

ARNÓR SNORRASON OG SIGRÍÐUR JÚLÍA BRYNLEIFSDÓTTIR

# Áhrif fjórföldunar nýskógræktar á Íslandi á losun og bindingu gróðurhúsalofttegunda

## Inngangur

Um fátt er jafnmikið fjallað nú um stundir og loftslagsvána. Í Parísarsamkomulaginu sem samþykkt var í lok árs 2015 voru skjalfest markmið þjóðríkja heims að draga svo úr losun gróðurhúsalofttegunda að hnattræn hlýnun haldist innan við 2°C. Ísland, ásamt Noregi og ríkjum Evrópusambandsins, setti sér markmið um 40% samdrátt í nettólosun gróðurhúsalofttegunda fyrir árið 2030. Segja má að ríkisstjórn Katrínar Jakobsdóttur sem tók til starfa seint á árinu 2017 hafi bætt um betur, en í stjórnarsáttmála hennar er stefnt að því að gera betur en Parísarsamkomulagið segir til um. Stefnt verður að kolefnishlutlausu Íslandi í síðasta lagi árið 2040.

Nýskógrækt, það er ræktun skóga á skóglausu landi, hefur frá upphafi umræðna og alþjóðasamninga um loftslagsmál verið viðurkennd aðferð til að draga úr nettólosun gróðurhúsalofttegunda með bindingu koldíoxíðs (CO<sub>2</sub>) úr andrúmslofti. Sú nýskógrækt

sem fjallað er um hér er einungis nýskógrækt frá og með árinu 1990 sem er viðmiðunarár Kyoto-bókunarinnar.

Við mátum kolefnisbindingu og kostnað miðað við nýjustu upplýsingar um núverandi skóga á Íslandi og bárum saman aukna bindingu og aukinn kostnað af fjórföldun nýskógræktar frá því sem nú er. Auk þess reyndum við að meta hvort mannaflí og framleiðslutæki væru tiltæk. Fyrir utan að gera grein fyrir nettóbindingu nýskógræktar metum við einnig samdrátt í losun gróðurhúsalofttegunda frá framræstu votlendi sem tekið er til skógræktar.

## Kolefnisbindingarlíkanið

Líkanið sem við notuðum við að áætla lífmassavöxt trjágróðurs er ekki nýtt af nálíni en niðurstöður úr því voru fyrst birtar í Skógræktarritinu 2006 en síðan hafa verið gerðar töluverðar lagfæringar á því.

Í grunninn byggist líkanið á vaxtarferlum helstu trjategunda í skógrækt á Íslandi. Vaxtarmælingar sem gerðar voru um land allt á árunum 1999-2001 eru undirstaðan við gerð vaxtarferlanna sem notaðir eru. Af 1.940 mælingum voru 1.340 nýttar við gerð vaxtarferla. Fyrir algengustu trjategundirnar hafa verið gerðir fleiri en einn ferill eins og sjá má í töflu 1. Þeir lýsa þá mismunandi vaxtarskilyrðum eða grósku. Við notuðum ferla fyrir meðalgrósku í líkan okkar.

Listi yfir fjölda gróðursettra trjáplantna eftir trjategundum er birtur í Skógræktarritinu á hverju ári og síðustu tölur sem voru birtar eru fyrir árið 2016. Við gerum ráð fyrir að hlutfall trjategunda breytist þannig að hlutur alaskaaspar aukist frá um 8% í 13%, hlutur birkis vaxi lítilliga (í 30%), sitkagreni og stafafura standi í stað (17% og 20%) en hlutur lerkis dragist saman (í 18%) sem og hlutur annarra tegunda en þeirra sem þegar hafa verið nefndar (úr 7% í 2%). Mikilvægt

	Gróska	Lota ár	Meðalbinding t CO <sub>2</sub> /ha og ár
<b>Alaskaösp</b>	Mikil	30	23,2
	Meðal	38	16,2
	Lítill	49	8,0
<b>Sítkagreni</b>	Mikil	60	10,5
	Meðal	67	8,3
	Lítill	71	6,5
<b>Stafafura</b>	Mikil	42	9,4
	Meðal	42	7,0
	Lítill	42	4,6
<b>Síberíulerki</b>	Mikil	55	7,2
	Lítill	68	5,0
<b>Birki</b>	Mikil	59	3,4
	Meðal	64	3,1
	Lítill	66	2,7
<b>Hægvaxta greni</b>	Meðal	90	4,6

