

*Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins
Nr. 8*

RANNSÓKNIR Á UMHVERFISBREYTINGUM
OG ORKUFLÆÐI VIÐ FRAMVINDU
ASPARSKÓGAR Á BERANGRI

Áfangaskýrsla 1991



**RANNSÓKNASTÖÐ
SKÓGRÆKTAR RÍKISINS**

Fjölrit Rannsóknastöðvar Skógræktar ríkisins
Nr. 8

**RANNSÓKNIR Á UMHVERFISBREYTINGUM
OG ORKUFLÆÐI VIÐ FRAMVINDU
ASPARSKÓGAR Á BERANGRI**

Áfangaskýrsla 1991

**Guðríður Gyða Eyjólfsdóttir
Ása L. Aradóttir
Halldór Þorgeirsson
Ólafur Arnalds
Jón Guðmundsson**

Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins, Mógilsá
Maí 1994

ABSTRACT

Eyjólfsdóttir, G.G, Aradóttir, Á.L., Thorgeirsson, H., Arnalds, Ó. & Guðmundsson, J. 1994. Environmental change and energy balance studies during succession of a poplar plantation on an exposed site in Gunnarsholt, S. Iceland. Status report 1991. IFRS Report 8. 32 pp.

Cooperative research on environmental change and energy balance during succession of a poplar (*Populus trichocarpa* Torr. & Gray) plantation on an exposed site in Gunnarsholt, S. Iceland was initiated in 1988. Participants in this cooperation were Forestry Canada (Newfoundland and Labrador region), Queen's University, Canada, Iceland Forest Research Station and the Soil Conservation Service of Iceland. In 1990 the Agricultural Research Institute of Iceland became the 5th member of this cooperation. This report describes the history of this cooperation and the objectives of the project (chapter 1), the experimental site and its preparation (chapter 2), the biometeorological instrumentation and an overview of the data collected in 1991 (chapter 3) and measurements of the poplar plants in 1991 (chapter 4).

Among the objectives that have been defined for the project are:

1. to define the energy balance of the area;
2. to study the effect of poplar trees on energy balance and microclimate in the area;
3. to parameterize models describing the interaction of factors determining soil temperature and soil moisture;
4. to study the effect of wind on growth and form of the poplar trees;
5. to measure solar radiation utilized by the poplar trees;
6. to measure growth of the poplar trees and relate their growth to environmental factors;
7. to study the response of poplar trees to various environmental factors, by measuring their stomatal conductance and photosynthesis;
8. to parameterize growth models for poplar.
9. to study the development of vegetation, surface- and soil biota, as the poplar trees grow and mature.

The site was established on a hayfield at Gunnarsholt. The sod was stripped off approximately 14.5 ha area in the fall of 1989. Prior to planting poplar in 1990, the site was treated with herbicide. The poplar plants were propagated from cuttings, and planted with 1 m spacing. In 1990, the surface was essentially bare soil, with narrow strips of grass that had been left in the process of stripping the sod. The herbicide application was not uniform, however, and in areas that had received little or no herbicide, there was unrestricted grass growth in the remaining sod strips. The rest of the area was by 1991 mostly covered by cryptogams, especially mosses.

In 1991, 23,700 new plants were planted to replace dead plants. This represents 16.3% mortality over the whole area.

Instrumentation for measuring environmental factors was installed in 1989, near the center of the plantation (see fig. 4.1). Most of the instruments are on a 6 m high tower. The station is connected to line power and a telephone line.

In 1991 the following environmental factors were measured:

- (a) Solar radiation. Short wave radiation (280-2800nm) at the top of the tower is measured by "Eppley Black and White Pyranometer" from Eppley Laboratory Inc. (model 8-48). Net radiation is measured at 4 m height by an instrument of "Funk" type, produced by Middleton. It measures simultaneously incoming radiation (short wave and long wave) and outgoing radiation (long wave) from the surface. The difference between these two is net radiation. Both short wave radiation and net radiation are measured in $W\ m^{-2}$ ($W = J\ s^{-1}$).
- (b) Wind speed is measured at 144 and 254 cm, and wind direction at 254 cm height. Wind is measured by a three-cup anemometer from R.M Young Co. Wind speed is recorded as mean wind speed for 30 min in $m\ s^{-1}$.
- (c) Precipitation is measured with a tipping bucket rain gage from Texas Electronics Inc. This is only functional when temperature is above freezing point. The bucket is 24.5 cm in diameter, and is located at 50 cm above ground. Precipitation is recorded as total precip. (mm) in 30 min.
- (d) Air temperature and humidity is measured by wet- and dry-bulb temperature sensors. The sensors are installed in an elevator design that interchanges the positions of the sensors by moving them up and down a pair of rails every 15 minutes, stopping at 144, 254 and 364 cm. There are 2 sensor pairs on each rail, and for each measuring period, there are always 2 sensor pairs at 254 cm. Each sensor pair, wet and dry, is mounted inside a radiation shield made of PVC tube covered by reflective aluminized tape. A small fan draws air through the pipe at $5.4\ m\ s^{-1}$.
- (e) Soil temperature is measured at 1 and 5 cm depth with thermocouples.
- (f) Heat flux to the soil is measured with soil heat flux plates from BWD Precision Instruments.
- (g) Data logger from Campbell Scientific (21X) is used to record measurements every 10 s. Recorded are 30 minute means for all measurements, plus 3 and 15 minute means of temperature and humidity over the growing season. The data logger is connected to a telephone line for monitoring and automatic data retrieval.

Examples of data collected in 1991 are given in Figs. 3.1 - 3.9, and Tables 3.1 and 3.2.

In 1991, a coordinate system was established for the plantation, to help locating individual plants. The tower was set as the center of the coordinates (Fig. 4.1), and posts mark the corners of each 50 x 50 m plot.

One hundred poplar plants were randomly selected from the whole plantation for non-destructive monitoring of growth (Fig. 4.1). Each plant was numbered and tagged. Height, stem diameter, and crown dimensions were measured on Aug. 14 and Sept 19. The results from these measurements are shown in Table 4.1. Plants in grass free-areas where the surface is covered with mosses were significantly larger and grew significantly better than plants in a sward dominated by grass (Table 4.2).

Twenty poplar plants were randomly selected for destructive sampling (excluding the area immediately around the tower). On Aug. 14 and 15, each plant was first measured in the same way as the 100 monitored plants, then the stem was cut at the soil surface, and root cores taken underneath the plant. However, the root cores contained a lot of grass roots and decaying plant debris and thus it was decided not to use them for further analysis. In the laboratory, the leaves were separated from the stems, and the dimensions and area of each leaf measured. The aboveground plant parts were then dried and weighed. Results from measurements of the harvested plants are shown in table 4.3. Multiple regression (stepwise) was done with the total aboveground dry weight as dependent variable and nondestructive measurements of the plants as independent variables. Independent variables that had significant regression coefficients were (A) crown dimensions, i.e. max. crown diameter times crown diameter 90° to max.; (B) stem diameter at 10 cm; and (C) plant height. The resulting formula was

$$\text{aboveground biomass (dry weight)} = -2.21 + 0.0088 A + 0.10 B^2 + 0.097 C$$

with $R^2=0.965$, which indicates that the simple measurements done on the 100 monitored trees may give a fairly good indication of their biomass.

The effect of fertilizer addition on poplar growth was tested in the SW corner of the plantation. The treatments included three fertilizer rates, 10, 20 and 30 g of 15% N - 15% P_2O_5 - 15% K_2O fertilizer per plant and two methods of application, i.e. (1) fertilizer was spread on the soil surface around the plant and (2) a small hole was made 5 cm from the stem and the fertilizer put in the hole. The plants were measured on June 27 and Sept. 30. Results are shown in table 4.5.

EFNISYFIRLIT

ABSTRACT IN ENGLISH

1. INNGANGUR	1
1.1 Saga verkefnisins	1
1.2 Umsjón einstakra þátta rannsókna	2
1.3 Markmið rannsókna	3
2. STAÐARLÝSING	5
2.1 Jarðvegssnið	5
2.2 Gróðursetning 1990	6
2.3 Framkvæmdir á tilraunasvæðinu sumarið 1991	8
2.4 Plöntutegundir sem borist hafa inn á tilraunasvæðið	10
3. MÆLINGAR Á UMHVERFISÞÁTTUM	11
3.1 Mælibúnaður	11
3.2 Niðurstöður mælinga	12
4. MÆLINGAR Á TRJÁNUM	19
4.1 Hnitakerfið	19
4.2 Vaxtarmælingar	19
4.3 Uppskerumælingar	21
4.4 Áburðartilraunir	23
5. LOKAORÐ	24
6. HEIMILDIR	25
VIÐAUKAR	
A. Memorandum of Understanding Concerning the Coordination of Biometeorological and Climate Research 1990-1995	26
B. Ensk útgáfa af lýsingu jarðvegssniðs (Soil profile description and planned soil analysis)	31

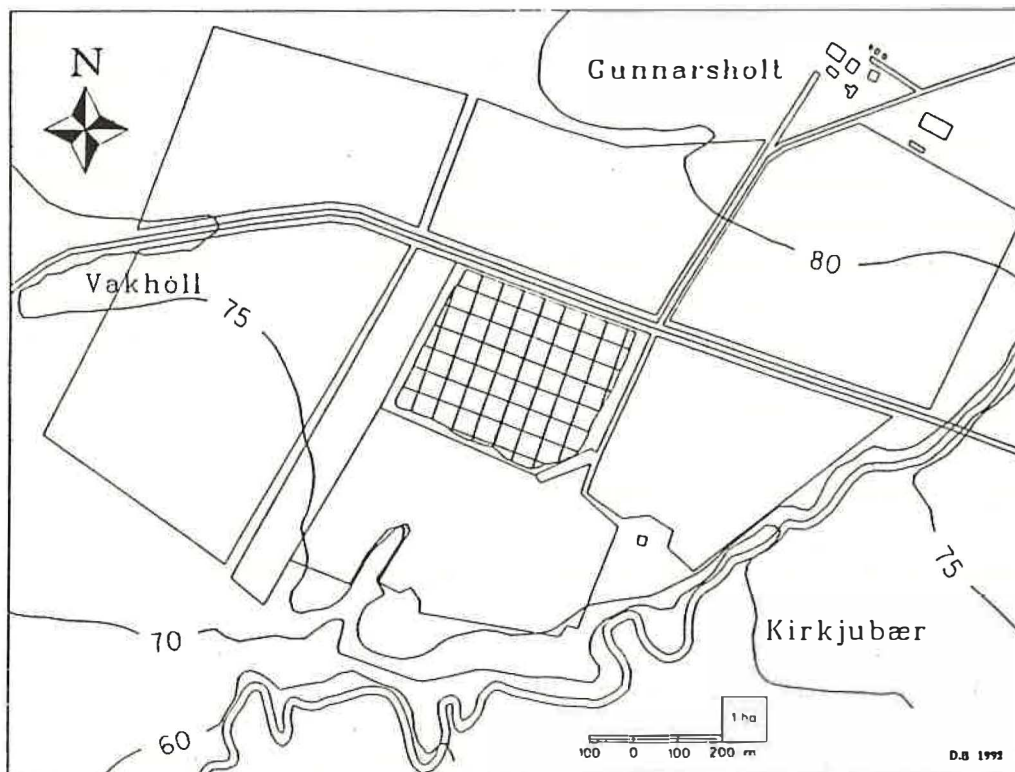
1. INNGANGUR

1.1 Saga verkefnisins

Árið 1988 hófst samstarf Forestry Canada, Nýfundnaland og Labrador svæðisins í St. John's og Landfræðideildar Queen's University í Kingston við Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins á Mógilsá og Landgræðslu ríkisins um rannsókn á umhverfisbreytingum og orkuflæði við framvindu asparskógar á berangri.

Upphafsmáður þessa samstarfs var dr. Alexander (Sandy) Robertson frá Forestry Canada, sem heimsótti Ísland árið 1983 á vegum Skógræktarfélag Íslands en árið eftir heimsótti Sigurður Blöndal, þáverandi skógræktarstjóri, Kanada í boði Forestry Canada. Það var svo vorið 1988 að Alexander Robertson og samstarfsmaður hans dr. J. Harry McCaughey frá Queen's University komu til Íslands í þeim tilgangi að koma á samstarfi við íslenska rannsóknamenn um tilraun í orkujöfnuði staðsetta á Íslandi. Þessir kanadísku vísindamenn höfðu verið í samstarfi frá 1985 og þróað aðferðir og komið upp tæknibúnaði til að mæla orkujöfnuð á víðiökum á tveim stöðum á vesturhluta Nýfundnaland.

