



Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer

Pedersen, Lars Bo; Christensen, Claus Jerram; Nielsen, Allan Overgaard; Krag, Mads Madsen

Publication date:
2004

Document version
Også kaldet Forlagets PDF

Citation for published version (APA):

Pedersen, L. B., Christensen, C. J., Nielsen, A. O., & Krag, M. M. (2004). *Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer*. Skov & Landskab, Københavns Universitet.



Skov & Landskab

Center for Skov,
Landskab og
Planlægning • KVL

Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer

*Lars Bo Pedersen, Claus Jerram Christensen, Allan Overgaard
Nielsen & Mads Krag Madsen*

Arbejdsrapport Skov & Landskab Nr. 2-2004

Rapportens titel

Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer

Forfattere

Lars Bo Pedersen, Claus Jerram Christensen, Allan Overgaard Nielsen & Mads Krag Madsen

Projektet

Den foreliggende rapport udgør afrapporteringen af PAF (Produktionsafgiftsfonden for juletræer og pyntegrønt) –projektet: "Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer" (j.nr. 1999-0024). Projektets har forløbet fra 1999 – 2003 med en økonomisk ramme tæt på 900.000 kr. PAF har finansieret 58,4 %, og Produktudviklingsordningen for Skovbruget og Træindustrien (PUF) under Skov- og Naturstyrelsen har finansieret 16,6 %. Resten er finansieret af *Skov & Landskab*.

Serie

Arbejdsrapport *Skov & Landskab* Nr. 2-2004, publiceret på www.SL.kvl.dk

ISBN nr.

87-7903-174-9

Udgiver

Skov & Landskab
Hørsholm Kongevej 11
2970 Hørsholm
Tlf. 3528 1503
E-post: sl@kvl.dk

Gengivelse er tilladt med tydelig kildeangivelse

I salgs- eller reklameøjemed er eftertryk og citering af rapporten samt anvendelse af *Skov & Landskabs navn* kun tilladt efter skriftlig tilladelse

Skov & Landskab er et
selvstændigt center for
forskning, undervisning,
formidling og rådgivning
vedr. skov, landskab og
planlægning ved Den
Kgl. Veterinær- og
Landbohøjskole (KVL)

Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer



PAF J. nr. 1999-0024
SNS J.nr. SN 1996-0744-0066

Lars Bo Pedersen, Claus Jerram Christensen,
Allan Overgaard Nielsen & Mads Krag Madsen

Forord

Denne rapport er skrevet til praktikere og administrative beslutningstagere, der er knyttet til problemstillinger omkring optimal gødskning i juletræsproduktionen. Det er også håbet, at andre aktører indenfor det lovgivningsmæssige- og forvaltningsmæssige område samt grønne organisationer med interesse indenfor samspillet mellem juletræsproduktion og miljø vil kunne lade sig inspirere af rapporten.

Den foreliggende rapport udgør afrapporteringen af PAF (Produktionsafgiftsfonden for juletræer og pyntegrønt) –projektet: ”Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer” (j.nr. 1999-0024). Projektets har forløbet fra 1999 – 2003 med en økonomisk ramme tæt på 900.000 kr. PAF har finansieret 58,4 %, og Produktudviklingsordningen for Skovbruget og Træindustrien (PUF) under Skov- og Naturstyrelsen har finansieret 16,6 %. Resten er finansieret af *Skov & Landskab*.

Projektets overordnede formål har været at udvikle et gødningsregime, som giver en optimal udnyttelse af de tilførte gødningsstoffer for her igennem at øge mulighederne for dels at producenterne sparer penge og producerer træer af høj kvalitet, dels at udvaskningen af miljøbelastende næringsstoffer kan minimeres.

Problemstillingen omkring delt/sekventiel gødskning er særlig aktuell på lette jordbundstyper, men det var ikke muligt at finde en let jordbundstype på Sjælland i den rette aldersklasse, og da projektets økonomi ikke tillod at forsøget foregik i Jylland, blev det besluttet, at lægge forsøget på et i øvrigt ellers egnet areal på Langesø Skovdistrikt idet der her kunne opnås store formidlingsmæssige fordele i forbindelse med distriktets afholdelse af Langesø-messen. Forsøget er da også på ”busturen” fremvist to gange ekstensivt og en gang intensivt, senest i august 2003. Træerne og udvaskningen af næringsstoffer har på denne noget næringsrige lokalitet været adskillige år om at reagere på gødningsbehandlingerne, hvilket understøtter nødvendigheden af flerårige forsøg. Denne rapport sammenfatter alle resultaterne og inddrager derfor også resultaterne fra 2003, som endnu ikke er blevet præsenteret.

Etablering og behandling samt opgørelse og analyse, beregning og formidling af undersøgelsen er foretaget af seniorforsker Lars Bo Pedersen, seniorkonsulent Claus Jerram Christensen og tekniker Mads Krag. Endvidere har agrarøkonom Gerner Frederiksen og studerende Mogens Bruun fungeret som eksterne målemedhjælpere. De kemiske analyser er foretaget ved *Skov & Landskabs* laboratorium.

Vi vil gerne takke Langesø Skovdistrikt og ikke mindst Finn Jacobsen og Torben Morth for dels at lægge jord til forsøget og dels for den hjælp, der ydet i forbindelse med den almindelig drift af forsøgsarealet, herunder hegning og renholdelse.

Indholdsfortegnelse

FORORD	2
INDHOLDSFORTEGNELSE	3
1.0 INDLEDNING	4
2.1 JORDBUND	6
2.2 KLIMA	7
3.0 METODER	9
3.1 GØDNINGSBEHANDLINGER	9
3.2 VÆKST- OG KVALITETSOPGØRELSER	9
3.3 JORDBUND, NÅLEKEMI OG STOFKREDSLØB	10
3.3.1 Jordbund	10
3.3.2 Nålekemi	10
3.3.3 Stofkredsløb	10
3.3.4 Kemiske analyser	11
4.1.1 Vækst	13
4.1.2 Knopper og grene	16
4.1.3 Farve	17
4.1.4 Nålelængde	18
4.1.5 Skader og vitalitet	19
4.1.6 Juletræsegnethed	20
4.2 NÅLEKEMI	22
4.2.1 Udvikling i nålekemi – aftryk af farvetab i 2003	22
4.2.2 Effekt af gødskning	24
4.2.3 Nålekemi og juletræskvalitet	25
4.3 STOFHUSHOLDNING	27
4.3.1 Vandbalance	27
4.3.2 Næringsstofbalance og udvaskning	28
5.0 KONKLUSION	34
6.0 ANBEFALINGER	35
7.0 LITTERATUR	36
BILAG 1	37
BILAG 2	48
BILAG 3A	49
BILAG 3B	52

1.0 Indledning

Samlet anvendes i dag skønsmæssigt 3000-4000 tons NPK gødning pr. år i Danmark til juletræsgødning. Forsøgsresultater fra et tidligere gødningsprojekt ("Optimal gødning af nordmannsgran- og nobilisjuletræer") har vist, at kvælstofniveauer på 70 kg N/ha/år tildelt af én gang som bredgødning i den uorganiske sammensætning NPK 23-3-7 på tidligere velgødet agerjord giver nær optimale resultater for mange af de vigtigste kvalitative juletræsegenskaber i 4-7 årige nordmannsgran-bevoksninger (Christensen et al. 2001a). Andre resultater fra denne undersøgelse indikerede, at sommerbehandling eller endog efterårsbehandling giver den bedste farve på træernes høsttidspunkt.

Undersøgelsen viste også, at udvaskningen af kvælstof ved denne dosering udgjorde ca. 65% af tilførslen med gødning (Pedersen et al., 1996). Selv på næringsrige lokaliteter gav denne dosering af én gang en u hensigtsmæssig stor udvaskning og for lille næringsstoffilgængelighed.

Juletræsarealer på tidligere landbrugsjord er endvidere underlagt Plantedirektorates retningslinier for maksimale tildelinger af kvælstof, for tiden maksimalt 75 kg N/ha/år, dog 100 kg N/ha/år på visse sandede jordtyper fra 2003. Sådanne doseringer kan især når gødningen tildeles af en gang føre til utilstrækkelig god juletræskvalitet, særligt på de lettere jordtyper. Nærværende projekts mål er en direkte forlængelse af disse forhold, nemlig at undersøge kvalitetens, vækstens, næringsstoffilgængelighedens samt udvaskningens afhængighed af gødningshyppighed eller blot:

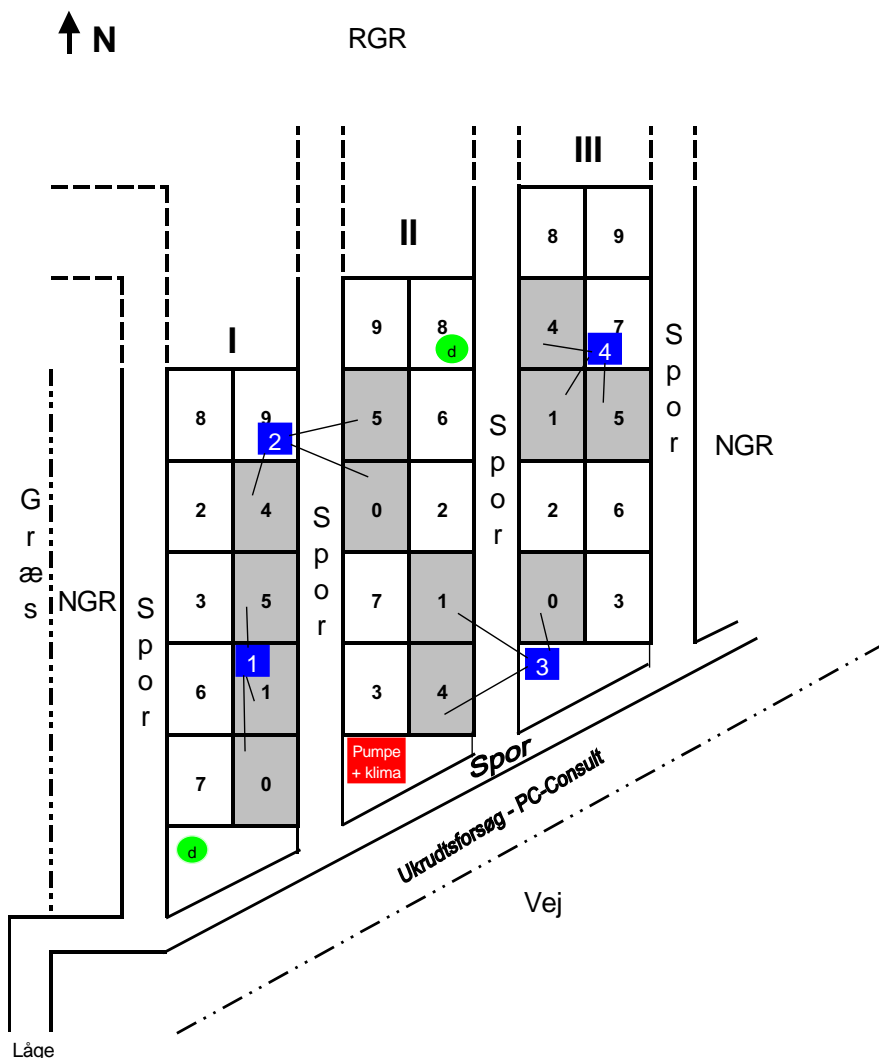
Kan delt gødning (sekventiel gødning) forbedre juletræskvaliteten samtidig med at miljøbelastningen mindskes ?

Det er således forsøgets overordnede formål at bidrage til udvikling af en gødningsvejledning baseret på delt tilførsel, som giver en optimal udnyttelse af de tilførte gødningsstoffer under hensyntagen til træernes vækst og sundhed. Herunder at undersøge, hvordan en delt gødning påvirker udvaskningen. Undersøgelsen foregår på en nærings lokalitet, men følges op af resultater om delt gødning på sandjord i et senere igangsat PAF-projekt (Forbedring af næringsstofforsyning til nordmannsgran på lettere jordtyper (FANTOM)).

2.0 Lokalitetsbeskrivelse

Som anført i forordet blev forsøget lagt på Langesø Skovdistrikt dels for at få den rette aldersklasse ved forsøgets start, dels af økonomiske årsager og dels pga. de store formidlingsmæssige fordele, der kunne opnås ved en placering umiddelbart op til Langesømessens udstillingsområde.