Tafla 1. Árleg meðalbinding t CO<sub>2</sub>/ha eftir mismunandi lotulengd, grósku og trjategund.

er að spár um trjategundanotkun og landgerð til nýskógræktar séu sem nákvæmastar þar sem áhrif tegundanotkunar á nettó kolefnisbindingu eru mikil.

Flatarmál nýskógræktar er metið eftir gróðursettum plöntufjölda á hverju ári og er gert ráð fyrir að gróðursettar séu í hvern hektara lands 2.350 plöntur og 75% gróðursetninga komist á legg. Því þarf 3.133 plöntur á hvern hektara af uppvöxnum skógi. Í þeim fjölda eru þá þær plöntur sem notaðar eru til að bæta inn í gisnar gróðursetningar.

Fyrir sviðsmynd S1 gerðum við ráð fyrir að árlegur fjöldi gróðursettra trjáplanta héldist sá sami og hann var 2016. Fyrir sviðsmynd S4 var aftur á móti gert ráð fyrir fjórföldun plöntufjölda á árabílinu 2020 til 2023 (sjá nánar í töflu 3). Aukning í plöntufjölda fyrir S4 tók mið af þeim innviði sem fyrir eru, m.a. plöntuframleiðslu og hve hratt væri hægt að byggja upp þá innviði sem upp á vantar.

Niðurstöður úr líkaninu eru síðan kvarðaðar við niðurstöður úr landskógarúttekt.

Líkanið spáir ekki einungis fyrir um bindingu CO<sub>2</sub> heldur einnig losun og viðarframleiðslu vegna skógarhöggis hjá þeim trjategundum sem gert er ráð fyrir að verði nýttar til viðarvinnslu. Við gerum ráð fyrir að alaskaösp ásamt barrtrjategundum verði nýttar markvisst til viðarvinnslu og nýtingarhlutfall þessara skóga verði 78%.

Aðrir bindingar- og losunarstuðlar sem notaðir voru í spánni eru flatarmálstengdir og eru að öllu leyti sambærilegir við stuðla sem eru notaðir í nýjasta loftslagsbókhalði Íslands.

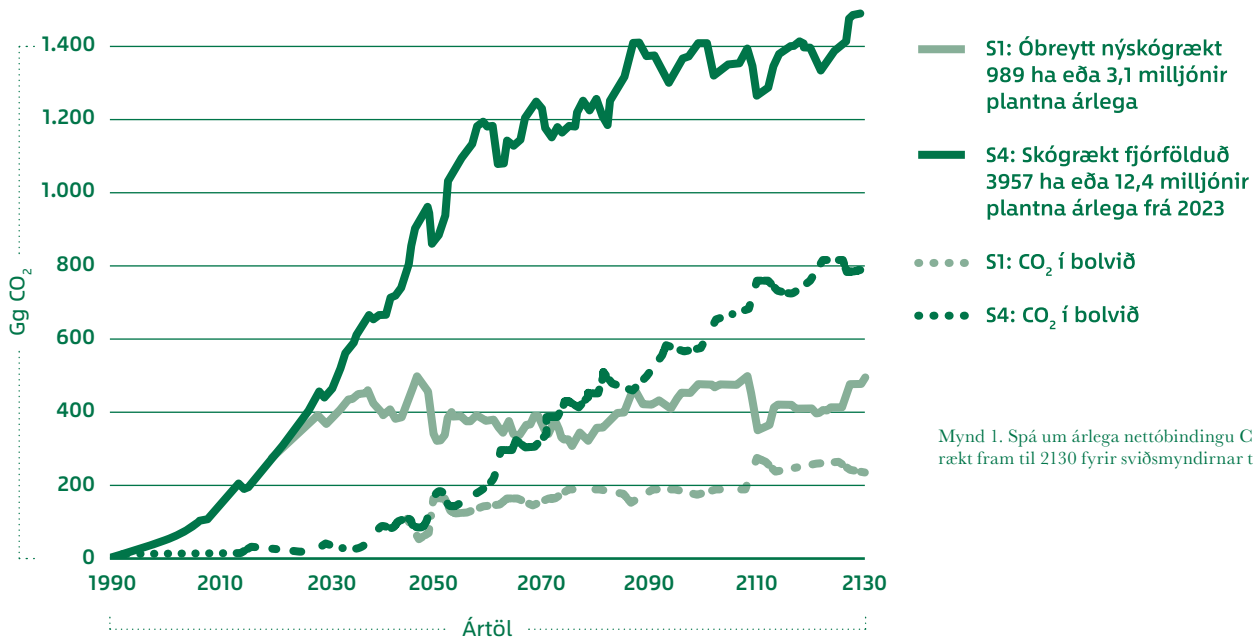
Landi sem tekið er til nýskógræktar er hægt að skipta gróflega í þrjá flokka:

