur gert frá upphafi mælinga með undantekningu árið 2014.



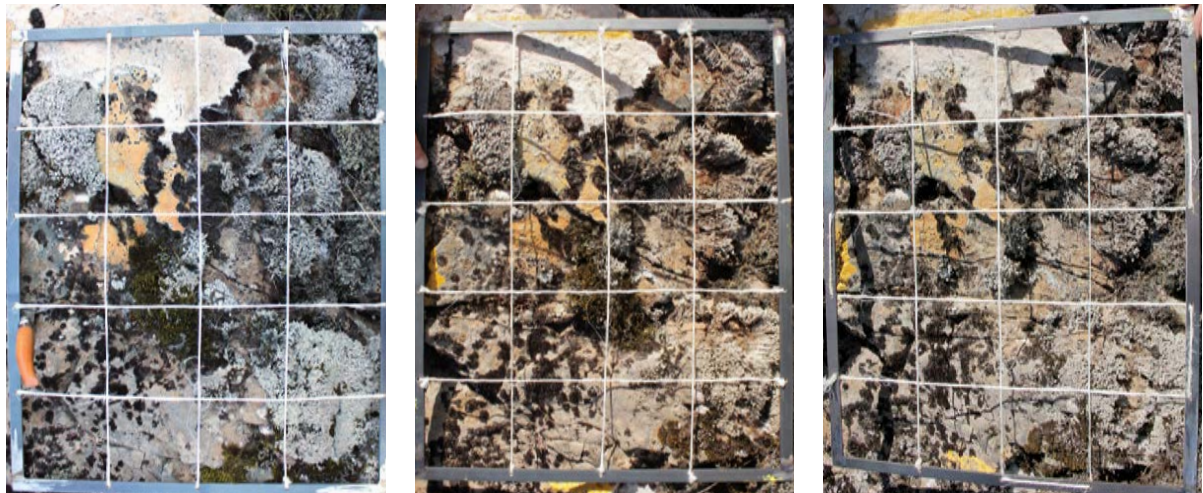
31. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 16–18.

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



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



33. mynd. Gimbrapallar, reitur 71, 2014 (til vinstri), 2017 (í miðju) og 2020 (til hægri). Ljósmynd. Starri Heiðmarsson, 6. júlí 2020.

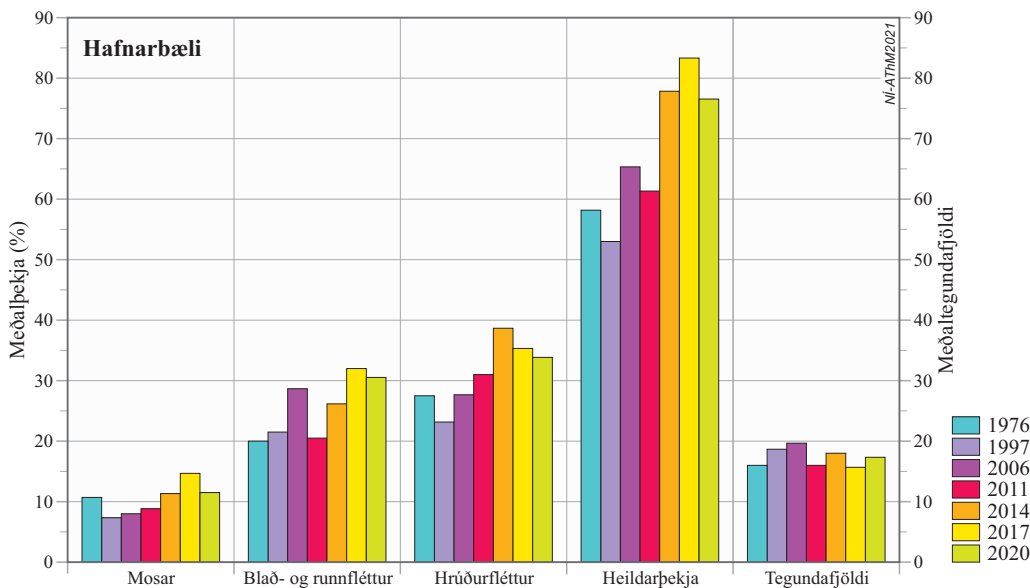
3.6 Fjarlæg svæði, í meira en 10 km fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu

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.

