

Notkun fræ- og mosaslægju við endurheimt staðargróðurs í Vatnajökulspjóðgarði



Lokaskýrsla til VINA VATNAJÖKULS, hollvinasamtaka Vatnajökulspjóðgarðs

Janúar 2014

Járngerður Grétarsdóttir og Ragnar Frank Kristjánsson

Rit LbhÍ nr. 51

ISSN 1670-5785

Lokaskýrsla til VINA VATNAJÖKULS, hollvinasamtaka Vatnajökulspjóðgarðs
fyrir verkefnið:

Notkun fræ- og mosaslægju við endurheimt staðargróðurs í Vatnajökulspjóðgarði

Járngerður Grétarsdóttir og Ragnar Frank Kristjánsson

jarngerdur@lbhi.is og ragnarf@lbhi.is

Janúar 2014

Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfiseild

Ágrip

Markmið verkefnisins *Notkun fræ- og mosaslægju við endurheimt staðargróðurs í Vatnajökulsþjóðgarði* var að prófa og þróa aðferðir til að endurheimta staðargróður í þjóðgarðinum í kjölfar rasks. Verkefnið fól í sér að prófa söfnun og dreifingu á mosabrotum og fræslægju (ferskt fræhey, e. *fresh seed-containing hay*) við að græða upp sár í landi sem myndast m.a. eftir göngustígagerð. Tilraunir hófust haustið 2012, þegar efniviðnum var safnað í næsta nágrenni við göngustíg og dreift í reiti í stíggantinn sem grær seint upp af sjálfsdáðum. Í maí og september 2013 var landnám gróðurs í tilraunareitum skráð og kannað hvað dreifing mosabrota og fræslægju skilaði umfram náttúrulegt landnám gróðurs úr umhverfinu.

Dreifing mosabrota var prófuð í kanti göngustígs að Skaftafellsjökli, um 250 m frá þjónustumiðstöð í Skaftafelli og dreifing fræslægju var prófuð í kanti sama göngustígs, um 1,1 km frá þjónustumiðstöð nærri Skaftafellsjökli. Einnig var skoðað hvort slægjupakning yfir mosabrotin og sand- og moldarblanda sem undirlag hefði áhrif á árangur.

Í tilraununum kom í ljós að hægt var að hraða landnámi mosagróðurs í stíggöntum með handvirkri dreifingu á mosabrotum sem safnað var úr nágrenninu. Aðferðin sem gafst best var að dreifa þunnu lagi af slægjupakningu yfir mosabrotin og með því móti var árangurinn um 15% mosabekja einu ári eftir aðgerðir í samanburði við um 1% mosabekju þar sem eingöngu mosabrotum var dreift og þar sem aðeins náttúrulegt landnám úr umhverfinu var í gangi (viðmiðunarreitir). Líklega hefur þunn hlífðarþekja, sem heldur mosabrotunum á yfirborðinu og veitir raka, mikið að segja við að halda lífi í mosabrotunum meðan þau festast við undirlagið en ekki má lofta um brotin meðan á því ferli stendur. Í yfirborði stíggantsins var fíngerð einsleit mól sem er erfið fyrir landnám gróðurs m.a. vegna þess hve efnið er gegndræpt, næringarsnautt og efsta lag þess hreyfist auðveldlega við traðk.

Aðferðin sem prófuð var í verkefninu við að safna mosabrotum reyndist ágætlega. Mosabrotum var safnað með því að að handtína lítil mosabúnt (ekki meira en 5-6 cm í þvermál) upp úr þéttri mosabembu og loka opinu sem myndast strax með því að þrýsta mosabembunni saman aftur. Aðferðin var fljótleg og safnaði t.d. einn starfmaður um 25-30 L af mosabrotum á 1 klst. Mosabemban lét ekki á sjá eftir söfnunina en líklega þarf að veita og meta eftir aðstæðum á hverjum stað hvort, og þá hversu mikið, tína mætti af mosa án þess að skaða mosagróðurinn og fer það m.a. eftir þykkt mosabembunnar.

Fræslægja er nýsleginn gróður að hausti eftir að fræþroska er náð og byggir uppgræðsluaðferðin á því að safna og dreifa fræslægjunni strax (án þurrkunar eða annarrar meðhöndlunar) á raskað viðtökusvæði. Í slægjunni eru fjölgunareiningar plantna s.s. fræ og mosabrot sem með tímanum hrynja niður úr slægjunni og veitir þakningin skjól, raka og lífrænt efni sem er mikilvægt meðan landnám á sér stað. Tilraunin með söfnun og dreifingu fræslægju í Skaftafelli varð fyrir skakkaföllum í miklu vatnsveðri og leysingum, svo að efniviðnum sem hafði verið dreift í tilraunareiti skolaði algjörlega í burtu. Því var ekki hægt að vinna meira með þá tilraun og segja til um hverju sú aðferð skili við aðstæðurnar í Skaftafelli. Aðferðin er þó sérstaklega áhugaverð fyrir svæði þar sem vinna á að uppgræðslu með gróðurinn á staðnum og hefur gefið ágætán árangur við endurheimt graslendis með blómjurtum á Hellisheiði og í graslendisgróðri í Evrópu.

Vert er að líta á allt lífrænt efni, sem til fellur eða myndi eyðast við framkvæmdir t.d. vega- og stígalögn, sem verðmæti þar sem það gæti nýst síðar við uppgræðslu. Þetta geta verið gróðurtorfur, mosabúnt, mold með fræforða staðargróðursins, sleginn gróður sem gæti nýst sem þakning og fræslægja sem safnað er að hausti.

Efnisyfirlit

1. Inngangur	bls.	5
2. Aðferðir		6
2.1. Tilraunaskipulag		6
2.2. Lýsing á tilraun I. Söfnun og dreifing mosabrota í stílkanti nærri þjónustumiðstöð í Skaftafelli		6
2.3. Lýsing á tilraun II. Söfnun og dreifing fræslægju á svæði nærri Skaftafellsjökli		9
2.4. Gróður mælingar		11
3. Niðurstöður		13
3.1. Gróðurfar á gjafasvæðum		13
3.2. Tilraun I. Söfnun og dreifing mosabrota		13
3.3. Tilraun II. Söfnun og dreifing fræslægju		19
4. Umræða		20
5. Samantekt		25
6. Þakkir		26
7. Heimildir		26

Ljósmyndir eru teknar af Járngerði Grétarsdóttur nema annað sé tekið fram.

1. Inngangur

Þegar eyða þarf grónu landi vegna óhjákvæmilegrar mannvirkjagerðar er æskilegast að græða landið upp aftur með samskonar gróðri og finnst í umhverfinu ef hægt er. Slík uppgræðsla felur gjarnan í sér notkun innlendra plöntutegunda og endurheimt villts, sjálfbærs gróðurs og lokar röskuðu landi á þann hátt að náttúrulegt yfirbragð svæðisins varðveitist.

En hvernig er hægt að græða upp svæði með gróðri úr umhverfinu? Nokkrar aðferðir, sem m.a. hafa verið notaðar hér á landi, hafa flýtt fyrir endurheimt staðargróðurs. Ein mikilvæg leið er að taka gróðurtorfurnar, sem myndu eyðast við framkvæmdir, til hliðar og setja yfir raskaða svæðið eftir aðgerðir og hafa meðal annars verið gerðar tilraunir með mismunandi stærð torfanna og nánari framkvæmd (Jón Guðmundsson 2007, Ása L. Aradóttir 2011). Sáning grastegunda og áburðargjöf í raskað land hefur einnig stuðlað að auknu landnámi plöntutegunda úr umhverfinu, sérstaklega þegar til lengri tíma er litið (Sigurður Greipsson og El-Mayas 1999, Járngerður Grétarsdóttir o.fl. 2004) og líka þegar til styttri tíma er litið (Áslaug Helgadóttir og Sigurður H. Magnússon 1992, Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir 2009). Grassáningar stinga þó oft í stúf við umhverfið fyrstu árin og jafnvel áratugi eftir sáningu og geta tafið landnám tegunda úr umhverfinu (Elín Gunnlaugsdóttir 1982, Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1991), og virðist það eiga sérstaklega við áður en grassinan hefur náð að brotna niður. Áburðargjöf ein og sér hefur einnig stuðlað að auknu landnámi plantna úr umhverfinu (Ásrún Elmarsdóttir 2000). Og það hefur sýnt sig að dreifing á heyi eykur gróðurþekju (Sigþrúður Jónsdóttir 2006) en ekki hefur verið kannað hvort um landnám tegunda úr umhverfinu sé að ræða sem njóta góðs af heypakningunni eða hvort fræmagn berst með heyinu. Allar þessar aðferðir hafa stuðlað að auknu landnámi plöntutegunda úr umhverfinu, sérstaklega þegar til lengri tíma er litið. Einnig hafa verið gerðar prófanir með söfnun á fræi af nokkrum innlendum plöntutegundum (Magnús H. Jóhannsson og Ása L. Aradóttir 2004). Náttúrulegt landnám plöntutegunda úr umhverfinu á sér einnig stað á röskuðum svæðum en framvinda er gjarnan hæg á mannlegum mælikvarða.