1. Lítt gróið þurrlendi með gróðurþekju undir 20%. Hér er notaður sami jarðvegsbindinguúðull og fyrir landgræðslu, 1,88

tonn CO<sub>2</sub> á ha og ár. Bindiáhrifin eru látin verka í 60 ár eftir gróðursetningu. Hluttur þessarar landgerðar í nýskógrækt 1990-2016 var 21,5%.

2. Hálfgróið til gróið þurrlendi. Hér er notaður jarðvegsbindinguúðull fyrir gróið skógræktarland í 50 ár eftir gróðursetningu, 1,34 tonn CO<sub>2</sub> á ha og ár. Hluttur þessarar landgerðar í nýskógrækt 1990-2016 var 71,0%.

3. Framræst votlendi tekið til skógræktar. Um er að ræða áður framræst land sem hafði losað árlega 23,04 CO<sub>2</sub>-ígildi á ha áður en það var tekið til skógræktar. Þegar ræktaður hefur verið á því skógur er losun frá því 2,19 CO<sub>2</sub>-ígildi á ha og ár. Þarna losna lofttegundirnar CO<sub>2</sub>, CH<sub>4</sub> og N<sub>2</sub>O. Losun frá framræstu landi hefur ekki tímatakmörkun í bókhalði Íslands. Hluttur þessarar landgerðar í nýskógrækt var 7,5%.



Fyrir alla þrjá landflokka gildir sami bindistudull fyrir sóp, 0,52 CO<sub>2</sub> á ha og ár. Sóp er dautt lífrænt efni sem safnast fyrir á yfirborði lands, aðallega dauðar trjágreinar.

Kvörðun rauntalna við spátölur var 94,1% fyrir flatarmál og þann fjölda gróðursettra plantna sem þarf til að rækta skóg á hverjum hektara lands. Það þýðir að fyrir hvern hektara þarf að gróðursetja 3.330 plöntur í stað 3.133 plantna eins og gert var ráð fyrir í forsendum líkansins. Kvörðun fyrir kolefnisbindingu trjágróðurs var 100,2% sem þýðir að mæld binding reyndist 0,2% meiri en spáð binding með vaxtarferlum trjátegunda.

### Kostnaður við nýskógrækt

Þegar kostnaður við hvern hektara var metinn voru notaðar rauntölur vegna plöntukaupa hjá Skógræktinni árið 2017, auk kostnaðar við gróðursetningu, áburð og áburðargjöf og kostnað við jarðvinnslu í samræmi við greiðslutaxta til skógarbænda. Umsýslukostnaður var reiknaður 15% ofan á allan annan kostnað. Kostnaðartalan var síðan uppreiknuð í samræmi við breytingar á vísitölu framfærslukostnaðar og vísitölu neysluverðs frá janúar 2017 til desember 2017. Verðlagsbreytingin á þessu tímabili var 2,5% hækkun. Niðurstaða kostnaðarútreikninga var að ræktun á hverjum hektara skógar kostar 378.720 kr. Ekki var gert ráð fyrir

magnáhrifum á verðlag vöru og þjónustu þó að búast megi við lækkun einingaverðs með auknu magni, ekki síst á verði skógarplantna sem er sá þáttur sem vegur mest í kostnaði við nýskógrækt.