Þeir völdu tírauninni stað á gömlu túni í Gunnarsholti (mynd 1.1) en þar ríkjá að þeirra áliti kjöraðstæður til rannsókna á orkujöfnuði og á áhrifum vinds á asparskóg í uppveiti.



Mynd 1.1. Staðsetning tilraunaskógarins í Gunnarsholti (rúðustrikað svæði). Einnig sjást höfuðstöðvar Landgræðslu ríkisins uppi í hægra horninu. (Kort Daði Björnsson). *Location of the experimental plantation in Gunnarsholti (cross hatched area). Also shown are the SCS headquarters in Gunnarsholti (upper right).*

Í fyrsta lagi er í Gunnarsholti aðstaða til rannsókna, bæði húsakynni og starfsfólk og í öðru lagi er tilraunasvæðið flatt og jarðvegurinn einsleitur (og í þriðja lagi vaxa aspir og víðitegundir í Gunnarsholti nokkuð jafnt en það sýnir að umhverfisþættir á staðnum eru fremur einsleitar). Hægt er að halda mælingunum áfram allt árið þar sem vetur eru oftast fremur mildir í Gunnarsholti.

Vorið 1989 hófst undirbúningur fyrir alvöru og voru rannsóknirnar þá skipulagðar. Um sumarið var gengið frá aðstöðu til mælinga á svæðinu og í nálægt miðju þess var reist mastur á steiptum grunni og byggt skýli fyrir tölvubúnaðinn og rafgeymana. Í ágúst voru síðan mælitækin stillt og komið fyrir í og við mastrið. Þetta gerðu McCaughey hjónin með aðstoð sérfræðinga Rannsóknastöðvarinnar á Mógilsá. Mælitækin voru fyrst knúin rafmagni úr 12V bílgeymum sem starfsmenn Landgræðslunnar sáu um að hlaða á hálfsmánaðar fresti. Haustið 1990 var lagt rafmagn og sími að stöðinni.

Mælitækin og mælingar á umhverfisþáttum voru í umsjón J. H. McCaughey en í apríl 1990 tók Halldór Þorgeirsson á Rannsóknastofnun landbúnaðarins að miklu leyti við þeim þætti rannsókna í samráði við McCaughey. Rannsóknastofnun landbúnaðarins kom þar með formlega inn í samstarfið. Mælibúnaðurinn varð fyrir töluverðum skemmdum veturinn 1989-90 og var óvirkur þar til gert var við hann í byrjun júlí 1990. Þá var notað sterkara efni í brautirnar sem hinn hreyfanlegi hluti búnaðarins færir eftir. Gagnatölvan skráir stöðu allra mælanna á hálf tíma fresti og má nálgast gögnin um síma, hvort sem er úr Reykjavík eða frá St. John's í Kanada. Fyrst var notuð gagnatölva af gerðinni Campbell Scientific 21X, en veturinn 1992 var skipt yfir í öflugri tölvu frá sama framleiðanda.

Samkvæmt tilraunaáætluninni hófust mælingar á umhverfisþáttum ári áður en aspirnar voru gróðursettar, en þannig fengust upplýsingar um hita og rakastreymi o.fl. á berangri. Aspirnar voru síðan gróðursettar í júlí 1990 og í júní og fyrri hluta júlímánaðar 1991 var gróðursett í stað þeirra sem höfðu drepist fyrsta veturinn. Ákveðið var að nota einungis Alaskaaspir af klóninum Iðunni (frá Copper River Delta í Alaska) til að tryggja það að breytileiki milli einstakra tilraunatrjáa væri sem minnstur. Sömuleiðis var hafður 1 m á milli trjánna sem er mjög þéttur skógur til að samfelld laufþak myndaðist sem fyrst.

1.2 Umsjón einstakra þátta rannsókna.

Alexander Robertson er umsjónarmaður verkefnisins í Kanada og einnig forsvarsmaður þess (Project Coordinator).

Þau Ása L. Aradóttir og Aðalsteinn Sigurgeirsson frá Mógilsá sjá um mælingar á vexti trjánna og að vinna úr þeim gögnum.

Halldór Þorgeirsson sér um mælingar bæði á lífeðlisfræðilegum þáttum í sambandi við vöxt trjánna og á jarðraka og tengslum hans við vatnsbúskap plantnanna.

J. H. McCaughey og Halldór Þorgeirsson sjá um mælitækin, þann hugbúnað sem þeim fylgir sem og úrvinnslu mælinga umhverfisþáttanna.

Ætlunin er að prófa líkön og smíða ný líkön sem nota má til að segja fyrir um framleiðni plantna (Alaskaaspar) út frá umhverfisþáttum sem hægt er að mæla. Líkönin byggja á eðlisfræðilegum þáttum s.s. raka og hita jarðvegs sem og á

lífeðlisfræðilegum þáttum s.s. leiðni loftaugna og ljóstillífunar. Halldór Þorgeirsson sér um þennan hluta verkefnisins.

Landgræðsla ríkisins leggur til afgirt 16 ha. land fyrir tilraunina og starfsmenn til framkvæmda á svæðinu.

Rannsóknastöðin á Mógilsá, Þorbergur Hjalti Jónsson, Úlfur Óskarsson og Jón Gunnar Ottósson sáu um val trjáanna og framleiðslu þeirra (hraðfjölgun) sem falin var bændum á fjórum garðyrkjubýlum á Suðurlandi.

Sumarið 1991 gekk Páll Bergþórsson til liðs við vinnuhópinn, fyrir hönd Veðurstofu Íslands.

Vegna umfangs þessa rannsóknaverkefnis og fjölda samstarfsaðilanna var árið 1991 gert formlegt samkomulag milli þeirra. Þetta samkomulag nefnist "Memorandum of Understanding Concerning the Coordination of Biometeorological and Climate Research 1990-1995" (sjá viðauka A). Þar var þeim sem stjórna rannsóknunum skipt í tvo hópa, einn sem í voru þeir sem sjá um þá hlið rannsóknarinnar sem snýr að vísindunum og annan sem í voru þeir sem sjá um fjármál og yfirstjórn rannsókna. Þar var enn fremur tekið fram að Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins Mógilsá skyldi vera sú stofnun sem ber ábyrgð á þeim hluta rannsókna sem fer fram á Íslandi og Forestry Canada (Newfoundland and Labrador Region) sú stofnun sem sér um skipulag samstarfsins milli Íslands og Kanada.

Þeir sem sjá um hina vísindalegu hlið verkefnisins eru því eftirfarandi:

J. H. McCaughey, Queen's University
Halldór Þorgeirsson, Rannsóknastofnun landbúnaðarins
Ása L. Aradóttir, Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins Mógilsá
Aðalsteinn Sigurgeirsson, Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins Mógilsá
A. Robertson, Forestry Canada (Newfoundland and Labrador Region)
Páll Bergþórsson, Veðurstofu Íslands

Þeir sem sjá um yfirstjórn og fjármál verkefnisins eru:

Árni Bragason, Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins Mógilsá
Sveinn Runólfsson, Landgræðslu ríkisins
Þorsteinn Tómasson, Rannsóknastofnun landbúnaðarins
John Munro, Forestry Canada (Newfoundland and Labrador Region)

Fjárveiting til verkefnisins árið 1990 var 4.467.000 kr., árið 1991 alls 4.680.000 kr. og árið 1992 alls 5.000.000 kr.

1.3 Markmið rannsókna.

Í upphafi voru sett fram nokkur markmið en nú þegar hafa önnur bæst við og á þeim enn eftir að fjölga því gert er ráð fyrir að með tíð og tíma bætist fleiri vísindamenn í hópinn.

Þau markmið sem til þessa hafa verið skilgreind eru sem hér segir:

1. Að skilgreina orkujöfnuð svæðisins, þ.e. heildarinnstreymi sólarorku, varmaflæði til jarðvegs og til uppgufunar og varmaburð með vindi.
2. Að rannsaka áhrif trjáanna á orkujöfnuð og nærveður á svæðinu.
3. Að kvarða líkön sem sýna samspil þeirra þátta sem ráða hita og raka í jarðvegi.
4. Að rannsaka áhrif vinds á vöxt og vaxtarlag alaskaaspar.
5. Að mæla sólarorkuna sem alaskaöspin nýtir.
6. Að mæla vöxt alaskaaspar og tengja niðurstöður mælinganna við þekkta umhverfispætti.
7. Að kanna hvernig alaskaösp bregst við ýmsum umhverfispáttum með því að mæla leiðni loftaunnanna og ljóstillífun hennar.
8. Að kvarða vaxtarlíkön fyrir alaskaösp.
9. Að fylgjast með þróun/framvindu vistkerfisins samfara því að aspirnar vaxa upp.
 - a. Fylgst verður með breytingum á tegundasamsetningu og þekju plantna á svæðinu.
 - b. Fylgst verður með smádýrum á svæðinu, bæði yfirborðs- og jarðvegsdýrum. Síðar í skýrslunni verður fjallað nánar um einstök markmið tilraunarinnar.

2. STAÐARLÝSING

2.1 JARÐVEGSSNIÐ

Tekið var snið í nágrenni við veðurstöðina og sýnum safnað samkvæmt stöðluðum aðferðum (Soil Survey Staff, 1981).

Flokkun til bráðabirgða (þar til jarðvegsgreiningar liggja fyrir): Typic Vitricryand eða Typic Haplocryand (Soil Taxonomy); Haplic eða Vitric Andosol (FAO Soil Legend).

Tafla 2.1. Sniðlýsing. Þess skal getið að ekki er til fullbúið kerfi til lýsinga á sniðum á íslensku. *Profile description (see appendix B for English version of profile description and planned soil analysis).*

Staður: Tilraunaskógurinn í Gunnarsholti, Rangárvallasýslu.

Lega: Nær hallalaust land, gamalt tún sem skorið hafði verið ofan af.

Móðurefni: áfoksefni og gjóska.

Vatnsræsla: góð á sumrin, en á veturnum getur vatn legið á frosnu undirlaginu.

Landnýting: Tilraunir í asparrækt og veðurfarsfræði.

Gróður: Asparstiklingar og takmarkaður undirgróður vegna notkunar á eitri til að eyða öðrum gróðri. Sjá lýsingu annars staðar í ritinu.

Sniðinu lýst: 30 sept., 1991.

Sniðlýsing og sýnasöfnun: Ólafur Arnalds, Friðrik Pálmason og G. Gyða Eyjólfsdóttir.

Lag	Dýpt (Layer)(Depth)	Lýsing (Description)
A1	0-18	Mjög dökkgrábrúnn (10YR 3/2) blendinn (silt loam) jarðvegur; veik smá til meðalstór kubbslaga bygging sem greinist í veika smáa kornótta byggingu; auðmulinn; rætur algengar; snögg bylgjótt lagmót.
A2	18-20	Svartur (5YR 2.5/1) sandblendinn (sandy loam) jarðvegur; án byggingar; laus; rætur algengar; gjósku- eða áfokslag; snögg bylgjótt lagmót. Engin sýni tekin.
Bw1	20-32	Dökkbrúnn (10YR 3/3) blendinn (silt loam) jarðvegur; veik smá kornótt bygging / án byggingar; laus; mjög auðmulinn; fáar rætur; lagið liggur ofan á áfokslagi; snögg bylgjótt lagmót.
Bw2	32-55	Dökkbrúnn (10YR 3/3) blendinn (silt loam) jarðvegur; mjög veik smá kubbslaga bygging; auðmulinn; fáar rætur; snögg bylgjótt lagmót.
Bw3	55-73	Dökkbrúnn (10YR 3/3) blendinn (silt loam) jarðvegur; mjög veik smá kubbslaga bygging; auðmulinn; snögg bylgjótt lagmót.

