

Rit

Mógilsár

Rannsóknastöðvar
Nr. 29 /2013

skógræktar
ISSN 1608-3687

Úttekt á kolefnisbindingu skógræktar á svæðum í eigu Landsvirkjunar



SKÓGRÆKT
RÍKISINS

RANNSÓKNASTÖÐ SKÓGRÆKTAR
MÓGILSÁ

Arnór Snorrason og Björn Traustason

Rannsóknastöð skógræktar, Mógilsá

Tölvupóstfang: arnor@skogur.is

Unnið fyrir Landsvirkjun

Úttekt á kolefnisbindingu skógræktar á svæðum í eigu Landsvirkjunar

©Arnór Snorrason og Björn Traustason

http://www.skogur.is/mogilsarrit/29_2013.pdf



Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar skógræktar

Nr 29/2013

ISSN 1608-3687

Ritnefnd:

Ólafur Eggertsson

Edda Sigurdís Oddsdóttir

Björn Traustason

Ábyrgðarmaður:

Aðalsteinn Sigurgeirsson

<http://www.skogur.is/mogilsarrit>

Uppsetning: Edda Sigurdís Oddsdóttir

Forsíðumynd: Skógmælingar við Búrfell; ©Björn Traustason

Baksíðumynd: Rannsóknastöð skógræktar, Mógilsá; ©Edda Sigurdís Oddsdóttir

Prentun: Rannsóknastöð skógræktar, Mógilsá

Efnisyfirlit

Samantekt.....	5
Inngangur.....	5
Efni og aðferðir.....	6
Uppfærsla á skógarkortum.....	6
Flokkun reita og staðaval úrtaks.....	6
Skógmælingar.....	7
Stærð mæliflata.....	7
Gagnaöflun á mælifleti.....	7
Úrvinnsla.....	7
Niðurstöður.....	11
Umræða.....	11
Samanburður við áður áætlaða bindingu.....	11
Samanburður á mati á stærð skógræktarsvæða.....	13
Samanburður á mati á bindingu skógræktarsvæða.....	13
Heimildir.....	14
Viðauki A: Kort af skóglendum Landsvirkjunar ásamt staðsetningu mæliflata.....	15

Efni þessa rits var gefið út af Landsvirkjun sem opin skýrsla (skýrslunúmer: LV-2012-062) í 20 eintökum í maí 2012. Með leyfi verkefnisstjóra viðkomandi verkefnisins hjá Landsvirkjun er efni hennar gefið út sem rit Mógilsár með það að markmiði að það öðlist meiri útbreiðslu og verði aðgengilegt á veraldarvefnum og á vettvangi fagfólks í skógrækt og landnýtingu.

Samantekt

Hér er kynnt úttekt sem gerð var sumarið og haustið 2011 með það að markmiði að meta með viðurkenndum og vísindalegum hætti kolefnisbindingu skóglenda sem teljast vera í eign Landsvirkjunar. Sumarið 2011 voru skóglendi kortlögð í nágrenni Sogs-, Blöndu- og Búrfellsvirkjana. Þessi skóglendi voru flokkuð og mælifletir lagðir tilviljana-kennt út í hvern flokk. Út frá trjásmælingum og landgerðarmati sem fram fór á mæliflötum var lífmassa-vöxtur og þar af leiðandi kolefnisbinding trjágróðurs áætluð ásamt bindingu í jarðvegi og sópi. **Út frá þessari vinnu var hægt að áætla heildar-bindingu koldíoxíðs (CO₂) í skóglendum Landsvirkjunar á árinu 2011 á bilinu 570-770 tonn með 95% öryggi.**

Inngangur

Í umhverfisstefnu sinni leggur Landsvirkjun áherslu á að takmarka kolefnisspor við nýbyggingu og rekstur virkjana á vegum fyrirtækisins (Landsvirkjun, 2011). Einn þáttur í þeirri viðleitni er binding koldíoxíðs með skógrækt. Gerir Landsvirkjun grein fyrir þeirri bindingu í kolefnisbókhaldi sínu sem hún birtir árlega í sérstakri umhverfisskýrslu (Landsvirkjun, 2011). Kolefnisbinding skóga Landsvirkjunar kemur þar til frádráttar losunar en þar skiptir mestu losun CO₂ vegna jarðvarmavirkjana. Fram til þessa hefur mat á bindingu byggst á flatarmáli og einföldum meðaltalsbindistudlum (Landsvirkjun, 2008) og er í þessari úttekt sem hér er kynnt gerð nokkur bragabót á.

Skógrækt á vegum Landsvirkjunar á sér

Binding yngri svæða er töluvert minni en binding eldri svæða sem þó eru enn ung að árum með meðalaldur á bilinu 12 til 18 ár. Því má búast við að binding í skóglendi Landsvirkjunar muni í nánustu framtíð aukast verulega. Samanburður á eldra mati á bindingu skóglenda Landsvirkjunar og því mati sem hér er kynnt leiðir í ljós að fyrra mat Landsvirkjunar er hærra og skiptir þar öllu máli að Landsvirkjun hefur metið skógræktarsvæði sín mun stærri að flatarmáli en hér er gert. Þó er það svo að sú binding á flatareiningu sem Landsvirkjun hefur notað í sýnum útreikningum (5,9 tonn CO₂ á ha og ár) gefur bindingu allra svæða miðað við endurskoðað flatarmál þeirra, innan skekkjumarka þeirrar bindingar sem hér er áætluð.

nokkuð langa sögu og var tilgangur hennar annar í upphafi þ.e. að græða upp, skýla og fegra nánasta umhverfi virkjana Landsvirkjunar þar sem því var við komið.

Á þremur stöðum á landinu hefur Landsvirkjun stundað í áratugi töluverða nýskógrækt. Þetta eru svæði við Sogsvirkjanirnar þrjár, við Blönduvirkjun og við Búrfellsvirkjun. Gróðursetningar á þessum svæðum eru á misjöfnum aldri en mest er um fremur ungan skóg að ræða og í sumum tilvikum aðeins nokkurra ára gamlar gróðursetningar.

Af beiðni Landsvirkjunar var Rannsóknastöð Skógræktar á Mógilsá falið að meta með nákvæmari hætti þá kolefnisbindingu sem á sér stað á þessum skógræktarsvæðum. Sú úttekt sem hér

er kynnt og niðurstöður hennar eiga að varpa skýrara ljósi á stöðu kolefnis-bindingar í skógum Landsvirkjunar.

Efni og aðferðir

Við mat á kolefnibindingu skóglenda var notuð matsaðferð sem byggir á mælingum á úrtaki úr skógræktinni. Úrtaksáðferðin sem hér er valin er kölluð flokkað slembival (e: stratified random sampling) og hefur verið notuð við skógmælingar um langt skeið (Anthonie Van Laar o.fl., 2007). Hún hentar vel fyrir einstök skógarsvæði ef þau og mismunandi skógareiningar (skógarreitir) innan þeirra eru vel skilgreind og landfræðilega afmörkuð. Fyrir sömu nákvæmniskröfu er hægt að hafa færri úrtaksmælingar en ef úrtakssvæðið væri ekki flokkað í úrtaksflokka.

Uppfærsla á skógarkortum

Þrátt fyrir að til væru uppdrættir af skógrækt á svæðunum þremur var nauðsynlegt að fara út í nákvæmari kortlagningu þar sem öllum skógarreitum voru gefin stöðluð gildi sem lýsa þeim trjátegundum sem þar eru, ásamt hæð og fleiri þáttum. Ef fyrirliggjandi skóg-

ræktarkort lýsti afmörkun svæðisins með fullnægjandi hætti þá var nóg að gefa reitunum gildi. Ef reitirnir fullnægðu ekki þeim kröfum sem settar voru um nákvæmni og skilgreiningar varðandi afmörkun svæða þá þurfti að endurkortleggja það sem við átti hverju sinni. Við þessa vinnu voru notaðar vettvangstölvur með ArcGIS hugbúnaði. Kortlagning, ásamt öðrum landfræðilegum upplýsingum eru birtar í viðhengi A.