### Bindingar- og kostnaðarspá

Mynd 1 sýnir spá um árlega nettóbindingu CO<sub>2</sub> í nýskógrækt fram til 2130 fyrir sviðsmyndirnar tvær. Þarna er öll binding í trjám, sópi og jarðvegi að frádreginni allri losun, þ.m.t vegna framræsts votlendis og viðartekju úr nytjaskógum. Einnig er á myndinni línurit yfir kolefnisforða borðviðar sem er tekinn úr nytjaskógum. Hann gefur vísbendingu um mögulegan kolefnisforða í viðarafurðum framtíðar. Á árinu 2016 voru aðeins rúm 6% bolviðar nýtt í borðviðarframleiðslu. Með því að auka hlut borðviðar og annarrar nýtingar sem varðveitir viðinn er hægt að auka kolefnisbindingu nýskógræktar til muna. Þá mundi hluti af þeim ferlum sem sýna kolefnisforða í borðvið bætast við ferla kolefnisbindingar.

Fyrstu 16 ár tímabilsins eru ekki spágildi heldur raungildi úr mælingum sem birt hafa verið í bókhalda gróðurhúsalofttegunda fyrir Ísland.

Líkanið spáir aukinni kolefnisbindingu fyrir báðar sviðsmyndir en aukningin fyrir S4 heldur áfram út allan spátímann. Töluverð sveifla er á árlegri bindingu sem ræðst af

grisjunum og lokahöggi í stórum árgöngum viðarnytjategunda. Fallið sem á sér stað 2050 verður vegna þess að þá hefst lokahögg í stórum árgangi lerkis á Fljótsdalshéraði.

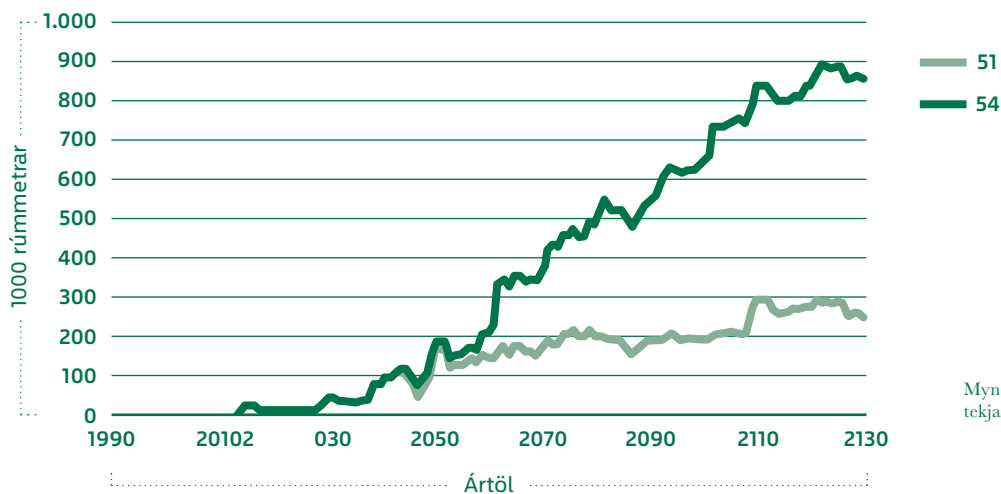
Þegar framræst votlendi er tekið til skógræktar breytast losunarstuðlar og metin losun á hvern ha minnkar um sem nemur mismuninum á losun á skóglausu og skógi vöxnu framræstu votlendi. Mismunurinn þarna á milli er mjög mikill eða 20,85 tonn CO<sub>2</sub>-ígilda losunar á ha og ári og skiptir þar mestu að stuðull fyrir beina losun CO<sub>2</sub> er mun hærri á framræstu votlendi sem er skóglaut en á því sem er skógi klætt. Þessi áhrif eru sýnd í töflu 2. Þau eru umtalsverð eða um 25% af heild þó að flatarmál framræst votlendis sem nýtt hefur verið undir nýskógrækt sé aðeins 7,5%.

