

ISSN 1608-3687

Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar
Nr. 1
Desember 2000

**Hvenær á að bera á?
Tímasetning áburðargjafar
Tilraun frá 1998**

**Lýsing og niðurstöður
eftir þrjú sumur**

Hreinn Óskarsson
Netfang: sr.hreinn@simnet.is

Ritnefnd Rits Mógilsár skipa:
Aðalsteinn Sigurgeirsson
Ólafur Eggertsson
Haukur Ragnarsson

Ritstjóri: Hreinn Óskarsson
Ábyrgðarmaður: Aðalsteinn Sigurgeirsson

1 SAMANTEKT

Hreinn Óskarsson 2000. Hvenær á að bera á? Tímasetning áburðargjafa. Tilraun frá 1998. Lýsing og niðurstöður eftir þrjú sumur. Rit Mógilsár Rannsóknastöðvar Skógræktar nr.1/2000. 28 s.

Árið 1998 var sett á stofn tilraun þar sem prófuð var mismunandi tímasetning áburðargjafar. Markmið með tilrauninni var þvíþætt:

1) Að kanna hvaða tímasetning áburðargjafar gefur besta lifun og vöxt?

- a) Áburðargjöf við gróðursetningu (í júní),
- b) í miðjum júlí,
- c) síðla ágúst eða
- d) einu ári eftir gróðursetningu.

2) Er mismunur milli trjátegunda hvað varðar tímasetningu áburðargjafar?

Tilraunirnar eru gerðar á þremur stöðum, tveim á Suðurlandi, Markarfljótsaurum og Kollabæ og einum á Norðurlandi, Végeirsstöðum. Vegna misheppnaðrar tilraunar á síðastnefnda staðnum og mikilla affalla í staffuru sunnanlands, eru niðurstöður aðeins birtar fyrir sitkagreni og ilmbjörk á Markarfljótsaurum og í Kollabæ.

Það var ekki tölfræðilega marktækur munur milli tilraunaliða hvað varðaði lifun birkis og grenis. Plöntur sem fengu áburð við gróðursetningu voru hávaxnari og gildari en plöntur sem fengu áburð á öðrum tíma. Auk þessa voru plöntur í þessum tilraunalið með lengri árssprotu en hinir. Þessi munur var sér í lagi áberandi hjá birki en minna áberandi hjá greni. Mælingar á birki sýna að plöntur sem enga áburðargjöf fá vaxa minna en plöntur úr öðrum tilraunaliðum. Vöxtur var almennt mun meiri hjá birki en hjá greni.

Niðurstaða tilraunarinnar er; áburðargjöf snemmsumars gefur mestan vöxt. Það gefur meiri vöxt að bera á ári eftir gróðursetningu í stað þess að bera á miðsumars eða að hausti. Áburðargjöf, hvort sem borið er að vori eða hausti, gefur betri vöxt en engin áburðargjöf.

Lykilorð: tímasetning áburðargjafa, nýskógrækt, vöxtur, rótarháls þvermál, greinabreidd, lifun, ilmbjörk, sitkagreni.

2 SUMMARY

Oskarsson, H. 2000. *The effect of timing of fertilization on survival and growth. Implimentation and results after three growth periods. IFRS report, 1/2000. 28 pp.*

In 1998 a trial was established, where the effects of different timing of fertilizer application were tested. The aim of the trial was following: 1) which timing of application gives the best survival and growth?;

- a) fertilization at time of planting (in June),
- b) in the middle of July,
- c) late August or
- d) one year after planting.

2) Do the four tree species; downy birch (*Betula pubescens* Ehrh.), Sitka spruce (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.), Russian larch (*Larix sukaczewii* Dylis.) and lodgepole pine (*Pinus contorta* Dougl. ex. Loud.), show different responses to the timing of application?

The trial was established on three locations in June 1998, two in S-Iceland and one in N-Iceland. Due to high mortality in pine and problems caused by water-logged soils on the site in northern Iceland, only the results from birch and spruce at Markarfljótsaurar and Kollabær were used.

There was no statistical significant difference between treatments, i.e. timing of application, as regards the survival of seedlings. Seedlings that received fertilizer at time of planting were taller, had greater diameter and larger annual growth increment than those receiving fertilizer at other times. This difference was pronounced with birch but less obvious with spruce. Results for birch show that no fertilization at all gives poorer growth and diameter than any of the other treatments that were tested in the trial. Birch gave much larger growth response than spruce.

Key words: timing of fertilization, afforestation, growth, ground-level-diameter, crown diameter, survival, Iceland, Betula pubescens, Picea sitchensis.

EFNISYFIRLIT

1	SAMANTEKT	2
2	SUMMARY	3
3	INNGANGUR	4
4	EFNI OG AÐFERÐIR	6
4.1	TILRAUNALÝSING	6
4.2	ÚTTEKTIR.....	8
4.3	ÚRVINNSLA NIÐURSTAÐNA	8
5	NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA	10
5.1	LÍF.....	10
5.2	HÆÐ OG ÁRSVÖXTUR.....	11
5.3	ÞVERMÁL OG BREIDD PLANTNA	17
6	ÁLYKTANIR	20
6.1	HVENÆR ER BEST AÐ BERA Á ?	20
6.2	ER MISMUNUR Í SVÖRUN MILLI TRJÁTEGUNDA?	20
7	ÞAKKIR	21
8	HEIMILDIR	22
9	VIÐAUKI	23

3 INNGANGUR

Nýlegar rannsóknir hafa leitt í ljós jákvæð áhrif þess að bera á skógarplöntur (sjá til dæmis Jón Guðmundsson 1995, Ása L. Aradóttir & Járngerður Grétarsdóttir 1995), sér í lagi köfnunarefni (N) og fosfór (P) (Hreinn Óskarsson ofl. 1997). Enn skortir þó upplýsingar um á hvaða tíma árs best er að bera á trjáplöntur, með tilliti til vaxtar og lifunar.

Í júní 1998 var sett á stofn tilraun þar sem mismunandi tímasetning áburðargjafa er rannsökuð. Markmið með tilrauninni er að svara eftirfarandi rannsóknaspurningum:

- 1) Hvaða dreifingartími áburðar gefur minnst afföll og mestan vöxt?
 - a) áburðargjöf við gróðursetningu (snemma sumars), b) um miðjan júlí, c) seint í ágúst eða d) ári eftir gróðursetningu.
- 2) Er munur á svörun trjategunda við tímasetningu áburðargjafar? Þær tegundir sem hér eru bornar saman eru: birki (*Betula pubescens* Ehrh.), sitkagreni (*Picea sitchensis* (Bong.) Carr.), rússalerki (*Larix sukaczewii* Dylis.) og stafafura (*Pinus contorta* Dougl. ex. Loud.) .



1. mynd. Staðsetning áburðartilrauna frá 1998. *The location of the fertilizer trials in Iceland.*

Tilraunin er á tveim tilraunastöðum á Suðurlandi, Kollabæ í Fljótshlíð og á Markarfljótsaurum, og á einum stað á Norðurlandi, Végeirsstöðum í Fnjóskadal. Í tilrauninni eru notaðar sitkagreni-, stafafuru- og birkiplöntur, en á Norðurlandi er rússalerki notað í stað sitkagrenis. Jarðvegur á tilraunasvæðinu á Végeirsstöðum reyndist vera mun blautari en gert hafði verið fyrir í upphafi og stóð vatn í sumum rásum vorið eftir. Því eru niðurstöður hennar vart marktækar og verða ekki teknar með í þessari skýrslu.