Á árunum 2007-2009 voru gerðar tilraunir með endurheimt staðargróðurs á Hellisheiði með aðferð sem annars hefur lítið verið reynd hérlendis (Járngerður Grétarsdóttir 2011). Aðferðin, sem kalla má söfnun og dreifing fræslægju (e. *transfer of fresh seed-containing hay*), hefur verið notuð erlendis um nokkurt skeið með góðum árangri, sérstaklega við uppgræðslu gras- og blómlendis (t.d. Kiehl o.fl. 2010). Uppgræðsluaðferðin byggir á því að safna fræjum og öðrum fjölgunareiningum plantna með því að slá gróður á gjafasvæði (e. *donor area*) á réttum tíma með hliðsjón af fræþroska og flytja fræ- og mosaslægjuna strax á raskað svæði (e. *receptor area*) sem ætlunin er að loka með staðargróðrinum. Tilraunirnar á Hellisheiði sýndu ágætan árangur af dreifingu fræslægju úr mosaríku gras- og blómlendi en mun síðri árangur úr lyngmóa.

Markmið þessa verkefnis *Notkun fræ- og mosaslægju við endurheimt staðargróðurs í Vatnajökulsþjóðgarði* var að prófa aðferðir til að endurheimta staðargróður í þjóðgarðinum og fólst það í að prófa söfnun og dreifingu á mosabrotum og fræslægju til að græða upp sár í landi sem myndast m.a. eftir göngustígagerð. Verkefnið hlaut tveggja ára styrk frá Vinum Vatnajökuls árið 2011, fyrra framkvæmdarárið var 2012 og seinna 2013. Í þessari skýrslu er gerð grein fyrir lokaniðurstöðum verkefnisins.

2. Aðferðir

2.1 Tilraunaskipulag

Í september 2012 voru lagðir út tilraunareitir á tveimur svæðum í stígganti göngustígs frá Þjónustumiðstöðinni í Skaftafelli inn að Skaftafellsjökli. Annars vegar var lögð út tilraun með söfnun og dreifingu mosabrota (tilraun I) í stígganti út á aurnum um 250 metra frá Þjónustumiðstöð (1. mynd a). Hins vegar var söfnun og dreifing fræslægju prófuð (tilraun II) í sama stígganti um 1,1 km frá Þjónustumiðstöð, nærri fjallshlíð, um 700m frá Skaftafellsjökli (1. mynd b). Á aurnum var mosapemba með birki og lyngtegundum í nánasta umhverfi tilraunarinnar en vallendi ásamt birki- og víðikjarri á tilraunasvæðinu nær jöklinum.

Á báðum stöðum voru lagðar út fimm endurtekningar (tilraunablokkir) með þremur 70 x 120 cm reitum í hverri blokk, samtals fimmtán reitir á hvorum stað. Í tilraun I var tilraunareitunum síðar skipt í tvennt, a og b hluta vegna dreifingar á slægjupakningu (sjá lýsingu á tilraun I). Reitastærð var höfð 70 x 120 cm til að gera ráð fyrir jaðaráhrifum en gróðurmælingar voru gerðar í tveimur 50 x 50 cm römmum (a og b hluti) sem staðsettir voru í miðju reitsins og reitir því með 10 cm jaðarkant.



1. mynd a) Yfirlit yfir tilraunareiti með söfnun og dreifingu mosabrota í stígganti göngustígs að Skaftafellsjökli (tilraun I). Mosapemba og birkikjarr í nánasta umhverfi. Mynd tekin 13. sept. 2012. **b)** Tilraunareitir með söfnun og dreifingu fræslægju lagðir út í stígganti sama göngustígs en nær Skaftafellsjökli (tilraun II), með birkikjarr og blómgróður í nánasta umhverfi. Mynd tekin 12.sept. 2012.

2.2 Lýsing á tilraun I: Söfnun og dreifing mosabrota í stígganti nærri Þjónustumiðstöð í Skaftafelli

Eftirfarandi tilraunaeðferðir voru prófaðar og var valið af handahófi hvaða tilraunaeðferð fór í hvern reit (sjá einnig 1.töflu).

1. Dreifing mosabrota.
2. Dreifing mosabrota með þunnri slægjupakningu.
3. Dreifing mosabrota á þunnt (1-2cm) moldar- og sandlag.

4. Dreifing mosabrota á þunnt (1-2cm) moldar- og sandlag með þunnri slægjuþakningu.
5. Viðmiðun, engar aðgerðir.

1. tafla. Tilraunuppsetning í tilraun I með söfnun og dreifingu mosabrota. Fyrsta blokk og fyrsti reitur voru næst þjónustumiðstöð og þaðan í rétttri röð, samhliða stígnum, að jöklinum.

Blokk	Reitur nr	Meðferð	Reitahluti í gróður-	
			mælingum og dreifingu þakningar	Slægjuþakning
1	1	Viðmiðun	a	
1			b	
1	2	Mosabrot	a	þakning
1			b	
1	3	Mosabrot og sandmold	a	
1			b	þakning
2	4	Mosabrot og sandmold	a	þakning
2			b	
2	5	Viðmiðun	a	
2			b	
2	6	Mosabrot	a	
2			b	þakning
3	7	Viðmiðun	a	
3			b	
3	8	Mosabrot og sandmold	a	þakning
3			b	
3	9	Mosabrot	a	
3			b	þakning
4	10	Mosabrot og sandmold	a	þakning
4			b	
4	11	Mosabrot	a	
4			b	þakning
4	12	Viðmiðun	a	
4			b	
5	13	Mosabrot og sandmold	a	þakning
5			b	
5	14	Viðmiðun	a	
5			b	
5	15	Mosabrot	a	
5			b	þakning

*: Reitahluti notað í gróðurmælingum og hvort um sé að ræða þakningu eða ekki. Reitahluti a er alltaf nær þjónustumiðstöð

Mosabrotum í tilraunina var safnað 12.september 2012 og framkvæmd þannig að sem minnst röskun yrði á mosagróðrinum (gjafasvæðinu). Söfnunin fór þannig fram, að gengið var um í nágrenni tilraunareitanna og handtýnd mosabúnt, ekki meira en 5-6 cm að þvermáli, úr mosabembunni (2. mynd a). Neðri hluti mosans var skilin frá og settur ofan í holuna sem myndaðist (2. mynd b). Holunni var lokað með því að ýta mosabekjunnú létt saman og jafna út misfellur (2.mynd c). Handtínsla mosans var fljótleg og safnaði einn starfsmaður um 25-30 lítrum af mosa á 1 klst og hafði tínslan mjög lítill sjáanleg ummerki í för með sér (2.mynd d). Fótspor eftir safnarana sáust aðeins í mosabembunni eftir tínsluna en allar líkur eru á að slík ummerki jafni sig fljótt þegar mosinn hefur rétt úr sér á ný t.d. við það að fá vætu. Mosabúntin voru sett í kassa með háum brúnum og tætt niður í mosabrot með handsláttuorfi með plastþræði og 3 L af mosabrotum dreift jafnt í 70 x 120cm tilraunareit (3. mynd a-d).



2. mynd Mosabúnt tínd með höndum (a), neðri hluti skilinn frá og skilað í holu (b), og holu lokað til að afmá ummerki um tínslna (c). Mjög lítil ummerki voru sjáanleg eftir mosatínslna (d). Söfnun mosans var úr mosabembu nærri göngustíg að Skaftafellsjökli í næsta nágrenni við tilraun I. Myndir teknar 12.sept. 2012.



3. mynd a) Handtínd mosabúnt sett í kassa með háum brúnum, b) mosinn skorin með handsláttuorfi c) niður í um 1-3 cm mosabrot d) og mosabrotum dreift í viðkomandi tilraunareiti. Myndir teknar 12.sept. 2012.

Í yfirborði stíggantsins var fíngerð og einsleit mól og í tilrauninni var kannað hvort hægt væri að bæta árangur aðgerða með fínkornóttara undirlagi. Því var þunnu moldar- og sandlagi (1-2cm) dreift sem undirlagi undir mosabrotin í viðkomandi reitum (4. mynd a). Valið var af handahófi hvaða reitir fengu sand- og moldarblönduna og var notuð hrein mold úr neðri moldarlögum til að forðast að aðkomufræ fylgdu með. Við moldina var blandað leirkenndum sandi sem safnað var á áreyri. Mold og sandi var blandað í hlutföllunum mold 4: sandur 5 og hrært vel saman. Fjórum lítrum af moldarsand blöndunni var dreift í viðkomandi reit.