Eins og sjá má á mynd 2 er lítil munur á S1 og S4 fram yfir miðja öld en þá gæti innlend viðarframleiðsla verið að nálgast 200 þúsund rúmmetra. Eftir það vex munurinn hratt og um næstu aldamót verður munurinn rúmir 400 þúsund rúmmetrar.

Í töflu 3 má sjá framkvæmdarhraða og fjórföldun gróðursetningar frá því sem var 2016 sbr sviðsmynd S4. Á árunum 2017 til 2019 er gert ráð fyrir sama fjölda gróðursettra plantna og árið 2016. Á árunum 2020 til 2023 eykst árleg gróðursetning á bilinu 24% til 61%. Frá og með 2023 er fjórföldun náð.

	2020	2030	2040	2050
<b>Óbreytt árleg nýskógrækt (S1) ha</b>	40.000	49.300	58.600	67.900
<b>Nettóbinding skóga og skógræktar</b>	267.000	362.000	409.000	329.000
<b>Minnkuð losun frá framræstum mýrum</b>	87.000	108.000	130.000	152.000
<b>Samtals áhrif</b>	354.000	470.000	539.000	481.000
<b>Fjölfölduð nýskógrækt 2023 (S4) ha</b>	40.600	74.700	111.900	149.100
<b>Nettóbinding skóga og skógræktar</b>	268.000	435.000	663.000	859.000
<b>Minnkuð losun frá framræstum mýrum</b>	88.000	152.000	222.000	292.000
<b>Samtals áhrif</b>	356.000	587.000	885.000	1.151.000
<b>Munur á samdrætti nettólosunar eftir sviðsmyndum</b>	2.000	117.000	346.000	670.000
<b>Munur á ræktuðum hekturum</b>	600	25.400	53.300	81.200

Tafla 2. Heildaráhrif nýskógræktar á jöfnuð gróðurhúsalofttegunda við upphaf næstu fjögurra áratuga. Einnig er sýndur munur á áhrifum milli sviðsmynda-anna tveggja.



	2017-2019	2020	2021	2022	2023 ->
<b>Árleg gróðursetning (millj. plantna)</b>	3,1	5	6,2	8	12,4
<b>Árlegt flatarmál nýgróðursetninga (pús. ha)</b>	1,0	1,6	2,0	2,6	4,0
<b>Kostnaður á ári (milljónir króna)</b>	380	610	760	980	1.520

Tafla 3: Áætluð árleg gróðursetning, árleg flatarmáls- aukning nýræktaðra skóga og kostnaður ár hvert við fjölföldun nýskógræktar (Sviðsmynd S4).

## Land til nýskógræktar

Nú liggja fyrir ríflega 620 þinglýstir samningar um nytjaskógrækt á lögbýlum og er samningsbundið land um 54 þúsund hektarar. Af þeim er búið að gróðursetja í um 26 þúsund hektara. Aðsókn í verkefnið er mikil en á síðasta ári var tekið á móti um 40 umsóknum og því ljóst að á árinu 2018 mun enn bætast við samningsbundið land.

Auk nytjaskógræktar á lögbýlum eru fjölmörg svæði tilbúin til skógræktar innan landa Skógræktarinnar, skógræktarfélaganna og samstarfsverkefna Skógræktarinnar og Landgræðslu ríkisins. Má þar nefna sem dæmi athafnasvæði Hekluskóga sem nær yfir tugi þúsunda hektara.

Því er ljóst að skortur á landi verður ekki til að standa í veginum fyrir fjórföldun nýskógræktar. Ætíð þarf þó að huga framboði lands með góðum fyrirvara og skipuleggja vel áratugi fram í tímann land til nýskógræktar eins og gert hefur verið í öllum stærri skógræktarverkefnum til þessa.

