

Nr 37/2019

# Rit Mógilsár

rannsóknasviðs  
Skógræktarinnar

Fagraðstefna skógræktar

Hallormsstað 3.-4. apríl 2019

Útdrættir og stuttgreinar

 skógræktin

## Rit Mógilsár

nr/2019

**Titill:** Fagráðstefna skógræktar 2019 – útdrættir og stuttgreinar

ISSN 1608-3687 (prentuð útgáfa)

ISSN 2298-9994 (rafræn útgáfa)

[www.skogur.is/mogilsarrit](http://www.skogur.is/mogilsarrit)

**Ritnefnd:** Edda Sigurdís Oddsdóttir, Bjarni Diðrik Sigurðsson og Pétur Halldórsson

**Ábyrgðarmaður:** Edda Sigurdís Oddsdóttir

**Forsíðumynd:** Hallormsstaðaskógur, Hótel Hallormsstaður í forgrunni. Ljósmynd: Friðþjófur Helgason/Hótel Hallormsstaður

**Hönnun og umbrot:** Pétur Halldórsson

**Útgefandi:** Mógilsá, rannsóknasvið Skógræktarinnar

# Rit Mógilsár

rannsóknasviðs  
Skógræktarinnar

## Fylgt úr hlaði

Hin árlega Fagraðstefna skógræktar er nú haldin í 20. skipti. Upphafið má rekja til ráðstefnu sem haldin var á vegum Skógræktar ríkisins í tengslum við opnun Kalstofunnar á Möðruvöllum árið 2000. Þótti sú ráðstefna takast svo vel að ákveðið var að halda aðra á Egilsstöðum árið 2001 og svo þá þriðju á Kirkjubæjarklaustri árið 2002. Síðan hefur ráðstefnan farið hringinn um landið. Allt frá 2001 var ráðstefnan haldin í samstarfi Landshlutaverkefna í skógrækt og Skógræktar ríkisins, sem árið 2016 urðu að Skógræktinni, og síðar komu Skógræktarfélag Íslands, Landbúnaðarháskóli Íslands, Landssamtök skógareigenda og Skógfræðingafélag Íslands að skipulagningu. Í ár bætist Landgræðslan í hóp þeirra sem standa að ráðstefnunni. Fulltrúar þessara stofnana mynda fagnefnd Fagraðstefnu, en hlutverk hennar er að kalla eftir erindum og setja saman dagskrá. Í ár sátu í nefndinni, auk undirritaðrar: Brynja Hrafnkelsdóttir frá Skógfræðingafélaginu, Einar Gunnarsson frá Skógræktarfélagi Íslands, Hlynur G. Sigurðsson frá Landssamtökum skógareigenda, Þórunn Pétursdóttir frá Landgræðslunni og Bjarni D. Sigurðsson frá Landbúnaðarháskólanum, sem einnig sat í ritnefnd þessa rits.

Undirbúningsnefnd ráðstefnunnar hefur haft veg og vanda af því að redda öllu sem þarf að redda og á skilið þakkir. Í nefndinni sitja Aðalheiður Bergfoss, Anna Pálína Jónsdóttir, Bergrún Arna Þorsteinsdóttir og Björg Björnsdóttir, allar frá Skógræktinni. Þá hefur Pétur Halldórsson, kynningarstjóri Skógræktarinnar, haft veg og vanda af kynningarmálum, uppsetningu heimasíðu, auk þess að sjá um ritstjórn og frágang ritsins.

Allt frá upphafi hefur skipulag ráðstefnunnar verið með svipuðu sniði, tveggja daga ráðstefna þar sem lögð er áhersla á tiltekið málefni fyrri daginn og fjölbreyttir fyrirlestrar seinni daginn. Í ár er yfirskrift ráðstefnunnar: „Öndum léttar - landnotkun og loftslagsmál“, með áherslu á aðgerðir til kolefnisbindingar. Vil ég þakka öllum fundarstjórum, fyrirlesurum, sem og þeim sem kynna efni á veggspjöldum kærlega fyrir framlag þeirra.

Árið 2011 var fyrst gefið út Rit Mógilsár eftir Fagraðstefnu þar sem höfundum gafst kostur á því skrifa stuttgreinar með efni af ráðstefnunni. Í ár var ákveðið að sameina í eitt rit útdrætti og stuttgreinar og gefa út fyrir ráðstefnu. Afraksturinn sést hér, stuttgreinar og útdrættir frá fyrirlesurum og veggspjaldahöfundum, alls ríflega 30 talsins.

Fagraðstefna skógræktar er fyrir löngu orðin einn af föstu punktunum í lífi skógræktarfólks með um og yfir 100 þátttakendum á hverju ári. Fyrir hönd allra þeirra sem komu að skipulagningu Fagraðstefnu 2019 óska ég ykkur ánægjulegrar ráðstefnu.

Edda Sigurdís Oddsdóttir

Útdrættir og smágreinar  
*Abstracts and Extended Abstracts*

Efni birtist hér í sömu röð og erindin í dagskrá ráðstefnunnar  
*Contents appearing in the same order as presentations in the Conference Programme*

## Kolefnispólitíkin: Lífríki á landi og mannfólkið

Halldór Þorgeirsson

*formaður Loftslagsráðs*

*halldor.thorgeirsson@gmail.com*

### Útdráttur

Mannkynið hefur þegar gripið inn í kolefnishringrás jarðarinnar með svo afgerandi hætti að meiri háttar breytingar eru að verða á orkubúskap jarðarinnar og jarðkerfinu öllu. Eina færa leiðin til að hemja þá röskun á veðra-kerfunum sem komin er af stað er að koma aftur á hnattrænu jafnvægi milli losunar og bindingar gróðurhúsalofttegunda.

Parísarsamkomulagið hefur það markmið að slíku jafnvægi í kolefnisbúskap jarðarinnar verði náð upp úr miðri öldinni. Sviðsmyndir Milliríkjanefndar S.þ. um loftslagsbreytingar (IPCC), sem samræmast því markmiði að halda hnattrænni hlýnun á öldinni við 1,5 °C, gera allar ráð fyrir gífurlegri aukningu í bindingu á næstu áratugum.

Lífríkið og vistkerfi á landi gengna því lykilhlutverki í kolefnispólitíkinni og velferð mannkyns þar sem mannfólkið er hluti af vistkerfinu og háð því á margvíslegan hátt.

Farið verður yfir hnattræna samhengið til að setja bætta umgengni um landið og aðgerðir til að endurheimta vistkerfi jarðvegs, votlendis, skóglendis og annars þurrlendis hér á landi í samhengi. Þetta verður tengt við alþjóðlegar skuldbindingar bæði vegna uppgjors 2030 og vegferðina að kolefnishlutleysi 2040.

Einnig verður vikið að álitamálum í mótun á alþjóðlegum uppgjorsreglum bæði fyrir ríki og aðgerðir til að jafna út losun.

# Landnotkun og loftslagsmál – stefnumörkun stjórnvalda

Björn Helgi Barkarson

*umhverfis- og auðlindaráðuneytið*

*bjorn.helgi.barkarson@uar.is*

## Útdráttur

Ríkisstjórn Íslands hefur lagt fram fyrstu útgáfu aðgerðaáætlun í loftslagsmálum þar sem mörkuð er stefna í samræmi við markmið Parísarsamningsins til 2030 og markmið ríkisstjórnarinnar um kolefnishlutleysi landsins árið 2040. Stór hluti aðgerðaáætlunar byggist á því að landnotkun og breytingar á henni séu í þágu loftslagsmála og hefur umhverfis- og auðlindaráðuneytið sett fram áherslur stjórnvalda varðandi undirbúning, framkvæmd og mat á árangri aðgerða á því sviði:

1. Dregið verði úr losun frá landi eins og kostur er og aðgerðum forgangsraðað í samræmi við það
2. Grunnupplýsingar um losun og bindingu séu til staðar svo unnt sé að leggja mat á árangur verkefna með hliðsjón af kröfum Loftslagssamningsins og reglna Evrópusambandsins
3. Aukið verði við þekkingu og skilning á eðli losunar og bindingar gróðurhúsalofttegunda vegna landnotkunar með rannsóknum, þróun og fræðslu
4. Aðgerðir sem ráðist er í feli í sér ávinning í loftslagsmálum og uppfylli kröfur um varanleika aðgerða
5. Aðgerðir séu í samræmi við viðmið sem sett hafa verið samkvæmt lögum og alþjóðlegum skuldbindingum Íslands
6. Loftslagsaðgerðir og forgangsröðun þeirra styðji við stefnumótun stjórnvalda, m.a. um landnotkun
7. Aðgerðir verði unnar í samstarfi við félagasamtök, einkaaðila, sveitarfélög, stofnanir og aðra hagaðila

Skógræktinni og Landgræðslunni hefur verið falið að vinna aðgerðaáætlun um kolefnisbindingu í gróðri og jarðvegi og samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda frá landi í samræmi við þessar áherslur og leita eftir samstarfi við sem flesta um að hrinda henni í framkvæmd.

# Aðgerðaráætlun í loftslagsmálum – Áherslur Skógræktarinnar

Þróstur Eysteinnsson skógræktarstjóri

*Skógræktin*

*throstur@skogur.is*

## Útdráttur

Í ljósi nýrra markmiða um aukna bindingu CO<sub>2</sub> með skógrækt á Íslandi er tilefni til að endurskoða ýmsa þætti skógræktarstarfsins. Þar á meðal er val á verkefnum, trjátegundum og aðferðum auk þess að tryggja uppbyggingu innviða skógræktarstarfsins og að land verði tiltækt. Þetta kallar á aukna vinnu við skipulagningu, rannsóknir, kynningu, fræðslu og margt fleira. Þetta kallar einnig á endurmat á verklagi og áherslum hvað varðar meðferð skóga, úrvinnslu og sölu afurða, útivist almennings og mannaflapörf Skógræktarinnar.

## Inngangur

Þegar landgræðslustjóra og skógræktarstjóra var tilkynnt um það í júní 2018 að stofnanir þeirra myndu eiga stóran þátt í loftslagsaðgerðum komandi ára hóf undirritaður strax að íhuga hvað það myndi þýða. Á haustmánuðum 2018 voru síðan haldnir fundir sviðstjóra stofnananna og unnið með drög ráðuneytisins að aðgerðaáætlun. Fundir voru einnig haldnir með skógareigendum og öllum starfsmönnum Skógræktarinnar þar sem þessi mál voru rædd. Í þeirri vinnu allri er að skapast mynd af áherslum sem Skógræktin mun hafa að leiðarljósi.

## Mergur málsins

Með ákvörðun stjórnvalda 2018 var mörkuð ný stefna í skógrækt og landgræðslu. Héðan í frá er það sérstakt markmið að binda kolefni úr andrúmsloftinu og að vernda kolefnisforða í skógum, öðrum gróðri og jarðvegi. Síðan er það hlutverk Skógræktarinnar og Landgræðslunnar að sjá til þess að stefnan nái fram að ganga. Með auknum framlögum á komandi árum verður kolefnisbinding helsta markmiðið með skógrækt á Íslandi. Hvaða áhrif hefur þessi staðreynd þá á skógræktarstarfið og hvað þurfum við að gera til að bregðast við?

## Verkefni

Þau núverandi verkefni í skógrækt sem munu eflast á komandi árum samkvæmt þeirri áætlun sem unnið er með eru skógrækt á lögbýlum, stóru samstarfsverkefni Hekluskógar, Þorláksskógar og Hólasandur og gróðursetning í Þjóðskógunum. Landgræðsluskógaverkefnið mun einnig eflast með nýgerðum samningi umhverfis- og auðlindaráðuneytisins við Skógræktarfélag Íslands.

Vilji er til að efla skógrækt með þátttöku almennings, félagasamtaka og fyrirtækja. Stóru samstarfsverkefni og Þjóðskógarnir eru kjörinn vettvangur til þess fyrir landlausa aðila og er góð reynsla af því hjá Hekluskógum og í Þjóðskógunum. Aðkoma fyrirtækja að fjármögnun skógræktar er ekki síst áhugaverð og mikilvæg. Þau leggja gjarnan áherslu á öryggi og varanleika og hafa því oft frekar áhuga á að semja um framkvæmdir á landi í ríkiseigu en á einkalandi. Því er mikilvægt að slíkt land sé tiltækt. Einnig eru ýmsar leiðir færar til að styrkja þá aðila sem eiga land eða hafa



aðgang að landi en vantar peninga, plöntur eða faglega aðstoð. Verða þær skoðaðar á komandi misserum, m.a. með endurskoðun reglugerðar um skógrækt á lögbýlum.

## Tryggja innviði

Vegna langvarandi lægðar í gróðursetningu er nú þörf á uppbyggingu í skógarplöntuframleiðslu. Skógræktin mun vinna með þeim aðilum sem vilja auka eða byggja upp slíkan rekstur, ýmist í núverandi gróðrarstöðvum eða frá grunni. Í þeim efnum eru ýmsar leiðir færar til að hagræða og gera plöntuframleiðsluna öruggari. Stefnan er sú að plöntuframleiðsla verði áfram í höndum einkarekinna gróðrarstöðva og uppbyggingin eigi sér stað á þeim vettvangi. Hins vegar getur Skógræktin brúað bil er þörf er á með því að hefja á ný takmarkaða framleiðslu í sínum stöðvum.

Einnig þarf að byggja upp gróðursetningargetu og hefur Skógræktin þar hvatt skógar eigendur og aðra til að bjóða sig fram til gróðursetningarverktöku eða jafnvel að stofna fyrirtæki um slíka verktöku. Eins og með gróðrarstöðvarekstur er það stefnan að hvetja til uppbyggingar gróðursetningarþjónustu hjá einkageiranum. Skógræktin mun þó gera ráðstafanir til að ráða sumarstarfsfólk til vinnu við gróðursetningu ef þörf krefur.

## Tryggja land

Meðal algengustu spurninga sem upp koma þegar rætt er um aukningu skógræktar er hvort tiltækt sé nægilegt land. Því er iðulega svarað játandi og það er líka raunin. Hins vegar þarf að gera meira til að tryggja að svo verði áfram.

Vitað er að aðeins sé búið að gróðursetja í hluta þess lands sem er samningsbundið í skógrækt á lögbýlum. Hins vegar eru ýmsar ástæður fyrir því. Að hluta til er um að ræða úrtök eða verndarsvæði innan samningssvæða sem ekki verður gróðursett í, að hluta nýlega samninga þar sem gróðursetning er skammt á vegi stödd, að hluta eldri samninga þar sem áhuginn dalaði eða að nýir eigendur sem ekki höfðu áhuga á skógrækt tóku við jörðunum. Sumt af þessu er eðlilegt, sumt er hægt að laga og klára samningssvæðin en sumt er ekki hægt að laga. Vinna þarf í því að kanna stöðu hvernjar jarðar og leggja áherslu á að klára að gróðursetja í gömul samningssvæði. Sums staðar gæti þurft að fara nýjar leiðir til þess svo sem að bjóða skógareigendum upp á meiri þjónustu en hingað til hefur tíðkast.

Hingað til hefur ekki þurft að hvetja landeigendur til þátttöku í skógrækt á lögbýlum því eftirspurn hefur verið næg. Með auknum fjárveitingum opnast möguleikar á að fjölga þátttakendum. Ef þörf krefur verður farið í að kynna verkefnið betur og reyna þannig að fjölga þátttakendum.

Í þjóðskógunum er einnig land sem ekki er búið að gróðursetja í og þar verður einnig áhersla lögð á að kortleggja þau svæði og klára þau á komandi árum. Mest eru það svæði innan núverandi girðinga, en einnig er til skoðunar að girða ný svæði. Skógræktinni stendur hugsanlega einnig til boða að taka við umsjón nokkurra eyðjarða í ríkiseigu. Voru þær skoðaðar sumarið 2018 og var niðurstaðan sú að á þeim flestum væru góð skilyrði til skógræktar.

Langstærstu samfelldu svæðin sem henta til skógræktar eru rofsvæði, sem eru að mestu í umsjá Landgræðslunnar. Hekluskógar eru það verkefni á slíku svæði sem lengst er komið og þar má víða sjá mjög góðan árangur. Hólasandur og Þorláksskógar eru önnur dæmi. Á þessum svæðum öllum verður hægt að efla skógrækt og flýta fyrir

framvindu. Nú er ákveðið að Leiðvallargirðing í Meðallandi bætist í hópinn. Land sem hægt er að rækta skóg á innan Hekluskógasvæðisins nemur tugum þúsunda hektara og þúsundum hektara á hverju af hinum svæðunum.

Kostnaður við að gróðursetja í þúsund hektara lands er á bilinu 300-500 milljónir króna. Jafnvel með aukningunni sem fyrirhuguð er mun það því taka marga áratugi að gróðursetja í þessi svæði. Fyrstu gróðursetningarnar verða því löngu vaxnar og farnar að sá sér út áður en gróðursetningu lýkur. Mikilvægt markmið er að sjálfsáning hjálpi til við að koma skógi í stór svæði sem þessi og miðast verklag við það. Þess vegna eru notaðar tegundir sem sá sér snemma og vel, ekki er gróðursett mjög þétt og gróðursetningu er dreift sem víðast innan svæðisins í upphafi. Þannig fylla trén sjálf í eyðurnar þegar fram líða stundir. Þess vegna er einnig mikilvægt að bæta fleiri svæðum við fljótlega frekar en að bíða þar til lengra er komið með svæðin sem fyrir eru. Má þar nefna landgræðslusvæði í framanverðum Bárðardal, Hólsfjöll, Ássand og allmörg smærri svæði.

Auk eignarhalds og aðgengis að landi eru skipulagsmál snar þáttur í að tryggja land til skógræktar. Sátt þarf að ríkja í samfélaginu um auknar aðgerðir í skógrækt. Á hverju tilvonandi skógræktarsvæði, óháð eignarhaldi, þarf að gera góða ræktunaráætlun, bæði til að auka líkurnar á góðum árangri og til þess að fólk geti séð hvað standi til að gera. Taka þarf tillit til opinbers skipulags og er þar samstarf við sveitarfélög lykilaatriði auk Skipulagsstofnunar. Í því ferli þarf að huga að verndarsvæðum og bæði náttúrufarslegum og manngerðum þáttum sem eiga að njóta verndar, s.s. fornleifum, votlendi, mikilvægum fuglasvæðum o.fl.

## Auka bindingu

Heildarbinding CO<sub>2</sub> (H) með skógrækt fæst með því að margfalda árlega bindingu á hvern hektara lands (b) með fjölda hektara (ha):

$$H = b \times ha$$

Hægt er að vinna með báðar breytur. Augljóslega er hægt að fjölga hekturum skóga með því að gróðursetja tré og þá er hægt að velja trjátegundirnar. Í þeim efnum verður lögð mikil áhersla á að takmarka gróðursettan trjáfjölda á hvern hektara við 2.500 plöntur, eða eftir atvikum færri. Þannig fást sem flestir hektarar skógar fyrir takmarkaða peninga og plöntufjölda.

Önnur leið til að fjölga hekturum er að stóla á náttúrlega útbreiðslu með sjálfsáningu, sem tekur lengri tíma og gerist einkum hjá birki og víði og í minna mæli hjá stafafuru. Þessi leið er seinvirkari og CO<sub>2</sub>-binding á hektara verður minni en gerist með gróðursetningu vaxtarmeiri tegunda, en kostnaður er jafnframt mun minni og möguleiki er á að ná mjög stórum landsvæðum til skóglendis þegar horft er nokkra áratugi fram í tímann. Þegar upp er staðið gæti skilvirkni því verið umtalsverð. Þessi leið er hluti ætlunarinnar í stórum verkefnum á borð við Hekluskóga en að öðru leyti er hún háð vinnu með sveitarfélögum og bændum að breyttu fyrirkomulagi beitar.

Á hina breytuna er einnig hægt að hafa áhrif, annars vegar með vali á þeim tegundum, kvæmum og kynbættum efniviði sem notaður er í skógrækt og hins vegar með aðgerðum til að örva vöxt trjáanna og til lengri tíma litið með því að stjórna grisjun, fellingu og endurnýjun skógarins á þann hátt að CO<sub>2</sub>-binding sé sem mest.

Þegar hafa verið stigin ákveðin skref í tegundavali til að auka kolefnisbindingu. Í útbóði Skógræktarinnar á plöntuframleiðslu sl. haust var tegundum fækkað umtalsvert og flestum hægvaxta og smávöxnum tegundum sleppt. Birki er enn með þótt það sé hvorki hraðvaxta né stórvaxið, en gjöfuleiki þess felst einkum í því hversu duglegt það getur verið við að breiðast út með sjálfsáningu.

Það er regla að nota ávallt bestu fánlegu kvæmi þeirra tegunda sem við notum og helst kynbættan efnivið ef mögulegt er. Í þeim efnum er áhersla lögð á:

- að efla fræframleiðslu á birkinu Emblu og lerkinu Hrym svo hlutfall kynbættis efnis geti aukist í gróðursetningu þeirra tegunda. Ef að líkum lætur verður sáð til framleiðslu á 100.000 Hrymtrjám vorið 2019
- að magna upp græðlingaefni af nýjum asparklónum sem eru ryðþolnir, beinvaxnir og hraðvaxta og munu þeir að miklu leyti koma í stað núverandi klónasafns á næstu árum
- að rækta sitkagrenifrægarð með völdum trjám og er hann þegar farinn að gefa svolítið fræ
- að prófa kynbætta stafafuru frá Svíþjóð í þeirri von að eitthvað af henni geti gefið góða raun hérlendis, auk þess sem stofnun stafafurufrægarða með völdu innlendu efni er í undirbúningi

Meðal ræktunaraðferða sem máli skipta er fyrst að nefna þær sem stuðla að bættri lifun ungplantna. Meðal aðgerða er að vanda betur til samvals landgerðar og tegundar, að jarðvinna alls staðar þar sem þörf er á og að bera áburð á allar plöntur við gróðursetningu (nema lerki í sumum landgerðum). Augljóslega þarf einnig að tryggja plöntugæði úr gróðrarstöð, góða meðferð plantna á leið að gróðursetningarstað og góða gróðursetningu, allt atriði sem sífellt þarf að hamra á því það er alltaf að koma nýtt fólk að þeirri vinnu.

Meðal annarra aðgerða gæti verið endurtekin áburðargjöf á fyrstu árum vaxtar, t.d. með lífrænum áburði. Þá mætti beina gróðursetningu í auknum mæli í lúpínubreiður eða svæði þar sem séð er að lúpína muni breiðast út. Þar og undir öðrum hentugum kringumstæðum ætti að leggja áherslu á alaskaösp, sem er sú tegund sem bindur mestan koltvísýring á skemmstum tíma. Almennt ætti að skoða tegundaval með CO<sub>2</sub>-bindingu í huga, ásamt öðrum þáttum, með því markmiði að auka hlutfall gjöfulla tegunda í heildargróðursetningu á landinu.

Ein aðgerð í viðbót sem vert er að nefna felur í sér að auka beina stungu aspargræðlinga og sleppa þar með gróðrarstöðvastiginu í asparrækt að einhverju leyti. Þar þarf að þróa aðferðir, bæði við jarðvinnslu og stungu, auk þess sem vanda þarf til geymslu græðlinga og setja stungunni ströng tímamörk. Takist það ættu að sparast umtalsverðir peningar við plöntuframleiðslu sem nota má til að fjölga ræktuðum hekturum skóga.

## Meðferð skóga

Meðferð skóga á seinni stigum er atriði sem einnig þarf að skoða. Setja þarf viðmið um styrk grisjunar svo kolefnisforði skógarins minnki ekki um of. Einnig þarf að horfa gagnrýnið á það í hvaða tilvikum rétt sé að grisja yfirleitt. Á þetta bæði við um snemmgrisjun og grisjun á seinni stigum. Setja þarf þessi viðmið miðað við núverandi stöðu þekkingar, en um leið þarf að hefja rannsóknir sem miða að því að bæta stöðu þekkingar á þessu sviði.

Lengd lotu, lokafelling og endurnýjun skóga er ekki síður mikilvægt atriði sem setja þarf loftslagsvæn viðmið um. Þekking á þessum hluta skógræktar er ekki næg hér á landi og þarf því að byrja á rannsóknum áður en hægt verður að setja skynsöm viðmið.

Í þeim efnum er nýting birkiskóga til arinviðarframleiðslu sérstakt álitamál. Frá því að hætt var að gróðursetja aðrar trjátegundir undir birkiskermi, sem þurfti síðan að fella ofan af, hefur stakfelling eða hópelling verið aðalaðferðin við nýtingu þeirra fáu birkiskóga sem nytjaðir eru og endurnýjun skógarins hefur verið með teinungi. Það hefur ekki verið mælt, en líkur eru á að hægur vöxtur birkisins geri að verkum að skógurinn sé lengi að ná kolefnisforða sínum til baka eftir skógarhögg. Þetta þarf að rannsaka. Á móti má segja að birkiskógur sem ekki er nytjaður eldist og gisnar og tapar hugsanlega kolefnisforða á þann hátt í staðinn. Þetta þarf einnig að rannsaka. Fleiri áleitnar spurningar koma einnig upp í hugann varðandi markaðslegar afleiðingar af því að hætta að selja birkiarinvíð. Mun það auka innflutning á arinviði og væri það nokkuð betra þegar á heildina væri litið? Getur fura eða ösp komið í stað birkis í meira mæli en nú er og væri það betra?

### Lokaorð

Það er mikil vinna fram undan við að laga skógræktarstarfið að nýjum kröfum. Að hluta hefur hún í för með sér að efla það sem fyrir er og tryggja nauðsynlega innviði svo það sé hægt. Að hluta hefur hún í för með sér endurskoðun á aðferðum og verkefnum, að sleppa sumu en hefja annað. Þá er kúnstin að vita hverju við eigum að sleppa og hvaða nýmæli við eigum að taka upp. Að hluta hefur hún í för með sér að byggja upp hæfni á nýjum sviðum. Við stigum fyrsta skrefið í þá átt með ráðningu Ólafs Arnarssonar í stöðu gagnagrunnssérfræðings á Mógilsá, en taka þarf fleiri slík skref á komandi árum og efla mannauðinn í rannsóknum, ráðgjöf, fræðslu, kynningu og fleiru.

Í náinni framtíð verða spurningar um skilvirkni aðgerða áleitnari, þ.e.a.s. um árangur í formi kolefnisbindingar á hverja krónu að teknu tilliti til ýmiss konar annars ágóða. Við höfum alla möguleikana uppi á borðinu til að byrja með, en með sanngjörnum samanburði munu sumir reynast skilvirkari en aðrir. Sá samanburður þarf að eiga sér stað. Það má ekki vera bannað að tala um hann út frá pólitískum rétttrúnaði. Á einhverjum tímapunkti verður spurt um skilvirkni mismunandi aðgerða. Gott verður að hafa svör við þeim spurningum og ekki síður að vera búin að aðlaga mismunandi aðgerðir þannig að þær standi sig sem best í samanburðinum.

## Aðgerðir í loftslagsmálum - áherslur Landgræðslunnar

Árni Bragason landgræðslustjóri

*Landgræðslan*

*arni.bragason@land.is*

### Útdráttur

Öfgar í veðurfari og loftslagsbreytingar af mannavöldum eru fréttæfni fjölmiðlanna. Almennigur er að vakna til meðvitundar um að engan tíma má missa og að beita þarf öllum tiltækum ráðum til að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda en einnig að binda kolefni í gróðri og jarðvegi.

Ríkisstjórn Íslands setti málið á dagskrá í stjórnarsáttmálanum og kynnti fjármagnaða aðgerðaáætlun í september 2018 og nýbirt fjármálaáætlun til 2024 staðfestir að fjármagn á að fylgja. Uppgræðsla og styrking gróðurs stuðlar að varanlegri bindingu kolefnis í jarðvegi og gert er ráð fyrir öflugri aðkomu Landgræðslunnar í loftslagsáætluninni. Stofnuninni hefur verið falið að vinna að áætlun um kolefnisbindingu í samstarfi við Skógræktina.

Landgræðslan og samstarfsaðilar hafa á undanförunum árum unnið á tæpum 19 þúsund hekturum sem er það mesta síðan á árum Þjóðargjafarinnar eftir 1974. Öflugt samstarf í Landbótasjóðsverkefnum og Bændum græða landið eru burðarásinn í starfinu og verða það áfram og gert er ráð fyrir að athafnasvæði verði orðið allt að 55 þúsund ha á ári árið 2023.

Endurheimt votlendis er öflug og fljótverk aðgerð til að stöðva losun gróðurhúsalofttegunda og af nógu er að taka því stór hluti framræsts lands er ekki notaður til landbúnaðar. Lagaramminn fyrir votlendi og framræslu er skýr, framræsla er leyfis skyld, en landeigendur ræstu fram í óleyfi meira land en endurheimt var á árinu 2018.

Ný lög nr. 155/2018 um landgræðslu munu hafa mikil áhrif á starfið á næstu árum. Sjálfbær nýting lands er grunntónn nýrra laga og ákvæði eru um hvernig taka skuli á ósjálfbærri nýtingu. Sauðfjárþændur sem nýta land sitt með sjálfbærum hætti eru oftast settir undir sama hatt og hinir sem skemma orðspor búgreinarinnar. Það er enn þá verið að beita óbeitarhæft land á hálendinu þó að nóg sé af beitarhæfu landi á láglandi. Menn ríghalda í hefðir og afleiðingin er opin rofabörð og gróður- og jarðvegseyðing með neikvæðum loftslagsáhrifum. Verkefni fram undan eru að stuðla að fræðslu og þekkingu á sjálfbærri beit.

Landgræðslan hefur breytt skipuriti og rýnt verklag og áætlanir og við ætlum að takast á við nýjar áskoranir í víðtæku samstarfi til að geta lagt okkar að mörkum til að takast á við loftslagsvandann.

## Burrlendi – möguleikar, úttekt, vottun

Jóhann Þórsson

*Landgræðslan*

*johann.thorsson@land.is*

### Útdráttur

Aðgerðasvæði landgræðslu teljast vera tæplega 127 þúsund hektarar og eru rúmlega 96% þessara svæða frá því eftir 1990. Frá árinu 2007 hefur Landgræðslan vaktað öll þessi svæði með tilliti til magns kolefnis og niturs í jarðvegi og gróðri, ásamt því að meta heildarþekju gróðurs auk þekju einstakra tegunda. Nú stendur önnur landsyfirferð þessarar vöktunar yfir.

Landgræðsla er safnheiti allra þeirra aðgerða sem beinast að uppgræðslu. Þær geta fallist í einfaldri friðun upp í umfangsmikil inngrip með sáningu og áburðargjöf, allt eftir eðli þeirra svæða sem unnið er á. Nú beinist áherslan í síauknum mæli að styrkingu staðargróðurs í hnignuðu landi sem og eflingu vistkerfa. Slíkar vistheimtar aðgerðir felast yfirleitt í friðun og áburðargjöf.

Tilgangur landgræðslu er að endurheimta og auka landgæði. Ein jákvæðasta afleiðing þess starfs er að í kjölfarið eykst myndunarhraði jarðvegs og uppsöfnun lífrænna jarðvegsefna, sem við vísum gjarna til sem kolefnisbindingar í jarðvegi. Vegna eiginleika íslenska eldfjallajarðvegsins eru kolefnisbindingarmöguleikar í honum umtalsverðir, auk þess sem það eykur um leið frjósemi hans. Hraði þessara ferla er hins vegar afar mismunandi eftir eðli landsins sem verið er að vinna á, staðsetningu og einnig eftir þeim landgræðsluaðgerðum sem beitt er.

## Votlendi - möguleikar, úttekt, vottun

Sunna Áskelsdóttir

*Landgræðslan*

*sunna@land.is*

### Útdráttur

Votlendi (mýrar) þekja um 20% af grónu flatarmáli Íslands og ætla má að um helmingi þess hafi verið raskað með framræslu. Töluverður hluti þessa framræsta lands er ekki nýttur. Vegna fjölpætrar vistkerfisþjónustu votlendis, m.a. hlutverks þeirra sem kolefnisgeymis, hefur endurheimt þeirra mikinn ávinning. Eins og með önnur náttúruleg vistkerfi landsins er mikið verk fram undan til að bæta úr stöðu þekkingar, t.d. svo unnt sé að standa við skuldbindingar okkar um gæði gagna í loftlagsbókhalda Íslands. Árið 2017 hófst þróun vöktunaráætlunar fyrir endurheimt votlendis hjá Landgræðslunni. Þar er markmiðið að vakta breytingar sem verða á lykilþáttum tengdum búskap gróðurhúsalofttegunda þegar röskuð votlendissvæði eru endurheimt og reyna að átta sig á hvernig þeir tengjast öðrum þáttum vistkerfisins. Vöktunin felst í að kortleggja svæðin og í framhaldi að leggja út vöktunarreiði í ríkjandi gróðursamfélögum svæðanna. Þar er fylgst með breytingum á losun CO<sub>2</sub> og CH<sub>4</sub>, NDVI, gróðri og jarðvegi við endurheimtaraðgerðir. Ljóst er að þörf er á ítarlegri vöktun á votlendisvistkerfum héraðs vegna mikilvægis þeirra í loftslagsmálum og þeirrar vistkerfisþjónustu sem þangað má rekja.

## Skógrækt - möguleikar, úttekt, vottun

Arnór Snorrason

*Mógilsá, rannsóknasvið Skógræktarinnar*

*arnor@skogur.is*

### Útdráttur (ágrip)

Fjallað er um hvernig skógrækt og skógar hafa verið í bókhaldi gróðurhúsalofttegunda (GHL) á Íslandi og hvernig nettóbinding þeirra hefur nýst í skuldbindandi hlutum bókhaldsins. Nýtt skeið er að hefjast 2021-2030 með Parísarsamkomulaginu og þátttöku Íslands og Noregs í loftslagsáætlun Evrópusambandsins (ESB). Í áætlun ESB er landnotkun, landnotkunar-breytingar og skógrækt (LALABS) í fyrsta sinn tekið með í skuldbindandi hluta bókhalds GHL. Ísland er því að fara frá því að einungis telja fram skógrækt og landgræðslu yfir í að telja fram allar landgerðir í skuldbindandi bókhaldi GHL. Áhrif LALABS eru þó mjög takmörkuð en ýtt er á Evrópuþjóðir að haga málum þannig að aukning í losun eða minnkun í bindingu verði ekki frá LALABS miðað við fyrsta áratug þessarar aldar. Slíku verður að mæta með meiri samdrætti á losun frá öðrum þáttum. Aftur á móti mun aukin nettóbinding LALABS fást að mjög litlu leyti viðurkennd. Lýst er hvaða áhrif það hefur á vægi skógræktar í loftslagsmálum. Þó að skógrækt og skógur hafi lítil áhrif á heildarbókhald GHL á Íslandi er þessu öfugt farið í flestum ríkjum ESB. Mikil áhersla er því lögð á nákvæmni bókhalds GHL fyrir skógrækt og flóknar reglur gilda um hvernig telja eigi fram losun eða bindingu frá skógrækt. Sérstaklega eru reglurnar flóknar fyrir eldri skóga en þar þarf að meta sérstakt „skógarviðmið“ losunar eða bindingar. Farið er yfir ástæðu þessa og hvaða áhrif þetta hefur á úttektir á flæði GHL vegna skógræktar. Margir þættir í ferlinu eru í ágætu lagi hér á landi en bæta þarf úr á mörgum sviðum.

