



Úttekt á kolefnisbindingu skógræktar á svæðum í eigu Landsvirkjunar

Lykilsíða



Skýrsla LV nr: LV-2012-062

Dags: maí 2012

Fjöldi síðna: 18

Upplag: 20

Dreifing:

- ☐ Birt á vef LV
☒ Opin
☐ Takmörkuð til

Titill: Úttekt á kolefnisbindingu skógræktar á svæðum í eigu Landsvirkjunar

Höfundar/fyrirtæki: Arnór Snorrason og Björn Traustason
Rannsóknastöð skógræktar, Mógilsá

Verkefnisstjóri: Hákon Aðalsteinsson

Unnið fyrir: Landsvirkjun

Samvinnuaðilar: _____

Útdráttur: Með trjásmælingum og landgerðarmati sem fram fór á völdum mæliflötum var lífmassavöxtur og þar af leiðandi kolefnisbinding trjágróðurs áætluð, ásamt bindingu í jarðvegi og sópi. Heildarbinding koldíoxíðs (CO₂) í skóglendum Landsvirkjunar á árinu 2011 var á bilinu 570-770 tonn með 95% öryggi. 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.

Lykilorð: Kortlagning, skóglendi, kolefnisbinding Sogssvæði, Blöndusvæði, Búrfellssvæði

ISBN nr:

Samþykki verkefnisstjóra
Landsvirkjunar

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Hákon Aðalsteinsson", written over a horizontal line.

Úttekt á kolefnisbindingu skógræktar á svæðum í eigu Landsvirkjunar



Efnisyfirlit

Samantekt.....	3
Inngangur	3
Efni og aðferðir	3
Uppfærsla á skógarkortum.....	4
Flokkun reita og staðaval úrtaks	4
Skógmælingar	5
Stærð mæliflata	5
Gagnaöflun á mælifleti	5
Úrvinnsla.....	6
Niðurstöður	8
Umræða.....	10
Samanburður við áður áætlaða bindingu á skógræktarsvæðum Landsvirkjunnar	11
Samanburður á mati á stærð skógræktarsvæða.....	11
Samanburður á mati á bindingu skógræktarsvæða	12
Heimildir	13
Viðauki A . Kort af skóglendum Landsvirkjunar	15

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 Sogsvirkjana, Blönduvirkjunar og Búrfellsvirkjunar. Þessi skóglendi voru flokkuð og mælifletir lagðir tilviljanakennt út í hvern flokk. Út frá trjásmælingum og landgerðarmati sem fram fór á mæliflötum var lífmassavöxtur og þar af leiðandi kolefnisbinding trjágróðurs áætluð ásamt bindingu í jarðvegi og sópi. **Út frá þessari vinnu var hægt að áætla heildarbindingu koldíoxíðs (CO₂) í skóglendum Landsvirkjunar á árinu 2011 á bilinu 570-770 tonn með 95% öryggi.** 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 sínum útreikninum (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.

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 kolefnisbókhalði 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 meðaltals-bindistuðlum (Landsvirkjun, 2008) og er í þessari úttekt sem hér er kynnt gerð nokkur bragabót á.

Skógrækt á vegum Landsvirkjunar á sér 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 kolefnisbindingar í skógum Landsvirkjunar.

Efni og aðferðir

Við mat á kolefnibindingu skóglenda var notuð matsaðferð sem byggir á mælingum á úrtaki úr skógræktinni. Úrtaksaðferðin 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 skógareitum voru gefin stöðluð gildi sem lýsa þeim trjátegundum sem þar eru, ásamt hæð og fleiri þáttum. Ef fyrirbyggjandi skógræktarkort 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 skógareitum 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 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.

Tafla 1: Flatarmál og fjöldi mæliflata á úttektarsvæðunum 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

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 gróðurfar mæliflatarins.

Úrvinnsla

Lífmassi trjána 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 trjána 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 trjána (Brynhildur Bjarnadóttir o.fl., 2007, Matthias Hunziker, 2011).