Upphaflegt tilraunaskipulag gerði ráð fyrir dreifingu á fræ- og mosaslægju í tilraun I. Þegar aðstæður nærri stíggantinum voru skoðaðar nánar kom í ljós að sláttur á mosapembunni myndi ekki henta og því aðferð við söfnun mosaslægju (mosabrota) breytt samkvæmt ofangreindri verklýsingu. Því safnaðist ekki slægja (nýslegin gróður) með mosabrotunum. En þar sem fyrri tilraunir með svipaðan efnivið höfðu sýnt að þakning var mikilvæg fyrir lifun mosabrota var ákveðið að setja þakningu af slægju yfir mosabrotin í tilrauninni en einnig að hafa helming reita án þakningar til að svara því hversu mikilvæg þakningin væri. Valið var af handahófi hvor helmingur tilraunareita (a eða b) fengi slægjuþakningu og var þunnri þakningu (2-3 cm) af slægju dreift yfir mosadreifinguna (4. mynd b). Slægjunni var safnað af nærliggjandi túni (tjaldsvæði) sem hafði verði slegið mörgum sinnum yfir sumarið og var nær eingöngu gras og án nokkurs sjáanlegs fræs eða blómhluta plantna.



4. mynd a) Þunnu lagi af sand- og moldarblöndu (1-2 cm) var dreift undir mosabrotin í viðkomandi reitum. **b)** Þunn þakning (2-3 cm) af slægju (nýslegin gróður, að mestu leiti gras) var dreift yfir annan helming tilraunareita (a eða b) sem fengu mosabrot. Myndir teknar 12.-13. sept. 2012.

2.3 Lýsing á tilraun II: Söfnun og dreifing fræslægju í stígganti nærri Skaftafellsjökli

Eftirfarandi tilraunaeðferðir voru prófaðar og valið af handahófi hvaða tilraunaeðferð fór í hvern reit.

1. Dreifing fræslægju.
2. Dreifing fræslægju á þunnt (1-2cm) moldar- og sandlag.
3. Viðmiðun, engar aðgerðir.

2. tafla Tilraunuppsetning í tilraun II í Skaftafelli: Söfnun og dreifing fræslægju í stígganti nærri Skaftafellsjökli. Fyrsta blokk og fyrsti reitur voru næst þjónustumiðstöð og þaðan í réttri röð samhliða göngustígnum, 15. reitur næst jökli.

Blokk	Reitur nr	Meðferð
1	1	Viðmiðun
1	2	Fræslægja
1	3	Fræslægja og sand4mold6
2	4	Fræslægja og sand4mold6
2	5	Fræslægja
2	6	Viðmiðun
3	7	Fræslægja og sand4mold6
3	8	Fræslægja
3	9	Viðmiðun
4	10	Viðmiðun
4	11	Fræslægja
4	12	Fræslægja og sand4mold6
5	13	Viðmiðun
5	14	Fræslægja og sand4mold6
5	15	Fræslægja

*: Reitahluti notað í gróðurmælingum. Reitahluti a er alltaf nær þjónustumiðstöð

Söfnun og dreifing fræslægju er uppgræðsluáferð þar sem safnað er fræjum og öðrum fjölgunareiningum plantna með því að slá gróður á gjafasvæði, á réttum tíma með hliðsjón af fræþroska, og flytja fræslægjuna strax á raskað svæði sem ætlunin er að loka með staðargróðri. Fátíður sláttur á jurtkendum tegundum eins og grösum, hálfgrösum og blómjurtum hefur lítil áhrif á gjafasvæðin því hæfileiki planta til að vaxa aftur eftir slátt, beit og önnur áföll er mikill, sérstaklega þegar sláttur fer fram seint á vaxtartímabili plantnanna. Sláttur á lyngtegundum hefur meiri áhrif á gjafasvæðið þó endurvöxtur sé einnig til staðar hjá lyngtegundum.

Fræslægju var safnað í Skaftafelli þannig að slegið var um 12-16 m² svæði í næsta nágrenni við tilraun II með handsláttuorfi með ílöngum hníf um miðjan september (6.mynd a). Ferskri fræslægjunni var rakað saman með laufhrífu (6.mynd b) og safnað í poka. Slægjumagnið sem safnaðist var á að giska 50-100 lítrar og innihélt ýmsar plöntutegundir með fræ og einnig mosabrot (6. mynd c). Fræslægjunni var handdreift í viðkomandi tilraunareiti og var þykkt lagsins um 3-5 cm (6. mynd d). Samanlagt flatarmál reitanna sem fengu fræslægju var 0,70 m x 1,20 m x 10 reitir = 8,4 m². Hlutfall gjafasvæðis (slegið svæði) á móti viðtökusvæði (tilraunareitir) var því um 2:1.

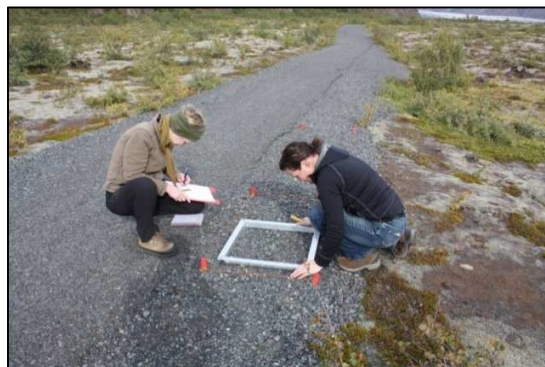
Þunnu moldar- og sandlagi (1-2 cm) var dreift sem undirlagi undir fræslægjuna í viðkomandi reitum. Sama mold og sandur var notað og í tilraun I nema að hlutföll í blöndu í fræslægjutilraun voru: mold 6: sandur 4.



6. mynd a) Gjafasvæði fyrir fræslægju slegið, b) rakað saman með laufhrífu og safnað í poka. c) Nærmynd af fræslægju; ýmsar háplöntutegundir með fræ og einnig mosabrot. d) Slægju handdreift í viðkomandi tilraunareiti. Söfnun fræslægju fór fram nærri göngustíg að Skaftafellsjökli, í gras- og blómlendi í námunda við tilraun II. Myndir teknar 12. sept 2012.

2.4 Gróðurmælingar

Í verkefninu voru gerðar gróðurmælingar á gjafasvæðum, þar sem söfnun mosabrota og fræslægju fór fram nærri tilraunum I og II, og í tilraunareitum þar sem efniviðnum (mosabrotum og fræslægju) var dreift (7. mynd).



7. mynd Gróðurmælingar í tilraun með dreifingu mosabrota (tilraun I), í stígganti göngustígs að Skaftafellsjökli. Mynd tekin 12.sept. 2012 af Ragnari Frank Kristjánssyni, áður en dreifing mosabrota fór fram.

Gjafasvæði

Gróðurmælingar á gjafasvæðum fóru fram í september 2012 áður en efniviðnum var safnað og gerðar í þeim tilgangi að fá gróft mat á hvaða plöntutegundir væru til staðar. Efniviðnum (mosabrot og fræslægju) var ekki safnað úr afmörkuðum reitum, heldur af vissu svæði (sjá aðferðalýsingu).

Gróðurmælingar á svæðinu við tilraun II voru gerðar þannig að lagðir voru út sex $0,25\text{m}^2$ (50×50 cm) gróðurmælirammur á stöðum þar sem gróðurinn var þéttastur (og því mest af slægjunni safnað) og skráð hvaða háplöntutegundir fundust. Gróðurmælingarnar voru því ekki tæmandi en gáfu engu að síður þokkalegt mat á hvaða háplöntutegundir voru algengastar og slegnar. Í mosabembunni við tilraun I var eingöngu skráð hvaða mosategund væri ríkjandi á svæðinu og safnað.

Tilraunareitir

Gróðurmælingar í tilraunareitum voru gerðar í maí 2013, vorið eftir dreifingu mosabrota og fræslægju, og í september 2013. Gróðurmælingar í tilraunareitum voru nákvæmari en á gjafasvæðum og gerðar til að fylgjast með árangri aðgerðanna, þ.e. landnámi gróðurs í tilraunareitum og ómeðhöndluðum reitum til samanburðar. Tilraunareitir voru upphaflega skipulagðir sem fimmtán 70×120 cm reitir í báðum tilraunum en síðar skipt í tvennt, í a og b hluta vegna slægjuþakningar í tilraun I og reitir þar því 70×60 cm. Allar gróðurmælingar í tilraunareitum, í báðum tilraunum I og II, voru gerðar í 50×50 cm gróðurmælirömmum, sem staðsettir voru 10cm inn frá útjöðrum reits, í a og b hluta tilraunareita.

Í tilraun I voru eftirfarandi gróðurmælingar gerðar: Skráð var tíðni mosa með 50×50 cm gróðurmæliramma sem skipt hafði verið upp í hundrað 5×5 cm smáreiti. Tíðni mosans var því fundin þannig út að talið var í hve mörgum smáreitum mosi fannst, ef mosi fannst í 45 reitum af 100, var tíðnin 45%. Mælingar á tíðni eru fljótlegar og nýttast ágætlega við samanburði á tíðni sem mæld er með nákvæmlega sama hætti. Hafa verður þó vel í huga að niðurstöður tíðnimælinga eru alveg háðar stærð þess smáramma sem skráning fer fram í. Tíðni sinuþekju var einnig mæld með sama hætti. Hlutfallsleg þekja mosa og slægjuþakningar af heildaryfirborði reita var skráð í þekjuflokka sem sjá má í 3.töflu. Ef þurrt var í veðri voru allir reitir vökvaðir með vatni áður en mælingar fóru fram til að auðveldara væri að sjá hvort mosabrotin væru lifandi. Einnig voru háplöntutegundir sem fundust í tilraunareitum skráðar. Alls voru gerðar mælingar í 30 gróðurmælirömmum í mosadreifingartilraun.