4 EFNI OG AÐFERÐIR

4.1 TILRAUNALÝSING

Tilraunirnar eru á þrem stöðum; a) í landi Voðmúlastaða á Markarfljótsaurum, b) í landi Skógræktar ríkisins, Kollabæ í Fljótshlíð og í landi Háskólans á Akureyri að Végeirsstöðum í Fnjóskadal (1. mynd). Tilraunin á Markarfljótsaurum stendur á gróðurlausri og skjóllausri malarsléttu u.þ.b. 500 m norðan vegarins að gömlu Markarfljótsbrúnni (63°40.158'N og 20°00.554'V) í um 60 m.h.y.s. Kollabæjartilraunin er um 8 km frá Markarfljótsauratilrauninni, milli víðiskjólbelta á hæðarkolli ofan við Tunguskóg (63°44.758'N og 20°03.205'V) í um 110 m.h.y.s. Jarðvegur er dæmigerður fokjarðvegur / móajarðvegur, þakinn með þykkum grámosa og grösum milli þúfna. Végeirsstaðatilraunin er á hjalla ofan Végeirsstaða, í brekkurótum (65°48.876'N og 17°53.098'V). Jarðvegur er breytilegur innan svæðisins, að ofan er jarðvegur myndaður af skriðu, þ.e. grýttur móajarðvegur, en neðan til blandast hann myrarjarðvegi. Á öllum tilraunastöðum var einskeraplógur (skógræktarplógur) notaður við jarðvinnslu. Gróðursetning og áburðargjöf fór fram 26.-29. júní 1998. Á Markarfljótsaurum og í Kollabæ var hin svokallaða geispa (Potti-Putki) notuð við gróðursetninguna og var gróðursett í botn plógrásarinnar. Á Végeirsstöðum reyndist hinsvegar illmögulegt að nota geispuna vegna mikillar seigju í jarðvegi, svo venjulegur 100 cm³ gróðursetningarstafur var notaður. Vegna bleytu í sumum rásanna á Végeirsstöðum varð að gróðursetja plönturnar í hliðar plógrásar í stað botns hennar.

Plönturnar voru eins árs (1/0) bakkaplöntur við gróðursetingu, ræktaðar í 100 cm³ bökkum. Plöntur fyrir sunnlensku tilraunirnar voru ræktaðar í Fossvogsstöðinni/Barra hf og plöntur sem notaðar voru norðanlands voru ræktaðar á Vöglum (1. tafla).

1. Tafla. Uppruni tilraunaplantna. "-" merkir að tegundin hafi ekki verið notuð á viðkomandi tilraunastað. *The origin of tree seedlings used in the trial.*

	Végeirs- staðir	Frænr.	Kollabær	Frænr.	Markarfljóts- aurar	Frænr.
Ilmbjörk	Vagfir rætingarhús	950076	Embla	Frætré við rætingarhús sáð 1997	Embla	Frætré við rætingarhús sáð 1997
Stafafura	Bennet Lake	900003 ¹	Tutshi lake / Carcross	950012 / 94020	Tutshi lake / Carcross	950012 / 94020
Sitkagreni	-	-	Seward	950011	Seward	950011
Rússalerki	Imatra	970007	-	-	-	-

Í tilrauninni var áburði dreift í u.þ.b. 15-20 cm radíus umhverfis plönturnar. Notuð var áburðarblandan Gróska II (Áburðarverksmiðjan hf). Gróska II er blanda af eingildu ammóníum fosfati (9-42-0) á auðleystu formi og Osmocote 32-0-0 (Scotts & Sons Ltd.), þar sem um helmingur köfnunarefnisins er á seinleystu formi. Þrettán grömmum af þessari blöndu var dreift í kring um hverja plöntu. Tilraunaliðir eru sýndir í 2. töflu og voru; a) áburðargjöf við gróðursetningu (snemmsumars), b) um miðjan júlí, c) seint í ágúst eða d) ári eftir gróðursetningu. Viðmiðunarplöntur án áburðar voru ekki prófaðar tilrauninni. Ástæða þessa var að óþarft þótti að leita svara við þeirri spurningu hvort munur væri á lifun og vexti áborinna plantna miðað við óáborinna. Hefur þeirri spurningu áður verið svarað, þ.e. áburðargjöf bætir lifun og vöxt (Hreinn Óskarsson o.fl. 1997). Hér á eftir verða þó birt gögn úr annari tilraun sem staðsett er við hlið tímatilraunanna og var gróðursett á nákvæmlega sama tíma.

¹ Fossvogsstöðin hf. framleiðandi furuplantnanna, gat ekki veitt nákvæmar upplýsingar um hvaða furukvæmi hefði verið selt. Annað hvort er um að ræða kvæmið Carcross eða Tutshi Lake (Steinunn Reynisdóttir munnlegar upplýsingar).

2. tafla. Tímasetning áburðargjafa í tilrauninni.

Meðferð	Tímasetning áburðargjafa	Timing of fertilization
0	Viðmiðun (án áburðar) birki	Control (no fertilizer) birch
1	Við gróðursetningu 1998	At time of planting
2	15. júlí 1998	July 15 th 1998
3	25. ágúst 1998	August 25 th 1998
4	1. júní 1999	June 1 th 1999

Veðurskilyrði við og eftir gróðursetningu voru með ágætum, sólríkt og hlýtt við gróðursetningu en innan viku rigndi á öllum tilraunastöðum. Ekki var því um að ræða afföll af völdum óbeinna þurrka².

Tilraunin er blokkartilraun með fjórum endurtekningum (blokkum). Tilraunaliðum og tegundum er raðað tilviljanakennt innan blokkanna (Randomized block design). 20 plöntur eru í hverri meðferð innan blokka, alls eru um 920 plöntur á hverjum tilraunastað. Tilraunaskipulag er að finna í 6. töflu í viðauka.

4.2 ÚTTEKTIR

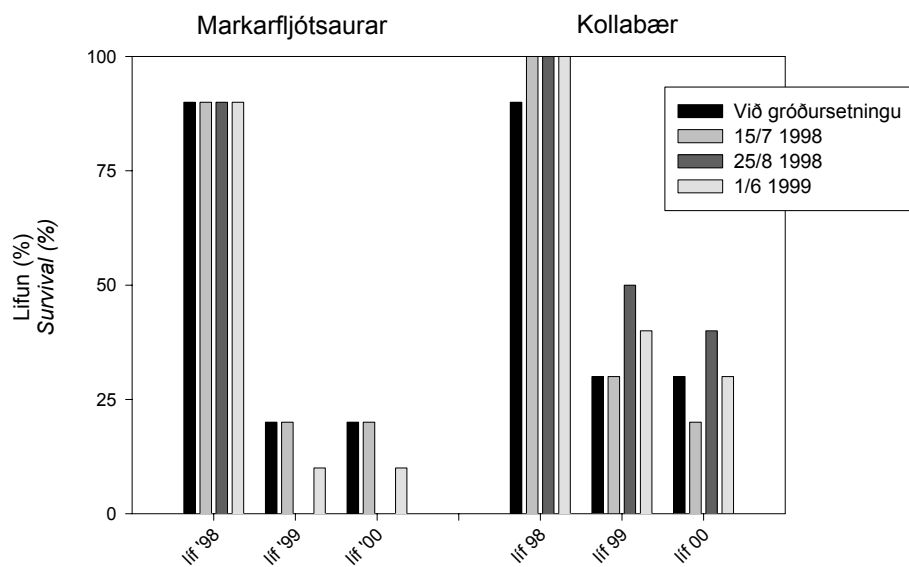
Úttektir voru gerðar haustið 1998, vorið 1999 og haustið 1999. Skráð var lifun, kal og frostlyfting allra plantna. 25% slembiúrtak plantna af hverri meðferð, þ.e. fimm plöntur á blokk, var valið með Excel töflureikni. Þættir sem mældir voru á úrtaksplöntum voru; hæð vor og haust, sumarvöxtur, lauf- og nálalengd, mesta breidd krónu plantna, þ. e. umfang greina, og þvermál stofns við jarðvegsyfirborð.

