

Nr 47/2022  
ISSN 2298-9994

# Rit Mógilsár

Rannsóknasviðs  
Skógræktarinnar

**Fagraðstefna skógræktar 2022:  
Útdrættir erinda og veggspjalda**

**Ritstjóri: Pétur Halldórsson**

# Efnisyfirlit

<b>INNGANGUR/FOREWORDS</b>	<b>3</b>
<b>ÚTDRÆTTIR ERINDA</b>	<b>5</b>
Samstarf við sveitarfélög um skógrækt   Þórdís Lóa Þórhallsdóttir	6
Loftslagsvænn landbúnaður   Berglind Ósk Alfreðsdóttir	8
Binding og losun gróðurhúsalofttegunda í fortíð, nútíð og framtíð   Arnór Snorrason	8
Endurkortlagning ræktaðra skóga á Íslandi   Elísabet Atladóttir	9
Feasibility of using UAV-based LiDAR to estimate biomass in Icelandic forests   Sydney Gunnarsson	9
Vaxtarjöfnur fyrir sitkagreni   Lárus Heiðarsson	10
Mat á kolefnisbindingu með skógrækt í Heiðmörk, á Nesjavöllum og Ölfusvatni   Gústaf Jarl Viðarsson	16
Áhrif jarðvegshlýnunar á umsetningu fínróta í sitkagreniskógi   Páll Sigurðsson	16
Investigation of Soil Biota for Improved Forest Establishment   Christine Palmer	16
Áhrif skjóls á nærvíðri og plöntuvöxt   Hallur S. Björgvinsson	17
Geta trjáplöntur vaxið í beitarhólfi á Mosfellsheiði?   Björn Traustason	26
Stafafura ( <i>Pinus contorta</i> ) í Norðtunguskógi, frædreifing, -magn, -spírun   Björk Kristjánsdóttir	26
Birkikvæmi á Íslandi   Brynjar Skúlason	27
Er degli ( <i>Pseudotsuga menziesii</i> ) framtíðartjáttegund í íslenskrí skógrækt?   Valdimar Reynisson	27
Náttúrulegir óvinir meindyra – Hetjur skógarins?   Brynja Hrafnkelsdóttir	27
Líffjölbreytni æðlantna í Tilraunaskóginum í Gunnarsholti: Áhrif skógræktar, grisjunar og áburðargjafar   Bjarni Diðrik Sigurðsson	28
TreProX – aukin viðargæði í skógrækt og úrvinnslu skógarafurða   Guðríður Helgadóttir	28
<b>ÚTDRÆTTIR VEGGSPJALDA</b>	<b>23</b>
Áhrif áburðar á gróðurfar og jarðveg í sandjörð   Guðni Þorvaldsson	32
Blöndun trjáttegunda í skógrækt   Jón Hilmar Kristjánsson	32
Bæjarstaður Kvísker Steinadalur – Tíu ára samanburður á birkikvæmum frá SA-landi   Bjarni Diðrik Sigurðsson	33
Endurheimt birkivistkerfa – áskoranir, leiðir og ávinningur (BirkiVist)   Ása Aradóttir	37
Jarðvegsöndun í lífskurn miðað við áætlaða hlýnun af völdum loftslagsbreytinga   Eyrún Gyða Gunnlaugsdóttir	42
Langtímaáhrif áburðar á gróður, kolefni og nitur í sandjörð   Guðni Þorvaldsson	42
Lífmassaföll fyrir sitkagreni   Lárus Heiðarsson	43
„Skógar rækta börn: Börn rækta skóga“   Eyrún Gyða Gunnlaugsdóttir	43
Sýkingamætti grágeitarsveppsins <i>Ophiostoma clavatum</i> á skógarfurufræplöntur   Þórhildur Ísberg	44
Útbreiðsla birkis í Bæjarstaðarskógi   Guðmundur Freyr Kristjánsson	47
Útbreiðslusaga birkis við Merkihol og Stóra-Klofa   Ægir Freyr Hallgrímsson	47
Þróun nýrra leiða við nýræktun skóga á Íslandi   Jannick Elsner	48

Rit Mógilsár Nr 47-2022 — [www.skogur.is/mogilsarrit](http://www.skogur.is/mogilsarrit)

**Titill** Fagráðstefna skógræktar 2022: Útdrættir erinda og veggspjalda

**English title** Fagráðstefna skógræktar 2022 - Abstracts of Talks and Posters

**ISBN 2298-9994**

**Ritstjóri** Pétur Halldórsson

**Ábyrgðarmaður** Edda S. Oddsdóttir

**Ritnefnd** Björn Traustason, Ólafur Eggertsson, Pétur Halldórsson

**Textavinnsla og umbrot** Pétur Halldórsson

**Forsíðumynd** Strokkur í Haukadal. Ljósmynd: Hótel Geysir

**Aðrar ljósmyndir** Pétur Halldórsson

**Útgefandi** Skógræktin, júlí 2022

**Öll réttindi áskilin**

# Fagráðstefna skógræktar 2022: Útdrættir erinda og veggspjalda

Pétur Halldórsson (ritstj.)<sup>1</sup>

## Inngangur

## Forewords

Fagráðstefna skógræktar var haldin á Hótel Geysi Haukadal dagana 29.-30. mars 2022 undir yfirskriftinni *Skógrækt 2030 - Græn ábyrg framtíð*. Ráðstefnan var nú haldin á ný eftir tveggja ára hlé vegna veirufaraldursins COVID-19. Um 150 manns voru skráð á ráðstefnuna sem stappaði nærri þátttökumeti. Fagráðstefna skógræktar er haldin í samstarfi Skógræktarinnar, Landbúnaðarháskóla Íslands, Skógræktarfélags Íslands, Skógfræðingafélags Íslands og Bændasamtaka Íslands. Fyrri dagurinn var með óhefðbundnu sniði í anda yfirskriftar ráðstefnunnar um græna ábyrga framtíð í skógrækt til 2030. Haldin voru stutt inngangserindi um þrjú umfjöllunarefni. Að því búnu var efnt til pallborðsumræðna. Efnin sem tekin voru fyrir eru voru í fyrsta lagi skógræktarstefna til 2030, í öðru lagi kolefnisbinding, ný markmið, tækifæri og vottun og í þriðja lagi viðarafurðir. Síðari daginn voru fjölbreytt erindi um ýmis skógfræðileg og skógtæknileg efni. Í þessu riti eru birtir útdrættir fyrirlestra og veggspjalda frá þeim höfundum sem óskuðu birtingar. Sumir útdráttanna eru auknir frá því sem var í útgefnu ráðstefnuriti eins og höfundum var gefinn kostur á. Upptökur og glærur flestra fyrirlestra og veggspjalda eru aðgengilegar á vef Skógræktarinnar.

Vefslóð: [skogur.is/fagradstefna2022](http://skogur.is/fagradstefna2022).

Title: *Fagráðstefna skógræktar 2022 - Abstracts of Talks and Posters*

The annual conference for the Icelandic forest sector, Fagráðstefna skógræktar, was now held anew 29-30 March 2022 after being called off twice due to the COVID-19 pandemic. The conference program was organised under the title *Forestry in 2030 - a Green responsible future*. About 150 people were registered for participation which is close to the previous best for this event. The conference is held in the collaboration of the Icelandic Forest Service - Skógræktin, the Icelandic Agricultural University, the Icelandic Forestry Association, the Icelandic Foresters Association and the Icelandic Farmers Association. The first day of the conference, three themes were addressed with lectures and panel discussions, starting with the forest strategy up till 2030. The second theme was carbon sequestration - new goals, opportunities and certification, ending with the third theme, wood products. On the second conference day, various lectures were on the agenda, touching on multiple theoretical and practical topics of forestry and forest management. On the following pages, you will find abstracts from authors of talks and posters who chose to present such for publication. A few of the abstracts are extended versions which participants were given the opportunity to hand in after the conference. Other abstracts are identical to those published in the conference paper prior to conference. On the Icelandic Forest Service website, you will find recordings and slides from most of the lectures and posters presented at the conference.

Weblink: [skogur.is/fagradstefna2022](http://skogur.is/fagradstefna2022).

<sup>1</sup>Skógræktin, Gömlu-Gróðrarstöðinni, is-600 Akureyri, [petur@skogur.is](mailto:petur@skogur.is)



# Útdrættir erinda

Í DAGSKRÁRRÖÐ



# Samstarf við sveitarfélög um skógrækt

*Þórdís Lóa Þórhallsdóttir*

REYKJAVÍKURBORG OG SAMBAND ÍSLENSKRA SVEITARFÉLAGA

*loa@reykjavik.is*

Gildistaka nýrrar landsáætlunar í skógrækt liggur saman með upphafi nýs kjörtímabils. Það skiptir máli að nýjar sveitarstjórnir átti sig á hvað felst í þessari landsáætlun, því sveitarfélögin eru hér mjög stór hagaðili og tengjast öllum meginmarkmiðunum fimm. Ef landsáætlunin á í raun að koma til framkvæmda, eins og stefnt er að, og ef við ætlum að ná þeim markmiðum sem þar koma fram, verður að takast að gera sveitarfélögin að virkum aðilum áætlunarinnar.

Hlutverk sveitarstjórnarfólks er að móta stefnu og áætlanir, sem sveitarfélögin starfa eftir. Þar verður til ákveðinn rammi sem embættisfólk sveitarfélaganna fylgir. Til að ná sveitarfélögunum virkum verður landsáætlunin að tengjast loftslagsáætlunum sveitarfélaganna, svæðisskipulagi, votlendisáætlunum og jafnvel niður á hverfaskipulag. En það verður líka að tengja landsáætlunina við önnur verkefni sveitarfélaga, svo sem lýðheilsumarkmið og vellíðan íbúa, atvinnuáætlanir, ferðaþjónustu og nýsköpun.

Það þarf því að vera virkt samtal á milli skógræktar og sveitarfélaganna, til að sveitarfélögin séu skýr með sitt hlutverk. Þetta er samtal sem þarf að hefjast strax í upphafi nýs kjörtímabils. Sveitarfélögin þurfa líka að opna augun varðandi möguleika þeirra til uppbyggingar í gegnum skógrækt. Ekki bara með því að fá grænna umhverfi í kringum sig, heldur sérstaklega hvað varðar atvinnuuppbyggingu tengda skógrækt.

Ég mun hér á eftir fara stuttlega yfir fimm meginmarkmið landsáætlunar og hvernig þau tengjast helstu verkefnum sveitarfélaganna. Upptalningin verður þó ekki tæmandi.

## Sjálfbær þróun

Fyrsta meginmarkmiðið er að skógrækt stuðli að sjálfbærri þróun samfélagsins. Í þessu felst að tryggja þurfi jafnan aðgang núverandi og komandi kynslóða að þeim gæðum sem skógrækt skapar. Þetta getur falist í aukinni útbreiðslu skóga, ræktun nýrra skóga án þess þó að gengið sé á önnur umhverfisgæði eða með því að vernda þá skóga sem fyrir eru. Í Reykjavík birtist þessi sýn m.a. í samstarfsverkefni borgarinnar við Skógræktarfélag Reykjavíkur um loftslags-skóga, sem tengir saman öll viðmið þessa fyrsta markmiðs.

Sveitarfélögin þurfa, hvert á sínu svæði, að vinna út frá umhverfis- og loftslagsmarkmiðum þeirra, sem finna má í umhverfis-, votlendis- og loftslagsstefnum

sveitarfélaganna. Þar þarf hlutur skógræktar að vera skýr hvað það varðar að tryggja líffræðilega fjölbreytni innan sveitarfélagsins, að vera mótvægi við loftslagsvandann og til að tryggja vatns- og jarðvegsvernd.

Auk þess þarf að huga að skógrækt til viðarnytja og þá í samhengi við atvinnustefnu sveitarfélaganna. Í skógrækt eru mikil tækifæri til nytja en ekki bara til yndis og að njóta.

Að sjálfsögðu þarf að huga að þeirri samfélagslegu sátt sem þarf að ríkja um skóga. Á hana var lögð mjög rík áhersla í vinnu verkefnisstjórnar landsáætlunar í skógrækt. Þessi sátt þarf að birtast í félagslegum ágóða íbúanna, sem geta nýtt skóga til heilsueflingar og almennrar útiveru. Uppbygging skóga sem útivistarsvæða ætti því að vera mikilvægt innlegg í lýðheilsustefnu sveitarfélaganna, auk þess sem skógar skapa mikilvæg græn samfélagssvæði, þar sem íbúar og aðrir gestir geta komið saman og notið útiverunnar í rjóðrum og á skipulögðum leik- eða grillsvæðum.

Aðalskipulag sveitarfélaganna þarf svo að endurspeglar þessar áherslur sem birtast í öðrum stefnum, til þess að þær komist raunverulega til framkvæmda og að íbúar geti notið hliðaráhrifa af skógrækt, svo sem aukins skjóls í sveitarfélaginu.

## Loftslagshlutleysi

Stærsti vandi sem við stöndum frammi fyrir — fyrir okkur sjálf og komandi kynslóðir — eru loftslagsbreytingar og hvernig við munum fást við þær. Annað meginmarkmiðið er að skógar og skógrækt verði lykilatriði í að fást við þessar breytingar og draga úr kolefni í andrúmsloftinu. Við vitum að til verður töluverð binding kolefnis í trjám og er skógrækt því mikilvægur liður í loftslagsbókhalda ríkis og sveitarfélaganna. Til að mæta loftslagsmarkmiðum sínum er lykilatriði að sveitarfélögin komi til samstarfs við skógræktarfélag og skógarbændur.

Undanfarin ár höfum við séð að sveitarfélög eru í vaxandi mæli viljug til að vera með þessa loftslagssýn og skilja mikilvægi þess að sveitarfélögin séu hluti af baráttunni gegn loftslagsbreytingum. Án sveitarfélaganna og slagkrafts þeirra munum við ekki ná þeim umskiptum sem þurfa að eiga sér stað til að ná Parísarmarkmiðunum um kolefnishlutleysi árið 2040. Þá er það líka orðið lögbundin skylda sveitarfélaganna, með lögum um breytingu á lögum um

loftslagsmál nr. 86/2019, að setja sér loftslagsstefnu með markmiðum um hvernig draga skuli úr losun gróðurhúsalofttegunda.

Hérna eru því mikil tækifæri til að efla skógrækt í samstarfi við sveitarfélögin og taka samstarfið lengra en í þeim boxum sem við erum í nú, þar sem sveitarfélögin eru í sínum kassa og skógræktarfélög og -bændur í öðrum.

## Nýsköpun og efling byggðar

Skógrækt er ein tegund landbúnaðar. Tengd nytjaskógum er löng virðiskeðja sem sveitarfélög þurfa að opna augun fyrir og tengja við atvinnustefnu sína og atvinnuuppbyggingu. Þriðja markmiðið í landsáætluninni er einmitt að skógrækt og skógarnytjar stuðli að atvinnu, nýsköpun og eflingu byggðar með sjálfbærni að leiðarljósi.

Hér geta falist töluverð tækifæri fyrir sveitarfélög til að byggja upp atvinnu og stuðla að nýsköpun í heimabyggð. Sveitarfélögin þurfa m.a. að auka skilvirkni í stjórnsýslu sinni til að efla skógrækt á einkajörðum, til að auðvelda skrefin inn í nýjan landbúnað. En einnig er hægt að stuðla að nytjaskógrækt á opinberum svæðum og nýta afurðir til nýsköpunar.

Það þarf að auka skilvirkni í allri virðiskeðjunni, frá skógi til smásöluaðila. Sveitarfélögin geta stutt slíka þróun og hvatt til nýsköpunar í heimabyggð. En hér þurfa líka einkaaðilar að stíga inn af krafti, sérstaklega hvað varðar markaðsþróun og úrvinnslu skógarafurða. Það eru að minnsta kosti sex einkafyrirtæki sem framleiða vörur úr íslenskum skógarafurðum og þau geta eflaust orðið fleiri. Við vitum að í sölu skógarafurða er markaður. En íslenskt framboð þarf að vera stöðugt og öruggt til að traust myndist milli allra aðila um að íslenskar skógarafurðir sé lykill að framleiðslu í stað þess að kaupa þær frá útlöndum. Með því að fá einkaaðila í lið með sveitarfélögunum er hér hægt að byggja upp nýja atvinnu í heimabyggð, sérstaklega í dreifbýli.

## Aukin umhverfisgæði

Tengt fyrsta markmiðinu um sjálfbæra þróun nefndi ég mikilvægi skógræktar í umhverfis-, votlendis- og loftslagsstefnu sveitarfélaga. Þetta á einnig við um fjórða meginmarkmiðið, sem er að skógrækt og skógvernd stuðli að auknum umhverfisgæðum á borð við jarðvegsvernd, endurheimt vistkerfa og eflingu líffjölbreytni. Hér er einkum verið að tala um að vernda náttúruskóga sem fyrir eru í þágu líffjölbreytni og viðhalds kolefnisforða og efla náttúrlega útbreiðslu þeirra. Til að ná þessum markmiðum

þurfa sveitarfélög að horfa til ákveðins jafnvægis í skógrækt, til að mynda með því að raska ekki votlendi og heimila ekki land til skógræktar þar sem fyrir er sjaldgæfur gróður eða ríkulegt varpland fugla. Horfa þarf heildrænt á skipulagsmál, til að ná fram jákvæðum áhrifum skógræktar en draga úr þeim neikvæðu.

## Útivist og lýðheilsa

Fimmta meginmarkmið landsáætlunarinnar er það sem flestir íbúar sveitarfélaganna verða varir við, en það er að skógar og skógrækt stuðli að auknum útivistarmöguleikum almennings og bættri lýðheilsu. Einnig að stuðlað verði að þátttöku almennings í skógræktarstarfi.

Sveitarfélögum er það mikið í mun að hlúa að lýðheilsu íbúa. Þetta markmið tengist stuðningi sveitarfélaga við eflingu íþróttar og útivistar. Skógar eru almennt vinsælir meðal íbúa, til útivistar og sem almenn samkomusvæði. Samstarf skógræktar og sveitarfélaga er hér mikilvægt til að efla hlutverk skóga í útivist og bættri lýðheilsu. Skógrækt getur líka verið mikilvæg til að efla samstarf milli skógræktarfélaga, sveitarfélaga, einkaaðila og einstaklinga og til að efla þátttöku einstaklinga í félagsstarfi.

Reykjavíkurborg hefur sagt að hún vilji samtvinna góða skóga til nýtingar og fyrir lýðheilsu. Þetta tvennt getur vel farið saman og við bætast loftslagsmarkmiðin. Þetta sjáum við í góðu samstarfi við Skógræktarfélag Reykjavíkur í Heiðmörk, á Austurheiðum og í Úlfarsfelli þar sem verið er að byggja upp skógrækt í borgarlandinu, öllum íbúum til góða.

## Lokaorð

Það felast mikil tækifæri fyrir sveitarfélög í því að tengjast landsáætlun í skógrækt og nýta hana í loftslagsáætlunum sínum, votlendisáætlunum og skipulagi. Til þess að landsáætlunin ná í gegn þurfa sveitarfélög og skógræktaraðilar að koma á virku samtali og samvinnu. Sveitarfélög og skógræktendur þurfa svo líka að ná að tengja einkaaðila inn, til að styrkja virðiskeðjuna heima í héraði. Einungis þannig munu markmið áætlunarinnar nást. Nú, strax eftir kosningar með nýju fólki í sveitarstjórnnum og miklum hug sveitarstjórnarfólks til að gera enn betur, er lag fyrir Skógræktina að kynna sveitarfélögum tækifærin í landsáætluninni og hvetja þau áfram. Tækifærin eru til staðar til að byggja upp vistvæn og sjálfbær sveitarfélög. Þá eru líka mýmörg tækifæri til að nýta skógrækt til atvinnuuppbyggingar, sérstaklega í dreifðum byggðum.

# Loftslagsvænn landbúnaður

Berglind Ósk Alfreðsdóttir

RÁÐGJAFARMÍÐSTÖÐ LANDBÚNAÐARINS

berglind@rml.is

Loftslagsvænn landbúnaður er samstarfsverkefni Ráðgjafarmiðstöðvar landbúnaðarins, Landgræðslunnar, Skógræktarinnar, matvælaráðuneytisins og umhverfis-, orku- og loftslagsráðuneytisins. Það er hluti af aðgerðaáætlun stjórnvalda í loftslagsmálum og hefur að markmiði að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og auka kolefnisbindingu. Verkefnið hlaut hvatningarviðurkenningu Festu og Reykjavíkurborgar á árlegum loftslagsfundi þeirra árið 2021.

Verkefnið vinnur með grasrótarnálgun en þátttakendur gera aðgerðaáætlun sem er endurskoðuð árlega og vinna markvisst að settum markmiðum í daglegum bústörfum. Ráðgjöf og fræðsla byggist á virku samtali og samstarfi þátttakanda og ráðgjafa eflir þátttakendur til loftslagsvænna aðgerða. Farið

er markvisst yfir mögulegar aðgerðir landbúnaðarins til loftslagsvænna landbúnaðarháttanna og er skógrækt mikilvægur þáttur aðgerðaáætlana. Hún er mjög aðgengileg með mikla möguleika í bindingu, m.a. með skjólbeltaræktun, ræktun hagaskóga og nytjaskóga ásamt endurheimt skóglendis.

Verkefnið skilar fjölda afurða og hefur margþættan ávinning, ekki einungis í tengslum við loftslagsmál, heldur má einnig nefna náttúruvænar lausnir, sjálfbærni, hringrásarhagkerfið, aukið heilbrigði og velferð búfjár ásamt því að það getur haft hagrænan ávinning fyrir þátttakendur. Verkefnið er því mikilvægur og áhrifaríkur hvati til þess að hvetja bændur til loftslagsvænna búskaparháttanna sem henta öllum búgreinum og jafnt stærri sem smærri búum.

## Binding og losun gróðurhúsalofttegunda í fortíð, nútíð og framtíð

Arnór Snorrason

arnor@skogur.is

Í erindinu er farið yfir núverandi og sögulega þróun nettóbindingar skóglenda Íslandi. Skilað er inn á hverju ári bókhaldi um bindingu á losun skóglenda frá árinu 1990 og á þessu ári (2022) er skilað gögnum til og með árinu 2020. Á þessum rúmlega þrjátíu árum hefur nettóbinding skóglenda og skógræktar sautjánfaldast og farið úr -30.000 tonnum í -540.000 tonn CO<sub>2</sub>-ígilda. Farið er yfir hvernig binding og losun skiptist á milli mismunandi skóglenda og kolefnisforðabúra en lífmassi er langáhrifamesta forðabúrið og stendur fyrir 81% af bindingu skóglenda. Ræktaðir skógar standa fyrir um 75% af nettóbindingu skóglenda.

Fjallað er um helstu skýringar á aukinni nettóbindingu skógræktar og er þar helst að nefna aukið flatarmál ræktaðra skóga auk þess að lífmassa-vöxtur í náttúrulegum birkiskógum hefur tekið kipp. Aldurssamsetning á bæði ræktuðum sem náttúrulegum skógum hefur þarna mikil áhrif en báðar

skógartegundir eru með hlutfallslega stóra yngri aldursflokka sem eiga enn eftir að bæta mikið við sig í lífmassavexti og þ.a.l. bindingu.

Farið er yfir uppruna og gæði gagna sem eru notuð við gerð bókhaldsins. Gögnin sem mæla forðabúrið sem hefur mest áhrif, þ.e. lífmassann, eru að hæstu gæðum og með óvissu á bilinu 4%-15%.

Að lokum er gerð grein fyrir nýrri spá um nettóbindingu skóglenda fram til 2040. Spáin er hluti af skylduskilum vegna samnings Íslands og Noregs við ESB um sameiginleg loftslagsmarkmið 2021-30. Spáin tekur aðeins til verkefna sem þegar hafa verið samþykkt og í flestum tilvikum eru hafin. Spáin er því í samræmi við samþykktu aðgerðaráætlun stjórnvalda frá árinu 2020 sem gerir ráð fyrir að árleg nýskógrækt aukist í 2.500 hektara frá og með árinu 2025. Aðrir þættir taka mið af þróun undanfarinna ára s.s. landnám náttúrulegs birkis sem er áætlað 563 hektarar á ári, hlutfall nýtingar á nýtan-



legum skógum sem hefur verið síðastliðin tíu ár 17% og borðviðarhlutfall timburs 3%. Eina stærðin sem breytt er frá fyrri árum er hlutfall trjátegunda en þar er hlutfall birkis aukið úr 25% í 36% á kostnað lerkis og stafafuru. Spáin er síðan byggð á framreikningum á þeim skógum sem mældir hafa verið á 960 mæliflötum landsskógaúttektar og eru notaðir vaxtarferlar trjátegunda sem lýst er í Skógarkolefnis-reikni Skógræktarinnar (<https://reiknival.skogur.is/>).