Greiningar eru hafnar á sýnum úr sniðinu. Frekari greiningar verða gerðar samhliða uppbyggingu á aðstöðu til jarðvegsgreininga. Búast má við að niðurstöður liggja fyrir haustið 1994 og birtist í áfangaskýrslu fyrir það ár. Þeir þættir sem verða mældir eru m.a. pH (í vatni og NaF), lífrænt kolefni, vatnsheldni við 0,3 og 15 bara þrýsting, oxalat leysanlegt ál og járn (Blakemore et al. 1987), útskiptanlegir basar (Ca, Mg, Na og K), jónrýmd, P-festa (Blakemore et al. 1987) og áætlað innihald allófan leirs (Parfitt og Wilson 1985, sjá einnig Ólaf Arnalds 1994).

2.2 Gróðursetning 1990

(a) Lýsing á tilraunasvæðinu

Tilraunin er staðsett á gömlu túni og er jarðvegurinn þar djúpur (sjá lýsingu hér að framan). Tilraunasvæðið er afgirt og innan girðingarinnar liggur slóði í kringum það nema meðfram norðurhlíð þess sem liggur að veginum (þar er plantað alveg að girðingunni). Svæðið sem tilraunaskógurinn þekur er nálægt því að vera 420 m langt (samsíða veginum), 340 m breitt og er 14,4 ha. að flatarmáli (sjá mynd 4.1).

Í ágúst 1989 voru þökur skornar ofan af tilraunasvæðinu. Eftir urðu þó grasrendur víðs vegar um svæðið. Á um 1,9 ha. svæði í SA-horninu var þá um haustið reynt að fjarlægja rendurnar með því að heflla yfirborðið. Sú aðferð gafst mjög illa þar sem yfirborðið rofnaði og grasið úr röndunum dreifðist um svæðið. Um miðjan júní 1990 úðaði Oddgeir Árnason garðyrkjumaður svæðið með plöntueitrinu Roundup (eina yfirferð, 4-5 m breiðar umferðir. Notaður var 300 l tankur á dráttarvél, og að hans sögn var lausnin heldur sterkari en leiðbeiningarnar segja til um). Eitrið drap grasið á þeim svæðum sem úðunin náði til. Hins vegar urðu hlutar svæðisins út undan þar sem, að sögn Oddgeirs, úðinn feyktist til og féll utan þess svæðis sem hann var ætlaður. Óhagstæð veðurskilyrði komu í veg fyrir að þau svæði sem urðu útundan væru úðuð áður en byrjað var að planta í svæðið. Þar óx grasið óhindrað.

Nyrstu 6 m svæðisins höfðu áður en ákveðið var að nýta landið undir þessa tilraun verið unnir undir skjólbelti og borinn á þá húsdýraáburður. Jaðarinn að norðanverðu er því frábrugðinn svæðinu að þessu leyti. Yfirborð svæðisins, þegar frá eru talin hefllaða svæðið (flagið), norðurjaðarinn og grasrendurnar, var þakið fingurðum mosa. Ýmsar plöntur hafa borist inn á svæðið og vaxa þar meðal aspanna (sjá töflu 2.3).

(b) Aðferðir við gróðursetningu.

Umsjón með gróðursetningu hafði Oddgeir Árnason. Það voru 15 unglingar frá Akranesi sem gróðursettu asparplönturnar. Byrjað var á norðurjaðri svæðisins (raðir samsíða veginum) og skyldi planta í beinar raðir með 1 m á milli plantna og milli raða. Best reyndist að nota löng málbönd ásamt snúrum sem á voru merki úr einangrunarbandi með meters millibili. Þar sem línurnar voru það nálægt hver annarri var til að spara tíma plantað í eina ómerkta á milli merktu línanna og var þar plantað samkvæmt merkjum á línunum sitt hvorum megin. Línurnar voru síðan

færðar til suðurs og þannig plantað röð eftir röð þar til komið var að túnjaðrinum sunnan megin. Byrjað var að planta 2. júlí og því lokið 27. júlí 1990.

(c) Um plönturnar

Plantað var 145.000 Alaskaöspum (*Populus trichocarpa* Torr. & Gray) sem voru afkomendur trés nr. 63-10-02 en sá klónn ber nafnið Iðunn. Þessar plöntur voru framleiddar þannig að móðurefni var hraðfjölgað með smágræðlingum við hagstæð skilyrði í gróðurhúsi (Úlfur Óskarsson 1990). Móðurefnið var látið vaxa og síðan voru ystu 5 cm klipptir af móðurplöntunum. Þessum smágræðlingum var síðan stungið í fjölpotta og látnir ræta sig á rökum og hlýjum stað. Þegar smágræðlingarnir höfðu rætt sig og vaxið í um 10 cm hæð voru þeir oftast klipptir á sama hátt og móðurplönturnar og smágræðlingarnir sem þá fengust stungið og þeir látnir ræta sig.

Plönturnar voru ræktaðar í 35 hólfa fjölpottum í blöndu af innfluttri barnamosaræktunarmold og vikri (í hlutföllunum 1:1). Þegar plönturnar höfðu vaxið í þá stærð sem hentar við útplöntun voru fjölpottarnir fluttir út úr gróðurhúsunum og þeim komið fyrir í skjóli.

Samið var við fjórar gróðrarstöðvar um framleiðslu á plöntum í tilraunina: Hvamm II, Hrunamannahr.; Auðsholt V, Hrunamannahr.; Laugarströnd, Laugarvatni; og Engi, Laugarási, Bisk. Framleiðslan hófst sumarið 1989 með því að stöðvarnar fengu móðurefni sem síðan var notað við hraðfjölgunina. Plönturnar voru afhentar til útplöntunar í júlí 1990, fyrst þær elstu, þ.e. móðurplönturnar sem voru stuttar, digurstofna með þéttu rôtarkerfi; síðan þær sem fyrst voru framleiddar, klipptar og látnar vaxa á ný, þ.e. margstofna hávaxnar plöntur; og síðast þær yngstu, þ.e. stuttar einstofna plöntur með litlu rôtarkerfi. Kristján Þórarinsson á Mógilsá lagði mat á gæði plantnanna hjá framleiðendum áður en þær voru sendar í Gunnarsholt. Hann mat afföll með því að telja hversu margar lifandi plöntur væru í 20 fjölpottum völdum í slembiúrtaki (úr um 200 til 600 fjölpottum) og síðan mældi hann hæð og þvermál stofns þriggja plantna úr hverjum fjölpotti og reiknaði meðaltal og 95% öryggismörk þess. Vonaðist hann til að með þessum upplýsingum mætti segja fyrir um hvernig plöntunum farnaðist eftir gróðursetningu (Kristján Þórarinsson, Úlfur Óskarsson og Þorbergur H. Jónsson 1990).

Að sögn Oddgeirs minnkuðu gæði plantnanna með auknu vikurmagni í moldarblöndunni og taldi hann hluta plantnanna sem afhentar voru vera ónothæfar og henti þeim. Plönturnar sem dæmdar voru ónothæfar höfðu margar það lítil rôtarkerfi að vikurblandan féll af rötum þeirra þegar reynt var að ná þeim upp úr hólfum fjölpottanna.

Plöntur sem nota skyldi árið 1991 í stað þeirra sem ekki lifðu af fyrsta veturinn, voru fluttar á Tumastaði og geymdar úti í fjölpottunum yfir veturinn. Í byrjun júnímánaðar 1991 sáu starfsmenn Rannsóknastöðvarinnar á Mógilsá um að meta afföllin og sameina í fjölpottunum sem síðan voru sendir í Gunnarsholt. Þar var hugsað um plönturnar þar til þeim var plantað í tilraunasvæðið.

2.3 Framkvæmdir á tilraunasvæðinu sumarið 1991

Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins Mógilsá réði starfsmann, Guðríði Gyðu Eyjólfsdóttur, sem verkefnisstjóra á staðnum. Hún hafði aðsetur í Gunnarsholti (júní og júlí) og sá um framkvæmdir á tilraunasvæðinu.

Ákveðið var að fresta því að bera á tilraunasvæðið þetta árið þar sem líklegt þótti að við það yxi grasið upp fyrir trén á þeim svæðum sem mistekist hafði að eitra árið áður. Einnig var horfið frá þeirri hugmynd að pota áburði í holu við hvert tré þar sem líklegt þótti að það myndi skekkja vöxt rótarkerfisins. Hins vegar var ákveðið að gera tilraun með mismunandi áburðargjöf á svæðinu og var það verk falið Jóni Guðmundssyni plöntulífeðlisfræðingi. Um þá tilraun er fjallað sérstaklega á öðrum stað í skýrslunni.

Rætt var um að eyða grasinu með Roundup í september þegar aspirnar hefðu fellt lafin. Graseyðingunni var hins vegar frestað þar sem sýnt þótti að hún yrði mjög erfið í framkvæmd. Ákveðið var að meta hversu mörg tré höfðu drepist fyrsta veturinn og áætla síðan hversu margar plöntur þyrfti til að fylla í skörðin.

(a) Ástand tilraunasvæðisins í byrjun júní 1991

Til að meta afföllin voru gengnar 5 línur frá norðri til suðurs (frá girðingu við veg og þvert á svæðið). Í hverri línu var skráð hvort trén í 2 eða 3 röðum væru (1) dauð, (2) eingöngu með brum, (3) með laufblöð sem ekki voru ennþá fullvaxin, (4) með einhver fullvaxin laufblöð. Skráð var ástand 4.600 trjáa á þessum 5 línur. Gengnar voru 3 stuttar línur langsum eftir röðunum og alls skráð 710 tré. Gengnar voru 2 línur í SA-horni svæðisins þar sem afföllin voru mest og þar voru 340 tré athuguð.

Ef gert er ráð fyrir að hlutfall dauðra trjáa af þeim sem talin voru sé það sama og fyrir svæðið í heild þá voru afföllin áætluð milli 20 og 25%. Þetta reyndist heldur há tala þar sem alls voru gróðursettar 23.700 plöntur í stað þeirra dauðu, en það eru nálægt 16,3% afföll (miðað við 145.000 tré í tilrauninni).

Afföll reyndust mismikil eftir hlutum tilraunasvæðisins. Þannig voru afföllin áberandi minnst í nyrstu 130 röðunum, eða minni en 10% og á stórum hluta þess minni en 5% (t.d. í nyrstu 60 línunum aðeins 2,5%). Afföllin reyndust mest eða nálægt 43% í SA-horni svæðisins en þar hafði orðið til flag sem hafði greinilega verið undir vatni fyrr um vorið. Önnur tjörn hafði myndast vestast á svæðinu um 200 m frá norðurjaðrinum. Þar hafði stór hluti trjáanna drepist en á því svæði var mest um hávaxnar margstofna plöntur og lítið um raðir með móðurplöntum. Þessi tjarnarbotn var hins vegar með heillegu yfirborði og ekki bar á því að plönturnar hefðu losnað upp.

Það má skipta tilraunasvæðinu upp í 4 svæði og verður fjallað um helstu einkenni hvers um sig hér á eftir.

(1) Nyrsti hlutinn nær frá girðingunni (röð 1) til raðar 130 (rétt við mastrið). Á svæðið var aðallega plantað móðurplöntum sem við gróðursetningu höfðu vel þroskað rótarkerfi og nokkuð gildan stofn. Það var greinilegt að fáar slíkar plöntur dóu fyrsta veturinn miðað við aðrar gerðir. Afföll minni en 10% og allt niður í 2,5%.