Þekja allra hópa minnkar lítillega.

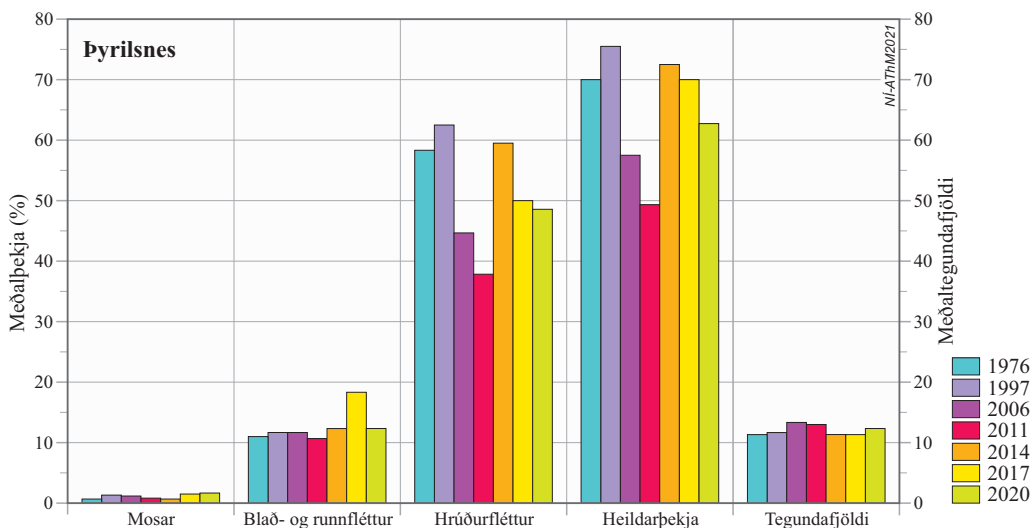


34. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 42–44.

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.

Þekja blað- og runnfléttna minnkar og hrúðurfléttuþekjan minnkar einnig lítillega.

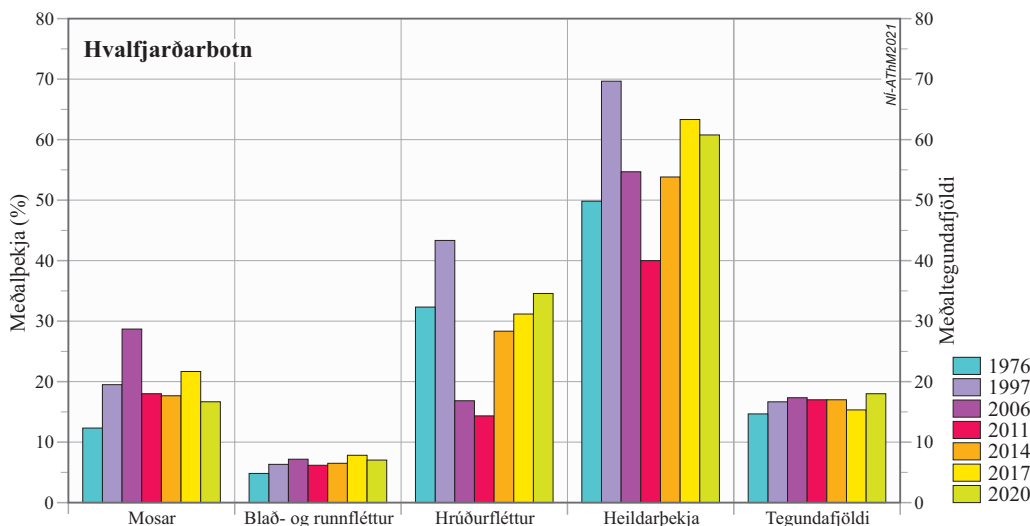


35. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 45–47.