Forsøget blev anlagt i foråret 2000 i afd. 104 (figur 2.1) som et forsøg med tre gentagelser (blokke) på i alt ca. 0,2 ha. Der blev anlagt nettoparceller inden i de ca. 50 m² store bruttoparceller (9,1m*5,5 m), der var behandlingsenheden. Ingen af træerne i nettoparcellen kom tættere på (brutto)parcelgrænsen end 0,5 m. Herved mindskedes risikoen for kontaminering fra afstrømning fra naboparceller og upræcis udbringning. Bruttoparcellerne er behandlingsenhederne, mens nettoparcellerne er måleenhederne.



Figur 2.1 Forsøgsanlægget på Langesø Skovdistrikt afd. 104. Grønne markeringer (d) er nedbørsopsamlere, mens de blå firkanter er opsamlingskasser til jordvand.

Arealet er gammel ager og meget kuperet omkring forsøget. Selve forsøgsarealet er derimod en relativt flad svag vesthælde. Der er lidt læ fra skov mod Nord ingen læ fra de øvrige verdenshjørner.

Der er (maskin)plantet 2/2 planter i foråret 1997 på 1*1 m med Langesø proveniens (afd. 6 og afd. 88 med 50 % af hver). Der er 12 rækker mellem sprøjtesporene. Planterne var ca. 30-40 cm høje ved forsøgsanlægget i foråret 2000 - visse træer havde ødelagte topkud og enkelte træer havde nåletab. Nogle træer havde ved forsøgets start ekstremt lange nåle (over 50 mm). Der har ikke været gødsket forud for forsøgsanlægget.

Forud for plantningen er arealet sprøjtet med 5 l Gardoprime/ha. I efteråret 1998 og 1999 er der sprøjtet i september med 2,5 l Roundup/ha. Sideløbende er der renholdt med får fra foråret 1998. Da renholdelse med får ikke er foreneligt med udvaskningsundersøgelserne, blev den årlige ukrudtsbehandling sat til en blanding af Gardoprime (4 l/ha) og Karmex (1 kg/ha) udbragt om foråret på forsøgsarealet. Der var kun sparsomt med ukrudt på anlægstidspunktet.

I 2001 og 2002 foretog distriktet en selektiv juletræshugst, hvor de hurtigst voksende træer blev taget ud. I sommeren 2003 blev dette suppleret med en fjernelse af vrage træer. Se anlægsrapporten i bilag 1 for yderligere oplysninger om forsøget.

2.1 Jordbund

Jorden på Langesø er en leret og næringsrig moræne. Forsøget er dog etableret på en ganske svag vesthælde. Pløjelaget varierer generelt fra 50 til 60 cm dybde. Der er ingen skarpe horisontovergange. I pløjelaget (Ap) mellem delhorisonterne Ap₁ og Ap₂ er overgangen gradvis, mens de øvrige overgange kan betegnes som diffuse. Stenindholdet stiger mærkbart med dybden og består især af afrundet granit og flint, Der er ikke observeret decideret grundvandspåvirkning i jordbundsprofilerne om end der fra ca. 80 og ned i profilet er fundet afblegede pletter, der antyder et vist præg af umættede/iltfattige forhold i dybden.

Tabel 2.1. Jordbundskemi for forsøget på Langesø Skovdistrikt. De anbefalede niveauer er efter Plantedirektoratet.

Dybde	Horisont	pH	P (mg/kg)	Ca (mg/kg)	K (mg/kg)	Mg (mg/kg)	Na (mg/kg)	Mn (mg/kg)
0-30	Ap ₁	6,0	284	1522	88	61	10	18,3
30-57	Ap ₂	6,3	188	1210	59	46	14	7,8
57-81	B	6,4	197	1072	51	51	17	6,9
81-100	C ₁	6,5	197	1077	52	54	17	6,5
100-135	C ₂	7,4	362	3807	37	49	11	3,5
Anbefalede niveauer	-	5-6	120-240	500- 5000	70-100	40-80	5 - 20	-

Jorden har et højt pH, der tiltager fra 6 i overfladen til ca. 7,5 i over 100 cm dybde. Der er fundet jordbrugskalk i 0 – 30 cm dybde. Ionbytterkomplekserne domineres af Ca, men har

også et betydeligt indhold af udbytteligt K og Mg. Den udbyttelige fraktion af Mn er lav helt i overensstemmelse med jordens høje pH. Det er givetvis gødskning fra får, der er årsagen til den forhøjede koncentration af P i overflade. Koncentrationen kan her betegnes som høj (Sundberg et al 1999). Fra 30 – 100 cm ligger koncentrationen af P lavere, men det stiger igen i de dybeste jordlag til niveauer, der kan betegnes som meget høje



Foto: Jordbundshul på Langesø Skovdistrikt.

2.2 Klima

I forsøgsperioden har vejret vekslet mellem årene. Temperaturmæssigt har alle årene været varmere end normalt. I 2000, 2001 og 2002 var især vintermånederne varmere. I 2001 og 2002 var juli og august betragteligt varmere end normalt. 2003 karakteriseredes generelt af koldere vintermåneder, men navnlig af en lang periode (april – september) med forhøjede temperaturer.

Nedbørsmæssigt var 2000, 2001 og 2002 betydeligt mere nedbørsrige end normalen, mens 2003 var noget mere tør end normalen. Første del af vækstperioden i 2000 var generelt tør selvom foråret gennemgående var vådt. Efteråret 2000 var mere våd end normalen. I 2001 var august og september meget våde, mens år 2002 især afveg fra klimanormalen ved en meget høj sommernedbør, men også af lave nedbørstal for hele foråret. Årsagen til det tørre år 2003 ligger i en meget mindre nedbør i februar og marts, men også i lave nedbørstal for august, september og oktober.

Tabel 2.2. Klima på Langesø 2000 – 2003.

	Temperatur					Nedbør				
	Normal	2000	2001	2002	2003	Normal	2000	2001	2002	2003
J	0,3	3,1	1,9	2,8	0,4	44	44	34	87	43
F	0,3	3,8	1,2	4,8	-1,3	32	75	41	102	6
M	2,6	4,2	1,1	4,5	3,8	37	60	49	30	12
A	6,2	8,4	5,9	7,5	7,2	36	45	50	26	51
M	11,4	12,8	11,9	13,1	12	45	29	18	35	57
J	15	14,1	13,0	15,9	16	50	38	75	84	70
J	16,1	15,1	17,8	17,2	18,4	58	28	43	115	55
A	16,1	15,1	17,1	20,0	17,7	58	47	93	56	32
S	13	12,8	12,5	15,1	13,8	55	68	121	24	30
O	9,4	10,5	12,6	7,8	6	58	81	52	94	42
N	5	7,1	5,8	4,9	6,6	60	73	56	109	59
D	1,9	4,5	1,4	0,8	1,5	51	55	47	22	49
År	8,1	9,3	8,6	9,5	8,5	583	642	677	783	506



Foto: Klimastation i forsøget.

3.0 Metoder

3.1 Gødningsbehandlinger

Forsøget omfatter otte forskellige behandlinger med en tildeling af kvælstof (N) på 75 kg N/ha/år foruden kontrollen uden gødningstilførsel og en alternativ gødningsbehandling med kun 37,5 kg N/ha/år (tabel 2.1). Behandlingerne kan opdeles i to standard behandlinger (NPK 23-3-7 og NPK 14-3-18), som blev udbragt i henholdsvis april og juli. Hertil kommer tre delte/sekventielle behandlinger, hvor der blev tildelt en mindre mængde gødning hyppigere i vækstsæsonen. Alle de delte behandlinger har fået en varierende mængde NPK 14-3-18 i april efterfulgt af kvælstof i vækstsæsonen udbragt som kalkammonsalpeter. Endeligt er der to alternative gødningsbehandlinger, hvor den ene udgøres af den organiske gødning "Biogran", der er et varmebehandlet slamprodukt. Den anden behandling foretages med bakterie/nematodeproduktet "AgriGro", der blev tilsat 37,5 kg N/ha/år som NPK 23-3-7.

Den faste gødning blev udbragt med hånden som bredgødskning (fladebehandling) i bruttoparceller, ved gennemgang flere gange fra fire retninger for at sikre en ensartet fordeling. Den flydende AgriGro blev tilsat dextrose og vand inden udbringningen, som foregik ved sprøjtning ved en lignende parcel-gennemgang.

Tabel 3.1 Behandlingsoversigt. I de gråtonede behandlingsled udførtes undersøgelser af stofkredsløb og udvidede undersøgelser af nålekemi. Månedsdoseringerne referer til kg/ha handelsvare. En detaljeret beskrivelse af gødningstyperne findes i bilag 2.

Led	behandling	Apr.	Maj	Jun.	Jul.	Aug.	Sep.	Dosering (kg/ha)	N (kg/ha)
0	kontrol							0	0
1	NPK 23-3-7	326						326	75
2	NPK 14-3-18	536						536	75
3	NPK 14-3-18	429						429	60
	N27				56			56	15
4	NPK 14-3-18	321						321	45
	N27				111			111	30
5	NPK 14-3-18	214						214	30
	N27		37	37	37	37	37	185	45
6	AgriGro	2,5l						2,5	0
	Dextrose	2,5 kg						2,5	0
	Vand	250 l						250 l	0
	NPK 23-3-7	163						163	37,5
7	Biogran-slam	2273						2273	75
8	NPK 23-3-7				326			326	75
9	NPK 14-3-18				536			536	75

3.2 Vækst- og kvalitetsopgørelser

Forsøget blev målt efter vækstsæsonerne 2000 - 2003 for følgende egenskaber: Højde, topskudslængde, antal sideknopper, knopstilling i topkrans (kun 2000 og 2001), antal grene i øverste grenkrans, internodieskud mellem. 1. og 2. grenkrans, længden af en gren

i 1. til 4. grenkrans, farve, nålelængde, skader, vitalitet og juletræsegnethed (kun 2002 og 2003). Da der endvidere viste sig at være træer med et mere eller mindre udtalt præg af ædelgran, blev denne egenskab ligeledes registreret i de to første år. Se bilag 3a og 3b for en nærmere redegørelse for målingen af de forskellige egenskaber.

3.3 Jordbund, nålekemi og stofkredsløb

3.3.1 Jordbund

Jordbunden er undersøgt og beskrevet i to jordbundshuller ned til 135 cm dybde suppleret med 15 stik til 60 cm dybde fordelt jævnt ud over forsøgsarealet. Der er udført tekstur- og kemisk analyse på horisontbaserede jordprøver fra jordbundshullerne.

3.3.2 Nålekemi

Der er hvert år udenfor vækstsæsonen (november/december) indsamlet nåle til kemisk analyse. Der er i dette projekt anvendt en ny indsamlingsmetode. Der indsamledes ikke skud fra udvalgte træer, men derimod et mindre antal nåle fra den øverste sydligt vendende gren i øverste grenkrans fra hvert træ i de respektive behandlinger. De indsamlede nåle er behandlingsvist slået sammen til en enkelt prøve. Straks efter hjemkomst er nålene blevet "fixeret" i varmeskab med efterfølgende kemisk analyse.

3.3.3 Stofkredsløb

Næringsstofbalancen er opgjort gennem monitoring af de vigtigste input og output til udvalgte gødningsbehandlinger. Input opgøres gennem måling af våddepositionen (tilførslen med nedbøren) idet tørdepositionen antages at være af mindre betydning i juletræsbevoksninger. Dette er en antagelse, der især holder i yngre bevoksninger, men det er en kendsgerning, at i takt med at træerne vokser, så får tørdepositionen stadig større betydning. Depositionen regnes for at være ens i alle forsøgsparcer. Depositionen beregnes ved at addere stofkoncentrationen i indsamlede nedbørsprøver med den målte mængde nedbør. Nedbørsmængderne registreres i en klimastation med et interval på 1 time. Desuden opfanges prøver af nedbør i 2 trakte i 2 meters højde placeret i hver sin ende af forsøget. Nedbøren korrigeres til jordhøjde ved hjælp af standardtabeller. Den opsamlede nedbør føres via slanger til nedgravede magasiner, der tømmes 1 gang om måneden. Mængderne vejes og omregnes til mm (l/m^2). Det indsamlede vand bringes hurtigst muligt til laboratoriet til kemiske analyse.

Gødskningen er det andet væsentlige input. Denne kvantificeres nøje gennem doseringsberegninger. Der har i et tidligere landbrugsministerielt gødningsprojekt vist sig stor overensstemmelse imellem varedeklaration på gødninger og faktiske kemiske analyser. Derfor er de udbragte næringsstoffer med gødskningen udelukkende baseret på varedeklarationer.