Í fræslægjutilraun voru gerðar upphafsmælingar í reitum í september 2012 en vegna skemmda á tilraunareitum var ekki hægt að mæla árangur fræslægjudreifingar og tilraunin tekin niður í maí 2013 (sjá nánar í niðurstöðukafla).

Eftir mælingar á gróðri í mosadreifingartilraun í maí 2013 var hætt með hluta af tilraunareitum. Það voru reitir þar sem dreifing mosabrota var með sand- og moldarblöndu í undirlagi. Sú aðferð sýndi mjög lítinn árangur og voru það eftirtaldir reitir: 1 Blokk-3 reitur, 2 blokk-4reitur, 3 blokk-8reitur, 4 blokk-10reitur, 5blokk-13reitur. Í þessa reiti var hluti af mosabrotatilraun endurtekin. Sett var sand- og moldarlag, safnað og dreift mosabrotum og slægjuþakning sett ofan á, þ.e. sömu aðferðafræði beitt og áður. Tilraunin var sett af stað til að vita hvort svipaðar niðurstöður fengust eftir annan vetur. Árangur af þeirri tilraun mun koma í ljós sumarið 2014 og er því ekki greint frá þeim niðurstöðum í þessari skýrslu.

3. tafla Þekjuflokkar notaðir í gróður­mælingum í mosadreifingartilraun í Skaftafelli. Miðgildi flokks var notað í útreikningum á meðalþekju.

Þekjuflokkur (% þekja)	Miðgildi		Þekjuflokkur % (frh)	Miðgildi (frh)
+ (< 1% þekja)	0,5		50-54	52
1, 2, 3, 4	1, 2, 3, 4		55-59	57
5-9	7		60-64	62
10-14	12		65-69	67
15-19	17		70-74	72
20-24	22		75-79	77
25-29	27		80-84	82
30-34	32		85-89	87
35-39	37		90-94	92
40-44	42		95-99	97
45-49	47		100	100

Úrvinnsla gagna

Reiknuð var lýsandi tölfræði fyrir allar mælibreytur. Samanburður á meðaltíðni mosabrota, þakningar, hlutfallslegri þekju mosa og hlutfallslegri þakningu milli mismunandi tilraunameðferða var gerður með einsþáttar fervikagreiningu og samanburður á einstökum meðaltölum með Tukey prófi. Kannað var samband milli hlutfalls þakningar og hlutfalls mosapekju í september 2013 með útreikningi á fylgnistuðli (r_{Pearson}). Tölfræðileg úrvinnsla var gerð með forritinu SAS Enterprise Guide 4.2.

3. Niðurstöður

3.1 Gróðurfar á gjafasvæðum

Hraungambri (*Racomitrium lanuginosum*) myndaði mosabembuna á gjafasvæðinu við mosabrotatilraun og voru mosabrotin af þeirri tegund. Algengar háplöntutegundir með fræ á gjafasvæðinu við fræslægjutilraun voru m.a. hvítmári, lokasjóður, ilmreyr, blávingull, vallarsveifgras, bugðupunktur, vallhæra og kattartunga. Gera má ráð fyrir að sömu tegundir hafi verið algengastar í slægjunni sem safnaðist. Auk háplöntutegunda voru rakakærar mosategundir í staðargróðrinum og töluvert af mosabrotum í fræslægjunni (6. mynd c).

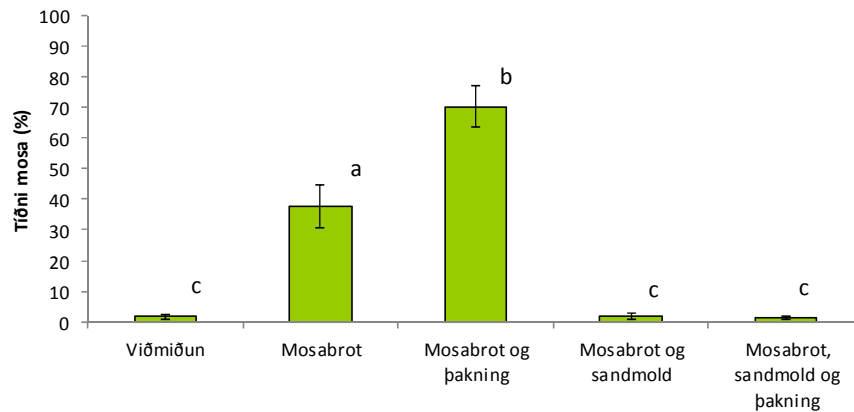
3.2 Tilraun I. Söfnun og dreifing mosabrota

Tíðni mosa

Maí 2013

Niðurstöður úr reitum með dreifingu mosabrota sýndu marktækan mun á tíðni mosa í maí 2013 ($p < 0,0001$, $F = 52,5$). Tíðnin var marktækt mest (70%) þar sem mosabrotum hafði verið dreift með þakningu

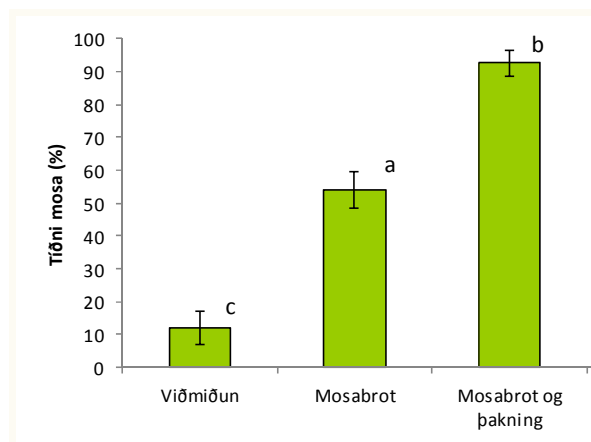
og án moldar-og sandlags sem undirlags og marktækt næstmest (38%) þar sem mosabrotum var eingöngu dreift ($p < 0,05$). Mjög lág tíðni mosa (1-2%) var í öðrum meðferðum og viðmiðunarreitum (lágmarks marktækur munur á tíðni var 18%) (8. mynd).



8. mynd. Meðaltíðni lifandi mosa (meðaltöl \pm 1 SE) eftir meðferðum í tilraunareitum í mosadreifingartilraun í Skaftafelli í maí 2013. Mosabrotum var dreift í tilraunareiti í september 2012 er tilraunin hófst. Það var ekki marktækur munur á meðferðum með sama bókstaf.

Sept 2013

Í september 2013 hafði tíðni mosa aukist frá því í maí 2013. Þá var einnig marktækur munur á tíðni mosa eftir meðferðum ($p < 0,0001$, $F = 69,11$). Tilraunameðferðir voru færri í september en maí 2013 (sjá aðferðalýsingu). Tíðnin var marktækt mest (93%) þar sem mosabrotum hafði verið dreift með þakningu og næstmest (54%) þar sem mosabrotum var eingöngu dreift og minnst í viðmiðunarreitum (12%) ($p < 0,05$, lágmarks marktækur munur á tíðni var 18%) (9. mynd).

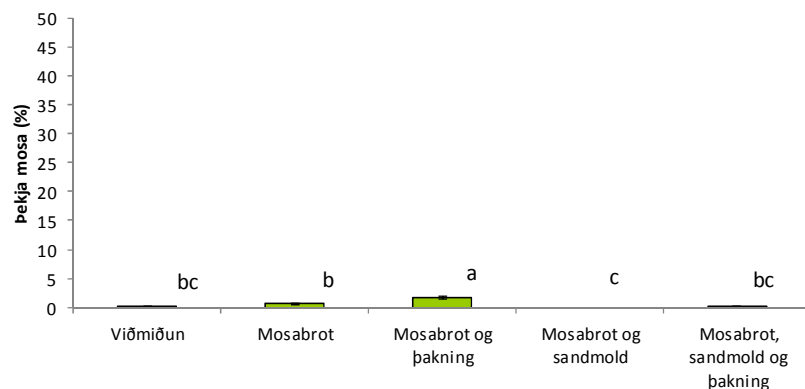


9. mynd Meðaltíðni lifandi mosa (meðaltöl \pm 1 SE) eftir meðferðum í tilraunareitum í mosadreifingartilraun í Skaftafelli í september 2013. Mosabrotum var dreift í tilraunareiti í september 2012 er tilraunin hófst. Hætt var með tilraunareiti með sand og moldarblöndu í undirlagi eftir mælingar í maí 2013 og ný tilraun sett af stað (sjá kafla 2.4 um gróðurmælingar, og samanburð við 8. mynd). Það var ekki marktækur munur á meðferðum með sama bókstaf.