- (2) Miðhlutinn nær frá röð 131 til 250 að undanskildu heflaða flaginu sem hefst nálægt röð 160 austast á svæðinu og breikkar þegar sunnar dregur. Í miðhlutanum eru flestar plönturnar hávaxnar og margstofna og var mikið um raðir (langsum) þar sem stór hluti plantnanna var dauður. Þær plöntur sem voru á lífi í júníbyrjun (4-7. júní) höfðu margar hverjar lifandi brum rauð að lit en höfðu ekki laufgast ennþá. Sumar plönturnar voru samt að byrja að laufgast en mun styttra komnar en plönturnar í nyrsta hlutanum. Miðhlutinn er sá hluti tilraunasvæðisins sem stendur hvað hæst nema hvað rétt austan við stöðina er nokkuð víðáttumikill slakki þar sem afföllin urðu mikil. Afföll voru 15-45% á einstökum svæðum eða línunum en líklega nálægt 25% þegar litið er á miðhlutann í heild.
- (3) Syðsti hlutinn nær frá röð 251 og út að túninu, röð 343 eða þar um bil. Í syðsta hlutanum voru lang flestar plönturnar litlar, einstofna og með lítt þroskuð rôtarkerfi. Þegar gengið var meðfram röðunum var áberandi hvernig næstum því hver einasta planta á stórum svæðum lá á hliðinni og að aðeins lítill hluti rôtarkerfisins var á lífi og vaxinn út í jarðveginn, megnið af rôtarkerfinu hafði dáið er plantan lloснаði upp úr holunni sem henni hafði verið plantað í. Það var ljóst að ekki hafði verið staðið nógu vel að gróðursetningu þessarar plantna. Í fyrsta lagi voru þær mjög ungar og rôtarkerfi þeirra smá þegar þeim var plantað, í öðru lagi var moldarblandan sem umlukti rætur þeirra mjög vikurborin og í þriðja lagi var ekki látin nein mold ofan á köggulinn úr fjölpottinum og því þornaði köggullinn mun hraðar en jarðvegurinn í kring og þar með sá hluti rôtarkerfisins sem í kögglinum var. Þær smáplöntur sem enn voru á lífi voru reistar við, troðið aftur ofan í holuna og mold sett ofan á köggulinn. Það bjargaði lífi þeirra og uxu þær með afbrigðum vel mánuði seinna. Afföll 11-15%.
- (4) Flagið sem orðið hafði til í SA-horni tilraunasvæðisins (nálægt 1,9 ha.) eftir að yfirborðið hafði verið heflað og vatn lagst yfir það að hluta. Flagið hafði laust yfirborð og þar óx ekki fingerður mosi eins og á hinum svæðunum. Þarna höfðu afföllin orðið hvað mest og var oft erfitt að finna raðirnar, svo mörg tré höfðu rifnað upp og hreinlega skolast burtu. Það voru helst móðurtrén sem lifðu af í flaginu. Svólítið var um að gæsir hefðu bætt um betur og rifið upp nokkrar plöntur kringum þau svæði sem höfðu verið hvað lengst undir vatni. Afföll voru 43%.

(b) Gróðurs tning í stað aspa sem drápuðst veturinn 1990-1991

Gróðursetningin hófst þann 11. júní í SV-fjórðungi svæðisins og var plantað í ræmu meðfram vesturjaðrinum til norðurs og síðan í aðra til suðurs og þannig þokast í austurátt. Næst var norðurhluti svæðisins tekinn fyrir og síðan SA-fjórðungurinn (nema flagið). Verkefnisstjórnin stjórnaði gróðursetningunni og vann við hana ásamt 2-6 unglíngum.

Plönturnar voru vökvaðar rækilega áður en þær voru gróðursettar. Gengið var meðfram röðunum og dauðar plöntur rifnar upp, köggull þeirrar plöntu stunginn upp, nýrri plöntu stungið í holuna og síðan troðið mold ofan á köggulinn. Auk þess að planta nýjum trjám í stað þeirra sem höfðu drepist var reynt að ganga úr skugga

um að trén væru föst í holum sínum og þar sem vikurblandan blasti við var hún (oftast) hulin með mold.

Í syðsta hlutanum þar sem stór hluti plantnanna lá á hliðinni var byrjað á því að rétta þær við og síðan voru þær festar niður með mold. Það tók svipaðan tíma að rétta við plöntu og að gróðursetja nýja. Hlúð var að plöntunum því í fyrsta lagi sparaði það plöntur og í öðru lagi höfðu plönturnar sem réttar voru við þegar fest rætur í jarðveginum og uxu því vel það sem eftir var sumars meðan nýju plönturnar uxu sáralítið.

Júnímánuður var hlýr og þurr (sjá mynd 3.9) og ákveðið var að fresta því að planta í svæði 4, flagið, þar til eitthvað hefði rignt. Í flaginu var plantað eftir línunum því erfitt reyndist að átta sig á röðunum án þeirra. Byrjað var að planta í flagið þann 8. júlí og því lokið þann 15. júlí og voru samtals unnar 136 klst. Í flaginu fór tími í að færa línurnar og að planta en sáralíttill tími í aðhlyningu þar sem þær plöntur sem höfðu losnað voru dauðar eða í það lélegu ásandi að plantað var í þeirra stað. Í flagið voru valdar stærstu plönturnar því gert var ráð fyrir að slíkar plöntur næðu að festa rætur fyrir veturinn.

(c) Annað

Telja má víst að aspirnar hafi verið komnar með svepprót haustið 1991, því þá fundust rauðleit sveppaldin svepprótasveppsins *Laccaria laccata* (Scop.:Fr) Berk. & Br. kring um aspirnar.

2.4 Plöntutegundir sem borist hafa inn á tilraunasvæðið

Gengið var um svæðið 14. ágúst 1991 í leit að 100 asparplöntum sem höfðu verið valdar af handahófi. Plöntur sem sáust á leiðinni voru greindar til tegundar, en vart er um að ræða tæmandi tegundalista fyrir svæðið. Nafngiftir eru samkvæmt Plöntuhandbók Harðar Kristinssonar (1986).

Fjörutíu og ein tegund æðplantna fannst fyrir utan ösp, þar af var ein elfting. Lágplöntur voru ekki greindar til tegundar. Gunnarsholt virðist vera nýr fundarstaður *Rorippa islandica* og *Viola tricolor*. Einhverjar tegundir virðast hafa komið með öspinni í útplöntun, t.d. er það öruggt með birki.

Tafla 2.3. Listi yfir háplöntutegundir sem fundust á tilraunasvæðinu 14. ágúst 1991.
Vascular plants found at the site on Aug. 14, 1991.

<i>Achillea millefolium</i>	<i>Deschampsia caespitosa</i>	<i>Potentilla anserina</i>
<i>A. stolonifera</i>	<i>Epilobium palustre</i>	<i>Ranunculus repens</i>
<i>A. vinealis</i>	<i>Equisetum arvense</i>	<i>Rhinanthus minor</i>
<i>Agrostis capillaris</i>	<i>Festuca richardsonii</i>	<i>Rorippa islandica</i>
<i>Alchemilla alpina</i>	<i>F. vivipara</i>	<i>Rumex acetosella</i>
<i>A. vulgaris</i>	<i>Galium normanii</i>	<i>R. longifolius</i>
<i>Alopecurus geniculatus</i>	<i>Leonodon autumnalis</i>	<i>Salix lanata</i>
<i>Armeria maritima</i>	<i>Luzula multiflora</i>	<i>Salix</i> sp.
<i>Betula pubescens</i>	<i>Matricaria maritima</i>	<i>Senecio vulgaris</i>
<i>Capsella bursa-pastoris</i>	<i>Phleum pratense</i>	<i>Spergula arvensis</i>
<i>Cardaminopsis petraea</i>	<i>Poa annua</i>	<i>Stellaria media</i>
<i>Cerastium fontanum</i>	<i>P. pratensis</i>	<i>Taraxacum</i> spp.
<i>Chamomilla suaveolens</i>	<i>Poligonum aviculare</i>	<i>Thymus praecox</i>

3. MÆLINGAR Á UMHVERFISÞÁTTUM

3.1. Mælibúnaður

Sumarið 1989 var reist 6 m mastur frá Pósti og Síma á steypum undirstöðum nálægt miðju tilraunasvæðisins (sjá mynd 4.1) og mælibúnaði komið fyrir. Tæpum átta metrum norðan við mastrið var byggt lítið skýli fyrir skráningarbúnað, símtengingu, rafgeymi og hleðslutæki. Að skýlinu var lögð raflögn og sími haustið 1990. Mælibúnaðurinn skemmdist töluvert veturinn 1989-90 og var gert við hann sumarið 1990.

Hér að neðan er yfirlit yfir þá umhverfisþætti sem mældir voru 1991 og mælibúnaðinn sem til þess var notaður.

(a) Sólgeislun

Sólgeislun er mæld með tveimur nemum. Annar mælir sólgeislun (stuttbylgjugeislun) en hinn nettógeislun eða geislunarjöfnuð. Stuttbylgjuneminn er "Eppley Black and White Pyranometer" frá Eppley Laboratory Inc. (model 8-48). Hann mælir geislun á bylgjulengdarsviðinu frá 280 nm (UV-a geislun) að 2800 nm eða á næstum öllu stuttbylgjusviðinu. Mælirinn er efst á mastrið og var settur upp 12. júlí 1991.

Nettógeislunarmælirinn er af Funk gerð framleiddur af Middleton. Hann mælir samtímis inngeislun (stuttbylgjugeislun frá sól og langbylgjugeislun frá himinhvolfinu) og útgeislun (langbylgjugeislun frá yfirborði). Mismunurinn á þessu tvennu er geislunarjöfnuðurinn eða nettógeislun. Mælirinn er á stöng sem fest er á mastrið í 4 metra hæð. Að honum liggur leiðsla með loftkenndu köfnunarefni til að halda útpöndu litlu hvolfpaki úr polyetylene og koma í veg fyrir daggarmyndun. Mælirinn var settur upp 1989.

Bæði sólgeislun og nettó geislun er mæld í $W m^{-2}$ ($W = J s^{-1}$).

(b) Vindhraði

Vindhraði er mældur í 144 og 254 cm hæð frá jörðu með þriggja skála mæli frá R.M. Young Co. Hæðin ákvarðast af staðsetningu mælinga á fallanda í lofthita- og raka (sjá hér að neðan). Vindstefnan er mæld í 254 cm hæð með vindstefnumæli frá sama fyrirtæki. Mælarnir eru á stálrörum sem fest eru við mastrið og vísa í vestur frá því.

Vindhraði er skráður sem meðalvindhraði í 30 mín. í $m s^{-1}$.

(c) Úrkoma

Úrkoma er mæld með "tipping bucket" aðferð með búnaði frá Texas Electronics Inc. Skálin er ekki upphituð og nýtist því einungis þegar frostlaust er. Skálin er 50 cm frá jörðu og er 24,5 cm í þvermál. Mæliupplausnin er 0,1 mm. Úrkoman er skráð sem heildarúrkoma (mm) á 30 mín.

(d) Lofthiti og -raki

Fallandi í lofthita- og raka er mældur með votum og þurrum hitanemum sem færðir eru til á lóðréttri braut á 15 mín. fresti. Þetta er gert til að jafna út skekkju

milli nema. Nemapörin eru fjögur á tveimur brautum. Þeir stöðvast í 144, 254 og 364 cm hæð. Á hverjum tíma eru ávallt tveir nemar í 254 cm hæð.

Í hverju nemapari eru tveir hitanemar gerðir úr hitatvinnum ("thermocouples"). Öðrum nemanum er haldið rökum með kveik sem liggur í flösku með eimuðu vatni. Báðir nemarnir eru í plasthólk. Vifta dregur loft gegnum hólkinn með $5,4 \text{ m s}^{-1}$ vindhraða til að tryggja nægjanlega uppgufun af vota nemanum. Hólkurinn, flaskan og annar búnaður er vafinn állímbandi til að draga úr upphitun vegna sólgeislunar.

Nákvæmar lýsingar á gerð mælanna og búnaðarins sem sér um færsluna er að finna í McCaughey (1986).

(e) Jarðvegshiti

Jarðvegshiti er mældur á 1 og 5 cm dýpi með hitatvinnum.

(f) Varmaflæði til jarðvegs

Varmaflæði til jarðvegs er mælt með "soil heat flux plates" frá BWD Precision Instruments. Varmaflæðið er ákvarðað út frá hitafallanda milli efra og neðra borðs nemans og er skráð sem W m^{-2} . Tveir nemar eru tengdir saman þannig að aflesturinn er meðaltal þeirra tveggja.

(g) Skráningarbúnaðurinn

Skráningarbúnaður frá Campbell Scientific (21X) er notaður til að skrá mæligildi á 10 s fresti. Skráð eru 30 mín. meðaltöl af öllum gildum auk 3 og 15 mín meðaltala af hita- og rakamælingum yfir sumartímann. Auk þess reiknar skráningartækið meðalvindstefnu, vindhraða í meðalvindstefnu, og staðalfrávik vindhraða (allt fyrir 254 cm hæð).

Gögnin eru flutt um símalínu í tölvu á Rannsóknastofnun landbúnaðarins í Reykjavík. Gögnin eru skoðuð reglulega svo grípa megi inn í ef eitthvað fer úrskeiðis. Skráningartækið er tengt rafgeymi sem hlaðinn er sjálfvirkt tvisvar á dag. Mælibúnaðurinn stöðvast því ekki þó rafmagnið fari af.