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.

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



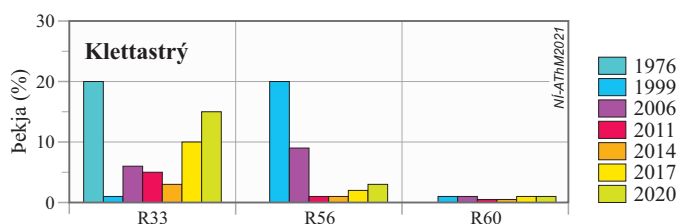
36. mynd. Meðalþekja mosa, blað- og runnfléttna, hrúðurfléttna auk meðalheildarþekju og meðaltegundafjölda í reitum 21–23.

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. 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

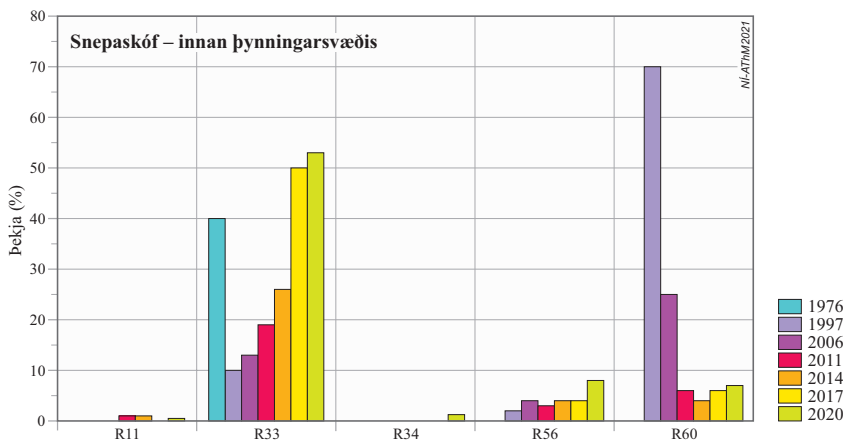
Klettastrý (*Ramalina subfarinacea*) er runnkennd flétta sem vex einkum á klettum og klöppum nærri sjó. Tegundin hafði mikla þekju á Stekkjarási þegar mælingar hófust 1976 og var þá í slíku magni að óhætt var talið að safna sýnum af henni til að mæla í magn flúors og brennisteins. Árið 2006 var hins 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. Klettastrý er hins vegar horfið úr reit 59. Reitirnir fjórir sem klettastrý hefur vaxið í eru allir innan þynningarsvæðis fyrir brennisteinstvíoxíðs auk þess sem reitur 33 er einnig innan þynningarsvæðis fyrir flúor.