Hlutfallsleg þekja mosa

Maí 2013

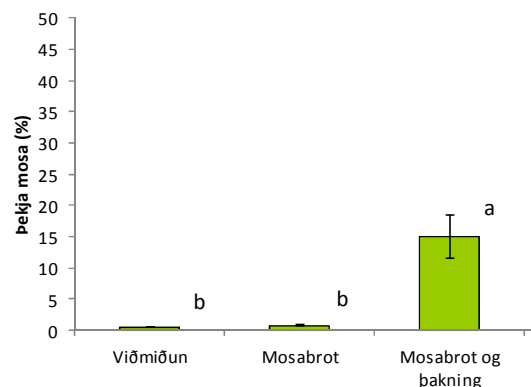
Hlutfallsleg þekja mosa af heildarþekju yfirborðs var mjög lág í öllum meðferðum í maí 2013 (1-2%) en þó var marktækur munur milli meðferða og var þekja mosa marktækt mest (1,6%) þar sem mosabrotum hafði verið dreift með slægjupakningu og án moldar-og sandlags sem undirlags. ($p < 0,0001$, $F = 24,83$) (10.mynd).



10.mynd Meðalþekja lifandi mosa (meðaltöl ± 1 SE) eftir meðferðum í tilraunareitum í mosadreifingartilraun í Skaftafelli í maí 2013. Mosabrotum var dreift í tilraunareiti í september 2012 er tilraunin hófst. Það var ekki marktækur munur á meðferðum með sama bókstaf.

Sept 2013

Hlutfallsleg þekja mosa var meiri í tilraunareitum í september 2013 en maí 2013 og var marktækt ólík milli meðferða í september 2013 ($p = 0,0002$, $F = 18,01$). Þekja mosa var marktækt mest (15%) þar sem mosabrotum hafði verið dreift með slægjupakningu en þekja mosa var mjög lág (um 1%) í öðrum meðferðum ($p < 0,05$, lágmarks marktækur munur á þekju 7,4%) (11.-15. mynd).



11. mynd Meðalþekja lifandi mosa (meðaltöl ± 1 SE) eftir meðferðum í tilraunareitum í mosadreifingartilraun í Skaftafelli í september 2013. Mosabrotum var dreift í tilraunareiti í september 2012 er tilraunin hófst. Það var ekki marktækur munur á meðferðum með sama bókstaf.



12. mynd Tilraunareitur í mosadreifingartilraun í stígganti göngustígs að Skaftafellsjökli. Engum mosabrotum né þakningu dreift í reit, heldur reitur notaður til viðmiðunar vegna náttúrulegs landnáms gróðurs úr umhverfinu. Mynd tekin 30.september 2013.



13. mynd Tilraunareitur í mosadreifingartilraun í stígganti göngustígs að Skaftafellsjökli. Mosabrotum var dreift í allan reitinn í september 2012 en slægjuþakningu aðeins í þann helming reitsins sem er til hægri á mynd. Mosabrotin hafa fest sig og vaxið þar sem þakning var til staðar en í mjög litlum mæli þar sem hún var ekki. Mynd tekin 30.september 2013.



14.mynd Hluti af tilraunareit í mosadreifingartilraun í stígganti göngustígs að Skaftafellsjökli. Mosabrotum og slægjuþakningu var dreift í september 2012. Mosabrotin hafa tekið vel við sér þar sem þakning var til staðar. Mynd tekin 30.september 2013.



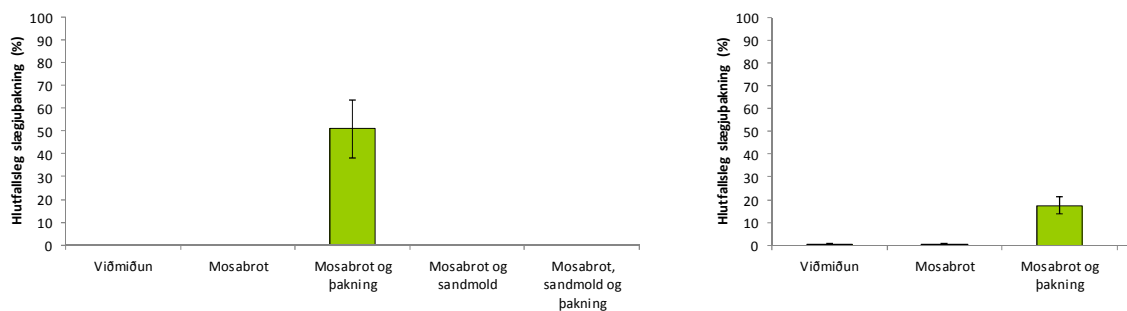
15.mynd Nærmynd af tilraunareit með mosadreifingu í stígganti göngustígs að Skaftafellsjökli. Mosabrotum og slægjuþakningu var dreift í september 2012. Ofarlega á mynd sjást mosagreinar gægjast upp undan þakningunni. Mynd tekin 30.september 2013.

Tíðni slægjuþakningar í maí og september 2013

Slægjuþakningu var dreift í tvær meðferðir í tilraun með dreifingu mosabrota haustið 2012. Tíðni þakningar var 71% í reitum þar sem þakningu var dreift yfir mosabrot og án moldar-og sandlags sem undirlags en 0% í reitum með moldar- og sandlagi sem undirlagi og viðmiðunareitum í maí 2013 (ekki sýnt). Í september 2013 var tíðni þakningar 65% í reitum þar sem henni var dreift yfir mosabrot en 2-3% í öðrum tilraunareitum (ekki sýnt).

Hlutfallsleg slægjuþakning í maí og september 2013

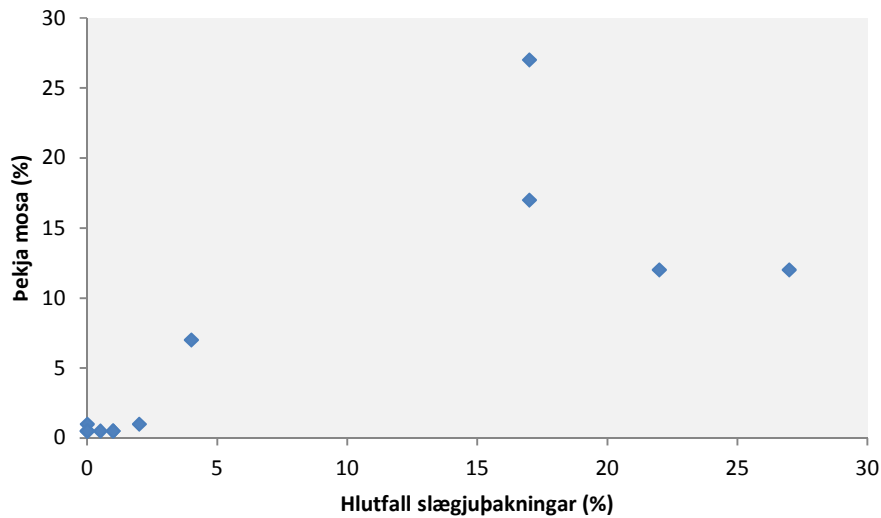
Í maí 2013 þakti slægja að meðaltali um 51% af yfirborði reita þar sem henni hafði verði dreift yfir mosabrot haustið 2012 án moldar-og sandlags sem undirlags en 0% þakning var í öðrum reitum (16. mynd til vinstri). Í september 2013 þakti slægja minni hluta yfirborðs en í maí eða um 17% yfirborðs reita þar sem henni hafði verið dreift en 0,5% þakning var í öðrum reitum (16. mynd til hægri).



16. mynd Hlutfallsleg slægjuþakning (meðaltöl \pm 1 SE) eftir meðferðum í tilraunareitum í mosadreifingartilraun í Skaftafelli í maí 2013 (vinstri) og september 2013 (hægri). Mosabrotum og þakningu var dreift í tilraunareiti í september 2012 er tilraunin hófst. Hætt var með tilraunareiti með sand og moldarblöndu í undirlagi eftir mælingar í maí 2013 og ný tilraun sett af stað (sjá kafla 2.4 um gróðurmælingar).

Samband milli slægjuþakningar og þekju mosabrota í september 2013

Niðurstöður sýndu að þekja mosa í september 2013 var mest í reitum þar sem slægjuþakning var mikil. Fylgniþrófanir (e. *correlation*) sýndu að það var marktæk sterk jákvæð fylgni milli hlutfalls slægjuþakningar og þekju mosa í september 2013 ($r_{\text{Pearson}} = 0,81$, $p = 0,0002$) (17. mynd).



17.mynd Samband slægjupakningar og hlutfalls mosabekju í tilraunareitum í mosadreifingartilraun í Skaftafelli í september 2013. Mosabrotum og þakningu var dreift í tilraunareiti í september 2012 er tilraunin hófst.

Háplöntur

Stöku háplöntutegundir fundust í reitum í mosadreifingartilraun í september 2013 (4.tafla). Það fundust 1-2 fræplöntur af birki (*Betula pubescens*) í einum viðmiðunarreit og einum reit þar sem mosabrotum var dreift, en 1-2 birkifræplöntur og stöku smáplöntur af grastegundum (*Agrostis* sp. og *Poa* sp.) fundust í reitum þar sem mosabrotum var dreift með þakningu af slægju.