Þann 29. október 1991 bilaði skráningarbúnaðurinn og hann sendur til viðgerðar í Bandaríkjunum. Gagnasöfnun féll því niður frá þeim degi fram í febrúar 1992. Þegar talað er um "mælingatímabilið" hér að neðan er því átt við 1. janúar til 29. október 1991 nema annað sé tekið fram.

3.2. Niðurstöður mælinga

Hér að neðan verða tekin dæmi um niðurstöður mælinga árið 1991. Hluti niðurstaðna frá 1990 voru birtar í Thorgeirsson *et al.* (1993).

(a) Geislunarmælingar

Mynd 3.1 sýnir mælda heildarsólgeislun (stuttbylgjugeislun) fyrir þá daga þar sem gögn eru til fyrir allan daginn. Nettógeislun eða geislunarjöfnuður er lægri tala því hitaútgeislun frá yfirborðinu dregst frá inngesluninni. Mynd 3.2 sýnir sólarhringsgildi nettógeislunar fyrir 1991. Hafa þarf í huga þegar sólarhringsgildin eru skoðuð að mikil hitaútgeislun að nóttu, eins og t.d. á heiðskírri sumarnótt, kemur til lækkunar á

sólarhringsgildi nettógeislunar. Þetta sést betur þegar 30 mín. meðaltöl nettógeislunar á mismunandi tímum sólarhringsins í júnímánuði eru skoðuð (mynd 3.3).

(b) Vindmælingar

Meðalvindhraði í Gunnarsholti einstaka mánuði er sýndur á mynd 3.4. Meðalvindhraðinn var undir 4 m s^{-1} í júní, júlí, ágúst og september (þrjú vindstig eða gola jafngilda $3,4\text{-}5,4 \text{ m s}^{-1}$). Meðalvindhraðinn mánuðina janúar til apríl var $6,3 \text{ m s}^{-1}$ og breytileikinn mun meiri (fjögur vindstig eða stinningsgola jafngilda $5,5\text{-}7,9 \text{ m s}^{-1}$). Til samanburðar má geta þess að meðalvindhraði þessa sömu mánuði var $12,8 \text{ m s}^{-1}$ (stinningskaldi) í Vestmannaeyjum, $5,3 \text{ m s}^{-1}$ á Sámstöðum og $7,1 \text{ m s}^{-1}$ í Reykjavík (10 mín. meðaltöl, mælt í 10 m hæð) (Veðráttan 1991).

Nokkuð regluleg dagsveifla var í vindhraðanum (mynd 3.5) og var hann almennt lægstur um miðnættið og jókst smátt og smátt upp úr því. Hámarki náði vindhraðinn fljótlega eftir hádegi. Upp úr kl. 19 lægði verulega að jafnaði. Meiri munur er á degi og nóttu í júní en að jafnaði fyrir allt tímabilið og fór meðalvindhraðinn niður fyrir 2 m s^{-1} á nóttunni (mynd 3.5).

Mikið óveður gerði 3. febrúar 1991 eins og kunnugt er. Þann dag fór 30 mín. meðalvindhraðinn yfir 26 m s^{-1} um hádegið og var vindur þá sunnanstæður (mynd 3.6). Síðan snérist vindur til vestlægrar áttar og lægði jafnframt.

(c) Lofthiti og jarðvegshiti

Lofthiti er mældur sem hluti af mælingum á fallanda í loftraka frá yfirborði. Mælingin fer því ekki fram í fastri hæð (sjá lýsingu á mælibúnaði hér að framan). Tafla 3.1 sýnir mánaðarmeðaltal, staðalfrávik, lágmark og hámark þessara mælinga. Þessar niðurstöður eru mjög áþekkar niðurstöðum mælinga á Hellu í veður mælingaskýli í 2 m hæð (Veðráttan 1991).

Meðalhiti sólarhringsins er sýndur í mynd 3.7. Hann var yfir frostmarki frá 26. apríl til og með 13. október. Lágmark 30 mín. meðaltala var undir frostmarki hluta þess tíma eins og von er.

Jarðvegshiti var mældur í yfirborðslögum jarðvegs, á 1 cm og 5 cm dýpi. Tafla 3.2 sýnir mánaðarmeðaltöl, staðalfrávik, lágmark og hámark þessara mælinga. Eins og vænta má er breytileikinn í jarðvegshita minni en í lofthita. Þetta á einkum við á 5 cm dýpi þar sem staðalfrávik er lægra en fyrir lofthita alla mánuði nema maí, þar sem það er hið sama. Frá maí til september er breytileikinn í jarðvegshita á 1 cm dýpi hins vegar meiri en í lofthita.

Mynd 3.8 sýnir meðaljarðvegshita einstakra daga á 5 cm dýpi fyrir allt tímabilið. Eins og sjá má fer frost úr jörðu í apríl. Yfir sumarmánuðina fylgir jarðvegshitinn lofthitanum með dempaðri sveiflu.

(d) Úrkoma

Úrkomumælingarnar eru einungis marktækar þann tíma ársins sem ekki er frost. Hér verður því einungis fjallað um tímabilið maí-september. Heildarúrkoman var 82,3 mm í maí, 11,4 mm í júní, 81,3 mm í júlí, 131,6 mm í ágúst og 77,0 mm í september.

Úrkomun í maí féll að mestu fyrir 17. maí. Samanlögð úrkoma á tímabilinu frá 17. maí til 2. júlí (að báðum dögum meðtöldum) var einungis 12 mm.

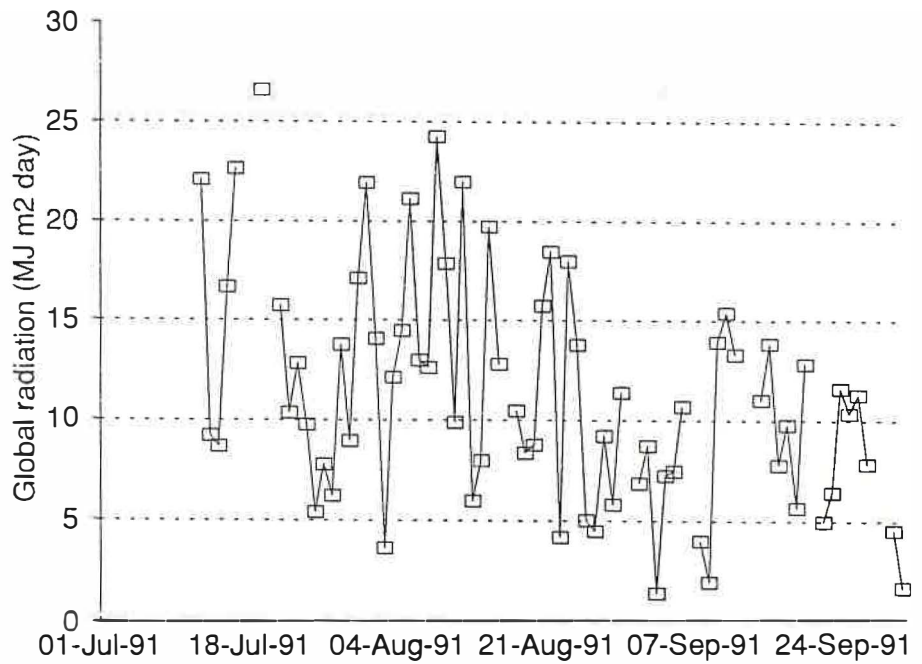
Heildarúrkoma einstakra daga er sýnd á mynd 3.9. Mest varð úrkoman 10. júlí eða 26 mm.

Tafla 3.1. Meðaltal, staðalfrávik, lágmark og hámark lofthita einstakra mánaða 1991. Mælt með þurrum hitanema í 144 til 364 cm hæð. *Mean, standard deviation, minimum and maximum monthly air temperature in 1991. Measured by dry thermometer at 144 to 364 cm height.*

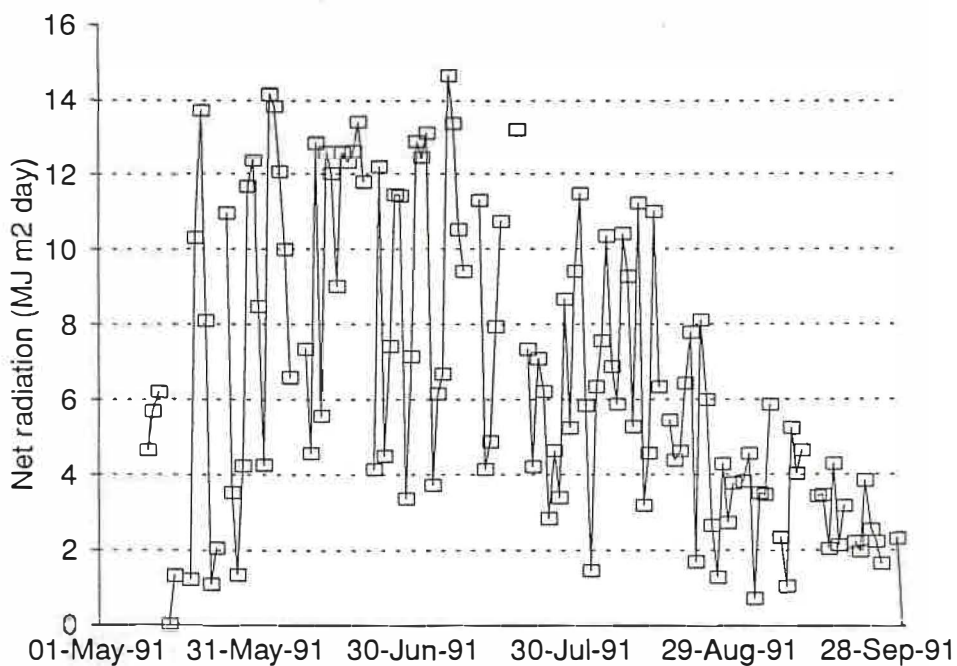
Mánuður (Month)	Meðaltal (Mean)	Staðalfv. (St. dev)	Lágmark (Min.)	Hámark (Max.)
Janúar (January)	-1,1	5,0	-15,0	7,0
Febrúar (February)	0,4	3,6	-11,7	9,1
Mars (March)	0,4	3,2	-13,1	7,7
Apríl (April)	0,2	4,2	-11,8	9,8
Maí (May)	6,1	2,8	-1,8	16,5
Júní (June)	9,5	4,0	-1,6	19,6
Júlí (July)	12,3	3,0	5,7	23,7
Ágúst (August)	10,0	3,1	-0,5	20,4
September (September)	6,5	3,3	-1,8	15,8
Október (October)	3,1	3,5	-9,2	10,2

Tafla 3.2. Meðaltal og staðalfrávik jarðvegshita á 1 og 5 cm dýpi fyrir einstaka mánuði 1991. *Mean and standard deviation of soil temperature 1 and 5 cm depth for individual months in 1991.*

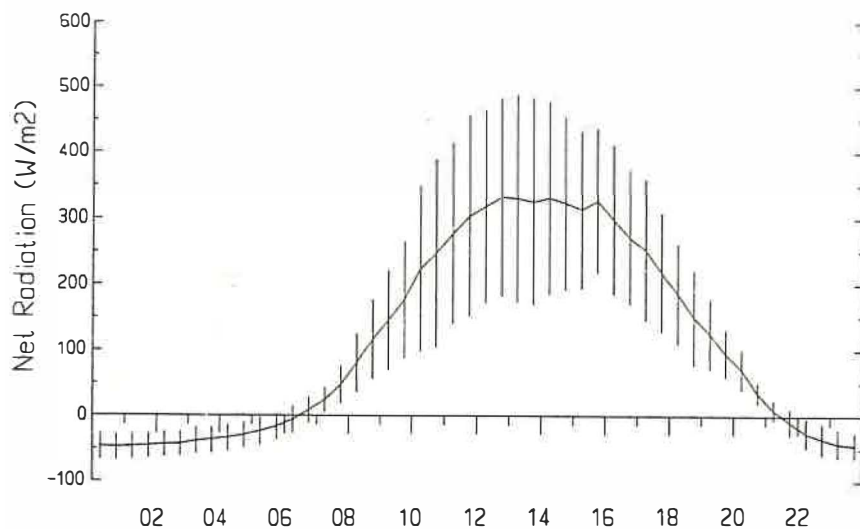
Mánuður (Month)	1 cm		5 cm	
	Meðaltal (Mean)	Staðalfv. (St. dev)	Meðaltal (Mean)	Staðalfv. (St. dev.)
Janúar (January)	-0,4	2,1	-0,6	-0,6
Febrúar (February)	0,2	2,5	0,0	1,7
Mars (March)	-0,2	1,5	-0,6	0,7
Apríl (April)	0,7	3,3	0,2	1,9
Maí (May)	7,4	3,7	6,9	2,8
Júní (June)	12,0	5,0	11,6	3,5
Júlí (July)	14,6	4,4	14,4	2,8
Ágúst (August)	11,6	3,9	11,5	2,7
September (September)	7,4	3,8	7,4	2,7
Október (October)	2,9	3,0	2,7	2,2