Niðurstöður spárinnar sýna að ræktaðir skógar munu rúmlega tvöfaldast að flatarmáli frá því sem

þeir voru 2020 eða fara úr 45.000 hekturum í 93.000 hektara. Náttúrulegir skógar munu bæta við sig 12.000 hekturum þannig að heildaraukning verður um 60.000 hektarar. Flatarmál skóga og kjarrs á Íslandi er áætlað um 260.000 hektarar árið 2040 (2,6% af flatarmáli Íslands).

Nettókolefnisbinding er áætluð 835.000 tonn CO<sub>2</sub>-ígildi árið 2040 og mun því aukast um tæp 300.000 tonn frá árinu 2020. Til viðmiðunar er losun frá vega-samgöngum áætluð 950.000 tonn árið 2020.

---

## Endurkortlagning ræktaðra skóga á Íslandi

*Elísabet Atladóttir og Björn Traustason*

*elisabet@skogur.is*

Komin var þörf á því að endurnýja útmörk ræktaðra skóga og því var farið í þá vinnu að endurkortleggja skógræktarsvæði landsins og bæta við þeim skógum sem vantaði í kortlagninguna.

Ýmsir starfsmenn Skógræktarinnar hafa tekið þátt í verkefninu og lagt sitt af mörkunum. Nú liggur

fyrir nýtt flatarmál ræktaðra skóga á Íslandi og er það kynnt í þessu erindi ásamt tölfraðilegum niðurstöðum.

---

## Feasibility of using UAV-based LiDAR to estimate biomass in Icelandic forests

*Sydney Gunnarson<sup>1</sup>, Silvia García Martínez<sup>1</sup>, Tryggvi Stefánsson<sup>1</sup>, Lárus Heiðarsson<sup>2</sup>, Arnór Snorrason<sup>2</sup>, Björn Traustason<sup>2</sup>, Bjarki Þór Kjartansson<sup>2</sup>, Amir Hamedpour<sup>1,3</sup>*

<sup>1</sup> Svarmi ehf., Árleynir 22, 112 Reykjavík, Iceland

<sup>2</sup> Skógræktin, Mógilsá, 162 Reykjavík, Iceland

<sup>3</sup> Landbúnaðarháskóli Íslands, Árleynir 22, 112 Reykjavík, Iceland

*sydney@svarmi.com*

Measuring a forest is time-consuming and costly, particularly in dense, difficult-to-access, or large forest areas. In this study, we provide results from a test project using UAV-based LiDAR to estimate the number of trees and biomass in a Larch forest (*Larix sibirica*; ís: rússalerki) in Fljótsdalur, east Iceland.

From three UAV LiDAR flights, an area of about 150 ha was mapped in high-resolution in about half a day. A LiDAR pointcloud was created from the UAV data, in which each point has a precise georeferenced location in x, y and z, giving a 3d snapshot

of the forest. This pointcloud was separated into categories (or strata) based on the time of planting (oldest 1971-1985, middle 1990-2000 and youngest 2001-2005). Next, filters were run on the pointcloud to identify treetops (tree detection). Once trees were identified, the biomass of each individual tree was estimated using an exponential regression model relating tree height to biomass from field data from *Larix sibirica* in the area of Fljótsdalur. Results comparing test plots measured in the field to the UAV LiDAR predicted biomass show an overall average error of under 6% for the entire forest.

Results categorized by strata indicate that the UAV-LiDAR classification technique may underestimate biomass in densely planted forests (i.e. middle strata) due to difficulty in identifying individual trees, and slightly underestimate biomass in the older strata where smaller trees are missed by the classification filters. Because of the high accuracy of the LiDAR pointcloud (+- 3 cm) most of this error can be attributed to errors in tree detection or in the biomass estimation formula.

Improvements to the classification model and regression model would greatly improve this method

of biomass estimation for Icelandic forests in the future. Using machine learning to classify trees and using a combination of RGB, LiDAR and possibly multispectral imagery to identify individual trees more quickly and at higher accuracy could greatly improve this method in the future.

Overall, this study shows that UAV-LiDAR technique provides a viable, quick, accurate, and cost-effective method to detect, count and estimate biomass of Larch forests in Iceland.

## Vaxtarjöfnur fyrir sitkagreni

Lárus Heiðarsson<sup>1\*</sup>, Timo Pukkala<sup>2</sup> og Arnór Snorrason<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Mógilsá, rannsóknasvið Skógræktarinnar

<sup>2</sup> University of Eastern Finland, Joensuu, Finland

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

### Útdráttur

Sitkagreni er ein af þeim trjátegundum sem mest hafa verið notaðar í íslenskri skógrækt enda vex tegundin vel víða um land. Vegna mikilvægis tegundarinnar er þörf á að aðlaga jöfnur sem lýsa vexti hennar svo hægt sé að áætla lotulengd og hvaða umhirðuaðgerðir eru hagkvæmastar. Vaxtarjöfnur voru aðlagðar fyrir sitkagreni með gögnum frá föstum mæliflötum sem Skógræktin stofnaði til á árunum 1970 til 2013. Tíðni endurmælinga á mæliflötunum var mismunandi eða frá 3 og upp í 16 ár. Vegna óreglulegrar tíðni endurmælinga þurfti að beita bestunarnálgun (optimization approach) til að herma eins árs þvermálsvöxt og sjálfgrísjun skóga. Markmiðið var að finna fasta fyrir þvermáls- og sjálfgrísjunarjöfnurnar sem lágmarka muninn á milli mældrar og útreiknaðrar þvermálsdreifingar trjáa í enda mælingartímabilsins. Það að auki var einnig aðlöguð yfirhæðarjafna sem lýsir frjósemi viðkomandi lands og jafna sem lýsir hæðarvexti stakra trjáa.

### Inngangur

Vaxtarjöfnur lýsa vexti viðkomandi trjátegundar og hafa margvíslega gagnsemi s.s. að áætla rúmmál og rúmmálsvöxt skóga auk þess að nýtast við að meta framtíðargrísjunarþörf og hagkvæmustu lotulengd mismunandi skógarreita. Vegna þess að trjátegundir hafa mismunandi vaxtarferil ásamt því að sama trjátegund getur vaxið við mismunandi vaxtar-skilyrði þarf að aðlaga vaxtarjöfnur fyrir hverja tegund og í flestum tilfellum fyrir hvert land. Mikilvægi vaxtarjafna sést vel þegar skoðaður er fjöldi greina

sem birtar hafa verið víðs vegar um heiminn (Hartig 1795, Wiedemann 1942, Clutter 1963, Newnham 1964, Pukkala 1987, Trasobares et al. 2004). Breytileiki þessara vaxtarjafna er mikill og gefa sumar jöfnur eingöngu upp rúmmálsvöxt viðkomandi skógar á meðan aðrar lýsa vexti stakra trjáa.

Gögnin sem notuð voru við gerð vaxtarjafnanna eru mælingar á föstum mæliflötum sem Skógrækt ríkisins sem seinna varð Skógræktin stofnaði til á árunum 1970 til 2013. Hin fullkomnu gögn við gerð vaxtarjafna þurfa að hafa jafna tíðni á endurmælingum og að sömu trén séu þvermáls- og hæðarmæld. Þessu var ekki fyrir að fara því tíðni endurmælinga á mæliflötunum var frá þremur og upp í sextán ár. Ef gengið er út frá því að vöxtur skóga sé jafn (línulegur) mun eiga sér stað of- eða vanmat á vextinum á einhverju tímabili, því hann er örugglega ólínulegur (Clutter 1963). Vegna óreglulegrar tíðni endurmælinga þurfti því að beita bestunarnálgun (optimization approach) til að herma árlegan þvermálsvöxt og sjálfgrísjun.

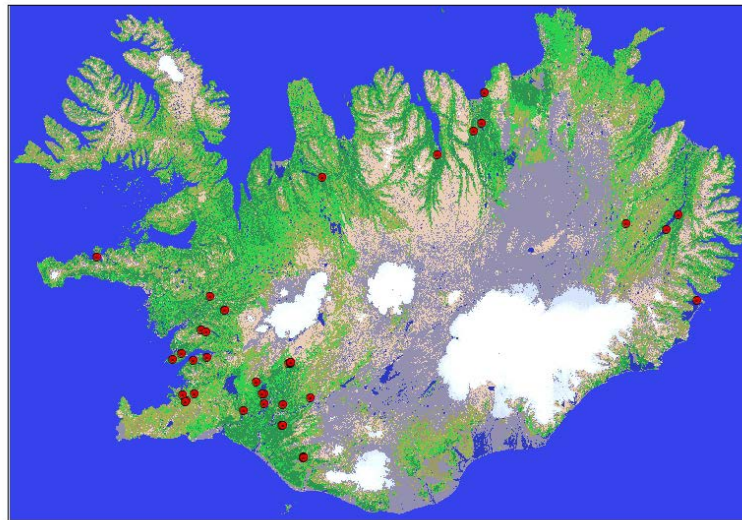
Lengsta mælingaserían sem notuð var við gerð jafnanna náði yfir 50 ár og aldur elstu skóganna 70 ár. Lotulengd sitkagrenis í Noregi og Alaska er á bilinu 60-140 ár (Öyen 2005, Taylor 1934) og tegundin getur orðið 700-800 ára gömul (Savill 1991).

Búið er að aðlaga vaxtarjöfnur fyrir lerki (Lárus Heiðarsson o.fl. 2012) og hér verða kynntar nýjar vaxtarjöfnur fyrir sitkagreni (*Picea sitchensis* (Bong) Carr.) sem er ein af þeim trjátegundum sem mest hafa verið notaðar í íslenskri skógrækt enda vex tegundin vel víða um land.

## Efni og aðferðir

Gögnum var safnað á föstum mæliflötum sem Skógræktin stofnaði til á árabílinu 1970 til 2020 (1. mynd). Við hverja mælingu voru öll tré á mæliflötunum þvermáls- og hæðarmæld. Tíðni endurmælinga á mæliflötunum var mismunandi eða frá þremur og upp í sextán ár. Tafla 1 sýnir gögnin sem notuð voru við gerð jafnanna. Vegna óreglulegrar tíðni endurmælinga þurfti að beita bestunarnálgun (optimization approach) til að herma eins árs þvermálsvöxt og sjálfgrísjun. Markmiðið var að finna fasta fyrir þvermáls- og sjálfgrísjunarjöfnurnar sem lágmarka muninn á milli mældrar og útreiknaðrar þvermálsdreifingar trjáa við enda mælingar-

tímabilsins. Auk þvermáls- og sjálfgrísjunarjafna var aðlöguð yfirhæðarjafna sem lýsir frjósemi viðkomandi skógar og jafna sem lýsir hæðarvexti stakra trjáa. Yfirhæð er notuð til að gróskuflokka land með tilliti til viðurframleiðslugetu, því hún er að mestu óháð þéttleika og einnig grísjunum nema þegar stærstu trén eru grísjúð. Yfirhæð er skilgreind sem meðalhæð 100 sverustu trjáanna á hverjum hektara. Þetta er algengasta aðferðin við að áætla mögulega framleiðslugetu skógræktarlands fyrir jafnaldr og einnar tegundar skóga því mjög sterkt samband er milli hæðar og rúmmálsframleiðslu skóga (Skovsgaard og Vanclay 2008). Gróskuflokkar geta einnig nýst við að bera saman viðurframleiðslu mismunandi trjátegunda við ákveðinn aldur.



1. mynd. Rauðir punktar sýna staðsetningu mæliflatanna sem notaðir voru við gerð vaxtarjafnanna.

Til að sýna hvernig jöfnurnar framreikna vöxt sitkagrenis á Íslandi voru mæligögn af mælifleti úr Íslenskrí skógarúttekt (ÍSÚ) notuð. Á mælifletinum stóðu aðeins 1.000 tré á hektara, sem telst varla fullnægjandi þéttleiki í timburframleiðslu en bætt var við alla þvermálsflokka sama hlutfalli til að ná 2.500 trjám/ha sem er samkvæmt ráðleggingum

Skógræktarinnar. Við framtíðarspána var notaður hermír (simulator) sem heitir Arborex og hannaður er af Timo Pukkala. Reikniritinn (algorithm) í herminum sem notaður var við bestunina (optimization) er kenndur við Hooke og Jeeves „direct search“ (Hooke og Jeeves 1961).

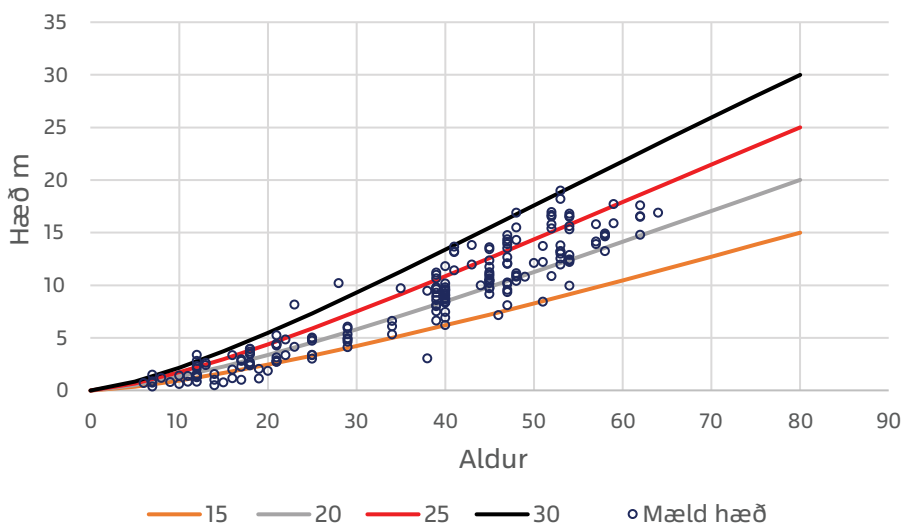
Tafla 1. Upplýsingar um fjölda mælinga ásamt meðaltali og staðalfrávik fyrir mæligögnin sem notuð voru við gerð vaxtarjafnanna.

	Fjöldi	Meðaltal	Staðalfrávik	Max.	Min.
Þvermál (sm)	7.276	9,4	7,2	36,4	0
Hæð (m)	8.432	5,92	4,62	19,0	0,28
Grunnflötur (m <sup>2</sup> /ha)	203	18,2	15,9	79,4	0
Aldur (ár)	203	36,6	15,7	63	6
Yfirhæð (m)	203	8,65	5,1	18,0	0,38
Vaxtartímabil	203	5,5	1,62	16	3
Trjá fjöldi/ha	203	2.222	1.414	5.026	458

## Niðurstöður

Eins og áður sagði samanstanda vaxtarjöfnurnar af jöfnum sem ákvarða gróskuflokk og lýsa yfirhæðarvexti skóga, árlegum þvermálsvexti stakra trjáa, sjálfgrísjun stakra trjáa og hæðarvexti stakra trjáa.

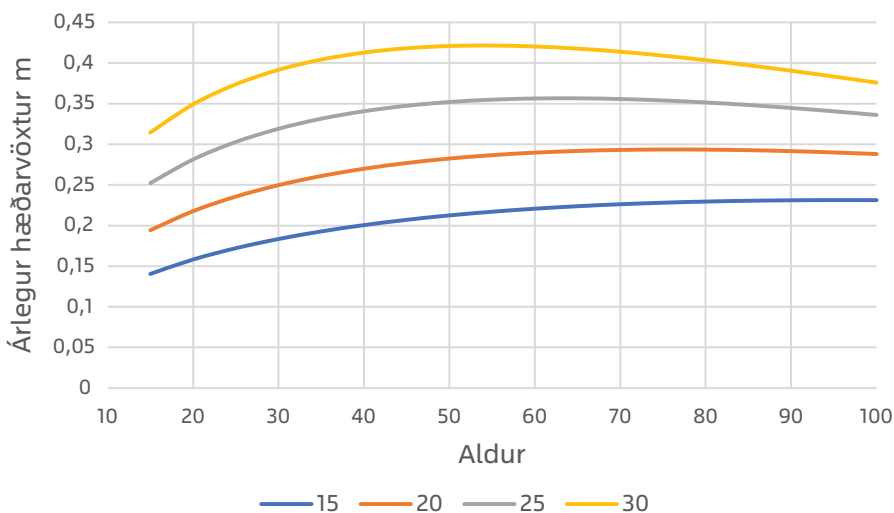
Yfirhæðarjafnan sem valin var og lýsir grósku/framleiðslugetu lands er byggð á yfirhæð og aldri viðkomandi skógar. Gerðir voru 4 gróskuflokkar sem gefa upp yfirhæð við 80 ára aldur og eru 30, 25, 20 og 15 metrar (2. mynd).



**2. mynd.** Ferill yfirhæðar fyrir mismunandi gróskuflokka. Mismunandi litir sýna yfirhæð skóga fyrir mismunandi gróskuflokka fram til 80 ára aldurs. Mæld hæð eru mæligögnin sem notuð voru við gerð jöfnunnar.

Á 3. mynd er sýndur árlegur yfirhæðarvöxtur fyrir gróskuflokkana fjóra. Samkvæmt þessu næst hámarks árlegur yfirhæðarvöxtur fyrir gróskuflokk 30

við 55 ára aldur, fyrir gróskuflokk 25 við 65 ár, fyrir gróskuflokk 20 við 75 ár og fyrir flokk 15 við 95 ár.



**3. mynd.** Árlegur yfirhæðarvöxtur gróskuflokkanna. Mismunandi litir sýna árlegan hæðarvöxt mismunandi gróskuflokka fram til 100 ára aldurs.

Tvær vaxtarjöfnur voru aðlagðar sem lýsa hæðarvexti stakra trjáa (gögn ekki sýnd). Önnur er háð þvermáli viðkomandi trés og yfirhæð skógarins og notast í skógum þar sem grísjun er gerð með því að fjarlægja minnstu trén. Hin jafnan notar gróskuflokk og aldur við aðlögunina og má nota í skógum þar sem stóru trén eru grísjúð og í skógum þar sem endurnýjun er ekki gerð með lokafellingu, heldur skógarþekjunni viðhaldið. Sjálfgrísjunarjafnan reiknar lífslíkur trjáa fyrir hvert vaxtartímabil. Það sem hefur áhrif á lífslíkurnar er grunnflötur skógarins

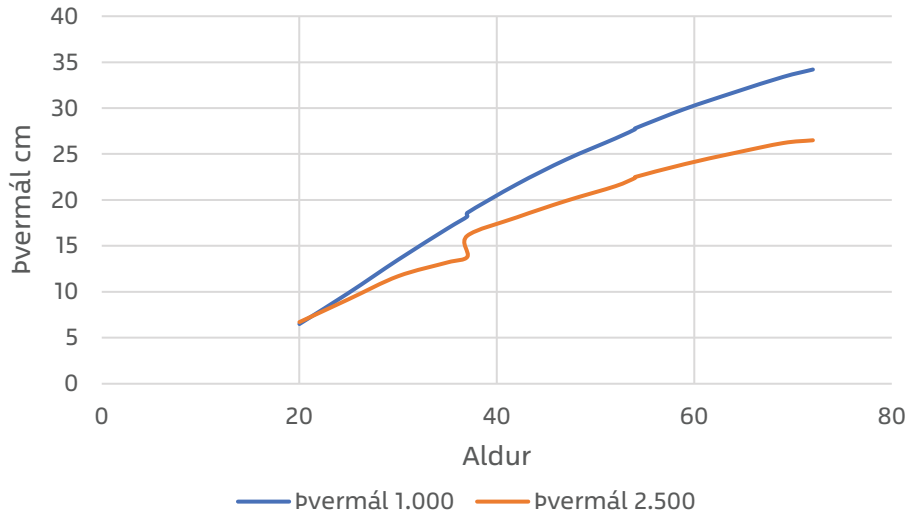
og grunnflötur stærri/þvermálsmeiri trjáa. Það þýðir að í skógum þar sem grunnflötur er mjög hár minnka lífslíkur lítilla trjáa. Sem dæmi hefur tré sem er tveggja sentimetra svert í brjósthæð einungis um 80% líkur á að lifa af sumarið ef grunnflötur skógarins er 70 m<sup>2</sup>/ha. Ef grunnflötur væri 50 m<sup>2</sup>/ha hefði sama tré 99% líkur á að lifa sumarið af.

Arborex-hermirinn áætlaði framtíðarvöxt fyrir ÍSÚ-mæliflötinn en með mismunandi þéttleika (1.000, 2.500 tré/ha). Gerðar voru tvær vægar grísjanir í

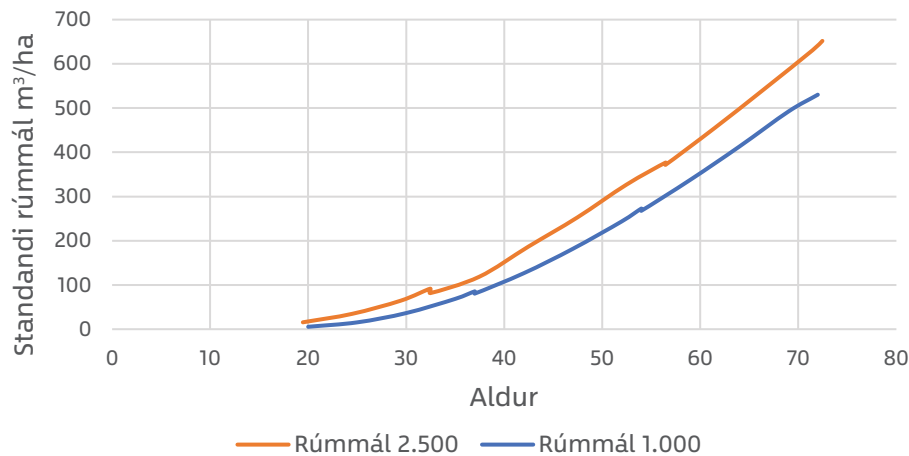
báðum meðferðunum og sjást áhrifin af fyrri grisjuninni í 2.500-reitnum þar sem línan hækkar og þvermálið eykst (4. mynd). Þetta er mjög eðlilegt þar sem minni tré eru tekin út í grisjun og af þeim sökum eykst meðalþvermálið. Grisjanirnar voru vægar og beindust aðallega að því að fjarlægja minni tré. Úr grisjun í meðferð 1.000 tré/ha komu 10m<sup>3</sup>/ha og úr 2.500 tré/ha meðferðinni komu 15 m<sup>3</sup>/ha. Gisnari reiturinn sem hafði 1.000 tré/ha í upphafi nær töluvert meira

þvermáli. Við lok áætlunarinnar standa 796 tré/ha í honum og í meðferðinni sem hafði 2.500 tré/ha í upphafi stóðu 1.619 tré/ha við lok áætlunarinnar.

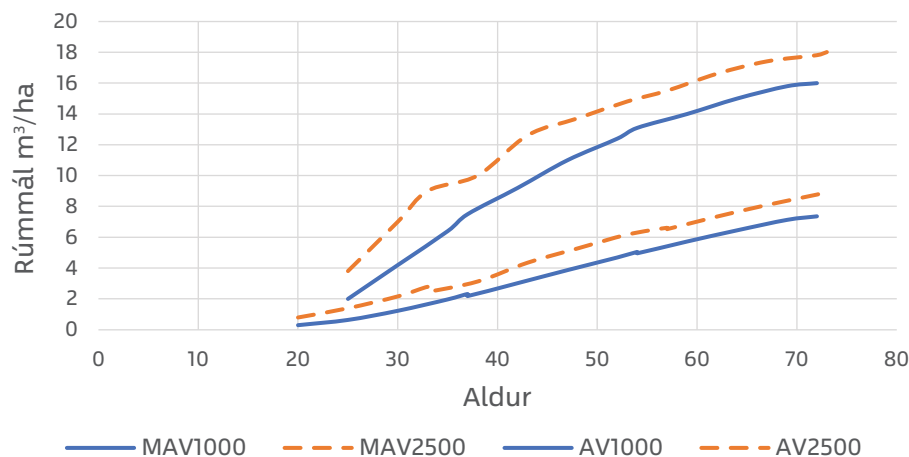
Standandi rúmmál fyrir mismunandi þéttleika er sýnt á 4. mynd. Þar sést vel framleiðslumunurinn fyrir mismunandi þéttleika og var hann orðinn um 120 m<sup>3</sup> og að aukast. Á 6. mynd er síðan sýndur meðal árlegur og hlaupandi vöxtur.