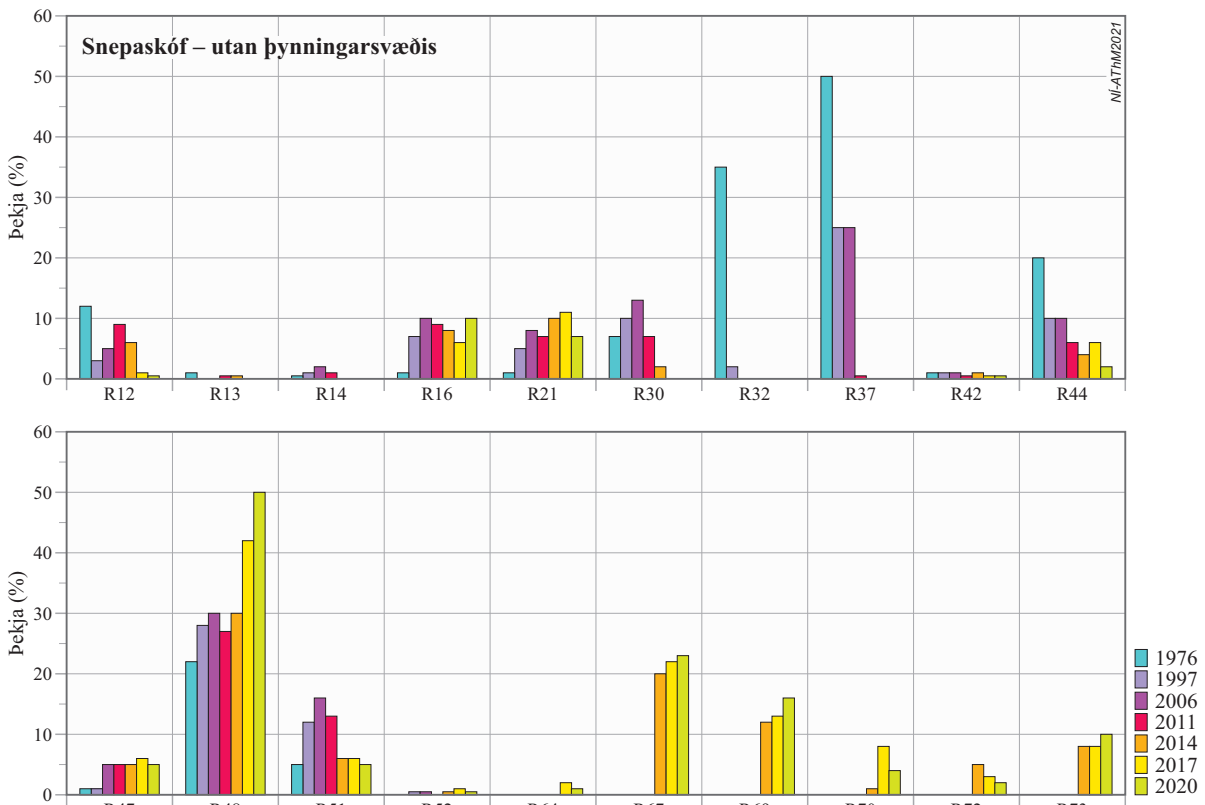
37. mynd. Þekja klettastrýs (*Ramalina subfarinacea*) í þremur reitum, 33 í Stekkjarási og 56 og 60 í Akrafjalli.

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 vera að auka þekju sína en sú er reyndin í öllum þeim reitum er tegundin kemur fyrir í innan þynningarsvæðisins. Stöðug þekjuaukning snepaskófar hefur verið í reit 33, sem er á Stekkjarási innan þynningarsvæðis fyrir flúor og brennistein, síðan 1997. Snepaskóf eykur einnig þekju sína í nokkrum reitum fjær iðnaðarsvæðinu en í öðrum dregur úr þekju tegundarinnar (39. mynd).



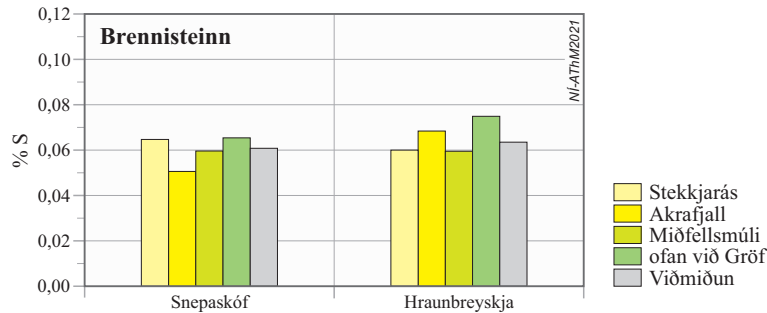
38. mynd. Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í fimm reitum sem allir eru staðsettir innan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs og flúors.