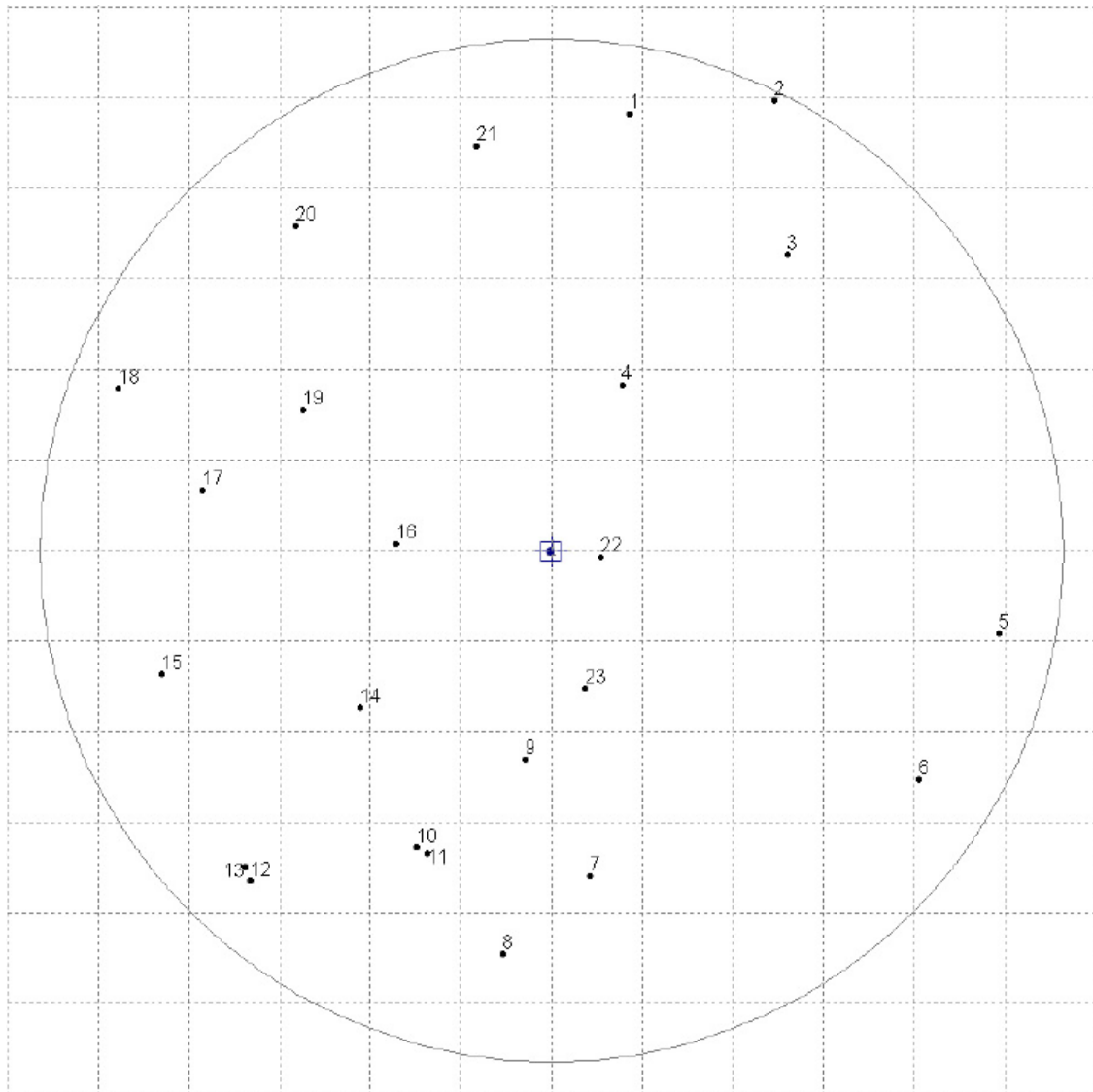
Lífmassi fyrir 5 árum síðan var áætlaður fyrir vaxtarmæld tré þannig að hægt var að meta árlegan lífmassavöxt. Hlutfallslegur árlegur lífmassavöxtur vaxtarmældra trjáa á mælifleti (vaxtarprósenta lífmassa) var síðan notaður til að áætla lífmassavöxt trjána á hverjum mælifleti. Kolefnishlutfall trjálífmassa 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 kolefnibókhaldi Íslands til Rammasamnings 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 þurrlendisjarðvegi á grónu landi: 0,365 tonn C/ha og ár
3. Binding í þurrlendisjarðvegi 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 kolefnisbindingu 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).



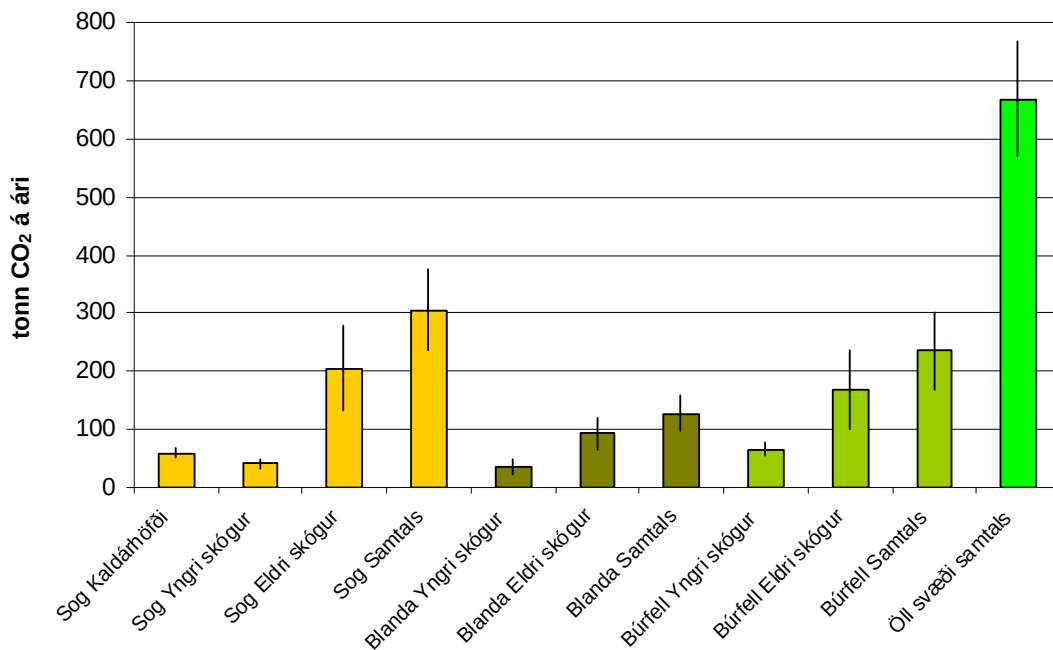
Mynd 1: 100 m² mæliflötur frá Blönduvirkjun. Númeraðir punktar sýna staðsetningu mældra trjáa. Rúðunetið er 1x1 m. (Kortið er viðmót úr Field-Map hugbúnaði sem notaður var við gagnasöfnun og mælingar á mæliflötum).