4. tafla Háplöntutegundir sem fundust í mismunandi meðferðum í tilraunareitum í mosadreifingartilraun í Skaftafelli í september 2013. Auk tegundar kemur fram fjöldi reita sem háplönturnar fundust í, en alls voru 5 reitir í hverri meðferð skoðaðir.

Tilraunameðferð	Háplöntutegund og fjöldi reita
Viðmiðun	Birkifræplanta (1 reitur)
Mosabrot	Birkifræplanta (1 reitur)
Mosabrot og slægjupakning	<i>Agrostis</i> sp., <i>Poa</i> sp. (1 reitur hvor), birkifræplanta (4 reitir)

3.3 Tilraun II: Söfnun og dreifing fræslægju

Tilraunin með söfnun og dreifingu fræslægju varð fyrir skemmdum í miklu vatnsveðri í febrúar 2013 (18. mynd a-c). Mikil úrkoma og vatnavextir urðu til þess að fræslægjunni skolaði algjörlega úr tilraunareitum og stóð vatn í reitunum þegar að var komið. Tilraunin með fræslægju var því tekin niður og ekki hægt að mæla árangur af þeirri aðferð í þessu verkefni.



18. mynd a) Tilraunareitir með dreifingu fræslægju í stígganti nærri Skaftafellsjökli. Myndin er tekin daginn eftir að dreifing fræslægju fór fram, þann 13. september 2012. Mynd tekin í september 2012. **b)** Gríðarleg úrkoma var í febrúar 2013 í Skaftafelli og vatnavextir og leysingar í kjölfarið skuluðu fræslægju algjörlega úr tilraunareitum. Mynd tekin í febrúar 2013 af Guðmundi Ögmundssyni. **c)** Tilraunareitir standa tómir eftir. Mynd tekin í mars 2013 af Ragnari Frank Kristjánssyni.

4. Umræða

Í verkefninu var prófað að safna og dreifa mosabrotum og fræslægju við að græða upp sár í landi sem myndast eftir göngustígagerð og gróa seint upp af sjálfsdáðum. Tilraunir hófust í september 2012, þar sem efniviðnum var safnað í næsta nágrenni við göngustíg að Skaftafellsjökli og dreift í reiti í stíggantinn. Í maí og september 2013 var landnám gróðurs í reitum skráð og og skoðað hvað aðgerðirnar skiluðu umfram náttúrulegt landnám gróðurs úr umhverfinu.

Söfnun og dreifing mosabrota

Í maí 2013 kom í ljós að stór hluti mosabrota, sem dreift var haustið 2012, var horfin úr tilraunareitum og hafði lítil myndun mosabekju átt sér stað (10. mynd). Þó var töluvert um stök lifandi mosabrot í vissum reitum og kom það fram í mælingum á tíðni mosa (8. mynd). Í september 2013 kom hins vegar í ljós töluverð mosabekja í tilraunareitum þar sem slægjuþakningu var dreift með mosabrotum í september 2012 (11. mynd). Slægjuþakningin hafði haldið mosabrotunum kyrrum í reitunum um veturinn og þau náð að festa sig. Í maí 2013 haldi þakningin að meðaltali um 50 % af yfirborði reita en lífræna efnið brotnaði niður um sumarið og í september 2013 var þetta hlutfall komið niður í 17% (16. mynd). Mosinn kom lifandi undan þakningunni, óx um sumarið og jókst mosabekjan úr tæpum 2% í maí 2013 (10. mynd) og var orðin 15% í september 2013 í þessum reitum (11. mynd og 13.-15. mynd). Mest mosabekja var þar sem mest þakning var til staðar og var há fylgni ($r=0,81$) milli hlutfalls þakningar og mosa í september 2013 (17. mynd). Til samanburðar var aðeins um 1% mosabekja í reitum þar sem eingöngu mosabrotum var dreift og í viðmiðunareitum, þar sem engar aðgerðir voru nema náttúrulegt landnám úr umhverfinu (11.-13. mynd).

Samkvæmt þessum niðurstöðum þurftu því mosabrotin á þakningu að halda meðan þau festu sig við malarundirlagið. Þakning heldur raka að mosabrotum og viðheldur þannig nauðsynlegri vatnsspennu í mosabrotunum meðan þau mynda rætlinga sem festa þau við undirlagið. Töluvert er til af heimildum um mosaræktun í görðum (e. *moss transplanting*). Í leiðbeiningum sem gefnar eru til þeirra sem vilja rækta mosa er sérstaklega tekið fram að ef dreift er mosabrotum, sem þykir góð aðferð við ræktun mosagarða, sé nauðsynlegt að halda brotunum rökum í nokkrar vikur (5-8 vikur) eftir dreifingu (Oregon State University 2000, Moss and Stone Gardens 2013). Göngustígurinn, þar sem tilraunin var staðsett, var lagður árið 2003 og malarefnið sett í stílkantinn sama ár. Náttúrulegt landnám hafði því átt sér stað í 10 ár þegar reitirnir voru mældir haustið 2013. Í reitum, þar sem engum aðgerðum var beitt (viðmiðun), var mosabekja aðeins um 1% (11.-12. mynd) og háplöntuþekja enginn í september 2013, þó einstöku birkifræplanta hafi fundist (4. tafla). Landnám gróðurs er hægt í malaryfirborðinu á mannlegum mælikvarða þrátt fyrir að nánasta umhverfi sé vel gróið land með mosa, birkikjarri og lynggróðri og væntanlega eitthvað um fræ og mosabrot sem berast í stílkantinn. Athuganir á náttúrulegu landnámi mosa í næringarsnaudu hrauni í vegköntum á Helligshéið sýndu framvindu sem virðist hraðari. Þar var komin um 35% mosabekja í 25 ára vegaraski og um 50% mosabekja í 35 ára gömlu raski (Eygló Gísladóttir 1996). Á Helligshéið var hraun og gjall í yfirborðinu sem er auðveldra fyrir mosann að nema land í en möl. Meðan á tilraunum með söfnun og dreifingu fræslægju fór fram á Helligshéið 2007-2009 (Járngerður Grétarsdóttir 2011), var söfnun og dreifing mosaslægju (mosa- og fléttubrot) prófuð á litlum bletti, u.þ.b. 100 cm í þvermál. Heppnaðist dreifingin vel á gjallyfirborði, en mosa- og fléttubrotin náðu að festa sig og vaxa og mynda góða þekju á fjórum árum (19. mynd). Það bendir til að mun auðveldara sé að koma mosabrotum til með því dreifa þeim á gjallyfirborð heldur en malaryfirborð eins og var í göngustígnum í Skaftafelli og í þessari litlu tilraunadreifingu á Helligshéið var engin þekja notuð yfir mosa- og fléttubrotin.

Í megin tilraununum með fræslægju á Helligshéið 2007-2009 kom mikilvægi þakningar yfir mosabrot í ljós en þar safnaðist mikið magn af mosabrotum sem fylgdu með í fræslægjunni og náðu mosabrotin að festa sig, vaxa og mynda mosabekju á skömmum tíma (Járngerður Grétarsdóttir 2011). Mosabekja í viðtöku-

reitum fræslægju úr graslendi (safnað 29. ágúst 2007) var t.d. tífalt meiri að meðaltali eða 53% í samanburði við viðmiðunarreiti með 5% mosabekju tveimur árum eftir dreifingu fræslægjunnar (20.mynd). Einu ári eftir dreifingu fræslægju á Hellisheiði var mosabekja um 20% í sömu meðferð en breytileiki var mikill milli reita og ekki marktækur munur á meðferðum (Járngerður Grétarsdóttir 2011).



19. mynd Árangur af dreifingu mosabrota á litlum bletti á Hellisheiði til samanburðar við tilraunir í Skaftafelli. Mosaslægju (mosabrotum) var safnað 16. ágúst 2007 og dreift innan 50 cm frá hælum sem sést á myndinni. Þarna var gjafasvæðið mosabemba og söfnun slægju innihélt nær eingöngu mosa- og fléttubrot sem hafa náð að festa sig við yfirborðið, vaxa og mynda gróðurþekju. Í meira en 50 cm fjarlægð frá hælum er aftur á móti lítið landnám af staðargróðrinum og gróft gjallyfirborðið sést vel. Mynd tekin fjórum árum eftir dreifingu mosa- og fléttubrota, 24. júní 2011.

Það var því ekki ólík þekja mosa sem fékkst í þessum tveimur tilraunum, einu ári eftir aðgerðir; á Hellisheiði um 20% mosabekja og í Skaftafelli um 15% mosabekja. Mosategundin sem dreifðist í fræslægjunni á Hellisheiði var m.a. hraungambri (*R. lanuginosum*), sama tegund og dreift var í tilraunareiti í Skaftafelli. Í tilraunum með endurheimt staðargróðurs á Hellisheiði var einnig prófuð tæting á gróðurtorfum og dreifing með áburðargjöf og sýndi sú aðferð einnig mikla aukningu í þekju mosa í samanburði við viðmiðunarreiti (Ása L. Aradóttir 2011).