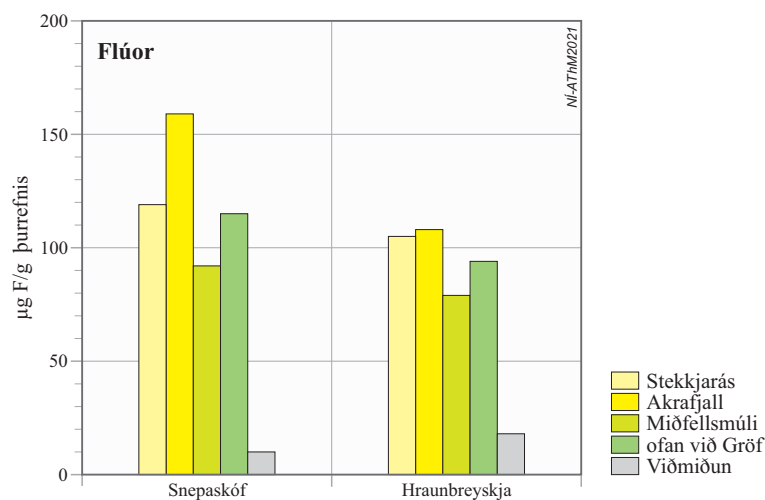
39. mynd. Þekja snepaskófar (*Parmelia saxatilis*) í 20 reitum sem allir eru staðsettir utan þynningarsvæðis brennisteinstvíoxíðs og flúors.

3.8 Mælingar á brennisteini og flúor

Magn brennisteins og flúors (40.–41. mynd) var mælt í hraunbrey skjju 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).



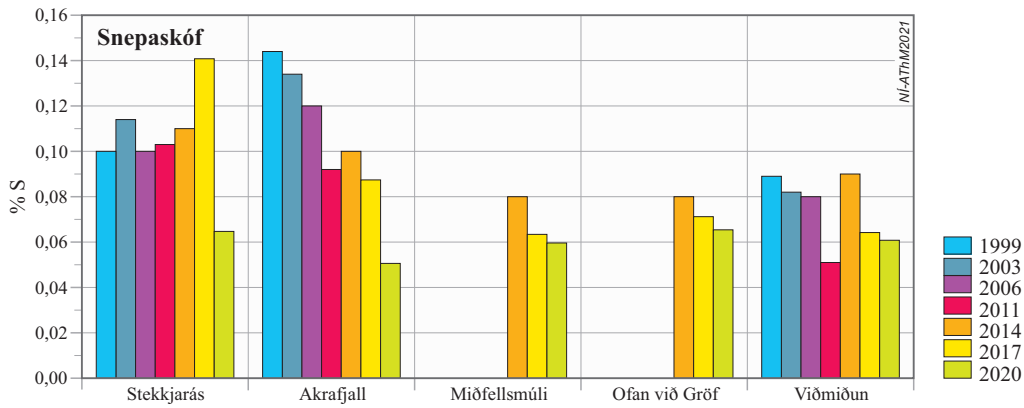
40. mynd. Magn brennisteins í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga árið 2020.



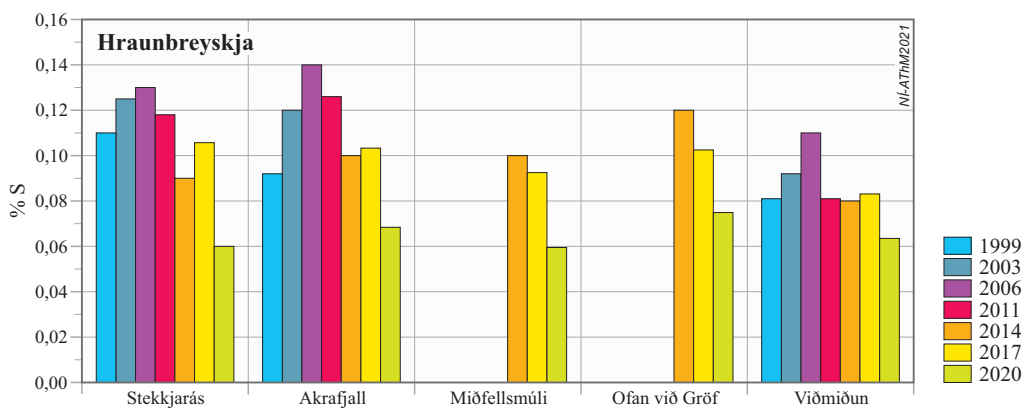
41. mynd. Magn flúors í tveimur fléttutegundum á klöppum í mismunandi fjarlægð frá iðnaðarsvæðinu á Grundartanga árið 2020.