I det hydrologiske kredsløb udgør nedbøren i form af regn og sne langt det vigtigste input, mens fordampningen (evapotranspirationen) og afdræningen fra rodzonen udgør de centrale output fra økosystemet. Vandbalancen er opstillet på baggrund af de aktuelle målinger af nedbør (timeværdier) samt målinger af vandindhold i jorden (månedsværdier).

Disse fugtighedsmålinger er foretaget med TDR-prober ned til 60 cm's dybde. Der er i alt nedsat 4 par TDR-prober tilfældigt fordelt på arealet.

Fordampningen er vanskelig og kostbar at måle og er i stedet estimeret ud fra en hydrologisk model, der dels benytter lokale og dels regionale klimadata (nedbør, temperatur, solindstråling, vindhastighed mv.).

Nedsivningen fra rodzonen kan ikke måles, men beregnes indirekte. Her er benyttet en hydrologisk model (Bastrup-Birk, 2003) hvor jordens vandindhold og nedsivning modelleres igennem successive iterationer ved at sammensætte vandtilførslen gennem nedbøren med fordampningsmålinger fra nærliggende meteorologiske målestationer og det målte vandindhold i jorden. Når den bedste tilpasning af målt og beregnet vandindhold er nået, er der foretaget en vurdering af balancen mellem tilførsel og udvaskning af klorid. Disse skal være ens set over længere tid. Disse input/output analyser blev vurderet som værende tilfredsstillende.

Output kvantificeres kun gennem udvaskningen, idet der ikke er foretaget biomasseundersøgelser på de høstede af træer i projektperioden. Udvasningen kvantificeres gennem sammenstilling af den modellerede nedsivning med målte næringsstofkoncentrationer i den jordvæske, der forlader rodzonen. Jordvæsken herfra ekstraheres gennem stationære jordsonder (Prenart) monteret i 60 cm dybde. Med strøm leveret fra et solpanel er der etableret et kontinuert sug på sonderne. Den indsamlede jordvæske kanaliseres via teflonbelagte plastslanger til nedgravede opsamlingsflasker (lav temperatur, mørke), der tømmes ca. en gang om måneden. Der er placeret 9 sonder i hver behandling fordelt med 3 sonder i hver blok.

Undersøgelserne er meget bekostelige og er derfor kun foretaget i følgende udvalgte årlige behandlinger: Kontrol (behandling 0), standard forårsbehandling 326 kg NPK 23-3-7/ha svarende til 75 kg N/ha (behandling 1), delt gødskning med 321 kg NPK 14-3-18/ha svarende til 45 kg N/ha om foråret efterfulgt af en juli behandling med 111 kg N27/ha svarende til 30 kg N/ha (behandling 4), delt gødskning med 214 kg NPK 14-3-18/ha svarende til 30 kg N/ha om foråret efterfulgt af månedlige behandlinger med 37 kg N27/ha i maj, juni, juli, august og september svarende til i alt 45 kg N/ha (behandling 5).

3.3.4 Kemiske analyser

Jord

Jordprøverne er tørret ved 55°C og analyseret for pH i ekstraktioner med 1,0M KCl, 0,01M CaCl₂ og vand. Desuden er der foretaget en analyse af jordens totale indhold af C og N, af de ombyttelige mængder K, Mg, calcium (Ca), natrium (Na), Fe, Mn, aluminium (Al) og kobber (Cu) samt syreekstraherbart (0,1M H₂SO₄) fosfor (P).

Nåle

Nålene er straks efter hjemtagningen tørret ved 55°C til konstant vægt. Efter formalning er nålene syrenedbrudt i koncentreret HNO₃ i mikrobølgeovn og endeligt målt for koncentrationen af C, N, P, K, svovl (S), Mg, Ca, Fe, Mn, zink (Zn), B og Na. Herudover er vægten af 100 tørrede nåle bestemt (100 nålevægt).

Vand

Vandprøverne (nedbør og jordvæske) er analyseret for pH, ledningsevne, Ca, Mg, Na, K, Al, Fe, Mn, ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$), klorid (Cl), nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$), sulfat ($\text{SO}_4\text{-S}$) og $\text{PO}_4\text{-P}$.

Totalindholdet af C og N er analyseret direkte på en LECO CHN-analyser (model 2000) for jord- og nåleprøver. Ca, K, Mg, Na, Mn, Fe, Al, og P er målt på ICP (Perkin Elmer model Optima 3000 XL). Herudover er der målt ledningsevne og pH (Radiometer model SAC 90) og $\text{NH}_4\text{-N}$, $\text{NO}_3\text{-N}$, $\text{SO}_4\text{-S}$ vha. ionkromatografi (Shimadzu model 10a).



Foto: Måling af jordens vandindhold med TDR-udstyr.

4.0 Resultater og diskussion

4.1 Vækst, kvalitet og sundhed

Den statistiske analyse afdækkede ingen behandlingsforskelle i de to første forsøgsår, men fra 2002 og særligt i 2003 har der været udtalte og sikre behandlingsforskelle for størstedelen af de undersøgte egenskaber.

Som forventeligt var der sikre blokforskelle i alle årene for visse egenskaber, hvor særligt højde, topskudslængde, vitalitet og skader afspejler den terrænmæssige variation i forsøget, med lavest vækst/flest skader i den lavest beliggende blok 1. Frostskafer har givet spillet ind i de laveste partier af blok 1 (se figur 2.1).

4.1.1 Vækst

Højdevækst og topskudslængde fremgår af tabel 4.1 og 4.2. Resultaterne for den vertikale vækst viser klart, at der er tale om en næringsrig lokalitet og en hurtigt voksende proveniens. Resultaterne viser også, at NPK 23-3-7 giver en kraftigere vækst end NPK 14-3-18 både når gødningen udbringes i april og i juli. Eneste undtagelse herfra er sommerbehandlingen med NPK 14-3-18 i 2003, der har givet en større topskudsvækst end NPK 23-3-7. Dette kan dog skyldes distriktets juletræshugst i 2001 og 2002, der i begge år havde karakter af sprinterhugst – herved er en stor del af de kraftigst voksende træer blevet fjernet. Resultaterne viser også, at man ikke kan reducere topskudsvæksten ved at gødske i juli i stedet for april. De delte gødninger giver en vækst, som var lidt større end væksten i standardbehandlingerne – den største udbringningshyppighed resulterede i den største vækst. De to alternative gødningsbehandlinger gav en vækst, der lå mellem kontrolbehandlingens og standardbehandlingerne.

Tabel 4.1 Resultater for højdevækst for årene 2000-2003. Tallene i parentes angiver dels doseringen i kg N/ha/år, dels hvornår gødningen er udbragt. f = forår, s = sommer.

Behandling/år	2000	2001	2002	2003
Kontrol (0 kg N)	71	105	154	181
23-3-7 (75f)	72	107	160	200
14-3-18 (75f)	70	107	156	193
14-3-18 (60+15)	70	105	155	200
14-3-18 (45+30)	71	110	161	195
14-3-18 (30+(5*9))	76	114	171	212
Agrigro (37,5)	74	110	156	190
Biogran (75)	76	111	162	190
23-3-7 (75s)	73	113	165	202
14-3-18 (75s)	67	106	155	198
LSD 95%	8	14	19	19

Tabel 4.2 Resultater for topskudsvækst for årene 2000-2003. Tallene i parentes angiver dels doseringen i kg N/ha/år, dels hvormå gødningen er udbragt. f = forår, s = sommer.

Behandling/år	2000	2001	2002	2003
Kontrol (0 kg N)	27,6	37,7	46,9	43,6
23-3-7 (75f)	27,6	38,0	52,2	53,6
14-3-18 (75f)	28,3	38,4	48,3	50,9
14-3-18 (60+15)	27,7	36,0	48,9	55,0
14-3-18 (45+30)	28,0	39,8	49,5	51,3
14-3-18 (30+(5*9))	31,4	41,3	53,2	55,4
Agrigro (37,5)	29,5	36,4	46,3	44,5
Biogran (75)	30,0	39,5	48,5	49,8
23-3-7 (75s)	27,8	40,6	52,2	52,5
14-3-18 (75s)	24,8	39,2	47,9	55,7
LSD 95 %	3,8	5,5	7,0	5,5

Den horisontale vækst opgjort som grenlængderne i de fire øverste grenkrans viste tilsvarende tendenser som topskudsvæksten (tabel 4.3). Særligt den lidt lavere vækst for NPK 14-3-18 sammenlignet med NPK 23-3-7 bliver bekræftet af resultaterne for 1. grenkrans (øverste grenkrans).



Foto: Forsøgslokaliteten ved anlæg i år 2000 og i 2002

Tabel 4.3 Resultater for grenlængder for årene 2000-03. Tallene i parentes angiver dels doseringen i kg N/ha/år, dels hvornår gødningen er udbragt. f=forår, s=sommer.

Længder af grene i 1. grenkrans (cm)				
Behandling/år	2000	2001	2002	2003
Kontrol (0 kg N)	19,8	23,8	26,4	26,6
23-3-7 (75f)	19,9	23,7	28,9	32,5
14-3-18 (75f)	19,5	23,0	28,2	31,6
14-3-18 (60+15)	20,3	23,3	27,5	32,8
14-3-18 (45+30)	20,1	23,6	28,3	32,6
14-3-18 (30+(5*9))	21,2	25,6	29,3	34,7
Agrigro (37,5)	19,9	23,5	26,1	29,9
Biogran (75)	21,5	24,0	28,2	29,9
23-3-7 (75s)	21,0	24,9	28,9	34,2
14-3-18 (75s)	19,7	23,7	27,5	31,6
LSD 95 %	1,8	2,0	3,3	2,7
Længder af grene i 2. grenkrans (cm)				
Kontrol (0 kg N)	32,9	38,8	45,9	45,3
23-3-7 (75f)	34,1	39,1	47,8	53,4
14-3-18 (75f)	33,6	38,3	46,4	53,4
14-3-18 (60+15)	32,8	39,3	46,6	53,1
14-3-18 (45+30)	35,5	39,8	47,3	52,9
14-3-18 (30+(5*9))	34,6	40,8	49,8	55,6
Agrigro (37,5)	33,9	38,9	45,3	48,9
Biogran (75)	35,8	40,6	46,8	50,4
23-3-7 (75s)	34,7	40,4	48,0	54,7
14-3-18 (75s)	33,3	39,3	47,3	53,8
LSD 95 %	2,9	2,6	4,1	3,9
Længder af grene i 3. grenkrans (cm)				
Kontrol (0 kg N)	41,3	49,6	59,7	60,3
23-3-7 (75f)	40,7	48,5	61,7	68,6
14-3-18 (75f)	40,4	50,8	60,1	65,6
14-3-18 (60+15)	41,2	48,6	59,8	67,3
14-3-18 (45+30)	41,2	51,3	60,9	68,6
14-3-18 (30+(5*9))	43,8	50,6	63,0	73,7
Agrigro (37,5)	42,1	48,8	58,4	63,8
Biogran (75)	43,9	49,9	60,0	63,6
23-3-7 (75s)	44,6	49,4	60,5	67,8
14-3-18 (75s)	42,4	50,6	60,3	67,6
LSD 95 %	3,6	4,3	3,8	4,4
Længder af grene i 4. grenkrans (cm)				
Kontrol (0 kg N)	46,6	57,1	70,2	70,5
23-3-7 (75f)	46,3	56,2	71,7	79,3
14-3-18 (75f)	45,1	56,7	72,1	74,7
14-3-18 (60+15)	45,3	57,2	69,4	76,2
14-3-18 (45+30)	46,4	57,8	72,6	77,5
14-3-18 (30+(5*9))	48,0	59,8	73,6	81,6
Agrigro (37,5)	47,7	58,3	70,3	75,0
Biogran (75)	47,6	58,8	72,0	73,8
23-3-7 (75s)	48,7	60,7	72,4	76,0
14-3-18 (75s)	46,5	58,9	72,2	76,2
LSD 95 %	3,0	4,1	4,6	5,7

4.1.2 Knopper og grene

Antallet af knopper og grene er stort og vidner om at træerne allerede ved etableringen af forsøget var over de første års lavere vækst med tilhørende lavere knop/grenantal, men også om en frodig proveniens. Der er små forskelle for antallet af knopper og grene i de enkelte behandlinger i de enkelte år. Resultaterne viser, at doseringen af N her er meget afgørende. Således har AgriGro et lavere knop/grenantal end de øvrige behandlinger, som fik 75 kg N/ha/år. Der ses ingen forskelle i frodighed mellem NPK 23-3-7 og NPK 14-3-18 hverken i foråret eller om sommeren.