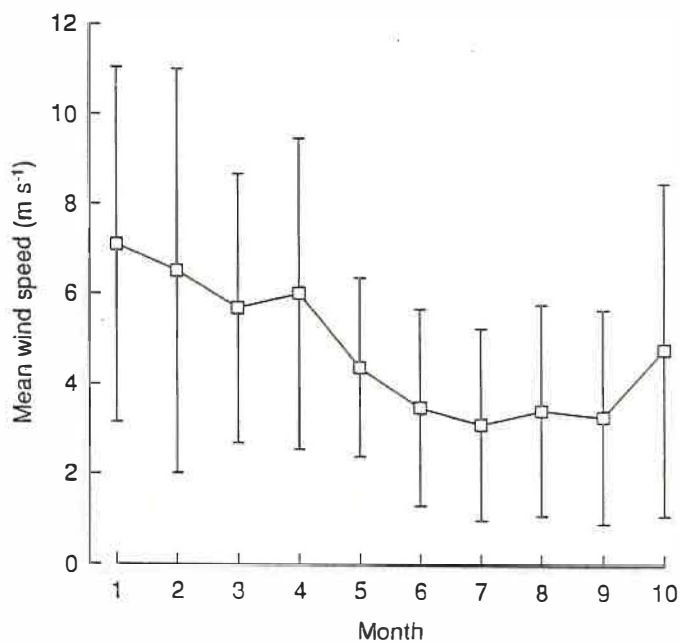
Mynd 3.1. Mæld heildarsólgeislun (stuttbylgjugeislun) fyrir þá daga þar sem gögn eru til fyrir allan daginn. *Daily integrated global radiation in Gunnarsholt for days with no missing data.*



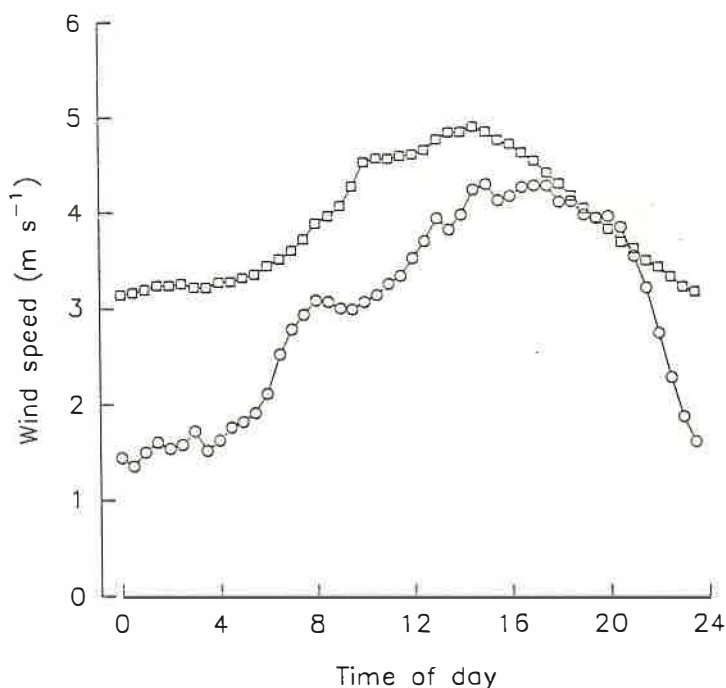
Mynd 3.2. Sólarhringsgildi nettógeislunar fyrir 1991. *Daily integrated net radiation for Gunnarsholt in 1991.*



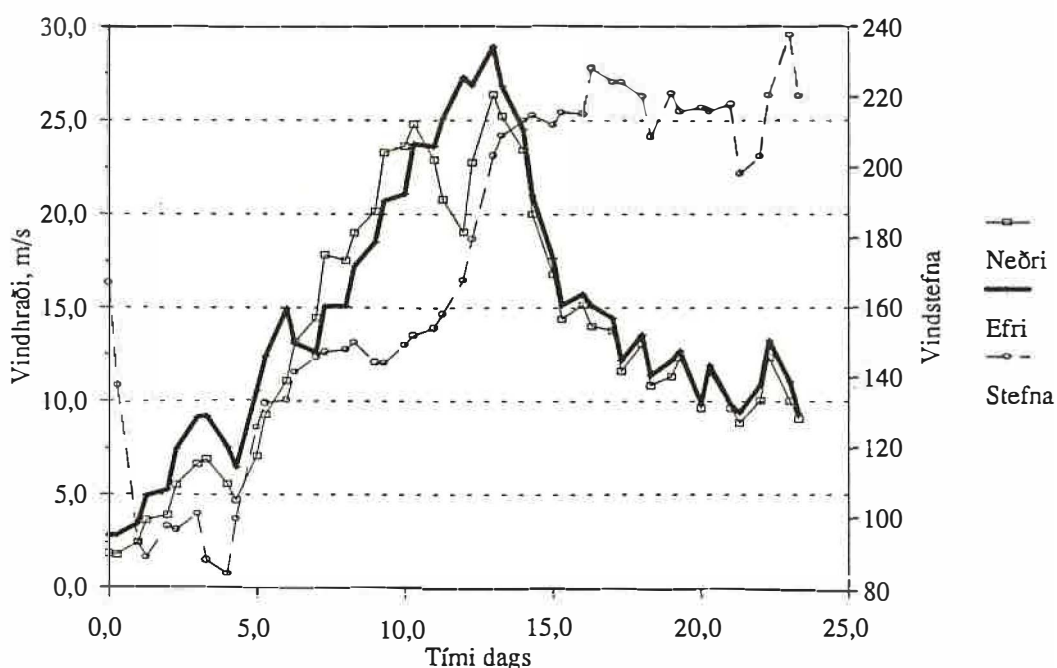
Mynd 3.3. 30 mín. meðaltöl nettógeislunar á mismunandi tímum sólarhringsins reiknað fyrir júnímánuð 1991. Lóðréttu línurnar sýna \pm eitt staðalfrávik. *Thirty minute average of net radiation for the time of day in June 1991. The vertical bars show \pm one standard deviation.*



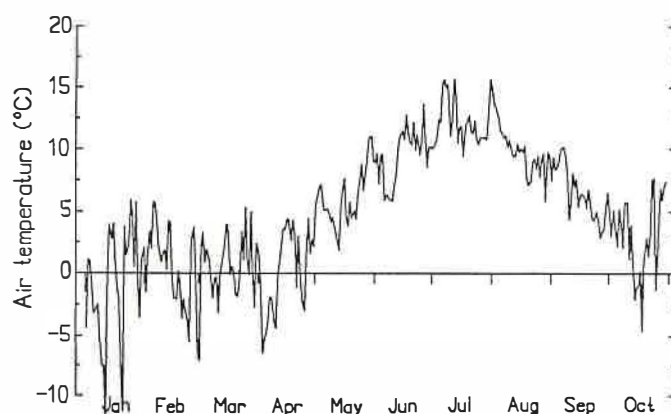
Mynd 3.4. Meðalvindhraði mánaðarins í 144 cm hæð í Gunnarsholti 1991. Lóðrétt strik eru \pm eitt staðalfrávik. *Monthly mean wind speed at 144 cm in Gunnarsholt 1991. The vertical bars show \pm one standard deviation.*



Mynd 3.5. Meðalvindhraði í Gunnarsholti á mismunandi tímum dags allt mælingatímabilið 1991 (ferningar) og í júní mánuði (hringir). *Mean wind speed in Gunnarsholt at different time of the day for the measurement period in 1991 (January-October, squares) and for June (circles).*



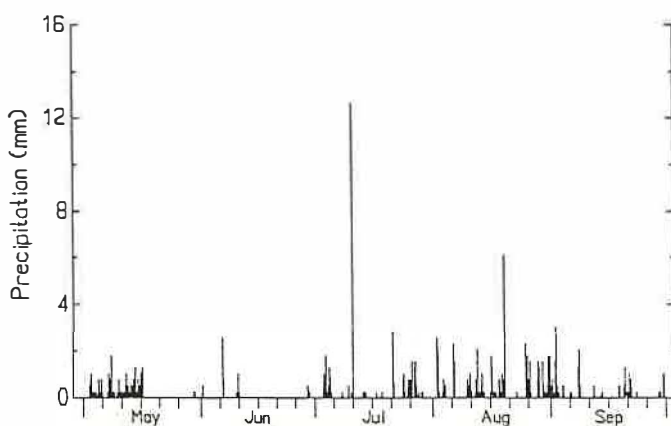
Mynd 3.6. Meðalvindhraði (30 mín.) og vindstefna 3. febrúar, 1991, þegar mikið rok gekk yfir landið. Vindstefnan er gefin í gráðum og er 180 suður og 270 vestur. *Mean wind speed (30 minute, solid line and squares) and wind direction (dashed line and circles) February 3, 1991, when gailforce winds passes Iceland. The wind direction is in degrees and 180 is south and 270 west.*



Mynd 3.7. Meðallofthiti sólarhringsins mældur með þurrum loftuðum nema í 144-364 cm hæð 1. janúar til 31. október, 1991. *Daily mean temperature measured by dry thermometer at 144-364 cm January 1 - October 31, 1991.*



Mynd 3.8. Meðaljarðvegshiti sólarhringsins á 5 cm dýpi 1. janúar til 31. október, 1991. *Daily mean soil temperature at 5 cm depth January 1 - October 31, 1991.*



Mynd 3.9. Heildarúrkoma einstakra daga frá maí til september, 1991. *Total daily precipitation, May through September, 1991.*

4. MÆLINGAR Á TRJÁNUM

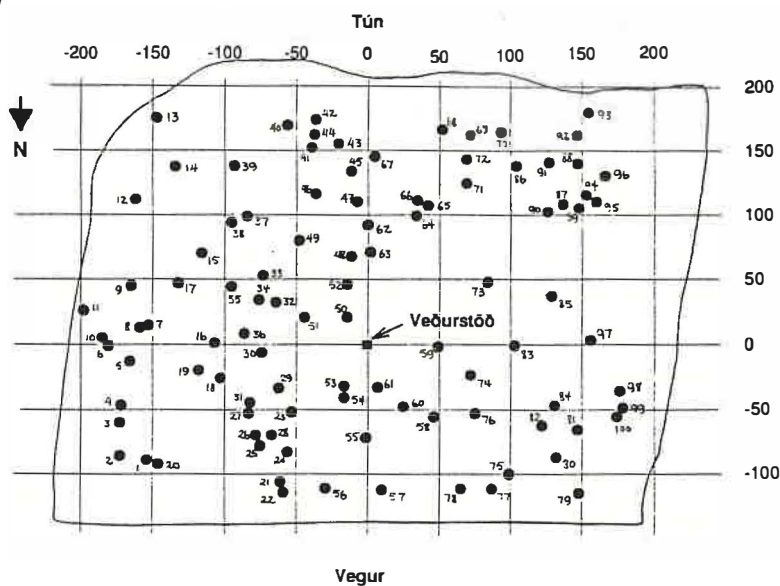
4.1 Hnitakerfið

Til þess að auðveldara væri að finna ákveðin tré var tilraunasvæðinu skipt niður í reiti sem voru 50 m á hverja hlið (mynd 4.1). Miðja hnitakerfisins, núllpunkturinn, var settur við mastrið og liggja núll-línurnar frá mastrinu í allar höfuðáttirnar. Reitirnir voru síðan taldir út frá núll-línunum. Horn reitanna voru merkt með tréstaurom sem reknir voru niður í miðjan ferninginn sem markast af 4 trjám. Á staurinn var síðan skráð hnit hans, t.d. 0,-100.