Flokkun reita og staðaval úrtaks

Kortlagðir skógarreitir voru flokkaðir í sem keimlíkasta flokka. Þeir eiginleikar sem flokkað var eftir voru í þessari röð; hæðar- eða aldurs-flokkar trjágróðurs, upprunagerð lands og ríkjandi trjátegund. Mikilvægt er að taka tillit til landgerðar þar sem hún er notuð til að ákvarða um kolefnislosun eða bindingu í jarðvegi.

Með flokkuninni er verið að reyna að skipa saman skógarreitum þannig að breytileiki innan flokka sé sem minnstur. Þó er reynt að halda fjölda flokka í lágmarki til þess að takmarka fjölda úrtakseininga (mæliflata) eins og kostur

Tafla 1. Flatarmál og fjöldi mæliflata á úttekarsvæðunum þremur.

Svæði	Flokkur	Flatarmál	Fjöldi útlagðra mæliflata	Stærð mæliflata	Fjöldi mældra mæliflata	Fjöldi mældra trjáa
		ha	stk	m ²	stk	stk
Blönduvirkjun	Eldri skógur	15.3	20	200	20	425
	Yngri skógur	16.6	10	100	10	93
	Samtals	31.9	30		30	518
Búrfellvirkjun	Eldri skógur	20.6	20	100	20	634
	Yngri skógur	24.5	13	100	11	88
	Samtals	45.1	33		31	722
Sogsvirkjanir	Eldri skógur	12.4	20	100	16	218
	Yngri skógur	12.8	10	200	9	198
	Kaldárhöfði	31.3	10	200	8	106
	Samtals	56.5	40		33	522
Samtals öll svæði:		133.5	103		94	1,762

er.

Úrtakið samanstendur af hringlaga skógmæliflötum. Fjöldi í hverjum flokki var ákveðinn og skipti þar máli hvort skógarflokkurinn hafði að geyma eldri skóg í örum vexti eða ungar gróðursetningar þar sem vöxtur er enn takmarkaður. Þar sem búast má við meiri vexti voru lagðir út fleiri mælifletir en þar sem vöxtur var minni. Staðsetning mæliflata var slembivalinn með aðstoð ArcGIS hugbúnaðar. Staðsetning mæliflata er sýnd á kortum í viðhengi A. Tafla 1 sýnir flokkun skógræktarsvæðanna, stærð flokkanna og fjölda mæliflata sem valdir voru í hverjum flokki.

Fjöldi útlagðra mæliflata varð ekki sá sami og fjöldi mældra mæliflata. Það fór eftir því hvernig til hafði tekist við kortlagningu svæðanna. Best tókst til með hana við Blönduvirkjun og þar urðu útlagðir mælifletir jafnmargir og mældir. Við Búrfell féllu tveir mælifletir utan svæðis en við Sog sjö fletir. Á þessum tveimur stöðum var kortlagning endurskoðuð í samræmi við niðurfellingu mæliflata.

Skógmælingar

Allar mælingar voru gerðar og skráðar inn í mælitæki sem ætlað er til skóg- og gróðurmælinga (Field-Map 2012) Sérstakur hugbúnaður fylgir með mælitækinu. Vettvangsvinna við skógmælingar fór fram í lok ágúst og í september 2011 að loknu vaxtarskeiði sumarsins 2011.

Stærð mæliflata

Eins og sjá má í töflu 1 voru annaðhvort notaðir 200 m² eða 100 m² hringlaga mælifletir. Mæliflatastærð í hverjum

flokki var metinn eftir hve þéttur skógurinn sýndist vera. Við Blönduvirkjun virtist yngri skógurinn vera töluvert þéttari en eldri skógurinn. Aftur á móti var þessu öfugt farið við Sog. Þar voru yngri gróðursetningar gisnari en eldri skógur. Í Búrfelli var munur á eldri og yngri skógi óljós, því var valið að nota þar einungis 100 m² mælifleti.

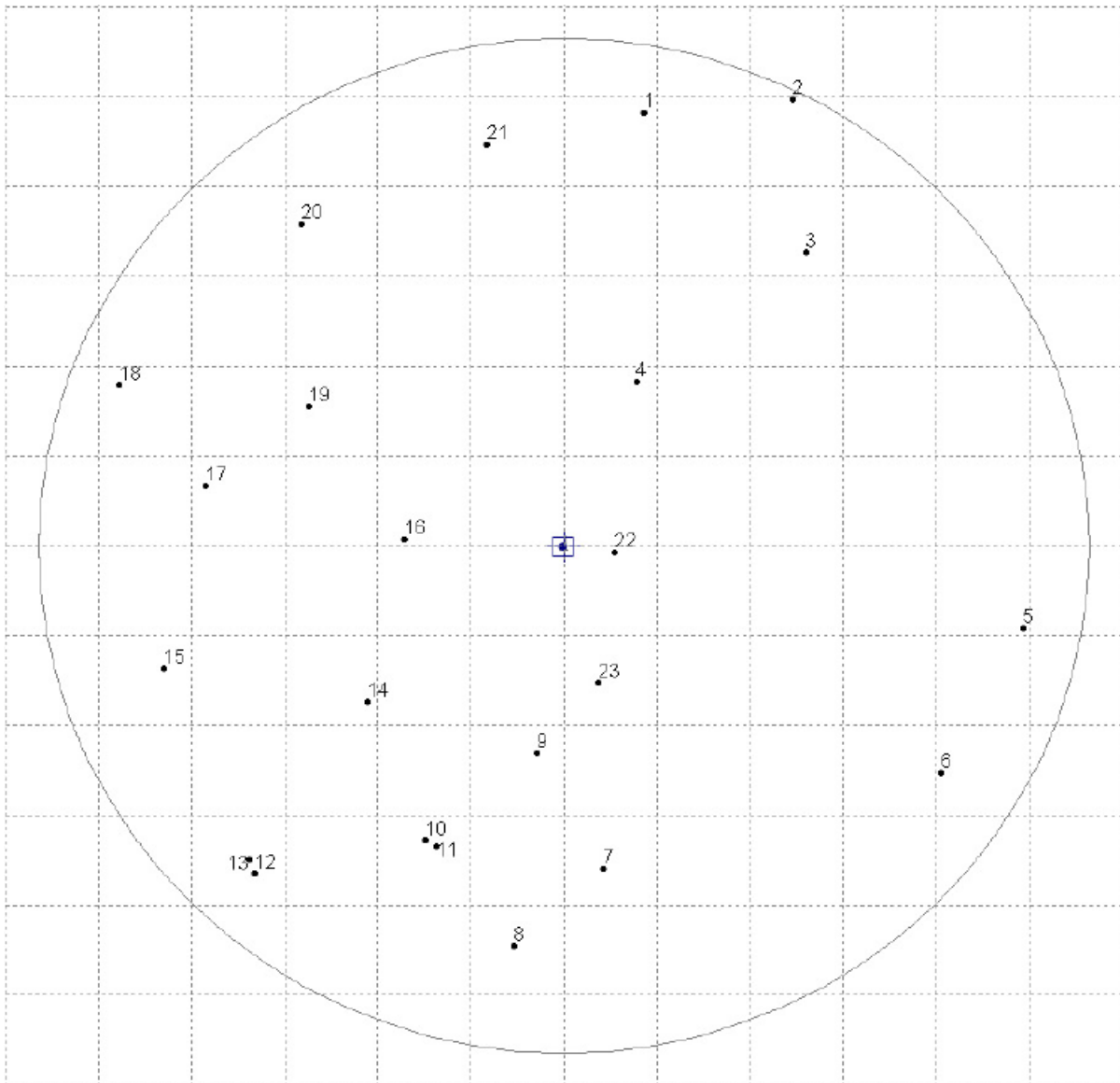
Gagnaöflun á mælifleti

Á hverjum mælifleti voru gerðar lágmarks mælingar á öllum trjám auk þess sem visst úrtak þeirra var mælt nákvæmar, s.s. hæðarvöxtur og þvermálsvöxtur með áhringjabor. Eins og sjá má á mynd 1 voru öll mæld tré staðsett innan mæliflatarins. Alls voru mæld 1.762 tré (sjá töflu 1).