Vottun á bókhaldi GHL fer fram á nokkrum þrepum hjá mismunandi alþjóðastofnunum. Eftir 15. janúar ár hvert tekur ESB við töflugögnum og drögum að ársskýrslu Íslands um bókhald GHL fyrir það ár. Sérfræðinganevnd á þeirra vegum rýnir töflur og skýrslu. Nevndin spyr spurninga sem hún vill fá svör við og skýringar á. Hún sendir líka ábendingar um það sem þarf að laga. Hverri spurningu þarf að svara og ef bent er á að viðkomandi atriði þurfi að betrubæta er beðið um skýringar á hvenær standi til að bæta úr. Töflum og skýrslu er síðan skilað aftur 15. mars og búast má við ábendingum fyrir lokaskil 15. apríl til skrifstofu Rammasamnings Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar. Í september fer síðan „rýnisvika“ Rammasamningsins fram þar sem rýnisnefnd tekur íslensku skýrsluna og gögnin fyrir á fundi með íslenskum sérfræðingum sem bera ábyrgð á mati á losun og bindingu GHL.

Að lokum er farið yfir möguleika skógræktar til skemmri og lengri framtíðar til að minnka nettólosun GHL. Allt frá 2005 hafa verið gerðar spár um þróun bindingar með skógrækt og settar fram sviðsmyndir með mismikilli nýskógrækt. Síðast var þetta gert í byrjun síðasta árs þar sem bornar voru saman sviðsmyndir um óbreytta og fjórfaldaða nýskógrækt. Spár af þessu tagi eru núna orðnar hluti af skilum Íslands en í ár skilar Umhverfisstofnun í fyrsta sinn spá og aðgerðarstefnu til ESB fram til ársins 2035. Í þeirri spá eru áhrif fjórföldunar nýskógræktar sett inn sem aðgerðarstefna til minnkunar nettólosunar GHL frá Íslandi.



# Kolefnishringrás Íslands

Bjarni Diðrik Sigurðsson<sup>1\*</sup> og Borgþór Magnússon<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Landbúnaðarháskóli Íslands; <sup>2</sup>Náttúrufræðistofnun Íslands

\*bjarni@lbhi.is

## Útdráttur

Nýlega kom út skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar þar sem dregnar eru saman niðurstöður rannsókna síðasta áratugar á veðurfari landsins og breytingum á náttúrufari sem hafa orðið. Einnig kom nýlega út vistgerðaflokkun og kort af öllu landinu. Í fyrri hluta þessa erindis verður gefinn stuttur útdráttur um hvað við vitum um kolefnishringrás Íslands og síðan verða kynntir nýir útreikningar á standandi lífmassa í gróðri landsins og árlegum vexti sem höfundar unnu að nýlega og byggjast á vistgerðaflokkuninni og ýmsum rannsóknaverkefnum. Í seinni hluta erindisins mun fyrsti höfundur gefa yfirlit yfir nokkrar nýjar erlendar rannsóknir sem sýna hversu mikilvægt það er að vinna samtímis að því að draga úr notkun jarðefnaeldsneytis og auka kolefnisbindingu ef markmið Parísarsamkomulagsins eiga að nást á heimsvísu. Einnig verður dregið á nokkra þætti sem skipta máli fyrir skilning okkar á hringrás kolefnis og annarra gróðurhúsalofttegunda hérlendis. Áhersla verður lögð á fáein fræðileg álitamál sem tengist skilningi okkar á áhrifum skógræktar, landgræðslu og endurheimtar votlendis á kolefnisjöfnuð, á nettólosun gróðurhúsalofttegunda og á veðurfarsbreytingar. Það er ekki síst í slíkum álitamálum sem rannsóknapörfin er einna mest í dag.

## Inngangur

Nýlega kom út skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar þar sem dregnar eru saman niðurstöður rannsókna síðasta áratugar á veðurfari landsins og breytingum á náttúrufari sem hafa orðið samhliða þeim (Halldór Björnsson o.fl., 2018). Þar birtist til dæmis yfirlit um kolefnishringrás Íslands sem fjallað verður aðeins nánar um í þessari grein og hún borin saman við kolefnishringrás allrar jarðarinnar fyrir tímabilið 2000-2009 sem birt var í síðustu úttektarskýrslu IPPC (Ciais o.fl., 2013).

## Efni og aðferðir

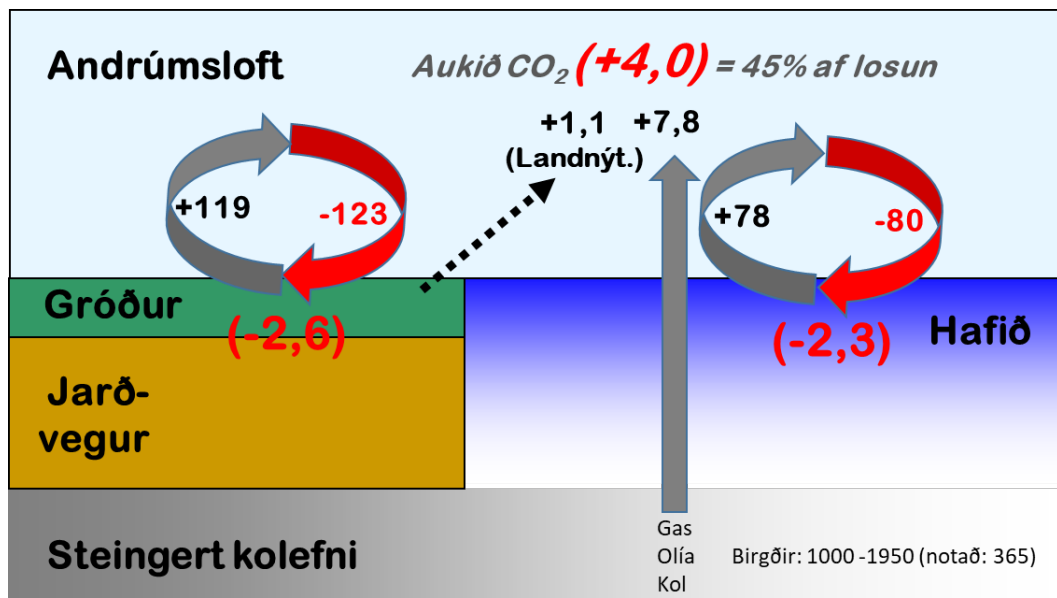
Það efni sem hér er birt er fengið úr ýmsum útgefnum heimildum, nema mat á standandi lífmassa landsins og árlegri framleiðni ofanjarðar (ANPP). Það mat byggist á flatarmálum mismunandi vistgerða (Sigurður H. Magnússon o.fl. 2016), á landsúttekt á trjákenndum lífmassa og kolefnisforða birkiskóga og barrskóga (FAO, 2016), en Íslensk skógarúttekt á Mógilsá leggur til þær tölur fyrir Ísland. Lífmassi í botngróðri skóga og skóglausra vistgerða kemur úr ýmsum uppskerumælingum sem fram hafa farið í verkefnum beggja höfunda. Til að áætla árlegan vöxt út frá standandi lífmassa var gróðri hvernar vistgerðar skipt upp í hlutfall sumargræns lífmassa (jurtir) og fjölærs lífmassa (mosar, sígrænar og viðarkenndar tegundir nema tré) og síðan gert ráð fyrir endurnýjun á 10 ára fresti sem er nálægt meðaltali fyrir allan gróður (Chapin o.fl., 2011). Fyrir tré voru notaðar mældar tölur birtar af FAO fyrir íslenskt skóglendi. Notuð var mæld C% í mismunandi gróðurflokkum (mosum, jurtum, runnum og trjám) til að umbreyta árlegum vexti lífmassa í sambærilegar tölur í magni kolefnis sem binst í ofanjarðarvexti á hverju ári (ANPP). Athuga ber að þetta er ekki það sama og árleg

kolefnisbinding ofanjarðar, því hluti þessa lífmassa deyr innan sama árs og byrjar að rotna.

## Niðurstöður og umræða

### Kolefnishringrás jarðar 2000-2009

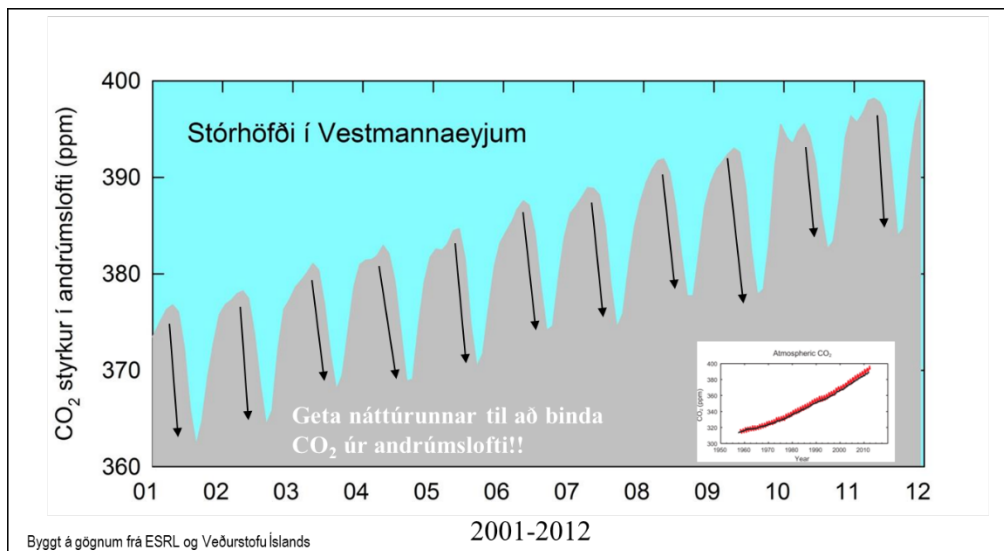
Á 1. mynd er einfölduð skýringarmynd sem við höfum búið til af kolefnishringrás jarðar á síðasta áratug eins og hún er sett fram í síðustu úttektarskýrslu IPCC og flæði CO<sub>2</sub> milli andrúmslofts, hafs og lands á hverju ári (sjá: Ciais o.fl., 2013; Halldór Björnsson o.fl., 2018). Það sem hún sýnir okkur er í stuttu máli að þrátt fyrir að manngerð losun CO<sub>2</sub> til andrúmslofts með bruna jarðefnaeldsneytis og sementsgerð (dökkgrá píla upp) og með skógar- og jarðvegseyðingu (punktalína upp) hafi verið samtals um 8,9 milljarðar tonna C árlega á tímabilinu 2000-2009, þá hækkaði styrkur CO<sub>2</sub> í andrúmslofti aðeins um 45% af því, eða um 4,0 milljarða tonna af C árlega. Mismunurinn, um 4,9 milljarðar tonna af CO<sub>2</sub>, var árleg nettókolefnisbinding í vistkerfum hafs og lands á jörðinni. Þetta var og er vistþjónusta sem náttúran veitir okkur, og án hjálpar hennar værum við komin enn lengra á braut breytts loftslags.



**1. mynd.** Einfölduð mynd af kolefnishringrás jarðar á árunum 2000-2009 í milljörðum tonna CO<sub>2</sub>-C (umreiknað í hreint kolefni). Náttúruleg hringrás CO<sub>2</sub> milli andrúmslofts og lands/hafs er sýnd með hringferlum. Lóðrétt píla upp sýnir árlega manngerða losun með bruna á jarðefnaeldsneyti og sementsgerð og punktupíla upp sýnir losun vegna skógareyðingar. Árleg aukning í andrúmslofti er sýnd innan sviga ( $+4,0$  losunar) og hluti losunar sem bundinn er sama ár á landi og í hafi (samaltals  $55%$ ). Myndin er byggð á Ciais o.fl. (2013) og Halldóri Björnssyni o.fl. (2018).

Á 1. mynd sést einnig ljóslega að það CO<sub>2</sub> sem við erum að taka úr langtímaforða sem ekki hefur verið í kolefnishringrásinni í milljónir ára (jarðefnaeldsneyti og sement) eða árþúsundir (lífmassi skóga og lífrænt efni í jarðvegi) og bæta aftur inn í hringrásina er umtalsvert í samhengi við hina náttúrulegu kolefnishringrás. Til dæmis samsvaraði árleg losun með bruna jarðefnaeldsneytis og sementsgerð til 10% af öllu CO<sub>2</sub> sem er í náttúrulegri hringrás milli hafs og andrúmslofts í kringum 2005, en 71% af yfirborði jarðar er haf.

Andrúmsloftið geymir nú (2000-2009) um 829 milljónir tonna C sem CO<sub>2</sub> og 29% þess magns eru viðbótin vegna losunar manna frá iðnbyltingu (Ciais o.fl., 2013). Lífmassi alls gróðurs jarðar hefur verið metinn á bilinu 450-650 milljarðar tonna C (Ciais o.fl., 2013), en árlega tekur hann upp um 123 milljarða tonna úr andrúmslofti með ljóstillífun eða um 15% af öllu CO<sub>2</sub> sem er í loftinu, en gróðuröndun og niðurbrot í jarðvegi skilar um 119 milljónum tonna C aftur út í andrúmsloftið sem CO<sub>2</sub> innan sama árs (1. mynd). Þar sem árleg upptaka gróðurs á jörðinni er meiri en losun hans er hringrásin ekki í jafnvægi og nettókolefnisbindingin í gróðri og jarðvegi landvistkerfanna er metin vera um 2,6 milljarðar tonna C árlega. Sú binding, sem á sér ekki síst stað á norðlægari breiddargráðum, er ríflega helmingi hærri en losunin sem verður við skógar- og jarðvegseyðingu í hitabeltinu, og nemur nú um 1,1 milljarði tonna C árlega (1. mynd). Þessi mynd er einnig bakgrunnurinn fyrir því af hverju kolefnisbinding og/eða minnkun kolefnislosunar við skógar- og jarðvegseyðingu eða endurheimt votlendis eru leiðir sem alþjóðasamfélagið hefur metið sem gildar mótvægisáðgerðir gegn losun við bruna jarðefnaeldsneytis. Þegar kolefnishringrás jarðar er skoðuð er augljóst að bæði ferlin, losun og binding, eru mikilvæg fyrir það sem er að gerast í andrúmslofti.



**2. mynd.** Andardráttur Íslands. Mánaðarlegur styrkur koltvíoxíðs (CO<sub>2</sub>) í andrúmslofti á Stórhöfða í Vestmannaeyjum á tímabilinu 2001-2012. Gögn frá ESRL og Veðurstofu Íslands. Endurteiknað úr Bjarni D. Sigurðsson (2013).

Oft heyrast sagt að kolefnisbinding í gróðri geti ekki skipt miklu máli fyrir kolefnisstyrk í andrúmslofti þar sem gróður geti einungis geymt kolefnið í skamman tíma, eða svo lengi sem plantan lifir. Þetta er byggt á ákveðnum misskilningi. Það skiptir ekki máli hvað hver planta lifir lengi, svo lengi sem vistkerfið endurnýjar sig stöðugt. Þannig er umsetning C í lífmassa gróðurs allrar jarðarinnar einungis um 11,2 ár (Chapin o.fl., 2011), en þrátt fyrir það geymir sama gróðurlendi álíka mikið magn kolefnis svo lengi sem það stendur og starfar og breytist ekki í annars konar gróðurlendi sem inniheldur minni lífmassa gróðurs að jafnaði. Það er því ekki lífslengd plantnanna sem skiptir máli, heldur hversu mikill standandi lífmassi er í hverju gróðurlendi og hversu lengi því magni er viðhaldið án þess að langtímaröskun verði þar á.

Jarðvegur er einnig mjög mikilvægur kolefnissvelgur og hann inniheldur þrisvar til fjórum sinnum meira kolefni en lífmassi gróðurs á jörðinni, eða 1.500-2.400 milljarða tonna C, fyrir utan um 1.700 milljarða C sem bundnir eru í frosnum jarðvegi freðmýra norðurslóða (Ciais o.fl., 2013). Miklar rannsóknir hafa farið fram á síðustu 20 árum til að finna hvar öll þessi náttúrulega kolefnisbinding á sér stað, en ljóst er að svarið er bæði í grósku jarðar (lífmassa) og í því magni af plöntuleifum sem berst til og geymist í jarðvegi (Chapin o.fl., 2011).

### Styrkur CO<sub>2</sub> í andrúmslofti við Ísland

Áhrif hinnar miklu náttúrulegu kolefnisupptöku lands og hafs úr andrúmslofti sjást greinilega í sveiflum á styrk CO<sub>2</sub> í andrúmslofti innan hvers árs, t.d. þar sem hann er mældur á Íslandi (2. mynd). Á hverju sumri lækkar styrkurinn þegar náttúran sagnar niður CO<sub>2</sub> úr andrúmsloftinu og hækkar svo aftur á veturna þegar náttúran er í dvala. Meðalstyrkurinn er samt að hækka ár frá ári vegna aukinnar losunar okkar jarðarbúa. Vetrargildin voru að skriða upp undir 400 ppm 2013 á Stórhöfða, en 25. mars 2019 var hann um 409 ppm samkvæmt punktmælingu sem fyrsti höfundur gerði á Hvanneyri.

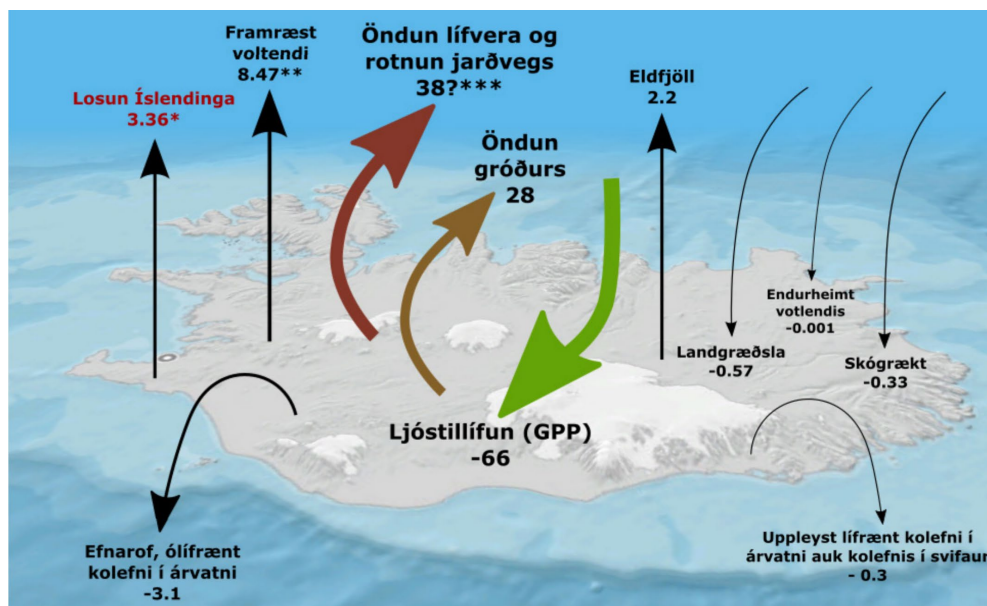
### Kolefnishringrás Íslands

Nýlega birtist 3. mynd í skýrslu Halldórs Björnssonar o.fl. (2018) en hún sýnir hver skilningur okkar er á kolefnishringrás Íslands nú um stundir. Hún sýnir aðeins fleiri gerðir náttúrulegs kolefnisflæðis en 1. mynd gerði fyrir jörðina alla, en líkist henni samt talsvert. Kolefnisupptaka (GPP) landsins var metin með gervihattamælingum á magni blaðgrænu og uppleysts lífræns kolefnis sem berst til sjávar með árvatni en jarðfræðileg binding við efnaveðrun (efnarof) var áætluð með heildarafrennsli og mælingum á ákveðnum vatnasviðum (Kardjilov, 2008). Líkt og á við um jörðina alla er náttúruleg hringrás kolefnis inn og út úr vistkerfum landsins um einni stærðargráðu meiri en það sem við losum til andrúmslofts við bruna jarðefnaeldsneytis og frá framræstum mýrum (3. mynd). Engar góðar óháðar rannsóknir eru til hérlendis á heildarmagni CO<sub>2</sub> sem losnar árlega við öndun plantna og niðurbrot í jarðvegi og eru þær tölur í raun skalaðar upp til jafnvægis á móti GPP. Þá er gert ráð fyrir að engin náttúruleg binding eigi sér stað utan skógræktar- og landgræðslusvæða. Það má gagnrýna þá forsendu, en vegna skorts á upplýsingum er þetta varfærnasta talan sem hægt er að áætla.

Heildarkolefnisupptaka alls gróins lands á Íslandi við ljóstillífun (GPP) er áætluð hafa verið um 66 milljónir tonna CO<sub>2</sub> á árinu 2015. Aukin nettóupptaka (NPP) á skógræktar- og landgræðslusvæðum var 0,9 milljónir tonna til viðbótar, eða 1,3%, og efnaveðrun í bergi og jarðvegi er talin binda um 3,1 milljarð tonna árlega. Samtals eru þetta því um 70 milljarðar tonna af CO<sub>2</sub> sem íslensk náttúra tekur upp á hverju ári. Losun CO<sub>2</sub> frá landinu er hins vegar áætluð vera um 80 milljarðar tonna (3. mynd).

Munurinn á þessum tveimur stóru tölum í flæði CO<sub>2</sub> er áætlaður kolefnisjöfnuður Íslands á síðasta áratug. Sú tala nemur um +10 milljónum tonna CO<sub>2</sub> sem er árleg nettólosun landsins og það magn sem berst frá Íslandi og stuðlar að hækkingu styrk CO<sub>2</sub> í andrúmslofti og súrnun hafsins (sjá Halldór Björnsson o.fl., 2018). Þetta er heldur lægri tala en sú sem talin er fram til Loftslagssamnings Sameinuðu þjóðanna, en þar var hún áætluð um +14,8 milljónir tonna CO<sub>2</sub>-jafngilda árið 2015 (Vanda Ú.L. Helling o.fl., 2017). Ástæðan er annars vegar að á 3. mynd er einungis tekið tillit til upptöku og losunar CO<sub>2</sub>, en ekki annarra gróðurhúsalofttegunda Hins vegar tekur kolefnisbókhald Íslands

til Loftslagssamningsins ekki tillit til losunar frá eldfjöllum eða upptöku CO<sub>2</sub> vegna efnaveðrunar landsins.



**3. mynd.** Einfölduð mynd af kolefnishringrás Íslands á síðasta áratug. Tölur standa fyrir flæði kolefnis í milljónum tonna CO<sub>2</sub> á ári. Jákvæðar tölur sýna losun frá landi til andrúmslofts en neikvæðar sýna upptöku CO<sub>2</sub> úr andrúmslofti og umbreytingu þess í ýmis önnur efnasambönd. Tölur um losun Íslendinga, losun frá framræstu votlendi og upptöku með skógrækt, landgræðslu og endurheimt votlendis eru fyrir árið 2015 (Vanda Ú.L. Hellsing o.fl., 2015), en aðrar tölur eru áætlaðar fyrir árið 2006 og voru fengnar frá Sigurði Reyni Gíslasyni (2012). Myndin hefur birst áður í Halldór Björnsson o.fl. (2018).

\* Losun CO<sub>2</sub> af mannavöldum frá Íslandi var 3,36 milljónir tonna CO<sub>2</sub> árið 2015, en alls var heildarlosun af mannavöldum 4,54 milljónir tonna CO<sub>2</sub>-ígilda þegar öðrum gróðurhúsalofttegundum hafði verið bætt við. Þessar tölur taka ekki til losunar vegna breytinga á landnýtingu (framræslu votlendis o.fl.). Að auki er alþjóðaflug og siglingar ekki taldar með hér.

\*\* Losun CO<sub>2</sub> frá framræstu votlendi, sem annað hvort hefur verið breytt í ræktað land eða er flokkað sem almennt graslandi, var áætluð vera 8,47 milljónir tonna CO<sub>2</sub> árið 2015. Þetta er langstærsti þátturinn í losun gróðurhúsalofttegunda sem tengist landnýtingu, en alls losnuðu 10,27 milljónir tonna CO<sub>2</sub>-ígilda frá Íslandi árið 2015 vegna landnýtingar.

\*\*\* Hvað kolefnisjöfnuð Íslands varðar er mest óvissa um þennan þátt. Að hluta skarast hann einnig við það magn CO<sub>2</sub> sem áætlað er að losni árlega frá framræstu votlendi.

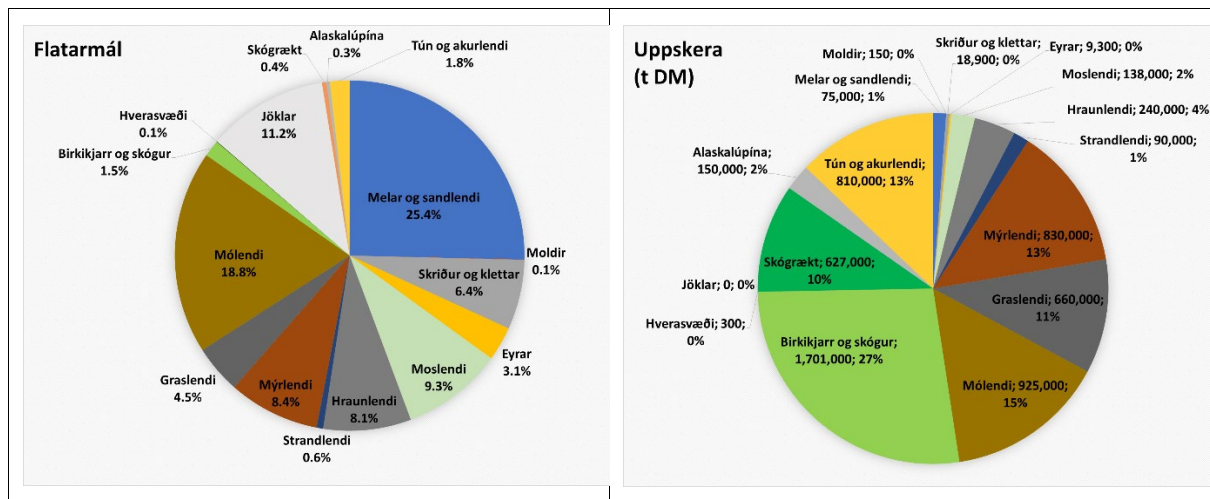
Það kemur e.t.v. sumum á óvart að í meðalári er losun CO<sub>2</sub> frá jarðhita og eldgosum um 35% minni en bein losun Íslendinga við bruna jarðefnaeldsneytis og sementsnotkun (3. mynd).

Samtals er áætlað að með skógrækt og landgræðslu hafi bundist um 0,9 milljónir tonna af CO<sub>2</sub> á árinu 2015 við aukna grósku og bindingu í jarðvegi (3. mynd). Þó að þessi tala sé ekki nema um 1,1% af heildarlosun CO<sub>2</sub> frá landinu, þá svaraði þessi kolefnisbinding til 27% af beinni losun CO<sub>2</sub> við bruna jarðefnaeldsneytis og sementsnotkun (3. mynd). Hún er því farin að skipta verulegu máli fyrir kolefnisjöfnuð Íslands.

## Nýtt óháð mat á frumframleiðni (NPP) Íslands

Nýlega birtist vistgerðaflokkun fyrir allt Ísland þar sem öllu landinu er skipt upp í mismunandi vistgerðir og vistlendi (Sigurður H. Magnússon o.fl., 2016). Við kynnum hér í fyrsta sinn grófa útreikninga á standandi lífmassa landsins og framleiðni ofanjarðar (ANPP) sem byggjast á vistgerðaflokkuninni og ýmsum úttektum og uppskerumælingum sem fram hafa farið í mismunandi vistgerðum.

Á 4. mynd sést að skógræktarsvæði og birkiskógar þekja einungis um 1,9% landsins (utan þéttbýlis) og stærstu tegundir vistlendis landsins eru melar og annars konar sandlendi. Næst kemur mólendi, jöklar og moslendi.



4. mynd. Hlutfallslegt flatarmál 14 megintegunda vistlendis landsins (til vinstri; samtals 98.510 km<sup>2</sup>) og áætlaður standandi heildarlífmassi ofanjarðar í gróðri í tonnum þurrefnis (til hægri). Standandi lífmassi er samtals 6,27 milljónir tonna þurrefnis.

Myndin breytist mikið þegar við áætluum standandi lífmassa gróðurs á landsvísu. Þá er það birkikjarr og -skógur sem einungis þekur um 1,5% landsins og inniheldur 27% af lífmassa landsins (þar af voru 16,7% í viðarlífmassa og 10,3% í botngróðri).

Mólendi kom næst með 15%, ræktarland og mýrlendi í þriðja og fjórða sæti, hvort tveggja með 13%, og síðan graslendi og skógræktarsvæði með 10%-11% hvor flokkur.

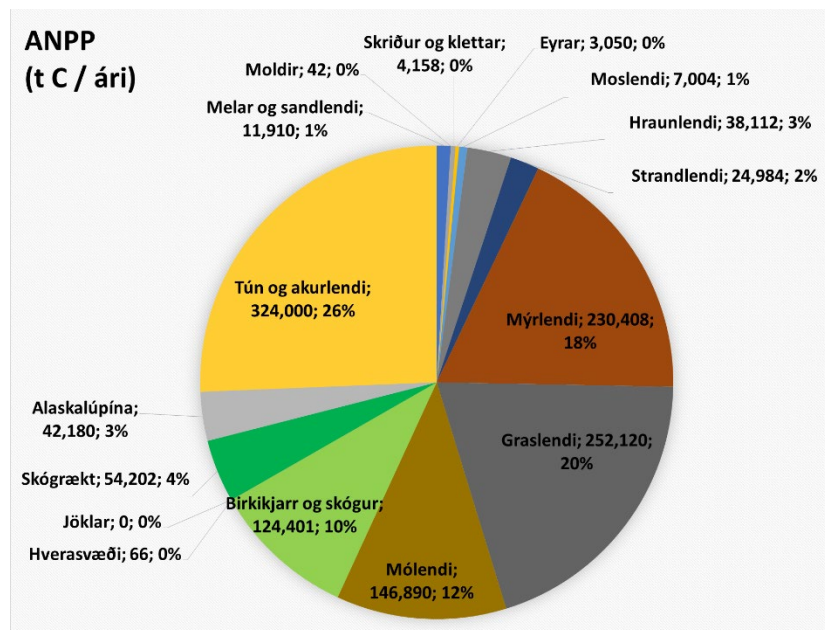
Skógræktarsvæði sem eru 0,4% af flatarmáli landsins hafa því um 10% af standandi lífmassa landsins (8% í viðarlífmassa og 2% í botngróðri; en langflestir ræktaðir skógar landsins eru enn tiltölulega ungir og með ríkulegum botngróðri).

Samkvæmt þessum útreikningum okkar standa því samtals um 37% af lífmassa landsins á þessum 1,9% sem skógarnir þekja.

Skógarnir hafa mikið af fjölærum lífmassa og því binda þeir hlutfallslega meira kolefni ofanjarðar en aðrar vistgerðir. Myndin breyttist því enn þegar við áætluðum hver væri árleg upptaka kolefnis í lífmassa ofanjarðar á landsvísu (5. mynd). Þá eru það hin ræktuðu jurtkenndu vistkerfi, tún og akrar, sem hafa mesta framleiðni ofanjarðar (ANPP), eða 26% af heild á einungis 1,8% landsins. Graslendi og mýrlendi var með 18%-20% af ANPP hvor flokkur, en þessar landgerðir þekja samtals 12,9% landsins. Skógar

(skógrækt og birkiskógar) voru miðað við stöðuna 2015 í fjórða sætinu með 14% af ANPP á 1,9% landsins og mólendi í því fimmta með 12% af ANPP á 18,8% landsins.

Ef við umbreytum heildarljóstillífun landsins (GPP), sem áætluð var á 3. mynd sem 66 milljónir tonna CO<sub>2</sub> á ári, í magn af hreinu kolefni sem tekið var upp, þá fáum út að það samsvarar um 19,2 milljónum tonna af C. Sú tala kemur upphaflega úr rannsókn Kardjilovs (2008), sem byggð var á gögnum frá MODIS-gervitunglunum, en þau greina landið einnig í landgerðir. Í þeim gögnum hafði sígrænt moslendi við suður- og vesturströnd Íslands flokkast sem sígrænir barrskógar (haldast græn yfir veturinn og eru yfirleitt ekki þakin snjó), og þetta leiðir því til ofmats í útreikningum MODIS á GPP fyrir þau svæði, en betra mat á heildar-GPP liggur ekki fyrir enn.



5. mynd. Áætluð árleg ofanjarðarframleiðni (ANPP) 14 meginvistgerða landsins í tonnum C. Áætlaður árlegur vöxtur er samtals 1,26 milljónir tonna C.

Heildar-ANPP alls gróðurlendis landsins var áætlað 1,26 milljónir tonna C á 5. mynd. Það var um 7% af áætluðu GPP landsins. ANPP:GPP-hlutfall er nokkuð breytilegt og hækkar almennt eftir því sem norðar dregur (Chapin o.fl., 2011). Okkur vitanlega hafa einungis verið gerðar tvær raunverulegar mælingar á þessu hlutfalli á Íslandi, og bara önnur þeirra er þegar birt. Sú var gerð á fjalldrapamóa vöxnum ungum lerkiskógi á Fljótsdalshéraði (Brynhildur Bjarnadóttir, 2009; Brynhildur Bjarnadóttir o.fl., 2009). Hin rannsóknin birtist reyndar í fyrsta skipti í grein Brynhildar Bjarnadóttur o.fl. (2019) í þessu hefti. ANPP:GPP-hlutfallið sem við fundum á Fljótsdalshéraði var nálægt því að vera 16%; þ.e. um 100 g C/m<sup>2</sup> á ári í ANPP en GPP var 589 g C/m<sup>2</sup> á ári.