4. mynd. Þvermálsvöxtur fyrir gróskuflokkinn sem var notaður sýndur fyrir mismunandi þéttleika (1.000 og 2.500 tré/ha).



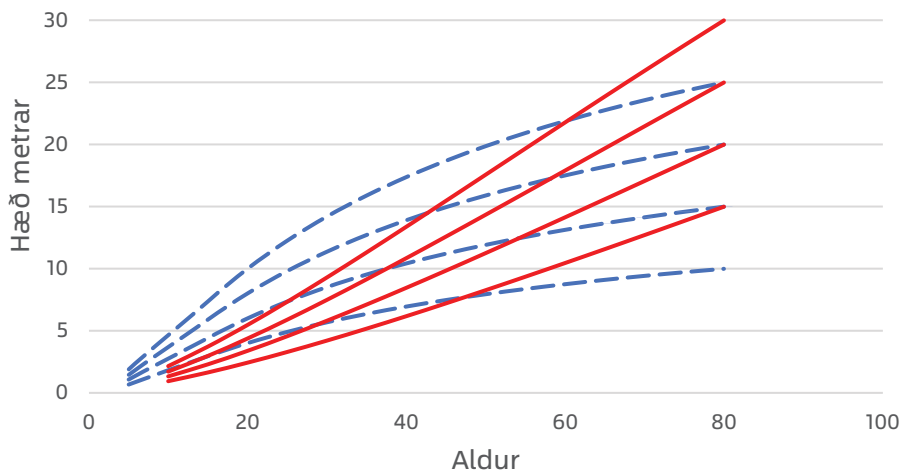
5. mynd. Standandi rúmmál fyrir mismunandi þéttleika.



6. mynd. Meðal árlegur (MAV) og árlegur vöxtur (AV) fyrir mismunandi þéttleika.

Meðal árlegurrúmmálsvöxtur hefur ekki náð hámarki við rúmlega 70 ára aldur fyrir gróskuflokkinn sem notaður var við framtíðarspána (6. mynd). Fyrir 1.000 tré/ha er hann 7,5 m<sup>3</sup>/ha og fyrir 2.500 tré/ha er hann 9,2 m<sup>3</sup>/ha. Það sama er að segja um árlegan vöxt og fyrir 1.000 tré/ha er hann um 16 m<sup>3</sup>/ha og fyrir 2.500 er hann 18 m<sup>3</sup>/ha í enda spárinnar.

Eins og áður hefur verið sagt er einnig búið að aðlaga vaxtarjöfnur fyrir lerki. Á 7. mynd er borinn saman yfirhæðarvöxtur sitkagrenis og lerkis og sést vel hversu ólíkan vaxtarferil þessar tvær tegundir hafa. Lerki er frumherjategund sem hefur mikinn vaxtarþrótt á unga aldri og hámarkar vöxt sinn við 30-40 ára aldur. Sitkagreni er aftur á móti fyrst að komast í góðan vöxt á þeim aldri.



7. mynd. Samanburður á yfirhæðarvexti fyrir lerki (blá brotin lína) og sitkagrenis (heil rauð lína).

## Umræður

Nýju jöfnurnar verða mikilvægur þáttur í því áætlanagerðarkerfi sem notað er hér á landi, því þær gera okkur mögulegt að áætla umhírðu, lotulengd, viðarframleiðslu og kolefnisbindingu til að hámarka arðsemi ræktunarinnar. Við val á jöfnum var horft til þess hvort þær hegðuðu sér eðlilega í framtíðarspám. Það er mjög mikilvægt því sitkagreniskógar á Íslandi eru ungir að árum og sitkagreni getur orðið 700-800 ára gamalt og um 80 metra hátt (Savill 1991). Jöfnurnar framreiknuðu yfirhæðarvöxt 250 ár fram í tímann og var hann þá orðinn svipaður hjá öllum gróskuflokkum (gögn ekki sýnd). Samkvæmt jöfnunum nær gróskuflokkurinn sem notaður var í framtíðarspánni 40 metra yfirhæð við 150 ára aldur. Út frá vaxtargetu er þessi spá ekki ólíkleg í ljósi þess að hæsta sitkagreni á Íslandi er að nálgast 30 metra og er einungis um 60 ára gamalt. Aftur á móti geta utanaðkomandi aðstæður gert að verkum að tré brotna, velta eða verða fyrir öðrum áföllum áður en spáhæð er náð. En á skjólgóðum stöðum ætti sitkagreni að ná 40 eða jafnvel 50 metra hæð. Hæðarvöxtur hjá sitkagreni fer almennt rólega af stað og nær hámarki seinna en hjá öðrum tegundum sem notaðar eru í íslenskri skógrækt (7. mynd).

Ef þvermálsvöxtur er skoðaður sést að bilið á milli meðferðarinnar með 1.000 tré/ha í upphafi samanborið við meðferðina með 2.500 tré/ha er vaxandi (4. mynd). Ástæðan er að grunnflötur skógarins er að aukast (tré hafa þá minna pláss) sem veldur því að draga fer úr þvermálsvexti. Jöfnurnar virðast lýsa þessu nokkuð vel, en í þvermálsvaxtarjöfnunni er

það grunnflötur stærri trjáa sem orsakar að minni tré draga úr vexti.

Vaxtarjöfnur sem lýsa hæðarvexti trjáa eru mikilvægur þáttur við mat á framtíðarvexti og áætluðu viðarmagni úr grisjunum. Að hafa áætlaða hæð á öllum trjám eykur nákvæmni spárinnar og opnar líka möguleikann á að meta afurðarflokka fyrir öll tré ef tiltæk eru uppmjökkunarföll, sem lýsa uppmjökkun trjáa út frá þvermáli og hæð.

Þrátt fyrir mjög háan grunnflöt á nokkrum mæliflötum (tafla 1) var mjög lítið um sjálfgrísjun nema hjá nokkrum smátrjám. Vegna þessa þá er sjálfgrísjunarjafnan trúlega veikasti hluti jafnanna og því mikilvægt að haldið verði áfram að safna gögnum svo betrubæta megi hana.

Samkvæmt framtíðarspánni standa við 72 ára aldur rúmlega 650 m<sup>3</sup>/ha fyrir upphafspéttleikann 2.500 tré/ha og 530 m<sup>3</sup>/ha fyrir upphafspéttleikann 1.000 tré/ha. Þetta er töluverður munur og sýnir okkur hversu mikilvægt það er að land sem tekið er til nytjaskógræktar sé fullnýtt til viðarframleiðslu með hæfilegum lágmarkspéttleika. Til að setja þessa viðarframleiðslu í samhengi var heildar viðarframleiðsla rússalerkis í Guttormslundi við 81 árs aldur 555 m<sup>3</sup>/ha (Lárus Heiðarsson, óbirt gögn).

Rúmmálsvöxtur hefur ekki náð hámarki fyrir gróskuflokkinn sem skoðaður var en ekki er ólíklegt að náist fljótlega því ferillinn fyrir árlegan vöxt er byrjaður að fletjast út (6. mynd). Í Noregi, þar sem sitkagreni hefur verið ræktað í yfir 100 ár, næst hámarksvöxtur

á aldursbilinu 60-110 ár (Öyen 2005). Þess ber þó að geta að þar er brjósthæðaraldur notaður en ekki gróðursetningaraldur eins og fyrir íslensku jöfnurnar. Vegna þessa þarf að bæta við 10-20 árum svo að hægt sé að bera norsku vaxtarjöfnurnar við þær íslensku.

Jöfnurnar sem hér er lýst verða mikilvægur þáttur í því áætlanakerfi sem Skógræktin notar. Með þeim verður betur hægt að áætla framtíðarviðarmagn í skógum, nýta auðlindina betur og að auki gefa fjárfestum betri innsýn í arðsemi skógræktar.

## Heimildir

Clutter JL 1963. Compatible growth and yield models for loblolly pine. *Forest Science* 9(3), 354-371.

Hartig GL 1795. *Anweisung zu Taxation der Forsten oder zur bestimmung des Holztrages der Wälder* [Leiðbeiningar fyrir skógarúttekt til að ákveða viðarmagn skóga]. Gießen: Heyer Verlag. Á þýsku.

Heiðarsson L. & Pukkala. T. (2012). Models for simulating the temporal development of Siberian larch (*Larix sibirica* Ledeb.) plantations in Hallormsstaður Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 25, 13-23.

Hooke, R. og Jeeves, T.A. (1961). 'Direct search' solution of numerical and statistical problems. *J. Assoc. Comput. Mach.* 8, 212-229.

Newnhan RM 1964. *The development of a stand model for Douglas-fir*. Vancouver: Faculty of Forestry, University of British Columbia.

Pukkala T 1987. Simulation model for natural regeneration *Pinus sylvestris*, *Picea abies*, *Betula pendula* and *Betula pubescens*. *Silva Fennica* 21, 37-53. <https://doi.org/10.14214/sf.a15462>

Savill, P. S. 1991. *The Silviculture of Trees used in British Forestry*. CAB International. Wallingford. 160 pp.

Skovsgaard JP & Vanclay LK 2013. Forest site productivity: a review of spatial and temporal variability in natural site conditions. *Forestry* 86:305-315.

Taylor R.F. 1934. *Yield of second growth western hemlock sitka spruce stands in southeastern Alaska*. United States Department of Agriculture. Technical Bulletin No. 412.

Trasobares A, Tomé M & Miina J 2004. Growth and yield model for *Pinus halepensis* Mill. in Catalonia, north-east Spain. *Forest Ecology and Management* 203, 49-62. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2004.07.060>

Øyen, BH 2005. Vekst og produksjon i bestand med sitkagran (*Picea sitchensis* Bong. Carr.) i Norge [Vöxtur og framleiðsla sitkagreniskóga (*Picea sitchensis* Bong. Carr.) í Noregi.] *Rapport fra skogforskningen* 4/05: 1-46. Á norsku.

Widemann E 1942. Der gleichaltrige Fichten-Buchen-Mischbestand [Jafnaldra blandskógar af greni og beyki]. *Mitteilungen aus Forstwirtschaft und Forstwissenschaft* 13/1. Á þýsku.

---

# Mat á kolefnisbindingu með skógrækt í Heiðmörk, á Nesjavöllum og Ölfusvatni

*Gústaf Jarl Viðarsson og Joel Charles Owona*

*gustafjarl@heidmork.is*

Þörfin fyrir því að leggja mat á kolefnisbindingu með skógrækt sem mótvægi við loftslagsbreytingum hefur aukist síðastliðin ár. Aðferðir til þess að meta á raunsæjan máta þá kolefnisbindingu sem á sér stað í skógarvistkerfi er mikilvægur þáttur í því að meta kolefniseiningar sem safnast fyrir. Með vexti skóga á uppsöfnun kolefnis sér stað í mismunandi hlutum vistkerfisins, í viði og laufi, rótum, dauðum viði, feyru og í jarðvegi.

Hér er sagt frá rannsókn sem unnin var á kolefnisbindingu þriggja skóga á SV-horni landsins, þar sem lagt var mat á kolefnisbindingu í öllum hlutum

skógarins. Verkefnið skiptist í tvennt þar sem annars vegar var skoðuð binding neðanjarðar, sem sagt var frá á seinustu Fagráðstefnu. En hér er sagt frá aðferðum og mati á kolefnisbindingu og -forða sem hafði átt sér stað ofanjarðar í skógunum.

Mismunandi gerðir skógarreita binda mismikið kolefni eftir aldri og tegundasamsetningu. Sýndar eru í erindinu niðurstöður á kolefnisforða og bindingu fyrir skógarflokka eins og þeir voru metnir í Heiðmörk, á Nesjavöllum og Ölfusvatni.

---

## Áhrif jarðvegshlýnunar á umsetningu fínrota í sitgagreniskógi

*Páll Sigurðsson, Ivika Ostonen, Bjarni D. Sigurðsson, Edda S. Oddsdóttir*

*palls@lbhi.is*

Það að jarðvegur hlýni hefur áhrif á fínrætur í skógi og svara þær hlýnuninni hvort tveggja magnbundið og eigindlega. Í þessari rannsókn, sem gerð var í sextugum sitgagreniskógi á Reykjum í Ölfusi, kom í

ljós að magn fínrota minnkaði og umsetning þeirra jókst með auknum jarðvegshita. Þessar breytingar hafa áhrif á tilurð feyru neðanjarðar.

---

## Investigation of Soil Biota for Improved Forest Establishment

*Christine Palmer*

*christine.palmer@castleton.edu*

Mycorrhizal fungi are critical soil microorganisms that impact the establishment, survival, and vigor of trees by improving nutrient and water uptake and protecting against pathogen attack. Iceland represents a unique challenge for tree establishment as soils are newly formed and tree species are often introduced. This work utilizes DNA barcodes to

identify fungi and associated bacteria across Icelandic forests representing a range of tree species and forest ages, as well as some yet-unplanted sites. By comparing the soil communities found in healthy forests to new sites, we can better understand the importance of soil microbes in successful tree establishment.



---

# Áhrif skjóls á nærviðri og plöntuvöxt

Hallur S. Björgvinsson

hallur@skogur.is

## Útdráttur

Vindur getur haft mikil áhrif vöxt og þroska trjáa og annars gróðurs, bæði með beinu áreiti á plöntu-vefi og í gegnum þau áhrif sem hann hefur á aðra nærviðrisþætti, eins og lofthita, jarðvegshita, yfirborðshita plantna, rakastig, o.fl. Rannsóknaverkefni um þessa þætti var sett upp í Fljótshlíð, Rangárvalla-sýslu, sumarið 2016.

Markmið verkefnisins var að skoða samspil vindhraða og hitastigs við plöntuvöxt, með því að mæla vindhraða, hitastig í 10 og 200 cm hæð og í jarðvegi yfir eitt vaxtartímabil, sem og vöxt ungra birkiplantna sem gróðursettar voru í staðlaðan jarðveg á þremur mismikið skýldum meðferðarstöðum innan afmarkaðs svæðis með sama veðurfari. Svæði 1 var á óskýldum berangri (viðmið), svæði 2 var með skjólbeltum á tvær hliðar, og svæði 3 var í mjög miklu skjóli innan þétts skjólbeltakerfis. Til að meta bein áhrif vindslits fór einnig fram samanburður á mælingu slitflagga á sömu stöðum en yfir lengra tímabil.

Skjólmeðferðirnar drógu martækt úr meðal- og hámarksvindhraða (t-próf:  $p < 0,001$ ) á skýldum stöðum miðað við berangur. Meðaltöl hitastigs yfir rannsóknatímabilið voru einnig marktækt hærri á skýldu svæðunum en á óskýldu svæði (t-próf:  $p < 0,01$ ). Daghiti í 200 cm hæð var  $0,6\text{ °C}$  hærri í miklu skjóli en á berangri, en  $1,6\text{ °C}$  hærri í 10 cm hæð frá yfirborði og  $1,1\text{ °C}$  hærri á 10 cm dýpi í jarðvegi.

Laufflatarmál (LA) birkisins að hausti var orðið marktækt meira (t-próf:  $p < 0,001$ ) á báðum skýldu svæðunum miðað við óskýlda svæðið, eða  $1,8$  sinnum meira ( $81,7\%$ ) á svæði 2 og  $2,2$  sinnum meira ( $123,4\%$ ) á svæði 3 miðað við svæði 1. Mæling á lífmassa birkiplantna á meðferðarsvæðunum þremur sýndi jafnframt að skjólið hafði aukið vöxtinn marktækt (t-próf,  $p < 0,001$ ) á báðum skýldu svæðunum miðað við svæði 1. Lífmassi í sumarlok vað að jafnaði  $71,8\%$  meiri á svæði 2 og  $78,5\%$  meiri á svæði 3 miðað við svæði 1. Einnig var hlutfallslega meira af heildar-lífmassa trjánna varið til rótarvaxtar á skjóllausum berangri en á skýldum svæðum sem gerði muninn í ofanjarðarvexti birkisins enn meiri en þegar heildar-lífmassi var borinn saman.

## Inngangur

Skjóláhrif eru meira en eingöngu minnkaður vindhraði (Grace J., 1977). Flóknar breytingar verða einnig á nærviðrisþáttum svo sem hita- og rakastigi (Rosenberg, Blad, & Verma, 1983). Enn fremur er ekki eingöngu um að ræða bein áhrif skjóls á einstaka veðurþætti, heldur hafa breytingar á einum þætti áhrif á aðra (McNaughton, 1988; Jones, 2015). Auk þess veldur munur á skjólgjöfum misjöfnum áhrifum þeirra á nærviðri (Davis & Norman, 1988).

Markmið þessarar rannsóknar var að kanna áhrif minnkunar á vindstyrk með skjólgjöfum, samanborið við skjóllaussvæði innan afmarkaðs landsvæðis, á nærviðrisþætti eins og vindhraða, lofthita og jarðvegshita, og hvernig sá munur hefði síðan áhrif á vöxt plantna, meðal annars hvort munur yrði á hlutfallslegum vexti ofanjarðar og neðan eftir vindálagi. Einnig að kanna mismun merkjanlegs vindálags á slitflögg í skjóli og skjólleysi (sömu tilraun-svæði), til að gefa mynd af mekanískum áhrifum vindálags, þ.e. beinum skemmdum af völdum vinds.

Í þessari tilraun var ákveðið að nota ungar plöntur af birki (*Betula pubescens*) til að meta áhrif skjóls á plöntuvöxt. Það var talið heppilegt þar sem þessi trjátegund stýrir vexti eftir veðurfari og aðstæðum á vaxtartíma (e: indeterminate growth), en hefur ekki fyrir fram gefna vaxtargetu eftir hitafari síðasta árs (Junntila & Nilsen, 1993). Birki getur vaxið við mismunandi hitafar þrátt fyrir hátt kjörhitastig, þar sem kjörhitastig birkis til hámarks kolefnisupptöku og ljóstillífunar hefur mælst vera  $31,5\text{ °C}$  í íslenskum skógi (Gerður Guðmundsdóttir & Bjarni D Sigurðsson, 2005). Þetta er töluvert yfir meðalhita vaxtartímabils birkis á Íslandi og gefur til kynna mikla aðlögunargetu gagnvart utanaðkomandi áhrifum. Yfirleitt takmarkar þó aðgengi að öðrum þáttum, s.s. birtu, næringarefnum eða vatni, ljóstillífun þegar nálgast kjörhita (Devlin & Witham, 1983) og kjörhitastig vaxtar er því oft eitthvað lægra.

## Efni og aðferðir

### Staðarval og frágangur tilraunareita

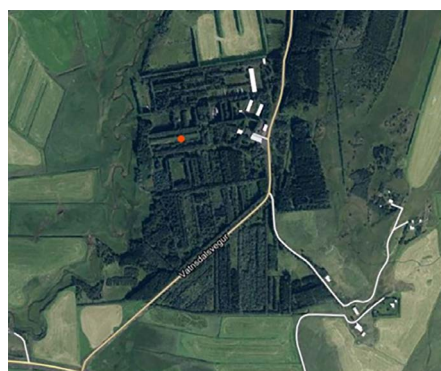
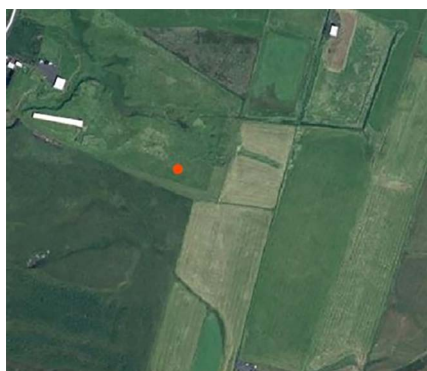
Mælingar fóru fram sumarið 2016. Valin voru þrjú tilraunasvæði í Fljótshlíð Rangárvallasýslu við sam-bærilegar verðurfarsaðstæður (1. mynd). Þau eru á flatlendi í um 90 m h.y.s. og í misjafnlega miklu skjóli af skjólbeltum og trjágróðri (sjá 1. mynd). Svæði eitt var á bersvæði í Bjargarkoti án skjólbelta og var það jafnframt viðmiðunarsvæði. Svæði tvö var einnig í Bjargarkoti með 4-5 m háum skjólbeltum á tvær hliðar (N og V) en opið til tveggja átta (A og S). Það þriðja var staðsett í miklu skjóli inni í þéttu neti 4-12 m hárra skjólbelta og skógarreita á Tumastöðum.

Stærð tilraunareita á hverju svæði var um 50 m<sup>2</sup> (7m x 7m). Skipt var um jarðveg í reitunum í 30 cm yfirborðslagi til að forðast breytileika í svörun trjáanna vegna mismunandi jarðvegs og næringarefnaframboðs. Síðan var jafnað og valtað með flagvaltara til að

tryggja eðlilega hárpípuvirkni jarðvegs og forðast óeðlilega þornun.

Staur fyrir slitflögg, sett í 1 m hæð, var staðsettur í SV-horni hvers reits. Í NV-horni allra reitanna var komið fyrir veðurmælistöðvum sem settar voru í tveggja metra hæð ásamt sólarcellum. Auk þess var síritandi hitamælinemum (Thermocrone Temperature Data Logger; Embedded Data Systems, USA) komið fyrir í hvítum, opnum plaströrabútum í 10 cm hæð ofan jarðvegsyfirborðs og sams konar hitanemi í plastfilmu var grafinn 10 cm niður í jarðveg í hverjum reit

í hvern 50 m<sup>2</sup> reit var plantað 48 ungum birkiplöntum. Fræuppruni var „Bæjarstaður“. Plönturnar voru árgamlar, í 40 hólfa bökkum, teknar út úr plöntufrystigeymslu snemma í maí og geymdar utan dyra á svölum stað í skugga og voru því ekki farnar að vaxa við útplöntun 30. maí 2016, en brum farin að þrútna.



1. mynd. Staðsetning tilraunasvæða í Fljótshlíð, Rangárvallasýslu.

Á hverju meðferðarsvæðanna var plantað í 6 raðir/ endurtekningar, 8 plöntur í hverri með 50 x 50 cm millibili. Alls var því plantað 148 plöntum. Viku eftir plöntun (við fyrstu vætu) voru sett 12 gr af áburði (N20-P10-K10) við hverja plöntu.

### Veðurþættir

Útvortis áhrif vindálags voru metin með mælingum á slitflöggum (2. mynd). Skipt var um slitflögg á 40 daga fresti og voru mældar fjórar seríur eða tímabil (4 flögg á hverjum af 3 meðferðarstöðunum). Flatarmál slitflaggsins var mælt í cm<sup>2</sup> með því að skanna það með hjálp hugbúnaðar á starfstöð rannsóknasviðs Skógræktarinnar á Mógilsá.

Þau mæligildi sem skráð voru með veðurmælisíritunum á hverjum athugunarstað og notuð voru til frekari útreikninga voru: Dagsetning og tímasetning mælingar, vindhraði (m/s), lofthitastig (°C) í

2 m hæð, 10 cm hæð og jarðvegshitastig (°C) í 10 cm dýpt. Mælingar sem hér eru notaðar spanna tímabilið 1. júní til 17. ágúst 2016, þ.e. frá upphafi til loka lengdarvaxtar birkiplantnanna.

### Plöntuvöxtur — vaxtargreining á birkiplöntum

Mæld var upphafshæð plantna við útplöntun (30. maí), áður en lengdarvöxtur hófst, og síðan þrisvar sinnum fram að uppskeru úrtaksplantna sem fór fram við lok hæðarvaxtar og brummyndun (17. ágúst). Aukamælingar á birkiplöntum sem eftir stóðu fóru fram 27. september. og staðfestu að hæðarvexti hafði lokið fyrir 17. ágúst. Þvermál hvernar plöntu við rótarrhál var einnig mælt með stafrænu skíðmáli við lokamælingu 17. ágúst.

Hinn 17. ágúst voru úrtaksplöntur grafnar upp með rótum og settar í plastpoka í frystikistu til geymslu. Teknar voru sex úrtaksplöntur úr hverjum reitanna



2. mynd. Slitflögg (e: tatterflags) eru staðlaðir taufánar sem notaðir eru til að bera saman vindálag milli staða.