Fyrir hvern skógarflokk var reiknað meðaltalsgildi fyrir nettó kolefnisbindingu 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.**

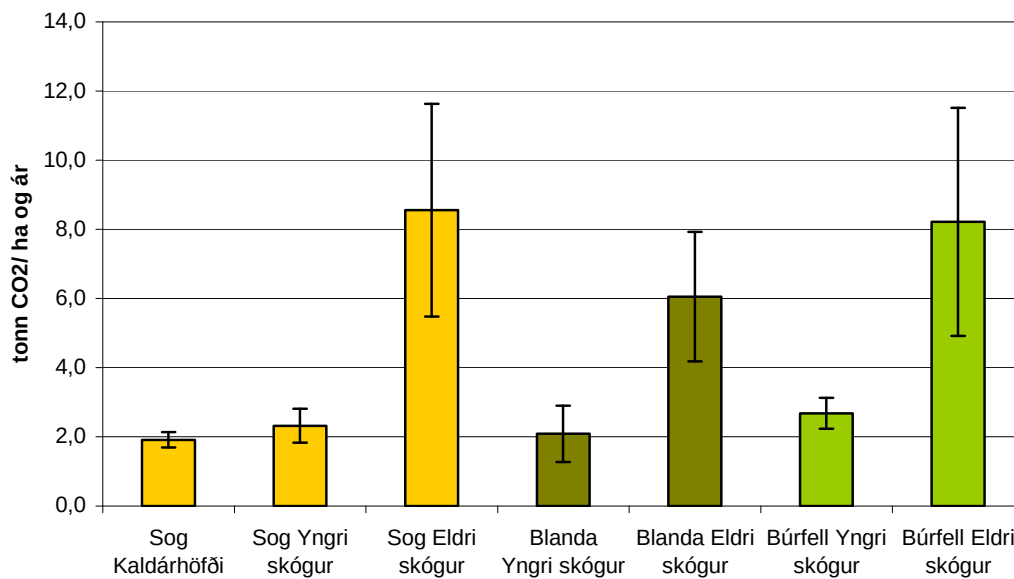


Mynd 2: Áætluð binding koldíoxíðs árið 2011 í skóglendum Landsvirkjunar. Myndin sýnir flokkun innan svæða, samtölu fyrir hvert svæði og heildarbindingu allra svæða. Skekkjustikur sýna 95% öryggismörk.

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 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.