Það að við fengum 7% ANPP:GPP-hlutfall á landsvísu, með eitthvert svolítið ofmat á heildar-GPP, og að rannsókn með beinni mælingu sem fram fór í fjalldrapamóa vöxnum opnum, ungum lerkiskógi var með 16% hlutfall, eru í raun ótrúlega sambærilegar niðurstöður og eykur trúverðugleika þessara útreikninga.

## Lokaorð

Í þessari grein höfum við reynt að gefa heildaryfirlit yfir kolefnishringrás Íslands, með áherslu á hvaða hlutverki gróður landsins gegnir í þeirri hringrás. Líkt og í kolefnishringrás alls heimsins, tekur gróður landsins upp um 5,5 sinnum meira CO<sub>2</sub> árlega en við losum með bruna jarðefnaeldsneytis og frá framræstum mýrum. Við eigum því bæði að vinna að því að draga úr losun og dýpka andardrátt landsins þannig að sem hraðast dragi úr nettólosun landsins og kolefnishlutleysi náist fyrir 2040 eins og stefnt er að.

## Heimildir

Bjarni Diðrik Sigurðsson, 2013. Skógar - lungu jarðar. Í: *Skógarauðlindin - ræktun, umhirða og nýting* (ritstj. Hallur Björgvinsson o.fl.), Landbúnaðarháskóli Íslands: Hvanneyri, 41-44.

Brynhildur Bjarnadóttir, 2009. Carbon stocks and fluxes in a young Siberian larch (*Larix sibirica*) plantation in Iceland. Doktorsritgerð. *Meddelanden från Lunds Universitets Geografiska Institution. Avhandlingar* 182: 62 bls.

Brynhildur Bjarnadóttir, Bjarni D. Sigurdsson, & Lindroth, A., 2009. A young afforestation area in Iceland was a moderate sink to CO<sub>2</sub> only a decade after scarification and establishment. *Biogeosciences* 6: 2895-2906.

Brynhildur Bjarnadóttir, Guler, G.A., Bjarni Diðrik Sigurðsson, Bjarki Þór Kjartansson, Hlynur Óskarsson, Edda S. Oddsdóttir, Gunnhildur E.G. Gunnarsdóttir & Black, A., 2019. Kolefnis- og vatnshringrás í asparskógi á framræstri mýri á Suðurlandi. *Rit Mógilsár* (þetta hefti).

Chapin, F.S. III, Matson, P.A, & Vitousek, P.M., 2011. *Principles of terrestrial ecosystem ecology*. 2nd edition. Springer, New York: 565 bls.

Ciais, P., Sabine, C., Bala, G., Bopp, L., Brovkin, V., Canadell, J., Chhabra, A., DeFries, R., Galloway, J., Heimann, M., Jones, C., Le Quéré, C., Myneni, R.B., Piao, S. & Thornton, P., 2013. Carbon and Other Biogeochemical Cycles. Í: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* (ritstj. Stocker, T.F o.fl.). Cambridge University Press, Cambridge: 465-570.

FAO, 2016. *Global Forest Resources Assessment 2015. How are the world's forests changing?* Second edition. FAO, Rome: 44 bls.

Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson & Trausti Jónsson, 2018. *Loftslags-breytingar og áhrif þeirra á Íslandi - Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar 2018*. Veðurstofa Íslands, Reykjavík: 236 bls.

Vanda Ú.L. Hellsing, Anna S. Ragnarsdóttir, Kári Jónsson, Nicole Keller, Þorsteinn Jóhannsson, Jón Guðmundsson, Arnór Snorrason & Jóhann Þórsson, 2017. National Inventory Report. Iceland 2017. Emissions of Greenhouse Gases in Iceland from 1990 to 2015. Submitted under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Umhverfisstofnun, Reykjavík: 331 bls.

Kardjilov, M. I., 2008. *Riverine and terrestrial carbon fluxes in Iceland*. Doktorsritgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík: 94 bls.

Sigurður H. Magnússon, Borgþór Magnússon, Ásrún Elmarsdóttir, Sigmar Metúsalemsson og Hans H. Hansen 2016. Vistgerðir á landi. Í: Jón Gunnar Ottósson, Anna Sveinsdóttir & María Harðardóttir (ritstj.). Vistgerðir á Íslandi. Náttúrufræðistofnun Íslands, Reykjavík, bls. 17 - 169.

Sigurður Reynir Gíslason, 2012. *Kolefnishringrásin*. Hið íslenska bókmenntafélag, Reykjavík: 269 bls.



## Landnotkun, loftslagsmál og skipulag

Hrefna Jóhannesdóttir<sup>1</sup>, Þórunn Pétursdóttir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Skógræktin; <sup>2</sup>Landgræðslan

\*[hrefna@skogur.is](mailto:hrefna@skogur.is)

### Útdráttur

Í aldanna rás hefur tapast gríðarlegt magn kolefnis út í andrúmsloftið með gróður- og jarðvegseyðingu hérlendis. Losun gróðurhúsalofttegunda frá framræstu votlendi og hnignandi landi er enn gríðarlega mikil og hleypur á mörgum milljónum tonna koltvísýringsígilda ár hvert. Með endurheimt votlendis og annarra raskaðra vistkerfa má draga stórlega úr þessari losun og með landgræðslu og skógrækt má bæta um betur og binda á ný kolefni í jarðvegi og gróðri þessara svæða.

Samdráttur í losun gróðurhúsalofttegunda frá landi og aukin binding kolefnis í jarðvegi og gróðri er einmitt annað af tveimur megináhersluatriðum aðgerðaáætlunar ríkisstjórnarinnar í loftslagsmálum til 2030 og í gildandi fjármálaáætlun er gert ráð fyrir umtalsverðri aukningu fjármuna til málaflokksins skógræktar og landgræðslu á næstu fimm árum.

Í nýjum landgræðslulögum og í drögum að nýjum skógræktarlögum er áhersla lögð á gerð lands- og landshlutaáætlana til að marka stefnu um framtíðarsýn og skipulag skógræktar og landgræðslu í sveitarfélögum landsins til lengri tíma. Áætlanirnar eiga að innihalda stöðu- og árangursmat á viðkomandi svæði og vera í samræmi við skipulagsáætlanir og aðra opinbera stefnumörkun.

Í erindi okkar munum við fjalla um tengingarnar á milli loftslagsmála, landnotkunar og skipulags og ræða lykilhlutverk sveitarfélaga landsins í að efla birkivistkerfi sem víðast og stórauka nytjaskógrækt.

## Kolefnis- og vatnshringrás í asparskógi á framræstri mýri á Suðurlandi

Brynhildur Bjarnadóttir<sup>1,2\*</sup>, Guler Aslan Sungur<sup>2</sup>, Bjarni Diðrik Sigurðsson<sup>3</sup>, Bjarki Þór Kjartansson<sup>4</sup>, Hlynur Óskarsson<sup>3</sup>, Edda S. Oddsdóttir<sup>4</sup>, Gunnhildur E.G. Gunnarsdóttir<sup>5</sup> og Andy Black<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Háskólinn á Akureyri; <sup>2</sup>Háskólinn í Bresku-Kólumbíu, Kanada; <sup>3</sup>Landbúnaðarháskóli Íslands; <sup>4</sup>Mógilsá, rannsóknasvið Skógræktarinnar; <sup>5</sup>Landgræðslan

\*brynhildurb@unak.is

### Útdráttur

Rannsóknarverkefnið MÝRVIÐUR stóð yfir á árunum 2014-2017 og hafði að markmiði að skoða kolefnisbúskap gróðursetts asparskógar á framræstu mýrlendi. Fylgst var með kolefnisflæði vistkerfisins í tvö ár og sýndu niðurstöður að kolefnisupptaka skógarins (GPP) var að jafnaði 47,2 t CO<sub>2</sub>/ha á ári en vistkerfisöndun hans var 21 t CO<sub>2</sub>/ha á ári. Það þýðir að kolefnisjöfnuður skógarins var jákvæður bæði árin í þeim skilningi að meiri binding en losun átti sér stað. Þetta kom á óvart þar sem fyrir fram var búist við að jöfnuður svæðisins yrði neikvæður, þ.e. að meiri losun en binding ætti sér stað í vistkerfinu. Kolefnisbindingin (NEE) samsvaraði 26,2 CO<sub>2</sub>/ha á ári. Til að geta lagt mat á heildarkolefnishringrás vistkerfisins fóru líka fram mælingar á flutningi lífræns efnis (TOC) sem yfirgaf vistkerfið með afrennslisvatni, en í framræstu landi er talið mikilvægt að meta þann þátt. Á einu ári nam slíkur flutningur einungis sem samsvarar 142 kg CO<sub>2</sub>/ha, sem þýddi að hlutfallslega var tapið einungis um 0,5% af árlegri kolefnisbindingu (NEE). Mælingar á kolefnisforða trjáanna í skóginum sýndu að þau voru í örur vexti. Að jafnaði bundu þau 22,1 t CO<sub>2</sub>/ha á ári 2015-2016. Það að sú tala var lægri en heildarkolefnisbindingin (að frádregnu TOC) þýðir að kolefnisbinding í skógarbotni og jarðvegi framræstu mýrarinnar var væntanlega um 3,9 t CO<sub>2</sub>/ha þrátt fyrir framræsluna. Mælingar á vatnshringrás svæðisins sýndu að heildarúrkoma árið 2015 nam 1.237 mm. Af því magni mældist raungufun frá skóginum vera um 821 mm eða um 66% af ársúrkomunni.

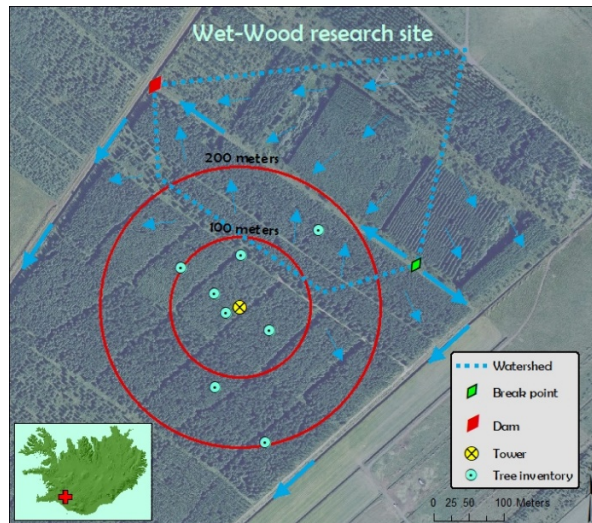
### Inngangur

Umræðan um losun gróðurhúsalofttegunda vegna framræslu hér á landi hefur verið hávæð sýðustu misseri. Talsvert hefur verið rætt um skort á rannsóknum sem sýna raunverulegar og beinar mælingar á loftslagsáhrifum framræslu. Í rannsóknarverkefninu MÝRVIÐI er unnið með tvenns konar landnýtingu, annars vegar framræslu á votlendi og hins vegar skógrækt í landi sem upphaflega var ræst fram til landbúnaðar. Framræsla lækkar grunnvatnsstöðu sem leiðir til þess að niðurbrot hefst með tilheyrandi losun á koltvísýringi út í andrúmsloftið. Skógrækt bindur á hinn bóginn koltvísýring og vinnur þannig gegn auknum styrk gróðurhúsalofttegunda í andrúmslofti. Hvor þátturinn skyldi vega þyngra? Þrátt fyrir að endurheimt votlendis sé fýsilegur kostur á framræstum svæðum sem ekki eru í nýtingu, þá eru aðstæður oft þannig að hækkun á vatnsstöðu getur verið annmörkum háð; t.d. á einstökum minni svæðum sem liggja innan stærri framræstra svæða sem ekki á að endurheimta. Við slíkar aðstæður getur skógrækt verið leið til að hafa áhrif á kolefnisjöfnuð.

Á Íslandi finnast engar rannsóknir á samspili þessara tveggja tegunda landnýtingar en talsvert er til af rannsóknum á hvorri landnýtingaraðgerðinni fyrir sig. Ítarlegar

rannsóknir og mælingar á kolefnisbindingu trjáa hafa farið fram hérlendis á undanfórnum árum, en í einungis tveimur tilfellum hafa farið fram mælingar á heildarkolefnisjöfnuði alls vistkerfisins, ofanjarðar og neðan, með sömu aðferðum og hér var beitt (e. eddy covariance); sjö ára asparskógur í Gunnarsholti batt 3,7 tonn CO<sub>2</sub> á ha á ári (Valentini o.fl., 1999) og ellefu ára lerkiskógur á Austurlandi batt 7,2 tonn CO<sub>2</sub> á ha á ári (Bjarnadóttir o.fl., 2009). Báðar þessar rannsóknir sýndu semsé jákvæð loftslagsáhrif með skógrækt, þ.e. meiri binding en losun átti sér stað í þeim á ársgrundvelli og í báðum tilfellum var umtalsverð binding í jarðvegi en ekki bara í lífmassa trjáanna. Hvað framræsluna varðar hafa rannsóknir á kolefnisjöfnuði framræstra mýra einkum farið fram á Vesturlandi (Óskarsson, 1998). Að meðaltali losa framræstar mýrar í N-Evrópu um 20,9 t CO<sub>2</sub> á ha á ári (IPCC, 2014). Niðurstöður á þykkri mýri á Vesturlandi sýndu losun upp á 14,1 t CO<sub>2</sub> á ha á ári (Ólafsdóttir, 2015). Önnur nýleg MS-ritgerð sem bar saman magn kolefnis í mó nokkurra framræstra og nálægra óframræstra mýra á Suðurlandi sýndi að tap úr framræstu mýrunum nam á bilinu 2,6 til 11,4 t CO<sub>2</sub> á ha á ári (Gunnarsdóttir, G.E.G, 2017).

Markmið MÝRVIÐAR-verkefnisins var að skoða samanlögð áhrif þessara tegunda landnýtingar (framræslu og skógræktar) á kolefnisjöfnuð. Í verkefninu er leitað svara við spurningum eins og: Hvað gerist þegar nýskógrækt er stunduð á framræstum mýrum hérlendis; þ.e. þegar kolefnisríku vistkerfi sem hefur verið raskað er breytt í annað kolefnisríkt vistkerfi? Nær skógurinn að vega upp aukna losun á koltvíoxíði frá jarðvegi framræstu mýrarinnar? Er skógrækt leið til að draga úr neikvæðum loftslagsáhrifum framræslu, þar sem endurheimt verður ekki komið við og ekki er verið að nýta landið á annan hátt?

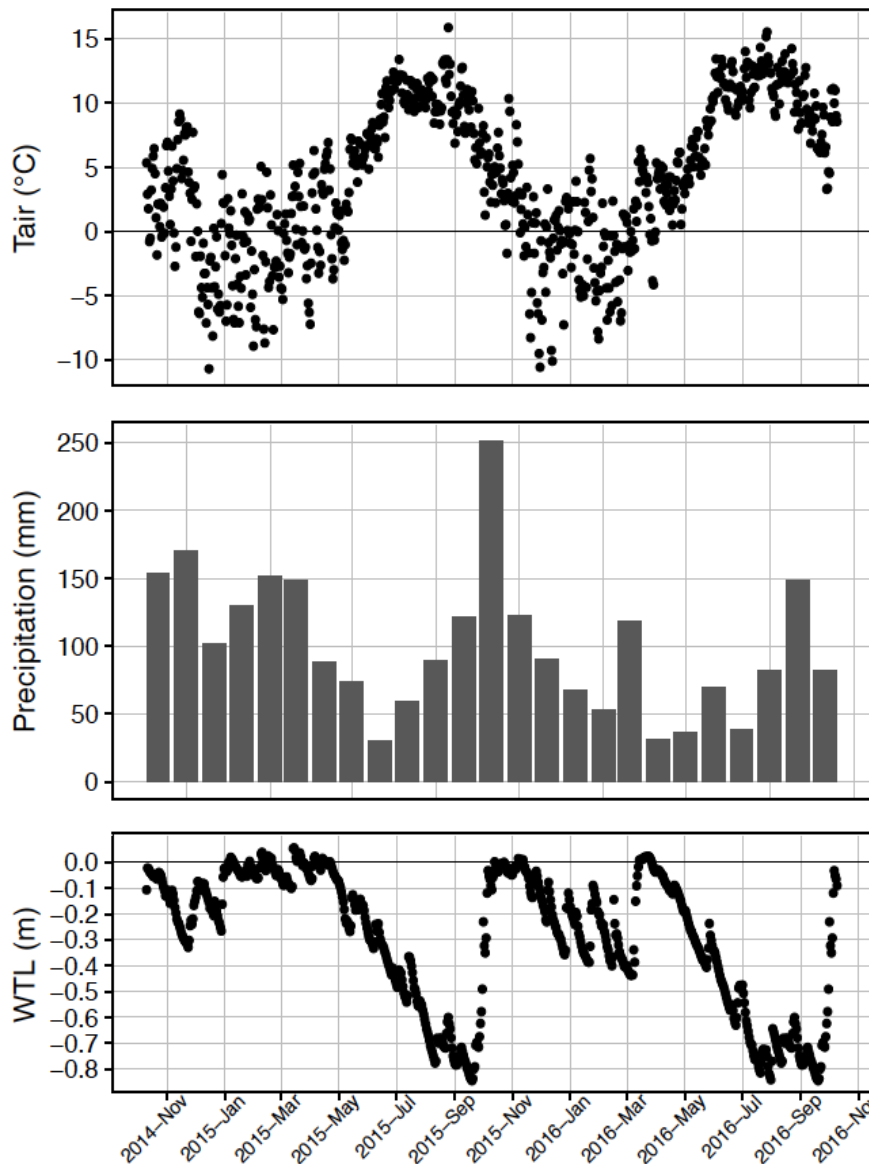


**1. mynd.** Rannsóknarsvæði MÝRVIÐAR. Gul punkturinn sýnir staðsetningu iðufylgnimælitækja og bláir punktar sýna skógmælingafleti. Bláu örvarnar sýna vatnshallann í átt að aðliggjandi skurðum, græni tígullinn er lokað stífla en sá rauði er opin stífla. Bláa punktalínan afmarkar afrenslissvæðið.

## Efni og aðferðir

Verkefnið hófst árið 2014 og fór fram í Skeiða- og Gnúpverjahreppi en þar stendur um 85 ha stór asparskógur (*Populus trichocarpa*) sem var gróðursettur í framræstri mýri,

Sandlækjarmýri (1. mynd). Svæðið var ræst fram 55 árum áður en mælingar hófust eða árið 1959, og á því var sauðfjárbætur í um 35 ár eða fram til ársins 1993 en þá var það beitarfríðað og gróðursett í það ösp. Í verkefninu var leitast eftir að leggja mat á bæði kolefnis- og vatnshringrás vistkerfisins. Til að það sé gerlegt þurfti að gera ýmsar mælingar og voru þær helstu þessar: Iðufylgnimælingar á CO<sub>2</sub>- og H<sub>2</sub>O-flæði, mælingar á árlegum breytingum á kolefnisforða trjáanna, mælingar á magni lífræns efnis sem hvarf úr vistkerfinu með afrennslisvatni auk þess sem mat var lagt á magn afrennslisvatns. Að auki fóru fram hefðbundnar mælingar á öllum helstu veðurfarsbreytum.

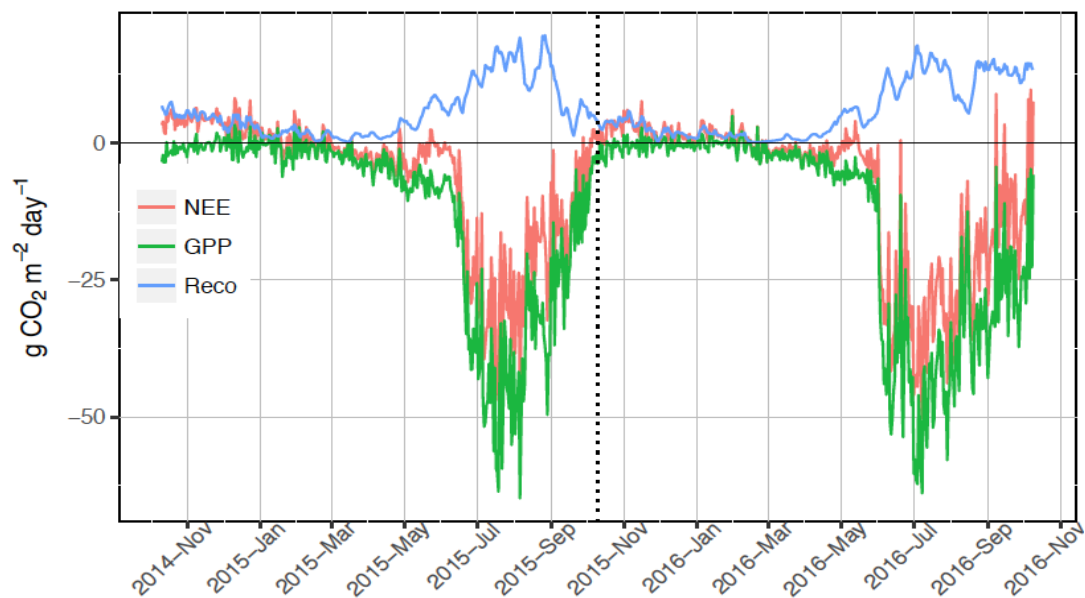


2. mynd. Veðurfarsbreytur. Á efstu myndinni má sjá meðallofthita (°C), miðmyndin sýnir úrkomu hvers mánaðar (mm) og neðsta myndin sýnir grunnvatnsstöðu (m) á svæðinu í Sandlækjarmýri.

## Niðurstöður

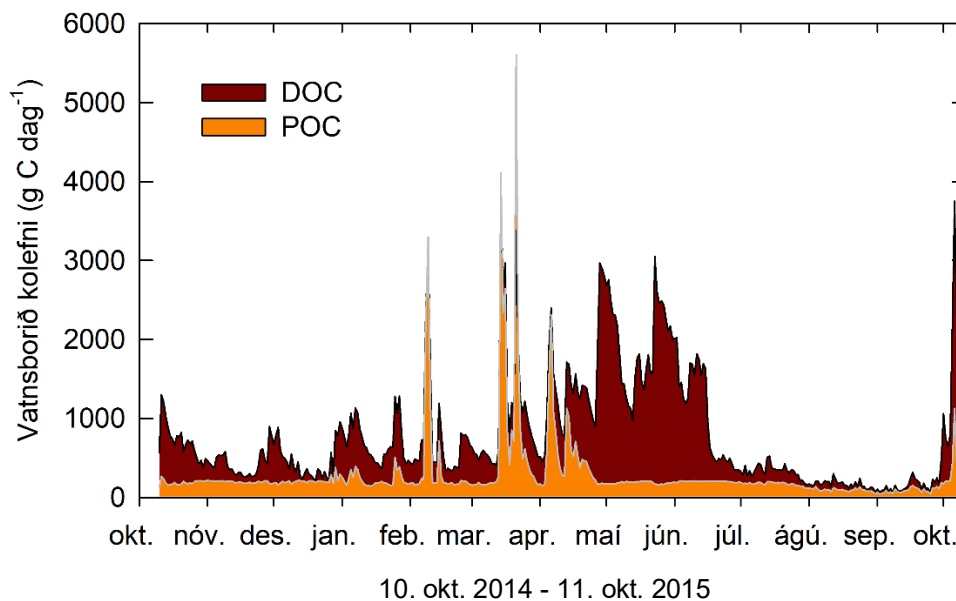
Mælingar á lofthita, úrkomu og vatnsstöðu á tveggja ára tímabili eru sýndar á 2. mynd. Meðallofthiti hvers dags sveiflaðist frá ca.  $-12^{\circ}\text{C}$  að vetri og yfir í  $16^{\circ}\text{C}$ - $17^{\circ}\text{C}$  að sumri. Úrkoman var mikil, eða u.þ.b. 1.300 mm á ári, sem olli því að vatnsstaðan á svæðinu var nálægt yfirborði stóran hluta vetrarins þrátt fyrir framræsluna, þó hún lækkaði vissulega niður á um 70 cm dýpi yfir hásumarið.

Mældur kolefnisjöfnuður tveggja ára er sýndur á 3. mynd. Þar sést að losunin frá vistkerfinu (Reco), sem samanstendur bæði af öndun plantna og niðurbroti jarðvegs, var fremur lág yfir vetrartímenn þegar vatnsstaðan var há, en jókst svo yfir sumarið á svipuðum tíma og vatnsstaðan lækkaði og hiti hækkaði. Kolefnisupptakan eða bindingin í vistkerfinu (GPP; hér sýnt sem mínusgildi = upptaka úr andrúmslofti) byrjaði í apríl og mælist mikil yfir sumartímenn og alveg fram í septemberlok. Kolefnisjöfnuðurinn (NEE) sýndi að í heild batt þetta vistkerfi umtalsvert meira en það losaði þessi tvö ár eða  $2.253 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2}$  fyrra árið og  $2.987 \text{ g CO}_2 \text{ m}^{-2}$  seinna árið. Ef við breytum þessum tölum í hreint kolefni (C) þá nam bindingin að meðaltali  $714 \text{ g C m}^{-2} \text{ ári}^{-1}$ .



**3. mynd.** Kolefnisflæði í Sandlækjarmýri frá október 2014 fram í október 2016. Reco (blá lína) táknar losun frá vistkerfinu, GPP (græn lína) táknar upptöku í vistkerfinu og NEE (rauð lína) er kolefnisjöfnuðurinn milli losunar og upptöku.

Mælingar á lífrænu efni sem yfirgaf vistkerfið með afrennslisvatni eru sýndar á 4. mynd. Þessu lífræna efni var skipt upp í annars vegar uppleyst efni („Dissolved Organic Carbon“; DOC) og hins vegar agnir („Particulated Organic Carbon“; POC). Flutningur á DOC var á bilinu  $63$ - $4.130 \text{ g dag}^{-1}$  og var mestur að vori og fyrri hluta sumars. POC-flutningurinn var á bilinu  $24$ - $2.216 \text{ g C dag}^{-1}$ , með skýrum toppum að vetri og vori, þegar snjór og klaki var að þiðna. Heildarmagn af DOC og POC sem barst út úr vistkerfinu var  $316$  og  $94 \text{ kg C ári}^{-1}$ , eða  $410 \text{ kg C á ári}$ , samtals, af öllu vatnasviðinu (1. mynd).



**4. mynd.** Heildarmagn af lífrænu efni ( $\text{g C dag}^{-1}$ ) sem bart út úr vistkerfinu með afrennslisvatni á einu ári. DOC er skammstöfun á Dissolved Organic Carbon og POC er skammstöfun á Particulate Organic Carbon.

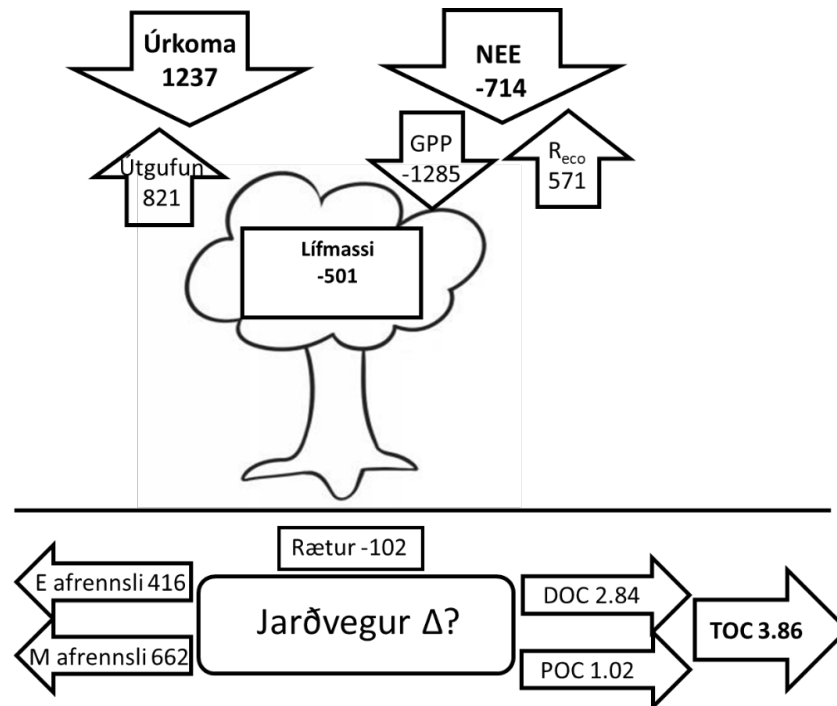
Á 5. mynd má sjá heildar kolefnis- og vatnshringrás vistkerfisins í skóginum í Sandlækjarmýri. Af því heildarkolefnismagni sem bast í skóginum á hverju ári ( $714 \text{ g C m}^{-2}$ ) hurfu einungis tæp  $4 \text{ g C m}^{-2}$  út úr kerfinu með afrennslisvatni. Skógvaxtarmælingar sýndu að ofanjarðarluti trjáanna batt um  $501 \text{ g C m}^{-2} \text{ ári}^{-1}$  og grófrætur um  $102 \text{ g C m}^{-2} \text{ ári}^{-1}$ . Þetta þýðir að mismunurinn, eða u.þ.b.  $209 \text{ g C m}^{-2}$ , hlýtur að hafa bundist í sverði, jarðvegi og fínrótum skógarins.

Vatnshringrásin sýndi að um 66% af úrkomunni sem barst inn á svæðið, bárust aftur út af svæðinu í gegnum útgufun frá trjánum og afgangurinn, 34%, hefði þá átt að verða eftir til afrennslis. Beinar mælingar á afrennslis gáfu hins vegar til kynna að afrennslid hefði verið 662 mm, eða um 48% af heildarúrkomunni.

### Umræður

Þrátt fyrir að skandinavískar rannsóknir hafi vissulega sýnt að skógrækt á framræstu landi geti leitt til þess að svæðið hættir að tapa kolefni (Lohila o.fl. 2011), a.m.k. tíma-bundið, þá komu niðurstöður þessarar rannsóknar talsvert á óvart. Í Sandlækjarmýri reyndist mjög öflug kolefnisbinding eiga sér stað á framræstu mýrlendi vöxnu um 20 ára gömlum skógi, en mælingar á kolefnisjöfnuði svæðisins sýndu mun hærri tölur en mælingar í sambærilegum skógum á framræstum mýrum í N-Evrópu (Lohila o.fl. 2011, Hargreaves o.fl., 2003; He o.fl., 2016). Skýringuna má að einhverju leyti rekja til mikillar og hraðrar uppsöfnunar á kolefni í viði trjáanna, en vaxtarhraði asparinnar við 20 ára aldur er með því besta sem gerist á okkar breiddargráðum. Losun að vetrarlagi, vori og að hausti frá framræsta svæðinu í Sandlækjarmýri var einnig lægri en búist var við og fengist hafa annars staðar (Maljanen o.fl., 2001). Annar hluti skýringarinnar á hinum háa jákvæða kolefnisjöfnuði skógarins í Sandlækjarmýri er því einnig sá að svæðið er fremur illa framræst miðað við hversu úrkomusamt er þar, sem þýðir að vatnsstaða er almennt frekar há sem veldur því trúlega að niðurbrot á lífrænu efni í jarðvegi er að

einhverju leyti bælt stóran hluta ársins. Þetta er reyndar nokkuð sem bændur á Suðurlandi kannast vel við, en oft eru framræst tún of blaut þar snemma á vorin eða síðla hausts til að hægt sé að aka þungum vinnuvélum um þau.



**5. mynd.** Kolefnis- og vatnshringrás í Sandlækjarmýri. Einingin í kolefnishringrásinni (hægra megin á myndinni) er í  $g C m^{-2} ár^{-1}$  og í vatnshringrásinni (vinstra megin á myndinni) í  $mm ár^{-1}$ . E runoff stendur fyrir „Estimated runoff“ eða áætlað afrennsli en M runoff stendur fyrir „Measured runoff“ eða mælt afrennsli.

Mælingar á lífrænu efni sem yfirgaf vistkerfið með afrennslisvatni hafa almennt ekki verið gerðar á framræstum mýrum sem ræktaðar hafa verið skógi þar sem kolefnisjöfnuður hefur verið mældur með iðufylgniaðferð. Í yfirlitsgrein sem er að koma út, er sérstaklega kallað eftir að fleiri slíkar mælingar verði gerðar (Jauhainen, 2019). Rannsókn okkar bendir hins vegar ekki til að þetta kolefnisflæði sé mikilvægt en það reyndist einungis nema um 0,5% af heildarkolefnisjöfnuði alls vistkerfisins.

Hvað varðar vatnshringrásina þá eru hér birtar fyrstu heilsármælingar á útgufun í íslenskum skógi, en árs vatnsbalans hefur einu sinni áður verið metinn fyrir íslenskan skóg án þess að hafa samfelldar vetrarmælingar (Sigurðsson o.fl., 2004). Sú rannsókn fór fram í nýgróðursettum asparskógi í Gunnarsholti á Rangárvöllum og þar hurfu einungis um 30% ársúrkomunnar út úr vistkerfinu með raungufun, en um 70% urðu eftir í jarðvegi og urðu aðgengileg til afrennslis. Skógurinn í Sandlækjarmýri er með margfalt meira laufflatarmál og hlutfallslega raungufunin frá honum því ríflega helmingi meiri. Niðurstöðurnar eru í nokkuð góðu samræmi við sambærilegar rannsóknir erlendis, sem hafa sýnt að allt upp í 90% af úrkomu setjist á eða séu tekin upp af trjám í þéttum skógum og yfirgefi vistkerfið sem raungufun (Sun et al., 2008).

## Heimildir

Landeigendum á Þrándarstöðum, Þrándarholti, Sandlæk og Skarði er þökkuð góð samvinna og hjálp við rannsóknirnar. Orkurannsóknarsjóður Landsvirkjunar styrkti þessa rannsókn.

Bjarnadóttir, B, Sigurdsson, B.D., & Lindroth, A. (2009). A young afforestation area in Iceland was a moderate sink to CO<sub>2</sub> only a decade after scarification and establishment. *Biogeosciences*, 6: 2895-2906.

Gunnarsdóttir, G. E. G. (2017). *A novel approach to estimate carbon loss from drained peatlands in Iceland*. Meistararitgerð, Háskóli Íslands, Reykjavík, 46 bls.

Hargreaves, K.J., Milne, R. & M. R. R. (2003). Carbon balance of afforested peatland in Scotland. *Forestry*, 76: 299-317.

He, H., Jansson, P.E., Svensson, M., Björklund, J., Tarvainen, L., Klemmedtsson, L. and Kasimir, Å. (2016). Forests on drained agricultural peatland are potentially large sources of greenhouse gases - insights from a full rotation period simulation. *Biogeosciences Discussions*. doi:10.5194/5bgd-12-19673-2015.