Auk þess var ýmsum þáttum varðandi trjágróðurinn og aðra mikilvæga umhverfisþætti lýst almennt fyrir mæliflötinn í heild sinni. Þetta voru upplýsingar eins og aldur skógar, jarðvegsþykkt, jarðvegsgerð og gróðurfur mæliflatarins.

Úrvinnsla

Lífmassi trjáanna ofanjarðar var ákvarðaður með hjálp þekktra lífmassafalla fyrir íslenskar trjátegundir (Arnór Snorrason o.fl. 2006, Brynhildur Bjarnadóttir o.fl. 2007, Jón Ágúst Jónsson 2007). Lífmassi trjáanna neðanjarðar var annaðhvort áætlaður 20% af heildarlífmassa sem er í samræmi við íslenskar rannsóknaniðurstöður (Arnór Snorrason o.fl., 2002) eða notuð voru lífmassaföll fyrir neðanjarðarluta trjáanna (Brynhildur Bjarnadóttir o.fl. 2007, Matthias Hunziker 2011).

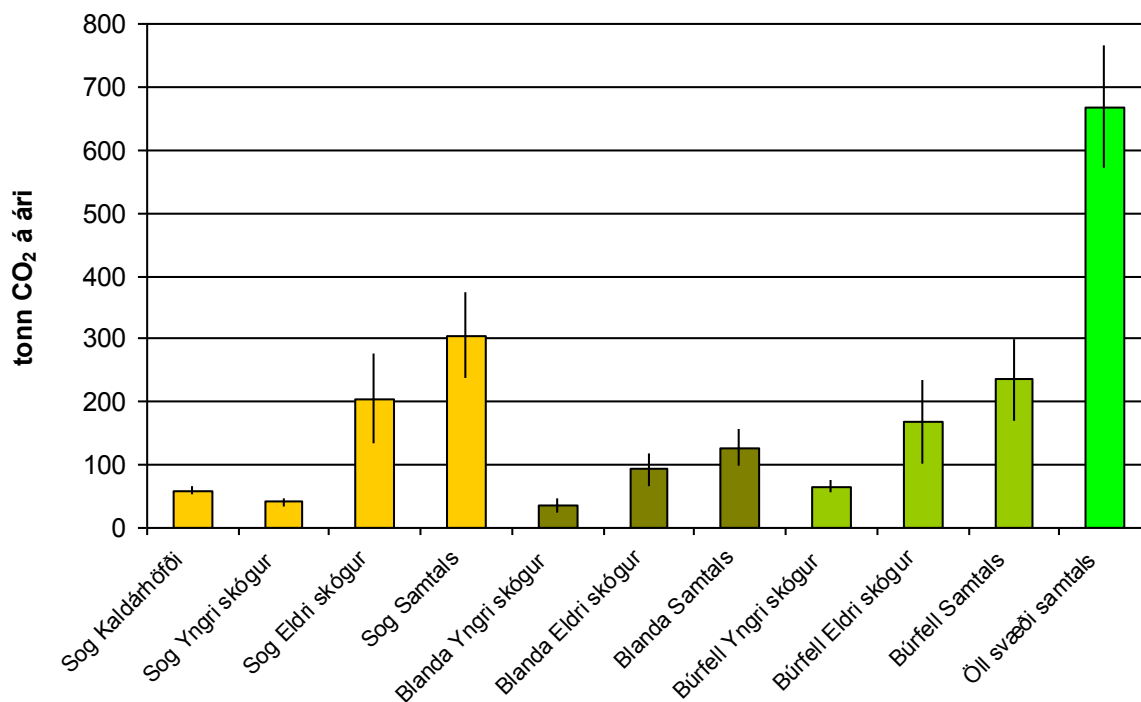


Mynd 1. 100 m² mæliflötur frá Blönduvirkjun. Númeraðir punktar sýna staðsetningu mældra trjáa. Rúðunetið er 1x1 m. (Kortið er viðmót úr Field-Map hugbúnaði sem notaður var við gagnasöfnun og mælingar á mæliflötum).

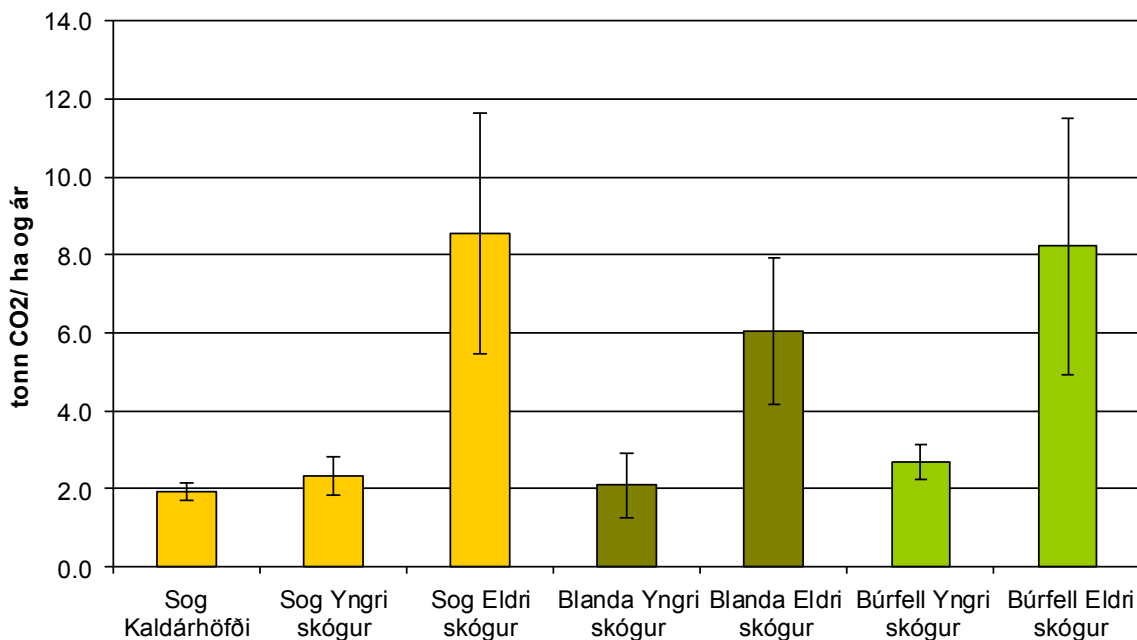
Lífmassi fyrir 5 árum var síðan áætlaður fyrir vaxtarmæld tré þannig að hægt var að meta árlegan lífmassavöxt. Hlutfallslegur árlegur lífmassavöxtur vaxtarmældra trjáa á mælifleti (vaxtarþróenta lífmassa) var síðan notaður til að áætla lífmassavöxt trjáanna á hverjum mælifleti. Kolefnishlutfall trjálífmassa er áætlaður 50% sem er í samræmi við niðurstöður úr innlendum rannsóknum (Arnór Snorrason o.fl. 2000). Þannig er hægt að áætla kolefnisforða og kolefnisvöxt í trjám á hverjum mælifleti.