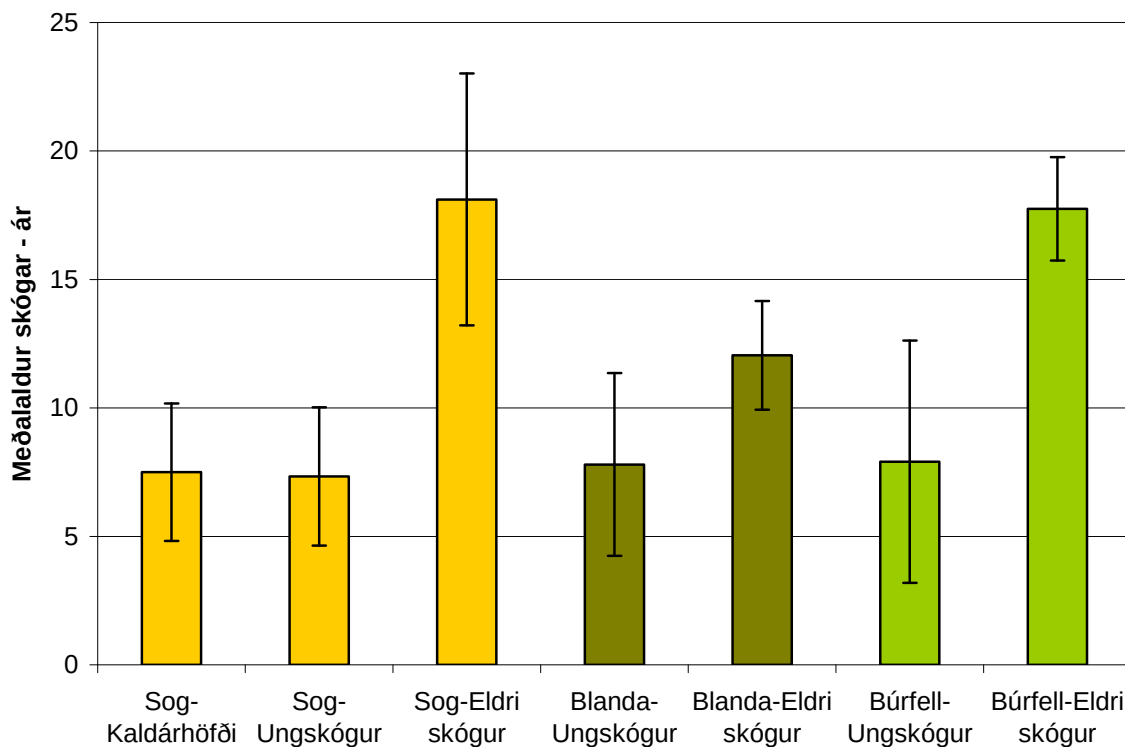


Mynd 3: Binding koldíoxíðs á flatareiningu í skilgreindum skógarflokkum í skóglendum Landsvirkjunar.

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 lítill 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.



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

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 snemmgrijaðir. Aftur á móti dregur mun fyrir 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 skógræktar með því að nota meðaltals-stuðla fyrir bindingu í trjágróðri og bindingu í jarðvegi á flatareiningu (Landsvirkjun, 2008).

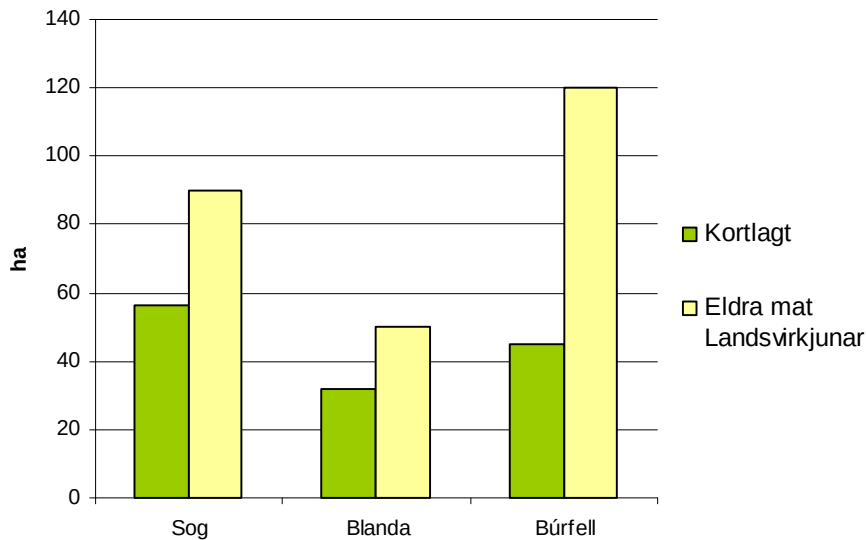
Þannig var áætlað að trjágróður í skógum væri að binda að meðaltali 4,4 tonn CO₂ á ha og ári óháð aldri skógarins. Þessi stuðull er sá sami og notaður var fram til 2009 í opinberu bókhaldi gróðurhúsalofttegunda á Íslandi (Birna Sigrún Hallsdóttir o.fl., 2008) eða þar til mælingar úr úttektum á landsvísi 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 landgræðslusvæði. Þessi stuðull er töluvert lægri en sá stuðull sem notaður var fyrir landgræðslu í sömu opinberu 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

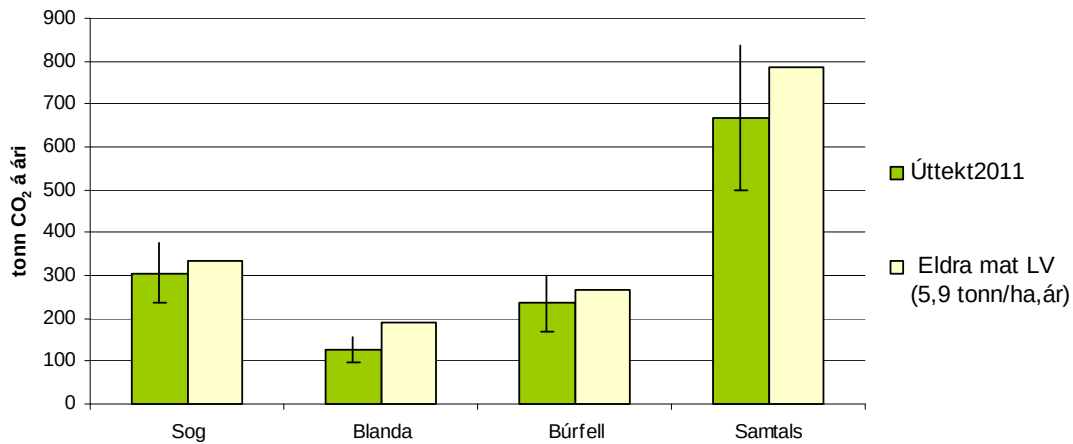
Mynd 5 sýnir samanburð á stærð skógræktarsvæða samkvæmt mati Landsvirkjunar (Landsvirkjun, 2011) og mati í þeirri úttekt sem hér er kynnt. Eins og sjá má á mynd 5 er eldra mat Landsvirkjunar í öllum tilvikum mun meira en okkar mat og í tilviki Búrfells meira en tvöfalt meira. Á þessu eru ýmsar skýringar. Í okkar vinnu við afmörkun skóglendisins fylgdu 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 Hafið. 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 Búrfellsvirkjun. 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 skóggræða 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.