IPCC (2014). *2013 Supplement to the 2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories: Wetlands*, Hiraishi, T., Krug, T., Tanabe, K., Srivastava, N., Baasansuren, J., Fukuda, M. and Troxler, T.G. (ritstj.). IPCC, Sviss.

Jauhainen, J., Alm, J., Bjarnadóttir, B., Callesen, I., Christiansen, J.R., Clarke, N., Dalsgaard, L., He, H., Jordan, S., Kasimir, Å., Klemmedtsson, L., Lazdins, A., Lehtonen, A., Lohila, A., Lupikis, A., Mander, Ü., Minkkinen, K., Ojanen, P., Sigurdsson, B.D., Søgaaard, G., Soosaar, K., Vesterdal, L., Laiho, R. (2019). Greenhouse gas exchange data from drained organic forest soils - a review of current approaches and applicability of the data in syntheses. *Silva Fennica* (in press).

Lohila, A., Minkkinen, K., Aurela, M., Tuovinen, J-P., Penttilä, T., and Laurila, T. (2011). Greenhouse gas flux measurements in a forestry-drained peatland indicate a large carbon sink. *Biogeosciences* 8: 3203-3218.

Olafsdóttir, R. (2015). *Carbon budget of a drained peatland in Western Iceland and initial effects of rewetting*. Meistararitgerð, Faculty of Environmental Sciences, Landbúnaðarháskóli Íslands. Hvanneyri, 51 bls.

Oskarsson, H. (1998). Framræsla votlendis á Vesturlandi. Í: *Íslensk votlendi - verndun og nýting*. Ritstj.: Jón S. Ólafsson. Háskólaútgáfan. Bls. 121-130.

Maljanen, M., Martikainen, P. J., Walden, J., and Silvola, J. (2001). CO<sub>2</sub> exchange in an organic field growing barley or grass in eastern Finland, *Global Change Biol.*, 7:679-692.

Sigurðsson, B. D., Bjarnadóttir, B., Strachan, I. B., & Pálmason, F. (2004). Tilraunaskógurinn í Gunnarsholti II. Vatnið í skóginum. *Skógræktarritið*, 2004(1): 55-64.

Sun, G., Noormets, A., Chen, J. and McNulty, S.G. (2008). Evapotranspiration estimates from eddy covariance towers and hydrologic modeling in managed forests in Northern Wisconsin, USA. *Agricultural and Forest Meteorology*, 148 (2): 257-267.

Valentini, R., Matteucci, G., Dolman, A. J., Schulze, E.-D., Rebmann, C., Moors, E. J., Jarvis, P. G. (2000). Respiration as the main determinant of carbon balance in European forests. *Nature*, 404: 861-865.



## Loftslagsbreytingar og pöddur framtíðarinnar

Guðmundur Halldórsson<sup>1\*</sup>, Brynja Hrafnkelsdóttir<sup>2</sup> og Edda S. Oddsdóttir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Landgræðslan, Gunnarsholti, 851 Hella;

<sup>2</sup>Mógilsá, rannsóknasvið Skógræktarinnar, 162 Reykjavík

\*gudmundurh@land.is

### Útdráttur

Loftslagsbreytingar hafa nú þegar haft mikil áhrif á útbreiðslu og skaðsemi skordýra á gróðri. Á Íslandi hefur landnám skógarmeindýra farið vaxandi eftir að hlýna fór um og eftir 1990. Nú hafa nærri 30 tegundir skógarmeindýra numið hér land frá því um 1900 og nærri þriðjungur þeirra eru tegundir sem geta valdið miklu tjóni.

Verði landnám skógarmeindýra með svipuðum hraða áfram má gera ráð fyrir að fjöldi nýrra tegunda hafi vaxið um nærri 20% árið 2030 og 50% árið 2050. Ástæða er þó til að óttast að landnámshraðinn verði meiri á næstu árum og áratugum sökum vaxandi hlýnunar, aukins innflutnings og vaxandi fjölda ferðamanna.

Reynslan hérlendis og erlendis sýnir að ný skógarmeindýr geta haft mikil áhrif á vistkerfi, bæði náttúruleg og ræktuð. Því er mikilvægt að greina þá hættu sem hér um ræðir og leita leiða til að sporna við henni.

### Summary

*Climate change has already had very significant effects on the distribution and damage caused by insect pests. In Iceland, the rate of introduction of new forest insect pests has increased since the climate in Iceland became warmer around 1990. Presently, nearly 30 species of forest insect pests have been introduced to Iceland since year 1900 and nearly 30% of them are species which can cause severe damage.*

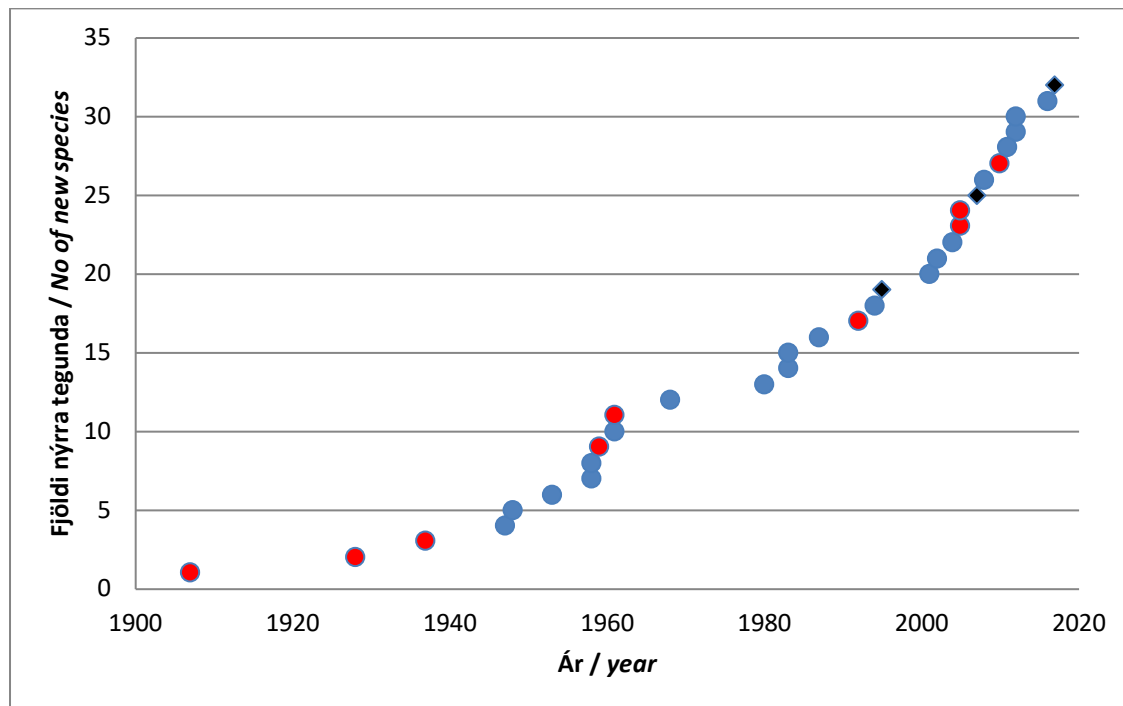
*If the rate of introduction of new forest insect pests continues this way the number can be expected to rise to nearly 20% by 2030 and 50% by 2050. However, there are reasons to fear that the rate of introduction of new species will be even higher in the coming years, due to increased climate warming, increased import to Iceland and increased number of tourists.*

*The experience from Iceland and abroad shows that new forest pests can have high impact on natural as well as cultivated ecosystems. Therefore, it is of high importance to analyse the threat from new insect pests and seek measures to mitigate this.*

### Inngangur

Skordýr geta brugðist fljótt við loftslagsbreytingum en breytingarnar geta bæði haft bein og óbein áhrif á skordýr og skordýrastofna (Ayers & Lombardero 2000). Hærri hiti eykur þroskunarhraða skordýra og getur leitt til þess að fleiri kynslóðir komi fram á hverju ári. Mildari vetur geta jafnframt minnkað vetrarafföll hjá skordýrum sem hafa takmarkað vetrarþol. Eins geta hlýrri og lengri sumur leitt til þess að þau séu betur undir veturinn búin þannig að vetrarafföll verða enn þá minni. Afleiðingin er að stofnar skordýra stækka og hætta á meindýraplágum vex (Bale et al 2002). Gott dæmi um þetta er risafaraldur furubarkbjöllumnar *Dendroctonus ponderosa*, sem geisaði á vesturströnd Norður-Ameríku í byrjun tuttugustu aldar (Kurz et al 2008).

Meðal óbeinna áhrifa loftslagsbreytinga er að hærri styrkur CO<sub>2</sub> getur aukið át skordýra (Cannon *et al* 2002) og eins getur samspil meindýra og náttúrlegra óvina raskast, þannig að dragi úr áhrifum náttúrlegra óvina á stofna meindýra (Nouhuys & Lei 2004). Á Íslandi hefur verið veruleg hækkun á hita frá því um 1990 (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Á sama tíma hefur orðið mikil aukning á landnámi nýrra skógarmeindýra og breytingar á faröldrum skordýra í skógum (Halldórsson *et al* 2013).



1. mynd/Fig. 1. Ný meindýr á trjám á runnum á Íslandi frá 1900 / new arthropod herbivores on trees and shrubs in Iceland since 1900. ● = Tegundir sem valda miklu tjóni / species which cause severe damage, ● = tegundir sem valda töluverðu eða litlu tjóni / species which cause moderate or little damage, ◆ = tegundir sem hafa numið land en hefur tekist að útrýma / species which were successfully eradicated after establishment.

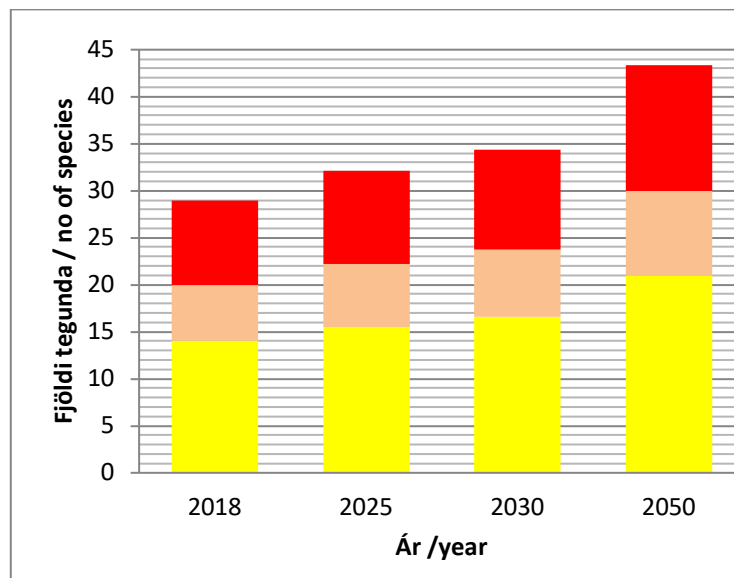
## Ný skógarmeindýr 1900-2018

Í nýlegri yfirlitsgrein (Guðmundur Halldórsson *et al.* 2013) er listi yfir 27 skógarmeindýr sem hér hafa sest að eftir 1900. Eftir að sú grein birtist hafa bæst við þann lista tvær tegundir sem hafa numið hér land (eða verið tegundagreindar). Það er seljuvespa, *Pontania bridgmanii*, sem fannst 2012, en var tegundagreind síðar, og birkipéla, *Scolioneura betuleti*, sem fannst 2016. Þar að auki eru þrjár tegundir sem hafa numið land en virðist hafa tekist að útrýma. Það er lindifurulús, *Pineus* sp., sem fannst um 1995, risavíðilús, *Tuberolachnus salignus*, sem fannst árið 2007 og þinlús, *Adelges piceae*, sem fannst árið 2017 (1. mynd). Við þetta má bæta rótarlúsum á furu og greni sem hafa fundist á trjáplöntum í uppeldi. Sennilega var þar um að ræða tegundirnar fururótarlús, *Stagona pini*, og grenirótarlús, *Pachypappa tremulae*. Óvíst er hvort tekist hafi að útrýma þeim.

## Hlýnun og ný skógarmeindýr

Á árunum 1980-2015 hefur að meðaltali hlýnað á landinu um 0,5°C á áratug. Gert er ráð fyrir því að sú þróun haldi áfram, þannig að um miðja öldina verði meðalhiti á landinu

1,3-2,3°C hærrí en árin 1986-2005 (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Hærrí meðalhítí auðveldar landnám skordýra og gerir suðlægari tegundum kleift að nema hér land. Á síðustu þremur áratugum, eða þar um bil, hefur að meðaltali numið hér land ný tegund skógarmeindýra annað hvert ár og sýnt hefur verið fram á að hraði landnáms hefur aukist með hækkandi hita (Halldórsson *et al* 2013). Hækki hiti um 1,3°C-2,3°C fram að miðbiki aldarinnar er trúlegt að hraði landnáms aukist einnig. 2. mynd sýnir spá um fjölda nýrra skógarmeindýra fram til ársins 2050. Þar er gert ráð fyrir því að fjölgun nýrra meindýrategunda verði með sama hraða og á undanförunum árum. Jafnframt er gert ráð fyrir því að hlutfall meindýra sem flokkist sem lítið, töluvert eða mikið skaðlegar verði það sama og fram til þessa. Í spánni er gert ráð fyrir því að fimm nýjar tegundir skógarmeindýra nemi hér land fram til 2030, sem er tæplega 20% aukning frá því sem nú er, þar af tvær tegundir sem geti valdið alvarlegu tjóni og trjádaða. Hér er ekki gert ráð fyrir auknum landnámshraða vegna hlýnunar á tímabilinu eða annarra þátta svo sem aukinna flutninga til landsins og stóraukins fjölda ferðamanna. Árið 2050 hefur fjöldi nýrra tegunda aukist um allt að 50% ef svo heldur fram sem horfir. Sú spá er þó auðvitað mikilli óvissu háð.



2. mynd / Fig. 2. Ætluð fjölgun nýrra skógarmeindýra fram til ársins 2050. Gult sýnir tegundir sem valda litlu eða engu tjóni, gulbrúnt tegundir sem valda verulegu tjóni og rautt tegundir sem valda miklu tjóni og trjádaða. Expected increase in new arthropod herbivores on trees and shrubs in Iceland until year 2050. Yellow shows species which cause little or no damage, ochre species which cause significant damage and red species which cause severe damage and tree mortality.

Erfitt er að geta sér til um hvaða tegundir sé líklegast að setjist hér að. Til að gera slíkt þarf að meta hættu á landnámi einstakra tegunda og ekkert slíkt liggur fyrir. Á Norðurlöndum hafa ýmsar tegundir fiðrilda sem lifa á birkiskógum verið að færast norðar og faraldrar þeirra magnast, þar á meðal eru haustfeti *Operophtera brumata* og fetategundin *Epirrita autumnata* (Jepsen *et al* 2008). Jafnframt hafa faraldrar færst efst í skógarjaðarinn í fjallshlíðum (Hagen *et al* 2007). Haustfeti hefur verið hér lengi en virðist vera mest bundinn við þéttbýli (Helgi Hallgrímsson o.fl. 2006). *E. autumnata* hefur ekki fundist hér, en útbreiðsla þeirrar tegundar nær það langt norður í Skandinavíu að telja verður líklegt að hún gæti sest hér að.

Barkbjöllur eru þau skógarmeindýr sem valda hvað mestum skaða. Faraldrar þeirra og útbreiðsla hefur farið vaxandi með hlýnandi veðurfari. Í Norður-Ameríku er útbreiðsla tegundanna *Dendroctonus frontalis*, *D. ponderosae* og *D. rufipennis* að færast norðar og hærra til fjalla (Williams & Liebhold 2002; Bentz *et al.* 2010). Hlýr sumardagar ráða úrslitum um hvort barkbjöllur nái að tímgastr. Hér á landi hefur hitabylgjum, það er að segja dögum þar sem hitinn fer yfir 20°C, fjölgað á undanförunum árum (Trausti Jónsson 2007) og gert er ráð fyrir því að við aldarlok verði yfir helmingur sumardaga hlýrri en 15°C (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Hætta á að barkbjöllur nemi hér land fer því vaxandi. Í lista Erlings Ólafssonar yfir skordýr á Íslandi (Erling Ólafsson 1991) eru þrjár tegundir barkbjallna sem lifa á trjám. Það eru; *Orthotomicus suturalis*, *Pityogenes chalcographus*. og *Ips typographus*. Engin þeirra hefur numið hér land svo vitað sé (Erling Ólafsson 1991).

### Áhrif á skóga og skógarvistkerfi

Áhrif nýrra skógarmeindýra eru allt frá því að vera lítilvæg upp í það að valda miklum röskunum á skógarvistkerfum. Dæmi um það síðarnefnda er askbarkbjallan *Agrilus planipennis*, sem barst til Michigan og Kanada árið 2002 frá Asíu og hefur valdið dauða asks á þeim svæðum sem hún hefur borist til (Poland *et al.* 2015). Allar norðuramerískar asktegundir virðast vera móttækilegar fyrir askbarkbjöllunni og hætta á að hún geti valdið stórfelldum dauða asks í Norður-Ameríku. Slíkt gæti haft veruleg áhrif á vistkerfi norður-amerískra laufskóga þar sem askur er ein af lykiltegundunum. Þá hafa faraldrar furubarkbjöllunnar *D. ponderosa* haft mikil áhrif á barrskóga á vesturströnd Norður-Ameríku (Kurz *et al.* 2008).

Hér er birki lykiltegund í vistkerfum. Algengasta skordýrategundin sem lifir á birki er tígulvefari, sem er innflutt tegund og vitað er að hann var ein aðalástæðan fyrir mikilli aflaufgun birkis í langvinnum skordýrafaröldrum um austan- og norðaustanvert landið um síðustu aldamót. Þeir faraldrar ollu töluverðum dauða birkis (Helgi Hallgrímsson o.fl. 2006). Nú hafa bæst við tvær nýjar tegundir meindýra á birki, birkikemba og birkipéla. Ástæða er til að óttast að þær geti haft veruleg neikvæð áhrif á birki á Íslandi. Breytileiki hefur þó reynst vera á ásókn birkikembu í mismunandi kvæmi og einstaklinga íslensks birkis (Brynja Hrafnkelsdóttir og Edda Sigurdís Oddsdóttir 2018) en óvíst hvort það tengist viðnámi birkisins gagnvart birkikembu eða mismunandi laufgunartíma birkikvæma (Brynja Hrafnkelsdóttir, óbirt gögn).

Innfluttar trjátegundir hafa einnig orðið fyrir barðinu á innfluttum meindýrum. Furu-lúsarfaraldurinn sem hér geisaði á sjötta og sjöunda áratug síðustu aldar átti stóran þátt í dauða skógarfuru (Jón Gunnar Ottósson 1988), þó svo að aðrir þættir hafi líklega spilað inn í (Lárus Heiðarsson o.fl. 2013). Þá hafa rannsóknir sýnt að sitkalús dregur verulega úr vexti sitkagrenis (Halldórsson *et al.* 2003) og rýrir gildi þess í borgar-skógrækt. Tegundir sem hafa verið að berast til landsins að undanförunu, eins og asparglytta og barrvefari, gætu einnig reynst skeinuhættar.

### Samantekt og ályktanir

Innflutt skógarmeindýr hafa nú þegar haft veruleg áhrif á skóga og skógarvistkerfi hér á landi, þó svo að jákvæð áhrif loftslagsbreytinga á vöxt og útbreiðslu skóga hafi hingað til gert meira en að vega áhrif skaðvalda upp (Halldór Björnsson o.fl. 2018). Áhrif þeirra tegunda sem hafa verið að nema land að undanförunu eru þó tæpast komin fram að fullu. Í fyrsta lagi er það vegna þess að mörg þeirra hafa ekki enn breiðst út um land allt og í öðru lagi vegna þess að þær hafa ekki enn lagað sig að fullu að

íslenskum aðstæðum. Má þar nefna sem dæmi tegundir eins og birkikembu, birkipélu og asparglyttu sem allar eru enn að breiðast út. Þá hefur barrvefari enn ekki valdið neinu umtalsverðu tjóni, þrátt fyrir að erlendis hafi hann víða gert mikinn usla.

Mikið landnám skógarmeindýra á undanförnum þremur áratugum er áhyggjuefni, einkum þar sem þar á meðal eru tegundir sem þegar hafa valdið verulegu tjóni í skóg- og garðrækt og aðrar sem full ástæða er til að óttast að verði vaxandi vandamál. Hlýnandi loftslag, aukinn innflutningur á ýmsum varningi og mikil fjölgun ferðamanna eykur hættu á að landnám meindýra fari enn vaxandi og gæti haft veruleg áhrif á skógrækt, landgræðslu og landbúnað hér á landi, að ónefndri hættunni sem íslenska birkivistkerfið gæti staðið frammi fyrir.

Mikilvægt er að ræktendur geri sér grein fyrir þessari hættu og leiti leiða til að bregðast við henni. Að okkar mati þarf að greina helstu áhættuþætti á innflutningi nýrra skaðvalda og leita leiða til að hindra slíkan innflutning. Jafnframt þarf að gera viðbragðsáætlanir til að útrýma nýjum skaðvöldum á fyrstu stigum landnáms. Sú staðreynd að það hefur tekist að stöðva þrjár tegundir á þessu stigi sýnir mikilvægi þess að efla slíkar varnir. Að lokum þarf að greina hvernig er unnt að efla mótstöðuþrótt skóga og trjágróðurs yfirleitt gagnvart skaðvöldum.

## Heimildir/references

Ayers, M.P. & Lombardero, M.J., 2000. Assessing the consequences of global change for forest disturbance from herbivores and pathogens. *The Science of the total environment* 262 (3) :263-286.

Bale, J.S., Masters, G.J., Hodkinson, I.D., Awmack, C., Bezemer, T.M., Brown, V.K., Butterfield, J., Buse, A., Coulson, J.C., Farrar, J., Good, J.E.G., Harrington, R., Hartley, S., Jones, T.H., Lindroth, R.L., Press, M.C., Symrnioudis, I., Watt, A.D. & Whittaker, J.B., 2002. Herbivory in global climate change research: direct effects of rising temperature on insect herbivores. *Global Change Biology*, 8(1): 1-16.

Bentz, B.J., Régnière, J., Fettig, C.J., Hansen, E.M., Hayes, J.L., Hicke, J.A., Kelsey, R.G., Negrón, J.F. & Seybold, S.J., 2010. Climate change and bark beetles of the western United States and Canada: direct and indirect effects. *BioScience*, 60(8): 602-613.

Brynja Hrafnkelsdóttir og Edda Sigurdís Oddsdóttir, 2018. Rannsóknir á birkikembu og birkipélu. *Ársrit Skógræktarinnar 2017*: 22-24.

Cannon, R.J., 1998. The implications of predicted climate change for insect pests in the UK, with emphasis on non-indigenous species. *Global Change Biology*, 4: 785-796

Erling Ólafsson 1991. Íslenskt skordýratal. *Fjölrit Náttúrfræðistofnunar* 17: 69 bls.

Hagen, S.B., Jepsen, J.U., Ims, R.A. & Yoccoz N.G., 2007. Shifting altitudinal distribution of outbreak zones of winter moth *Operophtera brumata* in sub-arctic birch forest: a response to recent climate warming? *Ecography* 30: 299-307.

Halldór Björnsson, Bjarni D. Sigurðsson, Brynhildur Davíðsdóttir, Jón Ólafsson, Ólafur S. Ástþórsson, Snjólaug Ólafsdóttir, Trausti Baldursson og Trausti Jónsson, 2018. Loftslagsbreytingar og áhrif þeirra á Íslandi. *Skýrsla vísindanefndar um loftslagsbreytingar*. Veðurstofa Íslands, Reykjavík: 238 bls.

Halldórsson, G., Benediktz, T., Eggertsson, Ó., Oddsdóttir, E.S. & Óskarsson, H., 2003. The impact of the green spruce aphid (*Elatobium abietinum* Walker) on long-term growth of Sitka spruce in Iceland. *Forest Ecology and Management*, 181: 281-287.

Halldorsson, G., Sigurdsson, B.D., Hrafnkelsdottir, B., Oddsdottir, E.S., Eggertsson, O. & Olafsson, E. 2013. New arthropod herbivores on trees and shrubs in Iceland and changes in pest dynamics: A review. *Icelandic Agricultural Sciences*, 26: 69-84.

Helgi Hallgrímsson, Guðmundur Halldórsson, Bjarki Þór Kjartansson og Lárus Heiðarsson, 2006. Birkidauðiinn á Austurlandi 2005. *Skógræktarritið 2006*, 2: 44-53.

Jepsen, J.U., Hagen, S.B., Ims, R.A. & Yoccoz, N.G., 2008. Climate change and outbreaks of the geometrids *Operophtera brumata* and *Epirrita autumnata* in subarctic birch forest: evidence of a recent outbreak range expansion. *Journal of Animal Ecology*, 77(2): 257-264.

Jón Gunnar Ottósson 1988. Furulús. *Ársrit Skógræktarfélagss Íslands 1988*: 41-45.

Kurz, W.A., Dymond, C.C., Stinson, G., Rampley, G.J., Neilson, E.T., Carroll, A.L., Ebata, T. & Safranyik, L., 2008. Mountain pine beetle and forest carbon feedback to climate change. *Nature*, 452: 987-990.

Lárus Heiðarsson, Brynjar Skúlason og Aðalsteinn Sigurgeirsson 2012. Kvæmaval skógarfuru — niðurstöður frá 7 ára kvæmatilraun. *Rit Mógilsár nr. 26 /2012*: 33-34.

Nouhuys, S.V. & Lei, G., 2004. Parasitoid-host metapopulation dynamics: the causes and consequences of phenological asynchrony. *Journal of Animal Ecology*, 73: 526-535

Poland, T.M., Chen, Y., Koch, J. & Pureswaran, D., 2015. Review of the emerald ash borer (Coleoptera: Buprestidae), life history, mating behaviours, host plant selection, and host resistance. *The Canadian Entomologist*, 147: 252-262.

Trausti Jónsson, 2007. Hitabylgjur og kuldaköst 1924 til 2006. Sótt 16. mars 2019 á [https://www.vedur.is/loftslag/loftslag/fra1800/hitabylgjur\\_og\\_kuldakost/](https://www.vedur.is/loftslag/loftslag/fra1800/hitabylgjur_og_kuldakost/).

Williams, D.W. & Liebhold, A.M., 2002. Climate change and the outbreak ranges of two North American bark beetles. *Agricultural and Forest Entomology*, 4: 87-99.

## Að dúndra niður plöntu

Agnes Geirdal, skógar- og býflugnabóndi

*agnesg@simnet.is*

### Útdráttur

Sem býflugna- og skógarbónda langar mig að fara í gegnum hugleiðingar mínar í máli og myndum eftir rúm þrjátíu ár í nytjaskógrækt og átta ár í býflugnarækt.

Að breyta nauðbitnu landi í dásamlega paradís gerist ekki af sjálfu sér og kostar mikla vinnu, tíma og fjármagn. Að dúndra niður plöntu er lítið mál en að fá hana til að kolefnisbinda almennilega getur stundum verið dálítið flókið. Það er ekkert leyndarmál að fyrir ófaglægðaða í skógarbransanum er mikil kúnt að vinna eftir öllum þeim vísdómi og ráðleggingum sem okkar frábæru fræðimenn veita skógræktendum á fumstigi skógræktar. Hér verður rifjaður upp hluti af þeim ráðleggingum sem ég hef fengið í gegnum tíðina og gætu jafnvel nýst í núverandi skógræktaráttaki.

Það er alveg yndislegt að horfa á skóginn vaxa og dafna en hvernig getum við haldið áfram að gera góða hluti? Býflugur eru ein af undirstöðum lífs hér á jörðu og fer hratt fækkandi. Þetta eru skógardýr sem komin eru á valista og það er bannað með lögum að fara með skordýraeitur þar sem býflugur eru nærri. Þetta eru öflug vinnudýr sem sannarlega eiga heima í íslenskum skógum. Farið verður stuttlega yfir þennan heillandi heim og hvernig skógurinn á Galtalæk nýtist til býflugnaræktar.

# Ranaskógur á Héraði - saga skógarins lesin úr áhringjum trjána

Ólafur Eggertsson\* og Nandini V. Hannak

Mógilsá, rannsóknarvið Skógræktarinnar

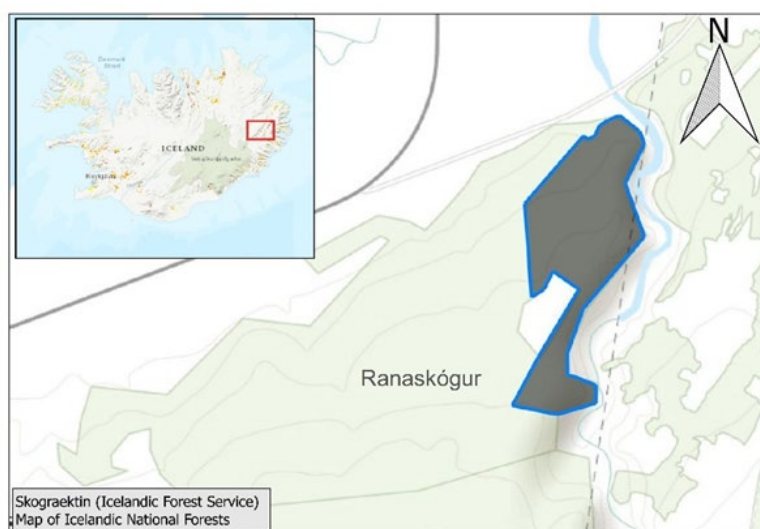
\*olie@skogur.is

## Útdráttur

Talið er að Ranaskógur hafi haldist allt frá landnámi, en rétt fyrir aldamótin 1900 var skógurinn samkvæmt lýsingum samtímamanna aðeins lágvaxinn kjarrskógur. Líklegt er að hann hafi fylgt hinni almennu hrörnun skóga á Héraði sem náði hámarki um 1860-1870 (Helgi Hallgrímsson 1989). Nú er eystri hluti Ranaskógar stæðilegur, frekar opinn birkiskógur með hávöxnum trjám. Efst í skóginum, á flatanum sem liggur að Gilsárgljúfri, er talsvert um reyniviðartré. Flest eru þau margstofna en inn á milli má finna einstofna tré. Reyniviðurinn er á svipuðum aldri og birkið en ívið hávaxnara. Þegar komið er vestar í skógin er hann mun þéttari og talsvert yngri. Aldursgreiningar á trjánum með borkjörnum sýnir að skógurinn byrjað að vaxa upp frá fræi eða stubbaskoti á tímabilinu 1870-1935. Ekki er mikið af unglöntum birkis í skóginum en þó nokkuð um fræplöntur reyniviðar. Mörg trjána eru orðin frekar feyskin vegna aldurs og mikið um stubbaskot frá rótum þeirra. Talsvert er af liggjandi trjám í skóginum sem fallið hafa vegna aldurs. Fylgni áhringjagilda í reynitrjám var hæst við meðalhita í júlí og ágúst en fyrir birki var fylgni hæst fyrir júní og júlí.

## Inngangur

Ranaskógur er einn fegursti birkiskógur landsins að margra mati og tilheyrir hann Jörðinni Vallholti sem er nýbýli úr Hrafnkelsstöðum. Hann vex á vestari gljúfurbarmi Gilsár fyrir botni Lagarfljóts (1. mynd). Í skóginum er mikið um hvítstofna, frekar beinvaxin birkitré og er töluvert af háum reyniviði innan um birkið á vissum stöðum. Skógurinn er frekar opinn og er skógarbotninn vel gróinn grasi og ýmsum blómplöntum. Lítið er um unglöntur af birki í skóginum en talsvert af sjálfsánum reynivið. Fyrir miðjum skógi er um eins hektara gróðursettur reitur með barrtrjám, aðallega rússa-



1. mynd. Staðsetning rannsóknarsvæðis. Borkjörnum var safnað úr trjám á skyggða svæðinu.



lerki og sitkagreni, sem Metúsalem J. Kjerúlf, bóndi á Hrafnkelsstöðum, gróðursetti á árunum 1955–1961 til minningar um Pál bróður sinn (Helgi Hallgrímsson 1989).

Helgi Hallgrímsson (1989) greinir ýtarlega frá sögu skógarins og styðst þar við ýmsar heimildir. Helgi telur að Ranaskógur hafi haldist allt frá landnámi og er hans fyrst getið í heimildum frá 15. öld.

Þorvaldur Thoroddsen (1896) ferðast um Austurland árið 1894 og greinir frá eftirfarandi:

*„Fyrir sunnan Gilsá var áður fagur skógur og hár, er hét Ranaskógur, þar voru há birkitré og reynihríslur fagar, nú eru þar að eins eptir fáeinar hríslur, stórir kestir af röptum sýndu þó, að nýlega var búið að fella mörg lagleg tré ...“*

Út frá þessari frásögn má því álykta að skóginum hafi að mestu verið eytt fyrir árið 1894. Helgi Hallgrímsson (1989) telur þó að þessi lýsing Þorvaldar eigi aðeins við neðri hluta skógarins en þar standa nú aðeins örfá birkitré á svonefndum Skógarbala (2. mynd).

Fram undir miðja 20. öld var skógurinn nytjaður á hefðbundinn hátt, aðallega til eldiviðar. Árið 1951 kaupir Eiríkur M. Kjerúlf skógin og leggur hann undir nýbýlið Vallholt. Skógurinn var girtur í áföngum á árunum 1970 til 1980 með þátttöku Skógræktar ríkisins (Helgi Hallgrímsson 1989).



*2. mynd. Gamla birkið („eikurnar“) á Skógarbala. Elsti árhringur sem náðst hefur úr þeim er frá árinu 1870. Það sýni var tekið í 1 m hæð í bolnum. Því má ætla að tré þessi hafi hafið sinn vöxt fyrir um 160 árum. (Skjáskot út Landanum)*

### Árhringjafræði

Með rannsóknum á árhringjum trjágróðurs má fá fram ýmsar gagnlegar upplýsingar um vöxt og viðgang einstakra trjáa og skógarreita. Þessi rannsóknaraðferð nefnist á erlendum málum dendrochronology (dendron = tré, chronos = tími). Árhringir myndast í vaxtarvef (en. cambium) sem er undir berki trjáanna, vefurinn myndar nýjar frumur á vaxtartíma trjáanna. Þær grunnupplýsingar sem fást við árhringjagreiningar eru meðal annars aldur trjágróðurs og breidd árhringja en út frá þeim mælingum má fá fram

ýmsar afleiddar stærðir eins og breytingar á þvermálsvexti og breytingar á grunnflatarmáli í tíma. Ef áhringir eru mældir í mörgum trjám af sömu tegund frá sama svæði kemur í ljós að áhringjavöxturinn myndar ákveðið mynstur, sum ár er áhringurinn breiðari en meðaltalið og vöxtur því meiri, en önnur ár er hringurinn mjór og vöxtur lítill. Vegna þessa má leiða líkum að því að einhverjir sameiginlegir umhverfisþættir ráði vexti trjáanna. Rannsóknir á áhringjum trjáa beinast meðal annars að því að greina þennan sameiginlega vaxtarþátt eða hinn takmarkandi þátt sem er ráðandi fyrir vöxt trjáanna.