Tabel 4.4 Resultater for antallet af knopper, internodier og grene for årene 2000-2003. Tallene i parentes angiver dels doseringen i kg N/ha/år, dels hvornår gødningen er udbragt. f = forår, s = sommer.

Knopper foruden topknoppen				
Behandling/år	2000	2001	2002	2003
Kontrol (0 kg N)	6,0	6,5	5,6	5,7
23-3-7 (75f)	6,3	6,5	6,0	6,0
14-3-18 (75f)	6,5	6,7	5,9	6,0
14-3-18 (60+15)	6,6	6,4	5,8	5,9
14-3-18 (45+30)	6,5	7,0	5,9	6,3
14-3-18 (30+(5*9))	6,8	7,1	5,8	6,0
AgriGro (37,5)	6,6	6,6	5,6	5,7
Biogran (75)	6,5	6,2	5,6	5,9
23-3-7 (75s)	6,1	6,5	6,0	6,4
14-3-18 (75s)	6,0	6,7	5,8	6,4
LSD 95 %	0,6	0,5	0,5	0,6
Grene i øverste grenkrans				
Kontrol (0 kg N)	5,2	5,8	6,2	5,3
23-3-7 (75f)	4,9	6,1	6,2	5,4
14-3-18 (75f)	4,7	6,2	6,7	5,2
14-3-18 (60+15)	4,8	6,2	6,4	5,6
14-3-18 (45+30)	5,0	6,2	6,7	5,4
14-3-18 (30+(5*9))	4,8	6,4	6,8	5,0
AgriGro (37,5)	4,7	6,3	6,6	5,2
Biogran (75)	4,8	6,2	5,8	5,1
23-3-7 (75s)	4,7	6,0	6,3	5,1
14-3-18 (75s)	4,5	5,6	7,8	5,4
LSD 95 %	0,6	0,8	1,2	0,7
Mellemgrene/internodier mellem 1. og 2. grenkrans				
Kontrol (0 kg N)	8,5	10,8	11,0	10,4
23-3-7 (75f)	10,1	12,4	12,3	13,2
14-3-18 (75f)	7,7	12,2	12,3	11,5
14-3-18 (60+15)	8,7	12,2	11,3	11,4
14-3-18 (45+30)	9,9	12,6	13,1	11,9
14-3-18 (30+(5*9))	9,8	13,4	13,9	13,4
AgriGro (37,5)	8,0	12,3	11,8	10,4
Biogran (75)	9,6	13,0	11,4	11,2
23-3-7 (75s)	8,0	11,5	11,7	14,5
14-3-18 (75s)	6,7	10,0	11,9	13,3
LSD 95 %	2,1	2,5	1,9	2,1

Der ses heller ikke sikre forskelle for forårs- kontra sommerbehandlingen. Det største antal knopper og grene er gennemgående opnået ved den meget hyppige udbringning med små mængder gødning, formodentligt pga. en større og længerevarende næringsstofftilgængelighed.

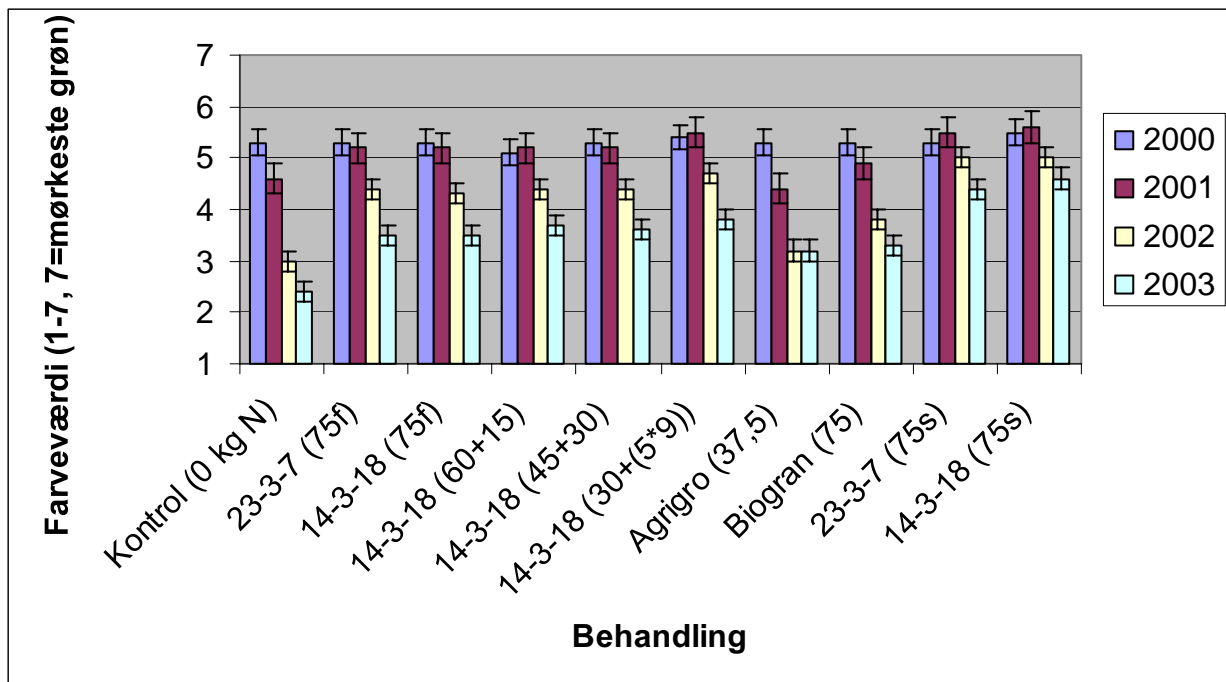
Knoppenes placering omkring topknoppen blev undersøgt i 2000 og 2001. Resultaterne viste ingen sammenhæng med gødningsbehandlingerne, hvilket kan skyldes, at knopstillingen er en egenskab, der er overvejende genetisk bestemt eller hvor netop kvælstof har en mindre rolle. Noget tyder på, at det er de samme træer, som udvikler "sikre" grenkranse hvert år, mens andre kan være mere variable med en "spredt" grenkrans i visse år. Typisk var det 50-60 % af træerne, som satte en sikker krans med sideknopperne i samme plan.

4.1.3 Farve

Farveværdierne viser, at der er tale om en næringsrig lokalitet, der i de to første forsøgsår har givet træerne en god næringsstofforsyning til at opnå en over gennemsnitlig god grøn farve. Derfor er der ingen behandlingsforskelle i de to første år. Det spiller også en rolle, at i hvert fald én af de to anvendte provenienser (afd. 6) har et mindre kvælstofbehov end f.eks. Ambrolauri for at opnå en tilstrækkelig grøn farve (Christensen et al, 2001b). I 2002 og særligt i 2003 ses store og sikre forskelle mellem behandlingerne. 2003 var et specielt år, idet der over hele landet blev rapporteret om lys-farvninger på i øvrigt ellers salgsklare træer (se afsnittet om nålekemi). Den bedste farve er opnået i sommerbehandlingerne i alle årene, og her synes NPK 14-3-18 at give en marginalt bedre farve end NPK 23-3-7. Når sommerbehandlingerne giver den bedste farve, hænger det sammen med den mindre udvaskning og forøgede tilgængelighed af kvælstof (se også afsnittet om stofkredsløb), der følger af det senere udbringningstidspunkt. Dette bekræftes af, at de mange udbringninger med en mindre mængde gødning er den af behandlingerne med en forårsudbringning, som har en acceptabel grøn farve – også i år 2003 (figur 4.1). Foruden kontrollen uden gødning har AgriGro og Biogran en ringere farve end de øvrige behandlinger. Den ringere farve i AgriGro skyldes nok den lavere kvælstofdoser, mens det for Biogran formentlig er en lav opløselighed af gødningen, som giver en ringere farve.



Foto: Farvekviste til farvebestemmelse.

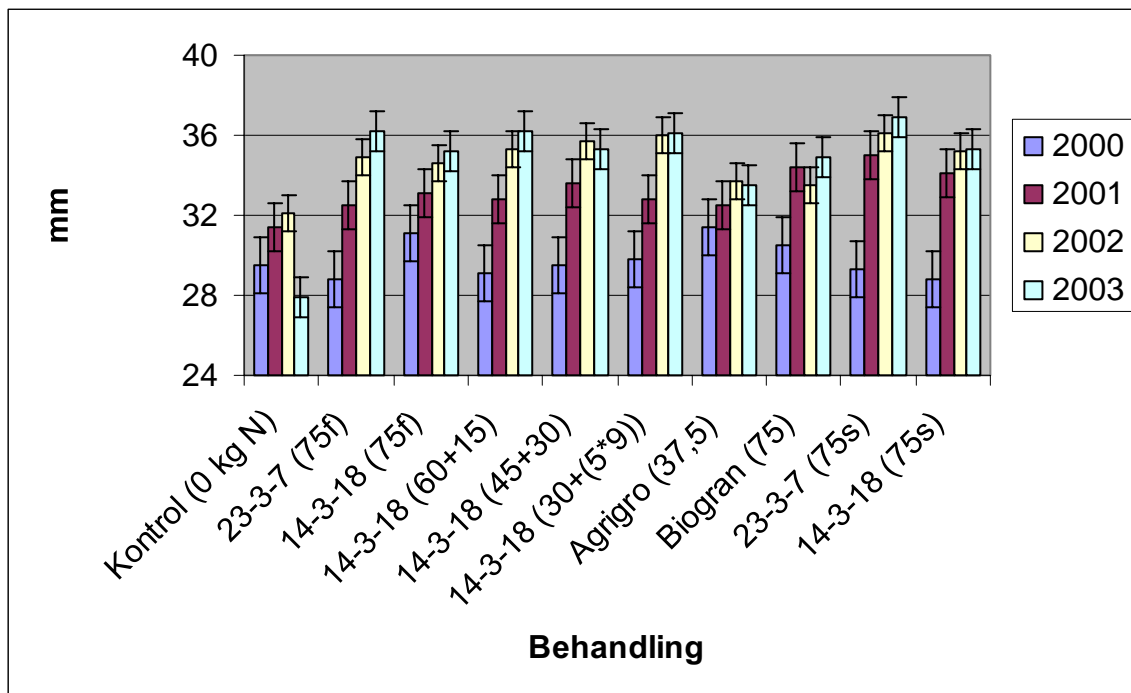


Figur 4.1 Farveværdier fordelt på behandlinger og år i årene 2000-2004. Farveværdien 4 repræsenterer det gennemsnitlige grønne træ, der er tilstrækkelig til at opnå fuld salgbarhed.

4.1.4 Nålelængde

Der var generelt tale om lange nåle i forsøget, også for kontrolbehandlingen (figur 4.3). De mest udtalte behandlingsforskelle kan formentlig henføres til forskelle i tilgængeligheden af kvælstof. Således har både AgriGro og Biogran kortere nåle end de øvrige behandlinger. Resultaterne viser også, at NPK 23-3-7 uanset udbringningstidspunktet giver længere nåle end NPK 14-3-18, hvilket også er set i andre forsøg (Christensen et al, 2001a). En mulig forklaring på dette kan være, at NPK 23-3-7 i højere grad end NPK 14-3-18 bidrager til et kvælstofoverskud i nålene, der i forbindelse med strækningvæksten giver længere nåle.