4.3 ÚRVINNSLA NIÐURSTAÐNA

Tilraunaniðurstöður frá báðum árum voru skráðar í töflureikni (Excel 7.0). Meðaltölum frá hverri tilraunaröð innan blokkanna var síðan safnað saman og þeim umbreytt til að þær uppfylltu kröfur um normaldreifingu og einsleitni dreifna (e. *homogeneity of variance*). Hæð, vexti og krónubreidd plöntu var umbreytt með með kvaðratrót (\sqrt{x}), þvermáli

²Árið 1995 var sett á stofn áburðartilraun á þrem stöðum á Suðurlandi. Sama sumar komu fram mikil afföll, einkum í meðferðum þar sem plöntur fengu stóra skammta af N. Orsök mikilla affalla þegar háir N-skammtar voru notaðir má ótvírætt rekja til óbeinna þurrka af völdum áburðar. Þ.e. hár saltstyrkur í jarðvegi getur valdið aukinni bindingu vatns og og þar með minnkað vatnsstreymi til róta .

var umbreytt með $x^{-0.3}$. Ekki þótti ástæða til að gera tölfræðiþróf á lifunartölum, enda var ekki að sjá að afföll væru á nokkurn hátt tengd tímasetningu áburðar. Meðallifun er því aðeins sýnd án skekkjumarka. SAS-tölfræðiforritið (SAS v8, SAS-institute 2000) var notað til að gera ferkagreiðningu (PROC MIXED: blandað líkan) á niðurstöðunum. PROC MIXED aðferðin tekur tillit til allra mælinga í einu með því að búa til nýja breytu, TÍMA (sjá 1-4. töflu í viðauka). Myndir voru unnar í Sigma Plot (SigmaPlot 6.01).

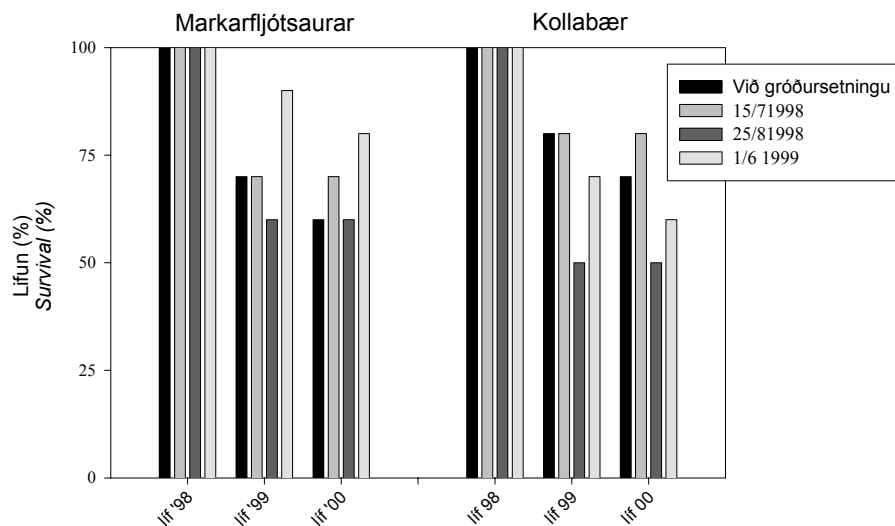


2. mynd. Lifun á stafafuru á Markarfljótsaurum og í Kollabæ. *Survival of lodgepole pine at different timings of application at Markarfljótsaurar and Kollabær during the first three years.*

5 NIÐURSTÖÐUR OG UMRÆÐA

5.1 Líf

Afföll urðu strax fyrsta sumarið hjá stafafuru (2. mynd) og litu plönturnar mjög illa út að hausti. Afföllin eftir fyrsta vetur voru gríðarleg og drápu allar plönturnar í sumum tilraunaliðum. Líklegt er að þetta megi rekja til skemmda á plöntum úr gróðrastöð enda komu fram mikil afföll á stafafuru úr sömu framleiðslu víða um Suðurland. Plönturnar visnuðu eftir gróðursetningu og virtist rótarvirkni vera afar lítil. Töluverð afföll komu fram eftir fyrsta vetur á sitkagreni (3. mynd) og litu



3. mynd. Lifun á sitkagreni á Markarfljótsaurum og í Kollabæ. *Survival of Sitkaspruce at different timings of application at Markarfljótsaurar and Kollabær during the first three years (við gróðursetningu = at time of planting).*

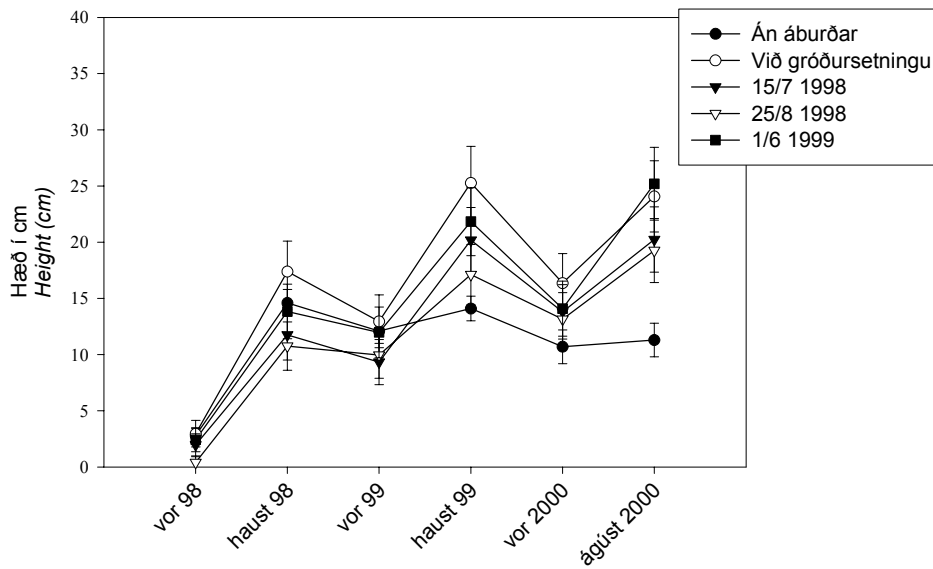
plöntur mjög illa út, en þó náðu sitkagrenin bata í mörgum tilvikum og litu nokkuð vel út sumarið 2000. Lítil munur á lifun hjá greni og furu var á milli tilraunaliða í tilrauninni (2. og 3. mynd). Svo til engin afföll urðu á birki í tilrauninni (niðurstöður ekki sýndar).

Sökum mikilla affalla á stafafuru í tilrauninni var ekki mögulegt að mæla vaxtarþætti í nægum fjölda plantna svo niðurstöður birtast aðeins fyrir birki og greni.