Við mat á kolefnisbindingu í sópi (dautt lífrænt efni, e:litter) og kolefnisbindingu eða -losun í jarðvegi var stuðst við sömu stuðla og notaðir voru í opinberu árlegu kolefnibókhalda Íslands til Ramma-samnings Sameinuðu þjóðanna um loftslagsbreytingar (Birna Sigrún Hallsdóttir o.fl. 2012). Eftirtaldir stuðlar eru notaðir í 50 ár eftir nýræktun skóga:

1. Binding í sópi: 0,141 tonn C/ha og ár
2. Binding í þurrlandisjarðvegi á grónu landi: 0,365 tonn C/ha og ár



Mynd 2. Áætluð binding koldíoxíðs árið 2011 í skóglendum Landsvirkjunar. Myndin sýnir flokkun innan svæða, samtölu fyrir hvert svæði og heildarbindingu allra svæða. Skekkjustikur sýna 95% öryggismörk.



Mynd 3. Binding koldíoxíðs á flatareiningu í skilgreindum skógarflokkum í skóglendum Landsvirkjunar. Skekkjustikur sýna 95% öryggismörk

3. Binding í þurrlandisjarðvegi á lítt grónu landi: 0,513 tonn C/ha og ár

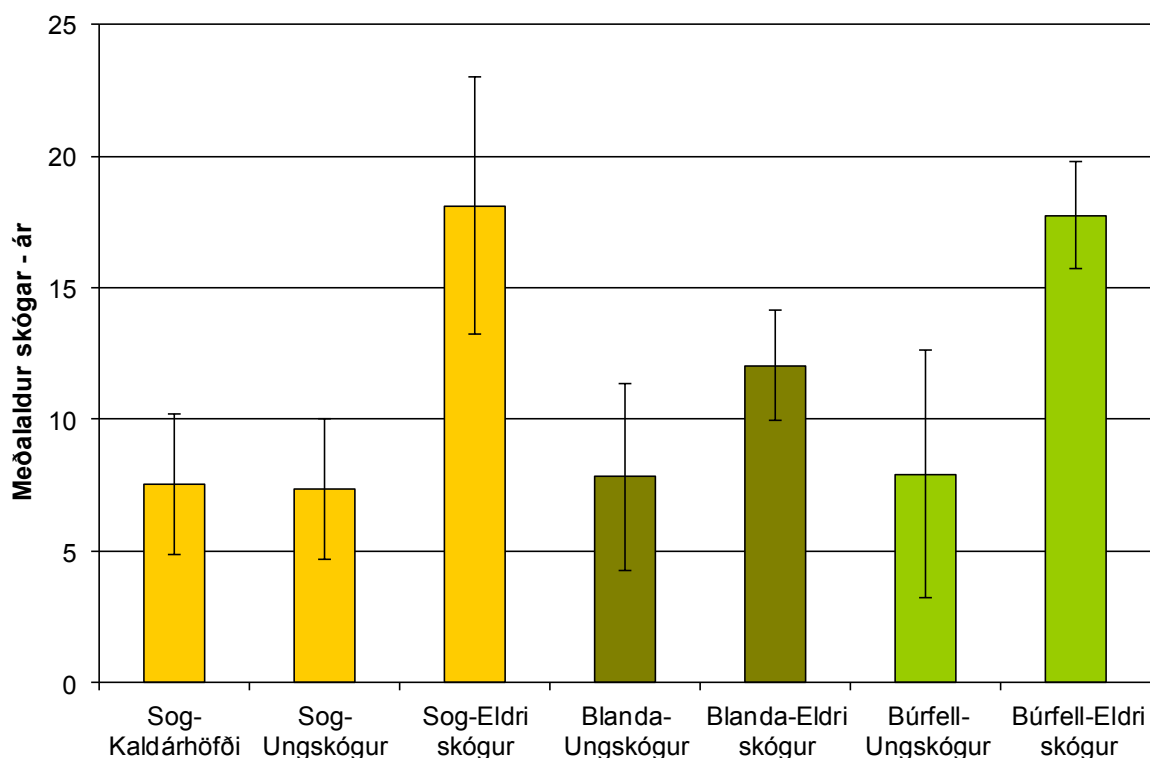
Stuðlar 1 og 2 byggja á rannsóknaniðurstöðum úr skógum á Íslandi (Arnór Snorrason o.fl. 2000, Arnór Snorrason o.fl. 2002, Bjarni D. Sigurdsson o.fl. 2005, Brynhildur Bjarnadóttir 2009). Stuðull 3 er landsmeðaltal sem Landgræðsla ríkisins notar við mat á kolefnis-bindingu jarðvegs við landgræðslu á lítt grónu landi (Birna Sigrún Hallsdóttir o.fl. 2012).

Ef skógur hefur verið ræktaður á framræstu mýrlendi er notaður alþjóðlegur losunarstuðull upp á 0,16 tonn C/ha og ár (IPCC, 2003).

Fyrir hvern skógarflokk var reiknað meðaltalsgildi fyrir nettó kolefnis-

Tafla 2 Kolefnisbinding í skóglendum Landsvirkjunar. Í töflunni er birt mat fyrir kolefnisbindingu ársins 2011 í tonnum CO₂.

Svæði	Flokkur	Meðalgildi	± 95% öryggismörk
Sog	Kaldárhöfði	60	7
	Yngri skógur	41	9
	Eldri skógur	205	74
	Samtals	306	71
Blanda	Yngri skógur	35	14
	Eldri skógur	93	29
	Samtals	127	31
Búrfell	Yngri skógur	66	11
	Eldri skógur	169	68
	Samtals	235	67
Öll svæði	Samtals	668	99



Mynd 4. Meðalaldur skógarflokka í skóglendum Landsvirkjunar. Skekkjustikur sýna 95% öryggismörk.

bindingu skóglendisins ásamt 95% tölfræðilegum öryggismörkum bæði fyrir flatarmálseiningu (ha) og flokkinn í heild sinni. Öll gildi eru gefin upp í tonnum af bundnu koldíoxíði – CO₂.

Að lokum var reiknuð út heildarsumma fyrir alla flokka innan hvers svæðis og heildarsumma fyrir skógrækt á vegum Landsvirkjunar. Við mat á 95% tölfræðilegum öryggismörkum var beitt tölfræði flokkaðs slembivals (Anthonie Van Laar o.fl. 2007).

Niðurstöður

Niðurstöður um kortlagt flatarmál hvers svæðis og hvernig það skiptist milli flokka hefur þegar verið birt í töflu 1 hér að framan.

Mynd 2 sýnir niðurstöðu á mati á kolefnisbindingu fyrir hvern flokk innan hvers svæðis, fyrir hvert svæði og að lokum fyrir öll svæðin í heild. Í töflu 2 eru síðan birtar sömu niðurstöður á tölulegu formi. **Hægt er að áætla heildarbindingu koldíoxíðs á árinu 2011 á bilinu 570-770 tonn með 95% öryggi.**

Mynd 3 sýnir síðan kolefnisbindingu á flatareiningu í öllum flokkum í skóglendum Landsvirkjunar. Eins og búast má við er kolefnisbinding mun meiri í eldri skógum en þeim sem yngri eru.