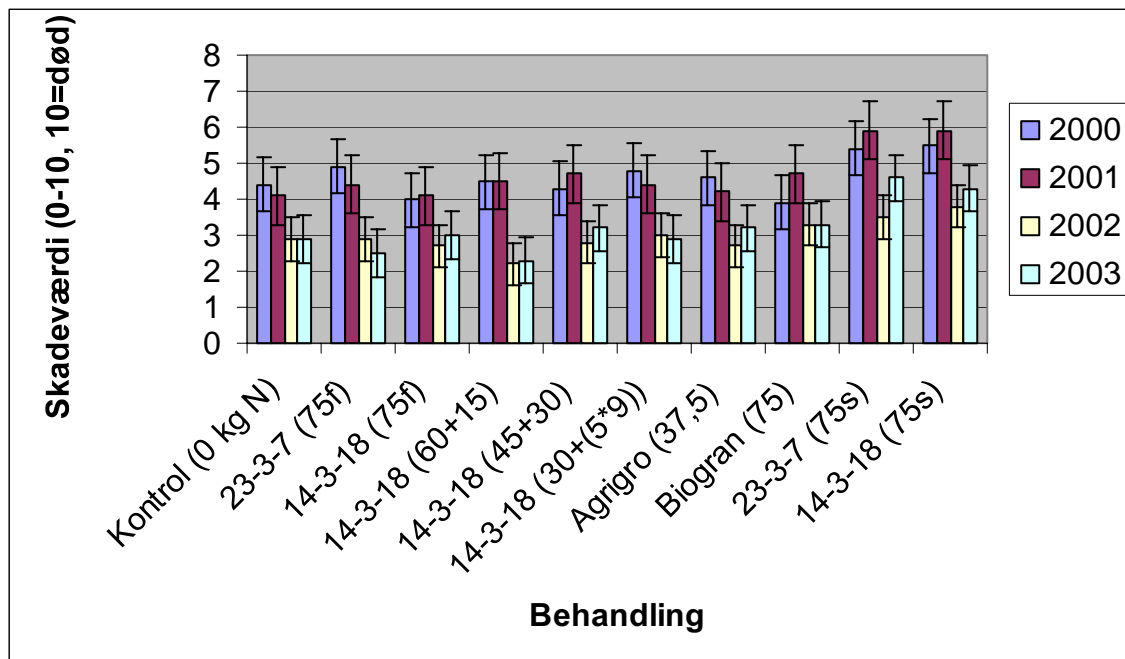
Sommerbehandling synes ikke at give en reduceret nålelængde sammenlignet med forårsudbringningen. I modsætning til farven synes nålelængden ikke at være helt så påvirkelig for de ugunstige klimaforhold der førte til den ringere farve i 2003 – måske fordi de ugunstige klimaforhold først indtraf sidst i vækstssæsonen (se afsnittet om klima).



Figur 4.2 Nålelængden fordelt til behandlinger og år i perioden 2000-2003. Bemærk, at Y-aksen starter ved 24 mm.

4.1.5 Skader og vitalitet

I de to første forsøgsår registreredes en del skader, hvoraf nogle givet kan henføres til den forudgående renholdelse med får. Da sommerbehandlingerne begge blev anlagt senere end de øvrige behandlinger som to ekstra behandlinger i forsøgets nordlige ende (se figur 2.1), var det nødvendigt at flytte fårehegnet i juni måned. Dette blev desværre gjort ved at trække hegnet henover træerne i de to sommerbehandlinger, som på dette tidspunkt havde en kraftig (topskuds)vækst. Denne fremgangsmåde resulterede i en del skader på toppen af træerne i form af knækkede topskud og ødelagte grene i øverste grenkrans. Disse skader førte til en højere skadeværdi i særligt 2000 og 2001, men skaderne kunne også spores i 2002 og 2003 målingerne, men på et lavere niveau. Det skal understreges at der **ikke** er konstateret svidningsskader i nogle af behandlingerne – heller ikke i de rene juli behandlinger. Når der alligevel ses svagt flere skader jo hyppigere der gødskes, og jo senere der gødskes, så skyldes det overvejende skader, der kan henføres til færdsel i forsøgsbehandlingerne på et for træerne ugunstigt tidspunkt samt den ovenfor beskrevne flytning af fårehegnet. Slutteligt skal det anføres, at skader under 3 kun tillægges en mindre økonomisk betydning. Selvom Biogran gødningen havde en så lav opløselighed, at gødningskornene kunne erkendes i træerne op til 8 måneder senere så ingen svidningsskader.



Figur 4.3 Skadeværdier fordelt til behandlinger og år i perioden 2000-2003.

Træernes vitalitet udviser kun små forskelle mellem de forskellige behandlinger. Lavest vitalitet ses i kontrolbehandlingen efterfulgt af AgriGro og Biogran. De øvrige behandlinger havde med få undtagelser alle en vitalitet over gennemsnittet (3) i alle årene.

Tabel 4.5 Resultater for vitalitet for årene 2000-2003. Tallene i parentes angiver dels doseringen i kg N/ha/år, dels hvornår gødningen er udbragt – f = forår, s = sommer.

Behandling/år	2000	2001	2002	2003
Kontrol (0 kg N)	2,8	2,8	2,6	2,4
23-3-7 (75f)	2,6	3,1	2,9	3,2
14-3-18 (75f)	3,0	3,0	3,0	3,1
14-3-18 (60+15)	2,8	2,8	3,1	3,4
14-3-18 (45+30)	2,9	3,2	2,9	3,1
14-3-18 (30+(5*9))	3,1	3,2	3,4	3,3
Agrigro (37,5)	2,9	2,9	2,8	2,9
Biogran (75)	2,9	3,2	2,8	2,8
23-3-7 (75s)	2,6	2,8	3,1	3,5
14-3-18 (75s)	2,6	3,1	3,0	3,4
LSD 95 %	0,5	0,5	0,4	0,4

4.1.6 Juletræsegnethed

Juletræsudbyttet er opgjort i henhold til bilag 3b og set i lyset af de senere års skærpede kvalitetskrav, må denne sortering betegnes som meget lempelig (tabel 4.6). Særligt betydningen af en grenkrans afstand på over 40 cm (fejl 5) vil ikke i den her anvendte sortering føre til en deklassering fra prima til standard. I dagens marked vil en så stor grenkrans afstand føre til en deklassering.

I forsøget havde 55-92 % af træerne en grenkransafstand på mere end 40 cm. Lavest hyppighed havde kontrollen og AgriGro, størst hyppighed havde behandlingen med de mange mindre udbringninger (resultater ej vist). Såfremt en grenkransafstand på mere end 40 cm vurderes som deklasserende for et primatræ, så fremkommer der nogle langt lavere udbytter (tabel 4.7).

Tabel 4.6 Juletræsudbyttet (%) fordelt til de tre sorteringer i årene 2002 og 2003 ved en lempelig sortering.

Behandling/år	Prima		Standard		Vrag	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Kontrol (0 kg N)	53,3	48,7	26,7	26,9	20,0	24,4
23-3-7 (75f)	47,6	43,1	35,5	39,7	16,8	17,2
14-3-18 (75f)	55,0	36,1	30,0	30,6	15,0	33,3
14-3-18 (60+15)	55,9	48,3	30,6	35,9	13,5	15,9
14-3-18 (45+30)	53,3	34,5	26,7	37,2	20,0	28,0
14-3-18 (30+(5*9))	44,1	33,3	40,8	44,4	15,1	22,2
AgriGro (37,5)	56,7	45,1	26,7	23,3	16,7	31,6
Biogran (75)	46,7	41,0	33,3	19,2	20,0	39,8
23-3-7 (75s)	30,0	11,9	53,3	43,3	16,7	44,9
14-3-18 (75s)	37,5	20,3	35,5	45,7	27,0	34,1
LSD 95 %	29,5	27,4	23,5	26,5	23,5	28,6

Tabel 4.7 Juletræsudbyttet (%) fordelt til de tre sorteringer i årene 2002 og 2003 ved en streng sortering.

Behandling/år	Prima		Standard		Vrag	
	2002	2003	2002	2003	2002	2003
Kontrol (0 kg N)	31,7	22,2	48,3	53,5	20,0	24,4
23-3-7 (75f)	30,0	12,3	52,5	70,5	17,6	17,2
14-3-18 (75f)	35,0	10,4	50,0	56,3	15,0	33,3
14-3-18 (60+15)	42,4	22,7	44,1	61,4	13,5	15,9
14-3-18 (45+30)	23,3	12,6	56,7	59,3	20,0	28,0
14-3-18 (30+(5*9))	25,7	2,8	59,1	75,0	15,2	22,2
AgriGro (37,5)	30,8	8,7	53,9	59,7	15,3	31,6
Biogran (75)	25,0	16,5	55,0	43,7	20,0	39,8
23-3-7 (75s)	20,0	6,7	63,3	48,4	16,7	44,9
14-3-18 (75s)	18,7	4,7	54,3	61,1	27,0	34,1
LSD 95 %	17,6	15,7	27,4	35,3	23,5	27,4

Der var ikke statistisk sikre behandlingsforskelle mht. juletræsudbytterne, og den relativt høje andel prima- og standard træer i kontrolbehandlingen viser kun, at disse træer har en god symmetri og få fejl. Som vist i figur 4.1, er kontroltræerne meget lyse i farven hvilket fra en markeds-mæssigt synspunkt ofte gør dem usalgbare selvom træerne i øvrigt måtte være primatræer. Samme tendens ses også for AgriGro og Biogran behandlingerne, der begge havde en ringere farve end de øvrige behandlinger. For sommerbehandlingerne skyldes det lave udbytte klart de skader, som disse træer fik allerede i det første forsøgsår. De her ofte mistede toppe erstattes nok af nye topskud, men træets akse får bajonet form og ofte en til flere manglende grene i de nedre grenkranse. Disse fejl bidrager alle til et lavere udbytte.

4.2 Nålekemi

Nordmannsgranjuletræer behøver som andre planter en række makronæringsstoffer (C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S) og mikronæringsstoffer (Mn, Fe, B, Zn, Mo, Cu, Cl) for at vokse og overleve. Nogle regner også Si med som mikronæringsstof og andre medtager ikke C, H og O, fordi de er allestedsnærværende. Når træernes sundhed og vækst skal vurderes ud fra et ernæringsmæssigt synspunkt, er nålekemien en meget vigtig parameter, fordi hovedparten af næringsstofferne findes her. Hvor stor en andel der findes i nålene, varierer især fra næringsstof til næringsstof. Den absolutte mængde varierer imidlertid også med tilgangen af næringsstoffer (gødningsdoseringen), mens den relative andel af næringsstofferne i nålene i forhold til hele træets næringsstofpulje kun varierer ganske lidt med gødningsdoseringen (Christensen et al. 2001a).

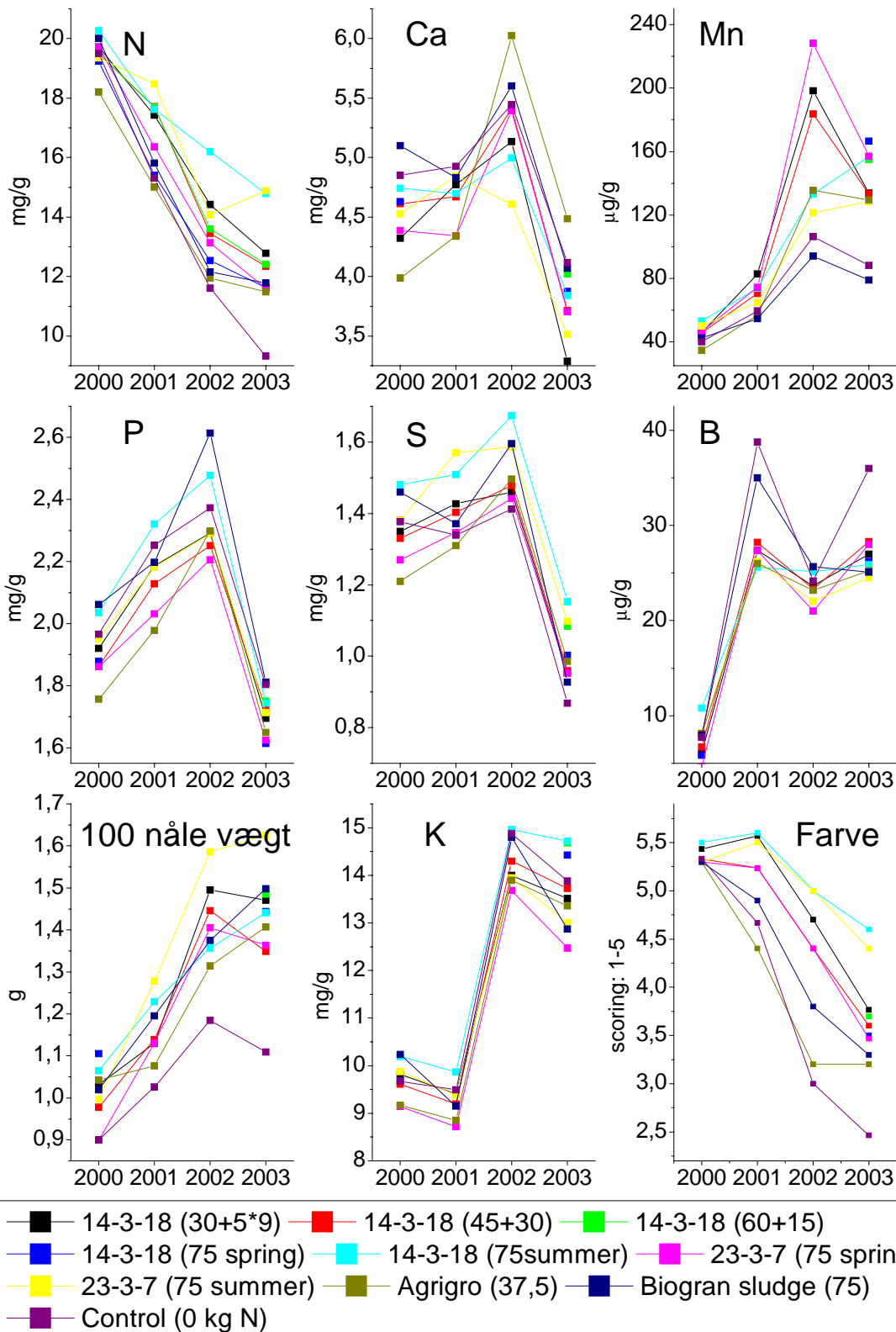
4.2.1 Udvikling i nålekemi – aftryk af farvetab i 2003