Magn brennisteins mældist verulega minna en árið 2017, einkum innan þýnningarsvæðisins og á það við um báðar tegundirnar (40. og 42.–43. mynd). Líkt og 40. mynd ber með sér þá er ekki hægt að sjá umtalsverðan mun á magni brennisteins í grennd við iðnaðarsvæðið miðað við viðmiðunarsýnin sem tekin eru við Bifröst.

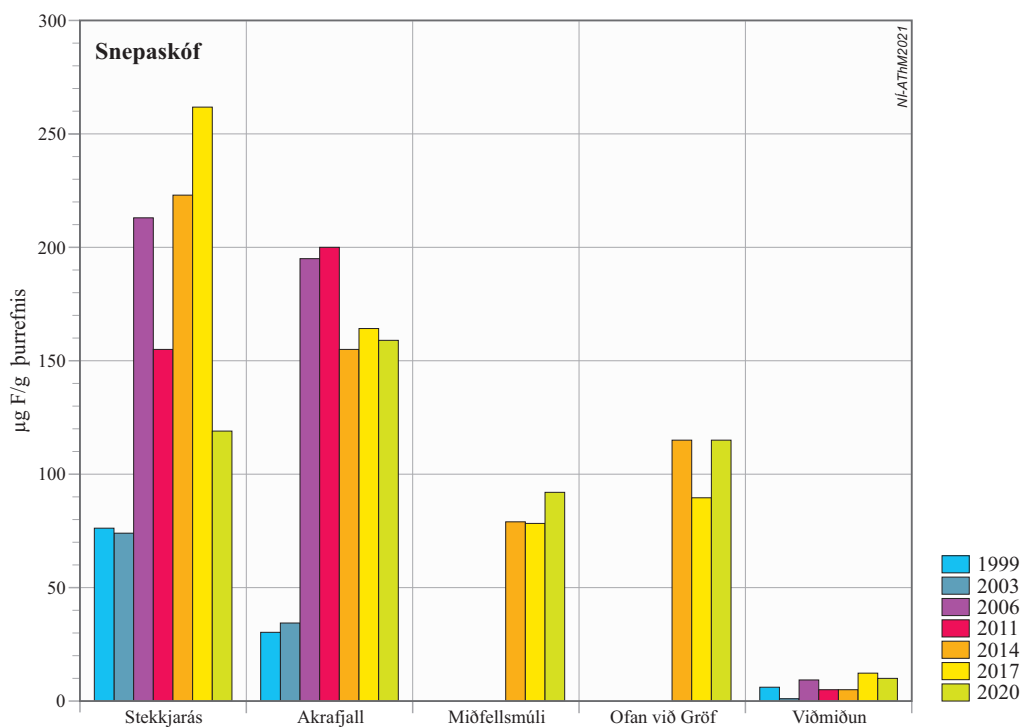
Líkt og fyrri ár þá mældist meira magn flúors í snepaskóf en hraunbrey skjju og mun meira í grennd við iðnaðarsvæðið en í viðmiðunarsýnunum (41. og 44.–45. mynd). Mest var af flúor í snepaskóf í Akrafjalli sem er rétt utan þýnningarsvæðis fyrir flúor en innan þýnningarsvæðis fyrir brennistein en þar mældust 159 µg F/g þurrefnis sem þó er lítillega minna magn en mældist 2017 þegar 164 µg F/g þurrefnis mældist á sama stað. Magn flúors á öðrum söfnunarstöðum ýmist lækkar eða hækkar (44.–45. mynd). Í hraunbrey skjju mældist minni flúor en í snepaskóf og mældist hann á bilinu 79–108 µg F/g þurrefnis, mestur í Akrafjalli, 108 µg F/g þurrefnis en minnstur á Miðfells múla, 79 µg F/g þurrefnis (41. og 45. mynd).