Umræða

Það kemur greinilega í ljós á bæði mynd 2 og mynd 3 að eldri skógar eru að binda meira koldíoxíð en yngri skógar og kemur það ekki á óvart. Munurinn á flatareiningu er á bilinu tæplega

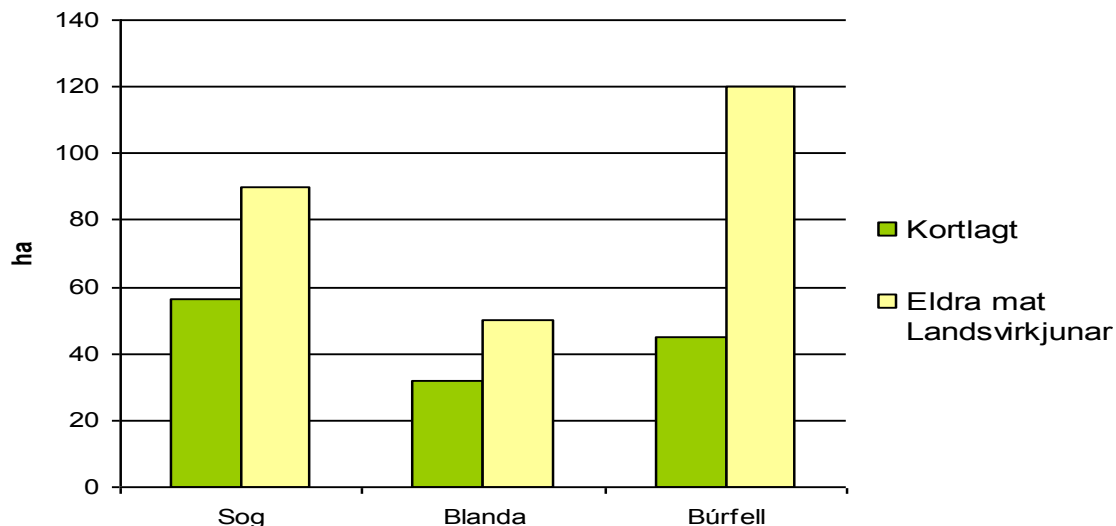
þrefaldur fyrir Blöndu uppí tæplega fjórfaldur fyrir Sog og Búrfell.

Nokkuð erfiðlega gekk að flokkaskipta skóglendunum og í sumum tilvikum var líttill munur á aldursmati flokka t.d á milli eldri og yngri svæða við Blöndu (sjá mynd 4). Breytileiki innan flokka var einnig oft mikill sem sýnir að flokkarnir voru ekki eins einsleitir og búist var við. Þó er niðurstaðan sú að meðalaldur eldri skóga, sem í tilviki Sogs og Búrfells voru ekki einungis metnir sjónrænt heldur einnig með áhringjakjörnum, var 10 til 11 árum meiri en yngri skógana á sömu svæðum. Sami munur fyrir Blöndu var aftur á móti einungis 4 ár.

Erfitt er að bera þessar niðurstöður saman við niðurstöður úr rannsóknum á kolefnisbindingu þar sem þar er oftast einungis reiknuð út meðalársbinding skóga, þ.e. árleg meðaltalsbinding frá gróðursetningu. Það verður þó að segjast að sá mikli munur sem er á bindingu eldri og yngri skógarflokka lofar góðu um framhaldið. Búast má við að ekki líði að löngu þar til yngri skógarnir séu farnir að binda jafnt á við eldri skógana. Að sama skapi mun kolefnisbinding eldri skógana aukast enda eru þeir mjög ungir að árum. Fyrir helstu trjátegundir á Íslandi má búast við vaxandi árlegri bindingu fram til 40 ára aldurs, þ.e.a.s. ef skógarnir eru ekki snemmgrisjaðir. Aftur á móti dregur mun fyrr úr vexti hávaxinna víðitegunda, eins og alaskavíðis, gulvíðis og viðju. Þetta er vert að hafa í huga við val á trjátegundum.

Samanburður við áður áætlaða bindingu

Eins og áður hefur verið getið hefur Landsvirkjun metið kolefnisbindingu



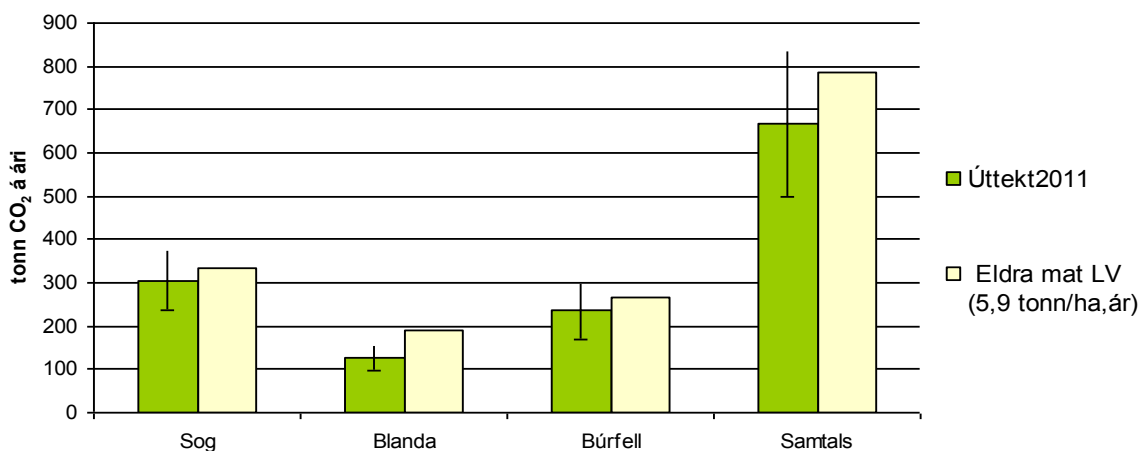
Mynd 5. Samanburður á flatarmáli kortlögðu í þeirri úttekt sem hér er kynnt og á eldra mati Landsvirkjunar.

skógræktar með því að nota meðaltalsstuðla fyrir bindingu í trjágróðri og bindingu í jarðvegi á flatareiningu (Landsvirkjun 2008).

Þannig var áætlað að trjágróður í skógum væri að binda að meðaltali 4,4 tonn CO₂ á ha og ári óháð aldri skógarins. Þessi stuðull er sá sami og notaður var fram til 2009 í opinberu bókhaldi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi (Birna Sigrún Hallsdóttir o.fl.

2008) eða þar til mælingar úr úttektum á landsvísi ekki ósvipuðum og hér er lýst voru nýttar til að reikna út bindingu í trjágróðri.

Áætlað var í sama mati að jarðvegur og annar gróður skógarins en trén væru að binda 1,5 tonn CO₂ á ha og ári sem var sami bindistuðull og Landsvirkjun notaði fyrir landgræðsluvæði. Þessi stuðull er töluvert lægri en sá stuðull sem notaður var fyrir landgræðslu í sömu opinberu



Mynd 6. Samanburður á bindingu koldíoxíðs með áður notuðum bindistuðlum Landsvirkjunar og niðurstöðum úr þeirri úttekt sem hér er kynnt. Skekkjustikur sýna 95% öryggismörk.

bókhaldsskýrslu og áður var minnst á en þar var stuðull fyrir bindingu í jarðvegi og gróðri við landgræðslu 2,75 tonn CO₂ á ha og ári (Birna Sigrún Hallsdóttir o.fl. 2008).

Þessir stuðlar eru síðan margfaldaðir með metnu flatarmáli skógræktarsvæða. Hafa verður í huga að mat á stærð skógræktarsvæða er jafn mikilvægt í þessu tilliti og stærð þeirra stuðla sem notaðir eru hverju sinni.