Margir þættir í veðurfari hafa áhrif á trjávöxt. Þar má helst nefna hitafar, mælt sem meðalhiti og meðalhámarkshiti sumars og lengd vaxtartímabils. Einnig hafa snöggar sviptingar í veðurfari neikvæð áhrif á vöxt. Veðurfar getur einnig átt þátt í að koma af stað ýmsum sjúkdómum sem herjað geta á trjágróður, ýmsar sveppasýkingar og skordýraplágur stjórnað og af veðurfari. Sem dæmi má nefna sitkalúsaplágur sem blossa oft upp eftir milda vetur. Einnig bendir ýmislegt til þess að samband sé á milli maðks í birki og árferðis, þ.e.a.s. að slíkar plágur geisi einkum þegar virkni trjáanna er í lágmarki sökum slæms árferðis.

## Efni og aðferðir

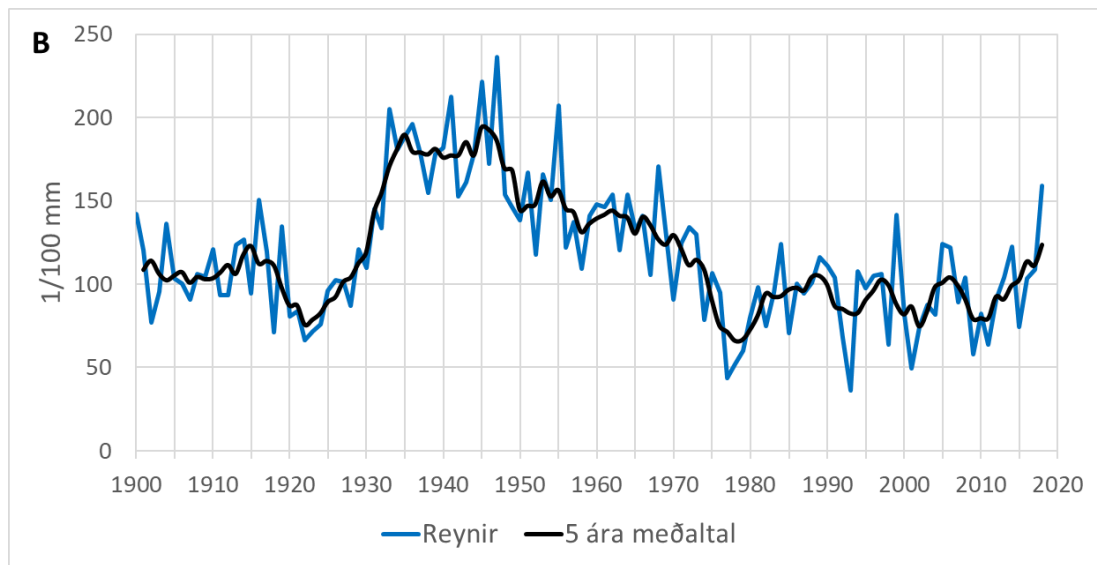
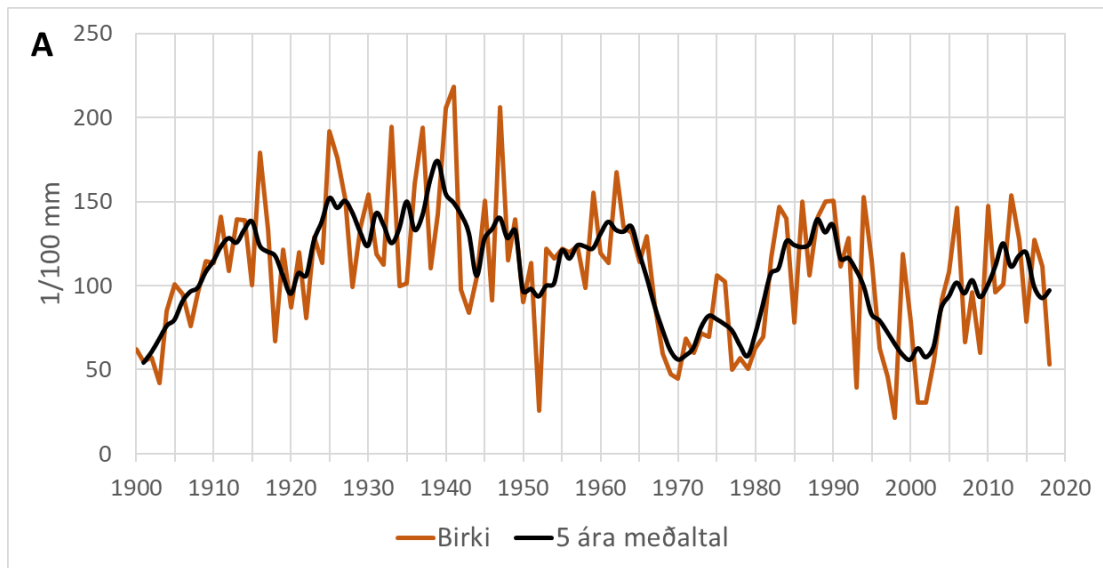
Vettvangsferð var farin í Ranaskóg haustið 2018. Borkjörnum til áhringjarannsókna var safnað bæði úr reynivið (15 tré) og birkitrjám (26 tré). Tveimur kjörnum var safnað úr hverju tré, samtals 82 kjörnum. Borað var í 50-100 cm hæð frá rót. Valin voru heilbrigð yfirhæðartré til sýnatöku. Sýnin (borkjarnarnir) voru límd á lista og skorið í ysta lag þeirra með hníf þannig að betur mætti greina og mæla áhringina. Breidd hvers áhrings var síðan mæld á Mógilsá, rannsóknasviði Skógræktarinnar, með sérstökum tækjabúnaði sem er sérhannaður til áhringjamælinga. Mældu gildin fyrir áhringjubreiddir voru staðlaðar til að frá fram óháðar breytur eða veldisvísa (index). Stöðluðu gildin fyrir áhringjavöxtinn voru síðan borin saman við veðurfarsgögn frá Egilsstöðum.

## Niðurstöður

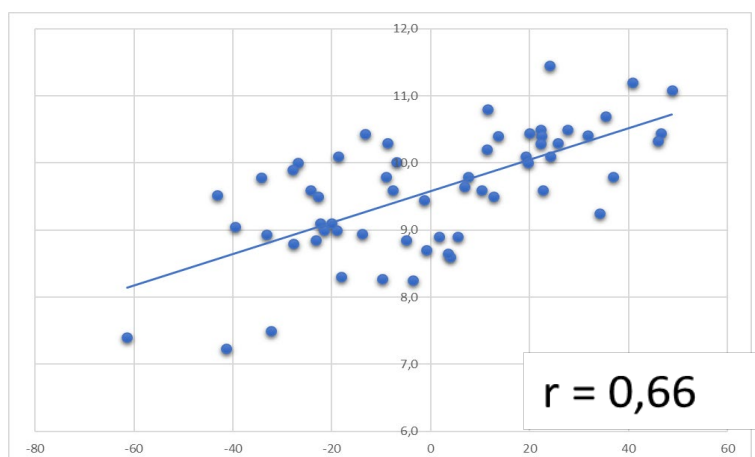
Meðalhæð reyniviðartrjáanna sem borkjarnasýni voru tekin úr var 10 m, lægsta tréð 7 m og hæsta tréð 13 m. Meðalhæð birkis reyndist vera 9,0 m, það lægsta 5 m og það hæsta 12 m. Meðalþvermál bæði fyrir birki og reyni reyndist 26 cm í hnéhæð (0,5 m). Aldur birkis var 80-130 ára og reyniviðar 80-140 ára. Elsti áhringurinn sem mældur var í reyniviðartré var frá 1880 og hefur því elsta tréð byrjað að vaxa nokkru fyrr. Elsti áhringur birkis var frá 1894. Út frá þessum niðurstöðum má álykta að þau tré sem rannsökuð voru hafi byrjað að vaxa upp frá fræi eða stubbaskoti á tímabilinu 1870-1935.

3. mynd sýnir meðalbreiddir áhringja í reynivið og birki í Ranaskógi. Birkið vex best á hlýindatímabilinu 1930 til 1940. Fall verður í vexti á hafísárunum og maðkaárunum rétt fyrir 1980. Áberandi lítill vöxtur er í birkinu árið 1952 samfara miklu maðkafári og kulda í júlí og ágúst. Í ársskýrslum skógarvarða á Hallormsstað kemur fram að helstu „maðkaár“ í Hallormstaðaskógi voru á árunum 1915-1916, 1934-1935, 1946-1947, 1952, 1977, 1998 og 2001-2006.

Lítinn vöxt má greina í birkinu í Ranaskógi flest þessi ár. Reyniviðurinn fer hægt af stað en er í hámarki á tímabilinu 1935-1947 en síðan dregur úr vexti fram til 1975. Þvermálsvöxtur reynisins er í lægð á svipuðum tíma og í birkinu, rétt fyrir 1980, en síðan verður jafnvægi í vexti fram á 21. öld.



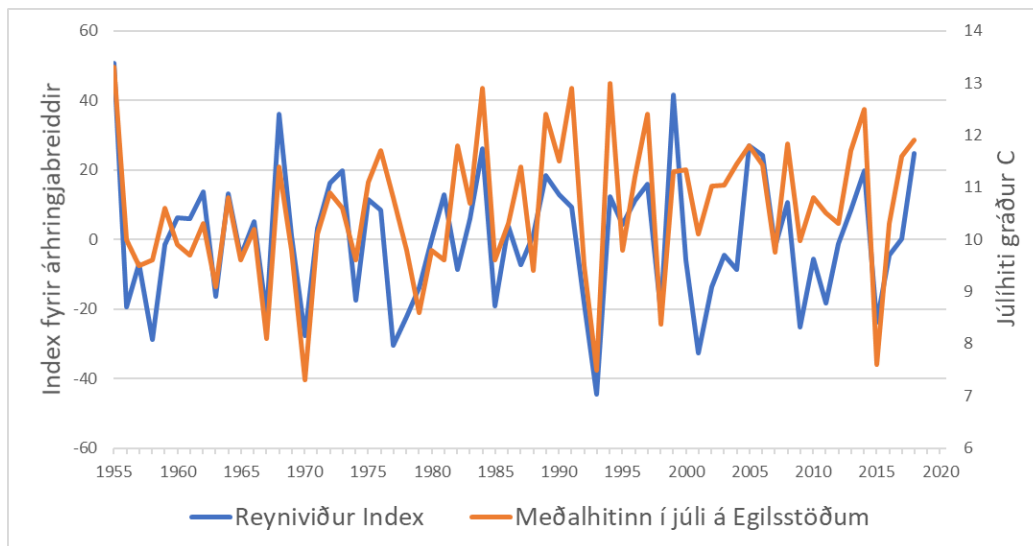
3. mynd. Meðaláhringjabreiddir (1900-2018) fyrir birki (A) og reynivið (B) í Ranaskógi. Svarta línan sýnir hlaupandi 5 ára meðaltal.



4. mynd. Fylgni áhringjavaxtar í birki og meðalhita fyrir júní og júlí á Egilsstöðum þegar tekin hafa verið út áhrif maðkafárs á vöxtinn.

Fylgni staðlaðra áhringjagilda í reynitryám var hæst við meðalhita í júlí og ágúst en fyrir birki var fylgni hæst fyrir júní og júlí. Fylgni (r-gildi) áhringjavaxtar í birki við meðalhitann í júní og júlí á Egilsstöðum var  $r=0,55$ . Ef þekkt maðkaár eru ekki tekin með í fylgnina hækkar Pearson r-gildið í  $0,66$  (4. mynd).

Góður júní og júlí gefur því góðan vöxt í birki meðan hitinn í júlí og ágúst gefur bestan vöxt í reyni. Mjög gott samband er milli áhringjabreidda í reynivið og sumarhita í júlí ( $r=0,69$ ). 5. mynd sýnir fylgni staðlaðra áhringjagilda í reynitryám og mánaðarmeðalhita í júlí á Egilsstöðum.



5. mynd. Fylgni staðlaðra áhringjagilda í reynitryám í Ranaskógi og mánaðarmeðalhita á Egilsstöðum í júlí (r-gildið (Pearson) er  $0,69$ ).

## Heimildir

Helgi Hallgrímsson, 1989. Úr sögu Ranaskógar í Fljótsdal. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands 1989*: 19-32.

Þorvaldur Thoroddsen, 1896. Ferð um Austur-Skaptafellssýslu og Múlasýslur sumarið 1894. *Andvari* 21: 1-33.

## Loftslagsmál og landnýting út frá sjónarhorni sveitarfélaga

Skarphéðinn Smári Þórhallsson

*Samtök sveitarfélaga á Austurlandi*

*svaedisskipulag@ssa.is*

### Útdráttur

Verkefni á sviði loftlagsmála eru víða og mörg þeirra snúa að sveitarfélögum með beinum og óbeinum hætti. Það má skipta þessu í tvö meginverkefni, annars vegar að minnka kolefnissporið og kolefnisbindingu.

Til að minnka kolefnisspor sveitarfélagana þurfa þau að gera sér betur grein fyrir hver staðan er og hvar hægt er að gera betur. Góð leið til að hafa strax áhrif er að endurskoða innkaupastefnu þeirra með það sem markmið að þær vörur og þjónusta sem er keypt er hafi sem minnst áhrif á umhverfið.

Kolefnisbinding er og hefur verið þó nokkur í landi sveitarfélaganna, sérstaklega í formi skógræktar, landgræðslu og endurheimtar votlendis í landi þeirra. Skógræktarfélag hafa plantað skógi í land sveitarfélaga nokkuð markvisst frá 1990. Sveitarfélög hafa tekið vel í verkefni um að endurheimta votlendi og landgræðsla hefur eins farið fram á landi þeirra.

Alla landnotkun þarf að skipuleggja og nokkur sveitarfélög hafa þegar myndað stefnu um skógrækt. Í aðalskipulagi þeirra kemur fram að góðu ræktarlandi verði ekki ráðstafað til annarrar landnotkunar, þ.m.t skógræktar.

Skipulag sveitarfélaga er tæki fyrir þau til að koma áætlum sínum í loftlagsmálum og landnýtingu í framkvæmd en nauðsynlegt er að þessi vinna verði unnin í góðu samstarfi ríkis, sveitarfélaga og almennings.

## Skógræktarfélagin og Kolviður

Reynir Kristinsson

*Kolviður*

*reynir@bifrost.is*

### Útdráttur

Kolviður er sjóður, stofnaður af Skógræktarfélagi Íslands og Landvernd, sem gerir fyrirtækjum og einstaklingum kleift að binda kolefni með skógrækt, landgræðslu og öðrum landbótum. Sjóðurinn er ekki hagnaðardrífinn; allar tekjur sjóðsins af seldri kolefnisbindingu fara í þau verkefni sem unnið er að. Kolviður vill vera fyrsti valkostur samfélagsábyrgra fyrirtækja og stofnana við að kolefnisjafna óhjákvæmilega losun þeirra á viðskipta- og samkeppnislegum forsendum. Sjóðurinn hefur gert samninga við um 50 fyrirtæki um kolefnisbindingu og er í samstarfi við Klappir grænar lausnir um nýtingu hugbúnaðar þeirra við útreikning kolefnislosunar. Kolviður vill vinna með fagaðilum og kosta að hluta rannsóknir á möguleikum til kolefnisbindingar jafnframt því að stunda rannsóknir á gróðursetningar- og landbótaverkefnum sjóðsins. Vilji Kolviðar er til að stuðla að því að til verði áreiðanlegir aðilar sem geti annast gróðursetningu og umsjón ræktunarsvæða með ábyrgum hætti. Nú þegar hefur verið gróðursett á tveimur svæðum, Geitasandi og Úlfljótsvatni, en unnið er að því að finna gróðursetningarsvæði víðar um land. Hafi skógræktarfélag land til umráða þar sem hægt er að þinglýsa kvöð um friðun næstu 60 árin og/eða ef skógræktarfélagin hafa getu til að taka að sér gróðursetningu, áburðargjöf og umhirðu gegn greiðslu þá vill sjóðurinn gjarnan komast í samband við þau.

### Megintexti

Kolviður er sjóður með sérstaka stofnskrá. Stofnendur sjóðsins eru Skógræktarfélag Íslands og Landvernd. Sjóðurinn er stofnaður með stuðningi ríkisstjórnar Íslands árið 2006.

Kolviðarsjóðinn mætti í raun kalla kolefnissjóð, samfélagssjóð eða loftslagssjóð því hann gerir fyrirtækjum og einstaklingum kleift að binda kolefni með skógrækt, landgræðslu og öðrum landbótum. Þannig vinna þessir aðilar að því að auka samfélagslega ábyrgð og vinna gegn loftslagsvá.

Stjórn Kolviðar hefur verið skipuð tveim fulltrúum Skógræktarfélags Íslands og tveim fulltrúum Landverndar auk eins sem má segja að sé sameiginlegur fulltrúi. Það hefur skipast þannig frá byrjun að formaður Skógræktarfélags Íslands og starfsmaður þess hafa verið í stjórn. Í gegnum Skógræktarfélag Íslands má því segja að skógræktarfélagin séu með góða tengingu við Kolvið sem þau geta nýtt sér þegar þau það kjósa. Ef til vill má ganga svo langt að segja að Kolviður sé að hálfu undir stjórn og á ábyrgð skógræktarfélaganna.

Undanfarin ár hefur stjórn Kolviðar unnið að stefnumótun sjóðsins. Það hefur verið mjög mikilvæg vinna því bakhjarlarnir hafa haft mismunandi viðhorf til einstakra mála en nú er framtíðarsýnin fram til 2025 sameiginleg og skýr. Gildi Kolviðar eru; trúverðugleiki, fagmennska, náttúra og umhverfi, samfélagsleg ábyrgð og lýðheilsa.

Í framtíðarsýn Kolviðar kemur m.a. fram að Kolviður vill vera fyrsti valkostur samfélagsábyrgra fyrirtækja og stofnana sem samstarfsaðili við að kolefnisjafna óhjákvæmilega losun þeirra á viðskipta- og samkeppnislegum forsendum.

Kolviður vill vinna með fagaðilum og kosta að hluta rannsóknir á möguleikum til kolefnisbindingar jafnframt því að stunda rannsóknir á gróðursetningar- og landbótaverkefnum sjóðsins. Stefnt er að því að sérstakur rannsóknarsjóður verði stofnaður. Kolviður hefur samið við Íslenska skógarúttekt á Mógilsá og annast hún mælingar á kolefnisbindingu í Kolviðarskógum. Fyrsta verkefnið þar sem unnið verður að rannsóknnum með fagaðilum er Tilraunaverkefni vegna Loftslagsskógar á Mosfellsheiði sem unnið verður í samvinnu við Rannsóknarstofnun Skógræktarinnar á Mógilsá, Mosfellsbæ, Skógræktarfélag Mosfellsbæjar og Skógræktarfélag Reykjavíkur.

Það eru ekki áform um að Kolviður ráði yfir verktakastarfsemi, fremur að stuðla að því að til verði áreiðanlegir aðilar sem geti annast gróðursetningu og umsjón ræktunarsvæða með ábyrgum hætti. Í upphafi starfsemi Kolviðar var samið við Skógræktarfélag Rangæinga og sá félagið um gróðursetningu á Geitasandi en það land er leigt af Landgræðslu ríkisins. Á Úlfljótsvatni hefur verið samið við Skógræktarfélag Íslands, sem jafnframt er landeigandi, um gróðursetningu þar sl. tvö ár og mun félagið annast gróðursetningu næstu tvö árin. Við leigu á landi verður áfram miðað við að ekki sé greidd leiga en að landeigandi eignist þá ræktun og landbætur sem unnið hefur verið að þegar fullri bindingu er náð. Hafa ber í huga að þeir sem eru að kolefnisjafna losun sína vilja gjarnan að gróðursetningin fari fram í heimabyggð þeirra eða þannig að fyrirtækið eigi möguleika á að fara með starfsmönnum og skoða svæðið og njóta þar útivistar. Nú er það svo að fram að þessu hafa það aðallega verið fyrirtæki á suðvesturhorninu sem hafa verið að kolefnisjafna starfsemi sína og gróðursetningin því beinst að Suðurlandinu, fyrst á Geitasandi, nú á Úlfljótsvatni og horft er til Skálholts í framhaldinu.

Kolviður hefur gert samninga við um 50 fyrirtæki um kolefnisbindingu og með samstarfi við Klappir grænar lausnir hf. er líklegt að þeim fjölgi allnokkuð. Klappir grænar lausnir eru með hugbúnað sem safnar upplýsingum um kolefnislosandi starfsemi fyrirtækja, m.a. frá brennslu jarðeldsneytis í flutningum og akstri, vegna flugferða starfsmanna, orkunotkunar og úrgangs. Þetta er gert í rauntíma með tengingum við birgja fyrirtækjanna og reiknivélar þeirra. Klappir taka saman heildarlosun ársfjórðungslega, en fyrirtækin ákveða hve mikinn hluta losunarinnar þau vilja kolefnisjafna með Kolviði, Klappir innheimta bindigjaldið og skila til Kolviðar. Tvö fyrirtæki bjóða starfsmönnum sínum að kolefnisjafna ferðir sínar til og frá vinnu og önnur tvö eru á leiðinni. Við hjá Kolviði söknum þess að opinberar stofnanir sýni kolefnisjöfnun starfsemi sinnar sama áhuga og fyrirtækin.

Í sumar er fyrir séð að planta þurfi 150 þúsund plöntum í um 60 hektara og á næsta ári gerum við ráð fyrir að planta um 200 þúsund plöntum og þannig mun þetta væntanlega vaxa enn um sinn.

Hafi skógræktarfélög land til umráða þar sem hægt er að þinglýsa kvöð um friðun næstu 60 árin þá vill Kolviður gjarnan vita af því og ef skógræktarfélögin hafa getu til að taka að sér gróðursetningu, áburðargjöf og umhirðu gegn greiðslu þá viljum við sömuleiðis gjarnan komast í samband við þau. Það væri einnig áhugavert að fá skógræktarfélögin með í að hvetja bæjarfélagið, fyrirtæki og einstaklinga í sinni heimabyggð til að kolefnisjafna starfsemi sína. Kolviður getur aðstoðað við samn-

ingagerð um land og þinglýsingu, samningagerð um kolefnisjöfnun, útveggun plantna og vottun á kolefnisbindingu. Skógræktarfélag Borgarfjarðar og Kolviður hafa skoðað möguleika á gróðursetningu undir Hafnarfjalli og í Reykholti. Viðræður eru fram undan við norðanmenn um kolefnisbindingu í Eyjafirði, Fnjóskadal og einnig á Húsavík. Þannig er stefna Kolviðar að vera með starfsemi í öllum landshlutum í góðu samstarfi við aðila í héraði.

Kolviður er ekki hagnaðardrifin starfsemi; allar tekjur sjóðsins af seldri kolefnisbindingu fara því í þau verkefni sem unnið er að svo sem skipulagningu svæða, stígagerð, plöntukaup og gróðursetningu auk rannsóknarverkefna til að fylgjast með framvindu kolefnisbindingarinnar. Samkvæmt samþykktum Kolviðar skal ekki greiða laun fyrir stjórnarsetu.

Það er mikilvægt að skógargeirinn þjappi sér um Kolvið til að einfalda markaðssetningu, bæði gagnvart innlendum og erlendum fyrirtækjum og einstaklingum. Ef til vill þurfa fleiri aðilar að hafa möguleika á að hafa áhrif á stefnu sjóðsins en ekki hafa komið fram óskir um slíkt enn sem komið er.



## Kolefni til sölu?

Gunnlaugur Guðjónsson\* og Pétur Halldórsson

*Skógræktin*

*\*gulli@skogur.is*

### Útdráttur

Mikilvægasta verkefni samtímans í umhverfismálum er að draga úr útblæstri gróðurhúsalofttegunda og þar er þáttur koltvísýrings (CO<sub>2</sub>) stærstur. Jafnframt er nauðsynlegt að binda eftir mætti eitthvað af þeim koltvísýringi sem hefur þegar verið losaður út í andrúmsloftið. Sömuleiðis eru takmörk fyrir því hversu mikið er hægt að draga úr losun þegar í stað. Á meðan ekki verður hjá því komist að losa gróðurhúsalofttegundir út í andrúmsloftið er skynsamlegt og nauðsynlegt að ráðast í mótvægisaðgerðir. Hagkvæmasta og öflugasta aðferðin sem völ er á til kolefnisbindingar er nýskógrækt. Vaxandi áhugi er á kolefnisbindingu með nýskógrækt hérlendis, jafnt meðal almennings og í atvinnulífinu. Til þess að koma megi upp virkum markaði með slíkar aðgerðir þarf að búa þeim áreiðanlegt og viðurkennt kerfi og tryggja vel að sú binding sem óskað er eftir verði að raunveruleika. Slíkum kerfum hefur sums staðar verið komið á, til dæmis í Bretlandi, og geta fyrirtæki og stofnanir nú keypt skógarkolefnisígildi og talið þau fram á móti losun starfsemi sinnar. Með hliðsjón af slíku bresku kerfi hafa nú verið unnin frumdrög að kerfi sem koma mætti á laggirnar á Íslandi. Það byggist í stuttu máli á því að stofnað er til skógarkolefnisígilda sem merkt eru „í bið“ þar til staðfest er að ræktun sé hafin sem binda muni koltvísýringstonn á móti keyptum skógarkolefnisígildum. Þá eru skógarkolefnisígildin orðin gild og meðan svo er má versla með þau eftir settum reglum. Með reglulegu millibili eru skógarkolefnisígildin staðfest af sérfræðingum og vottuð af til þess bærum óháðum aðilum. Þegar samningstíma viðkomandi skógarkolefnisígilda lýkur eru þau fyrnd og ekki hægt að versla með þau lengur. Kerfi sem þetta gæti orðið að veruleika á Íslandi áður en langt um líður þótt ekkert hafi verið ákveðið enn sem komið er.

## GróLind – skref í átt að sjálfbærri landnýtingu

Bryndís Marteinsdóttir

*Landgræðslan*

*bryndis@land.is*

### Útdráttur

Stóran hluta losunar gróðurhúsalofttegunda á Íslandi má rekja til ósjálfbærrar landnýtingar, í fortíð og nútíð. Því er ljóst að aðgerðir sem stuðla að sjálfbærri landnýtingu eru afar mikilvægar í því að vinna gegn loftlagsbreytingum. Sjálfbær landnýting kemur í veg fyrir frekari hnignun lands, leiðir til sjálfræðslu illa farins lands og dregur þannig úr losun. GróLindarverkefnið er byggt á samkomulagi milli atvinnuvega- og nýsköpunarráðuneytisins, Bændasamtaka Íslands, Landgræðslunnar og Landssamtaka sauðfjárbænda. Verkefnið er fjármagnað til 10 ára í gegnum núverandi búvörusamning og hefur Landgræðslan yfirumsjón með framkvæmd þess. Í verkefninu verða gróður- og jarðvegsauðlindir landsins vaktaðar til að hægt sé að meta ástand þeirra og breytingar þar á. Góðar upplýsingar um þessa þætti og áhrif mismunandi landnýtingar á þá eru forsenda sjálfbærrar landnýtingar. Verkefninu er einnig ætlað að þróa sjálfbærnivísa fyrir landnotkun en sjálfbærnivísarnir verða byggðir á rannsóknum, fyrirliggjandi þekkingu og niðurstöðum vöktunarverkefnisins. Verkefnið er unnið í samvinnu við vísindasamfélagið, landnotendur og aðra hagsmunaaðila. Lögð er áhersla á að verkefnið verði byggt á traustum vísindalegum grunni og muni nýtast landnotendum við að ná markmiðum um sjálfbæra landnýtingu.

## 100 ára friðun Þórsmerkur

Hreinn Óskarsson<sup>1\*</sup> og Björn Traustason<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Skógræktin; <sup>2</sup>Mógilsá, rannsóknasvið Skógræktarinnar

\*hreinn@skogur.is

### Útdráttur

Þórsmörk og Goðaland eru fyrrverandi afréttir Fljótshlíðinga norðan Eyjafjallajökuls og Mýrdalsjökuls. Áður var þórsmerkursvæðið þakið birkiskógi og nytjað um aldir til skógarhöggs, kolagerðar og beitar allt árið. Í upphafi 19. aldar voru skógar að mestu horfnir og jarðvegseyðing útbreidd. Úttekt á skógum á svæðinu árið 1899 sýndi að aðeins 350 ha af lágu kjarri voru eftir á svæðinu.

Árið 1920 afsöluðu bændur í Fljótshlíð og Oddakirkja sér beitarrétti á þórsmörk og gerðu samning við Skógræktina um umsjón með svæðinu. Kirkjan á Breiðabólstað gerði sams konar samkomulag um beitarfriðun Goðalands árið 1927. Stór hluti þórsmerkur og Goðaland voru beitarfriðuð með girðingum á þriðja áratug 20. aldar. Nýgræður af birki breiddust út á næstu áratugum og eldri skógar þéttust og hækkuðu. Örfoka svæði voru grædd upp í samvinnu við Landgræðsluna, ferðafélög og sjálfboda-liðahópa. Mikill áfangi náðist árið 1990 með samningum Landgræðslunnar og bænda um tímabundna beitarfriðun Almenna frá 1990-2012.

Í fyrirlestrinum verður kynnt kortlagning á birkiskógum á þórsmerkursvæðinu árið 1960 og 2011. Flatarmál birkiskóga hefur margfaldast á þórsmerkursvæðinu frá því svæðið var beitarfriðað. Friðun þórsmerkur er eitt af merkilegustu náttúruverndarverkefnum Íslands á 20. öld.

## Soil is the biggest forest carbon stock in Iceland

Joel C. Owona<sup>1\*</sup>, Gústaf Jarl Viðarsson<sup>1,2</sup>, Berglind Orradóttir<sup>1</sup>, Arnór Snorrason<sup>3</sup>,  
Björn Traustason<sup>3</sup>, Ólafur Eggertsson<sup>3</sup> og Bjarni Diðrik Sigurðsson<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Landbúnaðarháskóli Íslands

\*[nem.jco1@lbhi.is](mailto:nem.jco1@lbhi.is)

### Útdráttur

Globally, forests absorb and sequester a substantial amount of CO<sub>2</sub> from the atmosphere. The CO<sub>2</sub> is converted to organic carbon (biomass) which is accumulated in different carbon (C) stocks. However, what is the distribution of C in each component in Icelandic forests ecosystems? We conducted a study at three different afforestation sites, each covering areas between 900-1500 hectares. They are all in Southwest Iceland (Heiðmörk, Nesjavellir and Ölfusvatn). We randomly placed 122 inventory plots within the three afforestation sites where we measured tree age from tree rings and the standing wood volume and the accumulated tree biomass C stock from diameter and height measurements.

To compare the C storage of the trees to the other ecosystem stocks and to estimate how much those stocks had changed since the time of afforestation, we measured those stocks in additional 23 nearby treeless plots and also 29 out of the 122 forest inventory plots. The measured ecosystem C stock variables included: i) bush layer, ii) ground vegetation, iii) surface litter, iv) roots and v) C stored in the 0-5, 5-10, 10-20 and 20-30 cm depth layers in the soil.

The average age of the trees at the three sites ranged from ca. 20 (Nesjavellir and Ölfusvatn) to 46 years (Heiðmörk). The C-stock analysis showed that ca. 58% of the ecosystem C was stored in soil, 18% in trees, 17% in litter, 5% in roots and 2% in ground vegetation in these afforestation sites, which are quite typical for Icelandic planted forests.

## Viðarmagnsspá fyrir Vesturland

Ellert Arnar Marísson\*

Leiðbeinendur: Arnór Snorrason<sup>1</sup>, Benjamín Örn Davíðsson<sup>1</sup>  
og Bjarni Diðrik Sigurðsson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Skógræktin; <sup>2</sup>Landbúnaðarháskóli Íslands

\*ellert@skogur.is

### Útdráttur

Hagsmunaaðilar í skógrækt á Vesturlandi hafa mikla trú og áhuga á framtíð skógarauðlindarinnar. Því er þetta verkefni tilkomið með það að markmiði að spá fyrir um vöxt skóga á Vesturlandi. Nánar tiltekið er spáð fyrir um vöxt þeirra skóga sem metnir hafa verið hæfir til viðarnýtingar. Allt starfsvæði Vesturlandsskóga eins og það var fram til ársins 2016, frá Gilsfjarðarbotni í norðri og Kollafirði í suðri, var tekið fyrir í þessu verkefni.

Verkefnið „Íslensk skógarúttekt“ (ÍSÚ) hefur mælt alla skóga á Íslandi frá árinu 2005. ÍSÚ leggur út fasta mælifleti á öllu landinu með kerfisbundnu móti. Allir mælifletir í ræktuðum skógum sem ÍSÚ hefur mælt á Vesturlandi komu til greina fyrir þetta verkefni, 193 talsins. 91 af þessum 193 hafði verið metinn hæfur til viðarnýtingar og voru þeir skógar sérstaklega skoðaðir. Af þessum 91 mælifleti voru valdir þeir 72 mælifletir þar sem trjátegundirnar sitkagreni, stafafura og alaskaösp komu fyrir.

Mæligögn úr þessum 72 mæliflötum voru svo nýtt til að spá fyrir um vöxt skóga með skógræktaráætlanagerðarforritinu Iceforest. Það nýtir vaxtarjöfnur sem reikna yfirhæðarvöxt, hæðarvöxt, þvermálsvöxt og sjálfgrísjun skóga.

Spáð var samkvæmt tveimur mismunandi sviðsmyndum. Í sviðsmynd 1 var ekki gert ráð fyrir umhirðu í skógunum og sýnir hún því eingöngu hversu mikið gæti mögulega safnast af viði í skógunum.