Det er tidligere vist, at nogle næringsstoffers koncentration i nålene afhænger stærkt af træets alder (Christensen & Pedersen 2001). Dette gælder navnlig for kvælstof. Andre næringsstoffer synes nærmest at være uafhængige af alder og påvirkelige af andre forhold. Dette dokumenteres yderligere af dette forsøg (figur 4.4), hvor det er særligt tydeligt, at koncentrationen af N i alle behandlinger falder markant med alderen. Det største fald sker i den ugødskede kontrolbehandlingen, men også de rene forårsbehandlinger samt behandlingerne med Biogran og AgriGro har et stort fald i N-koncentrationen. Faldet i N-koncentrationen er mindst i de rene sommerbehandlinger, dvs. i takt med at mere og mere kvælstof flyttes fra forår til sommer.

Ca, Mg (ikke vist), P og S samler sig i en gruppe, der kendetegnes af koncentrationer der stiger ind til 2002, men som efterfølges af et markant koncentrationsfald i 2003. Mn og K grupperer sig sammen ved stærkt stigende koncentrationer til 2002, der så i 2003 efterfølges af et mindre koncentrationsfald. Sådanne markante koncentrations-fald er også set i andre forsøg. Forklaringen kendes ikke, men kan være klimabetinget (stærk efterårstørke) og relateret til det almindeligt konstaterede farvetab i efteråret 2003. Koncentrationsfaldet kan være relateret til et mindre næringsstofoptag som følge af vandstress (se vandbalance) i sensommeren og det tidlige forår, men også til en betydelig retranslokation af næringsstoffer i forbindelse med en meget kold oktober (især ugen med efterårsferie var meget kold).

Koncentrationsforløbet af B har sit eget forløb, der karakteriseres af en generel stigning, dog med et mindre fald i 2002. Koncentrationerne af Fe (ikke vist) er næsten konstant bortset fra kontrollen, der fremviser klare faldende koncentrationer. Zn og Cu er ikke målt i alle årene, men meget tyder på relativt konstante koncentrationer.

Det er karakteristisk at nålestørrelsen (vægten) øges til og med 2002. I 2003 er der tale om en stagnering og for visse behandlingen endog en tilbagegang.



Figur 4.4 Næringsstofkoncentration i årsnåle, 2000 – 2003, Langesø. Prøverne udtaget i træernes hvileperiode, oftest i november måned.

4.2.2 Effekt af gødskning

I en vurdering af træernes næringsstofstatus bør der derfor ideelt fokuseres på N de sidste par år af kulturens levetid (tabel 4.9), mens gennemsnitskoncentrationer er mere relevant for de øvrige næringsstoffer, der ikke fremviser aldersafhængighed (tabel 4.8). I alle gødskede behandlinger er der statistisk sikre højere N-koncentrationer end i kontrolbehandlingen, der får gødning. Derimod er der ingen statistisk sikker forskel på N-koncentrationerne i de gødskede behandlinger. For alle andre næringsstoffer er der ingen statistisk sikre forskelle imellem behandlingerne eller i forhold til kontrolbehandlingen. Disse forhold skyldes især et lille prøveantal, men også den gode lerjord. Troværdigheden af analyserne er dog meget sikker, fordi de ikke beror på stikprøver, men derimod på et repræsentativt udtag af årnsåle fra alle træer i de enkelte behandlinger. Variationen er dog ikke helt ukendt, idet blokvariationen er undersøgt i udvalgte behandlinger (0, 1, 4 og 5).

Tabel 4.8 Gennemsnitskoncentrationer, 2000 – 2003. C, N, Al, Ca, K, Mg, P og S er angivet i mg/g tørstof. Al, B, Cu, Fe, Mn og Zn er angivet i µg/g tørstof.

Led	C	N	Al	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Zn	Nåle vægt
0	500	13,9	63	27	4,8	3,5	62	12,0	0,68	74	35	2,1	1,3	26	1,06
1	502	15,7	104	20	4,5	3,5	61	11,0	0,64	127	33	1,9	1,3	28	1,20
2	506	15,4	138	16	4,3	3,1	69	12,1	0,56	105	35	1,7	1,2	26	1,27
3	502	12,4	83	25	4,0	-	72	14,7	0,60	155	27	1,8	1,1	27	1,49
4	499	15,8	86	23	4,6	3,8	64	11,7	0,64	108	30	2,0	1,3	29	1,23
5	499	16,1	108	21	4,4	6,5	65	11,7	0,65	115	31	2,0	1,3	35	1,28
6	499	14,2	90	19	4,7	3,0	60	11,3	0,68	89	34	1,9	1,3	28	1,21
7	497	14,9	47	23	4,9	5,6	66	11,7	0,70	68	38	2,2	1,3	35	1,27
8	499	16,7	96	20	4,4	4,3	70	11,6	0,66	91	33	2,0	1,4	29	1,37
9	498	17,2	97	22	4,6	3,5	66	12,4	0,61	104	35	2,1	1,5	30	1,27
Anb.	-	14-20	-	15-30 ²⁾	1-9	3-7 ¹⁾	45-200	5-9	0,6-1,1	50-2500	-	1,6-2,2	1,2-1,8 ²⁾	30-60 ¹⁾	-

*) J. van den Burg (1990). Foliar analysis for determination of tree nutrient status. A compilation of literature data. Rapport nr. 591, De Dorschkamp, pp. 220.

2) For *Abies alba*: Bonneau, M. (1988). Le diagnostic foliaire. Revue Forestière Française, 38, 293-300.

På denne lerjord, der karakteriseres af en høj tilgængelighed af K, er der kun en svag tendens til, at behandlingerne med den K-rige 14-3-18 (2,3,4,5,6) giver højere koncentrationer af K i nålene end behandlingerne (1,9) med 23-3-7. De fleste koncentrationer ligger indenfor de angivne optimale koncentrationsområder. Dog ligger alle Zn-koncentrationer lige i underkanten af det anbefalede niveau, mens K-koncentrationerne placerer sig godt over det anbefalede niveau. Endelig ligger N-koncentrationerne lige under eller i den lavere ende af det anbefalede område. Især kontrolbehandlingsens N-koncentration fremstår som meget lav.

Udover at næringsstofferne skal være til stede i de rette mængder, kræves der også at forholdet mellem næringsstofferne er afstemt. Det vil sige, at næringsstofferne ikke bare skal være til stede indenfor et *absolut* koncentrationsinterval, - det er også nødvendigt, at næringsstofferne er til stede i de rette *relative* forhold. Her er det især forholdet til kvælstof der er vigtigt. Ifølge McEvoy (1992) er følgende relative forhold optimal for vækst: N (100): K (50): P (15): S (9): Ca (5): Mg (5): Fe (0,7): Mn (0,4): Cu (0,03): Zn (0,03). Endvidere kan K/Mg-, K/Ca- og Ca/Mg-forholdene beregnes ud fra en litteratursammenstilling af diagnostiske grænseværdier for gran (Brække 1994) til henholdsvis 8, 2 og 4. Dette betyder, at særligt K/N-forholdene (gns.=83), K/Mg-forholdene (gns.=18) er kritiske, men også K/Ca-forholdene (gns. 2,6), Ca/Mg-forholdene (gns.=7) og Fe/N-forholdene (0,4) afviger væsentligt fra anbefalingerne. Resultaterne peger derfor på, at K optages i

mængder, der ikke er optimale i forhold til de tilgængelige mængder N. Optagelsen af K og Mg påvirker hinanden antagonistisk. De skæve K/Mg-forhold peger således på, at der på lokaliteten generelt er tale om relativ mangel på Mg fremskyndet af en alt for stor tilgængelighed af K. Optagelsen af magnesium er også kendt for let at undertrykkes af tilstedeværelsen af høje koncentrationer af Ca. Resultaterne viser således, at lokaliteten bør tilføres en K-fattig og Mg-rig gødning fremfor den traditionelt anvendte 14-3-18.

Tabel 4.9 Gennemsnitskoncentrationer, 2002 – 2003. C, N, Al, Ca, K, Mg, p og S er angivet i mg/g tørstof. Al, B, Cu, Fe, Mn og Zn er angivet i µg/g tørstof.

Led	C	N	Al	B	Ca	Cu	Fe	K	Mg	Mn	Na	P	S	Zn	Nåle vægt
0	493	10,5	64	30	4,8	-	56	14,4	0,71	97	35	2,1	1,1	25	1,15
1	496	12,4	105	24	4,5	-	61	13,1	0,66	193	33	1,9	1,2	28	1,38
2	491	12,5	108	25	4,6	-	68	14,4	0,67	175	35	1,9	1,2	28	1,44
3	502	12,4	83	25	4,0	-	72	14,7	0,60	155	28	1,8	1,1	27	1,49
4	490	12,9	87	26	4,6	-	67	14,0	0,64	158	31	2,0	1,2	28	1,40
5	492	13,6	108	25	4,2	-	64	13,8	0,65	166	31	2,0	1,2	28	1,48
6	491	11,7	90	24	5,3	-	58	13,6	0,75	133	34	2,0	1,2	28	1,36
7	489	12,0	47	25	4,8	-	60	13,8	0,70	87	38	2,2	1,3	37	1,44
8	492	14,5	96	23	4,1	-	63	13,5	0,61	125	33	2,0	1,3	27	1,61
9	491	15,5	97	25	4,4	-	61	14,8	0,59	145	36	2,1	1,4	29	1,40
Anb.	-	14-20	-	15-30 ²⁾	1-9	3-7 ¹⁾	45-200	5-9	0,6-1,1	50-2500	-	1,6-2,2	1,2-1,8 ²⁾	30-60 ¹⁾	-

*) J. van den Burg (1990). Foliar analysis for determination of tree nutrient status. A compilation of literature data. Rapport nr. 591, De Dorschkamp, pp. 220.

2) For *Abies alba*: Bonneau, M. (1988). Le diagnostic foliaire. Revue Forestière Française, 38, 293-300.

4.2.3 Nålekemi og juletræskvalitet

Nålekemien er stærkt koblet til juletræernes kvalitet, hvor især kvælstof har stor betydning for udviklingen af højde, nålefarve og nålevægt. Farven kan således statistisk beskrives gennem nedenstående ligninger:

$$\begin{aligned} \text{Farve}_{2003} &= 0,35 \cdot \text{N}_{2003} + 0,04 \cdot \text{B} + 0,02 \cdot \text{Mn} + 0,05 \cdot \text{Zn} - 3,3, & R^2 &= 0,95, P=0,01 \text{ eller} \\ \text{Farve}_{2003} &= 0,24 \cdot \text{N}_{2003} + 0,15 \cdot \text{N}_{2002} & & - 1,3, & R^2 &= 0,94, P=0,01 \text{ eller} \\ \text{Farve}_{2003} &= 0,32 \cdot \text{N}_{2003} & & - 0,3, & R^2 &= 0,90, P=0,01, \end{aligned}$$

Hvor N_{2002} og N_{2003} er nålekoncentrationen i år 2002 og 2003, R^2 er andelen af den forklarede variation og P er lig sandsynligheden. N-koncentrationen er målt i mg/g tørstof, mens B, Mn og Zn er målt i µg/g tørstof. Ligningerne peger således på, at farven et givent år kan beskrives tilfredsstillende af modeller, der involverer både nålekemi fra selve måleåret og året forinden. Især N har betydning for farveudviklingen, men B, Mn og Zn bidrager tilsyneladende også positivt på denne lokalitet.