Samanburður á mati á stærð skógræktarsvæða

Mynd 5 sýnir samanburð á stærð skógræktarsvæða samkvæmt mati Landsvirkjunar (Landsvirkjun, 2011) og mati í þeirri úttekt sem hér er kynnt. Eins og sjá má á mynd 5 er eldra mat Landsvirkjunar í öllum tilvikum mun meira en okkar mat og í tilviki Búrfells meira en tvöfalt meira. Á þessu eru ýmsar skýringar. Í okkar vinnu við afmörkun skóglendisins fylgdum við mjög stöngum reglum um hvað kallast skóglendi og hvað ekki. Þannig felldum við út töluvert af einangruðum trjáholtum sem voru á víð og dreif á golfvallarsvæðum við Sog og Búrfell. Við Búrfell felldum við út alla skógrækt á svæði við Búrfellsstíflu sem kallað er Hafíð. Þar finnast á víð og dreif einstaka birkitré sem ekki geta talist skóglendi samkvæmt viðurkenndri skilgreiningu þar um. Við tókum heldur ekki með Landgræðsluskógasvæðið við Búrfell sem liggur austan við affallskurð nokkuð austan stöðvarhússins við Búrfellvirkjun. Það gerðum við þar sem Landsvirkjun stendur ekki straum af nema hluta af kostnaði við þá skógrækt. Landgræðsluskógaverkefnið undir stjórn Skógræktarfélags Íslands leggur í því tilviki til plönturnar sem greiddar eru með

framlagi úr ríkissjóði. Einnig voru við Búrfell ekki tekin með nein svæði sem Skógrækt ríkisins hefur verið að skógræða í samvinnu við Landsvirkjun. Þá má hugsa sér að taka með í kolefnisbókhald Landsvirkjunar slík samstarfsverkefni en þá verður að liggja ljóst fyrir hver hlutur Landsvirkjunar er í hverju verkefni fyrir sig og gera grein fyrir þeirri hlutdeild í kolefnisbindingarúttekt.

Samanburður á mati á bindingu skógræktarsvæða

Ekki er hægt að bera þá meðalársbindingarstuðla sem Landsvirkjun hefur notað saman við þá árlegu bindingu á flatareiningu sem metin er fyrir árið 2011 og sýnd er í mynd 3. Samt sem áður er athyglisvert að bera saman heildarbindingu sem hér er áætluð við heildarbindingu Landsvirkjunar út frá áðurnefndum meðalársbindingarstuðlum að teknu tilliti til leiðréttingar á flatarmáli skógræktar. Það er hægt að gera með því að margfalda bindistuðul upp á 5,9 tonn CO₂ á ha og ári með flatarmáli skóga samkvæmt þeirri úttekt hér er kynnt. Grafísk framsetning á þessum samanburði er sýnd á mynd 6. Sá samanburður sýnir að áður notaðir bindistuðlar Landsvirkjunar eru að gefa heildarbindingu CO₂ sem fellur innan skekkjumarka þess mats sem hér er kynnt.

Ekki verður hægt að spá með neinni nákvæmni hver framtíðarbinding verður í núverandi skóglendum Landsvirkjunar. Þó er eitt víst að aldursamsetning skógarins er þannig að allir skógarflokkar munu á næstu 15-20 árum auka mjög við árlega bindingu miðað við aðrar óbreyttar forsendur s.s. óbreytt veðurfarsskilyrði og engar óvæntar hamfarir eins og meindýraplágur eða

Heimildir

Anthonie Van Laar & Alparslan Akça (2007). *Forest Mensuration*, Dordrecht, Springer, 383 bls.

Arnór Snorrason & Stefán Freyr Einarsson (2006). Single-tree biomass and stem volume functions for eleven tree species used in Icelandic forestry. *Icelandic Agricultural Sciences* 19, 15-24.

Arnór Snorrason, Þorbergur Hjalti Jónsson, Kristín Svavarsdóttir, Grétar Guðbergsson & Tumi Traustason (2000). Rannsóknir á kolefnisbindingu ræktaðra skóga á Íslandi. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands*, 71-89.

Arnór Snorrason, Bjarni D. Sigurdsson, Grétar Guðbergsson, Kristín Svavarsdóttir & Þorbergur Hjalti Jónsson (2002). Carbon sequestration in forest plantations in Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 15, 81-93.

Bjarni D. Sigurdsson, Borgthor Magnusson, Asrun Elmarsdóttir & Brynhildur Bjarnadóttir (2005). Biomass and composition of understory vegetation and the forest floor carbon stock across Siberian larch and mountain birch chronosequences in Iceland. *Annals of Forest Sciences* 62, 881-888.

Birna Sigrún Hallsdóttir, Kristín Harðardóttir & Jón Guðmundsson (2008). *National Inventory Report - Iceland 2008*. Umhverfisstofnun May 2008, 161 bls. UST-2008:04.

Birna Sigrún Hallsdóttir, Christoph Wöll, Jón Guðmundsson, Arnór Snorrason & Jóhann Þórsson (2012). Emissions of greenhouse gases in Iceland from 1990 to 2010 *National Inventory Report 2012*. Environment Agency of Iceland April 2012, 293 bls.

Brynhildur Bjarnadóttir, Anna Cecilia Inghammar, Mona-Maria Brinker & Bjarni D. Sigurdsson (2007). Single tree biomass and volume functions for young Siberian larch trees (*Larix sibirica*) in eastern Iceland. *Icelandic Agricultural Sciences* 20, 125-135.

Brynhildur Bjarnadóttir (2009). *Carbon stocks and fluxes in a young Siberian larch (Larix sibirica) plantation in Iceland*. Ph.D. ritgerð Geografiska Institution. Lunds Universitet. 62 bls.

Field-Map (2012) <http://www.fieldmap.cz/>

IPCC (2003). *Good Practice Guidance for Land Use, Land-Use Change and Forestry*, Hayama (Japan), Institute for Global Environmental Strategies (IGES)

Jón Ágúst Jónsson (2007). *Áhrif skógræktaraðgerða á viðarvöxt og flæði kolefnis í asparskógi*. MSc ritgerð.

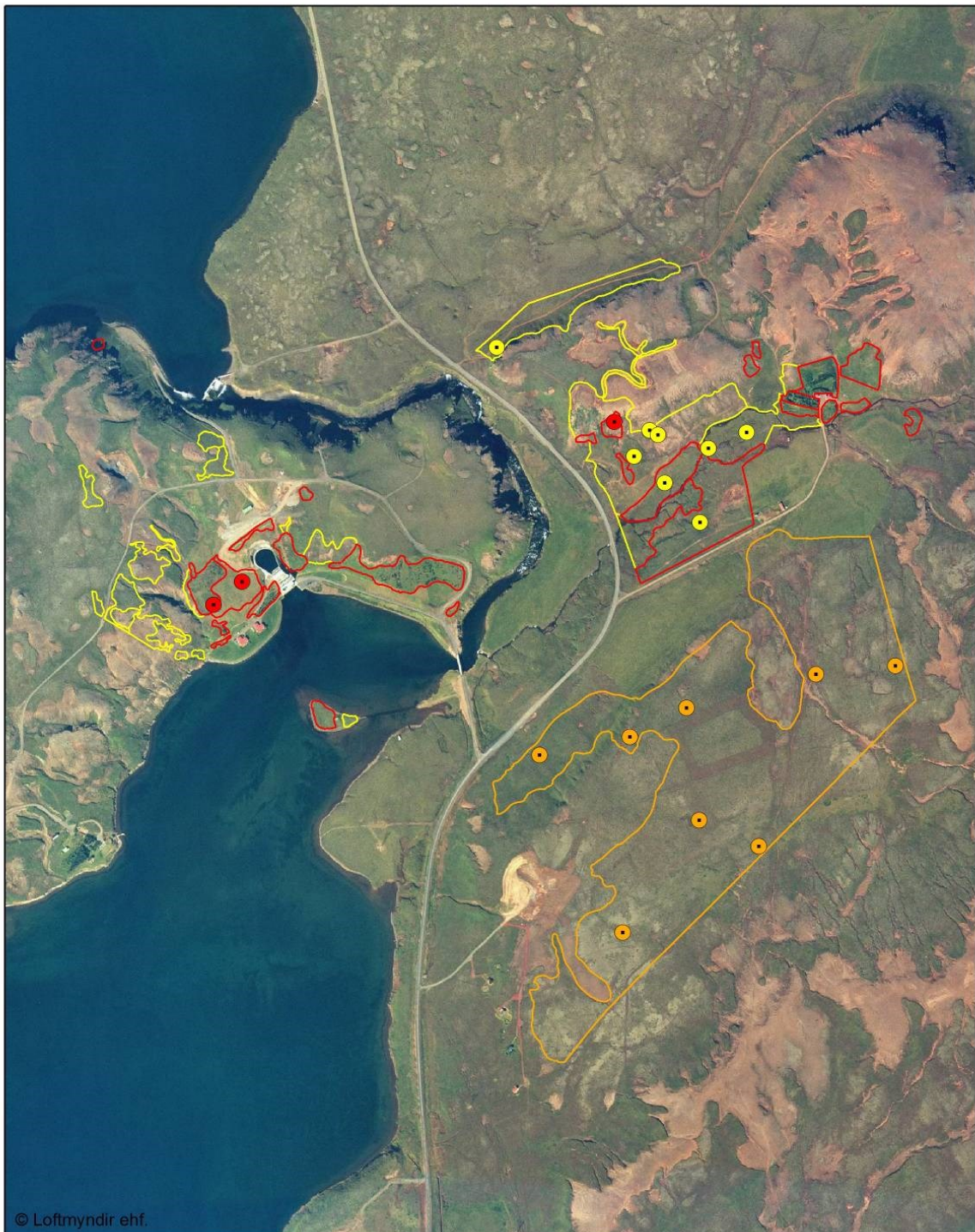
Líffræðiskor Raunvísindadeildar. Háskóli Íslands. 84 bls.