Þriggja til mælinga vegna vaxtargreiningarpátta (blaðflatarmál og þurrvigt laufs, greina, stofns og róta), samtals 18 birkiplöntur. Úrtaksplöntur voru valdar þannig að þær spönnuðu breytileikann sem var til staðar í öllum 50 plöntunum á hverjum tilraunastað. Úr röð 1 og 2 var tekin hæsta plantan úr hvorri röð, úr röðum 3 og 4 var tekin miðhæðarplanta úr hvorri röð, og úr röðum 5 og 6 var tekin lægsta plantan úr hvorri röð. Úrtaksplöntum var pakkað í plastpoka og þær geymdar í frysti.

Mælingarvorusíðangerðarístarfstöðrannsóknasviðs Skógræktarinnar á Mógilsá og hjá Lbhí á Reykjum. Blaðflatarmál var mælt með tölvuforriti í skanna og þurrvigt allra plöntuhluta fundin eftir 48 klst. ofnþurrkun við 75°C.

### Úrvinnsla og útreikningar

Mæligildi voru flokkuð, þeim raðað saman í lista og töflur og stillt upp til úrvinnslu í forritinu R. (R Core Team, 2016) sem síðan var notað við tölfraeðiúrvinnslu veðurgagna. Hún var gerð með fervikagreiningu og t-prófi til að greina mun á milli einstakra tilraunastaða. Myndræn framsetning var unnin í Excel. Gögn og tölfraeði fyrir vaxtargreiningu voru einnig að mestu unnin í Excel.

Fundinn var svokallaður rúmmálsstuðull fyrir hverja úrtaksplöntu með því að reikna hæðarvöxt \* þvermál í öðru veldi.

Með aðhvarfsgreiningu á mæliniðurstöðum vaxtargreiningarpátta á sýnisplöntum og rúmmálsstuðli, voru síðan fundnar jöfnur sem gáfu laufflatarmál og þurrvigt veginna plöntuhluta. Jöfnurnar voru síðan notaðar til að finna laufflatarmál og þurrvigt allra

plöntuhluta fyrir hverja óuppskorna birkiplöntu á meðferðarsvæðunum þremur.

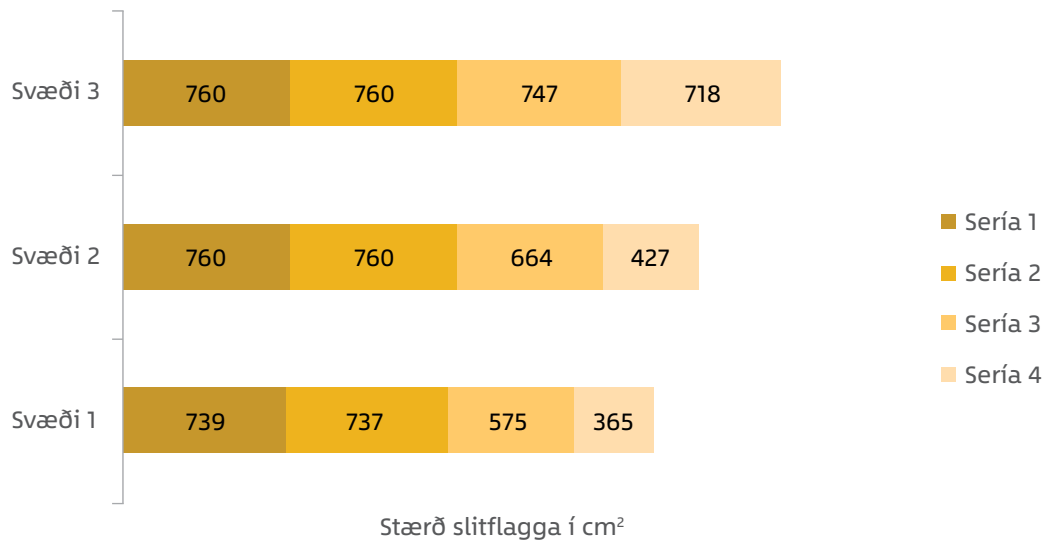
Reiknað var meðaltal þurrvigtar hvers plöntuhlutanna fjögurra fyrir hverja meðferð og meðaltal laufflatarmáls fyrir hverja meðferð (hvert svæði). Út frá því var gerð svokölluð vaxtargreining með því að reikna út SLA (e: specific leaf area) í  $\text{cm}^2$  lauf/g-laufs og hlutföll þurrvigtar hvers plöntuhluta í heildarþurrvigt plöntu; g/g-tot (e: LeafMassRatio, BranchMassRatio, SteamMassRatio, RootMassRatio). Það síðasttalda (RMR) gefur til dæmis hvert er hlutfall rótarvaxtar af heildarvexti plöntu.

Fyrir plöntuvöxt og vaxtargreiningu var fervikagreining einnig notuð til að kanna hvort munur væri á meðaltölum mæligilda og marktækni könnuð milli meðferðarsvæða með t-prófunum, þar sem meðferð 1 (skjólloast svæði) var notuð sem viðmið.

### Niðurstöður

#### Veðurmælingar

Slitflögg (tatterflags): Fyrstu tvær slitflaggamælingarnar tóku yfir það tímabil sem plöntu- og veðurmælingar stóðu yfir. Lok á seríu 1 voru 13. júlí. Seríu 2 var lokið 25. ágúst og náði því yfir vaxtartíma birkisins sem var lokið um miðjan ágúst. Á þeim tíma varð engin stytting á flöggunum á skýldu svæðunum 2 og 3 en nokkurt slit varð á flöggum á skjólloast svæði 1 (3. mynd). Upphafsstærð á hverju flaggi var  $760 \text{ cm}^2$ . Stytting á flöggum á svæði 1 var  $21 \text{ cm}^2$  í fyrstu tímaseríu og  $23 \text{ cm}^2$  í annarri tímaseríu eða samtals  $44 \text{ cm}^2$  (5,8% af flatarmáli) á fyrstu tveimur flöggum tímabilsins (3. mynd).



**3. mynd.** Samanburður á stærð slitflagga eftir 40 daga vindálag á þremur svæðum í Fljótshlíð. Flatarmál 760 cm<sup>2</sup> slitflagga mælt í cm<sup>2</sup> í fjórum tímaseríum á þremur mismunandi skýldum stöðum. Tala á hverju slitflaggi sýnir stærð flatarmáls þess í cm<sup>2</sup> eftir 40 daga. Hver sería stóð í 40 daga á tímabilinu 1.6-10.11 2016. Svæði 1 er á berangri án skjóls, svæði 2 með skjólbelti á tvær hliðar og svæði 3 inni í miklu skjóli á alla kanta.

**Veðurstöð í 2 m hæð yfir jörð:** Niðurstöður mælinga og marktækniþróa á vindhraða og hitastigi í 2 m hæð yfir jörð má sjá í töflu 1 og á 4. mynd. Meðalvindhraði yfir vaxtartímann 2016 var mestur á svæði 1, óskýlda svæðinu, 2,9 m/s, og marktækt minni (t-próf;  $p < 0,001$ ) á bæði svæði 2 (1,6 m/s) og á svæði 3, þar sem hann var aðeins 0,1 m/s (tafla 1). Meðalhámarksvindur sólarhrings var 6,3 m/s á svæði 1, en hann var 4,3 m/s á svæði 2 og 0,2 m/s á svæði 3, sem var sambærilegt fall á milli staða og fyrir meðalvindhraða tímabilsins; það er, skjólið virkaði á sama hátt fyrir hámarksvindhraða og meðalvind og munurinn á hámarks- og meðalvindi hélst tvö- til þrefaldur á öllum stöðunum.

Munur á meðaldaghita, það er á milli kl. 8.00 og 20.00, á milli stöðvanna, var meiri en á meðalhita sólarhrings sbr. töflu 1, eða um 0,25°C hærrí á svæði 2 og 0,65°C hærrí á svæði 3, miðað við svæði 1. Í báðum tilfellum var munurinn marktækur (t-próf;  $p < 0,001$ ; tafla 1).

**Hitasírar í 10 cm hæð yfir jörð:** Niðurstöður mælinga og marktækniþróa á lofthita í 10 cm hæð yfir jörðu má sjá í töflu 2 og þar sést að meðalhiti 10 cm ofan yfirborðs var 0,8°C, 1,5°C og 1,5°C hærrí miðað við meðalhita í 2 m hæð á stöðvum 1, 2 og 3 (tafla 1; tafla 2).

Í töflu 2 sést einnig að það var marktækur munur (t-próf:  $p < 0,01$ ) á meðalhita svæða 2 og 3 miðað

**Tafla 1.** Vind- og hitamælingar í 2 m hæð yfir jörðu á þremur misskýldum svæðum í Fljótshlíð á tímabilinu 1. júní til 17. ágúst 2016. Svæði 1, 2 og 3 höfðu ekkert, nokkurt og mikið skjól.

	Svæði 1	Svæði 2	Svæði 3	t-próf: 1-2	t-próf: 1-3
<b>Meðalvindhraði (m/s)</b>	2,94	1,65	0,11	***	***
<b>Meðalhámarksvindur sólarhrings (m/s)</b>	6,35	4,31	0,22	***	***
<b>Mesti vindhraði (m/s)</b>	13,4	8,5	3,0	-	-
<b>Minnsti vindhraði (m/s)</b>	0	0	0	-	-
<b>Meðalhitastig (°C)</b>	11,14	11,18	11,29	**	***
<b>Meðaldaghiti kl. 8.00-19.00 (°C)</b>	12,8	13,05	13,45	**	***

**Skýringar.** t-test, p-gildi táknað með stjörnu þar sem; (óm):  $p > 0,05$ , \* :  $p = 0,05-0,01$ , \*\* :  $p = 0,01-0,001$ , \*\*\* :  $p < 0,001$

við svæði 1 þegar hann var mældur í 10 cm hæð, og það sama gilti um samanburð milli svæða á meðalhámarkshita og meðaldaghita (kl. 8.00-20.00). Á svæði 2 var meðalsólarhringshiti 0,8°C hærra en á óskýldu svæði 1 eða 6,7% hærra og á svæði 3 var munurinn 0,9°C, eða 7,6% hærra miðað við svæði 1. Hlutfallslegur munur á daghita (kl. 8.00-20.00) milli

svæðanna var meiri en sólarhringshitans; svæði 2 var með 1,9°C eða 9,5% hærra meðaldaghita en svæði 1 og svæði 3 var með 2,85°C eða 10,9% hærra daghita en svæði 1. Lægsta hitastigið á tímabilinu mældist 0,5°C á óskýldu svæði 1, en lágmarkshiti var 1,0°C og 1,5°C á svæðum 2 og 3.

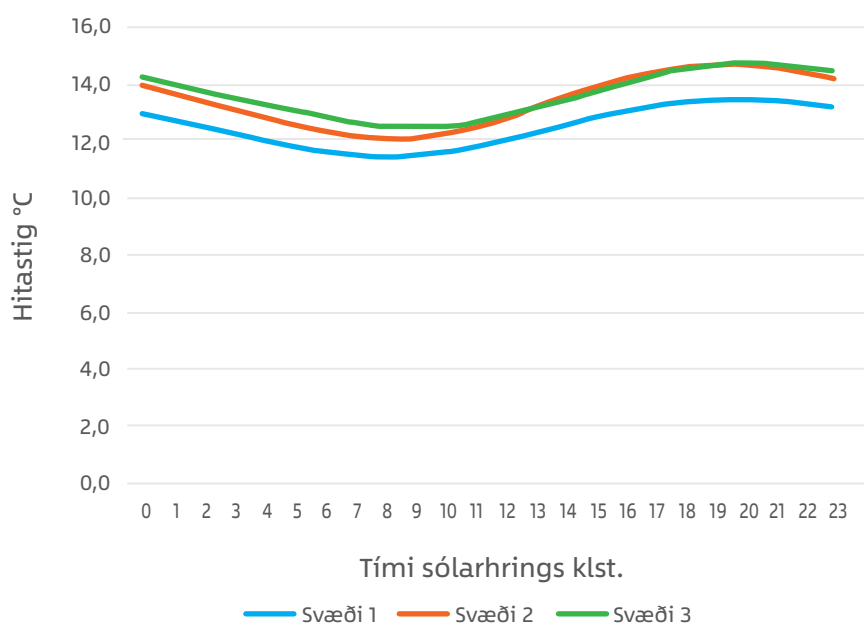
**Tafla 2.** Hitamælingar í 10 cm hæð yfir jörðu á þremur misskýldum svæðum í Fljótshlíð á tímabilinu 1. júní til 17. ágúst 2016. Svæði 1, 2 og 3 höfðu ekkert, nokkurt og mikið skjól.

	Svæði 1	Svæði 2	Svæði 3	t-próf: 1-2	t-próf: 1-3
<b>Meðalhiti sólarhrings</b>	11,9	12,7	12,8	***	***
<b>Meðalhámarkshiti sólarhrings</b>	18,1	19,8	21,0	***	***
<b>Meðaldaghiti (kl. 8-20)</b>	14,7	16,1	16,3	***	***
<b>Hámark</b>	25,5	27,5	30,0		
<b>Lágmark</b>	0,5	1,0	1,5		

Skýringar. t-test, p-gildi táknað með stjörnu þar sem; (óm):  $p > 0,05$ , \* :  $p = 0,05-0,01$ , \*\* :  $p = 0,01-0,001$ , \*\*\* :  $p < 0,001$

Hitasíriti í jarðvegi í 10 cm dýpt: Meðaljarðvegshiti sólarhringsins yfir sumarið 2016 var 12,5°C á óskýldu svæði 1, en á skýldu svæðunum var meðalhiti 13,4°C á svæði 2 og 13,6°C á svæði 3. Munurinn var þannig um 0,9°C eða 7% á milli svæða 1 og 2, en 1,1°C eða tæp 9% á milli svæða 1 og 3, og var tölfræðilega marktækur í báðum tilfellum (t-próf:  $p < 0,001$ ).

Á 4. mynd má sjá samanburð dægursveiflu jarðvegshita í 10 cm dýpt á meðferðarstöðunum þremur. Munurinn var tiltölulega jafn allan sólarhringinn, eða um 1°C munur á svæði 1 og 2 og rúmlega 1°C á svæði 1 og 3. Óskýlt svæði 1 var þannig með um 1°C lægri meðalhita ofarlega í jarðvegi allan sólarhringinn en skýldu svæðin.

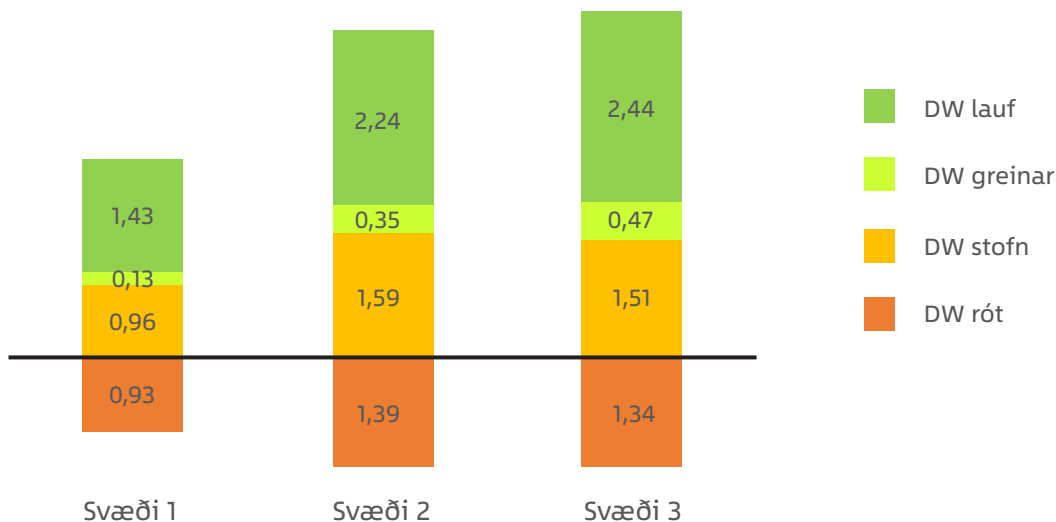


**4. mynd.** Meðalsólarhringshiti (°C) í 10 cm jarðvegisdýpt í þremur meðferðarsvæðum í Fljótshlíð, 1. júní-17. ágúst 2016. Svæði 1 er á berangri án skjóls, svæði 2 með skjólbelti á tvær hliðar og svæði 3 inni í miklu skjóli á alla kanta.

## Vaxtargreining birkiplantna

Einföld vaxtargreining á úrtaksplöntum og aðhvarfsgreining var notuð til að finna vaxtarhlutföll allra plantna og fá þannig skýrari mynd af vexti og dreifingu ljóstillífunarafurða milli plöntuhluta eftir mismunandi skjóláhrifum. Niðurstöður vaxtargreiningar eru birtar í töflu 3 og 5. mynd. Í vaxtargreiningunni er RMR (e. root mass ratio) hlutfall lífmassa í rötum

af heildarlífmassa, SMR (e. stem mass ratio) er hlutfall stofns af heildarlífmassa, BMR (e. branch mass ratio) er hlutfall greina og blaðstilka af heildarlífmassa og LMR (e. leaf mass ratio) er hlutfall laufs af heildarlífmassa. LA (e. leaf area) er laufflatarmál í  $\text{cm}^2$ /plöntu, LAR (e. leaf area ratio) er laufflatarvöxtur af heildarlífmassa, og SLA (e. specific leaf area) er hlutfall laufflatar af lauffþyngd.



**5. mynd.** Meðallífmassi (g) mismunandi plöntuhluta sýnd með mismunandi litum. Svæði 1 er á berangri án skjóls, svæði 2 með skjólbelti á tvær hliðar og svæði 3 í miklu skjóli á alla kanta.

þegar borin var saman skipting heildarlífmassa í mismunandi plöntuhluta, það er rót, stofn, greinar og lauf, eftir meðferðarsvæðum, kom í ljós að í öllum plöntuhlutum var marktækt minna þurrrefni í plöntum á berangri á svæði 1 en á skýldu svæðunum 2 og 3 (5. mynd). Ef litið er hins vegar á hlutfall þurrrefnis plöntuhluta af heildarþurrrefni varð myndin önnur. Rótarvaxtarhlutfall RMR var hæst hjá plöntum

á berangri á svæði 1 og marktækt hærra en RMR á skjólmeiri svæðum 2 og 3 (tafla 3; t-testp=0,01-0,001). Hlutfallið snerist við þegar skoðað var hlutfall laufvaxtar LMR og greinavaxtar BMR. Þar var hæsta gildið á plöntum af mesta skjólsvæðinu, svæði 3, en minnst á skjóllausu svæði 1. Þetta sýnir að plöntur án skjóls settu hlutfallslega meira í rótarvöxt en plönturnar sem uxu á skýldu svæðunum og þar með varð

**Tafla 3.** Vaxtargreining á birkiplöntum á 3 meðferðarsvæðum í Fljótshlíð við lok vaxtatímabilsins 1. júní-17. ágúst 2016. Svæði 1, 2 og 3 höfðu ekkert, nokkurt og mikið skjól.

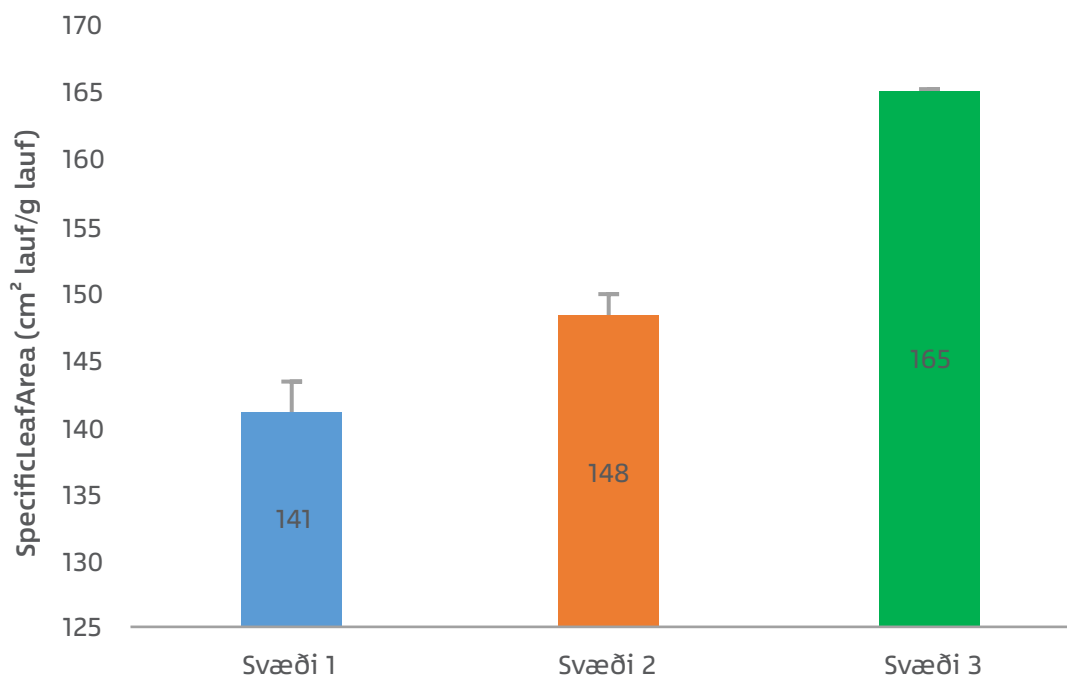
Breyta Mælingar	MARKTÆKNIPRÓF t-próf					
	Svæði 1	Svæði 2	Svæði 3	S1-S2	S1-S3	S2-S3
Þurrviggt alls (gr)	3,03	5,19	5,39	***	***	óm
Laufflatarmál LA ( $\text{cm}^2$ )	170,1	309,1	380,1	***	***	**
RMR (gr rót/gr heild)	0,29	0,26	0,23	**	***	***
SMR (gr stofn/gr heild)	0,27	0,28	0,25	***	**	***
BMR (gr grein/gr heild)	0,03	0,04	0,06	**	***	**
LMR (gr lauf/gr heild)	0,38	0,39	0,44	óm	***	***
LAR ( $\text{cm}^2$ lauf/gr heild)	54,6	58,6	72,9	*	***	***

**Skýringar.** t-test; p-gildi táknnað með (óm) eða stjörnu þar sem; (óm) :  $p > 0,05$  / \* :  $p = 0,05-0,01$  / \*\* :  $p = 0,01-0,001$  / \*\*\* :  $p < 0,001$

úr minna að spila til að vaxa ofanjarðar á berangrinum. Plönturnar á skýldu svæðunum 2 og 3 nýttu hins vegar hlutfallslega meira af vexti sínum í ljóstillífanði og laufberandi hluta (lauf og greinar; tafla 3). Það kom líka vel í ljós við samanburð á laufflatarmáli (LA) milli meðferðanna. Það var áhugavert að LA jókst hlutfallslega meira í skjóli en sem nam aukningu í lífmassa laufa. LA á berangri á svæði 2 var 82% meiri (t-test:p<0,001) en á berangri á svæði 1, og 129% á svæði 3 (t-test:p<0,001), þ.e. laufflatarmál á mikið skýldu svæði var rúmlega tvöfalt meira en á berangri (tafla 3).

LA jókst hlutfallslega meira en lífmassi laufs, sem sést vel á því að hámarktækur munur (t-test:p<0,001)

reyndist á SLA á berangri á svæði 1 (SLA=141) og á báðum skýldu svæðunum; hálfskýldu svæði 2 (SLA=+5%) og svæði 3 með mikið skjól (SLA= +17%) (6. mynd). Marktækur munur var einnig á LAR (hlutfall laufflatar af heildarlífmassa) milli viðmiðs á berangri og plantna á báðum skjólsvæðunum. LAR jókst um 7% (p<0,05) og 34% (p<0,001) á svæði 2 og svæði 3. Það að LAR hækkaði hlutfallslega minna með auknu skjóli en hlutfallslega aukningin í heildarlífmassa (tafla 3), má túlka sem svo að ljóstillífunarhraði (og/eða tími ljóstillífunar) hafi einnig aukist í skjólinu til að geta útskýrt alla séðu aukninguna í heildarlífmassa.



6. mynd. SLA (cm<sup>2</sup> lauf/gr lauf) á mismunandi skýldum meðferðarstöðum. Súlor í endum stöpla sýna staðalskekku, p<0,05 (1,96\*SE).