5.2 Hæð og ársvöxtur

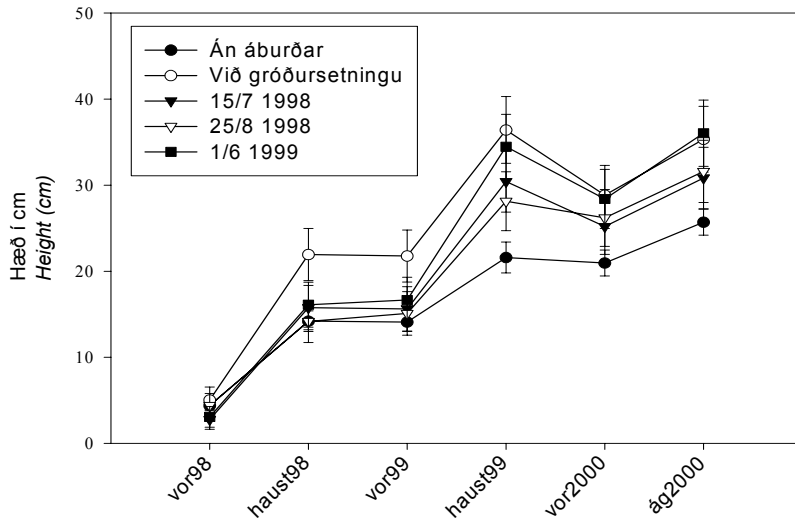
Marktækur munur (95%) var á meðalhæð á milli tilraunaliða hjá birki á Markarfljótsaurum (sjá 1. töflu í viðauka). Hæðarmunurinn var marktækur hjá birki á báðum tilraunastöðum. Skaraskemmdir gerðu það að verkum að munur í hæð að ekki var mikill munur í hæð að vori (4. og 5. mynd). Marktækur munur var milli tilraunaliða á hæð grenis á Markarfljótsaurum, en ekki í Kollabæ (sjá 5. töflu í viðauka). Áburðargjöf við gróðursetningu gaf mesta meðalhæð hjá birki á báðum tilraunastöðum fyrstu tvö árin, en plöntur sem hlutu áburðargjöf ári seinna náðu þessum plöntum í hæð haustið 2000. Vegna vetrarskemmda lækkuðu hæstu plöntur milli árána 1998-99 og 1999-2000 á Markarfljótsaurum (4. mynd), og milli árána 1999-2000 í Kollabæ (5. mynd).

Tilraunaliðurinn viðmiðun (án áburðar) var eins og áður er getið aðeins prófuð á birki. Eftir á að hyggja hefði verið áhugavert að hafa viðmiðunarplöntur af bæði greni og furu með í tilrauninni, enda sýna niðurstöður að viðmiðunarplöntur af birki sýna þökkalegan vöxt í Kollabæ en alger vaxtarstöðnun ríkir í viðmiðunarplöntum hjá birki á Markarfljótsaurum. Þessar niðurstöður staðfesta fyrri niðurstöður um að lang minnstur vöxtur er hjá viðmiðunarplöntunum og þeim því frekar hætt við skemmdum af völdum t.d. ranabjallna og frostlyftingu.

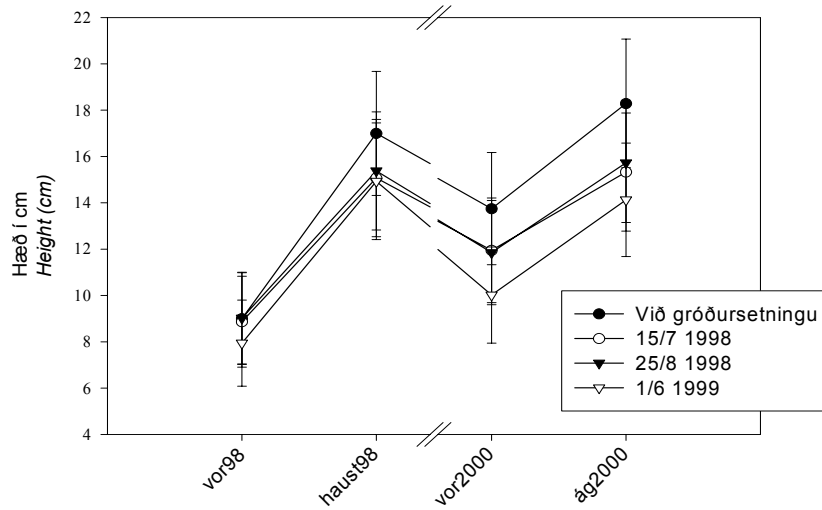


4. mynd. Meðalhæð birkis á Markarfljótsaurum frá vori 1998 til síðsumars 2000. *Average height of birch at Markarfljótsaurar from spring 1998 to late summer 2000.* Translation: *Án áburðar = no fertilizer, Við gróðursetningu = at time of planting, vor=spring, haust=autumn.*

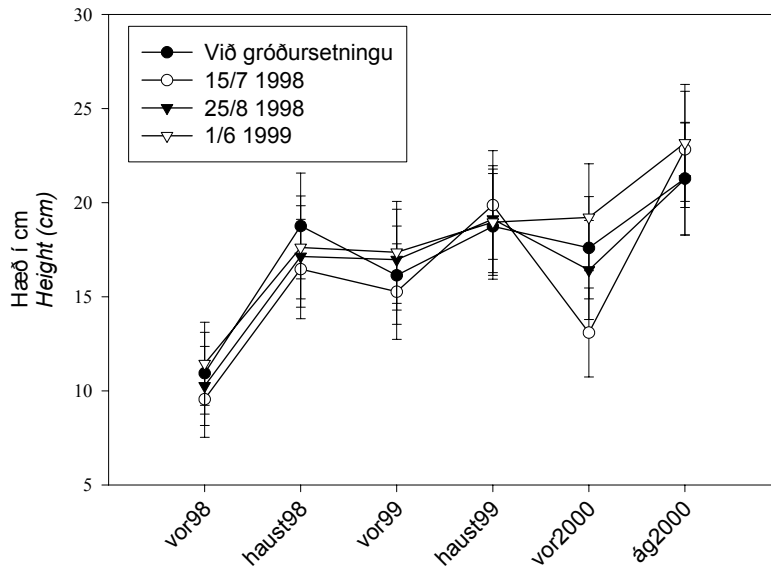
Þær birkiplöntur sem fengu áburð í miðjum júlí mánuði eða í ágúst mánuði voru heldur lægri en þegar áburður var borinn á að vori. Plöntur í þessum tilraunaliðum voru þó hærri en viðmiðunarplöntur. Ef enginn áburður var gefinn uxu birkiplönturnar lítið sem ekkert á Markarfljótsaurum (4. mynd), og minna heldur en óábornar plöntur í Kollabæ (5. mynd). Greni gaf svipaða svörun og birkið en munurinn á meðalhæð ekki eins áberandi (sjá 6. og 7. mynd).