Rannsóknir Magneu Magnúsdóttur (2013) á Hellisheiði á lifun mosabrota eftir dreifingu á mismunandi undirlag og af mismunandi stærð sýndu að landnám og lifun mosa var betri á vikri en á mold. Tilraunir Magneu sýndu einnig að hægt væri að nota heilar mosagreinar, 1 cm greinabrot efst af mosagreinum og mosahræring til að örva landnám algengra íslenskra mosa, s.s. hraungambra á röskuðum svæðum. Í Skaftafelli var mosinn sem safnað var skorin niður í búta með handsláttuorfi með plastþræði og var algeng lengd á mosabrotum um 1-3 cm (3.mynd) sem reyndist vel í tilrauninni.

Dreifing mosabrota í Skaftafelli var prófuð með sand- og moldarblöndu í jarðvegslaginu (4.mynd), en það reyndist ekki vel og var árangur af dreifingu mosabrota með þakningu en án sand- og moldarblöndu eina meðferðin sem hélt mosabrotum í reitum (8.mynd) og gaf ágæta mosabekju ári eftir aðgerðir (11. og 13-

15.mynd). Tíðni mosa í reitum með mosabrot, sandmold og þakningu var aðeins um 1 % samanborið við 70% þar sem eingöngu þakning var með brotunum (8.mynd). Hvaða ástæða er að baki þessum mun er ekki gott að segja, við skipulagningu tilraunarinnar var ákveðið að prófa að bæta jarðvegslagið svo það myndi halda betur í raka og mosabrotin myndu festast betur heldur en á bert malarlagið. Samkvæmt þessum niðurstöðum var það þó alls ekki til bóta. Hugsanlega er meiri hættu á að brotin skolist í burtu þegar úrkoma er mikil ef notað er sand- og moldarlag undir þau. Þessu þótti þó ekki fullsvarað, því var ákveðið að setja aftur af stað nokkra reiti með sand- og moldarblöndu, mosabrotum og þakningu og sjá hver árangurinn yrði eftir annan vetur og kemur í ljós vorið 2014 hvernig það tókst til.

Aðferðin sem prófuð var í verkefninu við að safna mosabrotum reyndist ágætlega. Mosabrotum var safnað með því að að handtína lítil mosabúnt (ekki meira en 5-6 cm í þvermál) upp úr þéttri mosabembu og loka opinu sem myndast strax með því að þrýsta mosabembunni saman aftur (2.-3. mynd). Aðferðin var fljótleg og t.d. safnaði einn starfmaður um 25-30 L af mosabrotum á 1 klst. Mosabemban lét ekki á sjá eftir söfnunina en líklega þarf að veга og meta eftir aðstæðum á hverjum stað hvort, og þá hversu mikið, tína mætti af mosa án þess að skaða mosagróðurinn og fer slíkt m.a. eftir þykkt mosabembunnar. Vel mætti hugsa sér að prófa slíka söfnun og dreifingu mosabrota t.d. með vinnuflokk með góðri verkstjórn.

Önnur leið til að safna mosa er að hirða þann mosa sem til fellur við framkvæmdir, s.s. við veга- og stígalagnir. Líta þarf á mosann sem verðmæti við uppgræðslu þegar framkvæmdum lýkur og er mjög æskilegt að safna mosa sem færir annars undir veg, stíg eða önnur mannvirki. Ef mosa er safnað í stórum stíl og ekki hægt að dreifa honum strax til uppgræðslu, vakna upp spurningar um geymsluþol hans. Hraungambri (*Racomitrium lanuginosum*) er ein af þeim mosategundum sem þolir tímabundinn þurrk mjög lengi (Proctor 2000). Mosar hafa verið geymdir í plöntusöfnum í langan tíma, en mosagreinarinnar síðan vökvaðar og reynst lifandi. Ekki er ólíklegt að hægt sé að geyma mosa t.d. í stórum opnum pokum í nokkurn tíma en gæta yrði þess að loka ekki rakann inni því þá er hættu á myglu.

Söfnun og dreifing fræslægju

Tilraunin með söfnun og dreifingu fræslægju í Skaftafelli varð fyrir skakkaföllum í miklu vatnsveðri og leysingum, svo að efniviðnum sem hafði verið dreift skolaði algjörlega í burtu (18.mynd). Því var ekki hægt að vinna meira með þá tilraun. Aðferðin er þó áhugaverð fyrir svæðið og hefur gefið ágætan árangur við endurheimt graslendis með blómjurtum á Hellisheiði (Járngerður Grétarsdóttir 2011) og í graslendisgróðri í Evrópu (Kiehl o.fl. 2010). Aðferðin er sérstaklega áhugaverð fyrir svæði eins og þjóðgarða og friðuð svæði þar sem áhersla er á að vinna með gróðurinn á staðnum.

Tilraunir með fræslægju á Hellisheiði höfðu m.a. sýnt að háplöntuþekja, þar sem slægju var safnað úr graslendi, jókst margfalt í viðtökureitum slægju miðað við reiti þar sem engri fræslægju var dreift (Járngerður Grétarsdóttir 2011) (20.mynd). Söfnun og dreifing fræslægju úr rýrum lyngmóa á raskað land skilaði aftur á móti lítilli háplöntuþekju. Háplöntutegundir sem hægt var að sá og koma til á þennan hátt á Hellisheiði voru m.a. kornsúra, blávingull, vallhæra, vegarfi, ljónslappi og hvítmaðra. Í fræ- og mosaslægjuna safnast fjölgunareiningar af fjölbreyttum gróðri gjafasvæðisins og felast kostir



20. mynd Myndasýrpa sem sýnir ferlið og árangur af söfnun fræ- og mosaslægju á Hellisheiði 2007-2009. **a)** Fræslægju dreift í tilraunareiti á Hellisheiði í ágúst 2007. **b)** Heysina ennþá áberandi í reit eftir dreifingu fræslægju haustið áður, en heyið bætir aðstæður til landnáms háplantna og mosa með því að draga úr þornun yfirborðs, veita fræjum og mosabrotum skjól og festu og leggur til lífrænt efni til niðurbrots. Mynd tekin í júní 2008. **c-d)** Gróður í viðtökureitum fræ- og mosaslægju á Hellisheiði í ágúst 2009, tveimur árum eftir dreifingu slægju og sýnir þann staðargróður sem numið hefur land (úr: Söfnun og dreifing á fræslægju, J.G. 2011).

fræslægjunnar meðal annars í dreifingu á tegundum sem erfitt getur verið að ná í fræ af á annan hátt. Auk þess leggur slægjan til lífrænt efni sem bætir frjósemi jarðvegs, dregur úr þornun yfirborðs og bætir þannig aðstæður til spírunar (Donath o.fl. 2006, Kiehl o.fl. 2010), sérstaklega með því að halda raka að fræjum þegar þau eru að spíra og mosabrotum þegar þau eru að ná festu (20.mynd b og 14-15.mynd). Ef slægjan er of þykk getur það hins vegar hamlað spírun tegunda sem hafa lítil fræ og kímplöntur eiga erfitt með að ná upp úr heymassanum (Donath o.fl. 2006). Árangur af söfnun og dreifingu fræslægju getur enn fremur verið takmarkaður hjá plöntutegundum sem framleiða lítið af fræi. Söfnun og dreifing fræslægju hefur gefist best í gróðurlendum þar sem gróður er jurtkenndur og ekki mjög lágvaxinn og möguleiki er á að safna töluverðu magni slægju og hefur einna mest verið notuð við endurheimt gras- og blómlendis, þar sem hún getur stuðlað að endurheimt mikilvægrar tegundafjölbreytni (Kiehl o.fl. 2010).

Malarefnið í köntum göngustígsins

Jarðvegurinn í köntum göngustígsins var úr brotnu (möluðu) basalti með einsleitri kornastærð 0,9-25 mm og hvössum hornum. Malarefnið var ferskt, þétt og lítið blöðrótt. Brotin voru að hluta til teningslögðu en einnig í löng og getur lögun korna haft áhrif á notkunarmöguleika efnisins. Fínt efni

0,063-0,5 mm var ekki til staðar. Það þýðir að lítil rakamyndun verður í jarðveginum og töluverð hreyfing er á efsta lagi malarefnisins. Gegndræpi (lekt) er háð holrými og er breytilegt eftir rýmishlutfalli kornastærðar og er grófur jarðvegur gegndræpari en finn. Lítið uppstreymi raka eða vatns er frá grunnvatnsyfirborði í einsleitum grófum jarðvegi. Þegar malarlagið er einsleitt þá er lítil samloðun á milli jarðvegskornanna og efnið þjappast ekki vel. Til að efnið þjappist vel þá þurfa að vera smærri korn sem smjúga á milli stærri kornanna. Þetta leiðir til þess að efsta jarðvegslagið í köntum göngustígsins hitnar og þornar á sólríkum dögum niður í jarðveginn.