På lignende vis kan væksten beskrives, her eksemplificeret ved topskudet (cm):

$$\begin{aligned} \text{Topskud}_{2003} &= 0,29 \cdot \text{N}_{2003} + 0,77 \cdot \text{B} + 0,08 \cdot \text{Mn} + 0,04 \cdot \text{Zn} - 14, & R^2 &= 0,83, P=0,01, \text{ eller} \\ \text{Topskud}_{2003} &= 1,22 \cdot \text{N}_{2003} + 0,69 \cdot \text{Topskud}_{2002} + 1, & & & R^2 &= 0,77, P=0,01 \end{aligned}$$

Koncentrationen af N (mg/g tørstof) i nålene kan for en stor del forklares af træernes alder, den tildelte mængde kvælstofgødning, nålevægten og af hvor stor en andel af gødningen, der tildeles i sommermånederne:

$$N = -2,6 \cdot A - 0,6 \cdot NV + 0,02 \cdot G + 1,84 \cdot S + 26, \quad R^2=0,92, P=0,01, \text{ hvor}$$

A = alder på træerne, NV = vægt af 100 nåle, G = gødningsmængde (N) og S = den relative gødningsandel der tildeles i sommermånederne (juni, juli, august). Denne model antyder således, at N-koncentrationen i nålene og dermed også nålenes farveudvikling forværres med træernes alder og med nålenes størrelse, men også af at farven forbedres ved øget tilførsel af kvælstof. Tilmed påvirkes farven særlig positivt sommergødskning.

Den faldende koncentration med alderen kan forklares af, at den samme mængde kvælstof skal fordeles til en stærkt voksende nålepulje. Det er imidlertid kun årsnålene, der er analyseret, men også denne fraktion vokser stærkt fra år til år. Når nålebiomassen og størrelsen af den enkelte årsnål øges, er det ikke underligt af koncentrationen af kvælstof falder. En øget N-dosering giver højere N-koncentration fordi tilgængeligheden i al sin enkelthed øges. Når sommerbehandlingerne giver klart højere kvælstofkoncentrationer i nålene kan det tolkes som at en langt mindre del af doseringen udvaskes.



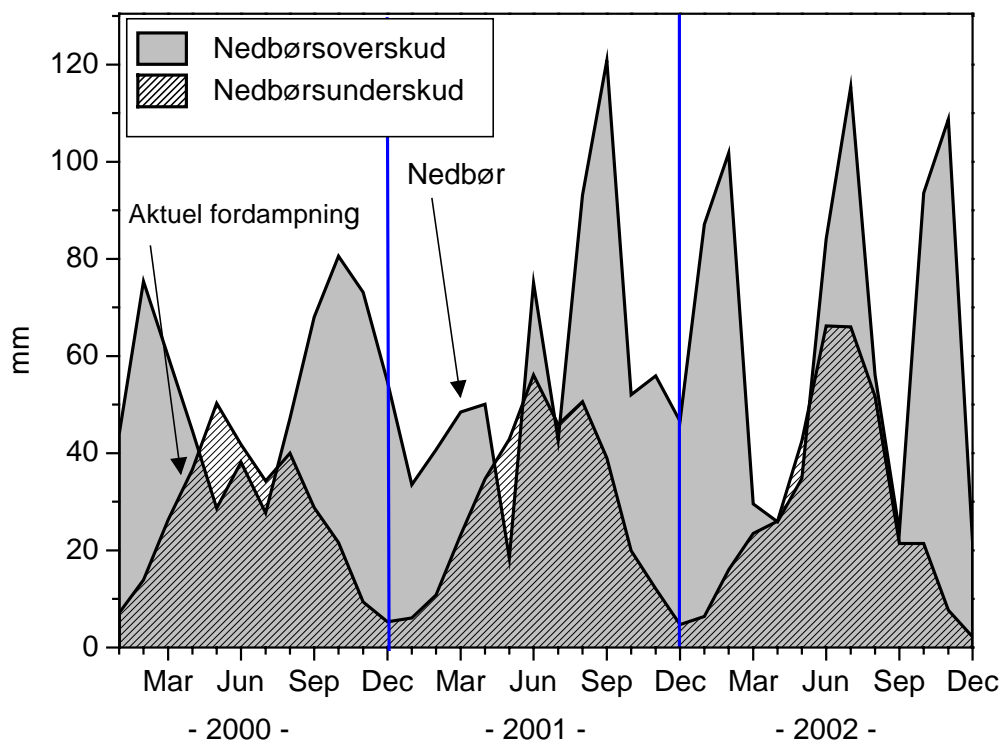
Foto: De kuperede morænebakker på Langesø.

4.3 Stofhusholdning

4.3.1 Vandbalance

I de tre år vand- og næringsstofbalancen er undersøgt, har nedbøren i gennemsnit (701 mm) været ca. 20 % højere end 30-årsnormalen for Odense Lufthavn (583 mm). I 2000, 2001 og 2002 faldt der således henholdsvis 642 mm, 677 mm og 783 mm.

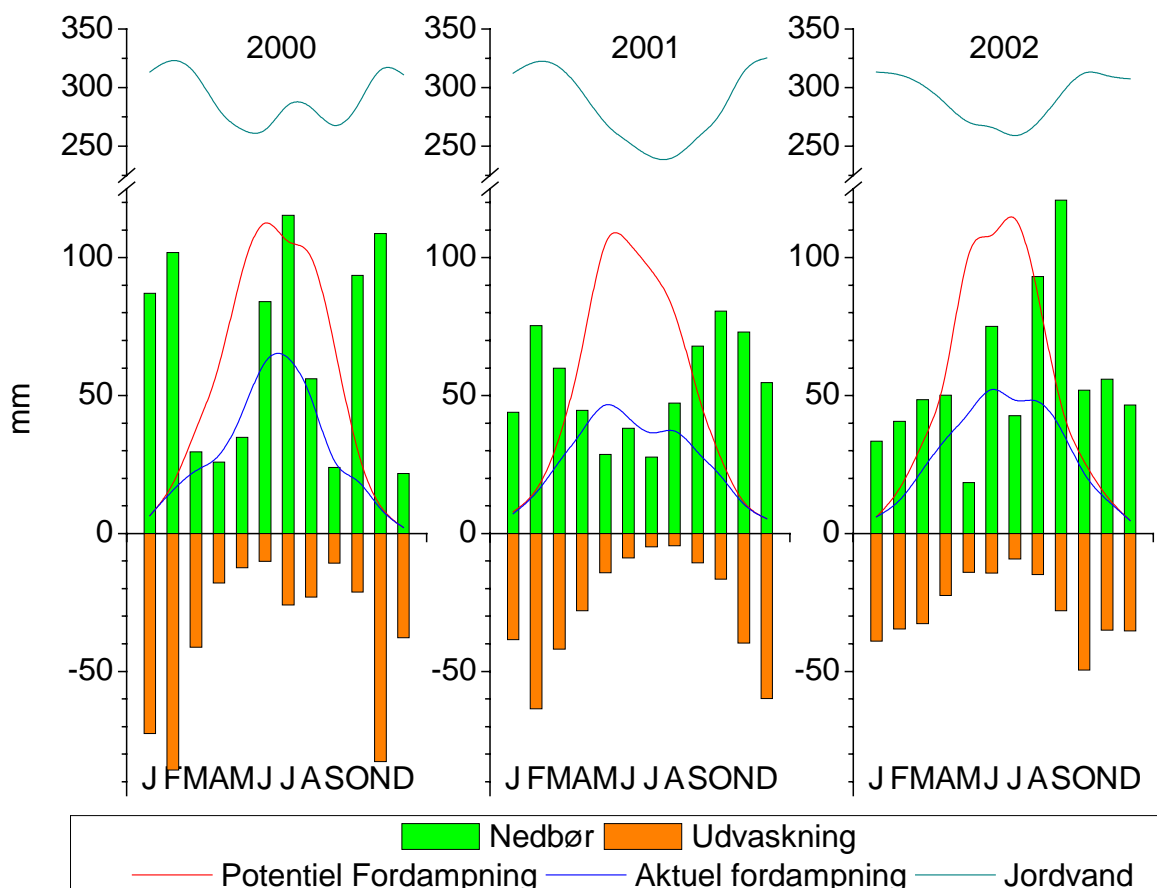
Nedbørsoverskudets har derfor generelt været stort og der har kun forekommet betydelige nedbørsunderskud i sommeren 2000 (figur 4.5). I 2001 var der et mindre underskud i starten af vækstperioden (maj), mens den meget nedbørsrige sommer i 2002 stort set slet ikke gav noget egentligt nedbørsunderskud (Figur 1). Nedbøren er ikke målt i 2003, men kan ud fra sammenligning med nærliggende målestationer estimeres til ca. 520 mm eller ca. 11 % mindre end normalt. I modsætning til vækstsæsonerne 2000, 2001 og 2002 var 2003 forholdsvis våd i starten, men til gengæld meget tør fra slutningen af juli til langt ind i november. Vand har således ikke været begrænsende for væksten i de intensive undersøgelsesår fra 2000-2002. Det kan derimod ikke udelukkes af mangel på vand har spillet en vis rolle i eftersommeren 2003.



Figur 4.5 Overskud og underskud af nedbør på Langesø, 2000-2003.

Fordampningen var størst i 2001 og 2002 (ca. 350 mm), men lå i gennemsnit på 337 mm om året. Nedsivningen af vand fra rodzonen var klart størst i det nedbørsrige år 2002 med 442 mm. Begge de foregående år var nedsivningen på 330 mm.

Den fede jord har kun i yderst få tilfælde givet anledning til større nedsvivningspulser. Tværtimod har nedsvivningen været meget jævn og også forekommet i mindre omfang i sommerperioderne (figur 4.6). Nedsvivningen har forventeligt været størst i perioden november – februar, hvor fordampningen har været minimal. Jorden har altid haft et stort vandindhold. Selv om sommeren er vandindholdet større end 250 mm i hele rodzonen.



Figur 4.6 Vandbalancen i 2000, 2001 og 2002.

4.3.2 Næringsstofbalance og udvaskning

Deposition

Den atmosfæriske tilførsel af N (tabel 4.10) er noget under landsgennemsnittets på 19 kg/ha pr år (Pedersen, 2004). I andre undersøgelser i juletræsbevoksninger på markjord (Christensen et al 2001) er den gennemsnitlige tilførslen målt til 19 kg N/ha pr år), mens der i en enkelt undersøgelse på en skovlokalitet (Pedersen et al. 2002) har været en betydeligt mindre deposition på 9,5 kg N/ha pr. ha. Fyns Amt har på 4 lokaliteter bestemt tilførslen af $\text{NO}_3\text{-N} + \text{NH}_4\text{-N}$ til 9,8 kg/ha pr. år i 2002 med en ligelig fordeling imellem de to kvælstoffraktioner.

Tilførslen er fordelt med 2/3 NH₄-N og 1/3 NO₃-N, et forhold der afhænger af afstanden til forbrændingskilder og husdyrbrug. Normalt er den atmosfæriske N-deposition størst om foråret og mindst i vinterhalvåret. På forsøgslokaliteten har der over de tre undersøgelsesår været klart den mindste deposition om vinteren (gns. 2,4 kg N/ha) og den største deposition om sommeren (4,9 kg/ha). Depositionen i foråret og efteråret har været begge været tæt på 4,2 kg N/ha.

Tabel 4.10 Årlig stoftilførsel gennem våddeposition (kg/ha)

	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total-N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
2000	10,1	6,5	16,7	1,4	4,1	10,0	2,6	8,5	15,7	29,6
2001	13,0	5,5	18,5	1,6	3,1	7,0	2,0	6,7	12,1	24,6
2002	6,0	5,7	11,7	0,5	4,6	5,4	2,6	9,3	16,8	28,0
GNS.	9,7	5,9	15,6	1,2	3,9	7,5	2,4	8,2	14,9	27,4

De bestemte depositioner af fosfor er meget høje, når de sammenlignes med tilsvarende depositions målinger foretaget af Fyns Amt i 2002. Her blev der på tre målestationer fundet en gennemsnitlig deposition på 0,2 kg P/ha pr. år. Fosfor stammer især fra fugleklatte, jordpartikler, forbrænding af halm samt kød- og benmel, gødningsfremstilling og fra luftbårne alger og sporer. De indsamlede prøver er undersøgt og fri for fugleklatte, men selv små insekter kan kontaminere prøverne betydeligt. En klar overvægt af forhøjede koncentrationer i sommerperioden støtter antagelsen om, at en sådan kontaminering har foregået. Det kan ikke udelukkes at støv fra gødskningen kan have haft en vis betydning.