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

Samanburður á mati á bindingu skógræktarsvæða

Ekki er hægt að bera þá meðalársbindingarstuðla sem Landvirkjun 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 Landvirkjunar 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.



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

Ekki verður hægt að spá með neinni nákvæmni hver framtíðarbinding verður í núverandi skóglendum Landsvirkjunar. Þó er eitt víst að aldurssamsetning 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 skógarelda. Sú staðreynd mun koma Landsvirkjun til góða sem þáttur í að stuðla að samdrætti í kolefnisspori fyrirtækisins.

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, bls: 15-24.

Arnór Snorrason, Þorbergur Hjalti Jónsson, Kristín Svavarsdóttir, Grétar Guðbergsson & Tumi Traustason (2000). Rannsóknir á kolefnisbindingu ræktaðra skóga á Íslandi. *Ársrit Skógræktarfélags Íslands*, bls: 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, bls: 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, bls: 881-888.

file:///C:/Skr%C3%A1r/Arn%C3%B3r/Greinasafn/Sigurdssonetal2005AFS.pdf

Birna Sigrún Hallsdóttir, Kristín Harðardóttir & Jón Guðmundsson (2008). National Inventory Report - Iceland 2008. *Umhverfisstofnun May 2008 2008*, 161 bls. UST-2008:04, May 2008 C:\Documents and Settings\arnor\Local Settings\Temporary Internet Files\Content.IE5\49KAUJ0E\isl_2008_nir_27may[1].zip

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.
http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories/national_inventories_submissions/items/6598.php

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, bls: 125-135. <http://www.landbunadur.is/landbunadur/wgsamvef.nsf/key2/index.html>

Brynhildur Bjarnadóttir (2009). Carbon stocks and fluxes in a young Siberian larch (*Larix sibirica*) plantation in Iceland. Prófgráða: Ph.D. 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), bls.

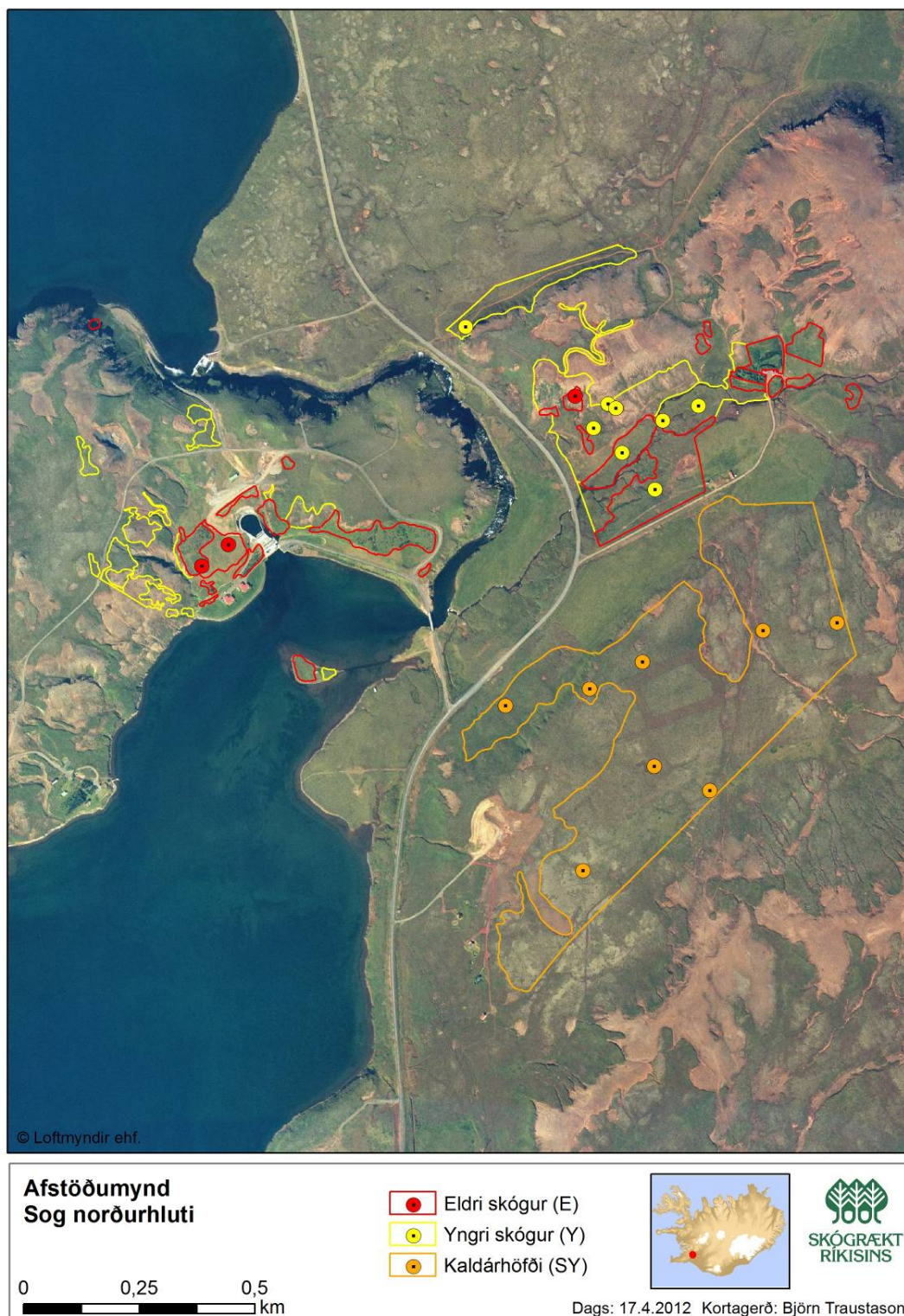
Jón Ágúst Jónsson (2007). Áhrif skógræktaraðgerða á viðarvöxt og flæði kolefnis í asparskógi. Prófgráða: Master. Líffræðiskor Raunvísindadeildar. Háskóli Íslands. 84 bls.