5. mynd. Meðalhæð birkis í Kollabæ frá vori 1998 til síðsumars 2000. *Average height of birch at Kollabær from spring 1998 to late summer 2000.*



6. mynd. Meðalhæð Sitkagrenis á Markarfljótsaurum vor og haust 1998 og 2000. *Average height of Sitka spruce at Markarfljótsaurar from spring 1998 to late summer 2000.*

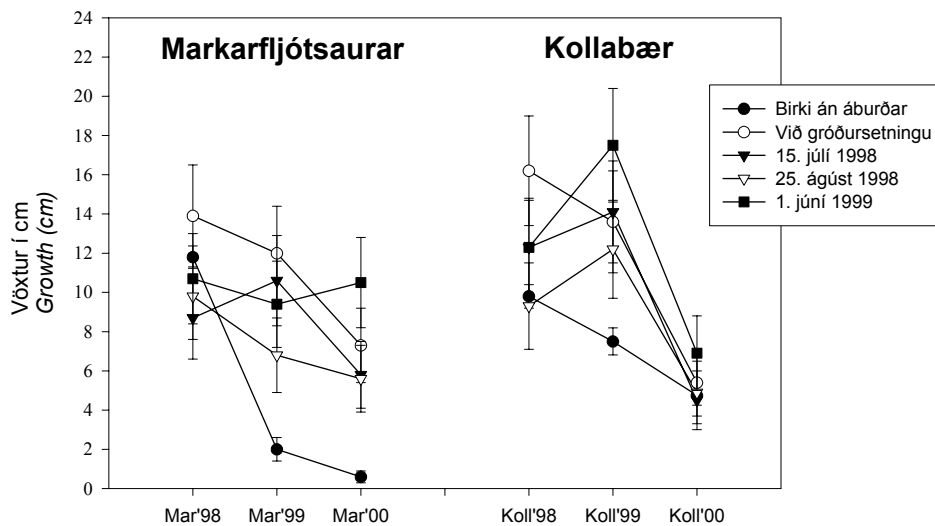


7. mynd. Meðalhæð Sitkagrenis í Kollabæ frá vori 1998 til síðsumars 2000. *Average height of Sitka spruce at Kollabær from spring 1998 to late summer 2000.*

Mælieiningin vöxtur er mæling á þeim árssprota sem teygir sig hæst allra sprota að hausti. Það er ekki óalgengt að þessi árssproti vaxi úr öðru brumi en toppbrumi, t.d. brumi á miðri plöntu, enda verða plöntur oft fyrir skemmdum á efstu brumum. Ársvöxtur gefur því ekki endilega til kynna hæðaraukningu milli ára heldur vaxtargetu plantna.

Vaxtarmunur var marktækur, milli tegunda og við mismunandi tilraunaliði en ekki milli tilraunastaða (2. tafla í viðauka). Árin 1998 og 1999 var vöxtur birkis á Markarfljótsaurum mestur hjá plöntum sem fengu áburð við gróðursetningu og var munurinn meðal tilraunaliða marktækur (5. tafla í viðauka). Sumarið 2000 uxu plöntur sem fengu áburð ári eftir gróðursetningu (1/6 1999) betur á Markarfljótsaurum. Enginn marktækur munur var hins vegar sjáanlegur á vexti hjá greni

á Markarfljótsaurum (8. mynd og 2. tafla í viðauka). Í Kollabæ þar sem vöxtur var almennt meiri, uxu birkiplöntur sem fengu áburð við gróðursetningu best fyrsta sumarið, en vöxtur var heldur meiri næstu tvö ár 1999 og 2000 við áburðargjöf 1/6 99. Vaxtarmunurinn var ekki marktækur (5. tafla í viðauka).

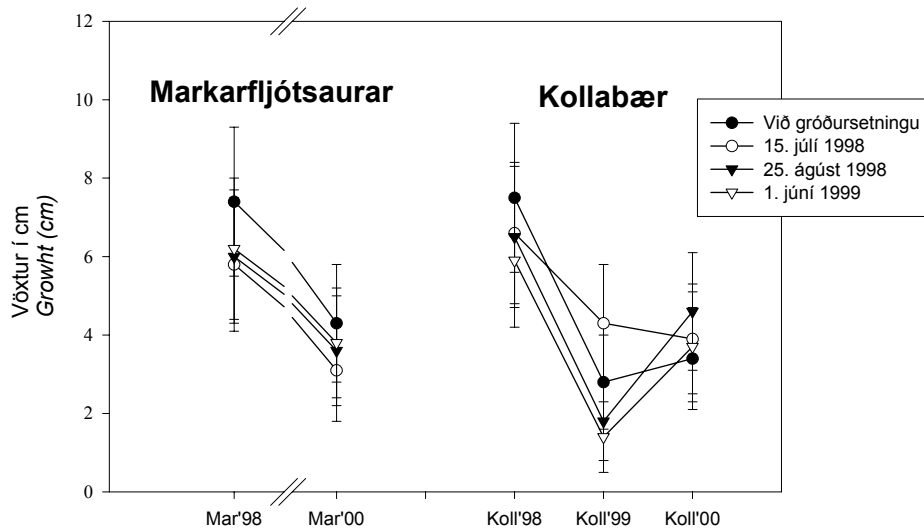


8. mynd. Árlegur meðalvöxtur birkis í tilrauninni 1998-2000.
Average annual growth of birch and spruce in the trial.

Vaxtarmunur milli meðferða var lítill hjá greni í Kollabæ, þó marktækur (5. tafla í viðauka) og uxu greniplöntur sem fengið höfðu áburð 15.júlí greinilega best 1999 (9.mynd). Virðist sem birki taki betur við sér í vexti ef því er gefinn áburður snemmsumars en munurinn er alls ekki eins skýr hjá greni.

Sá vöxtur sem birki hafði náð í Kollabæ við mælingu í lok júlí 2000 gefur ekki alveg rétta mynd af vaxtarþrótti birkitrjáanna enda laufgast plöntur síðar og hefja þ.a.l. seinna vöxt í

Kollabæ en á Markarfljótsaurum (Hrafn Óskarsson óbirt gögn). Plöntur í Kollabæ voru enn í fullum vexti við mælingu en mikið var farið að draga úr vexti á Markarfljótsaurum.



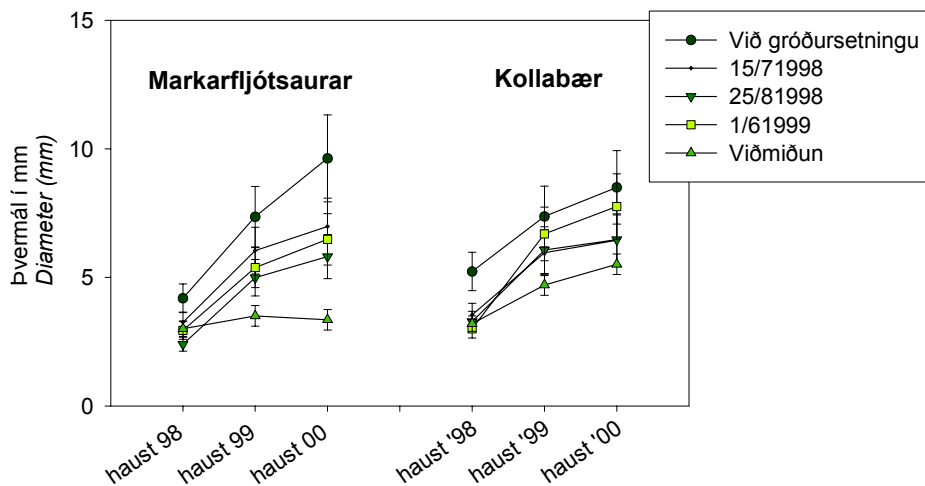
9. mynd. Árlegur meðalvöxtur sitkagrenis í tilrauninni 1998-2000. *Average annual growth of Sitkaspruce in the trial.*

Hæð og árlegur hæðarvöxtur gefa ákveðna hugmynd um áburðaráhrif, en vetrarskemmdir geta þó skekkt myndina. Hávaxnar plöntur skemmast t.d. mun meira en minni plöntur og verða fyrir meiri streitu og orkutapi en litlar plöntur sem standa í skjóli. Því hefðu niðurstöður úr hæðarmælingum orðið aðrar ef vetrarskemmdir hefðu ekki orðið eins miklar og raun bar vitni. Önnur aðferð til að ákvarða vöxt plantna með því að mæla þvermál við rótarhális eða mestu breidd plöntu, þ.e.a.s. mesta þvermál krónu. Nýjar rannsóknir höfundar sýna að mun meiri fylgni er milli þvermáls við rótarhális eða

jarðvegsyfirborð og lífmassa þriggja ára birkiplantna ($r=0,84$) en fylgni milli hæðar og lífmassa ($r=0,38$). Þar sem lífmassavöxtur er besti mælikvarði á áburðarsvörun má því segja að þvermálsmæling sé besta aðferð til að meta lífmassavöxt.