## Plöntuframleiðsla

Þegar gróðursetningar voru hvað mestar á Íslandi, á árunum fyrir efnahagshrunið 2008, voru gróðursettir um 6 milljónir plantna árlega. Þá voru plöntuframleiðendur á annan tug, mikil þekking varð til auk aðstöðu og búnaðar. Á síðustu árum hefur meirihluti plöntuframleiðenda helst úr lestinni, m.a. vegna þess að framleiðslumagn er of lítið og plöntusamningar ekki gerðir til lengri tíma en þriggja ára í senn. Ætla má að þær gróðrarstöðvar sem enn eru starfandi geti framleitt á bilinu 3 til 3,5 milljónir plantna án þess að fara út í frekari fjárfestingar. Aðstaða og þekking er enn til staðar víðsvegar um land og

því fyrr sem ákveðið verður að auka aftur nýskógrækt því líklegra er að skógarplöntuframleiðendur haldi búnaði og húsum og geti hafið undirbúning að því að stækka við sig í tíma.

## Mannaflapörf

Nýleg innlend rannsókn á mannaflapörf í skógrækt leiddi í ljós að 20,6 ársverk sköpuðust vegna hvernar 1 milljónar gróðursettra plantna. Um var að ræða beint vinnuframlag við framleiðslu skógarplantna, jarðvinnslu, slóðagerð, gróðursetningu, áburðargjöf, vörslu lands, umhirðu og grísjun ungskógar auk ráðgjafar og utanumhalds. Við teljum að í þessari rannsókn sé mannaflapörf við fyrstu grísjun vanmetin. Miðað við leiðréttu mannaflapörf eru bein ársverk í skógrækt tæplega 84 miðað við S1 en fara í 334 við fjórföldun skógræktar. Þessi ársverk dreifast um byggðar sveitir landsins þar sem skógrækt er og verður stunduð. Þá eru ótalin óbein og afleidd störf sem skapast við rannsóknir, verslun og þjónustu svo eitthvað sé nefnt.

Huga þarf í tíma af framboði fagfólks en á síðustu fimm árum hafa 12 skógfræðingar útskrifast frá Landbúnaðarháskóla Íslands með BS-gráðu og fjórir með meistaragráðu. Auk þess hafa nokkrir lokið skógfræði frá erlendum háskólum á sama tímabili. Fram kom fyrr í þessari grein að það tekur 1-3 ár að framleiða plöntu, það tekur 3-5 ár að mennta skógfræðing og önnur 3-5 ár fyrir sömu manneskju að ná fullri læрни í starfi.

Við fjórföldun skógræktar verður komin stærðarhagkvæmni og meira atvinnuöryggi og vænlegra að stofna verktakafyrirtæki til að þjóna skógarbændum og öðrum skógræktendum. Að miklu leyti eru þessir verkþættir framkvæmdir á vorin, sumrin og haustin

þannig að störfín eru árstíðabundin. Vinna við skógrækt hentar t.d. vel til að koma til móts við spurn eftir atvinnu fyrir skólafólk á sumrin. Á hinn bóginn eru heilsársstörf við áætlanagerð, ráðgjöf og plöntuframleiðslu. Allt styður þetta við hvað annað og aðra atvinnu í dreifðum byggðum landsins.

## Lokaorð

Við sýnum fram á að fjórföldun nýskógræktar frá því sem nú er mun strax upp úr árinu 2030 hafa mikil áhrif á nettólosun gróðurhúsalofttegunda og á næstu tveimur áratugum þar á eftir munu þau áhrif tæplega sexfaldast. Heildaráhrif skógræktar væru þá um miðja þessa öld um 1,15 milljónir tonna CO<sub>2</sub> ígilda sem er fjórðungur af núverandi heildarlosun frá Íslandi sem talin er fram í bókhaldi Kyoto-bókunnar loftslagssamningsins. Aukningin mundi hafa í för með sér kostnaðarauka upp á 1,14 milljarða á ári vegna stofnkostnaðar við nýskógrækt. Nýskógrækt í dag er að stórum hluta kostuð af ríkissjóði og því má búast við að það komi í hlut ríkisins að leggja til stærstan hluta þess fjármagns. Við teljum að hvorki land, framleiðslutæki né mannafla séu takmarkandi þáttur við fjórföldun nýskógræktar en skipuleggja þarf framboð þessara þátta með margra ára fyrirvara.