Landsvirkjun (2008). Kolefnisspor Landsvirkjunar. 2008, 18 bls. LV 2008/193
http://www.landsvirkjun.is/media/umhverfismal/Kolefnisibokhald_LV_2007.pdf

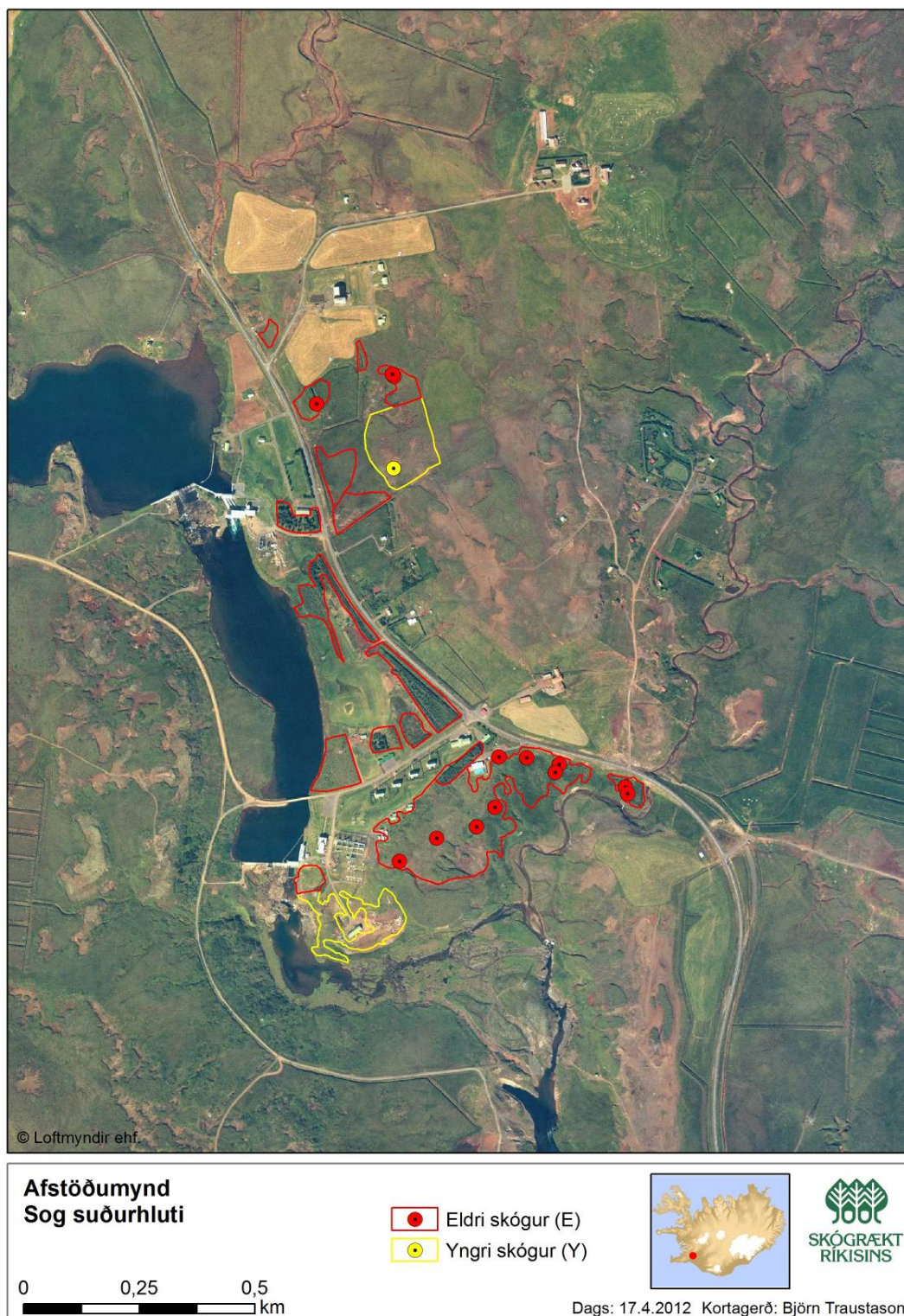
Landsvirkjun (2011). Umhverfisskýrsla 2010. 2011, 93 bls. LV-2011-090
<http://www.landsvirkjun.is/media/2011/Umhverfisskyrsla-Landsvirkjunar-2010.pdf>