### Samband vindálags og plöntuvaxtar

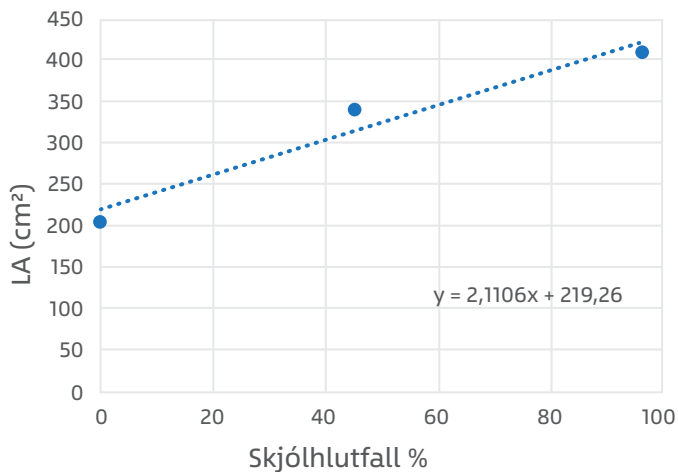
Skjól var metið í þessari tilraun með mælingu á vindhraða meðferðarsvæðanna þriggja. Tafla 4 sýnir hlutfallslegt skjól á svæðum í Fljótshlíð.

Skjólhlutfallsstuðull er fenginn með því að finna hlutfall meðalvinds á skjólsvæði af meðalvindi á berangri og draga það frá meðaltali óhindraðs vinds á berangri.

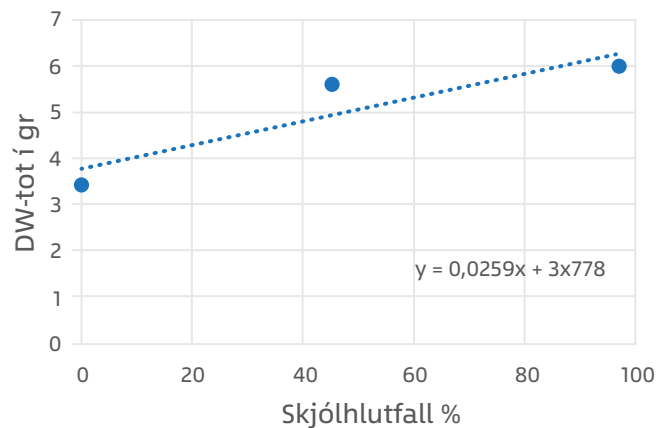
Tafla 4. Reiknaður stuðull skjólhlutfalls á svæðum 1, 2 og 3 í Fljótshlíð út frá mælingum á meðalvindhraða sumarið 2016.

	Svæði 1	Svæði 2	Svæði 3
Hlutfall vinds af fullum vindstyrk svæðis 1	100	55	4
Stuðull skjóls eða skjólhlutfall	0	45	96

Til að finna í grófum dráttum samband skjóls og plöntuvaxtar var reiknað aðhvarf breytnanna „vindhraði“ og nokkurra mældra vaxtarbreytna, svo



sem „heildarþurrefnismagns“, og „laufflatarmáls“ (7-8. mynd).



**7-8. mynd.** Lýsing á áhrifum vindminnkunar (skjólhlutfall) á meðaltöl laufflatarmáls t.v. og á heildarþurrvig t.h. Mælingar gerðar á tímabilinu 1. júní til 17. ágúst 2016 á þremur meðferðasvæðum í mismiklu skjóli: svæði 1 óskýlt, svæði 2 skjólbelti á tvær hliðar, svæði 3 kerfi skjólbelta á allar hliðar.

## Umræður

Mælingar á vindhraða á meðferðarstöðunum þremur sýndu glögg tve mikið getur dregið úr vindhraða með uppsetningu skjólgjafa, eins og trjáraða í þessu tilvik. Ræktun skjólbeltakerfa á stærri samfelldum svæðum getur því haft afgerandi áhrif á vindafar.

Munur á meðalhita var marktækur en lítil í 2 m hæð, sem er staðalhæð hitamælinga veðurstöðva. Í 10 cm hæð var munurinn meiri í meðalhita milli skjólsvæðanna og berangurs, eða +7,2% hærri að jafnaði. Við flesta ræktun eru það einmitt vaxtarskilyrðin næst jörðu sem skipta öllu máli. Samanburður á hitamælingum í 2 m hæð getur vanmetið þau vaxtarskilyrði sem nærviðrisþættir eins og skjólbelti veita. Með tilliti til plöntuvaxtar er áhugaverðara að bera saman meðaldaghita en meðalsólarhringshita, þ.e. hitastig yfir birtutíma sólarhrings, þegar ljóstillífur fer fram. Í 10 cm hæð frá jörðu var meðaldaghiti um 10% hærri nálægt jarðvegysfirborði yfir daginn að meðaltali á stöðvum með skjóli en á stöð án skjóls. Í köldu loftslagi getur skjól einnig aukið meðalhita í plöntum umfram mun í lofthita og þannig aukið bæði lengd vaxtartíma og vaxtarhraða (Grace J., 1988).

Jarðvegshiti var um einni gráðu meiri að meðaltali á báðum skýldu stöðunum miðað við stöðina á berangri og var sá munur nær sami á öllum tímum sólarhrings. Aukning um eina gráðu í jarðvegshita á svæðum þar sem meðaljarðvegshiti sólarhrings er að óbreyttu 12,5° (þ.e. hitastig á skjóllausu svæði 1 í þessari rannsókn) hefur mikið að segja fyrir rótarvöxt, og ekki síður fyrir virkni niðurbrots lífræna efna í jarðveginum og þar af leiðandi aðgengi plantna að næringarefnum. Margar rannsóknir hafa leitt í ljós að

lágur jarðvegshiti hefur ekki aðeins áhrif á rótarvöxt og upptöku næringarefna, heldur einnig á marga lífeðlisfræðilega ferla í ofanjarðarhluta plantna á þann veg að dregur úr vexti og þroska vaxtarsprotta (Ericsson, Rytter, & Vapaavuori, 1996).

Í þessari tilraun eru mikil áhrif skjólgjafanna á vöxt ungra birkiplantna að líkindum fyrst og fremst vegna hagstæðara nærviðris, s.s. aukins hita, minna vindslits á blöðum og e.t.v. meira jafnvægis í vatnsspennu plantna (minni gufuþrýstingsmunur milli laufblaða og andrúmslofts). Ekki er líklegt í þessu tilfelli að skjól hafi lengt vaxtartímann og þannig orsakað aukningu í þurrefnisframleiðslu, þar sem mælingar stóðu ekki yfir nema á tímabilinu 1. júní til 17. ágúst.

Með minnkun á vindstyrk á skýldu svæðunum jókst meðalhiti í jarðvegi og lofti, sem skilaði auknum lífmassa, meiri hæðar- og þvermálsvexti, laufvexti og meiri lífmassa rótar (en jafnframt lægra RMR). Heildarlífmassi eftir eins sumars vöxt var um 72% meiri í hálfskjóli á svæði 2 og 79% meiri í miklu skjóli á svæði 3 miðað við berangur á svæði 1.

Þurrefnisframleiðsla birkiplantnanna í skjólinu jókst og þar með laufflöturinn sem gat ljóstillífað og því aukið vöxtinn enn frekar. Í skjólinu tóku plönturnar að nota hlutfallslega meira af orku sinni til að auka laufvöxtinn sem leiddi til herra LMR- og BMR-hlutfalls í vaxtargreiningunni (á kostnað róta, lægra RMR). Þetta, ekki síður en bein áhrif hlýnunarinnar, margfaldaði jákvæðu vaxtaráhrifin sem hlutust af skjólinu.

SLA (e:specific leaf area), þ.e. laufflatarmál á hverja þyngdareiningu laufs (LA cm<sup>2</sup>/gr. laufs) er gjarnan notað í plöntuvistfræði sem mælikvarði á



ljóstillífunargetu plantna (Chapin, Matson, & Vitousek, 2012). Marktækur munur var í þessari rannsókn á SLA milli allra þriggja meðferðarsvæðanna; þar sem SLA-gildi var lægst á berangri á svæði 1 (lægst ljóstillífunargeta; mest álag), hærra á svæði 2, hálfskýlt, en hæst á svæði 3, mikið skjól. Marktæk aukning varð einnig á LAR (hlutfall laufflatar af heildarlífmassa) á skjólsvæðunum miðað við berangur. Það var því ekki bara að hlutfall þeirrar orku sem notuð var til laufvaxtar ykist í skjólinu (LMR), heldur varð hvert gramm af laufi að allt að 17% meira laufflatarmáli í mestu skjólmeðferðinni á svæði 3. Skjóláhrifin voru því: 1) aukinn hiti, 2) meiri ljóstillífun vegna hlýnunar (ef ekki var skuggi), 3) enn meira notað til laufvaxtar og 4) hvert lauf varð stærra og nýtti því sólarorkuna enn betur, sem enn jók uppsöfnuðu vaxtaráhrifin.

Meiri vindhraði olli óhagstæðum breytingum á nærviðri, jarðvegshita og þ.a.l. hægara framboði næringarefna sem orsakar hægari ljóstillífun, minni vöxt laufblaða (lægra SLA) og breytingu til aukins rótarvaxtar sem allt leiddi til minni heildarlífmassa. Ef aukin útgufun á berangrinum leiddi til neikvæðra breytinga á vatnsbúskap, gæti það kallað fram svipuð stressviðbrögð, með hærra RMR til að auka getu til vatnsupptöku (Chapin, Matson, & Vitousek, 2012). Það skal áréttað að þessar niðurstöður gefa til kynna jákvæð áhrif sem vindmínkun í skjóli hefur á plöntuvöxt, en aðgreinir ekki nákvæmlega eðliseða lífeðlisfræðilegar orsakir mismunar á plöntuvexti við misjafnt vindálag, þar sem áhrif vindsins á plöntuvöxt eru að verulegu leyti gegnum margbreytileg áhrif hans á aðra nærviðrisþætti og víxlverkanir þeirra, svo sem hita, raka, vatnsbúskap o.fl., auk beinna álagsáhrifa hans á plönturnar sjálfar.

Prófuninni á slitflöggum í þessari rannsókn var ætlað að kanna hvaða mynd slitflaggamælingar gætu gefið af mældu vindálagi á mismunandi stöðum á sama tímabili. Slitflöggin virkuðu strax um sumarið til að magnsetja vindálag á bersvæðinu m.v. skýldu svæðin, þrátt fyrir veðurblíðu og tiltölulega lágan vindstyrk sumarið 2016 (Veðurstofa Íslands, 2017). Telewsky (1995) rekur niðurstöður margra rannsókna sem sýnt hafa minnkaða heildarljóstillífun plantna af völdum vindálags, þar sem vindur orsakaði annars vegar minna ljósnám plantna vegna hreyfinga laufblaða og minna blaðflatarmáls vegna frumskemmda, rifnunar, o.fl. og hins vegar röskun á útgufun og efnaflutningi um loftaugu. Grace (1988) nefnir einnig að mismiklar skemmdir, oft illsjáanlegar, verði á yfirborði laufblaða við vindálag og geti valdið álagi á plöntur vegna skerts yfirborðsviðnáms útgufunar plantna. Á vindasömum svæðum eins og Ísland er, getur gott „aðgengi“ að lausum jarðvegs-efnum aukið mjög slík áhrif vindskemmda á plöntuvefi. Eldfjallajarðvegurinn er oft laus í sér og rofgjarn. Almennt má því ætla að vindbornar jarðvegsagnir séu algengar á Íslandi og skaðleg áhrif þeirra á yfirborð plantna geti verið töluverð þegar vindhraði eykst.

## Heimildir

- Chapin, F. S., Matson, P. A., & Vitousek, P. M. (2012). *Principles of Terrestrial Ecosystem Ecology*, Second Edition. New York: Springer.
- Davis, J., & Norman, J. (1988). Effects of Shelter on Plant Water Use. Í J. Brandle, D. Hintz, & J. Sturrock, *Windbreak Technology* (bls. 393-402). Amsterdam: Elsevier.
- Devlin, R. M., & Witham, F. H. (1983). *Plant Physiology* (Fourth Edition). Boston: Willard Grant Press.
- Ericsson, T., Rytter, L., & Vapaavuori, E. (1996). Physiology of Carbon Allocation in Trees. *Biomass and Bioenergy*, 11, 115-127.
- Gerður Guðmundsdóttir, & Bjarni D Sigurðsson. (2005). Photosynthetic temperature response of mountain birch (*Betula pubescens* Ehrh.) compared to two other broadleaved tree species in Iceland. *Icelandic Agricultural Science*, 18, 43-51.
- Grace, J. (1977). *Plant response to wind*. London: Academic Press Inc. LTD.
- Grace, J. (1988). Plant Response to Wind. Í J. Brandle, D. Hintz, & J. Sturrock, *Windbreak Technology* (bls. 71-88). Amsterdam: Elsevier.
- Junttila, O., & Nilsen, J. (1993). Growth and development of northern forest trees as affected by temperature and light. Í J. Alden, J. Mastrantonio, & S. Ödum, *Forest Development in Cold Climates* (bls. 43-57). New York: Plenum Press.
- McNaughton, K. (1988). Effects of Windbreaks on Turbulent Transport and Microclimate. Í J. Brandle, D. Hintz, & J. Sturrock, *Windbreak Technology* (bls. 17-39). Amsterdam: Elsevier.
- R Core Team (25. nóvember 2016). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. Sótt af R Foundation for Statistical Computing: <http://www.R-project.org/>.
- Rosenberg, N. J., Blad, B. L., & Verma, S. B. (1983). *Microclimate; The Biological Environment*, 2nd Edition. New York: John Wiley & Sons Inc.
- Telewsky, F. (1995). Wind-induced physiological and developmental responses in trees. Í M. Coutts, & J. Grace, *Wind and Trees* (bls. 237-263). Cambridge: Cambridge University Press.

---

# Geta trjáplöntur vaxið í beitarhólfi á Mosfellsheiði?

Björn Traustason og Jóhanna Bergrúnar Ólafsdóttir

*bjorn@skogur.is*

Kolviður hefur um árabíl horft til Mosfellsheiðar sem mögulegs skógræktarsvæðis. Sauðfjárbætur er á svæðinu og því var ákveðið að setja út tilraun til að athuga vöxt og lifun trjáplantna. Tilraunasvæðinu var skipt upp í 12 reiti, innan og utan girðingar. Gróðursettar voru tvær tegundir, stafafura og ilm-björk, og gerður samanburður á áhrifum beitar og

áburðar. Niðurstöður sýndu að stór hluti plantna utan girðingar var ýmist dauður eða rifinn upp, en ástand plantnanna var mun betra innan girðinganna. Skógrækt mun því ekki hefjast á Mosfellsheiði nema til komi beitarfriðun eða með því að girða af skógræktarsvæði.

---

## Stafafura (*Pinus contorta*) í Norðtunguskógi, frædreifing, -magn, -spírun

BS.-verkefni í skógræði: Björk Kristjánsdóttir

LEIÐBEINENDUR: BJARNI DIÐRIK SIGURÐSSON LBHÍ OG VALDIMAR REYNISSON SKÓGRÆKTINNI

*nem.bjk@lbhi.is*

Liðin eru yfir 80 ár frá því að fyrstu fræin af stafafuru (*Pinus contorta*) voru flutt inn til Íslands frá Norður-Ameríku og fyrstu plönturnar ræktaðar og gróður-settar hér á landi. Komu hefur í ljós að stafafura, einkum af kvæminu Skagway, er vel aðlöguð að-stæðum hér á landi og lifir og vex almennt vel á rýru landi. Fyrsta heimildin sem ég fann um sjálfsáningu stafafuru hérlendis er frá árinu 1978.

Í þessari rannsókn var athugað hvort stafafura í sam-felldum skógi, þar sem ákveðnir lundir höfðu verið rjóðurfelldir, framleiddi nægt fræ til að geta staðið undir sjálfsáningu inn á föllnu reitina eftir skógar-högg. Fræmagnir sem barst inn á rjóðurfelldan reit var einnig mælt í eitt ár. Að auki var metið hversu mikið af spírunarhæfu fræi væri í könglum áföstum greinum sem skildar höfðu verið eftir á skógarbotni eftir skógarhögg. Að lokum var kannað hvort hita-stig sem könglarnir næðu við þurrkun skipti máli um hversu mikið af spírunarhæfu og öfluggu fræi losnaði úr þeim.

Samkvæmt rannsókn minni reyndist vera fræ á svæð-inu og það var að dreifa sér inn á fellda reiti. Einn-ig var spírunarhæft fræ í könglum á skógarbotni, en mismikið eftir því hversu langur tími var liðinn frá fellingunni. Af rannsókninni dreg ég þá ályktun að ástæða þess að endurnýjun tókst ekki í Norð-tunguskógi hafi sennilega ekki verið skortur á fræ-dreifingu eða spírunarhæfu fræi sem gat losnað úr áföstum könglum á skógarbotni eftir skógarhögg. Þá standa eftir tveir mögulegir áhrifavaldar, a) afrán á fræi/fræplöntum eða b) skortur á fræsetum sem henta til öruggar spírunar.

Þetta þarfnast frekari rannsókna, en ég tel þó að seinni kosturinn sé líklegri orsakavaldur. Þar af leiðir að nauðsynlegt er að skipuleggja inngríp (jarð-vinnslu) í kjölfar skógarhöggs stafafuruskóga ef á að tryggja örugga endurnýjun þeirra með sjálfsáningu.

---

# Birkikvæmi á Íslandi

*Brynjar Skúlason, Brynja Hrafnkelsdóttir*

*brynjar@skogur.is*

Rannsóknastöðin á Mógilsá safnaði 1995 birkifræi af um 50 kvæmum, vítt og breitt um landið. Plöntur voru ræktaðar á Mógilsá og gróðursettar í 9 kvæmatilraunir sumarið 1998, einnig með mikla landfræðilega dreifingu. Gerðar voru mælingar á 5 tilraunastöðum árin 2020 og 2021. Í stuttu máli virðist birkið

af SA-landi almennt hafa yfirburði í lifun, lífmassa, fræmyndun og ryðþoli. Birkið af SV-landi fylgir þar á eftir. Þó gagnvart birkikembu er ekki eins bundið við kvæmi frá ákveðnum landshlutum en þó virðist bæjarstaðarbirki og skyldir stofnar vera þeir viðkvæmstu fyrir birkikembu.

---

## Er degli (*Pseudotsuga menziesii*) framtiðartrjategund í íslenskri skógrækt?

*Valdimar Reynisson*

*valdi@skogur.is*

Degli (*Pseudotsuga menziesii*) er trjategund sem lítið hefur verið reynd hér á landi. Tegundin er nokkuð hraðvaxta og gefur af sér verðmætan við. Í gangi er kvæmatilraun á degli sem Brynjar Skúlason hjá Skógræktinni hefur umsjón með. Með auknum aldri skóga, loftslagsbreytingum og aukinni áherslu á viðarafurðir, þarf að huga að tegundum sem hugsanlega gætu komið í stað fyrir skóg sem er gjörfelldur. Er degli ein af þessum tegundum?

Í mars 2015 gekk yfir vestanvert landið mikill stormur sem felldi nokkuð af skógi í Stálpastaðaskógi í Skorradal. Eftir nokkra umhugsun skógarvarðar og aðstoðarskógarvarðar á Vesturlandi var niðurstaðan að það væri gaman að prófa að planta degli í einn

af stormföllnu reitunum. Valinn var rauðgrenireitur í miðjum Stálpastaðaskógi, sem farið hafði illa í þessum stormi. Fengust 1.880 plöntur af degli af kvæminu Hins NF frá Sólskógum. Var þessum plöntum plantað haustið 2016.

Árangurinn af þessari gróðursetningu kom fljótlega í ljós. Haustið eftir gróðursetningu voru nánast engin afföll og plönturnar litu vel út. 2019 voru plönturnar farnar að sjást ágætlega. Haustið 2021 voru stærstu trén komin í brjósthæð (130 sm) og með langa og kröftuga árssprota. Svárið við spurningunni er því skv. þessari óformlegu tilraun já. Við réttar aðstæður er degli framtiðartrjategund í skógrækt á Íslandi.

---

## Náttúrulegir óvinir meindýra – Hetjur skógarins?

*Brynja Hrafnkelsdóttir*

*brynja@skogur.is*

Á Íslandi eru tiltölulega fáar skordýrategundir. Þeim fer þó fjölgandi, bæði vegna aukinna ferða á milli landa en ekki síður vegna hækkandi ársmeðalhita. Nokkur meindýr á trjám og runnum sem hafa numið hér land á undanförunum árum hafa valdið miklu tjóni í skógum landsins. Sum þeirra valda ekki jafnmiklu tjóni í nágrannalöndum okkar þar sem þau hafa verið lengur. Þetta skýrist að hluta til af því að hér á Íslandi er ekki bara fá meindýr heldur líka fáir náttúrulegir óvinir sömu meindýra.

Náttúrulegir óvinir koma oft ákveðnu jafnvægi úti í náttúrunni en skipta má þeim í tvo flokka, eftir því hvort þeir lifa ránlífi eða sníkjulífi á meindýrinu. Í fyrirlestrinum er fjallað um skordýr sem eru náttúrulegir óvinnir meindýra á trjám og runnum. Fjallað er um hvernig þau fara að því að nýta sér önnur skordýr, hvað við vitum um þau sem lifa á Íslandi og mögulegan innflutning á þeim sem ekki eru hér fyrir.

---

# Líffjölbreytni æðplantna í Tilraunaskóginum í Gunnarsholti: Áhrif skógræktar, grisjunar og áburðargjafar

*Bjarni Diðrik Sigurðsson, Eyrún Gyða Gunnlaugsdóttir, Jón Auðunn Bogason,  
Páll Sigurðsson og Esther M. Kapinga*

*[bjarni@lbhi.is](mailto:bjarni@lbhi.is)*

Í þessari rannsókn var skoðuð líffjölbreytni plantna í skógarumhirðutilrauninni í Tilraunaskóginum í Gunnarsholti á Rangárvöllum. Þessi skógur er dæmi um eina áköfustu eða „intensífustu“ skógrækt sem hér er stunduð og ætti því að sýna meiri svörun í ýmsum umhverfismælingum en ræktaðir skógar almennt.

Ekki reyndist vera marktækur munur á Shannon-Wiener fjölbreytnistuðli botngróðurs, tegundaauði á hverjum smáreit né tegundaauði á stærra tilrauna-reitum á milli skóglausa graslendisins sem hefur verið friðað frá 1990 og Tilraunaskógarins.

Áhrif nýskógræktarinnar voru meiri á grósku botn-gróðursins en fjölbreytileika hans. Þar skipti skógar-umhirðan hins vegar miklu máli, þar sem áhrifin af snemmgrisjuninni árið 2004 á grósku voru enn mikil 19 sumrum síðar.

Óvæntustu niðurstöðurnar í þessari rannsókn voru annars vegar að áburðargjöf jók heildarþekju botn-gróðurs þó að skógurinn væri mun þéttari í áburðar-reitunum og hins vegar að engin marktæk áhrif urðu á tegundaauði eða líffjölbreytni botngróðurs í áburðarmeðferðunum.

---

## TreProX – aukin viðargæði í skógrækt og úrvinnslu skógarafurða

*Guðríður Helgadóttir*

*[gurryhelgadottir@gmail.com](mailto:gurryhelgadottir@gmail.com)*

TreProX er samvinnuverkefni Skógræktarinnar, Landbúnaðarháskóla Íslands, Trétækniráðgjafar slf., Kaupmannahafnarháskóla og Linné-háskólans í Svíþjóð. Verkefnið er styrkt af Erasmus+ áætlun Evrópusambandsins og hlaut um 40 milljóna króna styrk til þriggja ára (2019-2022).

Í verkefninu er fjallað um viðargæði, staðla til að meta gæði viðar og aðferðir til að auka og viðhalda viðargæðum á öllum stigum skógræktar. Í tengslum

við verkefnið var sett saman teymi fólks sem vinnur við úrvinnslu skógarafurða á Íslandi og taka fulltrúar úr því teymi þátt í þremur námskeiðum, á Íslandi haustið 2021, í Svíþjóð í maí 2022 og Danmörku í september 2022.

Afurðir verkefnisins eru bókin Gæðafjalir - viðskipta-flokkun á timbri, fræðsluefni í formi fyrirlestra og myndbanda, gæðastaðall til flokkunar á alaskaösp og endurskoðuð námskrá Grænni skóga 1-3.