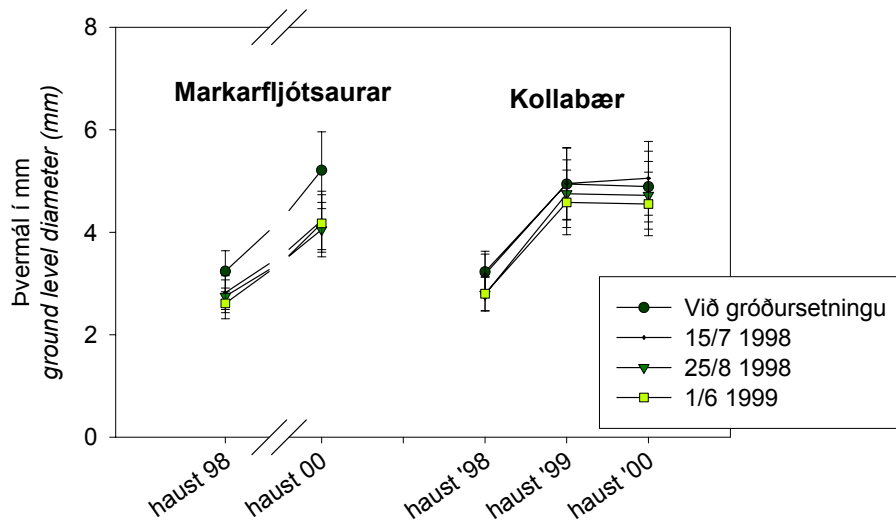
5.3 Þvermál og breidd plantna

Þvermál er marktækt breytilegt milli tilraunaliða, tegunda og staða (3. tafla í viðauka). Sívaxandi munur er á þvermáli við rótargáls á birki á báðum tilraunastöðum og er munurinn marktækur (5. tafla í viðauka). Plöntur sem fengu áburð við gróðursetningu eru lang gildastar en viðmiðunarplöntur mun grennri en hinir tilraunaliðirnir (10. mynd). Svipað mynstur sést hjá greni en þó aðeins marktækt á Markarfljótsaurum (5. tafla í viðauka og 11. mynd).



10. mynd. Meðalþvermál við rótargáls á birki í tilrauninni 1998-2000. Average ground level diameter of birch in the trial 1998-2000.

Birkiplöntur sem fengu áburð ári eftir gróðursetningu fara ört gildnandi og í Kollabæ er lífmassavöxtur líklega meiri hjá þeim en hjá plöntum sem fengu áburð síðsumars.

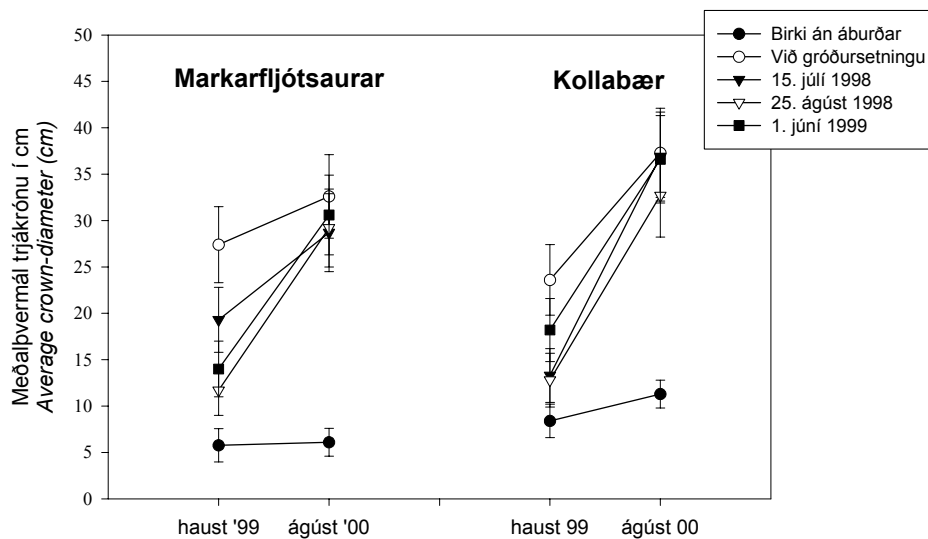


11. mynd. Meðalþvermál við rótarháls á sitkagreni í tilrauninni 1998-2000. *Average ground level diameter of Sitkaspruce in the trial 1998-2000.*

Birkiplöntur sem hlutu áburðargjöf fyrripart sumars eða við gróðursetningu eru mun gildari. Þetta bendir til að þær hafi sverara og öflugra rótarkerfi en hinar. Óbirt gögn höfundar sýna eins og áður var nefnt að samband er milli þvermáls við rótarháls og rótarstærðar. Stórar rætur og gildur rótarháls auka möguleika plantna á að standa af sér árásir ranabjöllutegunda sem hafa valdið miklum skaða í nýskógrækt á síðustu árum (Guðmundur Halldórsson o.fl. 1999). Krónubreidd birkiplantna á Markarfljótsaurum er svipuð og í Kollabæ, þó með þeirri undantekningu að viðmiðunarplöntur

eru mjög grannvaxnar á Markarfljótsaurum. Þrátt fyrir meiri illgresissamkeppni í Kollabæ virðast plöntur ná að breiða úr greinum sínum til jafns við plöntur á Markarfljótsaurum sem ekki búa við illgresissamkeppni. Í Kollabæ eru plöntur gróðursettar ofan í rásir sem umluktar eru grasi og því leita þær frekar upp í ljósið og eru hávaxnari (4. og 5. mynd).

Niðurstöður hvað varðar breidd plantna sýna að fáir birkiplöntur áburð eru þær mun breiðari en hinar sem ekki fengu áburð. Athyglisvert er að viðmiðunarplöntur á báðum tilraunastöðum breiða mjög lítið úr sér, þ.e.a.s. áburðargjöf virðist margfalda þann flöt sem greinar breiða sig yfir og því ljóst að laufflatarmál og þar af leiðandi ljóstillifunargeta hlýtur að margfaldast.



12. mynd. Meðalþvermál laufkrónu birkis í tilrauninni 1999 og 2000. *Average diameter of tree-crown of birch in the trial in 1999 and 2000.*

6 ÁLYKTANIR

6.1 Hvenær er best að bera á ?

Ekki er marktækur munur á milli tilraunaliða hvað varðar afföll og því ekki hægt að fullyrða neitt um hvaða áhrif dreifingartími hefur á lífslíkur. Þó má vekja athygli á því að frostlyfting gæti orðið meira vandamál hjá plöntum sem fá áburð ári eftir gróðursetningu eða síðla sumars, miðað við hjá plöntum sem fá áburð við gróðursetningu. Ennfremur má benda á að plöntur sem fengu áburð við gróðursetningu voru gildari en hinar og eru því líklegri til að standast rótanag ranabjallna. Plöntur sem fá áburð við gróðursetningu vaxa mun betur og eru hærrí og breiðari en plöntur sem fá áburð síðar.