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. Prófgráða: MSc. Department of Environmental Sciences. University of Basel. 65 bls.

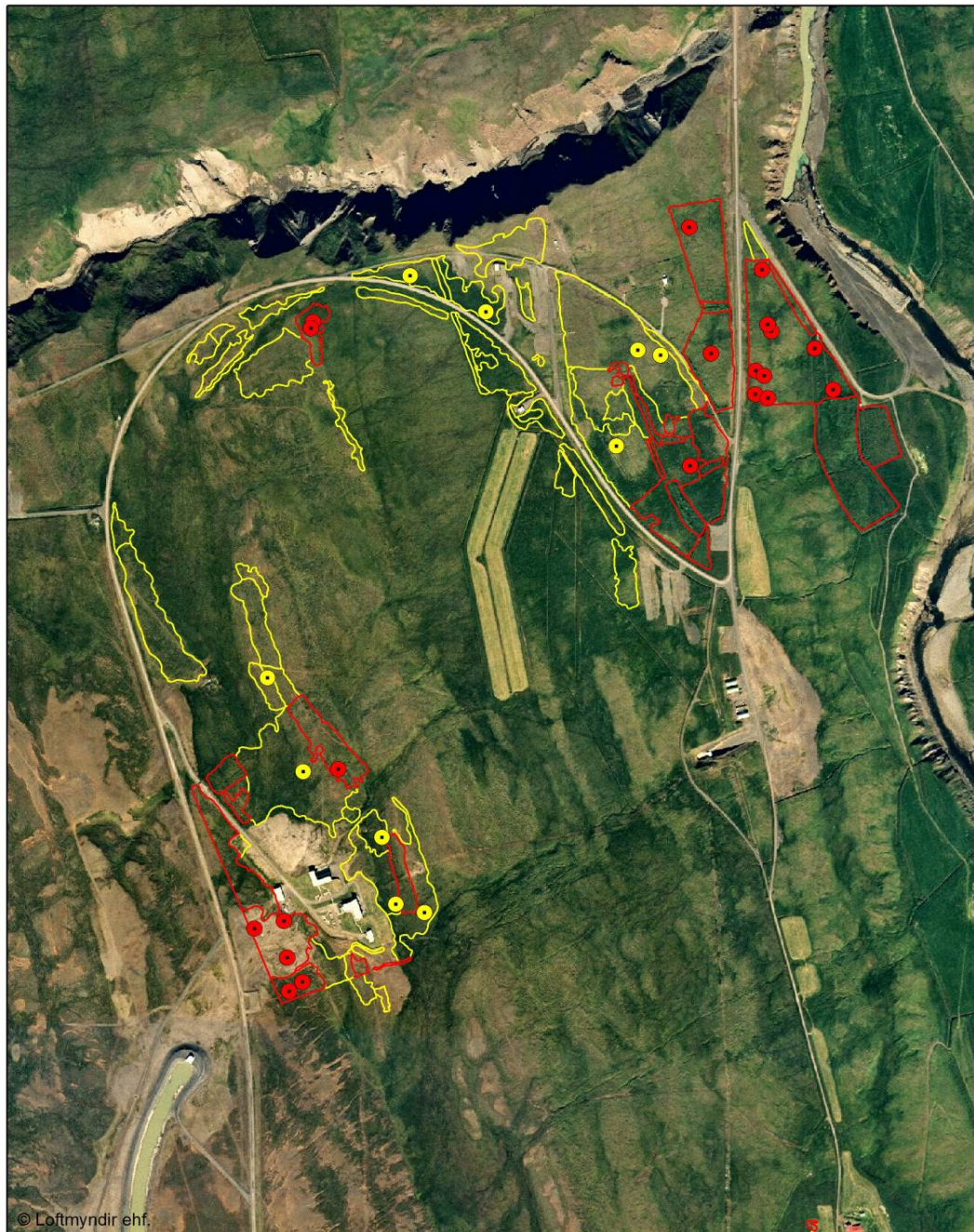
Viðauki A: Kort af skóglendum Landsvirkjunar ásamt staðsetningu mæliflata