# Útdrættir veggspjalda

Í STAFRÓFSRÖÐ TITLA

---

# Áhrif áburðar á gróðurfar og jarðveg í sandjörð

*Guðni Þorvaldsson, Hólmgeir Björnsson og Þorsteinn Guðmundsson*

*gudni@lbhi.is*

Árið 1974 var lögð út stór tilraun á Geitasandi þar sem misstórir skammtar af kúamykju voru plægðir niður í ógróinn sandjarðveg (25, 50, 100 og 150 tonn/ha). Síðan var tætt með tætara einu sinni. Til samanburðar voru tveir meðferðarliðir með tilbúnum áburði (60 og 120 kg N/ha í 17-17-17). Reitirnir voru 13 x 10 m að stærð. Vallarfoxgrasi (Engmo) var sáð í tilraunina, 30 kg/ha.

Árið eftir var hverjum stórreit skipt í þrjá minni reiti (split plot skipulag) sem fengu mismunandi skammta af tilbúnum áburði næstu 7 árin (100N-20P-50K, 0N-20P-50K og 100N-0P-0K). Tilraunin var slegin einu sinni á sumri þessi sjö ár og uppskeran fjarlægð. Markmið tilraunarinnar var að mæla áburðargildi

kúamykjunnar í samanburði við tilbúinn áburð. Ekkert var gert við tilraunina að þessum sjö árum loknum fyrr en árið 2015. Þá var tilraunin gróðurgreind aftur og jarðvegssýni tekin úr öllum reitum.

Á þessum 40 árum höfðu orðið miklar breytingar á gróðurfari reitanna og þróun í gróðurfari var mismunandi eftir því hver upphaflega tilraunameðferðin hafði verið. Vallarfoxgrasið, sem upphaflega var sáð, var nánast alveg horfið. Grös voru mjög áberandi í stórreitum sem fengu mest af kúamykju en krækilyng í reitum sem fengu lítið af mykju og nituráburði. Meðaluppsöfnun á C í jarðvegi var 249 kg/ha á ári og á N 21 kg/ha á ári.

---

## Blöndun trjátegunda í skógrækt

*Jón Hilmar Kristjánsson*

*JonHilmar@hotmail.com*

Áhrif tegundablöndu á vöxt trjáa í skógi hafa verið rannsökuð mun meira á annars staðar á Norðurlöndum en á Íslandi. Það er þó mikilvægt að skoða áhrif tegundablöndu við íslenskar aðstæður vegna þess að hér eru bæði jarðvegsskilyrði og veðurfar með öðru móti en gengur og gerist annars staðar og á Íslandi eru notaðar tegundablöndur sem sjaldnast eru ræktaðar í öðrum löndum.

LT-verkefnið er fyrsta tilraunin hér á landi með trjátegundablöndu í stórum samfelldum reitum (0,5 ha) í blokkum sem endurteknar voru við sömu jarðvegsskilyrði. Í Gunnarsholti á Rangárvöllum voru bornar saman tegundirnar birki (*Betula pubescens*), sitkagreni (*Picea sitchensis*), stafafura (*Pinus contorta*) og alaskaösp (*Populus trichocarpa*).

Tegundirnar voru ýmist ræktaðar einar sér, í 50% eða 25% blöndu með sitkagreni. Eitt af meginmarkmiðum rannsóknarverkefnisins var að skoða hvort einhver munur væri á lifun, vexti, framleiðni og vaxtarlagi trjáa í tegundablönduðum reitum samanborið við einnar tegundar reiti.

Fósturaðferðin (50% sitkagreni/50% alaskavíðir (*Salix alaxensis*)) hafði marktækt jákvæð áhrif á yfirhæðarvöxt sitkagrenis. Einu marktæku blönduáhrifin í öðrum meðferðum voru neikvæð hæðarvaxtaráhrif blöndu samanborið við einnar tegundar reiti, óháð trjátegund.

Það að engin jákvæð áhrif komu fram af blöndun tegunda 15 árum eftir gróðursetningu gæti breyst þegar lengra líður á vaxtarlotuna og vaxtarrýmið fyllist.



# Bæjarstaður Kvísker Steinadalur – Tíu ára samanburður á birkikvæmum frá SA-landi

Bjarni Diðrik Sigurðsson og Barbara Stanzeit

*bjarni@lbhi.is*

## Útdráttur

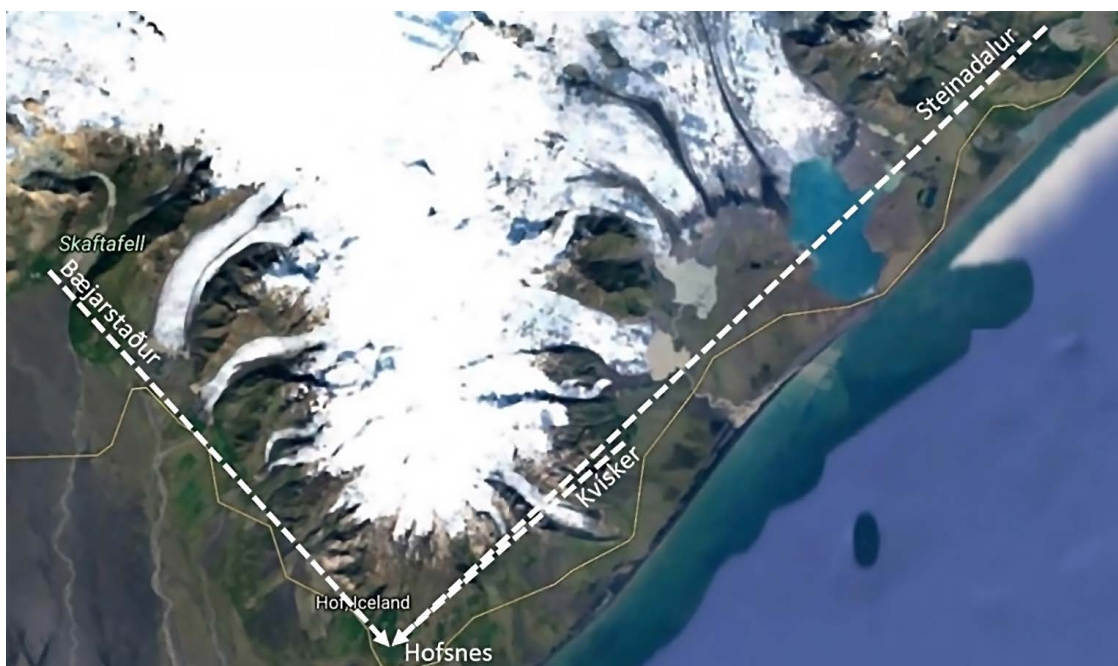
Rannsókn sem ber saman kvæmamun á birki ættuðu frá Bæjarstað, Kvískerjum og Steinadal í sveitarfélaginu Hornafirði var gróðursett fyrir miðju útbreiðslusvæðinu á Hofsnesi í Öræfum. Þetta var gert til að kanna hvort marktækur munur væri á aðlögun þessara þriggja birkikvæma ef þau væru ræktuð fyrir miðri sveit þar sem umhverfisaðstæður eru um margt öðruvísi en gerist þar sem skógarleifarnar er að finna. Niðurstöðurnar eftir fyrstu 10 árin eru að enginn marktækur munur hefur verið á lifun eða vexti þessara þriggja kvæma á Hofsnesi. Eina mælibreytan sem er marktækt ólík milli kvæma er fjöldi stofna, en bæjarstaðarbirkid hefur að jafnaði færri stofna en hin tvö kvæmin. Aðlögun þessara þriggja birkikvæma virðist vera mjög svipuð, en lengri tíma þarf til að skera úr um hvort munur reynist á vaxtarlagi þeirra.

## Inngangur

Kvæmið Bæjarstaðarskógur hefur verið algjörlega ríkjandi sem vel aðlagaður efniviður til trjá- og skógræktar birkis (*Betula pubescens*) um allt land síðustu 70 árin (Sigurður Blöndal, 2001; Erfðanefnd landbúnaðarins, 2009).

Í samanburðarrannsókn á íslenskum birkikvæmum á vegum Mógilsár (Rarik-tilrauninni) sem hófst 1998 voru um 45 mismunandi kvæmi af birki gróðursett saman á átta stöðum á landinu (Sigurður Blöndal, 2001). Einn af þessum stöðum var Fagurhólsmýri í Öræfum, sem þrátt fyrir að vera í sömu sveit og Bæjarstaðarskógur er með talsvert ólíkt veðurfar.

Úttekt sem fram fór á Rarik-tilrauninni 2008 sýndi að það kvæmi sem stóð sig best á Fagurhólsmýri var birki ættað úr næstu sveit, úr Steinadal í Suðursveit, nefnt steinadalsbirki, á meðan bæjarstaðarbirki var í fimmta sæti í lifun en svipað í hæðarvexti. Það vakti jafnframt mikla athygli að steinadalsbirki var á meðal bestu kvæma á flestum tilraunastöðum um allt land. Í síðustu úttekt á Rarik-tilrauninni sem kynnt var á Fagráðstefnu skógræktar 2022, var steinadalsbirkið enn með langbestu lifunina á Fagurhólsmýri (Brynjar Skúlason & Brynja Hrafnkelsdóttir, 2022). Því vaknaði spurning hjá höfundum um hversu mikill munur væri á mismunandi birkikvæmum af þessu tiltölulega litla svæði á SA-landi. Mitt á milli Bæjarstaðar í Skaftafelli og Steinadal í Suðursveit er staður sem einnig er vaxinn er birkiskógaleifum. Það er Kvísker í Öræfum.



1. mynd. Söfnunarstaðir birkifræs í Bæjarstað, Kvískerjum og Steinadal og tilraunastaðurinn á Hofsnesi í Öræfum.

Tilgátan sem rannsökuð var í þessu verkefni var hvort mælanlegur munur kæmi fram á lifun og vexti þriggja birkikvæma frá SA-landi, ef þau væru ræktuð fyrir miðri sveit í Öræfum þar sem umhverfisaðstæður eru um margt ólíkar þeim sem eru þar sem skógarleifarnar er að finna á SA-landi.

## Efni og aðferðir

Fræi var safnað af fallegum birkitrjám í Bæjarstað, Kvískerjum og Steinadal haustið 2007. Fræið var loftþurrkað og geymt í kæli þar til því var sáð í sáðbakka með rakri sáðmold. Þegar plönturnar höfðu spírað

vorið 2008 voru þær priklaðar yfir í 40 gata plöntubakka og ræktaðar áfram utanhúss í heimagarði í Garðabæ. Hinn 23. maí 2009 voru 50 plöntur af hverju kvæmi gróðursettar með geispu í hefðbundna 5 blokka tilraun, með 10 plöntum af hverju kvæmi í hverri blokk, í rýrt graslendi á Hofsnesi í Öræfum (1. mynd). Um 15 g af áburðinum Græði 8 voru borin á kringum hverja plöntu við gróðursetningu. Upphaflega var sams konar tilraun einnig gróðursett í land Skógræktarfélagis Garðabæjar (Barbara Stanzeit & Bjarni Diðrik Sigurðsson, 2012), en hún misfórst vegna mikillar frostlyftingar og hefur verið afskrifuð.



**2. mynd.** Tilraunasvæðið á Hofsnesi í Öræfum. Myndin var tekin í ágúst 2019.

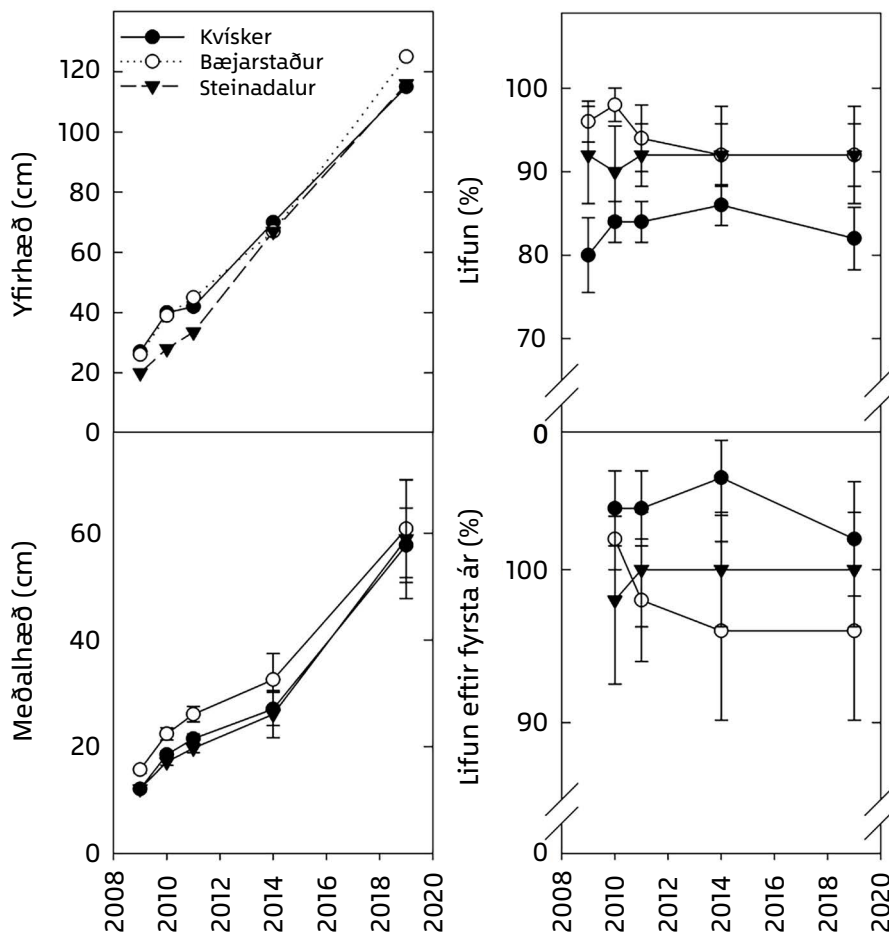
## Niðurstöður

### Lifun

Lifun hefur verið mjög góð í þessari tilraun, eða á bilinu 80%-100% (3. mynd). Kvískerjabirkið hafði mest afföll í upphafi (metið 20% árið 2009), en af einhverjum ástæðum þá voru unglönturnar af þessu kvæmi ekki eins öflugar og af hinum tveimur kvæmunum eftir forræktun (gögn ekki sýnd). Engin marktæk afföll urðu eftir fyrsta vaxtarárið í foldu og jafnvel lifnaði þá hluti plantna við sem áður höfðu verið metnar sem dauður, og það útskýrir meira en 100% lifun eftir fyrsta ár á 3. mynd hjá Kvískerjabirkinu.

### Vöxtur

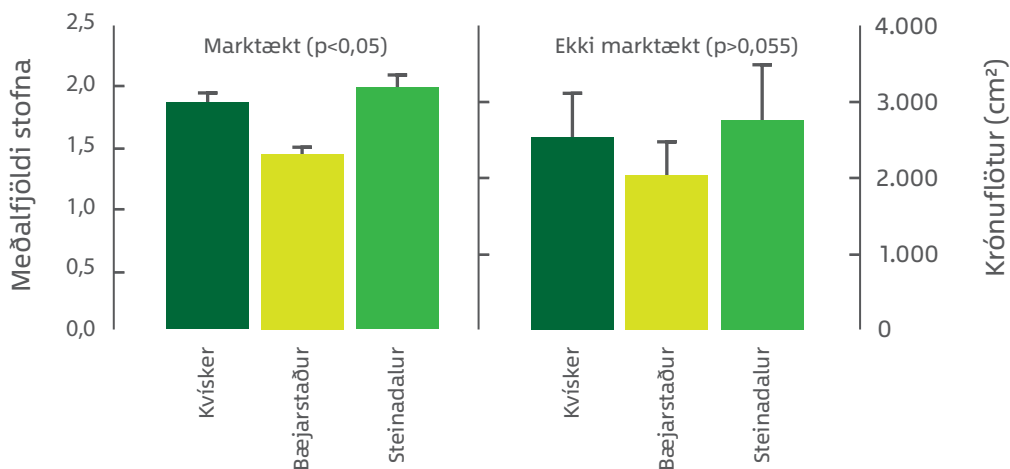
Yfirhæðarvöxtur hefur verið svipaður hjá öllum þremur kvæmunum frá upphafi og árið 2019 var yfirhæð í tilrauninni 1,25, 1,16 og 1,15 m fyrir Bæjarstað, Steinadal og Kvísker (3. mynd). Bæjarstaður hafði marktækt meiri meðalhæð en hin kvæmin eftir fyrsta vaxtarár í foldu ( $p < 0.002$ ), en árið 2019 var ekki lengur neinn marktækur munur á meðalhæð þeirra (3. mynd). Meðalhæð var að jafnaði 13 cm haustið 2009 en 59 cm haustið 2019, það gefur 4,6 cm ársvöxt að jafnaði fyrstu 10 árin í foldu.



3. mynd. Yfir- og meðalhæðarvöxtur kvæmanna (t.v.) og meðallifun þeirra (t.h.) frá gróðursetningu (ofar) og þegar upphafsafföll eru ekki meðtalin (neðar).

Eina mælibreytan þar sem einhver marktækur munur hefur fundist á er meðalfjöldi stofna per tré, en Bæjarstaðarskógur hefur að jafnaði marktækt færri stofna en hin tvö kvæmin, þó að krónuflötur þess sé samt ekki marktækt minni (4. mynd).

Hæðarvöxtur allra þriggja kvæmanna er sá sami og örlítill munur sem var á meðalhæð í upphafi var horfinn 2019. Lifun hefur ekki verið marktækt frábrugðin, eftir upphafsafföll við gróðursetningu sem voru aðeins meiri hjá Kvískerjabirkinu sem var rakið til lakari plantna úr plöntuuppeldinu\*.



4. mynd. Meðalfjöldi stofna per tré (t.v.) og meðal krónubreidd trés í á Hofnsesi haustið 2019.

## Umræður

Lifun í þessari tilraun í Örafum, nálægt upprunastað kvæmanna, er mun betri en gengur og gerist í skógrækt almennt (t.d. Bergsveinn Þórsson, 2008; Valdimar Reynisson, 2008). Þó ber ekki að draga of sterkar ályktanir af því, þar sem vaxtarstaðurinn var valinn sérstaklega í sæmilegra skjólgóðri laut (2. mynd) og vel var vandað til gróðursetningarinnar.

Það er áhugavert að Kvískerjabirkið skuli standa sig vel samanborið við hin þekktari kvæmi frá Bæjarstað og Steinadal, en birki úr Kvískerjum hefur ekki verið notað neitt í tilraunum hingað til. Skógarleifarnar á Kvískerjum einkennast af lágvöxnu og kræklóttu birki, en þar hefur skógurinn verið í mikilli beitarnýtingu allt fram á hin síðustu ár.

Aðlögun þessara þriggja birkikvæma að vaxtar- aðstæðum fyrir miðju útbreiðslusvæðis þeirra á Hofsnesi í Örafum virðist vera mjög svipuð, en lengri tíma þarf til að skera úr um hvort munur muni reynast á vaxtarlagi þeirra.

## Heimildir

Barbara Stanzeit & Bjarni Diðrik Sigurðsson, 2012. Samanburður á lifun og vexti bæjarstaðar-, kvískerja- og steinadalsbirkis í tveimur landshlutum. Fyrstu niðurstöður. *Rit Mógilsár* 26/2012: 14.

Bergsveinn Þórsson, 2008. *Lifun skógarplantna á starfssvæði Norðurlandsskóga*. BS-ritgerð. Landbúnaðarháskóli Íslands. 37 bls.

Brynjar Skúlason & Brynja Hrafnkelsdóttir, 2022. Birki- kvæmi á Íslandi. Óútgefinn fyrirlestur. Aðgengilegur á: <https://www.skogur.is/static/files/fagradstefna-2022/Glaerur/brynjar-skulason-birkikvaemi-a-islandi.pdf>

Erfðanefnd landbúnaðarins, 2009. *Íslenskar erfðaauðlindir. Landsáætlun um verndun erfðaauðlinda í íslenskri náttúru og landbúnaði 2009-2013*. Erfðanefnd landbúnaðarins. 45 bls.

Sigurður Blöndal, 2002. Íslensku skógartrén 1. Birki (*Betula pubescens* Ehrh.). *Skógræktarritið* 2002(1): 5-22.

Valdimar Reynisson, 2008. *Úttekt á lifun skógarplantna á starfssvæði Héraðs- og Austurlandsskóga*. Úttekt gerð sumarið 2007. Héraðs- og Austurlandsskógar. 7 bls.

---

# Endurheimt birkivistkerfa – áskoranir, leiðir og ávinningur (BirkiVist)

Ása L. Aradóttir<sup>1</sup>, Kristín Svavarsdóttir<sup>2</sup>, Þóra Ellen Þórhallsdóttir<sup>3</sup>,  
Anna Mariager Behrend<sup>1</sup>, Arnór Snorrason<sup>4</sup>, Björn Traustason<sup>4</sup>,  
Edda Sigurðís Oddsdóttir<sup>4</sup>, Guðbjörg Jóhannesdóttir<sup>5</sup>,  
Jóhann Þórsson<sup>2</sup>, Jónína Sigríður Þorláksdóttir<sup>1</sup>, Ólafur Arnalds<sup>1</sup>,  
Snæbjörn Pálsson<sup>3</sup>, Sólveig Sanchez<sup>1</sup> og Þórunn Pétursdóttir<sup>2</sup>

<sup>1</sup>LANDBÚNAÐARHÁSKÓLI ÍSLANDS, <sup>2</sup>LANDGRÆÐSLAN, <sup>3</sup>HÁSKÓLI ÍSLANDS,  
<sup>4</sup>SKÓGRÆKTIN, <sup>5</sup>LISTAHÁSKÓLI ÍSLANDS

asa@lbhi.is

## Ágrip

Hnignun náttúrulegra vistkerfa samhliða tapi á líffræðilegri fjölbreytni og loftslagsvá eru mestu áskoranir jarðarbúa á þessari öld. Því hafa Sameinuðu þjóðirnar tileinkað áratuginn 2021-2030 endurheimt vistkerfa. Hnignuð og röskuð vistkerfi eru útbreidd á Íslandi og losun frá þeim stór þáttur í loftslagsbókhaldi landsins. Birkiskógar eru lykilvistkerfi í íslenskri náttúru og veita margháttða og verðmæta vistkerfisþjónustu. Núverandi útbreiðsla birkiskóga er þó aðeins brot af því sem áður var. Víðtæk endurheimt birkivistkerfa hefur margþætta samfélagslega, menningarlega, efnahagslega og ekki síst umhverfislega skírskotun, þar sem hún stuðlar að vernd líffræðilegrar fjölbreytni á Íslandi, myndar frjósöm vistkerfi og er jafnframt leið til að binda varanlega umtalsvert magn kolefnis úr andrúmslofti inn í vistkerfi.

BirkiVist er þverfræðilegt rannsókn- og þróunarverkefni, styrkt af Markáætlun um samfélagslegar áskoranir og unnið af fjölbreyttum hópi sérfræðinga frá mörgum stofnunum. Verkefnið miðaraðgreiningu tækifæra og þróun skilvirkra leiða við endurheimt birkiskóga á landsvísu. Í því eru rannsaðir þættir sem takmarka sjálfræðslu birkis og útbreiðslu birkivistkerfa, og þróuð verða líkön sem nýtast markvissri áætlanagerð og vistheimtaraðgerðum. Kannað er hvernig samfélagslegir þættir hvetja eða letja endurheimt, auk þess sem metinn er ávinningur og afleiðingar endurheimtarinnar fyrir kolefnisbindingu, vatnsbúskap, líffræðilega fjölbreytni, sjónræn landslagsáhrif og fagurferðileg gildi, að ógleymdri þýðingu birkis í listum og menningu.

## Hvers vegna er þörf á stórtækri endurheimt birkivistkerfa?

Velferð mannkyns er háð vistkerfum jarðar og flest af heimsmarkmiðum Sameinuðu þjóðanna tengjast ástandi vistkerfa beint eða óbeint (IPBES 2018, IPBES 2019, UN Environment 2019). Ör hnignun og eyð-

ing vistkerfa, samfara tapi á líffræðilegri fjölbreytni og loftslagsvá, eru stærstu áskoranirnar sem þjóðir heims glíma við í dag (IPBES 2019, UNCCD 2022). Þær eru jafnframt meginviðfangsefni samninga Sameinuðu þjóðanna um líffræðilega fjölbreytni, loftslagsbreytingar og varnir gegn eyðimerkurmyndun.