Landsvirkjun (2008). *Kolefnisspor Landsvirkjunar. 2008*, 18 bls. LV 2008/193

Landsvirkjun (2011). *Umhverfisskýrsla 2010*. 2011, 93 bls. LV-2011-090

Matthias Hunziker (2011). *A study on above- and belowground biomass and carbon stocks as well as sequestration of mountain birch (Betula pubescens Ehrh.) along a chronosequence in southern Iceland*. MSc. Ritgerð. Department of Environmental Sciences. University of Basel. 65 bls.




Viðauki A. Kort af skóglendum Landsvirkjunar ásamt staðsetningu mæliflata



© Loftmyndir ehf.

Afstöðumynd Sog norðurhluti

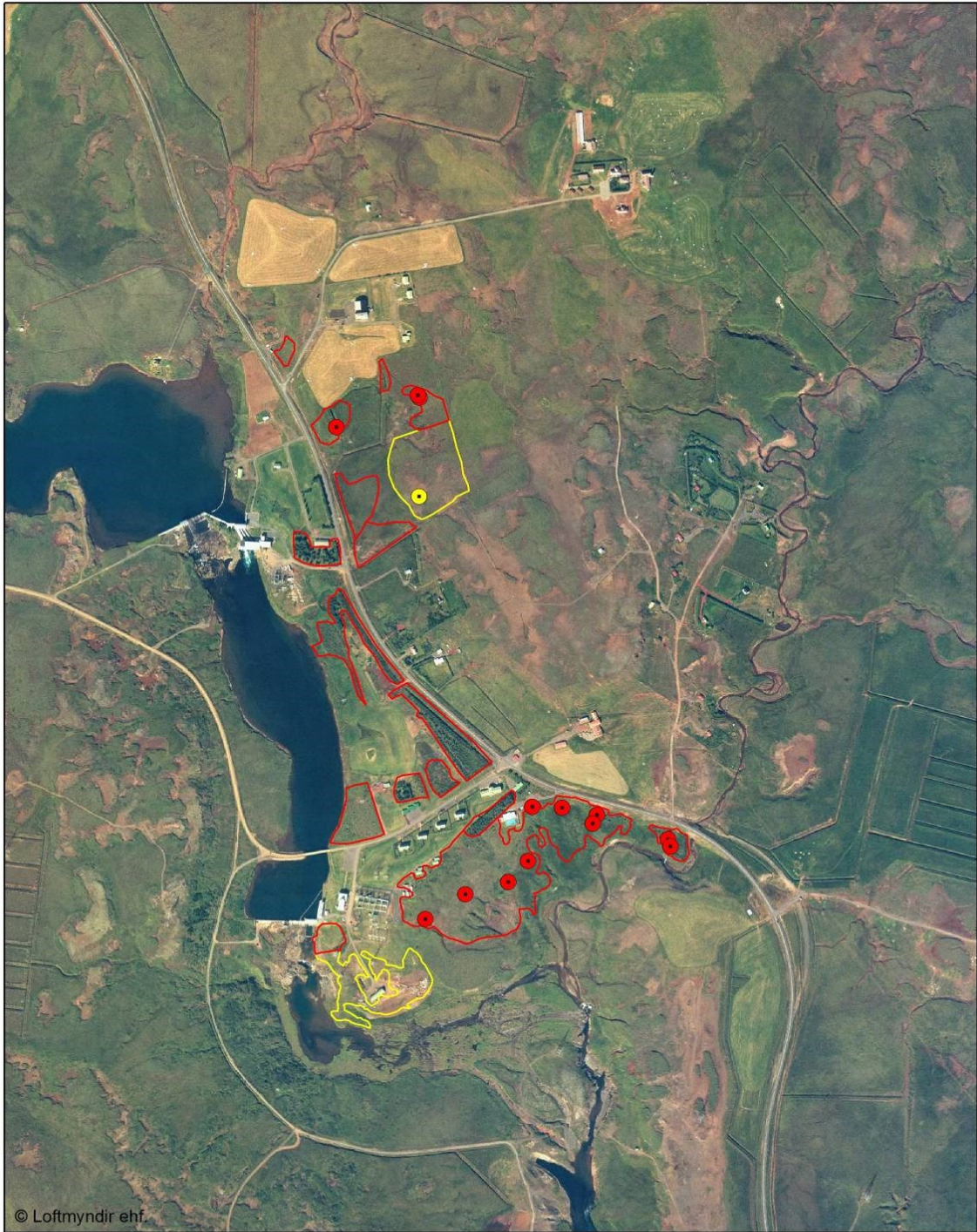
0 0,25 0,5
km

-  Eldri skógur (E)
-  Yngri skógur (Y)
-  Kaldárhöfði (SY)