Viðauki A: Kort af skóglendum Landsvirkjunar ásamt staðsetningu mæliflata



Viðauki A: Kort af skóglendum Landsvirkjunar ásamt staðsetningu mæliflata



**Afstöðumynd
Blanda**

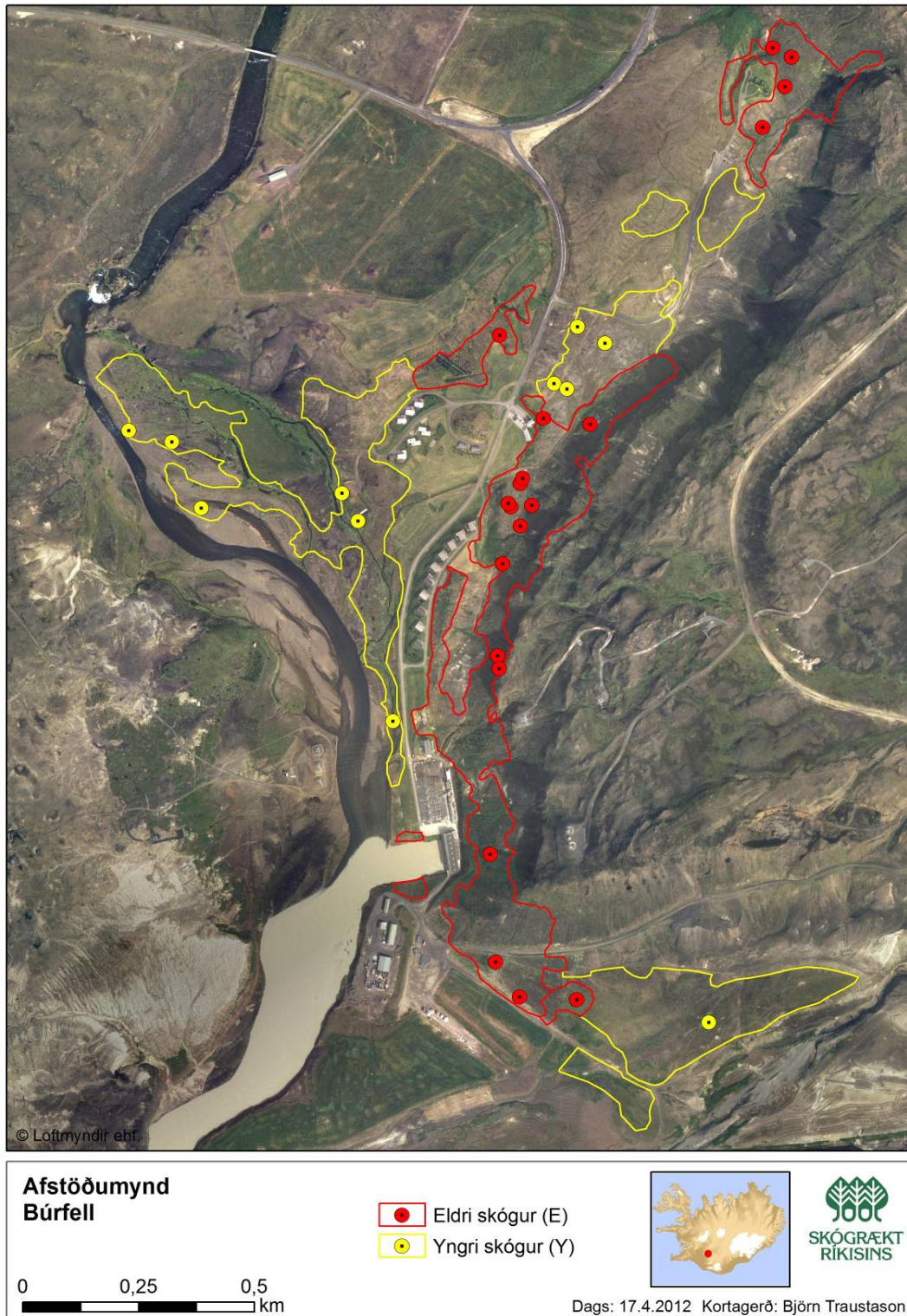
0 0,25 0,5
km

- Eldri skógur (E)
- Yngri skógur (Y)



Dags: 17.4.2012 Kortagerð: Björn Traustason

Viðauki A: Kort af skóglendum Landsvirkjunar ásamt staðsetningu mæliflata





Landsvirkjun

Háaleitisbraut 68
103 Reykjavík
landsvirkjun.is

landsvirkjun@lv.is
Sími: 515 90 00