Gríðarlegt álag á náttúruleg vistkerfi vegna athafna mannsins veldur því að aðgerðir til að vernda vistkerfi og draga úr hnignun þeirra duga ekki einar sér - það þarf að snúa þróuninni við. Sameinuðu þjóðirnar hafa því tileinkað áratuginn 2021-2030 endurheimt vistkerfa, þ.e. að efla útbreiðslu náttúrulegra vistkerfa og stöðva eyðingu þeirra (UNEP/FAO 2020). Með þessu er brugðist sameiginlega við áskorunum vegna landhnignunar, loftslagsvár og taps á líffræðilegri fjölbreytni (UNCCD 2022) enda eru vernd og endurheimt náttúrulegra vistkerfa ásamt áherslu á sjálfbæra landnýtingu taldar vera þær aðgerðir sem best sameina verndun líffræðilegrar fjölbreytni og bindingu kolefnis í vistkerfum (Pörtner o.fl. 2021).

Á fáum svæðum jarðar hefur orðið jafnalvarleg hnignun vistkerfa og á Íslandi (Arnalds 2015, Crofts 2011). Mikið af koltvíoxíði losnar út í andrúmsloftið í kjölfar jarðvegsrofs (Óskarsson o.fl. 2004) auk þess sem umtalsverð losun verður frá rýru landi við niðurbrot lífrænna efna í jarðvegi (Jón Guðmundsson 2016, Ólafur Arnalds og Jón Guðmundsson 2020). Aðgerðir til að minnka losun frá landi og auka bindingu kolefnis í jarðvegi og gróðri eru mikilvægur þáttur í áformum íslenskra stjórnvalda um að draga úr losun gróðurhúsalofttegunda og ná markmiðum Parísarsamkomulagsins (UAR 2020).

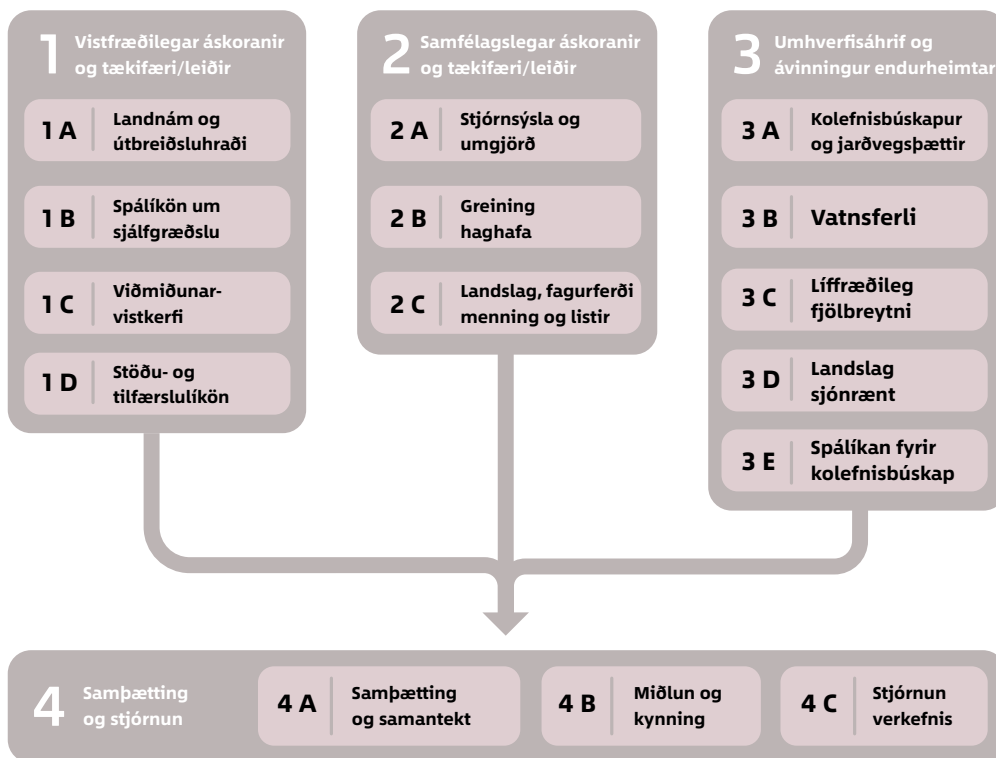
Birkiskógar eru lykilvistkerfi í íslenskri náttúru (Danfríður Skarphéðinsdóttir o.fl. 2007). Þeir þekja nú um 1.500 km<sup>2</sup> (Arnór Snorrason o.fl. 2016), sem er aðeins lítið brot af áætlaðri útbreiðslu þeirra við landnám. Vernd og endurheimt birkiskóga stuðlar að varðveislu líffræðilegrar fjölbreytni en er jafnframt mikilvæg leið til að binda kolefni.

Íslensk stjórnvöld hafa á síðustu árum sett fram skýr-

an vilja um vernd og eflingu birkiskóga landsins. Endurheimt og uppbygging vistkerfa sem hafa raskast er eitt af meginmarkmiðum laga um landgræðslu nr. 155/2018. Fyrstu tvö markmið laga um skóga og skógrækt nr. 33/2019 kveða á um vernd náttúruskóga landsins, aukna útbreiðslu þeirra, og vernd og endurheimt líffræðilegrar fjölbreytni. Áhersla á endurheimt birkiskóga kemur einnig fram í aðgerðaáætlun stjórnvalda til að stuðla að samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda (Stjórnarráð Íslands 2019; UAR 2020). Þá hafa íslensk stjórnvöld tekið Bonn-áskoruninni sem skipulögð er af alþjóða náttúruverndarsamtökunum IUCN og fleirum. Hún felur í sér endurheimt skóga á landslagsheildum, ekki síst þar sem gróður- og jarðvegseyðing hefur átt sér stað (The Bonn Challenge 2020). Í því samhengi hafa íslensk stjórnvöld sett fram markmið um að þrefalda útbreiðslu birkiskóga á Íslandi og ná þannig fram samlegðaráhrifum fyrir mismunandi mark-

mið: „stemma stigu við loftslags-breytingum, auka verndun líffræðilegrar fjölbreytni og sporna gegn landhnignun“ (Stjórnarráð Íslands 2021).

Stórfelld endurheimt birkiskóga næst ekki nema með því að nýta hæfileika birkisins til sjálfgræðslu, þ.e. að ýta undir aukna útbreiðslu birkis með lágmarksinngrípum (Aradóttir & Halldórsson 2018). Dæmi um náttúrulegt landnám og vaxandi útbreiðslu birkis finnast í öllum landshlutum (Arnór Snorrason o.fl. 2016), sem sýnir möguleika sjálfgræðslunnar. Þá er mikilvægt að endurheimtin sé byggð á víðtæku samstarfi mismunandi haghafa, skilvirkri stjórnsýslu og bestu fánlegu þekkingu hverju sinni hvað varðar aðferðir, félagslega umgjörð endurheimtarinnar og mögulegan ávinning, ekki síst samlegðaráhrif vegna hnattrænna umhverfismála eins og lögð er áhersla á í vísinda- og tæknistefnu 2020-2022 (Forsætisráðuneytið 2020).



1. mynd. Uppbygging BirkiVistar. Verkefnið skiptist í fjóra vinnupakka, sem innihalda þrjá til fimm verkþætti hver.

## BirkiVist: Áherslur og skipulag verkefnisins

Verkefnið Endurheimt birkivistkerfa á 21. öld - áskoranir, leiðir og ávinningur - eða BirkiVist - er þverfræðilegt rannsókn- og þróunarverkefni sem hefur þann tilgang að greina tækifæri og auka skilvirkni við endurheimt birkiskóga á landsvísu. Að því stendur hópur sérfræðinga frá Landbúnaðarháskóla Íslands, Landgræðslunni, Háskóla Íslands, Skógræktinni og Listaháskóla Íslands. Auk þeirra taka Svarmi ehf., Náttúrufræðistofnun, Háskólinn á Akureyri og NINA (Norwegian Institute for Nature Research) þátt í verkefninu. Verkefnið er styrkt af Markáætlun um samfélagslegar áskoranir.

Þjálfun ungra vísindamanna er mikilvægur þáttur BirkiVistar, sem kostar námsverkefni tveggja doktorsnema og a.m.k. fimm meistaranema að hluta eða öllu leyti. Þá er gert ráð fyrir að fleiri doktors-, meistara- og BS-verkefni tengist BirkiVist á einn eða annan hátt.

Endurheimt vistkerfa eða vistheimt er í eðli sínu þverfræðilegt viðfangsefni sem byggt er á þekkingu í náttúruvísindum, félagsvísindum og fleiri greinum (Palmer o.fl. 2016). Samkvæmt stöðlum alþjóða vistheimtarsamtakanna - Society for Ecological Restoration International, skammstafað SER (Gann o.fl. 2019), byggist vistheimt á vistfræðilegum ferlum



**2. mynd.** Rannsóknarsvæði BirkiVistar. Svæðið í Neðri-Dal er svokallað kjarnasvæði þar sem gerðar eru ítarlegri mælingar en á hinum níu svæðunum.

sem leiða til endurheimtar lífverusamfélaga og undirstöðuvirkni vistkerfa, svo sem hringrásna næringarefna og vatns. Lögð er áhersla á að vistheimt fari fram í sátt við samfélag og haghafa og sé byggt á fjölbreyttri og bestu fánlegu þekkingu hverju sinni. Staðlarnir kveða á um að takmark vistheimtar miðist við náttúruleg vistkerfi á viðkomandi svæði að teknu tilliti til umhverfisbreytinga (viðmiðunarvistkerfi, viðmiðunarlíkön) og að stefnt skuli að mesta mögulega bata hnignaðs vistkerfis. Þá er lögð áhersla á að vistheimtarverkefni hafi skýr og mælanleg markmið sem notuð eru við mat á árangri. Einnig draga staðlar SER það fram að ávinningur af vistheimt eykst eftir því sem henni er beitt á stærri skala, bæði vegna hagkvæmnissjónarmiða og ekki síður vegna þess að margir ferlar í vistkerfum ná yfir landslagsheildir og vatnasvið.

BirkiVist er byggt á þeim grundvallarforsendum sem lýst er hér að framan. Verkefnið spannar ólík svið raunvísinda, félagsvísinda, hugvísinda og lista. Þverfræðilegri nálgun er beitt til að greina vistfræðilegar og samfélagslegar áskoranir og tækifæri sem hindra eða hjálpa endurheimt birkivistkerfa, og bæta þekkingu á mögulegum ávinningi og afleiðingum endurheimtarinnar. Einnig er lögð áhersla á að þróa samþættar lausnir sem auka skilvirkni við endurheimt. Verkefnið skiptist í fjóra vinnupakka (VP), sem hver inniheldur 3-5 verkþætti er tengjast bæði innbyrðis og á milli vinnupakka (1. mynd).

Vinna við verkefnið hófst vorið 2021 og er áætlað að því ljúki árið 2024. Um er að ræða fjölbreytta vettvangsvinnu, viðtöl og heimildarýni, margvíslega

úrvinnslu gagna - bæði nýrra gagna sem aflað er í verkefninu og fjölbreyttra eldri gagna - auk líkana-gerðar og vinnu rýnihópa.

Meginþungi vettvangsvinnunnar fer fram á tíu rannsóknarsvæðum víðs vegar um landið (2. mynd). Sumarið 2021 voru valin svæði sem uppfylltu skilyrði um að þar væri að finna bæði gamlan og ungan birkiskóg, svæði með virku landnámi birkis og land án birkiskógar við sambærilegar umhverfisaðstæður og landslag. Við val svæða var meðal annars byggt á upplýsingum um birkiskóga úr gagnagrunni Skógræktarinnar, loftmyndum frá mismunandi tímum, auk sérfræðiþekkingar þátttakenda og staðkunnugra. Þá var þess gætt að velja svæði sem endurspeglu fjölbreytta birkiskóga og að þau væru í öllum landshlutum.

Hér á eftir er stuttlega gerð grein fyrir viðfangsefnum einstakra vinnupakka og verkþátta.

**Vinnupakki 1:  
Vistfræðilegar áskoranir, tækifæri og leiðir**

Meginmarkmið vinnupakka 1 er að greina líffræðilega og ólífræna þætti sem takmarka sjálfræðslu birkis og útbreiðslu birkivistkerfa og þróa verkfæri sem stuðla að markvissri áætlanagerð og skilvirkum endurheimtaraðgerðum. Niðurstöðurnar munu skila bættri þekkingu á skilyrðum fyrir landnám birkis og líkönum fyrir dreifingu þess í tíma og rúmi (1A). Kerfisbundin greining á möguleikum sjálfræðslu út frá sjálfsánu fræi og aðstæðum fyrir landnám gerir kleift að spá fyrir um sjálfræðslu á landsvísu og

segja til um hvers konar inngríp þarf þar sem líkur á sjálfgræðslu eru takmarkaðar (1B). Skilgreind verða viðmiðunarvistkerfi (1C) og stöðu- og tilfærslulíkön (1D) fyrir endurheimt birkiskóga sem gera skipulag og innleiðingu endurheimtarverkefna markvissari og stuðla að skilvirku árangursmati og aðlögun þeirra.

### Vinnupakki 2:

#### Samfélagslegar áskoranir, tækifæri og leiðir

Meginmarkmið vinnupakka 2 er að greina kerfislæga og samfélagslega þætti sem hafa jákvæð og/eða neikvæð áhrif á vernd og endurheimt birkivistkerfa. Niðurstöðurnar verða nýttar til að þróa verkferla sem bæta samsetningu og virkni stjórnkerfisins (e. governance system) sem hefur með vernd og nýtingu vistkerfa á landi að gera (2A), efla flæði og miðlun þekkingar og auka samstarf á milli haghafa (2B). Í verkþætti 2C verður viðhorf almennings til birkivistkerfa rannsakað ásamt fagurferðilegu gildi og upplifunargildi þeirra, auk þess sem fjallað verður um mikilvægi birkisins í menningu og listum og möguleika á notkun þess í hönnun. Niðurstöður vinnupakkans munu nýtast stjórnvöldum og öðrum haghöfum til að styrkja og efla stjórnarhætti (e. governance) fyrir stefnumörkun, ákvarðanatöku og þátttöku aðferðir við endurheimt birkivistkerfa.

### Vinnupakki 3:

#### Umhverfisáhrif og ávinningur endurheimtar

Vinnupakka 3 er ætlað að skýra umhverfislegan ávinning af endurheimt birkivistkerfa með áherslu á kolefnisforða vistkerfa (3A), vatnsbúskap (3B), líffræðilega fjölbreytni botngróðurs og jarðvegslífs (3C), sem og sjónræn landslagsáhrif (3D). Hann mun því auka þekkingu á þýðingu endurheimtar birkivistkerfa fyrir stærð kolefnisgeyma og þróun uppsöfnunar eða losunar, vatnsheldni og -miðlun, líffræðilega fjölbreytni ofan- og neðanjarðar (æðplöntur og jarðvegslífverur), ásamt sjónrænum landslagseinkennum birkiskóga og stöðu þeirra meðal helstu landslagsgerða á Íslandi. Gert verður líkan til að skýra kolefnisjöfnuð endurheimtra birkivistkerfa (3E), sem mun nýtast til að skipuleggja endurheimt og forgangsraða svæðum.

### Vinnupakki 4:

#### Samþætting og stjórnun

Samþætting, fræðsla og kynning á þverfræðilegum niðurstöðum verkefnisins og þróun leiðbeininga um verkferla við endurheimt er meginmarkmið vinnupakka 4, auk þess að tryggja aðgengi að afurðum verkefnisins á sameiginlegri vefsíðu. Þess utan snýr þessi vinnupakki að stjórn verkefnisins.

#### Lokaorð

Árangursrík endurheimt vistkerfa byggist á skýrri sýn á hvers konar vistkerfum stefnt skuli að, skilningi á eiginleikum þeirra, virkni og þeim vistfræðilegu ferlum sem að baki liggja. Árangurinn ræðst einnig

af áhuga og þekkingu haghafa og að stjórnarhættir styðji við vernd og endurheimt vistkerfa, hvort sem það er í gegnum lög, reglugerðir eða aðra hvata.

BirkiVist mun skila fjölbreyttum, þverfræðilegum rannsóknaniðurstöðum sem bæta þekkingu á birki-vistkerfum og samfélagslegri umgjörð fyrir vernd og endurheimt þeirra. Einnig gefur það yfirsýn yfir áhrif endurheimtar á ólíka þætti, frá örverum til upplifunar. Niðurstöður verkefnisins munu efla fræðilegan grunn fyrir þróun aðferða, verklags og forgangsröðunar við endurheimt birkivistkerfa byggt á bestu fánlegu þekkingu og kerfisbundinni greiningu. Afurðir verkefnisins felast einnig í leiðbeiningum og margs konar verkfærum er verða m.a. aðgengileg á opinni vefsíðu.

#### Heimildir

- Aradottir, A. L., & G. Halldorsson. 2018. Colonization of woodland species during restoration: seed or safe site limitation? *Restoration Ecology* 26: 573-583. <https://doi.org/10.1111/rec.12645>
- Arnalds, O. 2015. *The Soils of Iceland*. Springer, Dordrecht, Holland.
- Arnór Snorrason, Björn Traustason, Bjarki Þór Kjartansson, Lárus Heiðarsson, Rúnar Ísleifsson & Ólafur Eggertsson, 2016. Náttúrulegt birki á Íslandi – Ný úttekt á útbreiðslu þess og ástandi. *Náttúrufræðingurinn* 86: 97-111.
- Crofts, R. 2011. *Healing the Land. The Story of Land Reclamation and Soil Conservation in Iceland*. Soil Conservation Service of Iceland.
- Danfríður Skarphéðinsdóttir, Ása. L. Aradóttir, Bjarni D. Sigurðsson, Þröstur Eysteinnsson, Skúli Björnsson, Jón G. Pétursson, Borgþór Magnússon & Trausti Baldursson, 2007. *Vernd og endurheimt íslenskra birkiskóga*. Skýrsla og tillögur nefndar. Umhverfisráðuneytið. [https://www.stjornarradid.is/media/umhverfisraduneyti-media/media/PDF\\_skrar/Birkiskogar.pdf](https://www.stjornarradid.is/media/umhverfisraduneyti-media/media/PDF_skrar/Birkiskogar.pdf)
- Forsætisráðuneytið 2020. *Vísinda- og tæknistefna 2020-2022*. <https://www.stjornarradid.is/library/03-Verkefni/Visindi/V%c3%adsinda-%20og%20t%c3%a6knistefna%202020-2022.pdf>
- Gann, G.D., T. McDonald, B. Walder, o.fl., 2019. International principles and standards for the practice of ecological restoration. Second edition. *Restoration Ecology* 27: S1-S46. <https://doi.org/10.1111/rec.13035>
- IPBES, 2018. *The IPBES assessment report on land degradation and restoration*. Montanarella, L., R. Scholes, & A. Brainich (ritstj.). Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3237392>
- IPBES, 2019. *Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. S. Díaz, et al. (eds.). IPBES secretariat, Bonn. <https://ipbes.net/global-assessment>



- Jón Guðmundsson 2016. *Greining á losun gróðurhúsalofttegunda frá íslenskum landbúnaði*. Landbúnaðarháskóli Íslands. [https://www.stjornarradid.is/media/umhverfisraduneyti-media/media/PDF\\_skrar/Greining-a-losun-grodurhusa-vegna-landbunadar\\_161012JG\\_okt.pdf](https://www.stjornarradid.is/media/umhverfisraduneyti-media/media/PDF_skrar/Greining-a-losun-grodurhusa-vegna-landbunadar_161012JG_okt.pdf)
- Oskarsson, H., O. Arnalds, J. Gudmundsson & G. Gudbergsson, 2004. Organic carbon in Icelandic Andosols: geographical variation and impact of erosion. *Catena* 56: 225-238. <https://doi.org/10.1016/j.catena.2003.10.013>
- Ólafur Arnalds og Jón Guðmundsson, 2020. *Loftslag, kol-fni og mold*. Rit Lbhí nr. 133.
- Palmer, M. A., J. B. Zedler & D. A. Falk (ritstj.). 2016. *Foundations of Restoration Ecology*, 2nd edition. Island Press, Washington, DC.
- Pörtner, H.O., R.J. Scholes, J. Agard, o.fl., 2021. *Scientific outcome of the IPBES-IPCC co-sponsored workshop on biodiversity and climate change*. IPBES Secretariat. <https://doi.org/10.5281/zenodo.4659158>
- Stjórnarráð Íslands 2019. *Bætt landnýting í þágu loftslagsmála. Kolefnisbinding og samdráttur í losun frá landi*. [https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit-skyrslur-og-skrar/STJ\\_UMHV\\_kolefnisbinding\\_lokoutgafa.pdf](https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit-skyrslur-og-skrar/STJ_UMHV_kolefnisbinding_lokoutgafa.pdf)
- Stjórnarráð Íslands 2021. *Meir en þreföldun í endurheimt birkiskóga 2030*. <https://www.stjornarradid.is/efst-a-baugi/frettir/stok-frett/2021/09/16/Meir-en-threfoldun-i-endurheimt-birkiskoga-2030/>
- The Bonn Challenge, 2020. <https://www.bonnchallenge.org/>
- UAR, 2020. *Aðgerðaáætlun í loftslagsmálum. Aðgerðir íslenskra stjórnvalda til að stuðla að samdrætti í losun gróðurhúsalofttegunda til 2030*. Umhverfis- og auðlindaráðuneytið, Reykjavík. <https://www.stjornarradid.is/library/02-Rit-skyrslur-og-skrar/Adgerdaaetlun%20i%20loftslagsmalum%20onnur%20utgafa.pdf>
- UNCCD, 2022. *The Global Land Outlook*, second edition. United Nations Convention to Combat Desertification, Bonn. <https://www.unccd.int/resources/global-land-outlook/global-land-outlook-2nd-edition>
- UN Environment, 2019. *Global Environment Outlook - GEO-6: Healthy Planet, Healthy People*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781108627146>
- UNEP/FAO, 2020. *The UN Decade on Ecosystem Restoration 2021-2030*. UNEP/FAO <https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/30919/UNDecade.pdf?sequence=11>

---

# Jarðvegsöndun í lífskurn miðað við áætlaða hlýnun af völdum loftslagsbreytinga

*Eyrún Gyða Gunnlaugsdóttir - meistara-verkefni*

*eyrungyda@gmail.com*

Sumarið 2021 voru farnir þrjú leiðangrar að Landmannahelli með u.þ.b. mánaðar millibili. Þar var jarðvegsöndun í jarðvegsskán mæld á mismunandi tímum sólarhrings í hverri ferð, með tækjum sem hönnuð hafa verið af Ólafi Andrésyni og teymi hans. Fjölbreytileiki plantna var einnig rannsakaður með notkun plönturamma. Svæðið samanstendur af 16 mælipunktum og helmingur þeirra hulinn OTC-klefum sem valda 1°C-2°C hlýnun.

Markmið rannsóknarinnar er að sjá hvort munur er á jarðvegsöndun á milli hlýrri punkta og viðmiðunar-

punkta, og hvort það er á sólarhrings- eða árstíðagrunni. Einnig er um samanburð á plöntutegundum á milli OTC- og viðmiðunarpunkta að ræða og á hvaða hátt OTC-klefarnir valda breytingum á samsetningu plöntutegunda, sem og líffjölbreytileika þeirra.

Leiðbeinendur verkefnisins eru Alejandro Salazar-Villegas (LbHÍ), Ólafur Andrésón (HÍ), Jussi Heinon-salo (UH) og Kristiina Karhu (UH). Verkefnið er unnið við háskólann í Helsinki (UH).

---

## Langtímaáhrif áburðar á gróður, kolefni og nitur í sandjörð

*Guðni Þorvaldsson, Hólmgeir Björnsson og Þorsteinn Guðmundsson*

*gudni@lbhi.is*

Árið 1958 voru lagðar út þrjár tilraunir á Geitasandi á Rangárvöllum. Markmið þeirra var að finna út hvaða skammtar af nitri (N), fosfór (P) og kalíum (K) væru heppilegir á tún sem ræktuð eru upp á sandi. Tilraununum var ætlað að standa í fá ár en endirinn varð sá að þær stóðu í 50 ár. Tilraunareitir voru slegnir árlega og uppskera mæld. Tilraunir sem standa svona lengi bjóða upp á rannsóknir á langtímaáhrifum áburðar á jarðveg, jarðveglíf og uppskeru. Hér eru kynntar niðurstöður úr nitur-tilrauninni á áhrifum nituráburðar á uppsöfnun kolefnis og niturs í jarðvegi.