Það er mat okkar að malarefnið í köntum göngustígsins sé ekki heppilegt til að staðargróður nái að loka sárum sem urðu til í tengslum við framkvæmdir á stígnum á tiltölulega skömmum tíma án aðgerða. Það er margt sem bendir til að rangt jarðvegslag í göngustígnum hafi orsakað hæga gróðurframvindu. Á Suð-Austurlandi eru mörg dæmi skjóta gróðurframvindu á landi sem hefur verið raskað í tengslum við vegaf framkvæmdir í gegnum hraunlandslag, og nær mosi og lynggróður fljótt að hylja flötinn. Auk yfirborðsgerðar getur halli á landi einnig haft töluverð áhrif á gróðurframvindu vegna hættu á afrennsli en lítill halli var á stíggantinum í Skaftafelli.

Önnur atriði

Veður var þurrt og stillt þegar unnið var að því að setja upp tilraunareiti og safna og dreifa mosabrotum og dreifa fræslægju í reitina. Það er hentugt að fá stillt veður meðan dreifing efnisins fer fram en mikill vindur er erfiður við það verk. Daginn eftir að dreifingin fór fram var mjög mikil úrkoma og nánast logn allan daginn. Að fá góða úrkomu í kjölfarið á dreifingu mosabrota og fræslægju er mjög heppilegt og hefur þau áhrif að lausu plöntuhlutarnir (fræ, mosabrot, slægja) festast betur ofan á yfirborði og er líklegt að raki hafi haldist betur að mosabrotum í byrjun vegna þess hve þakningin blotnaði vel.

Tilraunin í Skaftafelli var römmuð inn í tilraunareiti og sáust ekki merki þess að stigið hafi verið inn í reitina. Hugsanlega hefur það bætt árangur aðgerðanna. Ef möguleiki er á væri því æskilegt að girða af slíkar aðgerðir í einhvern tíma, t.d. 3 ár, meðan að mosinn væri að mynda gróðurþekju. Ef aðgerðirnar sem hér eru kynntar væru notaðar væri einnig áhugavert að prófa t.d. að dreifa birkifræi sem safnað væri á staðnum með mosabrotum áður en þakning væri sett yfir.

Tilraunirnar í Skaftafelli voru merktar með texta þar sem fram kom út á hvað tilraunirnar gengu, hverjir stæðu að tilrauninni og hvaða aðili styrkti tilraunina og stöldruðu margir sem áttu leið um við upplýsingaspjöldin (sjá forsíðumynd).

5. Samantekt

Í samantekt má segja að verkefnið sýndi að hægt er að hraða landnámi mosagróðurs með handvirkri dreifingu á mosabrotum sem safnað var úr nágrenninu og reyndist söfnun mosabrotanna ekki tímafrek né til skaða fyrir mosapembuna. Aðferðin sem gafst best var að dreifa þunnu lagi af slægjuþakningu (ferskt hey) yfir mosabrotin og með því móti var árangurinn sá að 15% mosapækja fékkst á einu ári þar sem þakning var til staðar, í samanburði við um 1% mosapækju þar sem eingöngu var dreift mosabrotum

og þar sem aðeins náttúrulegt landnám var í gangi (viðmiðunarreitir). Þunnt lag (2-3cm) af grasslægju yfir mosabrotin heldur lausum brotunum á yfirborðinu þegar þau eru að ná festu og veitir raka og eykur frjósemi jarðvegsins. Líklega getur venjuleg heydreifing eða annars konar þunn lífræn þakning (e. mulch) einnig gert sama gagn. Þar sem tilraunin með söfnun og dreifingu fræslægju skemmdist er ekki hægt að segja til um hverju sú aðferð skili við aðstæðurnar í Skaftafelli en aðferðin er sérstaklega áhugaverð þar sem vinna á að uppgræðslu með gróðurinn á staðnum. Vert er að líta á allt lífrænt efni, sem til fellur eða myndi fara undir framkvæmdir t.d. við vega- og stígalögn, sem verðmæti þar sem það gæti nýst síðar við uppgræðslu. Þetta geta verið heilar gróðurtorfur, mosabúnt, mold með fræforða staðargróðursins, sleginn gróður sem gæti nýst sem þakning og fræslægja sem safnað er að hausti.

6. Þakkir

Við þökkum Vinum Vatnajökuls, hollvinasamtökum Vatnajökulspjóðgarðs, fyrir að gera okkur kleyft að vinna verkefnið með styrkveitingu árið 2011. Hafðisi Hönnu Ægisdóttur forstöðumanni Landgræðsluskóla HSþ þökkum við mikilvæga aðstoð við vettvangsvinnu í september 2012. Regínu Hreinsdóttur þjóðgarðsverði á suðursvæði Vatnajökulspjóðgarðs og Guðmundi Ögmundssyni aðstoðarmanni þjóðgarðsvarðar þökkum við gott samstarf, veitta aðstoðu, lán á verkfærum og áhuga í garð verkefnisins.

7. Heimildir

Ása L. Aradóttir og Kristín Svavarsdóttir 2009. Áhrif uppgræðsluaðgerða á gróðurframvindu. *Fræðaping landbúnaðarins 2009*: 279-285.

Ása L. Aradóttir 2011. Flutningur á gróðurtorfum - hversu litlar mega þær vera? Í *Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálendissvæðum* (ritstjórar Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir). Rit Lbhí nr. 29, bls. 51-78

Áslaug Helgadóttir og Sigurður H. Magnússon 1992. Uppgræðsla vegkanta. Stofnaprófanir og rannsóknir á gróðurframvindu. Lokaskýrsla 1992. *Fjölrit Rala nr 158*, 98 bls.

Ásrún Elmarsdóttir 2000. Colonization of native plants on degraded and reclaimed sites in Iceland. *MS-Ritgerð*, Colorado State University, Colorado.

Donath, T.W., N. Hölzel & A. Otte 2006. Influence of competition by sown grass, disturbance and litter on recruitment of rare flood-meadow species. *Biological Conservation* 130: 315-323

Elín Gunnlaugsdóttir 1982. Vegetation development during restoration of eroded areas managed by the Icelandic State Soil Conservation. Studies in permanent plots in and near fenced areas 1974-1980. Meddn. Växtbiol. Inst., Uppsala. 4, 115 bls.

Eygló Gísladóttir 1996. Mosaframvinda í vegaraski í hrauni. *Ritgerð*, 5 eininga rannsóknarverkefni. Háskóli Íslands. Reykjavík.

Járngerður Grétarsdóttir, Ása L. Aradóttir, V. Vandvik, E. Heegaard & H.J.B. Birks 2004. Long-term effects of reclamation treatments on plant succession in Iceland. *Restoration Ecology*, 11, 268-278.

Járngerður Grétarsdóttir 2011. Söfnun og dreifing á fræslægju. Í *Endurheimt staðargróðurs á röskuðum hálendissvæðum* (ritstjórar Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir). Rit Lbhí nr. 29, bls. 15-50.

Jón Guðmundsson 2007. Uppgræðsla vegfláa með innlendum úthagategundum. Gildi yfirborðsjarðvegs við væntanlegan Suðurstrandarveg. Verkefni styrkt af vegagerðinni, *Framvinduskýrsla*. Rit Lbhí nr 2. Landbúnaðarháskóli Íslands, Umhverfiseild, 16 bls.

Kiehl, K., A. Kirmer, T.W. Donath, L. Rasran & N. Hölzel 2010. Species introduction in restoration projects - Evaluation of different techniques for the establishment of semi-natural grasslands in Central and Northwestern Europe. *Basic and Applied Ecology* 11: 285-299.

Magnea Magnúsdóttir 2013. Mosapembur. Áhrif rasks og leiðir til endurheimtar. M.Sc.-ritgerð við Umhverfiseild Landbúnaðarháskóla Íslands, Reykjavík. 99 bls.

Magnús H. Jóhannsson og Ása L. Aradóttir 2004. Innlendar tegundir til landgræðslu og landbóta. *Fræðaping landbúnaðarins 2004*: 103-107.

Oregon State University 2000. Living with mosses. Skoðað 28.janúar 2014 á : <http://bryophytes.science.oregonstate.edu/page2.htm>.

Proctor M.C. F. 2000. The bryophyte paradox: tolerance of desiccation, evasion of drought. *Plant Ecology*, 151, 41-49.

Sigurður Greipsson og H. El-Mayas 1999. Large-scale reclamation of barren lands in Iceland by aerial seeding. *Land Degradation & Development*, 10, 185-193.

Sigbrúður Jónsdóttir 2006. Bændur græða landið - *Fréttabréf*. Landgræðsla ríkisins.

Þóra Ellen Þórhallsdóttir 1991. Áhrif áburðar og sáningar á gróður í tilraunareitum á Auðkúlu- og Eyvindarstaðaheiði og eftirverkun áburðargjafar. Í *Uppgræðsla á Auðkúluheiði og Eyvindarstaðaheiði 1981-1989* (Ritstjóri Ingvi Þorsteinsson), Rannsóknastofnun landbúnaðarins, nr 151. bls. 89-103.

Moss and Stone Gardens 2013. How to grow moss. Skoðað 28.janúar 2014 á www.mossandstonegardens.com.