Tilraunin sýnir bersýnilega að betra er að bera áburð á birkiplöntur, hvort sem það er gert við gróðursetningu, um mitt sumar, síðsumars, eða ári eftir gróðursetningu, heldur en að sleppa áburðargjöf alveg.

6.2 Er mismunur í svörun milli trjátegunda?

Sökum mikilla affalla á stafafuru og gallaðrar tilraunar á Végeirsstöðum er aðeins hægt að svara þessari spurningu fyrir Sitkagreni og birki. Birki gefur mun betri svörun en Sitkagreni og gæti það skýrst af eðlislægum mun milli tegundanna, þ.e. birki vex vel við góðar aðstæður og nýtir þær strax til vaxtar, en hjá greni nýtir góðar vaxtaraðstæður til orkusöfnunar sem skilar í bættum vexti næstu árin.

6 ÞAKKIR

Ýmsir aðilar hafa komið að þessum tilraunum með einum eða öðrum hætti. Verkefnið er hluti af stærra verkefni „Áhrif áburðargjafa á líf og vöxt trjáplantna” sem styrkt er af Tæknisjóði Rannís, Framleiðnisjóði Landbúnaðarins og Norrænu ráðherranefndinni (Samstarfsnefnd um norrænar skógræktarrannsóknir). Ingvar Helgason hf. lánaði bíl til verkefnisins, landeigendur á Búlandi, Miðháleigu og Voðmúlastöðum sem lána land sitt á Markarfljótsaurum til tilrauna, starfsfólk Skógræktar ríkisins á Tumastöðum, Háskólinn á Akureyri sem ljéði land á Végeirsstöðum, starfsfólk Skógræktar ríkisins á Vöglum og Landsvirkjun. Ennfremur vill höfundur þakka Hrafni Óskarssyni, Sigrúnu Sigurjónsdóttir, Markúsi Runólfssyni, Óskari Þór Sigurðssyni, Guðbjörgu Arnardóttur, og hinum sem aðstoðuðu. Ása L. Aradóttir og Hólmgeir Björnsson fá þakkir fyrir aðstoð við tilraunaskipulagningu. Haukur Ragnarsson, Guðmundur Halldórsson, Aðalsteinn Sigurgeirsson og Kristín Svavarsdóttir fá þakkir fyrir yfirlestur á handriti.

8 HEIMILDIR

Ása L. Aradóttir og Járngerður Grétarsdóttir 1995. Úttektir á gróðursetningum til landgræðsluskóga. Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins, nr. 9. 36 pp.

Guðmundur Halldórsson, Sigvaldi Ásgeirsson, Edda S. Oddsdóttir, Ása L. Aradóttir 1999. Byr lengi að fyrstu gerð? Skógræktarritið 1999 2.tbl. 55-60.

Hreinn Óskarsson 1997. Gæðningsforsög vedkulturetablering í SV-Island, með *Betula pubescens*, *Larix sukazewii* og *Picea sitchensis*. Óprentuð lokaritgerð við hinn Konunglega landbúnaðar- og dýralækningaháskóla í Kaupmannahöfn (KVL), Danmörku.

Hreinn Óskarsson, Aðalsteinn Sigurgeirsson & Bjarni Helgason 1997. Áburðargjöf á nýgróðursetningar í rýrum jarðvegi á Suðurlandi. I. Niðurstöður eftir tvö sumur. Skógræktarritið 1997. 42-59.

Jón Guðmundsson 1995. Áburðargjöf á birki í landgræðsluskógrækt, tilraunaniðurstöður. Skógræktarritið 1995. 129-135.

Little, R.C. Milliken, G.A., Stroup, W.W. & Wolfinger, R.D. 1995. *SAS[®] System for Mixed Models*, Cary, NC: SAS Institute Inc., 1996. 633 bls.

9 VIÐAUKI

1. Tafla. Útskrift úr PROC MIXED ferveikagreiningu í SAS og sýnir ferveikatöflu fyrir hæð birkis og grenis á Markarfljótsaurum og í Kollabæ. Feitletruð p-gildi tákna þætti sem eru marktækir við $\alpha=0,05$.

Orsök breytileika	df	ddf	F gildi	P-gildi
TÍMI	5	289	536,2	<,0001
staður	1	18	140,61	<,0001
tegund	1	10,9	4,11	0,0679
tilraunaliður	3	22,3	13,65	<,0001
staður*tegund	1	11	44,86	<,0001
tegund*tilraunal.	3	289	11,3	<,0001
staður*tilraunal.	3	22,3	1,13	0,3564
staður*TÍMI	5	289	13,78	<,0001
staður*teg*tilraunal.	3	289	4,38	0,0049
staður*teg*TÍMI	8	289	90,4	<,0001

df: frítölur sem segja til um fjölda sjálfstæðra gilda að baki dreifingar eða reiknihendingar. **ddf:** leiðréttar frítölur (denominator degrees of freedom). **Tegund / teg = species, Tilraunaliður / tilraunal. = treatment, TÍMI:** tímasetning mælingar (1998,99,00) = TIME :year of measurement.

Upplýsingar um tölfræðina sem notuð er:

PROC MIXED er tölfræðiaðferð sem er byggð á sennileika (e. likelihood). Þ.e. flestar ályktunar- (e. inferential) og matsaðferðir (e. estimation) eru byggðar á grunnhugmyndum sennileika aðgerðarinnar (e. likelihood function), tengdum lögmálum og kenningum (Little o.fl. 1996). Þessi aðferð er ekki sú sama og notuð er við hefðbundna ferveikagreiningu (Anova og General linear models), en í þessari aðferð eru notuð blönduð líkön (e. mixed models) sem hafa bæði bundin hrif (e. fixed effects) og slembihrif (e. random effects). Í almennri ferveikagreiningu er unnið með breytileika (e. variance).

2. Tafla. Útskrift úr PROC MIXED fervikagreiningu í SAS og sýnir fervikatöflu fyrir vöxt birkis og grenis á Markarfljótsaurum og í Kollabæ. Sjá 1. töflu fyrir nánari útskýringar.

Orsök breytileika	DF	DF	F gildi	Pr > F
TÍMI	2	108	91,2	<,0001
Tilraunaliður	3	25,7	5,07	0,0068
staður	1	27,6	0,03	0,8599
tegund	1	108	362,94	<,0001
staður*tegund	1	108	16,49	<,0001
tegund*tilraunal.	3	108	7,64	0,0001
staður*tilraunal.	3	26,4	0,74	0,5359
staður*TÍMI	2	108	3,82	0,0250
TÍMI*tilraunal.	6	108	4,87	0,0002
staður*tegund*tilraunal.	3	108	0,3	0,8284
staður*TÍMI*tilraunal.	6	108	1,06	0,3882
staður*teg*TÍMI*tilraunal.	12	108	13,54	<,0001

3. Tafla. Útskrift úr PROC MIXED fervikagreiningu í SAS og sýnir fervikatöflu fyrir þvermál birkis og grenis á Markarfljótsaurum og í Kollabæ. Sjá 1. töflu fyrir nánari útskýringar.