Tilraunameðferðir voru fjórar (50, 100, 150 og 200 kg N/ha árlega) og endurtekningar þrjár. Allir reitir fengu einnig P og K. Þegar tilraunin hafði staðið í

50 ár voru tekin jarðvegssýni úr öllum reitunum í þremur dýptum (0-5 cm, 5-10 cm og 10-20 cm dýpt). Mæld var rúmþyngd, pH-gildi, magn C og N og heildarmagn efna reiknað. Auðleyst Ca, Mg, K, Na og P var greint í ammóníumlaktatskoli.

Á tilraunatímabilinu myndaðist um 10 cm þykk rótar- og trefjamotta ofan á sandinum. Að meðaltali söfnuðust 424-597 kg C ha<sup>-1</sup> og 24-46 kg N ha<sup>-1</sup> á ári. Fyrir hvert kíló af ábornu N söfnuðust 1,05 kg af C og 0,15 kg af N ha<sup>-1</sup> að meðaltali á ári í jarðveginum. Öll grasuppskera var fjarlægð af reitunum. Binding C og N í grasinu er því viðbót við það sem safnaðist í jarðveginum. Meirihluti áborinna næringarefna fannst annað hvort í uppskerunni eða var í efstu 10 cm jarðvegsins þannig að lítið tapaðist með útskolun eða sem lofttegundir.

---

# Lífmassaföll fyrir sitkagreni

Lárus Heiðarsson og Arnór Snorrason

*larus.heidarsson@skogur.is*

Markmið þessarar rannsóknar var að uppfæra lífmassaföll þar sem hægt er, með mælingum á þvermáli og hæð, að áætla lífmassa trjáanna

ofanjarðar. Jöfnur til að meta rúmmál og lífmassa trjáa eru grunnur að mati á viðarmagni, lífmassa og kolefni í skógum.

---

## „Skógar rækta börn: Börn rækta skóga“

*Hildur Margrét Einarsdóttir*

NEMANDI Á LOKAÁRI Í SKÓGFRÆÐI VIÐ LANDBÚNAÐARHÁSKÓLA ÍSLANDS

*nem.hildurme@lbhi.is*

Markmið þessa lokaverkefnis er að ná yfirliti yfir skógarfræðslu í grunnskólum Íslands og að fá innsýn í sjónarmið skógargeirans um aðkomuna.

Undirmerkið:

1. Að draga saman tölulegt yfirlit, þ.e. að gera könnun meðal ákveðins úrtaks af grunnskólum á nýtingu skóga í útikennslu á:
  - a) útikennslu, hvernig hún er uppbyggð og framkvæmd hennar,
  - b) fjölda skólaskóga og fjölda notenda skóga. Hvernig er skógarfræðsla framkvæmd og hvaða skógarfræðsla er í gangi í skólunum?

2. Að gera könnun meðal umsjónaraðila skóga á því hversu mikil aðkoma og nýting grunnskólanna er á skógunum.

Sendar eru sambærilegar spurningar á hvorn hópinn um sig.

Einnig verða fengnar upplýsingar og rætt um kennslu á Menntavísindasviði H.Í. um hvernig nám og kennsla þar tengist því sem verið er að gera í grunnskólum landsins í sambandi við úti- og skógarfræðslu.

Niðurstöður lokaverkefnisins fela í sér útkomu spurningakannana og þeirra upplýsinga sem koma fram í þeim. Farið verður yfir stöðuna í dag og hvernig framtíðin lítur út fyrir skógarfræðslu á Íslandi.

# Sýkingamætti grágeitarsveppsins *Ophiostoma clavatum* á skógarfurufræplöntur

Þórhildur Ísberg<sup>1,3</sup>, Riikka Linnakoski<sup>2</sup>, Bjarni Diðrik Sigurðsson<sup>1</sup>, Risto Kasanen<sup>3</sup>

<sup>1</sup>LANDBÚNAÐARHÁSKÓLI ÍSLANDS, <sup>2</sup>NATURE RESOURCE INSTITUTE FINLAND (LUKE)  
<sup>3</sup>HELSINKIHÁSKÓLI

\*[thorhildur.is@gmail.com](mailto:thorhildur.is@gmail.com)

## Útdráttur

Á síðustu tveimur áratugum hefur orðið vart við aukinn dauða skógarfuru (*Pinus sylvestris*) samfara auknum sumarhita og þurrkum. Oft hafa sést borgöng eftir barkarbjöllum *Ips acuminatus* á dauðum skógarfurutrjám og merki um grágeitarsveppinn *Ophiostoma clavatum*. Tilgangur þessarar rannsóknar var að athuga hvort sveppurinn gæti verið valdur að dauða furanna eða almennt valdið fræplöntum af skógarfuru skaða. Rannsóknin fór fram í tilraunastofu við háskólann í Helsinki, þar sem 88 fræplöntum var skipt í þrjá hópa: 1) ósnertar samanburðarplöntur, 2) særðar plöntur án smits og 3) særðar plöntur sem smitaðar voru af *O. clavatum*. Eftir átta vikur fundust einungis marktæk áhrif á milli særðra og smitaðra plantna og ósnertra samanburðarplantna á heildarlífmassa, þegar tekið var tillit til stærðarmunar á plöntum í upphafi tilraunar, en sýkingin dró ekki marktækt úr vexti umfram það sem særingin ein og sér gaf. *O. clavatum* er því líklegast ekki einn og sér valdur að furudauðanum.

## Inngangur

Þessi grein er unnin upp úr stuttgrein á ensku sem áður hefur verið send til birtingar í *Icelandic Agricultural Sciences* (Þórhildur Ísberg o.fl., 2022).

Á síðustu tveimur áratugum hefur orðið vart við aukinn skógarfurudauða í fjallahéruðum Vestur-Evrópu sem og í Suður-Finnlandi samfara auknum sumarhita og þurrkum. Þar að auki hafa í mörgum trjána fundist borgöng eftir barkarbjöllum *Ips acuminatus* sem er algeng fylgibjalla skógarfurnnar (Wermelinger o.fl. 2008; Siitonen 2014). Algengasti fylgisveppur bjöllumnar er grágeitarsveppurinn *Ophiostoma clavatum* (Kirisits 2004; Linnakoski o.fl. 2012 og 2016). Tilgangur þessarar rannsóknar var að athuga hvort sveppurinn gæti verið valdur að dauða furanna eða almennt valdið fræplöntum skaða sem smitaðar væru af *O. clavatum*.

## Efni og aðferðir

Rannsóknin var framkvæmd við háskólann í Helsinki þar sem veturgamlar fræplöntur af skógarfuru (*Pinus sylvestris*) voru smitaðar af *O. clavatum*. Sveppurinn

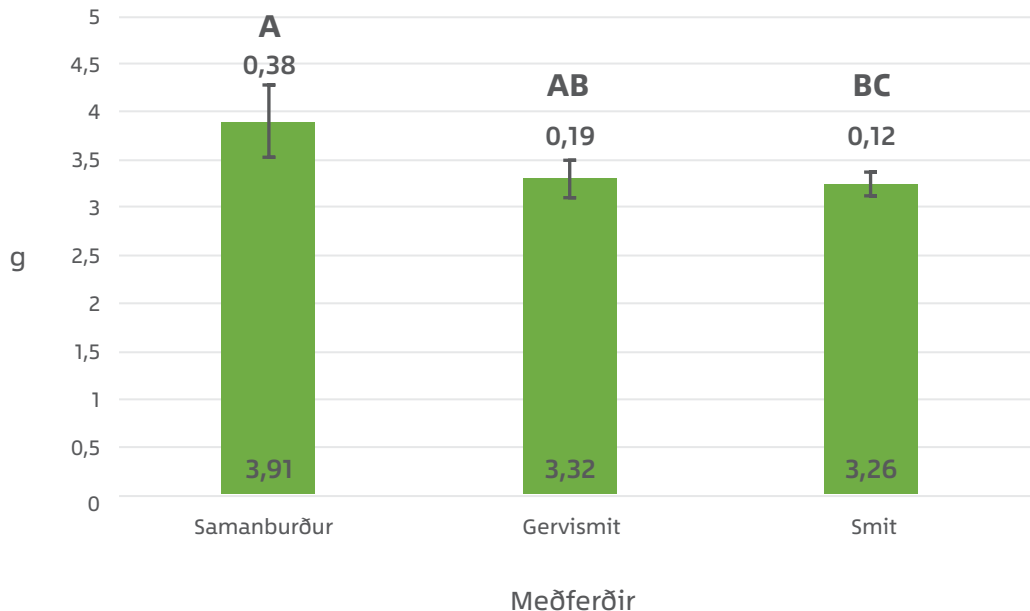
hafði verið einangraður af bjöllum *I. acuminatus* sem hafði verið safnað í Finnlandi. Samtals voru 88 plöntur notaðar í rannsókninni. Þar af voru 66 særðar til að líkja eftir barkarbjöllumskemmdum og smitaðar af *O. clavatum*, tíu voru særðar og fengu gervismit og 12 voru látnar ósnertar til samanburðar. Við særingu var berki flett af 3x4 mm svæði á stofni fræplantnanna og við smitun voru sveppþræðir sem ræktaðir höfðu verið á malt-agar lagðir í sárið ásamt malt-agarinum og lokað fyrir með Parafilm-borða. Við gervismit var farið eins að nema hvað ekkert sveppasmit var í malt-agarinum sem lagður var við sárið.

Fræplönturnar voru hafðar í hita- og ljósastrýrðu rými um átta vikna skeið þar sem þær voru vökv- aðar reglulega og færðar til í rýminu, til að jafna vaxtarskilyrðin milli þeirra. Fylgst var með plöntunum vikulega og öll streitueinkenni skráð.

Að lokinni átta vikna ræktun voru sárin skoðuð. Þá var berki flett af og smit, ef það fannst, mælt. Smitum var skipt í fjóra flokka: 0 ekkert smit, 1 < 0,5 mm útbreiðsla smits í kringum sárið, 2 0,5-2 mm útbreiðsla og 3 > 2 mm útbreiðsla. Að auki voru slemibivalin sýni tekin af sveppasýkingunni til að staðfesta með DNA-greiningu að um *O. clavatum* smit væri að ræða.

Að lokinni smitflokkun voru fræplönturnar þurrkaðar við 40°C í 48 klst. og vigtaðar. Rætur, stofnar og greinar og nálar voru aðskildar og vigtaðar sér til að kanna hvort munur væri á lífmassadreifingu smit- aðra og ósmitaðra plantna.

Tölfræðileg úrvinnsla fór fram í SAS 9.2 og innihélt próf á normaldreifingu, fylgniútreikninga og samvikagreiningu (fervikagreining þar sem tillit var tekið til upphafsástands mældra plantna). Þær breytur sem voru greindar tölfræðilega voru: hæð við smitun (H1), hæð í lok eftirfylgnitímabils (H2), munurinn þar á milli í cm (Hdiff) og hlutfallslegur (Hdiff\_rel), smitflokkur (Infection), heildarþurrvig (DW), nálar (Needle), rætur (Root), stofn og greinar (Stem), hlutfall milli nála og efnismassa (NMR), róta og efnismassa (RMR), stofns og greina og efnismassa (SMR), og róta og sprota (RSR).



**1. mynd.** Niðurstöður ANCOVA-prófs sýna meðaltöl og staðalskekkju þurrvigtar (g) fræplantna skógarfuru. Marktækur munur er á milli samanburðarhópsins og smitaða hópsins,  $P < 0,05$ .

## Niðurstöður

Engin sjáanleg streitumerki urðu á fræplöntunum á eftirfylgnitímabilinu en við lokaskoðun kom í ljós að 45% smituðu plantnanna höfðu tekið smit. Þá voru 55% án smits í flokki 0, 23% í flokki 1, 19% í flokki 2 og 3% í flokki 3 (gögn ekki sýnd).

Spearman-fylgniprófi var beitt til að kanna fylgni milli mældra breyta og smitflokka. Þar var engin marktæk fylgni á milli (gögn ekki sýnd). Þegar

mæld upphafshæð var reiknuð inn sem fylgibreyta í samvikagreiningu (ANCOVA) var marktækur munur á þurrvigt særða smitaða hópsins og samanburðarhópsins (1. mynd). Vaxtartapið var þar metið 17% á milli þessara tveggja hópa. Enginn annar marktækur munur fannst á milli hópa (tafla 1). Það er, munurinn var bara 2% á milli gervismitaða hópsins og þess smitaða en gervismitaði hópurinn hafði 15% minni þurrvigt en ósærði samanburðarhópurinn, en munurinn var ekki marktækur á milli þessara hópa, eins og áður sagði.

**Tafla 1.** Niðurstöðu ANCOVA-prófs með upphafshæð sem fylgibreytu. Aðrar breytur eru hæð í lok eftirfylgnitímabils (H2), munurinn þar á milli í cm (Hdiff) og hlutfallslegur (Hdiff\_rel), smitflokkur (Infection), heildarþurrvigt (DW), nálar (Needle), rætur (Root), stofn og greinar (Stem), hlutfall milli nála og efnismassa (NMR), róta og efnismassa (RMR), stofns og greina og efnismassa (SMR), og róta og sprota (RSR) RMR, SMR og RSR, var ekki ákvarðað þar sem niðurstöður voru ekki allar normaldreifðar.

Breytur	Meðaltal	Staðalskekkja	Meðaltal	Staðalskekkja	Meðaltal	Staðalskekkja	PR > F
H1	18,35	1,23	18,42	0,80	18,65	0,36	á ekki við
H2	20,33	1,37	20,26	0,87	20,71	0,41	0,7589
Hdiff	1,98	0,26	1,84	0,21	2,07	0,11	0,7589
Hdiff_rel	0,11	0,01	0,10	0,01	0,11	0,01	0,8227
Needle	2,20	0,21	2,01	0,08	2,04	0,06	0,3870
Root	0,81	0,05	0,79	0,04	0,78	0,02	0,7722
Stem	1,00	0,11	0,95	0,08	0,99	0,03	0,3870
NMR	0,55	0,02	0,54	0,02	0,53	0,00	0,6663
RMR	0,21	0,01	0,21	0,01	0,21	0,00	-
SMR	0,25	0,01	0,25	0,01	0,26	0,00	-
RSR	0,27	0,02	0,27	0,01	0,26	0,01	-

## Umræður

Sýkingamætti *O. clavatum* reyndist fremur lítið á fræplöntur skógarfuru. Einungis var marktækur munur milli þurrvigtar smitaðra fræplantna og samanburðarhópsins. Þar sem ekki var marktækur munur á milli gervismitaða hópsins og þess smitaða eða samanburðarhópsins þá höfðu sárið og smitið einungis lítil áhrif hvort um sig. *O. clavatum* er því líklegast ekki einn og sér valdur að séðum furudauða í Evrópu heldur koma þar væntanlega við sögu önnur umhverfisáhrif sem ýta undir fjölgun barkarbjallna og/eða veikja mótstöðu trjáanna. Lítið sýkingamætti *O. clavatum* í þessari rannsókn rímar vel við aðrar niðurstöður á skyldum grágeitarsveppum þ. á m. rannsóknnum Guérard o.fl. (2007) á sýkingarmætti *O. brunneo-ciliatum* í unglöntum skógarfuru sem og rannsóknnum Krokene o.fl. (2000) á mótstöðuafli skógarfuru gegn *O. canum* þar sem mótstöðuaflið jókst við endurteknar litlar sýkingar. Þar sem *O. clavatum* er alvanalegur fylgisveppur *I. acuminatus* sem er svo fylgibjalla skógarfuru (Kirisits 2004; Linnakoski o.fl. 2012 og 2016) þá má gera ráð fyrir því að mótstöðuafli gegn sýkingum hafi þróast samhliða ásókn sveppsins og hefur hann því lítil áhrif á vöxt og lifun trjáanna.

## Heimildir

Guérard, N., Maillard, P., Bréchet, C., Lietier, F. & Dreyer, E., 2007. Do trees use reserve or newly assimilated carbon for their defense reaction? A <sup>13</sup>C labelling approach with young Scots pine inoculated with a bark-beetle-associated fungus (*Ophiostoma brunneo ciliatum*). *Annals of Forest Science* 64(6): 601-608. <https://doi.org/10.1051/forest:2007038>

Kirisits, T., 2004. Fungal associates of European bark beetles with special emphasis on the Ophiostomatoïd fungi. Í: *Bark and wood boring insects in living trees in Europe, a synthesis* (ritstj. Lieutier, F., Day, K.R., Battisti, A., Grégoire, J.C. & Evans, H.F.). Kluwer Academic Publisher, Dordrecht: 181-234. [https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2241-8\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2241-8_10)

Krokene, P., Solheim, H. & Långström, B., 2000. Fungal infection and mechanical wounding induce disease resistance in Scots pine. *European Journal of Plant Pathology* 106(6): 537-541. <https://doi.org/10.1023/A:1008776002248>

Linnakoski, R., Beer, Z.W., Niemelä, P. & Wingfield, M.J., 2012. Associations of conifer-infesting bark beetles and fungi in Fennoscandia. *Insects* 3(1): 200-227. ; <https://doi.org/10.3390/insects3010200>

Linnakoski, R., Jankowiak, R., Villari, C., Kirisits, T., Solheim, H., de Beer, Z.W. & Wingfield, M.J., 2016. The *Ophiostoma clavatum* species complex: a newly defined group in the Ophiostomatales including three novel taxa. *Antonie van Leeuwenhoek* 109: 987-1018. <https://doi.org/10.1007/s10482-016-0700-y>

Siitonen, J., 2014. *Ips acuminatus* kills pines in Southern Finland. *Silva Fennica* 48(4):7. <https://doi.org/10.14214/sf.1145>

Wermelinger, B., Rigling, A., Schneider Mathis, D. & Dobbertin, M., 2008. Assessing the role of bark- and wood-boring insects in the decline of Scots pine (*Pinus sylvestris*) in the Swiss Rhone valley. *Ecological Entomology* 33(2):239-49. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2311.2007.00960.x>

Þórhildur Ísberg, Linnakoski, R., Bjarni D. Sigurdsson & Kasanen, R., 2022. The pathogenicity of the blue stain fungus *Ophiostoma clavatum* in Scots pine seedlings. *Icelandic Agricultural Sciences* 35 (í prentun).

---

# Útbreiðsla birkis í Bæjarstaðarskógi

*Guðmundur Freyr Kristjánsson – BS-verkefni*

*nem.gfk1@lbhi.is*

Verkefnið er um útbreiðslu birkis í Bæjarstaðarskógi. Notast er við loftmyndir og mældur er flötur yfir mismunandi tímabil. Loftmyndir eru fengnar frá Landmælingum Íslands, þar sem flötur Bæjarstaðar-

skógar er mældur á mismunandi tímabilum og útbreiðsla birkis þannig metin. Einnig voru mældir fletir í skóginum, sýni tekin og tré aldursgreind og skrásett.

---

# Útbreiðslusaga birkis við Merkihol og Stóra-Klofa

*Ægir Freyr Hallgrímsson*

*aegir.freyr.hallgrimsson@skogur.is*

Endurheimt vistkerfa er nauðsynlegt skref til þess spyrna við gróðureyðingu og er því mikilvæg í því sambandi. Til þess að endurheimta þó ekki sé nema hluta þess skógar sem hefur tapast hefur verið ráðist í stór endurheimtarverkefni á borð við Hekluskógaverkefnið. Aðferðafræði þess verkefnis byggist mikið á því að græða upp örfoka land með birkieyjum.

Í þessu verkefni var fjarkönnun með loftmyndum notuð til þess að skoða sjónrænar breytingar á þekju birkiskóga á tveim rannsóknarsvæðum frá 1960-2019. Rannsóknarsvæðin voru við Stóra-Klofa og Merkihol í Landsveit. Flatarmál skógarþekjunnar var mælt með klasagreiningu á misgömlum loftmyndum og mat lagt á útbreiðsluhraða skógarins

á mismunandi tímabilum. Helstu áhrifaþættir sem voru kannaðir voru veðurfar, Heklugos, búfjárbættir, landgræðsluaðgerðir og breytingar á gróðurfari. Rannsóknin sýndi að stærstu breytingar á skógarþekju áttu sér stað á árunum 2011-2019 þegar skógarþekja beggja svæðanna nánast tvöfaldaðist.

Niðurstöðurnar benda til þess bæði við Merkiholsskóg og Stóra-Klofa átti áburðardreifing stóran þátt í að mynda heppileg skilyrði fyrir útbreiðslu birki-skóga og seinna meir hafi lúpína mögulega aukið vöxt eldri birkiplantna á svæðinu. Gögn frá nálægum veðurstöðvum sýna að frá 1960-2020 hækkaði meðalhiti frá júní til ágúst um tæpar 2°C að meðaltali, sem væntanlega hefur bætt vaxtarskilyrði birkis.

---

# Þróun nýrra leiða við nýræktun skóga á Íslandi

*Jannick Elsner*

*jae14@hi.is*

Spurningar hafa vaknað um hvor leiðin sé vistfræðilega og hagrænt skilvirkari til þess að endurheimta skóglendi, að nýta beina sáningu á trjáfræi eða að gróðursetja trjáplöntur. Til að leggja mat á þessar leiðir voru tilraunir settar á fót á Suður- og Austurlandi á tíunda áratugnum. Alls voru tólf mismunandi aðferðir bornar saman fyrir innlent birki og þrjár tegundir innfluttra barrtrjáa. Rúmum tveimur áratugum síðar voru tilraunirnar metnar.

Af niðurstöðum þess mats má ráða, að stafafura sé eina tegundin sem hafi sýnt góðan árangur af beinni sáningu. Að einni tilraun undanskilinni reyndust gróðursettar stafafurur vaxa betur en þær sem komu upp af fræi. Marktæk áhrif ( $p < 0,005$ ) komu í ljós þegar bornar voru saman mismunandi aðferðir við beina sáningu. Með því að sá stafafurufraei í plastkeilur og með því að dreifa við sáningu seinleystum áburði náðist marktækt hærra lifun ( $p < 0,005$ ).

Þrátt fyrir aðeins lakari árangur af því að sá fræi á móti því að gróðursetja stafafuruplöntur, er kostnaðurinn við nýskógrækt með beinni sáningu stafafuru aðeins 30% af kostnaðinum við gróðursetningu. Því er það niðurstaða, að bein sáning á stafafuru sé raunhæf og hagkvæm leið til þess að rækta stafafuruskóg á Íslandi. Þörf er á frekari rannsóknum á mögulegri ágengni þessarar tegundar í íslenskum gróðurvistkerfum og þeim mögulega aukna kostnaði sem fylgir því að þurfa að kosta meiru til grisjunar stafafuruskóga sem orðið hafa til við beina sáningu.

## Developing new afforestation methods in Iceland

In ecological and economic terms, it is questionable, whether planting trees is more effective than direct seeding. To investigate the differences, between both methods, several woodland creation trials were set up in South and East Iceland between 1993 and 1997. A total of twelve establishment methods have been tested on four tree species, including native birch and non-native conifers. More than two decades later, all upcoming trees were assessed in terms of survival, height and further growth criteria. Lodgepole pine proved to be the only species with sufficient survival rate in all trials. Apart from one trial, planted pines always performed better than seeded ones. However, within the direct seeding methods, providing the seed with shelter and slow-release fertilizer had a significant effect ( $p < 0.005$ ), both on the survival rate and height growth of lodgepole pine. Still, regarding supply chain costs, afforestation by direct seeding entails only 30% of the costs associated with planting. Therefore, woodland creation with directly seeded lodgepole pine can be regarded a viable addition to current planting efforts. However, further studies on the invasiveness of this species in the Icelandic context are needed, as well as on subsequent costs, such as thinning operations.



### **Fagnefnd Fagráðstefnu 2022**

- Edda Sigurdís Oddsdóttir, Skógræktinni (edda@skogur.is)
- Bjarni D. Sigurðsson, Landbúnaðarháskóla Íslands (bjarni@lbhi.is)
- Valdimar Reynisson, Skógfræðingafélagi Íslands
- Jón Ásgeir Jónsson, Skógræktarfélagi Íslands
- Hlynur G. Sigurðsson, Bændasamtökum Íslands

### **Undirbúningsnefnd Fagráðstefnu 2022**

- Edda Sigurdís Oddsdóttir, Skógræktinni (edda@skogur.is)
- Hreinn Óskarsson, Skógræktinni
- Trausti Jóhannsson, Skógræktinni