Sviðsmynd 2 hefur sjálfbæra og hagkvæma úrvinnslu skóga að leiðarljósi og fylgir algengum skógræktarleiðbeiningum frá Skandinavíu fyrir jafnaldra, eintegunda skóga. Forsendur sviðsmyndar 2 eru reglulegar grísjanir sem auka verðmæti skóganna með því að auka hlutfall flettiefnis við lokahögg. Þetta eru grísjanir þar sem lökustu trén eru grísjúð út fyrst. Eins er gert ráð fyrir gróðursetningu þar sem lokahögg fer fram. Þessi gróðursetning fer fram sama ár og lokahögg er framkvæmt til að endurnýja um leið viðkomandi hluta skóganna. Umhirða samkvæmt sviðsmynd 2 fylgir þeirri reglu að meðalársvöxtur allra skóga samanlagt megi aldrei minnka.

Í báðum sviðsmyndunum er spáð fyrir 30 ár, frá 2018 til 2048.

# Átak í loftslagsmálum - Hraðfjölgun efnilegra asparklóna

Halldór Sverrisson

Mógilsá, rannsóknasvið Skógræktarinnar

halldors@skogur.is

## Útdráttur

Ríkisstjórn Íslands hefur ákveðið í aðgerðaáætlun sinni í loftslagsmálum 2018-2030 (1) að skógrækt skuli gegna stóru hlutverki í að binda koltvíoxíð úr andrúmslofti. Í því augnamiði hefur aukna fjármagni verið heitið til skógræktar. Skógræktin hefur brugðist við með áætlun um stóru aukna útplöntum í nýskógrækt. Alaskaösp er hraðvaxnasta tegundin í íslenskri skógrækt og því ákjósanleg til þess að binda kolefni á fljótvirkan hátt. Svo vill til að unnið hefur verið að kynbótum á henni um áratuga skeið, þar sem ein megináherslan er á hraðan vöxt. Nú hafa verið valdir 26 klónar, nær allir úr klónasafni í Hrosshaga í Biskupstungum sem plantað var í á árunum 2009 til 2012. Við valið var stuðst við frammistöðu trjáanna í klónasafninu og tilraun í Hrosshaga. Þessum klónum verður fjölgað með hraðfjölgun grænna græðlinga í gróðurhúsum á Mógilsá og Tumastöðum vor og sumar 2019.

## Inngangur

Trjákyrbætur eru frekar á tíma og mannafla. Þeim fylgir því mikill kostnaður. Ávinningurinn getur hins vegar verið mikill þegar vel tekst til. Það kynbótaverkefni sem hér um ræðir hófst árið 2002, en áður hafði nokkuð verið fengist við ræktun fræspa af fræi frá Akureyri, Mógilsá og Hvolsvelli. Stýrðar víxlanir hófust svo á Mógilsá árið 1989 og voru aftur gerðar þar 1995. Árin 2002, 2004 og 2006 voru svo enn gerðar víxlanir á Mógilsá og afkvæmum úr þeim plantað í tilraunir víða um land. Flestir þeirra klóna sem nú er ákveðið að fjölga með hraðfjölgun voru valdir úr þeim tilraunum þegar þær voru 4-6 ára gamlar. Vorið 2016 voru valdir klónar í græðlingabeð á Tumastöðum. Þeim var fækkað niður í átta þegar í ljós kom að ryðmótstaða



1. mynd. Klónasafnið í Hrosshaga seint í september 2017. Stutt er í asparskóg þar sem ryð er algengt. (Mynd: Hlynur Gauti Sigurðsson)

margra efnilegra klóna var ekki sem skyldi. Margir þeirra sem hætt var við að fjölga þá eru þó með í úrvalinu fyrir hraðfjölgunina núna vegna annarra mikilvægra eiginleika.

Valdir klónar eru úr safni þar sem einungis fjögur tré eru af hverjum klóni. Árið 2014 var ákveðið að setja niður tilraun með endurtekningum í Hrosshaga þar sem klónasafnið er einnig. Þar voru til samanburðar eldri klónar. Því miður kom í ljós á því ári, sem var mikið ryðár, að margir þessara efnilegu klóna voru mjög móttækilegir fyrir ryði. Hefði tilraunin verið sett út ári síðar hefði klónavalið að nokkru verið öðruvísi. Þessi tilraun hefur samt nú þegar gefið gagnlegar upplýsingar. Mælingar sýna að vöxtur flestra nýju klónanna er betri en þeirra eldri þekktu klóna sem eru í tilrauninni.

Þó að margir vaxtarmestu klónanna hafi reynt fá ryð eru þó sumir þeirra ekki gjarnir á að fá kal í kjölfar ryðsins né heldur virðist ryðið draga úr vexti þeirra að ráði. Nokkrir þessara klóna, sem kalla má ryðþolna, eru því með í klónavaliinu fyrir hraðfjölgun 2019.



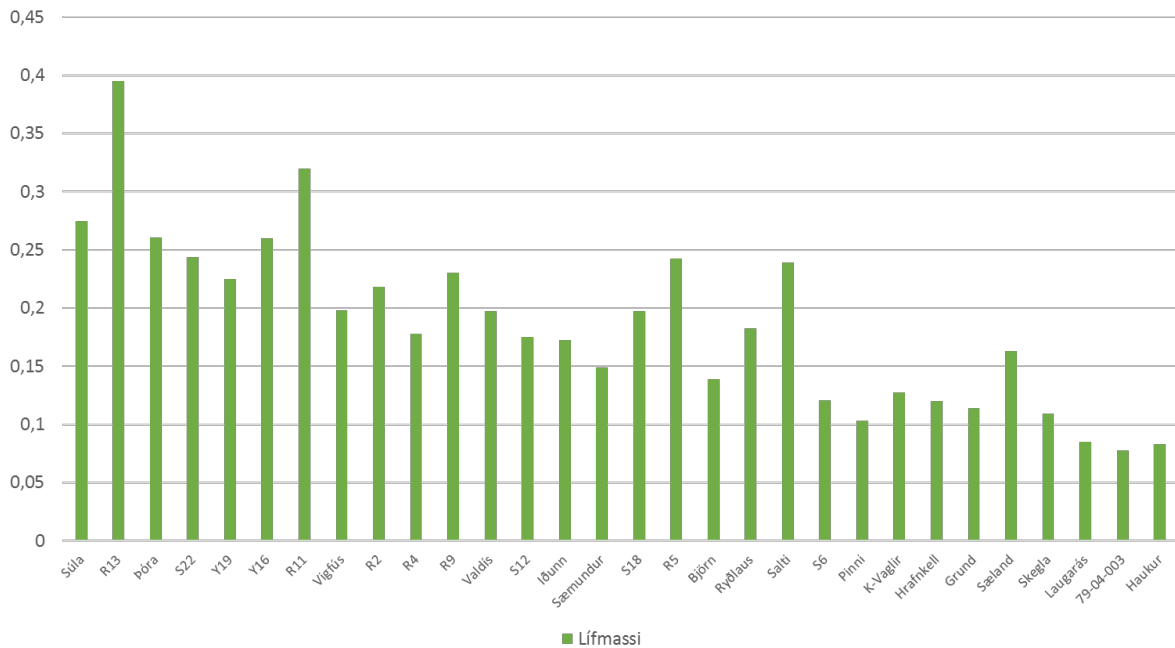
2. mynd. Klónatilraunin haustið 2018. (Mynd: Halldór Sverrisson)

## Klónatilraunin í Hrosshaga

Áðurnefnd tilraun var lögð út sumarið 2014 og síðast mæld haustið 2017. Plantað var í fyrirverandi tún á framræstu deiglendi sem árið fyrir útplöntunina hafði verið kornakur. Fimm endurtekningar voru af hverjum klóni, nema fjórar af Valdísi og Vigfúsi. Fjögur tré voru í hverri endurtekningu. Aðeins ein endurtekning var af nokkrum klónum (sjá texta við 3. mynd). Landið var tætt áður en plantað var í það. Mikill grasvöxtur varð strax á öðru ári. Fyrstu tvö árin var borið á plönturnar og gras bælt frá þeim. Fjögur vaxtarsumur gefa ef til vill ekki neina vissu um framtíðarvöxt. En þegar plantað er í frjósamt og grasgefið land er hraður æskuvöxtur mikill kostur. Klónar sem vaxa hratt komast fljótt upp úr graslúðanum og eiga betri lífsmöguleika en

þeir vaxtarminni. Hraður hæðarvöxtur hefur þar meiri áhrif en þvermálsvöxtur, en í þessari tilraun virðist nokkuð góð fylgni á milli hæðar og lífmassa (sjá 3. mynd).

### Lífmassi ofanjarðar kg þe á tré



3. mynd. Lífmassi klónanna í tilrauninni. Röð þeirra á myndinni er sú sama og þegar þeim var raðað eftir minnkandi hæð frá vinstri til hægri. Hafa þer í huga að Súla, Sæmundur, S6, R9 og R5 voru aðeins í einni endurtekningu í tilrauninni.

Sé reiknað meðaltal lífmassa eldri klóna borið saman við lífmassa klónanna úr víxlunum kemur í ljós að vöxtur nýju klónanna er mun betri en þeirra eldri. Meðaltal 17 gamalla klóna er 146 g af þurrefni á tré á meðan meðaltal 13 nýrra klóna er 230 g af þurrefni á tré. Þessi niðurstaða sýnir að kynbótaverkefnið hefur skilað verulegum árangri hvað varðar hraðan æskuvöxt.

### Vöxtur í klónasafni

Vísbendingar um meiri vaxtarhraða nýrra klóna en þeirra eldri er einnig að finna í klónasafninu í Hrosshaga (4. mynd). Þar eru aðeins fjögur tré af hverjum klóni og í einni endurtekningu. Munurinn er þó svo sláandi mikill að útilokað er að hann stafi af tilviljun. Lítinn vöxt margra af eldri klónunum má vafalítið að einhverju leyti rekja til þess hve ryðnæmir þeir eru og kalgjarnir eftir ryðsumur. Það á alveg sérstaklega við um Kenaí-klónana Randa, Grund og Höllu. Keisari er einnig mjög viðkvæmur fyrir kali eftir ryð (er ekki á 4. mynd). Iðunn stendur ryðið betur af sér. Sæland, sem er nánast ryðlaus, vex einnig betur en hinir Kenaí-klónarnir.

Mikill vaxtarhraði er kostur. Vaxtarlag er þó afar mikilvægt ef nýta á trén til bolviðarframleiðslu. Því miður eru vaxtarmestu klónarnir flestir grófir og stofninn ekki eins beinn og æskilegt væri. Kenaí-klónarnir og aðrir fíngerðir klónar eru ýmist hægavaxta eða eru ryðnæmir.

Kolefnisbinding bestu klóna er umtalsverð. Hvert tré af Y16 hefur bætt við sig að meðaltali nálægt 5 kg af þurrefni á ári síðustu tvö árin sem gerir 9,2 kg CO<sub>2</sub> á tré árlega. Ef miðað er við millibil 2x3 m rúmast 1.666 tré á hektara sem gerir þá um það bil 15 tonn CO<sub>2</sub> á hektara á ári. Og til viðbótar má gera ráð fyrir 3-4 tonnum sem bindast í rótum og jarðvegi.

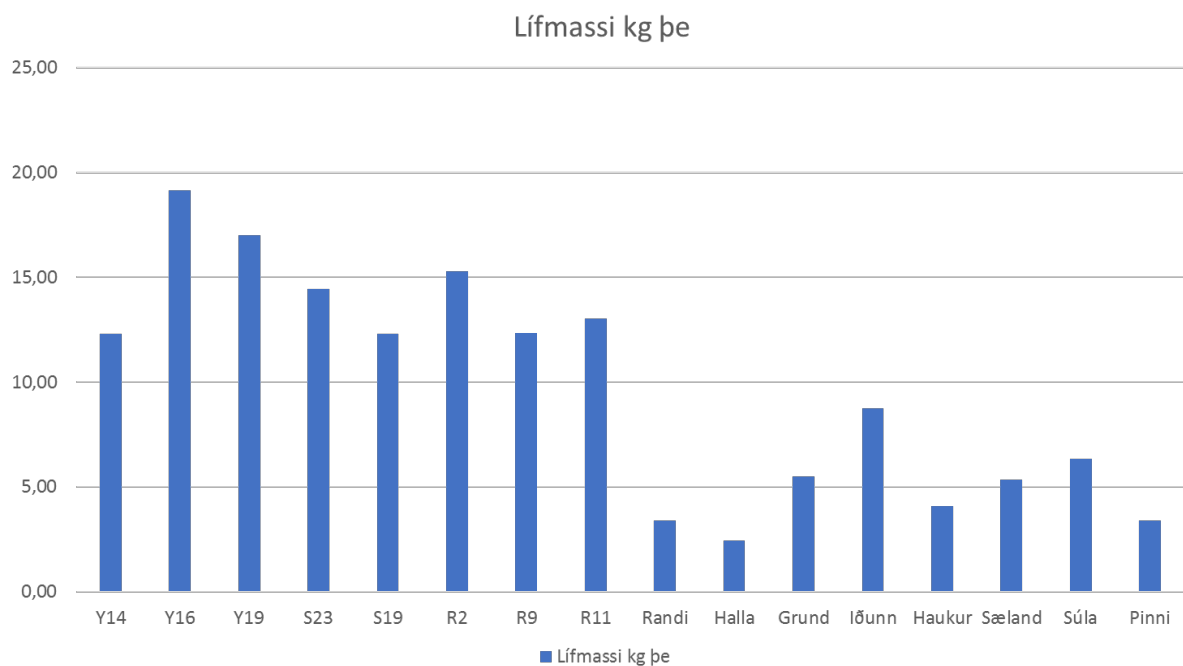
Í skýrslu Umhverfissráðgjafar Íslands (2) sem gerð var fyrir sauðfjárþæningu er reiknað með að skurðafylling geti komið í veg fyrir að 19,5 tonn af CO<sub>2</sub> á hektara á ári losni úr framræstum



mýrum. Tíu ára asparskógur af þeim þéttleika sem er í safninu gæti því við góðar aðstæður bundið sama magn koltvíoxíðs og talið er losna úr framræstum mýrum. Og svo auðvitað byggt upp viðarauðlind sem gefur af sér verðmæti eftir fáeina áratugi.

### Hraðfölgun asparklóna

Til þess að flýta fyrir árangri í asparskógaátakinu hefur verið ákveðið að fjölga efnilegum klónum með fljótvirkum hætti. Svonefnd hraðfölgun byggist á stöðugri framleiðslu grænna græðlinga. Sú aðferð var notuð við fjöldaframleiðslu aspar í iðnviðarverkefningu árið 1990 (Úlfur Óskarsson o.fl. 1990) (3). Haustið 2018 voru valdir 24 klónar úr víxlunum til þess að fjölga með fyrrgreindri aðferð. Þrjár klónar sem eru í klónatilauninni í Hrosshaga eru einnig valdir til fjölgunar, tveir af þeim eru foreldrar í kynbótaverkefningu, þ.e. 'Iðunn' og 'Vigfús'. Í töflu 1 er listi yfir þessa klóna og ýmsar upplýsingar um þá.



**4. mynd.** Meðaltal lífmassa fjögurra trjáa af völdum klónum í asparklónasafninu í Hrosshaga. Trén eru níu ára gömul. Númeraðir klónar eru afkomendur úr víxlunum en nafngreindu klónarnir eru náttúruklónar úr söfnunarferðum í Alaska.

#### Tafla 1 (næsta síða) →

Klónar sem valdir hafa verið til hraðfölgunar vorið 2019. Tölurnar sýna meðaltöl af fjórum trjám (þremur hjá Vigfúsi og S19) sem mæld voru vorið 2018. Nokkrum klónum var bætt við haustið 2018, en nýjar mælingar á þeim vantar. Tölurnar eru eðlilega lægri hjá yngri trjánnum vegna hægari vaxtar en hjá þeim eldri.

Klónn	Uppruni	Eiginleikar	Hæð vor 2018	Hæðar- aukn./ár (médaltal)	Þvermál hneðað	Þvermáls- aukn./ár
Y14	Sandlækjarmýri úr afkvæmum úr víxlunum HauksRagnarssonar 1995. Valið af Mögilsá, starfsmönnum Lbhl og Suðurlandskóga maí 2008. Foreldrar: Súla og Pinni. Kartklónn.	Ryðgar í ryðárum en kelur lítið	586	65	101	11,2
Y16	Sama. Foreldrar: Súla og Haukur	Ryð en lítið kal	570	63,3	125	13,9
S19	Úr afkvæmum úr 2002 víxlunum á Sóleyjarbakka, blokk 1. Valið af H5 2009. Ekki vitað um foreldra.	Ryðlaus Grófur, kröftugur og þéttur. Líklega mjög hentugur í skjólbelti	568	63	118	13
S23	Sama og S19	Ryðgar lítið	608	67,6	109	12,1
S25	Safnað á Sóleyjarbakka vorð 2010	Nánast ryðlaus, grænn fram í október, glæsilegur	523	65,4	80,3	10
S29	Sama og S25	Nokkur ryð en lítið kal	525	65,6	83	10,4
S36	Sama og S29	Lítið ryð og lítið kal. Flott tré, en mælingarvantar				
S42	Sama og S29	Ryðgar en flottur. Mælingarvantar				
S46	Sama og S36	Ryðlaus og ókalinn. Mælingarvantar				
S48	Sama og S46	Ryðgar en kelur ekki	474	59,3	67,8	8,5
S49	Sama og S49	Ryðlaus og ókalinn	496	62	80,3	10
R2	Úr 2002 afkvæmum á Reykhólum. Plantað 2003, valið 2009 og plantað í safni. Um foreldra Reykhólaklónanna er ekki vitað	Fremur ryðlitt klónn. Bkkt kal. Mjög hraðvaxta í æsku. Fórað gaffalgreinast eftir kalda sumarið 2013	604	67,1	112	12,4
R5	Sama og R2	Grófur klónn, ekki sérlega beinvaxinn en kelur ekki. Vöxtur miðjafn eftir árum. Ryðgartöluvert	545	60,6	99,5	11,1
R11	Sama	Grófur. Mjög hraðvaxta í æsku. Ryðgartöluvert en kelur lítið	552	61,3	103,8	11,5
R13	Sama	Mjög líkur R11 en ryðgar minna	510	56,7	101	11,2
Hó6	Valinn af Brynjarskúlasyni í Hólsgerði vorð 2011 og plantað þá í safni. Afkvæmi úr 2002 víxlun. Plantað 2005	Hraðvaxta, meðalgrófur klónn sem ryðgar lítið og hefur ekki kalð	424	60,6	64,5	9,2
Sv6	Úr afkvæmatilraun á Svanshóli í Bjarnarfirði. Víxlun 2004. Plantað 2005, valið í safnið 2011	Greinafármeð þröngt greinahorn. Lítið ryð og ekkert kal, en tréni misstór	392,5	56,1	53,8	7,7
Sv9	Sama	Ryðgar en kelur lítið. Gott vaxtarform. Nýjar mælingarvantar				
Sv10	Sama	Fallegur, fingerður klónn. Ryðgar en kelur nánast ekki	390	55,7	51	7,3
Be24	Úr afkvæmatilraun á Bessastöðum á Heggstaðanesi. Víxlun 2002, plantað 2004. Valið og plantað í safni 2011	Ryðlaus ókalinn	403	57,6	52	7,4
Sá5	Úr afkvæmum 2006 víxlunar á Sámsstöðum. Plantað 2007 og valið úr tilraun í safni 2012. Foreldrar: Þunn og Vigfús	Ryðlaus og ókalinn	305	50,8	46	7,7
Sá17	Sama tilraun og sömu foreldrar og hjá Sá5	Ryðlaus og ókalinn. Lengi grænn að hausti. Nýjar mælingarvantar.				
Hve16	Hvanneyri. Sama efni og á Sámsstöðum en plantað 2008. Valið í safnið 2012. Foreldrar: Skegla og Vigfús	Ryðlaus og ókalinn	336	56	43,8	7,3
Hve21	Sama. Foreldrar: Þunn og Vigfús	Ryðlaus og ókalinn	353	58,8	52	8,7
F16	Úr víxlunum 2004. Afkvæmatilraun á Fremri-Njú í Vopnafirði. Plantað í safnið 2011	Ryðlaus og ókalinn. Mælingarvantar				
Vigfús	Garðtré í Hafnarfirði. Faðir víxlunum	Ryðlaus og kelur lítið. Plantað í safnið 2009	397	44,1	56	6,2
Þunn	Viðmiðunaklónn í mörgum tileikum Skógeektarinnar. Móðir í víxlun 2006	Plantað í safnið 2009. Ryðgarmikið en kelur lítið	496,3	55,1	85,5	9,5



5. mynd. Hluti klónasafnsins vorið 2018. (Mynd: Halldór Sverrisson)

## Rökstuðningur fyrir vali á klónum

Þegar kynbótaverkefninu var hrundið í framkvæmd vorið 2002 var hvatinn að því einkum þörfin á að fá fram klóna með góða ryðmótstöðu. Enn er það eitt mikilvægasta atriðið í vali klóna til fjölgunar. En fleira kemur þó til. Vaxtarhraði, kalleyzi og vaxtarform eru allt mikilvægir eiginleikar. Margir af þeim klónum sem hafa til að bera góða ryðmótstöðu falla á prófinu vegna þess að þá skortir aðra mikilvæga eiginleika. En sumir þeirra klóna sem ryðga standa sig vel varðandi ýmsa æskilega eiginleika. Þrátt fyrir ryðið kelur þá lítt og vaxtarhraði og vaxtarform er með ágætum.

Fyrsti vandinn varðandi ryðþolið var að engar afkvæmatilraunir voru á svæðum þar sem ryð fannst að einhverju marki. Reynt var að smita tilraunina á Sóleyjarbakka með því að planta í hana lerkiplöntum árið 2005. Smitunin varð svo misjöfn að ómögulegt reyndist að byggja á henni varðandi val á ryðþolnum einstaklingum. Því var sú ákvörðun tekin við valið 2009-2010 að velja tré sem vaxið höfðu vel og ekki höfðu orðið fyrir sýnilegum áföllum. Ryðþolið skyldi svo metið síðar í safninu eða í gróðurhúsi. Sami háttur var hafður á næstu árin við val á öllum hinum tilraunastöðunum. En fyrir bragðið er varla við því að búast að hátt hlutfall af ryðþolnum trjám sé í safninu.

Annar annmarki er auðvitað hve ungar tilraunirnar voru þegar valið var úr þeim. Fimm eða sex ár eru stuttur tími í lífi trjáa til þess að geta metið frammistöðu þeirra með nokkurri vissu. En tré sem vex vel fyrstu árin er líklegt til þess að vaxa vel framvegis þótt tré sem er lengi af stað geti hugsanlega náð hinum vaxtarmeiri síðar. Lifun getur líka verið betri hjá þeim sem vaxa hratt fyrstu árin en þeim sem lengi eru af stað. Þar skiptir samkeppni við gras og annan gróður oft sköpum.

Það að velja tré sem vaxið hafa víða á landinu og setja þau í eitt safn þar sem frammistaða þeirra er borin saman og metin kann að orka tvímælis. Æskilegt hefði verið að velja tré úr safninu og setja niður tilraunir um allt land. Það býður betri tíma. En okkur liggur á og niðurstöður úr slíkum tilraunum hefðu fyrst fengist eftir mörg ár. Við val á staðsetningu safnsins var hugsað til þess að þar reyndi á haustkal og ryðþol og einnig að almennt veðurfar á staðnum líktist að sumu leyti því sem er á norðanverðu landinu þótt á Suðurlandi sé. Sama gildir um valið úr safninu nú hvað varðar skamman reynslutíma. Valdir klónar hafa hafa einungis vaxið 5-9 ár í safninu. En þó er byggt á meðaltali fjögurra trjáa en ekki aðeins einu tré eins og í afkvæmatilraunum. En reynslan mun skera úr um notagildi hinna völdu klóna í ólíkum landshlutum.

Athygli skal vakin á því að við eigum mikinn fjársjóð í afkvæmatilraunum sem eru víða á landinu. Þar er mikill erfðafjölbreytileiki til staðar. Í framtíðinni verður hægt að ganga að þessum reitum og velja úr þeim einstaklinga sem bera af við þær aðstæður sem ríkja á hverjum stað. Það er engan veginn víst að valdir hafi verið bestu einstaklingarnir á sínum tíma.

## Heimildir

(1) Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum 2018-2030. Stjórnarráð Íslands, 2018.

<https://www.stjornarradid.is/verkefni/umhverfi-og-natturuvernd/loftslagsmal/adgerdaaetlun/>

(2) Birna Sigrún Hallsdóttir og Stefán Gíslason, 2017. *Losun gróðurhúsalofttegunda fra sauðfjárbúum á Íslandi og aðgerðir til að draga úr losun*. Skýrsla unnin fyrir Landssamtök sauðfjárbænda. Umhverfissráðgjöf Íslands ehf. (Environice). 35 bls.

(3) Úlfur Óskarsson, Þorbergur Hjalti Jónsson og Kristján Þórarinsson 1990. Hraðfjölgun á alaskaösp. I. Áhrif klippingar á laufum og toppi á líf og vöxt smágræðlinga. *Búvísindi*, Icel. Agr. Sci. 4, 1990: 37-40.

## Líf og vöxtur aspargræðlinga

Jóhanna Bergrúnar Ólafsdóttir<sup>1</sup>, Úlfur Óskarsson<sup>2</sup> og Hreinn Óskarsson<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Mógilsá, <sup>2</sup>rannsóknasvið Skógræktarinnar, <sup>3</sup>Landbúnaðarháskóli Íslands, <sup>3</sup>Skógræktin

\*[johanna@skogur.is](mailto:johanna@skogur.is)

### Útdráttur

Verkefnið sem hér er kynnt fjallar um val á aðferðum og plöntuefni við nýræktun asparskóga. Verkefnið hefur að leiðarljósi að finna ódýrar og hraðvirkar leiðir til að koma upp asparskógi á ólíkum landgerðum. Landgerðir voru mólendi, áreyrar og gamlar lúpínubreiður. Auk landgerða voru þættir eins og jarðvinnsla, áburðargjöf, klónar og græðlingagerðir teknir til skoðunar. Fjórir tilraunaliðir voru settir upp; 1) mismunandi jarðvinnsluaðferðir í lúpínubreiðum til að bæta samkeppnisstöðu græðlinga, 2) tímasetning áburðargjafar á græðlinga, 3) samanburður á beinni stungu græðlinga í fjórum lengdum og 4) að kanna samspil niturbúskapar misstórra græðlinga og skógarplantna við rótarmyndun og vöxt. Asparklónarnir Forkur og Haukur voru prófaðir í tilraunaliðum 1-3 en eingöngu Haukur í fjórða lið.

Helstu niðurstöður eru: Í jarðvinnslutilraun var lifun marktækt betri í jarðtættum rásam (81%-84%) en í öðrum jarðvinnslumeðferðum (0%-29%). Í áburðartilraun höfðu áburðarmeðferðir ekki áhrif á lifun. Í þeirri tilraun var lifun betri á áreyrum (94,6%) en í mólendi (52,5%), og í mólendi var marktækur munur á milli klóna, þar sem Forkur lifði betur (62%) en Haukur (42%). Í tilraun með mismunandi græðlingalengdir höfðu landgerðir áhrif; í mólendi og á áreyrum var lifun eins metra langra drumba marktækt verri en annarra græðlingalengda en í lúpínubreiðu voru mestu afföllin hjá 20 cm löngum græðlingum. Sprotavöxtur af eins metra drumbum var hins vegar meiri en af smærri græðlingum í öllum landgerðum. Marktækur munur var á hæðarvexti klóna í mólendi og í lúpínubreiðum. Forkur óx almennt betur í mólendi, en Haukur í lúpínubreiðum. Í tilraun með misstóra græðlinga og skógarplöntur uxu græðlingar um tvö til þrefalt betur en skógarplöntur. Jákvæð fylgni var á milli græðlingastærðar og fjölda vaxtarsprota sem upp komu á öðru vaxtarári og jákvætt samband var á milli upphaflegs niturinnihalds plöntuefnis og lengdar vaxtarsprota á fyrsta vaxtarári.

Þessar niðurstöður munu nýtast við val á hentugum græðlingagerðum og aðferðum við ræktun asparskóga í mismunandi landgerðum.

## Molta sem áburður á lerkis og birki á Hólasandi

Brynjar Skúlason<sup>1</sup>, Pétur Halldórsson<sup>2</sup> og Daði Lange Friðriksson<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Mógilsá, Rannsóknasvið Skógræktarinnar; <sup>2</sup>Skógræktin; <sup>3</sup>Landgræðslan

\*brynjar@skogur.is

### Útdráttur

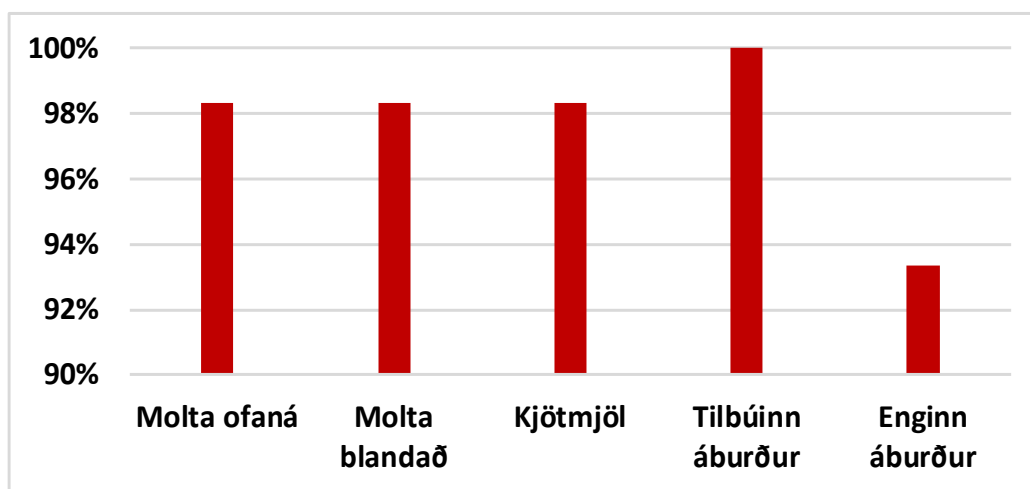
Hólasandur er eyðimörk norðan Mývatns, um 14.000 ha að stærð, þar sem unnið er að uppgræðslu. Hjá Moltu ehf. á Þveráreyrum í Eyjafjarðarsveit falla til árlega um 3.000 tonn af moltu. Ákveðið var að skoða áhrif moltu á lifun og vöxt birkis og lerkis í uppgræðslu á Hólasandi. Moltan var prófuð sem áburður á trjáplönturnar bæði í bland við sandinn og ofan á sandinn. Til samanburðar var áburðargjöf með kjötmjöli, með tilbúnum áburði og viðmið með engum áburði. Lifun beggja trjátegunda var á bilinu 80%-100% og ekki marktækur munur á milli áburðarmeðferða. Notkun moltu hafði marktækt jákvæð áhrif á vöxt birkisins umfram viðmiðunarmeðferðir en hjá lerkinu voru allar áburðarmeðferðir marktækt betri en enginn áburður. Moltan sýndi sig að vera gagnlegur áburður á trjáplöntur á Hólasandi, sérstaklega á birki.

### Inngangur

Hólasandur er eyðimörk norðan Mývatns, um 14.000 ha að stærð. Skipulegar landgræðsluáðgerðir á vegum Landgræðslunnar hófust um 1960 og fengu aukinn kraft árið 1993 að fumkvæði samtakanna Húsgulls á Húsavík með stuðningi frá Hagkaupum og Umhverfissjóði verslunarinnar (Stefán Skaftason og Andrés Arnalds, 2004).

Þór Kárason (2017) tók saman yfirlit um árangur landgræðslu á Hólasandi með áherslu á vöxt og viðgang trjágróðurs. Á grundvelli úttektar á árangri leggur hann til aukna áherslu á gróðursetningu birkis og lerkis í svæðið. Hann bendir jafnframt á að ræktun lúpínu geti torveldað ræktun og landnám viðartegunda og skoða þurfi betur hvaða aðferðir séu árangursríkastar.

Hjá Moltu ehf. á Þveráreyrum í Eyjafjarðarsveit falla til árlega um 3.000 tonn af moltu (Kristján Ólafsson, munnleg heimild) sem getur m.a. nýst sem áburður til uppgræðslu. Ákveðið var að skoða áhrif moltunnar á lifun og vöxt birkis og lerkis sérstaklega og hvaða verklegar aðferðir við nýtingu hennar kæmu helst til greina.



1. mynd. Meðallifun birkis 2018 eftir 4 vaxtarsumur.

## Efni og aðferðir

Ekki var vitað hvort betra væri að hafa moltuna kringum plönturnar eða blanda henni saman við sandinn og þess vegna var ákveðið að prófa hvort tveggja og bera þær meðferðir saman við áburðargjöf með kjötmjöli, hefðbundna áburðargjöf með tilbúnum áburði og viðmið með engum áburði.

Birki og lerki var gróðursett á Hólasandi í júlíbyrjun 2015. Báðar tegundirnar voru í 67 gata bökkum í 50 cm<sup>3</sup> pottum. Birkið var árgamalt (sáð vorið 2014) en lerkinu hafði verið sáð snemma vorið 2015 og var því frekar smátt og jurtkennt miðað við hefðbundnar árgamlar plöntur.

Svæðinu var skipt upp í 6 blokkir fyrir hvora trjátegund og alls voru 10 endurtekningar innan hversrar blokkar, samtals 60 plöntur fyrir hverja meðferð. Meðferðirnar voru eftirfarandi:

- 4 lítrar af kraftmoltu ofan á sand, gróðursett gegnum hrúguna
- 4 lítrar af kraftmoltu blandað við sandinn, stungið einu sinni með malarskóflu og velt við, gróðursett í blandið
- 30 gr. kjötmjöl kringum plöntu (8,5%-9% N og 4,75% P, Hreinn Óskarsson, munnleg heimild)
- 10 gr. tilbúinn áburður kringum plöntu (Sprettur 23-13)
- Enginn áburður

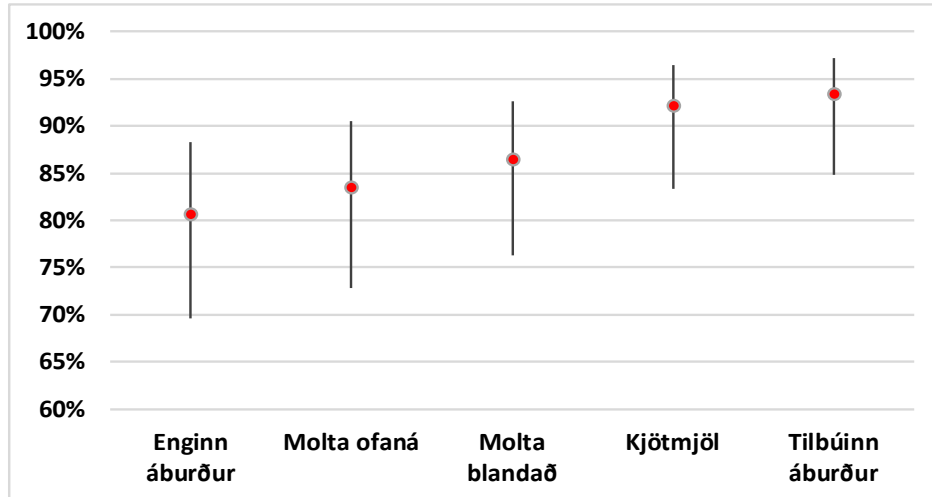
Efnainnihald moltu er breytilegt og háð hráefnum og gerjunarstigi á hverjum tíma. Í ritgerð Hermanns Inga Gunnarssonar (2013) mældist innihald niturs 2,4%, fosfórs 0,57% og kalís 0,34% reiknað út frá þurri kraftmoltu.