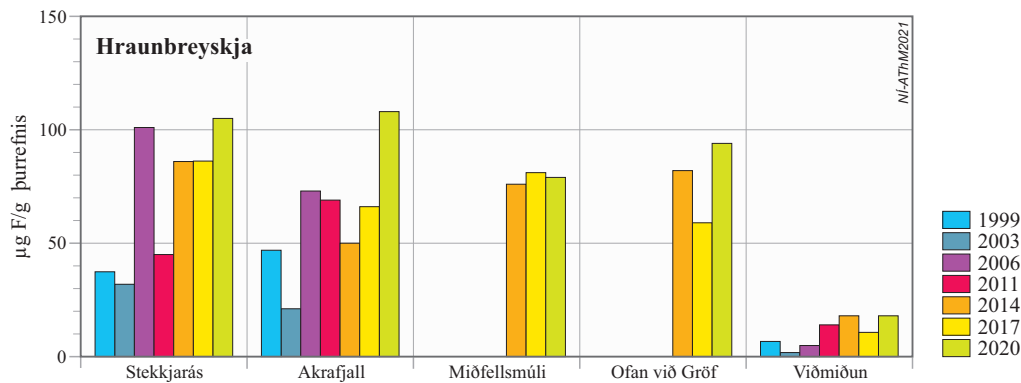
42. mynd. Samanburður á magni brennisteins í snepaskóf 1999, 2003, 2006, 2011, 2014, 2017 og 2020.



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



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



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

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 halli á aðhvarfslínunni og eykst þekjan lítillga eftir því sem nær kemur iðnaðarsvæðinu sé litið til aðhvarfslínunnar (1.–2. mynd).

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 minnkar í báðum tegundum (klettastrýi og snepaskóf) á öllum sýnatökustöðum síðan 2017 (42.–43. mynd). Lítil merkjanlegur munur er á magni brennisteins hvort sem er innan þynningarsvæðis eða á sýnatökustað viðmiðunarsýnis við Bifröst.

Magn flúors í snepaskóf innan þynningarsvæðisins minnkar miðað við árið 2017. Hins vegar eykst magn flúors í snepaskóf utan þynningarsvæðisins nema við Bifröst. Magn flúors í hraunbreyskju eykst á flestum sýnatökustöðunum (45. mynd). Umtalsvert minna er af flúor í hraunbreyskju

en snepaskóf (41. mynd). 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 fléttuþalsins hefur vafalítið mikið um það að segja hve mikið af flúor og brennisteini nær að safnast fyrir í því.

5 HEIMILDASKRÁ

Eva Yngvadóttir, Alexandra Kjeld, Friðrik K. Gunnarsson, Sigurður Thorlacius og Snævarr Örn Georgsson 2018. *Umhverfissvöktun iðnaðarsvæðisins á Grundartanga. Niðurstöður ársins 2017*. 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 og Hörður Kristinsson 2007. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 1997–2006*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-07002. Unnið fyrir Hönnun 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 og Lára Guðmundsdóttir 2015. *Gróðurbreytingar á klapparsamfélögum við Hvalfjörð 2011–2014*. Náttúrufræðistofnun Íslands, NÍ-15001. Unnið fyrir fyrirtæki sem standa að umhverfivöktun 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.