Miðja hnitakerfisins var valin við mastrið því megintilraunasvæðið verður í kring um veðurathugunarstöðina en þeir hlutar svæðisins sem fjærstir henni eru, jaðarsvæðin, eru ætluð í ýmsar aukatilraunir, t.d. áburðartilraunina (sjá kafla 4.4). Norðurhlutinn er minni en suðurhlutinn, 138 línur norður en 198-219 línur suður. Svæðið er ekki hornrétt, heldur eru austur, suður og vesturjaðrar þess svolítið óreglulegir (sjá mynd 4.1). Samkvæmt þessu reyndist tilraunaskógurinn vera 14,5 ha að flatarmáli, með alls nálægt 145.000 öspum.

4.2 Vaxtarmælingar

Valin voru 100 tré af öllu svæðinu með slembiúrtaki (mynd 4.1). Ætlunin er að fylgjast með vexti þessara trjáa næstu árin og var því hvert tré merkt með staur sem á var skráð hnit þess. Trén voru einnig merkt með merkiborða sem brugðið var um stofninn neðanverðan. Trén voru mæld þann 14. ágúst og aftur 19. september. Mæld var hæð trjáanna, þvermál í 10 cm hæð, mesta þvermál krónu og þvermál krónu hornrétt á það. Auk þess var fjöldi stofna talinn. Niðurstöður þessara mælinga eru sýndar í töflu 4.1.



Mynd 4.1. Hnitakerfið á tilraunasvæðinu í Gunnarsholti og staðsetning 100 mælitrjáa. Stærð tilraunasvæðisins er 14,5 ha. *The coordinate system within the experimental plantation at Gunnarsholt and location of 100 randomly distributed trees used for repeated, non-destructive measurements. The planted area is 14.5 ha.*

Tafla 4.1. Niðurstöður mælinga á 100 asparplöntum á tilraunasvæðinu í ágúst og september 1991. *Results of measurements on 100 poplar plants randomly selected throughout the site, in August and September 1991.*

	Meðaltal (Mean)	Staðal- skekka (SE)	Lágmark (Min.)	Hámark (Max.)
Hæð, 14. ágúst [cm] <i>Height, Aug. 14 [cm]</i>	18,3	0,9	1	39
Hæð, 19. september [cm] <i>Height, Sept. 19 [cm]</i>	20,0	1,0	2	44
Ársvöxtur 1991, 19. sept. [cm] <i>Annual increment, Sept 19 [cm]</i>	14,5	1,0	0	37
Þvermál stofns í 10 cm hæð [mm] <i>Stem diameter at 10 cm [mm]</i>	3,5	0,1	1,7	6,0
Þvermál krónu, mesta [cm] <i>Crown diameter, max. [cm]</i>	20	1	5	53
Þvermál krónu, hornrétt á mesta [cm] <i>Crown diameter, 90° to max [cm]</i>	14	1	3	34
Fjöldi stofna <i>No. of stems</i>	2,2	0,1	1	5

Af trjánnum 100 höfðu 10 verið gróðursett þar sem graseyðingin hafði ekki tekist nægjanlega vel og grös voru ríkjandi í gróðurfarinu, 5 tré voru í flögum, 1 þar sem arfi var ríkjandi í gróðurfarinu en langflest, eða 84 tré, voru gróðursett þar sem graseyðingin hafði tekist vel og mosi var ríkjandi gróður. Vaxtarskilyrðin virtust vera afar mismunandi í þessum svarðgerðum, því ársvöxtur þeirra plantna sem gróðursettar voru í mosanum var nálægt fjórfalt meiri en ársvöxtur plantna sem gróðursettar höfðu verið í grasi eða flögum. Í töflu 4.2 (A) er sýndur samanburður á plöntum eftir svarðgerðum.

Þegar plönturnar voru mældar í fyrsta sinn var plöntugerðin skráð, þ.e. hvort um var að ræða móðurplöntur eða græðlinga af þeim (sjá lýsingu í kafla 2.2) eða hvort um var að ræða nýjar plöntur sem voru gróðursettar 1991 í stað þeirra sem höfðu drepist. Af trjánnum eitthundrað voru móðurplöntur 37, aðrar plöntur frá 1990 voru 41, 20 plantnanna voru nýjar, þ.e. gróðursettar 1991, en hjá 2 plöntum var plöntugerðin ekki skráð.

Samanburður á plöntugerðunum leiddi í ljós allmikinn mun á stærð og vexti þeirra (sjá töflu 4.2 (B)). Voru móðurplönturnar stærstar, síðan aðrar plöntur sem gróðursettar voru 1990, en plönturnar sem gróðursettar voru 1991 voru yfirleitt minnstar.

Tafla 4.2. Samanburður á trjánum eftir (A) svarðgerð og (B) plöntugerð (meðaltal ± 1 staðalskekkja). Þar sem sami bókstafur er aftan við meðaltöl í sama dálki er ekki marktækur munur á þeim (Tukeys HSD, $p=0,05$).
Comparison of poplar plants by (A) sward type and (B) plant type. Means in the same column followed by the same letter are not significantly different (Tukeys HSD, $p=0.05$).

	Plöntu fjöldi (No. of plants)	Hæð 19. sept (Height Sept. 19)	Ársvöxtur (Annual increment)	Þvermál stofns í 10 cm hæð (Stem diam. at 10 cm)	Mesta þvermál krónu (Max. crown diameter)
(A) Svarðgerð (Sward type)					
Mosi (Moss)	84	21,5 \pm 1,1 a	16,2 \pm 1,0 a	3,6 \pm 0,1 a	22 \pm 1 a
Flag (Bare soil)	5	12,8 \pm 3,4 ab	4,2 \pm 1,8 b	3,5 \pm 0,5 a	13 \pm 2 ab
Gras (Grass)	10	10,9 \pm 2,1 b	4,8 \pm 1,9 b	2,8 \pm 0,4 a	10 \pm 1 b
(B) Plöntugerð (Plant type)					
Móðurplöntur gróðurs. 1990	37	27,1 \pm 1,2 a	21,1 \pm 1,3 a	3,8 \pm 0,1	27 \pm 1 a
Aðrar plöntur gróðurs. 1990	41	18,4 \pm 1,2 b	13,5 \pm 1,3 b	3,6 \pm 0,1	19 \pm 1 b
Plöntur gróðurs. 1991	20	9,0 \pm 1,1 c	2,9 \pm 0,5 c		9 \pm 1 c

4.3 Uppskerumælingar

Til uppskerumælinganna voru valin 20 tré með slembiúrtaki af öllu svæðinu, nema reitunum sem næst voru veðurstöðinni. Hjá 14 trjám var svarðnauturinn mosi, hjá 4 var það gras 2 tré voru í flagi. Sex tré voru móðurplöntur, önnur tré frá 1990 voru 13 og eitt var gróðursett 1991. Dagana 14. og 15. ágúst 1991 voru þessi tré mæld á sama hátt og mælitrén 100, en síðan var ofanjarðarluti hvers klipptur af við jarðvegryfirborðið og settur í poka. Einnig voru tekin sýni af rótunum með kjarnabor, en við nánari skoðun á sýnunum kom í ljós mikið af grasrótum og rotnandi jurtaleafum. Því var ákveðið að vinna ekki frekar úr þeim.

Ofanjarðarhlutarnir voru teknir inn í tilraunastofu, sprotar mældir og taldir, blöðin tínd af og mæld lengd, þvermál og flatarmál hvers blaðs. Blöðin og stofnarnir voru þurrkuð sitt í hvoru lagi og vigtuð. Samantekt þessara mælinga er sýnd í töflu 4.3.

Til að kanna hversu þeir þættir, sem hægt er að mæla á trjánum án þess að skerða þau, væru góður mælikvarði á þurrvigt ofanjarðarluta, var gerð aðhvarfsgreining (fjölbreytu) á sambandi milli uppskeru ofanjarðarluta og þeirra mælipátta sem mældir voru á trjánnum 100, þ.e. þvermál stofns, stærð krónu (mesta x hornrétt á mesta), hæð og ársvexti sama árs. Aðhvarfsgreiningin var gerð í þrepum, þannig að fyrst var tekin inn sú stýribreyta sem útskýrði mest af breytileika uppskerunnar, og þannig koll af kalli þar til ekki voru eftir fleiri stýribreytur með marktækan aðhvarfsstuðul.

Tafla 4.3. Niðurstöður mælinga á 20 fórnarplöntum sem teknar voru á tilraunasvæðinu í ágúst 1991. *Results from destructive sampling of 20 poplar plants in August 1991.*

	Meðaltal (Mean)	Staðal- skekka (SE)	Lágmark (Min.)	Hámark (Max.)
Hæð [cm] <i>Height [cm]</i>	21,2	1,9	6	39
Ársvöxtur 1991 [cm] <i>Annual increment [cm]</i>	14,0	1,7	2	27
Þvermál stofns í 10 cm hæð [mm] <i>Stem diameter at 10 cm [mm]</i>	3,9	0,3	2,3	7,1
Þvermál krónu, mesta [cm] <i>Crown diameter, max. [cm]</i>	22	2	12	42
Þvermál krónu, hornrétt á mesta [cm] <i>Crown diameter, 90° to max [cm]</i>	14	1	6	39
Fjöldi blaða <i>No. of leaves</i>	36	4	14	79
Blaðflatarmál [cm ²] <i>Leaf area [cm²]</i>	322	55	89	1170
Þurrvigt, stofn [g] <i>Dry weight, stem and branches [g]</i>	2,2	0,5	0,3	9,5
Þurrvigt, blöð [g] <i>Dry weight, leaves [g]</i>	2,3	0,4	0,5	9,3

Tafla 4.4. Stuðlar fyrir fylgni milli flatarmáls einstakra laufblaða aspar og mælinga á lengd og breidd þeirra (n=721). *Coefficients for correlation between individual leaf area of poplar and non-destructive measurements of leaf dimensions (n=721).*

Mælingar á laufblöðunum (Leaf dimensions)	Fylgnistuðlar (Correlation coefficients)	p
Lengd (<i>Length</i>)	0,950	0,000
Mesta þvermál (<i>Max. diameter</i>)	0,960	0,000
(Lengd) ²	0,986	0,000
(Mesta þvermál) ²	0,973	0,000
Lengd x mesta þvermál	0,997	0,000

Þær breytur sem höfðu marktækan aðhrarfsstuðul voru (A) krónuflötur, þ.e. mesta þvermál krónu margfaldað með þvermáli krónu hornrétt á mesta, (B) þvermál stofns og (C) hæð plöntunnar. Þessar breytur útskýrðu samtals 96,5% af breytileika uppskerunnar ($R^2=0,965$), samkvæmt formúlunni:

$$\text{Uppskera} = -2,21 + 0,0088 A + 0,10 B^2 + 0,097 C$$

Þetta bendir til þess að þær einföldu mælingar sem gerðar voru á trjánnum 100 geti gefið nokkuð góða vísbendingu um uppskeru þeirra.

Lögun laufblaða asparinnar virðist vera mjög regluleg, því há fylgni var milli mælinga á lengd og breidd einstakra laufblaða og flatarmáls þeirra (sjá töflu 4.4). Þetta gefur möguleika á að nota einfalda stika, t.d. lengd blaðanna sem mælikvarða á stærð þeirra.

4.4 Áburðartilraunir

Könnuð voru áhrif áburðardreifingar á öspina. Reyndir voru þrjú áburðarskammtar og tvær dreifingaraðferðir. Áburði var annars vegar dreift í kringum plönturnar og hins vegar var hola gerð í 5 cm fjarlægð frá plöntunni og áburðurinn látinn í hana. Hver reitur samanstóð af 8 plöntum og voru 4 miðplönturnar teknar með í mælingu. Reitir þessir voru í suðvesturhorni svæðisins. Áburðarskammtarnir voru 10, 20 og 30 g af Græði 5 (15,15,15). Samreitir voru fjórir, en fjórar mælingar í reit.

Tilraunin var lögð út hinn 27/6 1991 og hæðarvöxtur plantna mældur hinn 30/9. Þá var einnig skráð hvort planta stóð í grasi eða á bersvæði.