Til viðbótar voru prófaðar nokkrar hugmyndir til samanburðar af annars konar útfærslu. Þær prófanir voru einungis endurtekna 10 sinnum (engar blokkir) en gefa engu að síður vísbendingar um hvað fleira gæti verið vert að skoða frekar í framtíðinni. Þessar meðferðir voru eftirfarandi:

- Safnhaugamolta
- Hvítmári í hnaus, sáð í bakkann áður en gróðursett var
- Lúpína í hnaus, sáð í bakkann áður en gróðursett var
- Tilbúinn áburður í holu (10 korn) undir plöntuna
- Hvítmára sáð í moltu
- Lúpínu sáð í moltu

## Niðurstöður og umræða

Almennt má segja að lifun hafi verið mjög góð í gróðursetningunum þrátt fyrir að Hólasandur virðist ekkert kjörlendi fyrir smáar skógarplöntur. Veðurfar var nokkuð hagstætt strax eftir gróðursetningu, með bæði raka og sól, sem kann að hafa ráðið nokkru um góða lifun eftir 4 vaxtarsumur (1. og 2. mynd).

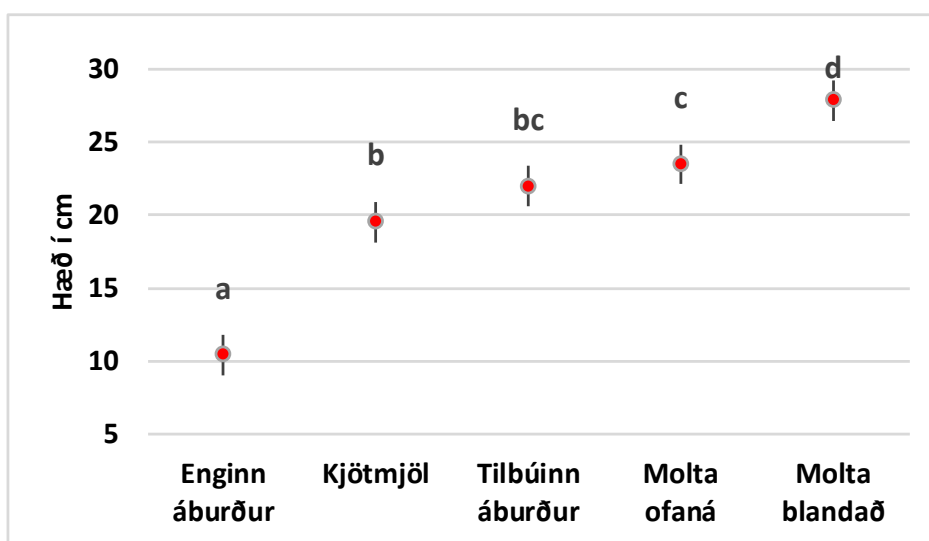


2. mynd. Lifun lerkis 2018 eftir 4 vaxtarsumur með 95% vikiörkum.

Lifun í birkinu var það góð að ekki reyndist unnt að reikna 95% vikiörk en vísbending er um að enginn áburður gefi lakastan árangur og miðað við lélegt útlit birkiplantna án áburðargjafar er líklegt að þar verði afföll á næstu árum umfram aðrar meðferðir.

Ekki var hægt að greina marktækan mun á lifun milli meðferða í lerkinu. Lifunin heilt yfir í lerkinu var lakari en hjá birkinu. Veiklulegar og ungar plöntur til gróðursetningar kunna þar að hafa áhrif. Samkvæmt athugunum Bergsveins Þórssonar (2008) er algeng lifun í skógrækt á bilinu 65%-75%. Lakasta meðferðin í tilrauninni var lerki án áburðar með 80% lifun eftir 4 vaxtarsumur á sandinum sem er betra en almennt gerist í skógrækt. Þessi samanburður undirstrikar að lifun lerki- og birki-gróðursetninga á Hólasandi getur verið afbragðsgóð.

Lifunin segir þó ekki alla söguna því breytileiki í hæð og útliti eftir meðferðum var mjög áberandi (3. og 4. mynd).

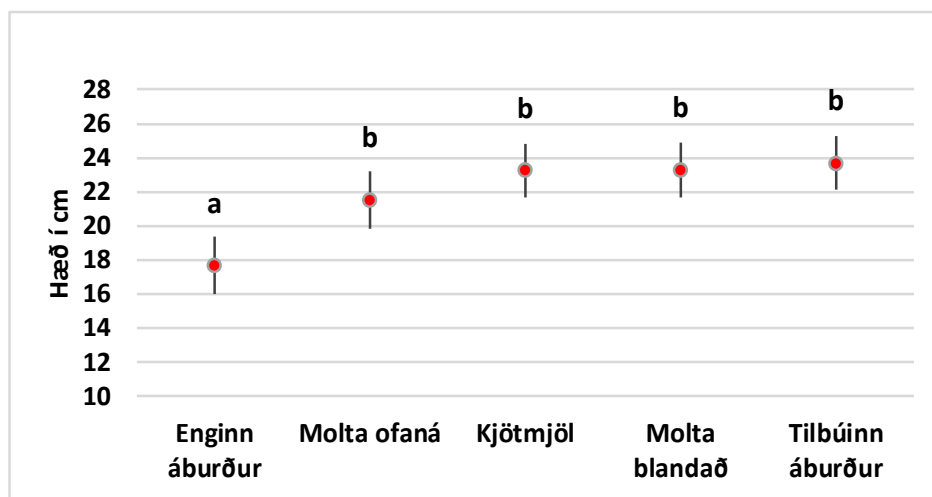


3. mynd. Hæð birkis haustið 2018 með 95% vikiörkum. Marktækur munur ( $p < 0,05$ ) táknaður með mismunandi bókstöfum.

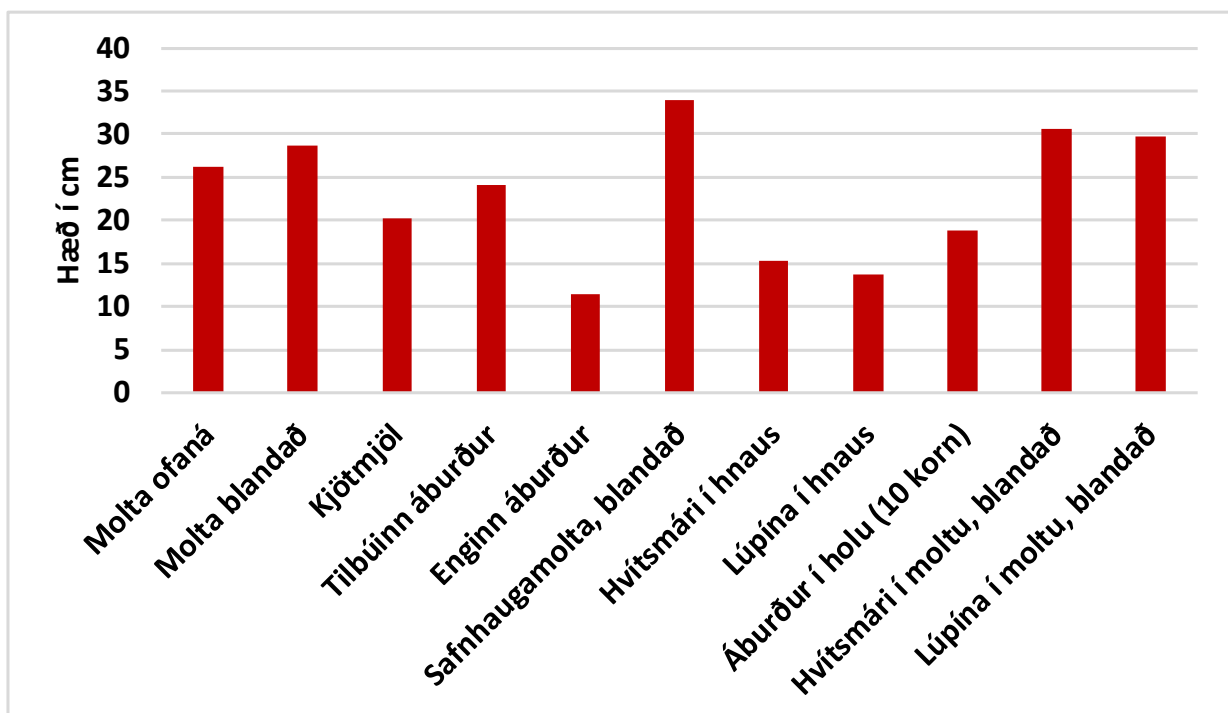


Á 3. og 4. mynd má sjá að hvers kyns áburðargjöf skilar sér í vexti og skyldi engan undra á svæði eins og Hólasandi þar sem næringarefni eru augljóslega af skornum skammti. Miðað við útlit plantnanna verður að teljast líklegt að bilið milli moltumeðferðanna og viðmiðs (enginn áburður) muni aukast á næstu árum bæði hvað varðar lifun og hæðarvöxt. Í heild er ávinningurinn af notkun moltu greinilega miklu meiri fyrir birki en lerki.

Við skipulagningu tilraunarinnar vaknaði áhugi á að prófa fleiri útfærslur, t.d. samspil við belgjurtir. Til að takmarka heildarumfang tilraunarinnar var ákveðið að gera sýnishorn af þessum hugmyndum, einungis 10 endurtekningar (eina röð) fyrir hvora

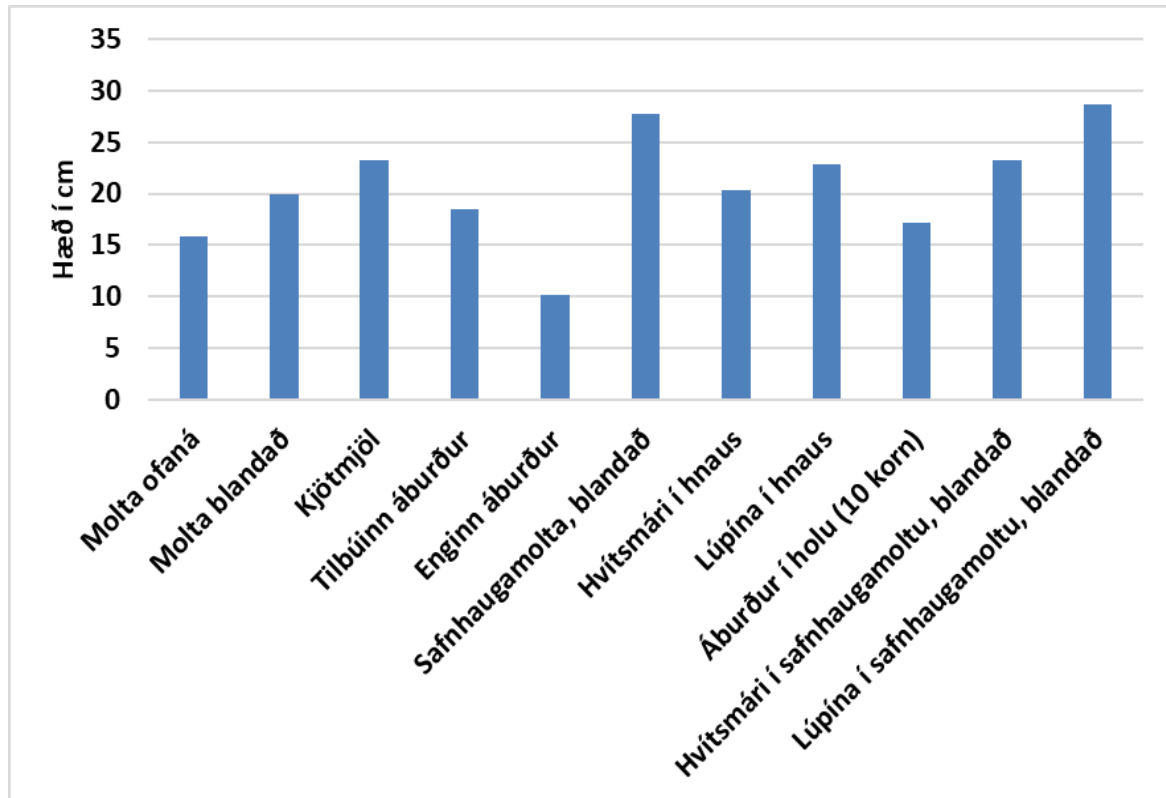


4. mynd. Hæð lerkis haustið 2018 með 95% vikmörkum. Marktækur munur ( $p < 0,05$ ) táknaður með mismunandi bókstöfum.



5. mynd. Meðalhæð birkis eftir ýmsum sýnishornameðferðum 2018 (4 vaxtarsumur).

trjátegund, sem e.t.v. gætu gefið vísbendingar um hvað vert væri að skoða nánar í framtíðinni (5. og 6. mynd).



6. mynd. Meðalhæð lerkis eftir ýmsum sýnishorna-meðferðum 2018 (4 vaxtarsumur).

Þar sem endurtekningar eru fáar verða niðurstöðurnar að skoðast sem vísbendingar. Sýnishornaraðirnar benda þó enn frekar til að moltan henti birkinu vel. Þarna kemur líka í ljós að önnur gerð af moltu sem eingöngu er úr garðaúrgangi, hér kölluð safnhaugamolta, gefst frábærlega fyrir báðar trjátegundir.

Fáein áburðarkorn undir plönturnar gáfu mjög góða raun og sumarið eftir gróðursetningu voru a.m.k. birkiplönturnar sem fengu þessa meðferð sérlega jafnar og fallegar. Eftir 4 vaxtarsumur í sandinum voru áburðaráhrifin þó farin að dvína verulega og trén í þessari meðferð farin að dragast aftur úr.

Meðal meðferða var sáning af hvítmára og lúpínu í þeim tilgangi að taka við því hlutverki að afla köfnunarefnis þegar áburðarmeðferðirnar færu að gefa eftir. Frekar illa gekk að fá hvítmárann og lúpínuna til að spíra og vaxa þegar fræið var sett í bakkann með plöntunum fyrir gróðursetningu. Betri árangur fékkst við að dreifa fræinu í moltuna kringum plöntuna, sérstaklega hvað varðar hvítmárann (um 50% árangur).

## Ályktanir

- Notkun moltu hefur marktækt jákvæð áhrif á vöxt lerkis samanborið við enga áburðargjöf
- Notkun moltu hefur marktækt jákvæð áhrif á vöxt og hreysti birkisins miðað við enga áburðargjöf, kjötmjöl og tilbúinn áburð
- Betri árangur fæst til hæðarvaxtar með því að blanda moltunni saman við sandinn frekar en að hafa hana ofan á, en þetta er ekki úrslitaatriði
- Vísbendingar eru um að safnhaugamolta sé betri en kraftmolta
- Moltan virðist jákvæð til að auka spírun, t.d. hjá hvítmára

Notkun moltu gæti verið gagnleg aðferð til að koma upp gróðureyjum birkis og flýta fyrir fræmyndun og útbreiðslu þess.

## Heimildir

Bergsveinn Þórrsson. 2008. *Lifun skógarplantna á starfssvæði Norðurlandsskóga*. BS-ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands.

Hermann Ingi Gunnarsson. 2013. *Áburðargildi moltu í túnrækt*. BS-ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands.

Stefán Skaftason og Andrés Arnalds. 2004. Uppgræðsla Hólasands. *Fræðaping landbúnaðarins 2004*. s. 359-362.

Þór Kárason. 2017. Uppgræðslur á Hólasandi: *Ársskýrsla 2017 - áætlun 2018*. LR 2017/28, Gunnarsholt.

## Spruce Provenance Study in Iceland

Mai Duong

*mai\_duong@hotmail.com*

### Abstract

Skógræktin has an ongoing provenance study for several spruce species that was started about twenty years ago with a majority of the trees originating in southern Alaska and western Canada. Trees in the project include Sitka spruce (*Picea sitchensis*), black spruce (*Picea mariana*), white spruce (*Picea glauca*), blue spruce (*Picea pungens*), Serbian spruce (*Picea omorika*), and spruce hybrids. Overall, the goal is to find which sources of trees are best suited for afforestation. With nine field sites around Iceland, data on tree height, diameter and form have been collected at different time points with the most recent occurrence in 2018. From a preliminary analysis of the field data, site location and provenance had a strong influence on survival rates and height growth ( $p < 0.001$ ). Generally, site conditions that sheltered the spruce trees from frost, salt, and wind damage provided the best opportunity for survival and growth, especially for the Sitka spruce trees that came from a latitude near 60° N. However, in frost prone areas, the hybrids containing Sitka and white spruces fared better than the other species. Utilizing this information will help bring forests back to Iceland in a way that brings environmental advantages, such as minimizing soil erosion and carbon sequestration. Eventually, a viable timber industry may develop and benefit the country's economy through sustainable resource management. With climate change possibly leading to drastic impacts to the landscape, knowledge regarding non-native sources of spruce that would thrive in Iceland increases the likelihood of future forestry plans experiencing long-term success.

## Safe climbing

Björgvin Örn Eggertsson

Landbúnaðarháskóli Íslands

*bjorgvin@lbhi.is*

### Útdráttur

Hvatinn að verkefninu Safe Climbing var skortur á þekkingu og þjálfun hjá þeim Íslendingum sem vinna við umhirðu og fellingu trjáa í einhverri hæð yfir jörðu, einkum hvað varðar öryggismál.

Safe Climbing var samstarfsverkefni Dana, Slóvena og Íslendinga um að auka öryggi og þekkingu þeirra sem vinna með hand- og keðjusagir klifrandi uppi í trjám. Á meðan á verkefninu stóð voru 15 nemendur frá þátttökulöndunum þjálfaðir í að klifra og nota sagir til að fella eða snyrta stór tré. Allir nemendur náðu góðum tókum á klifrinu og leystu þau verkefni sem lögð voru fyrir þá. Með áframhaldandi æfingum geta einhverjir þeirra með tímanum orðið leiðbeinendur í trjáklifri í löndum sínum. Munu þeir þá nýta það kennsluefni og aðferðir sem þróaðar voru á þeim þremur árum sem verkefnið stóð. Fjarnámslausrir, rafrækur og kennslumyndbönd eru stór hluti af þeim leiðum sem notaðar verða við kennslu í framhaldi af Safe Climbing verkefninu. Leiðbeinendurnir voru frá Danmörku, Svíþjóð og Slóveníu og höfðu allir langa reynslu af kennslu í klifri og meðhöndlun saga við skóla sína og hafa starfað mikið við trjáklifur. Flestir leiðbeinendurnir höfðu kennt klifur í fleiri löndum en heima-landinu. Verkefnið hlaut hæsta styrk hér á landi árið 2016 úr menntaáætlun Erasmus+ (290 þús. evrur). Landbúnaðarháskóli Íslands stýrði verkefninu en aðrir samstarfsaðilar voru Vinnueftirlitið, Kaupmannahafnarháskóli (Skovskolen) og Sgls (Srednja gozdarska in lesarska šola) í Slóveníu.

### Inngangur

Aukinn áhugi á trjárækt á Íslandi leiðir til þess að trjám fjölgar hér á landi, þau stækka, hækka og eldast með hverju árinu. Sum tré voru gróðursett á stöðum sem ekki henta til allrar framtíðar og þarf að vera hægt að bregðast við því. Í þéttbýli geta þau með tímanum orðið fyrir, staðið of þétt saman, skyggt of mikið á sólina o.s.frv. Því umfangsmeiri sem þau verða á þeim stöðum þar sem ekki er pláss fyrir þau, því erfiðara verður að leysa þau mál sem upp vilja koma, hvort sem minnka þarf umfangið á þeim, fækka eða skerða greinar, eða í versta falli að fjarlægja trén.

Öruggasta leiðin fyrir þann sem vinnur verkið hefur verið að fella tré í heilu lagi og nota fellitækni með stefnuskurði til stýra trénu á öruggan hátt til jarðar. Nú í seinni tíð hafa verið að koma upp vandamál þar sem sú aðferð hentar hreinlega ekki. Fjöldmörg tré eru orðin svo há að ekki er hægt að fella þau í heilu lagi eða þá að greinabyggingin er það umfangsmikil að greinar koma til með að rekast í eitthvað sem getur skemmst þegar þau eru felld.

Oftast hefur fólk með góða þekkingu og reynslu verið fengið í þessi verkefni. Í seinni tíð heyrst meira af trjáfellingum þar sem tré lenda á eða utan í einhverju sem þau áttu ekki að lenda á. Þá hefur fólk ráðist í trjáfellingar án þess að hafa nægilega þekkingu eða þá að verkefnið umfangsmeira en svo að þær aðferðir sem menn kunna dugi. Eitthvað er um að menn hafa farið upp í stiga til að minnka umfangið á trjámum

og jafnvel saga efri hluta ofan af þeim án þess að nota öryggisbúnað. Nokkrir hafa dottið úr stigum við slíkar aðgerðir eða ofan úr trjám og lent illa. Í byrjun 2016 setti Félag skrúðgarðyrkjumeistara sig í samband við Lbhí og spurði hvort skólinn gæti komið að því að kenna og koma upp þekkingu hér á landi í öruggu trjáklifri, þannig að menn gætu lært að klifra og nýta þar til gerðan öryggisbúnað. Þrír af félagsmönnum höfðu fallið illa við þess háttar verk og er einn þeirra með varanlega örorku.



*1. mynd sýnir þáttökulöndin og námskeiðsstaðinn í Svíþjóð. Tvær stjörnur eru á Íslandi þar sem tvær íslenskar stofnanir tóku þátt í verkefninu.*

Fljótlega náðist samband við Kaupmannahafnarháskóla, sem hefur unnið með Lbhí í nokkrum fræðsluverkefnum undanfarin ár. Ákveðið var að setja af stað verkefni þar sem útbúið væri kennsluefni sem yrði notað og þróað við kennslu nemenda sem kæmu frá öllum þáttökulöndunum. Danir höfðu ekki notast við fjarkennslu í sinni kennslu og vildu að Ísland kæmi kennslunni inn á kennsluvef þar sem auðvelt væri að setja inn verkefni og fylgjast með virkni nemenda. Hlutverk Dana var að hafa umsjón með gerð raðbókar og koma að bóklegri og verklegri kennslu og undirbúningi fyrir þau tvö námskeið sem voru haldin. Frá Danmörku voru 4 nemendur og 2 kennarar.

Slóvenskur skóli sem kennir trjáklifur hafði mikinn áhuga á að koma inn í verkefnið til að kynna fjarkennslu, einfaldara og aðgengilegra kennsluefni og lyfta þekkingu í klifri í landinu á hærra stig. Framlag þeirra var að leggja fram kennsluáðstöðu fyrir námskeið og gerð kennslumyndbanda. Loks var á þeirra könnu að halda ráðstefnu um klifur og klifurkeppni í lok námskeiðs 2018. Voru þeir með fjóra nemendur og tvo kennara. Sænskur framhaldsskóli sem kennir trjáklifur kom inn í verkefnið með fjóra nemendur og tvo kennara. Vildu þeir leggja til kennsluáðstöðu fyrir fyrra námskeiðið og kennara.

Landbúnaðarháskólinn lagði til kennslu í fjarkennslu fyrir þá kennara sem kenna á netinu og á þeim námskeiðum sem haldin voru. Einnig sá Lbhí um verkefnisstjórn Safe Climbing. Vinnueftirlit ríkisins kom að gerð lista yfir áhættumat á verkstað og á þeim búnaði sem notaður var. Einnig sáu þeir um gerð leiðbeininga fyrir þá sem rannsaka vettvang eftir óhöpp. Frá Íslandi voru þrír nemendur og fulltrúi frá Lbhí ásamt fulltrúa

frá Vinnueftirlitinu. Allir Íslendingarnir fimm tóku þátt í öllum verkefnum og kláruðu þau, þannig að nemendur voru í raun fimm talsins.

## Verkefnisstjórn

Átta fulltrúar voru í verkefnisstjórn sem sá um utanumhald og undirbúning hver í sínu landi. Frá Lbhí voru Ágústa Erlingsdóttir sem jafnframt var verkefnisstjóri og Björgvin Örn Eggertsson, frá Vinnueftirlitinu var Hannes Snorrason, frá KU í Danmörk voru Bent Jensen, Jonathan Öhrling og Marianne Lyhne, frá Sgls í Slóveníu voru Andrej Cec og Josip Maljevac. Haldnir voru fjórir verkefnisstjórnarfundir í þremur löndum. Á fundina komu aukafulltrúar þeirra skóla sem voru í verkefninu og héldu framsögu um t.d. fjármál, rafbækur, fræðsluefni og annað sem tengdist verkefninu. Fyrsti fundurinn var haldinn í Slóveníu, annar og þriðji í Danmörk og loks lokafundur á Íslandi í mars 2019.

## Markmið verkefnisins

Eitt af aðalmarkmiðum verkefnisins er að útbúa nýtt námsefni í trjáklifri og auka við og aðlaga námsefni sem nýtist svo til fjarkennslu við þá skóla sem taka þátt í verkefninu. Fjarnám mun að hluta til auka líkurnar á að fólk sem býr langt frá viðkomandi skóla eða á erfitt með að sækja skóla vegna vinnu eða fjölskylduáðstæðna, geti stundað nám eða námskeið sem kennt er í fjarnámi að hluta og stytta þannig tíma í skólanum.



2. mynd. Hluti af einstaklingsbúnaði.

Námsefnið er aðgengilegt og gagnlegt fyrir breiðan hóp nemenda óháð bakgrunni þeirra. Með því að bjóða fleiri leiðir til menntunar ætti að vera hægt að sjá herra hlutfall fagfólks á sviði skógræktar og garðyrkju á komandi árum. Kaupmannahafnarháskóli mótaði efnistöð þar sem skólinn hefur margra ára reynslu í gerð sambærilegs efnis. Allt efnið verður birt á heimasíðu verkefnisins, [safeclimbing.net](http://safeclimbing.net)

### Fjarnámsleiðir

Fjarnám á væntanlega eftir að aukast á komandi árum og þurfa skólar að aðlagast þessum nýja veruleika. Fjarkennsla var lykillinn að því að hægt væri að kenna námskeiðin með ekki lengri viðverutíma í hvert skipti. Í upphafi námskeiðanna urðu nemendur að kunna að binda fjölmarga hnúta á takmörkuðum tíma og einnig að geta klifrað upp í tré á eigin afli sem og að fylla út áhættumat. Þetta eru allt atriði sem hægt var að kenna á netinu sem undirbúning fyrir verklegu æfingarnar.

Þar sem rúmt ár leið á milli námskeiðanna þurftu nemendur að æfa eitt og annað svo þeir væru ekki á byrjunarreit þegar þeir mættu á seinna námskeiðið, m.a. binda hnúta og halda sér í klifurformi. Til að sýna fram á að menn væru að æfa sig þurftu þeir að senda inn myndskleið af sér við nokkur klifurverkefni og að binda hnúta. Fyrir námskeiðin var notast við fjarkennslu í námsvefnum Moodle sem Lbhí notar í kennslu sinni. Nemendur þurftu að undirbúa sig vel með því að leysa mismunandi verkefni áður en sjálf námskeiðin fóru fram. Þau fólust í lestri, verkefnavinnu og verklegum æfingum. Leiðbeinendur gátu fylgst með virkni nemenda á vefnum og hvernig framvinda þeirra væri á undirbúningstímanum. Einnig gátu þeir gert athugasemdir ef framgangan var ekki í samræmi við væntingar.



3. mynd. Upphitunaræfingar fyrir klifurfólk.

### Námskeið

Tvö námskeið voru haldin fyrir nemendur meðan á verkefninu stóð. Fyrri námskeiðið var haldið í Suður-Svíþjóð í ágúst 2017. Námskeiðið var vikulangt, bæði bóklegt og verklegt, þar sem farið var í grunnþætti trjáklifurs og öryggismál. Klifrað var í 10-25 m háum trjám í almenningsgarði í bænum Ösby.

Nemendur þurftu að standast hnútaþróf í byrjun námskeiðsins, áður en farið var að klifra. Settir voru saman nokkrir blandaðir hópar nemenda til að þeir kynntust og gætu miðlað þekkingu sinni milli þjóða. Auðveldara var fyrir kennara að fylgjast með samskiptum nemenda þegar hóparnir voru blandaðir og opinbera málið í verkefninu var enska.

Á námskeiðinu lærðu nemendur að treysta búnaðinum og ná tókum á grunnatriðunum áður en þeir fóru að æfa félagabjörgun. Seinni hluta námskeiðsins var byrjað að nota hand-sagir við snyrtingu trjáa. Meðhöndlun bit-áhalda þeirra sem vinna hangandi í línu uppi í tré er varasöm og því aldrei of varlega farið.



Seinna námskeiðið var haldið í bænum Postojna í Slóveníu. Þar var unnið áfram við að þjálfna klifurfærni nemendanna, félagabjörgun æfð enn frekar, klifur með sporum var reynt í trjám sem átti að fella. Einnig fengu nemendur í fyrsta sinn að spreyta sig á því að nota keðjusagir samhliða klifrinu við snyrtingu og fellinguna trjáa. Í öllum tilfellum var verið að klifra í trjám samkvæmt öllum öryggiskröfum, menn með klifurbelti, klæddir í keðjusagarbuxur, -skó og í klifurlínu með klifurhjál. Lögð var rík áhersla á líkamsbeitingu og upphitun fyrir verklegar æfingar.


## Málþing og vinnustofa

Í lok síðustu kennsluvikunnar var boðið til alþjóðlegrar ráðstefnu við slóvenska skólann þar sem kynnt var hvernig framgangur verkefnisins Safe Climbing hefði verið. Fjallað var um mikilvægi réttar þekkingar á trjám og hvernig umhirðuaðferðir hafa þróast í áranna rás. Sagt var frá ýmsum vandamálum sem komið hafa upp í meðhöndlun (snyrtingu) trjáa í Slóveníu. Loks var farið yfir öryggismál og þá leiðbeiningalista sem útbúnir voru í verkefninu. Yfir 100 manns frá átta þjóðlöndum mættu á ráðstefnuna sem tókst mjög vel.

Í beinu framhaldi var síðan haldin sýning á helstu þáttum sem kenndir voru á námskeiðunum, eins og klifri, félagabjörgun úr tré og greinasögun. Eins fengu þátttakendur á ráðstefnunni tækifæri til að spreyta sig á að klifra upp í tré á sem skemmstum tíma. Margfaldur Svíþjóðarmeistari og ríkjandi Evrópumeistari í trjáklifri kom á málþingið og sýndi listir sínar á útsvæðinu. Einnig var hann með vinnustofu og bauð áhorfendum upp á ráðgjöf.

## Merki og vefsíða

Ákveðið var að útbúa merki fyrir verkefnið og var Hjalti Parelus, myndlistarmaður í Reykjavík, fenginn í verkið. Merkið lýsir á myndrænan hátt hvað verkefnið stendur fyrir. Settur var í loftið vefur með vefslóðinni safeclimbing.net þar sem fréttir af verkefninu voru settar inn ásamt fleiru. Einnig var rafrók á ensku sett inn á síðuna sem allir geta nálgast gegn því að skrá sig inn. (4. mynd). Þannig er hægt að fylgjast með dreifingu bókarinnar, svo sem til hvaða landa hún fer. Kennslumyndbönd, teikningar



Registration complete. Please check your email.

Username or Email Address

Password

Remember Me

[Register](#) | [Lost your password?](#)

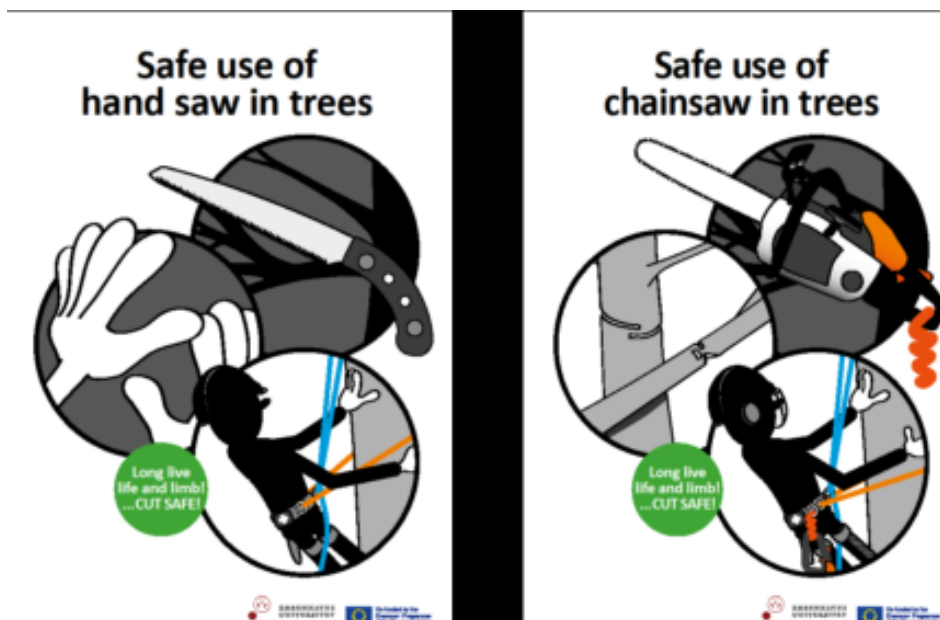
**4. og 5. mynd.** Innskráningarform (t.v.) til að nálgast rafræn gögn á vef verkefnisins. Merki verkefnisins t.h.



og aðrar leiðbeiningar verða aðgengilegar á síðunni. Vefsíðugerð og vistun vefs er í höndum Map ehf.