Dags: 17.4.2012 Kortagerð: Björn Traustason

Viðauki A. Kort af skóglendum Landsvirkjunar ásamt staðsetningu mæliflata



Afstöðumynd Sog suðurhluti

0 0,25 0,5 km

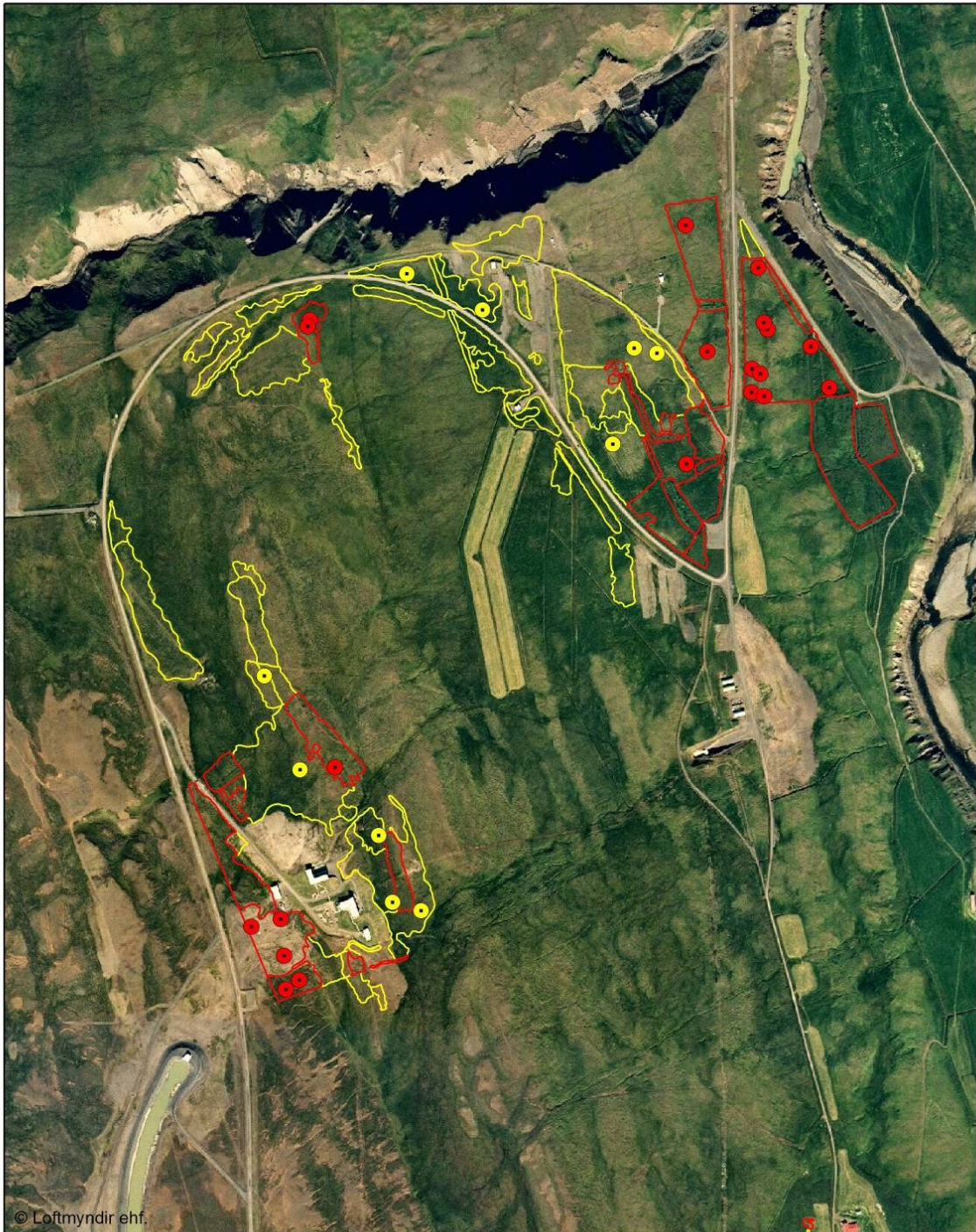
● Eldri skógur (E)
● Yngri skógur (Y)



SKÓGRÆKT RÍKISINS



Dags: 17.4.2012 Kortagerð: Björn Traustason

Viðauki A. Kort af skóglendum Landsvirkjunar ásamt staðsetningu mæliflata



© Loftmyndir ehf.

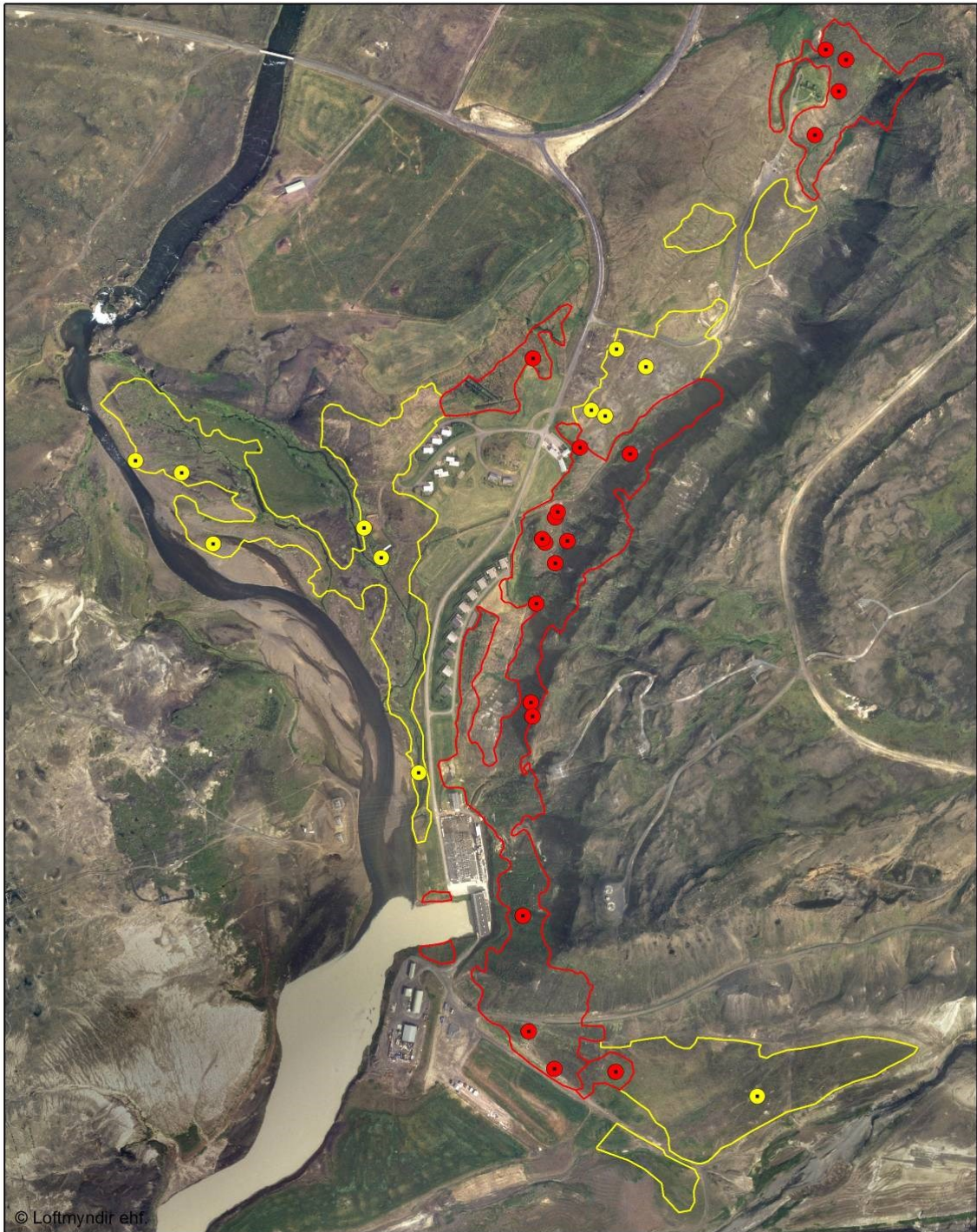
Afstöðumynd
Blanda

-  Eldri skógur (E)
-  Yngri skógur (Y)



Dags: 17.4.2012 Kortagerð: Björn Traustason

Viðauki A. Kort af skóglendum Landsvirkjunar ásamt staðsetningu mæliflata



Afstöðumynd Búrfell

0 0,25 0,5 km

● Eldri skógur (E)
● Yngri skógur (Y)

Dags: 17.4.2012 Kortagerð: Björn Traustason



Mógilsá, Rannsóknastöð skógræktar er deild innan Skógræktar ríkisins og sinnir rannsóknastörfum fyrir hönd stofnunarinnar. Höfuðstöðvar Rannsóknastöðvarinnar eru að Mógilsá í Kollafirði en útibú er á Akureyri. Á vegum stöðvarinnar eru fjöldi tilrauna sem staðsettar eru víða um land.

Rannsóknastöðin leggur höfuðáherslu á hagnýtar tilraunir í þágu skógræktar og skógverndar, auk grunnrannsókna á íslenskum skóglendum. Innan stöðvarinnar eru skilgreind 7 fagsvið er lúta m.a. að erfðaaauðlindum í skógrækt, nýrækt, áhrifum skóga á loftslagsbreytingar, trjá- og skógarheilsu og vistfræði skóga. Að auki er landfræðilegur gagnagrunnur um ræktuð og náttúruleg skóglendi landsins vistaður við Rannsóknastöðina.

Árið 2011 unnu 13 manns á Mógilsá, þar af 11 með háskólagráðu í skógfræði eða skyldum greinum.