Tafla 4.5. Niðurstöður mælinga á hæðarvexti plantna í áburðartilraun 1991. *Results from a fertilization trial 1991.*

		Meðalhæð planta í cm (<i>Mean plant height in cm</i>)	
		að vori (<i>in the spring</i>)	að hausti (<i>in the fall</i>)
áburður í holu (<i>fertilizer in a hole</i> <i>beside the plant</i>)	10 g 20 g 30 g	9,7 7,8 7,1	30,2 26,6 26,5
áburði dreift (<i>fertilizer on the</i> <i>soil surface around</i> <i>the plant</i>)	10 g 20 g 30 g	8,5 7,9 9,8	23,6 26,9 28,7
án áburðar (<i>no fertilizer</i>)		7,3	24,4

5. LOKAORÐ

Í skýrslunni er lýst aðdraganda og tilhögun rannsókna í tilraunaskóginum í Gunnarsholti á Rangárvöllum. Sumarið 1991 var fyrsta heila sumarið sem veðurstöðin á tilraunasvæðinu var í gangi og einnig fyrsta heila sumarið eftir að plönturnar voru gróðursettar. Í skýrslunni eru niðurstöður mælinga á umhverfispáttum og aspartrjánnum sem gerðar voru sumarið 1991.

Frá 1991 hefur verið aukið mjög við mælingar á trjánnum og umhverfispáttum í tilraunaskóginum, en einnig hafa ný rannsóknaverkefni verið hafin á svæðinu. Nánari grein verður gerð fyrir þessu í næstu skýrslu um verkefnið sem verður fyrir árin 1992 og 1993 og er væntanleg síðar á þessu ári. Síðan er fyrirhugað að gefa út árlegar skýrslur, þar skýrt verður frá helstu framkvæmdum og rannsóknaniðurstöðum hvers árs.

Starfsfólk Landgræðslu ríkisins í Gunnarsholti aðstoðuðu höfunda og aðra þátttakendur í verkefninu á ýmsan hátt og kunnum við þeim bestu þakkir fyrir. Einnig viljum við þakka Daða Björnssyni fyrir að gera kort af tilraunasvæðinu og nágrenni þess (mynd 1.1) og Árna Davíðssyni fyrir að skrá háplöntulista fyrir tilraunasvæðið (tafla 2.3).

6. HEIMILDIR

Blakemore, L.C., P.L. Searle og B.K. Daly. 1987. Methods for chemical analysis of soils. New Zealand Soil Bureau Sci. Rep. 80.

Hörður Kristinsson 1986. Plöntuhandbókin. Örn og Örlygur, Reykjavík.

Kristján Þórarinnsson, Úlfur Óskarsson og Þorbergur Hjalti Jónsson 1990. Framleiðsla á fjölpottaplöntum af alaskaösp: Drög að gæðamatsaðferð. Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins, Mógilsá. Rit 4(11).

McCaughey, J.H. 1986. Energy Balance Measurement System for Agroforestry Application in Newfoundland. Information Report N-X-251. Newfoundland Forestry Center. St. John's, Newfoundland. 26 pp.

Ólafur Arnalds 1994. Leir í íslenskum jarðvegi. Náttúrufræðingurinn 63:73-85.

Parfitt, R.L. og A.D. Wilson. 1985. Estimation of allophane and halloysite in three sequences of volcanic soils, New Zealand. In: E. Fernandez Caldas og D.H. Yaalon (ritstj.) Volcanic soils. Catena Suppl. 7:1-8.

Soil Survey Staff 1981. Chapter 4 (revised). Soil Survey manual. USDA, SCS, Washington D.C.

Thorgeirsson, H, McCaughey, J.H., Robertson, A., og French, C.T. 1993. Long-Term Biometeorological Monitoring at Two Forest Sites in Iceland and Newfoundland: Initial Results. Í: Alden, J.N., Mastrantonio, L. og Odum, S. (ritstj.) Forest Development in Cold Climates. Plenum, New York, 227-239.

Úlfur Óskarsson 1990. Leiðbeiningar um hraðfjölgun á alaskaösp með smágræðlingum. Rannsóknastöð Skógræktar ríkisins, Mógilsá. Rit 4(1).

Veðráttan 1991. Mánaðar- og ársyfirlit samin á Veðurstofunni. Veðurstofa Íslands, Reykjavík.

VIÐAUKI A

**MEMORANDUM OF UNDERSTANDING CONCERNING THE COORDINATION
OF BIOMETEOROLOGICAL AND CLIMATE RESEARCH - 1990-1995**

Between

**Forestry Canada, Newfoundland and Labrador Region,
St. John's, Canada**

Queen's University, Department of Geography, Kingston, Canada.

Icelandic Forest Research Station, Mogilsa, Iceland.

Soil Conservation Service, Gunnarsholt, Iceland.

Agricultural Research Institute, Reykjavik, Iceland.

PURPOSE

To improve and enhance forest and agroforest research for production forecasts in cold climates and to provide a focus for international collaboration on biometeorological and climatological research.

OBJECTIVES

This Memorandum of Understanding recognizes the need for international cooperation to provide a basic understanding of climatic processes affecting forest and agroforestry plantation growth and to develop models to forecast regional plantation productivity. Integrated strategic studies will include: i) baseline studies of the energy balance, wind effects and nutrient cycling; ii) assessing the response of plantation productivity to specific climate variables; iii) develop models for predicting potential biomass production. The project was initiated in 1990 and will continue until 1995, with provisions for extension depending on the progress and success of the project.

TERMS OF REFERENCE

- a) To establish and conduct climate, biomass production and nutrient cycling research to meet scientific and applied forestry and agroforestry objectives.
- b) To convene symposia, workshops and meetings to strengthen international cooperation and to publish theoretical and applied research results.
- c) To enhance the capabilities of and stature of the cooperative research by extending the capability of the methodologies and inviting scientists and organizations with related interests to participate in the project.

IT IS UNDERSTOOD THAT

- i) An Executive Core Group will be responsible for financial matters and broader administrative aspects of the project.
- ii) A Scientific Core Group will be responsible for the scientific integrity of the research, coordination of data flow and dissemination of results.
- iii) The design and modifications to the instrumentation and computer software will be a shared responsibility between Queen's University and The Iceland Agricultural Research Institute; and additions to instrumentation to suit individual needs and special interests will be made in consultation with them and the Scientific Core Group if desirable.
- iv) Iceland Forest Research Station will be the lead agency for the Icelandic portion of the project and Forestry Canada (Newfoundland and Labrador Region) will provide coordination of research cooperation between Canada and Iceland.
- v) The Scientific Core Group will develop and coordinate appropriate mechanisms and procedures for communicating scientific and technical results. Access to the data and invitations to other agencies to participate in the project will be approved by the Scientific Core Group.
- vi) Authorship of scientific and technical publications based on data emanating from the project will be with the prior knowledge of the Scientific Core Group and must acknowledge the project.
- vii) This Memorandum of Understanding may be amended or supplemented as may be agreed upon by the signing parties.

ANNEX

HISTORICAL SKETCH

In 1983, Dr. A. Robertson of Forestry Canada (Newfoundland and Labrador Region) visited Iceland at the request of the Icelandic Forest Service. The following year, Sigurdur Blondal, Director of The Icelandic Forest Service (Retired) visited laboratories Canada as a guest of Forestry Canada. The purpose of these exchange visits was to compare silvicultural practices and explore prospects for future scientific and technical cooperation between Canada and Iceland. From these reciprocating visits, and others since then, evolved the Gunnarsholt experiment.

In 1985, an energy balance measuring system was introduced to Newfoundland as a field test at Forestry Canada's research station at Pasadena, western Newfoundland. The system and supporting computer software was designed by Prof. J.H. McCaughey at Queen's University, Kingston, Ontario. To date the system is being used by Forestry Canada scientists to measure the energy balance at two locations in western Newfoundland.

Following the success of the system in Newfoundland, the Iceland Forest Research Station accepted a proposal to install the system in Iceland. In 1988, a 16 hectare site on the Soil Conservation Service Station at Gunnarsholt was selected.

The Gunnarsholt site meets the most stringent demands for energy balance work and for studies on the impact of wind on plantations; in fact, from a physical standpoint, the Gunnarsholt site is world-class. The main attributes which make this site unique are: it is located on a research station with excellent technical and logistical support; the flat landscape has homogenous loessial soils; the uniform growth of Alaska poplar and willows on the station reflects the low variability of site factors and clonal material. Such a combination of factors is impossible to find in the boreal region. The climate and logistics at Gunnarsholt will enable the experiment to be conducted year-round. The computer-controlled measuring and datalogging hardware is equipped with a modem to enable access to data, monitoring and reprogramming from Reykjavik, Mogilsa, Kingston and St. John's.

Following discussions and correspondence it is recognized the project will require two groups to ensure effective and efficient management; i.e., and Executive Core Group and Scientific Group. Members of the Executive Core Group will be:

Arni Bragason, Iceland Forest Research Station
Sveinn Runolfsson, Soil Conservation Service
Thorsteinn Tomasson, Agricultural Research Institute
John Munro, Forestry Canada(Newfoundland and Labrador Region)

Members of the Scientific Core Group will be:

J.H. (Harry) McCaughey, Queen's University
Halldor Thorgeirsson, Agricultural Research Inst.
Asa Aradottir, Iceland Forest Research Station
Adalsteinn Sigurdsson, Iceland Forest Research Sta.
A. Robertson, Forestry Canada (Newfoundland and Labrador Region).


Dr. Robertson will act as Project Coordinator.

EXECUTIVE CORE GROUP



John Munro
Forestry Canada


Arni Bragason
Iceland Forest Research Station


Sveinn Runolfsson
Soil Conservation Service


Thorsteinn Tomasson
Agricultural Research Institute

SCIENTIFIC CORE GROUP


Alexander Robertson
Project Coordinator
Forestry Canada


J. Harry McCaughey
Queen's University


Halldor Thorgeirsson
Agricultural Research Station


Asa Aradóttir
Iceland Forest Research Station


Adalsteinn Sigurdsson
Iceland Forest Research Station

VIÐAUKI B

Ensk útgáfa af lýsingu jarðvegssniðs (Soil profile description)

Proposed Classification (to be reviewed after soil analysis): Typic Vitricryand or Typic Haplocryand (Soil Taxonomy); Haplic or Vitric Andosol (FAO Soil Legend).

Location: Populus experimental plantation, Gunnarsholt, Rangárvallasýsla.

Physiographic position: Nearly level land, abandoned hay field, rootmat has been removed and herbicides used to eliminate grass growth.

Parent material: Mixture of eolian materials and tephra layers. Eolian materials rich in tephra, mainly andesitic and rhyolitic, with basalt tephra occurring.

Drainage: Well drained in summer, water impoundment occurs on frozen ground in winter.

Landuse: Experimental field for tree growth and climatic research.

Vegetation: Recently planted *Populus*, with limited plant cover of other kind due to herbicide use.

Sampling date: Sept. 30., 1991.

Sampled by: Ó. Arnalds; F. Pálmason, and G.G. Eyjólfsdóttir.

Colors are for moist soil; depths are in cm.

A1 0-18	Very dark grayish brown (10YR 3/2) silt loam; weak fine to medium subangular blocky structure parting to weak fine granular structure; friable; roots common; abrupt wavy boundary.
A2 18-20	Black (5YR 2.5/1) sandy loam; single grain; loose; roots common; eolian sand layer or tephra; abrupt wavy boundary. Horizon not sampled.
Bw1 20-32	Dark brown (10YR 3/3) silt loam; weak fine granular structure/single grained; loose; very friable; few roots; horizon rests on an eolian layer; abrupt wavy boundary.
Bw2 32-55	Dark brown (10YR 3/3) silt loam; very weak fine subangular blocky structure; friable; few roots; abrupt wavy boundary.
Bw3 55-73	Dark brown (10YR 3/3) silt loam; very weak fine subangular blocky structure; friable; abrupt wavy boundary.

Comments about the profile. Major sand dune activity occurred about 1 km north of the site about 1900 and earlier. At the bottom of the pedon is 5 cm coarse sand and gravel layer which is likely from that time. Wind erosion has continued north of the site and the entire profile is influenced by eolian input. The profile is also influenced by tephra input from Hekla (thin layers).

Planned soil analysis. Soil samples have been prepared for soil analyses. Planned measurements include pH (H₂O and NaF); organic carbon (dry combustion); P-

retention (Blakemore et al. 1987); exchangeable bases and CEC; acid oxalate extractable Al, Fe and Si (Blakemore et al. 1987), water retention at 0.3 and 15 bar pressure; and estimated allophane content (Parfitt and Wilson 1985).