## Niðurstöður

Farið var í þetta verkefni með það fyrir augum að auka öryggi þeirra sem starfa við umhirðu og fellingu á trjám og trjágróðri. Með það að markmiði er verið að sækja þekkingu á þeim búnaði sem notaður er við klifur, þjálfun fyrir væntanlega kennara, uppsetningu á áföngum eða námskeiðaröð til að koma þekkingunni áfram út í fagið og námsefni til að nota í kennslu. Jafnframt er það von þeirra sem að verkefninu standa að þeir sem starfa í faginu verði meðvitaðir um þá áhættu sem tekin er í hvert skipti sem unnið er með tækjum í trjám og að þeir tileinki sér framkvæmd áhættumats og notkun viðeigandi öryggisráðstafana til að draga úr hættunni á slysum.



6. mynd sýnir tvær raðbækur á vef verkefnisins.

Veggspjöld  
*Posters*

Efni birt í stafrófsröð  
*Contents appearing in alphabetical order*

## Colonization of downy birch in early succession

Guðrún Óskarsdóttir<sup>1\*</sup>, Hulda Margrét Birkisdóttir<sup>1</sup>, Kristín Svavarsdóttir<sup>2</sup> & Þóra Ellen Þórhallsdóttir<sup>1</sup>

<sup>1</sup>University of Iceland; <sup>2</sup>The Soil Conservation Service of Iceland

\*[gudrun@na.is](mailto:gudrun@na.is)

### Abstract

Downy birch (*Betula pubescens*) is the dominant species in long lived and stable forests and woodlands in Iceland but it can also colonize early-successional sites. A recent example of the latter is the sudden establishment and rapid expansion of birch on Skeiðarársandur outwash plain. This must be due to long distance dispersal as the nearest seed source is >10 km away. Birch is believed to have colonized initially in one or a few major events, when the many sequential conditions necessary for successful dispersal and establishment must all have been favourable. This includes a large seed crop of high quality, conditions for dispersal at the right time of year, safe sites for germination and establishment and favourable conditions for survival and growth. Here, we report on selected life history stages that are likely to be limiting for the birch population on Skeiðarársandur, namely seed quality and seedling and sapling establishment and their relationship with environmental factors. Seed quality in the birch population on Skeiðarársandur has been extremely poor with germination rates varying from <2% to a maximum of 22% in 2017. A survey in 2018 revealed very high variation in seedling and sapling density in two areas where birch had already established. Sapling density in one area was 0.05 plants m<sup>-2</sup> but in the other it was 9.4 plants m<sup>-2</sup>, mostly plants with <4 leaves.

Key words: Downy birch, *Betula pubescens*, early succession, seed quality, birch density

## Growth and age of Downy Birch on Skeiðarársandur

Hulda Margrét Birkisdóttir<sup>1\*</sup>, Guðrún Óskarsdóttir<sup>1</sup>, Ólafur Eggertsson<sup>2</sup>, Þóra Ellen Þórhallsdóttir<sup>1</sup> & Kristín Svavarsdóttir<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Iceland; <sup>2</sup>The Icelandic Forest Service;

<sup>3</sup>The Soil Conservation Service of Iceland

\*hmb7@hi.is

### Abstract

In recent decades, downy birch (*Betula pubescens*) has colonized the sparsely vegetated outwash plain of Skeiðarársandur. Selected aspects of the birch population have been monitored since 2004 but an in-depth study of its dynamics was initiated in 2017. The research reported here focuses on the population biology. It encompasses 4 study sites but here we present preliminary results from one site (A4) in the central part of the plain. This was probably the second area that the birch colonised. In the summer of 2018, all birch trees were counted on belt transects (750 m<sup>2</sup>). Annual growth was measured as length increments on dominant shoots. For tree age, tree rings were counted in 72 randomly selected and harvested trees (>20 cm in length). Recruitment is highly spatially variable across the four study sites with seedling and sapling density by far the highest in the area presented here (A4). The size distribution was highly right skewed and the age distribution left skewed (plants >20 cm). The oldest harvested tree was 21 yrs old but >90% of the population were younger than 5 yrs. The tallest tree in the sample (N=7074 plants) was 263 cm long but only 1% of the trees were >20 cm long. The mean annual shoot increment was 13.1 cm in 2016, 10.0 cm in 2017 and 9.3 cm in 2018. This appears to be high compared to earlier estimates of birch growth rates in Iceland. For all three years, the mean annual growth increment was greater in larger trees (>100 cm long) than in plants <100 cm.

Key words: Birch, annual shoot increment, age distribution, size distribution, Skeiðarársandur

## Hlutverk gulvíðis og loðvíðis í frumframvindu gróðurvistkerfa

Vigdís Freyja Helmutsdóttir<sup>1\*</sup>, Kristín Svavarsdóttir<sup>2</sup> & Þóra Ellen Þórhallsdóttir<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Háskóli Íslands; <sup>2</sup>Landgræðslan

\*vigdisfh@gmail.com

### Útdráttur

Íslenska flóran er tiltölulega fátæk af trjám og runnum. Fjórir runnar teljast til víði-ættkvíslarinnar og eru stórvöxnu tegundirnar tvær, gulvíðir (*Salix phylicifolia*) og loðvíðir (*S. lanata*), taldar lykilplöntur í íslenskum vistkerfum. Til dæmis hafa þær áhrif á nærloftslag með skjólmyndun og snjósöfnun, auk þess sem lauffall og sambýli við jarðvegsörverur, m.a. svepprótarsveppi, stuðlar að frjóum jarðvegi. Víða um land hefur mátt greina aukna útbreiðslu víðis undanfarin ár. Það hefur verið tengt við breytta landnýtingu, einkum minnkandi sauðfjárbætur, en einnig hlýnandi loftslag. Markmið þessa verkefnis verður að skoða hlutverk gulvíðis og loðvíðis í þróun vistkerfa snemma í frumframvindu. Til þess er Skeiðarársandur kjörið rannsóknarsvæði og mun verkefnið bæta við þær rannsóknir sem þar eru í gangi á landnámi birkis (*Betula pubescens*). Sú tilgáta að víðir skapi hagstæð skilyrði fyrir birki, mögulega gegnum svepprótartengsl, verður einnig prófuð. Metin verður fylgni útbreiðslu, þekju og stærðar tegundanna við umhverfispætti, eins og landhæð, halla og átt, grófleika undirlags, auk þekju mosa og æðplantna, þ.m.t. birkis. Á loftmyndum teknum í hárrí upplausn af Skeiðarársandi sumarið 2016, er hægt að greina og kortleggja víðitegundirnar tvær. Afgirt girðingarhólf má svo nota til að meta áhrif beitarfriðunar. Niðurstöðurnar munu m.a. nýtast við beitarstjórnun og skipulagningu landgræðslu-aðgerða, sérstaklega þar sem áhersla á notkun innlendra uppgræðslutegunda er að aukast.

Lykilorð: Víðir, birki, gróðurframvinda, Skeiðarársandur

# Kynbættur efniviður stafafuru (*Pinus contorta*) frá Svíþjóð prófaður á Íslandi

Laura Winckelmann<sup>1\*</sup> og Brynjar Skúlason<sup>2</sup>

<sup>1</sup>University for Sustainable Development, Eberswalde, Germany; <sup>2</sup>Mógilsá,  
rannsóknasvið Skógræktarinnar; Landbúnaðarháskóli Íslands;

\*[laura.winckelmann@hnee.de](mailto:laura.winckelmann@hnee.de)

## Útdráttur

Vorið 2014 var gróðursettur á 12 stöðum á Íslandi samanburður á efnivið úr 5 sænskum frægörðum og 4 hefðbundnum kvæmum af stafafuru. Við úttekt haustið 2018 kom í ljós að hefðbundnu kvæmin sýndu almennt betri lifun og minni sviðnun en sænska kynbótaefnið. Vöxtur sænska efnisins var hins vegar almennt meiri en í hefðbundnu kvæmunum. Skagway skar sig úr hvað varðar góða lifun og litla sviðnun. Lagt er til að nota kvæmið Skagway áfram á lítt skýldum stöðum nálægt sjó og þar sem er frostlent, en nýta kynbætta frægarðaefnið Oppala og Närlinga inn til landsins þar sem er skjólsælt og almennt góð skógræktarskilyrði.

## Inngangur

Allt frá fyrstu skráðu heimildum um gróðursetningu stafafuru (*Pinus contorta*) árið 1940, hefur verið mest gróðursett af kvæminu Skagway á Íslandi (Hákon Bjarnason, 1978). Síðustu tíu ár hefur hlutdeild stafafuru í fjölda gróðursettra plantna verið í kringum 18%.

Tegundin er þekkt fyrir að vaxa vel í fremur rýrum jarðvegi og ræktunin hefur verið nánast vandamálalaus gagnvart sjúkdómum og meindýrum (Aðalsteinn Sigurgeirsson, 1988). Svíar hófu markvissar kynbætur á stafafuru upp úr 1970, sérstaklega ætlaðri fyrir svæði í Norður-Svíþjóð (Hayatgheibi o.fl. 2019).

**Tafla 1.** Yfirlit yfir efnivið sem var prófaður í tilrauninni.

Sænskir frægarðar	Upprunaleg breiddargráða	Upplýsingar um frægarð / frætökustað			
		Breiddargráða	H.y.s. (m)	Stærð (ha)	Fjöldi klóna
Närlinge	60°44'-63°40'	60°00'	35	18,3	100
Oppala	59°17'-62°40'	60°48'	20	12,7	211
Skörserum	57°36'-60°38'	58°00'	75	18,2	210
Larslund	55°38'-58°40'	58°48'	50	15,1	178
Rumhult	54°17'-56°08'	57°24'	100	20,7	214
Hefðbundin viðmiðunarkvæmi					
Skagway	59°27'	64°06'			
Tutshi Lake	59°56'	59°56'			
Watson Lake	60°03'	60°03'			
Carcross	60°17'	60°17'			

## Efni og aðferðir

Fengin voru fræ úr fimm frægörðum af kynbættri sænskri stafafuru til prófunar á Íslandi til samanburðar við fjögur kvæmi sem hafa verið notuð á Íslandi undanfarin ár (tafla 1).

Finnvid Precher hjá Svenska Skogsplantor hafði milligöngu um að útvega fræið. Samanburðarkvæmin voru Tutshi Lake, Watson Lake og Carcross, sem voru ræktuð upp af innfluttu fræi, og síðan var notað fræ úr Þjórsárdal safnað í reit af Skagway-uppruna. Framleiðsla plantanna fór fram í gróðrarstöðinni Sólskógum. Plönturnar voru ræktaðar í eitt ár í fp40-fjölpottabökkum (100 cm<sup>3</sup> pottar, 1. mynd).



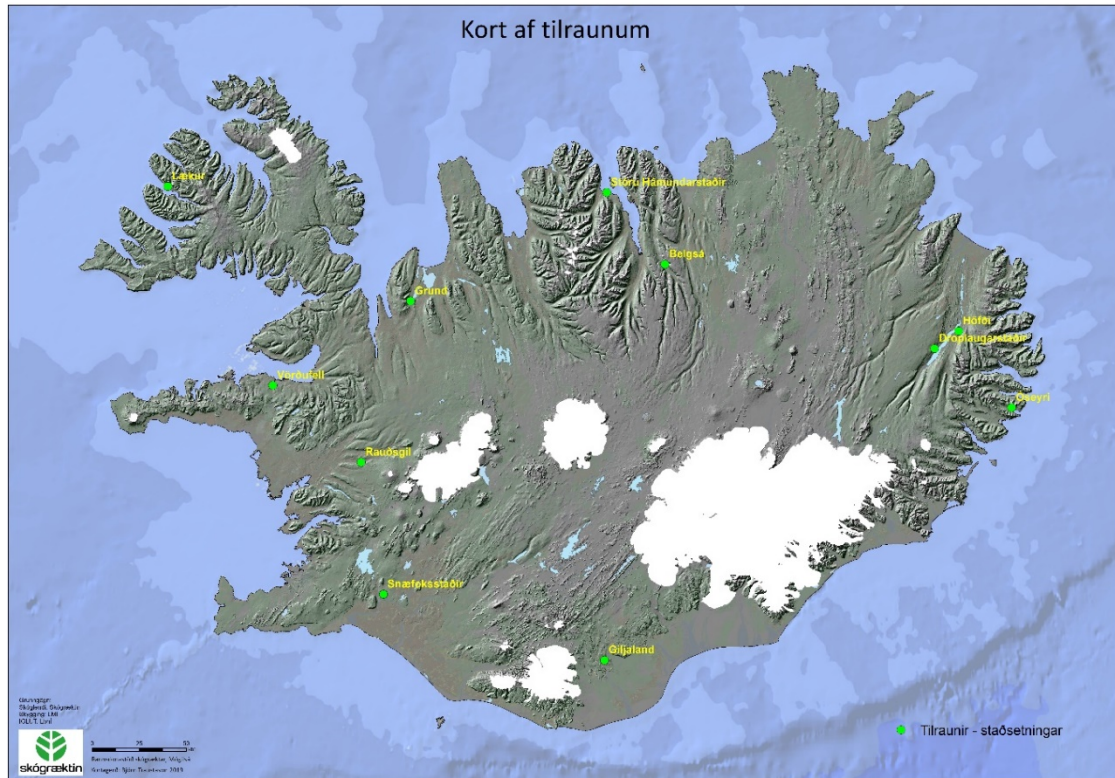
**1. mynd.** Árs gamlar plöntur tilbúnar til gróðursetningar. (Mynd: Pétur Halldórsson)

Öllum efniviðnum var sáð á sama tíma nema Skagway sem var sáð viku síðar. Tilraunin var gróðursett á alls 12 stöðum í öllum landshlutum (2. mynd). Gróðursetningin fór fram í júní og júlí 2014. Hafnarsandur í Ölfusi er undanskilinn í uppgjöri en sú tilraun var afskrifuð vegna mikill affalla fyrsta veturinn eftir gróðursetningu. Allar aðrar tilraunir voru mældar eftir fimm vaxtarsumur til að fá fyrstu vísbendingar um lífun og vaxtarþrótt mismunandi efniviðar. Einnig var skráð hvort plönturnar væru með sviðið barr eða ekki. Einungis Grund, Stóru-Hámundarstaðir og Óseyri sýndu sviðun af umfangi sem hentaði til greiningar. Tölfræðiforritið R var notað við úrvinnslu gagna en Excel-töflureiknir við framsetningu niðurstaðna.

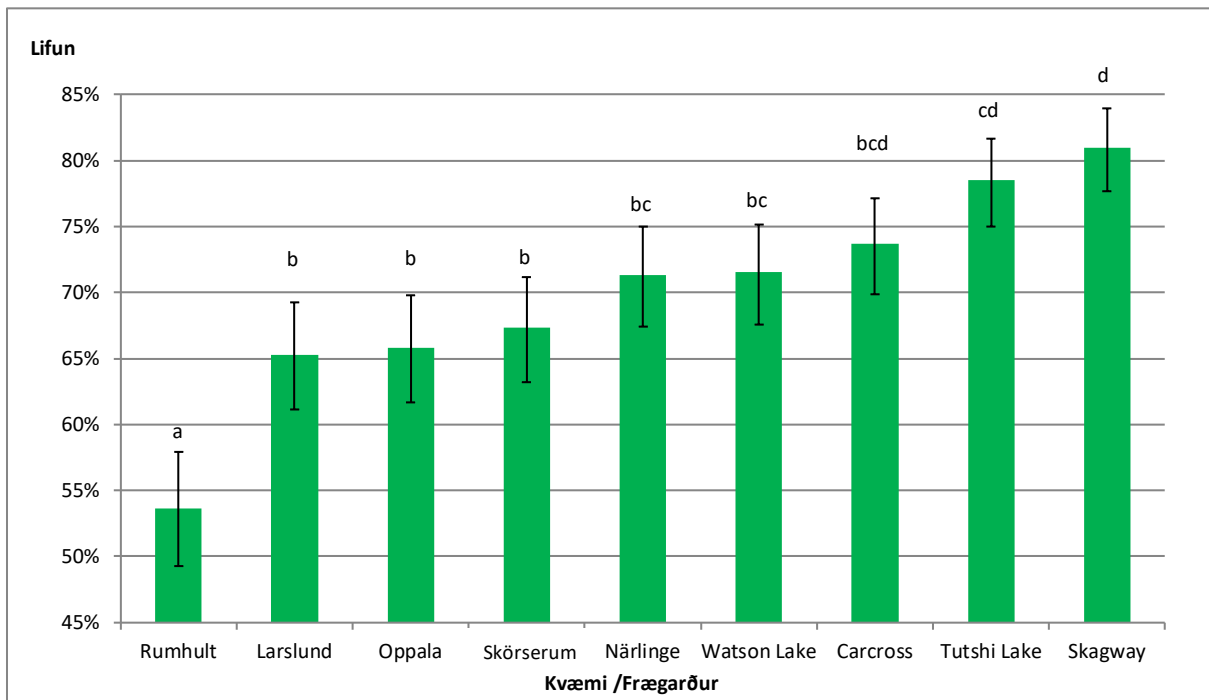


## Niðurstöður

Hefðbundnu kvæmin sem voru til viðmiðunar fyrir sænska kynbætta efniviðinn röðuðu sér öll hærra í lifun en það sænska og þar af var Skagway hæst með um 80% lifun (3. mynd). Närlinge, sem er frægarðsefnið af norðlægasta uppruninum, hafði



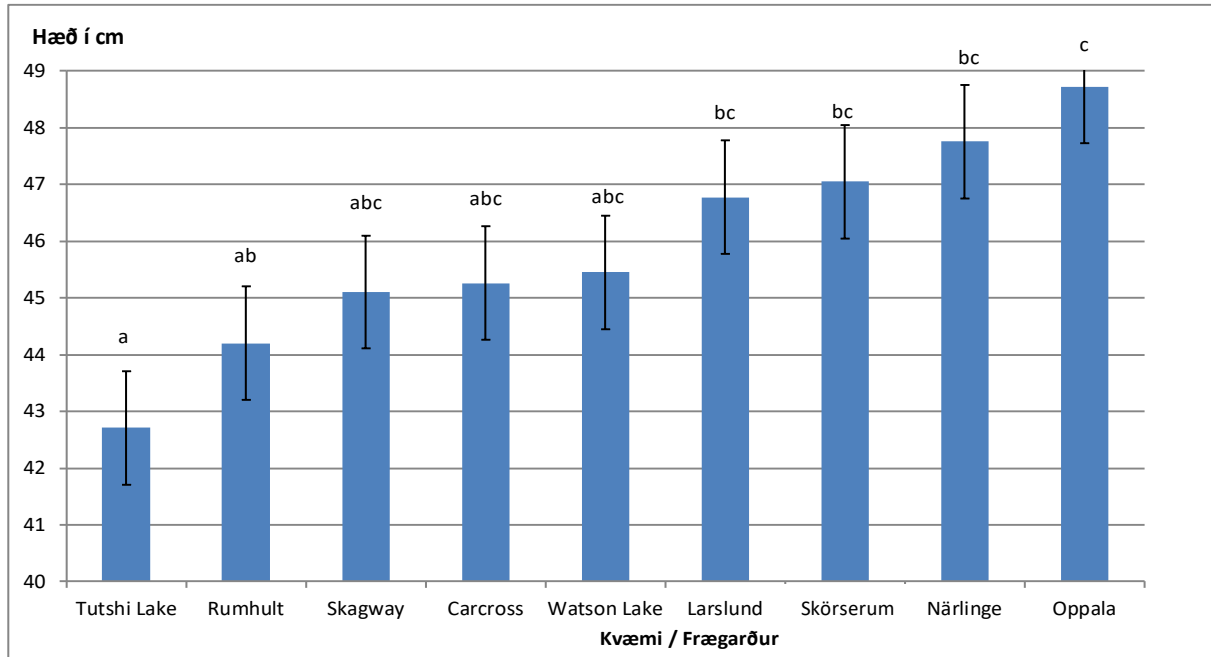
2. mynd. Yfirlit yfir tilraunastaði. (Mynd útbúin af Birni Traustasyni)



3. mynd. Meðallifun kvæma/frægarðæfnis fyrir 11 tilraunir ásamt 95% skekkjumörkum. Efniviður með mismunandi bókstafi er marktækt ólíkur ( $p < 0,05$ ).

hæsta meðallifun af sænska frægarðæfninu eða upp á 71% og var mjög áþekkt Watson Lake.

Dæmið snerist hins vegar við þegar hæðin var skoðuð. Þá raðaðist sænski frægarðæfniviðurinn í efstu sætin að Rumhult undanskildu. Oppala er hér hæst með meðalhæð upp á 48,7 cm en Rumhult næstlægst með meðalhæð upp á 44,2 cm. Tutshi Lake rekur lestina með 42,7 cm (4. mynd).



4. mynd. Meðalhæð kvæma/frægarðæfnis fyrir 11 tilraunir ásamt 95% skekkjumörkum. Efniviður með mismunandi bókstafi er marktækt ólíkur ( $p < 0,05$ ).

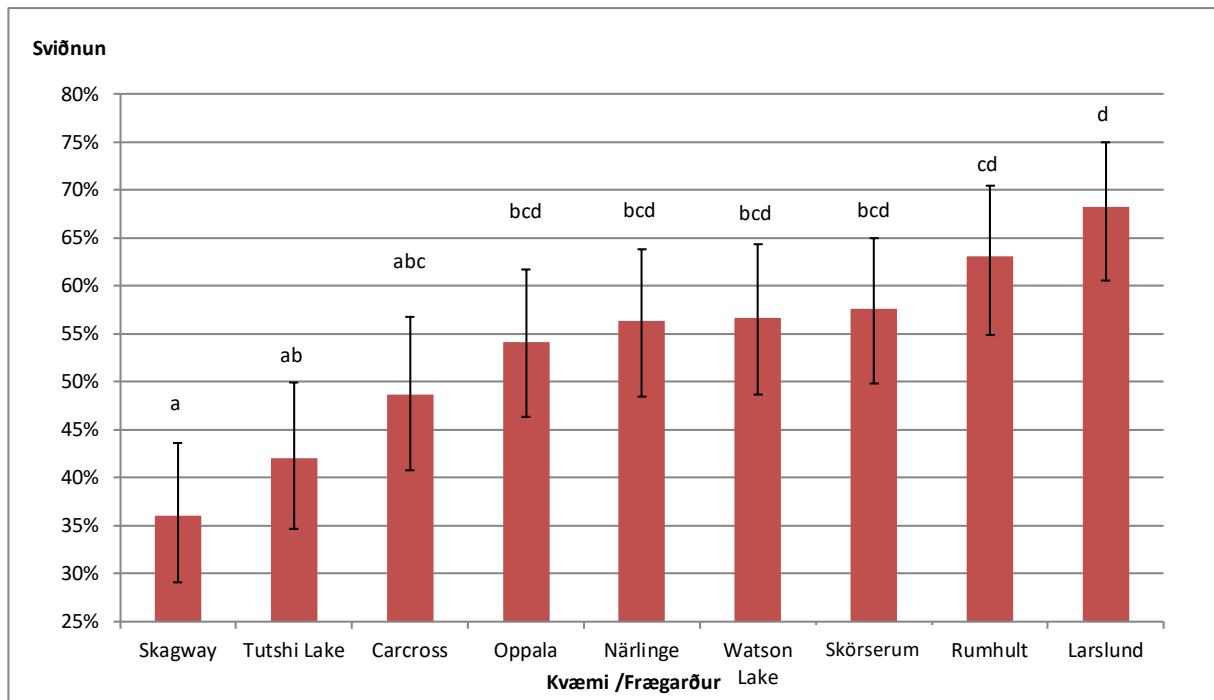
Barrsviðnun var mest áberandi á tilraunastöðum sem voru nálægt sjó og á lítt skýldu landi. Einungis 3 tilraunastaðir hentuðu til að meta mun á kvæmum með tilliti til sviðunar þar sem hlutfall sviðinna plantna var nálægt 50% (5. mynd).

Skagway er með lægsta hlutfall sviðinna plantna og marktækt betri en frægarðæfniviðurinn og kvæmið Watson Lake.

### Umræður og ályktanir

Þessar fyrstu niðurstöður fyrir lifun benda til að það borgi sig að nota áfram þau kvæmi sem hingað til hafa verið mest í notkun á Íslandi. Sérstaklega á það við um kvæmið Skagway sem er í nokkrum sérflokki hvað varðar lifun og litla sviðnun þó svo að það sé ekki marktækt betra en Tutshi Lake og Carcross fyrir þessa eiginleika. Skagway er almennt þekkt fyrir góða aðlögun héraendis (Aðalsteinn Sigurgeirsson 1988) og í þessu tilviki er fræið tínt í reit í Þjórsárdal af Skagway-uppruna og má vera að eitthvert úrval hafi átt sér stað í gegnum eina kynslóð hér á landi.

Munurinn í lifun á Watson Lake og Närlinge er afar lítill og ekki marktækur munur við annað af sænska efniviðnum að undanskildu Rumhult sem virðist vera of suðlægt fyrir



5. mynd. Meðalsviðnun kvæma/frægarðaefnis fyrir 11 tilraunir ásamt 95% skekkjumörkum. Efniviður með mismunandi bókstafi er marktækt ólíkur ( $p < 0,05$ ).

notkun héraendis. Það gæti því verið góður kostur að nota tvo norðlægustu sænsku kynbótastofnana, Närlinga og Oppala, á svæðum inn til landsins á Íslandi þar sem lifun er almennt góð til að nýta yfirburði þeirra í vexti. Til að nýta mikinn vaxtarþrótt Oppala, þrátt fyrir að meðallifun þess sé undir meðallagi, ætti að einskorða notkun þess við veðurfarslega góða staði á Íslandi. Rumhult er frægarðurinn með suðlægasta upprunann sem gæti skýrt slakan árangur í lifun og mikla sviðnun eða kal sem aftur gæti leitt af sér minni hæð.

Tilraunin er enn ung og eftir önnur tíu ár fást áreiðanlegri niðurstöður um aðlögun sænska efniviðarins. Þangað til mæla höfundar með því að nota Närlinga og Oppala í íslenskri skógrækt á veðursælum stöðum inn til landsins en íslenskt fræ af Skagway-uppruna með ströndinni og þar sem frostlent er. Á grundvelli jákvæðrar almennrar reynslu af kvæminu Skagway og þeim niðurstöðum sem hér er lýst (lítill sviðnun og góð lifun) er hafinn undirbúningur að frægarði með völdum klónum af Skagway-uppruna á grundvelli vaxtarhraða, beinleika og greinabyggingar.

## Heimildir

Aðalsteinn Sigurgeirsson. 1988. Stafafura á Íslandi - Vöxtur, ástand og möguleikar. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands 1988*. 3-36.

Hayatgheibi, H., Fries, A., Kroon, J. and Wu, H. X. 2019. Estimation of genetic parameters, provenance performances, and genotype by environment interactions for growth and stiffness in lodgepole pine (*Pinus contorta*). *Scandinavian Journal of Forest Research*. 34: 1-11.

Hákon Bjarnason. 1978. Stafafura (*Pinus contorta*, Dougl.). *Ársrit Skógræktarfélags Íslands 1977-1978*. 16-18.

## Skemmdir á sitkagreni við Miklubraut í Reykjavík Degradation of Sitka Spruce along the Miklabraut

Sibren van Manen<sup>1,2</sup>, Julianne Kuckuk<sup>1,3</sup>, Ólafur Eggertsson<sup>1</sup> og Edda Sigurdís Oddsdóttir<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup>Mógilsá, rannsóknasvið Skógræktarinnar; <sup>2</sup>HAS University of Applied Sciences;  
<sup>3</sup>Johannes Gutenberg-Universität Mainz

\*[edda@skogur.is](mailto:edda@skogur.is)

### Útdráttur

Á undanförunum árum hefur borið talsvert á skemmdum á sitkagreni á höfuðborgar-svæðinu, ekki síst í nágrenni við umferðaræðar. Veturinn 2018 voru öll tré á Klambratúni kortlögð og skemmdir á þeim metnar, tré með sitkalús talin og sýni tekin til efnagreiningar. Sambærileg könnun var einnig framkvæmd í Öskjuhlíð. Þá voru teknir borkjarnar úr trjám í Öskjuhlíð og bornir saman við kjarna sem teknir höfðu verið úr trjám á Klambratúni með fram Miklubraut haustið 2017.

Helstu niðurstöður sýndu að marktækt hærra hlutfall trjáa á Klambratúni var skemmt en í Öskjuhlíð. Enn fremur voru mun fleiri tré með sitkalús á Klambratúni en í Öskjuhlíð. Samanburður á þvermálsvexti trjáanna sýndi að fram til 2005 var ársvöxtur svipaður á báðum stöðum. Sveiflur í vexti eru svipaðar og m.a. í takt við þekktu sitkalúsarfaraldra. Eftir 2004 fellur þvermálsvöxtur trjáa við Klambratún en vöxtur í Öskjuhlíð helst nokkuð stöðugur.

Ljóst er að munur á skemmdum milli Klambratúns og Öskjuhlíðar verður ekki útskýrður með mismunandi veðurfari. Erlendar mælingar hafa sýnt að aukinn styrkur köfnunarefnis í laufi/nálum trjáa getur leitt til aukins fjölda lúsa og að tré sem staðsett eru með fram umferðarmannvirkjum hafa mælst með háan styrk köfnunarefnis. Hins vegar dregur aukinn seltustyrkur í laufum/nálum úr fjölda lúsa.

Niðurstöður efnagreininga á nálasýnum sýndu hvorki marktækan mun á styrk köfnunarefnis né seltu á stöðunum tveimur, þó svo að í báðum tilfellum hafi styrkurinn verið hærri í trjám á Klambratúni.

Hins vegar voru fá sýni tekin til efnagreiningar eða eingöngu fimm sýni á hvorum stað. Eitt sýni í Öskjuhlíð skar sig talsvert frá hinum og mældist með meiri styrk köfnunarefnis en hin sýnin (1,89%N á meðan hin sýnin voru frá 0,91%N-1,3%N). Ef því sýni var sleppt í úrvinnslu mældist styrkur köfnunarefnis marktækt hærri á Klambratúni en í Öskjuhlíð. Nauðsynlegt er að taka fleiri sýni til efnagreininga svo meta megi hvort munur á svæðunum sé raunverulegur.

Niðurstöður þessarar rannsóknar sýna fram á mun á tíðni sitkalúsa, skemmdum og vexti sitkgrenis á Klambratúni annars vegar og í Öskjuhlíð hins vegar. Ekki er hægt með afgerandi hætti að segja til um ástæður þessa munar en ekki er ólíklegt að samspil mengunar og sitkalúsar spili þarna saman.

## The effects of birch colonization on soil organic matter decomposition

Jóhannes Bjarki Urbancic Tómasson<sup>1\*</sup>, Kristín Svavarsdóttir<sup>2</sup>, Þóra Ellen Þórhallsdóttir<sup>1</sup>, Kristinn Pétur Magnússon<sup>3</sup>

<sup>1</sup>University of Iceland; <sup>2</sup>The Soil Conservation Service of Iceland;

<sup>3</sup>University of Akureyri/The Icelandic Institute of Natural History

\*johannesbjarki@gmail.com

### Abstract

Recently a self-sown birch (*Betula pubescens*) forest has begun to colonize the vast glacial floodplain Skeiðarársandur in South-East Iceland. A large part of the sand has been colonized but areas within the sand have different densities of developing birch. Here the effects of birch colonization on soil organic matter (SOM) decomposition was estimated using the tea bag index (TBI), which simulates decomposing leaf litter with buried tea bags. In the TBI, green and red tea are used to estimate two environmental factors, the stabilization factor (S) and the rate of decomposition (k), respectively. The experiment was conducted at three different birch densities and within each site "trees" were split into four size classes: large, medium, small and no trees. A positive control was set up in Bæjarstaðarskógur, birch woodland. Differences in S between sites was irrelevant. The rate of decomposition, k, varied between sites according to birch density, with the highest and lowest densities having the highest and lowest k, respectively. Within sites large trees have the highest k but both medium and small trees have a lower k than the "no-trees" treatment. Using simple statistical tests, differences could only be found involving the positive control group. The results indicate that birch accelerates SOM decomposition as birch density increases. Furthermore, compared to patches with no trees, decomposition is slowed near small and medium sized trees and accelerated near large trees.

Key words: Tea bag index, Soil organic matter, Litter decomposition, Primary succession, Mycorrhizal fungi

## Efni

Fylgt úr hlaði .....	4
Útdrættir og smágreinar <i>Abstracts and Extended Abstracts</i> .....	5
Kolefnispólitíkin: Lífríki á landi og mannfólkið.....	6
Landnotkun og loftslagsmál - stefnumörkun stjórnvalda.....	7
Aðgerðaráætlun í loftslagsmálum - Áherslur Skógræktarinnar .....	8
Aðgerðir í loftslagsmálum - áherslur Landgræðslunnar .....	13
Þurrlandi - möguleikar, úttekt, vottun.....	14
Votlendi - möguleikar, úttekt, vottun.....	15
Skógrækt - möguleikar, úttekt, vottun .....	16
Kolefnishringrás Íslands .....	17
Landnotkun, loftslagsmál og skipulag.....	25
Kolefnis- og vatnshringrás í asparskógi á framræstri mýri á Suðurlandi .....	26
Loftslagsbreytingar og þöddur framtíðarinnar .....	33
Að dúndra niður plöntu.....	39
Ranaskógur á Héraði - saga skógarins lesin úr áhringjum trjáanna .....	40
Loftslagsmál og landnýting út frá sjónarhorni sveitarfélaga.....	45
Skógræktarfélögin og Kolviður.....	46
Kolefni til sölu? .....	49
GróLind - skref í átt að sjálfbærri landnýtingu .....	50
100 ára friðun Þórsmerkur .....	51
Soil is the biggest forest carbon stock in Iceland .....	52
Viðarmagnsspá fyrir Vesturland.....	53
Átak í loftslagsmálum - Hraðfjölgun efnilegra asparklóna .....	54
Líf og vöxtur aspargræðlinga.....	61
Molta sem áburður á lerki og birki á Hólasandi .....	62
Spruce Provenance Study in Iceland.....	68
Safe climbing .....	69
Veggspjöld <i>Posters</i> .....	75
Colonization of downy birch in early succession.....	76
Growth and age of Downy Birch on Skeiðarársandur .....	77
Hlutverk gulvíðis og loðvíðis í frumframvindu gróðurvistkerfa.....	78
Kynbættur efniviður stafafuru ( <i>Pinus contorta</i> ) frá Svíþjóð prófaður á Íslandi..	79
Skemmdir á sitkagreni við Miklubraut í Reykjavík.....	84
Degradation of Sitka Spruce along the Miklubraut.....	84
The effects of birch colonization on soil organic matter decomposition.....	85