Orsök breytileika	DF	DF	F gildi	Pr > F
Staður	1	22,7	6,77	0,016
Teg	1	9,61	140,05	<,0001
Tilraunaliður	3	21,5	18,56	<,0001
TÍMI	2	103	601,05	<,0001
Staður*Teg	1	11,2	0,22	0,6482
Teg*meðf	3	103	9,49	<,0001
Staður*tilraunal.	3	23,1	1,35	0,2838
Staður*TÍMI	2	103	1,34	0,2670
Staður*Teg*tilraunal.	3	103	2,84	0,0418
Staður*TÍMI*tilraunal.	6	103	1,36	0,2366
Staður*teg*TÍMI*tilraunal.	4	103	3,24	0,0152
Teg*TÍMI*tilraunal.	8	103	6,63	<,0001

4. Tafla. Útskrift úr PROC MIXED fervikagreiningu í SAS og sýnir fervikatöflu fyrir breidd krónu á birki og greni á Markarfljótsaurum og í Kollabæ. Sjá 1. töflu fyrir nánari útskýringar.

Orsök breytileika	df	ddf	F gildi	P-gildi
staður	1	29,9	10,13	0,0034
tegund	1	58,1	548,23	<,0001
staður*tegund	1	58,1	1,7	0,198
tegund*tilraunal.	3	58,1	3,05	0,0358
staður*tilraunal.	3	26,7	1,24	0,3155
staður*TÍMI	1	58,1	1,17	0,2847
TÍMI*tilraunal.	3	58,1	6,72	0,0006
staður*tegund*tilraunal.	3	58,1	0,77	0,5132
staður*TÍMI*tilraunal.	3	58,1	3,57	0,0192
tilraunaliður	3	24,7	8,79	0,0004
TÍMI	1	58,1	253,93	<,0001
staður*teg*TÍMI*tilraunal.	4	58,1	21,3	<,0001

5. Tafla. P-gildi innan hvers tilraunastaðar og fyrir hverja tegund í tilrauninni. Þau gildi sem eru marktæk við $\alpha=0,05$ eru feitletruð.

Orsök breytileika	Hæð plöntu				Vöxtur			
	BIRKI		GRENI		BIRKI		GRENI	
	Mar	Koll	Mar	Koll	Mar	Koll	Mar	Koll
Tilraunaliður	0,0037	0,0237	0,025	0,2567	0,0258	0,1654	0,0627	0,0153
Tími	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	0,0009	<,0001	<,0001	<,0001
Tími*tilraunal.	0,3301	0,0402	0,7524	0,4399	0,0737	0,0369	0,9263	0,0001

Orsök breytileika	Þvermál				Breidd plöntu			
	BIRKI		GRENI		BIRKI		GRENI	
	Mar	Koll	Mar	Koll	Mar	Koll	Mar	Koll
tilraunaliður	0,0037	0,0237	0,025	0,2567	0,9091	0,0221	0,1155	0,0439
Tími	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001	<,0001		<,0001
Tími*tilraunal.	0,3301	0,0402	0,7524	0,4399	0,0135	0,0507		0,0023

6. Tafla. Tilraunaskipulag í tímatilraun á tilraunastöðunum þremur.

Kollabær

Blokk I	Blokk II	Blokk III	Blokk IV	lengd rásar (m)
STF 9 Við grs.	STF 11 25/8 98	STF 10 15/7 98	SGR 5 Við grs.	20
STF 12 1/6 99	STF 9 Við grs.	Birki 2 15/7 98	SGR 8 1/6 99	40
STF 10 15/7 98	Birki 2 15/7 98	Birki 1 Við grs.	Birki 4 1/6 99	60
STF 11 25/8 98	STF 10 15/7 98	STF 11 25/8 98	STF 12 1/6 99	80
SGR 5 Við grs.	SGR 6 15/7 98	SGR 5 Við grs.	STF 10 15/7 98	100
Birki 2 15/7 98	SGR 8 1/6 99	STF 12 1/6 99	Birki 3 25/8 98	120
Birki 4 1/6 99	STF 12 1/6 99	SGR 6 15/7 98	Birki 2 15/7 98	140
Birki 1 Við grs.	Birki 1 Við grs.	Birki 4 1/6 99	STF 11 25/8 98	160
SGR 8 1/6 99	SGR 7 25/8 98.	STF 9 Við grs.	Birki 1 Við grs.	180
SGR 6 15/7 98	SGR 5 Við grs.	SGR 8 1/6 99	STF 9 Við grs.	200
SGR 7 25/8 98.	Birki 4 1/6 99	SGR 7 25/8 98.	SGR 7 25/8 98.	220
Birki 3 25/8 98	Birki 3 25/8 98	Birki 3 25/8 98	SGR 6 15/7 98	240

6. Tafla frh.

Blokk I	Blokk II	Blokk III	Blokk IV	lengd rásar (m)
SGR 7 25/8 98.	STF 10 15/7 98	SGR 8 1/6 99	Birki 2 15/7 98	20
STF 11 25/8 98	Birki 2 15/7 98	Birki 1 Við grs.	STF 10 15/7 98	40
SGR 8 1/6 99	Birki 4 1/6 99	STF 12 1/6 99	STF 11 25/8 98	60
Birki 1 Við grs.	SGR 6 15/7 98	STF 11 25/8 98	STF 9 Við grs.	80
STF 9 Við grs.	STF 9 Við grs.	Birki 2 15/7 98	SGR 7 25/8 98.	100
Birki 4 1/6 99	Birki 3 25/8 98	Birki 3 25/8 98	SGR 6 15/7 98	120
STF 12 1/6 99	SGR 5 Við grs.	STF 10 15/7 98	STF 12 1/6 99	140
Birki 3 25/8 98	STF 12 1/6 99	STF 9 Við grs.	SGR 5 Við grs.	160
Birki 2 15/7 98	SGR 8 1/6 99	SGR 6 15/7 98	Birki 3 25/8 98	180
STF 10 15/7 98	Birki 1 Við grs.	SGR 7 25/8 98.	SGR 8 1/6 99	200
SGR 5 Við grs.	SGR 7 25/8 98.	SGR 5 Við grs.	Birki 4 1/6 99	220
SGR 6 15/7 98	STF 11 25/8 98	Birki 4 1/6 99	Birki 1 Við grs.	240

6. Tafla frh.

Végeirsstaðir

**Végeirs-
staðir**

Blokk I

Blokk II

**lengd
rásar (m)**

RL 5 Við grs.	STF 12 1/6 99	Birki 3 25/8 98	STF 11 25/8 98	STF 12 1/6 99	Birki 3 25/8 98	STF 10 15/7 98	20
Birki 4 1/6 99	RL 8 1/6 99	RL 6 15/7 98	Birki 1 Við grs.	STF 11 25/8 98	RL 7 25/8 98.	RL 5 Við grs.	40
RL 7 25/8 98.	STF 9 Við grs.	STF 10 15/7 98	Birki 2 15/7 98	STF 9 Við grs.	Birki 1 Við grs.	RL 6 15/7 98	60
				Birki 4 1/6 99	Birki 2 15/7 98	RL 8 1/6 99	80

Blokk III

Blokk IV

**lengd
rásar (m)**

STF 11 25/8 98	STF 10 15/7 98	Birki 1 Við grs.	STF 9 Við grs.	RL 7 25/8 98.	Birki 1 Við grs.	20
STF 12 1/6 99	RL 8 1/6 99	RL 5 Við grs.	RL 6 15/7 98	RL 8 1/6 99	STF 10 15/7 98	40
Birki 2 15/7 98	Birki 4 1/6 99	STF 9 Við grs.	RL 5 Við grs.	STF 11 25/8 98	STF 12 1/6 99	60
RL 6 15/7 98	RL 7 25/8 98.	Birki 3 25/8 98	Birki 2 15/7 98	Birki 4 1/6 99	Birki 3 25/8 98	80