Depositionen af K, Ca og Mg ligner estimerne fra tidligere undersøgelser i juletræsbevoksninger (Christensen et al. 2001a & Pedersen 2002). Dog syner tilførslen af Ca noget forhøjet. Kilden kunne med stor sandsynlighed være jordstøv fra den omkringliggende bare jord. Svovltilførslen fremtræder lidt mindre sammenlignet med tidligere depositions målinger i juletræsplantager (Christensen et al 2001a). Depositionen af Na og Cl er kendt for at svinge meget fra år til år afhængig af, hvor meget havsalt, der bæres ind over land. I indeværende måleperiode har der ikke været nogen årsvariation af betydning som følge af fraværet af nævneværdige perioder med saltnedslag.

Gødskning

Næringsstofftilførslen med gødskningen (tabel 4.11) er et produkt af dosering og gødningsformulering. Bortset fra kontrolbehandlingen er kvælstofdoseringsen holdt konstant på 75 kg/ha pr år, kun doseringstidspunkt og gødningsformulering varierer.

Tabel 4.11 Årlig stoftilførsel gennem gødskning (kg/ha)

	NH ₄ -N	NO ₃ -N	Total-N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl
Behandling 1 (23-3-7)	34,8	38,8	73,6	8,8	21,5	25,1	5,2	8,5	?	6,5
Behandling 4 14-3-18 og N27	40,1	34,4	74,4	9,6	56,6	19,2	3,2	29,9	?	6,4
Behandling 5 14-3-18 og N27	38,2	35,8	74,0	6,4	37,7	16,9	2,1	19,9	?	4,3

For alle andre næringsstoffer end N er der tydelige doseringsforskelle. I behandling 1 med 23-3-7 doseres der mest Ca og Mg. Derimod gives der klart mest K og S i behandling 4 og 5 med 14-3-18. Forskellen mellem disse to behandlinger skyldes at behandling 4 får en større mængde forårsgødning i form af 14-3-18 end behandling 5.

Udvaskning og næringsstofftilgængelighed

Undersøgelsen belyser hvorledes delt kvælstofgødskning påvirker juletræsbevoksninger. Derfor er nedenstående afsnit opdelt i kvælstof og i andre næringsstoffer. Opdelingen underbygges også af tydelige behandlingsvariationer for netop kvælstof og mindre tydelige behandlingsforskelle for de øvrige stoffer.

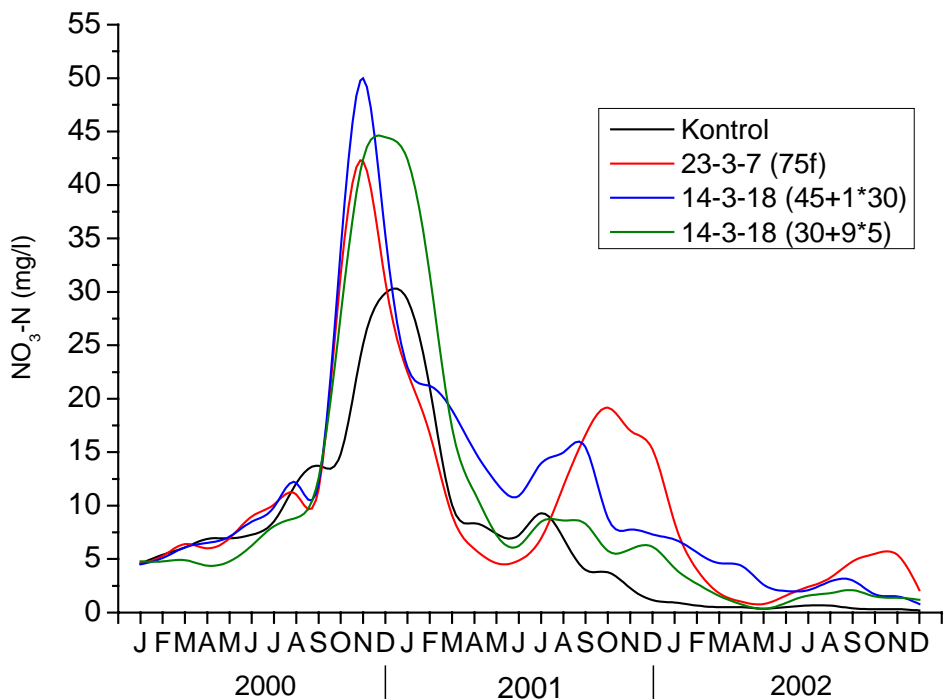
Kvælstof.

I modsætning til i nedbøren findes kvælstof kun som nitrat ($\text{NO}_3\text{-N}$) og ikke som ammonium ($\text{NH}_4\text{-N}$) i jordvæsken. Dette skyldes, at den tilførte $\text{NH}_4\text{-N}$ meget hurtigt optages eller omsættes til $\text{NO}_3\text{-N}$.

Gødskningen startede i april 2000 med forårsgødskning af alle behandlinger efterfulgt af én sommergødskning i behandlingen 14-3-18 ($45+ 1*30$) og 5 sommergødskninger i behandlingen 14-3-18 ($30+ 5*9$), men først i oktober starter koncentrationerne mærkbart at vokse i jordvæsken. Det er dog ikke kun gødningsbehandlinger, der viser forhøjede koncentrationer, men også kontrolbehandlingen. Formodentlig medvirker tidligere års fårehold på forsøgsarealet hertil, ligesom fraværet af ukrudt fra grundig renholdelse med sprøjtemidler i forsøgsperioden. Det er typisk, at koncentrationen af $\text{NO}_3\text{-N}$ hvert år topper i efteråret eller tidlig vinter. Det er også typisk, at koncentrationerne i alle behandlinger generelt mindskes for hvert år der går, men også at faldet er størst i kontrolbehandlingen, der allerede i det andet år efter forsøgsstart udskiller sig som havende de klart laveste $\text{NO}_3\text{-N}$ -koncentrationer. I 2002 er koncentrationen faldet til 1 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ i kontrolbehandlingen.

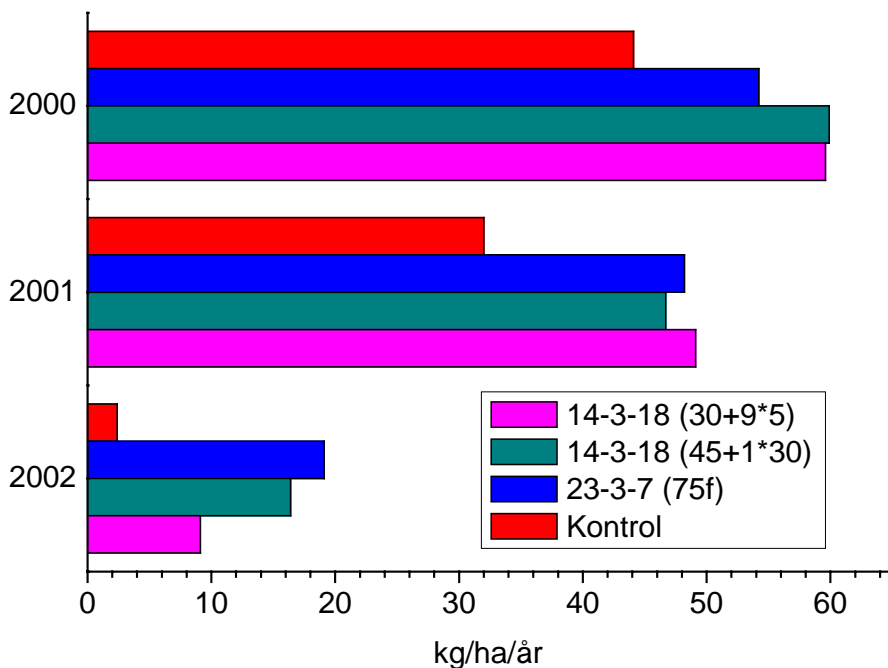
I 2001 og fremefter, hvor påvirkningen fra det tidligere fårehold er blevet stærkt begrænset, frembyder den rene forårsbehandling med 23-3-7 de højeste koncentrationer, men også de koncentrationsstoppe der varer kortest tid. Sammenlignes de to delte behandlinger, så fremtræder gødningsbehandlingen med 6 doseringer hen over sommeren med de laveste koncentrationer. Da der i gødningsbehandlinger er givet samme dosis kvælstof, må de lavere koncentrationer skyldes et større rodoptag. I 2002 nåede alle behandlinger ned på koncentrationer under 5 mg $\text{NO}_3\text{-N/l}$ (figur 4.7).

Udvaskningens forløb afspejler i stort omfang koncentrationsforløbene uden en egentlig afspejling af de delte gødninger i flere udvaskningstoppe. På årsbasis er der et markant fald i udvaskningen i samtlige behandlinger (figur 4.8). Dette er en konsekvens af flere forhold, men den væsentligst grund må skønnes at være træenes vækst og stadigt øgede optag af næringsstoffer. Udvaskningen er ikke målt i 2003, men må af ovennævnte grund skønnes at være endnu mindre end i 2003. De faldende koncentrationer af kvælstof i nålene i 2003 underbygger dette udsagn.



Figur 4.7 Koncentrationsforløb af nitrat i jordvæsken i relation til gødningsbehandling

Når udvaskningen mindskes med tiden og forskellen mellem behandlingerne tydeliggøres, skyldes det også at indflydelsen fra det tidligere fårehold mindskes ligesom mineraliseringen af organisk stof mindskes som følge af en effektiv bekæmpelse ukrudt



Figur 4.8 Årlig udvaskning af kvælstof.

Når udvaskningen af NO₃-N skal vurderes, er det navnlig det sidste, måske to sidste, år der skal tages i betragtning. Her fremgår det klart, at udvaskningen er mindst i den ubehandlede kontrol. Dernæst følger den stærkt delte behandling (14-3-18 (45+9*5)) med 5 doseringer af 9 kg N i løbet af sommerperioden efterfulgt af den moderat delte behandling (14-3-18 (45 + 1*30)) med enkelt sommerdosering på 30 kg N. Den største udvaskning sker fra den rene forårsbehandling med 23-3-7. Med andre ord, udvaskningen falder og planteoptaget stiger i takt med at kvælstofdoserings tyngde flyttes ind i sommerperioden. Særlig lav bliver udvaskningen når den opdeles i mange portioner.

Den lange responstid på gennemsætningen af gødningsbehandlingerne må tillægges den meget næringsrige jordbund. Den hydrauliske ledningsevne er ringe og forårsager en udjævning koncentration af NO₃-N i jordvæsken og den efterfølgende udvaskning. Det er derfor overraskende, at resultaterne fra 2002 er så tydelige som de er. På denne baggrund vurderes det, at på sandede jordtyper vil resultaterne af delt gødning være endnu mere markante og gennemsættes langt tidligere. Spørgsmålet er dog her hvorledes den højere kvælstofkvote bedst benyttes så mest muligt kvælstof gøres tilgængelig for træerne og mindst muligt tabes til grundvandet.

Andre næringsstoffer

Jordvæskens indhold af positive næringsstoffer domineres i stort omfang af Ca (tabel 4.12). Næringsstoffernes vægt er meget forskellig, derfor er der i tabel 4.12 også anført koncentrationen i mmol/l, som er et koncentrationsmål for antallet af ioner. Dette mål understreger dominansen af Ca, men viser også, at koncentrationen af K, Mg og Na antalsmæssigt ligger på sammen niveau. Koncentrationen af Fe og Mn lå lige under eller tæt på detektionsgrænsen. Koncentrationen af PO₄-P var oftest under 0,1 mg/l. Nålenes høje koncentrationer af Ca og K, deres lave koncentrationer Mg, Fe og Mn stemmer således helt overens med jordvæskens kemiske sammensætning.

Tabel 4.12 Næringsstofkoncentrationer (mg/l) i jordvæsken. I kursiv er anført den gennemsnitlige koncentration i mmol/l.

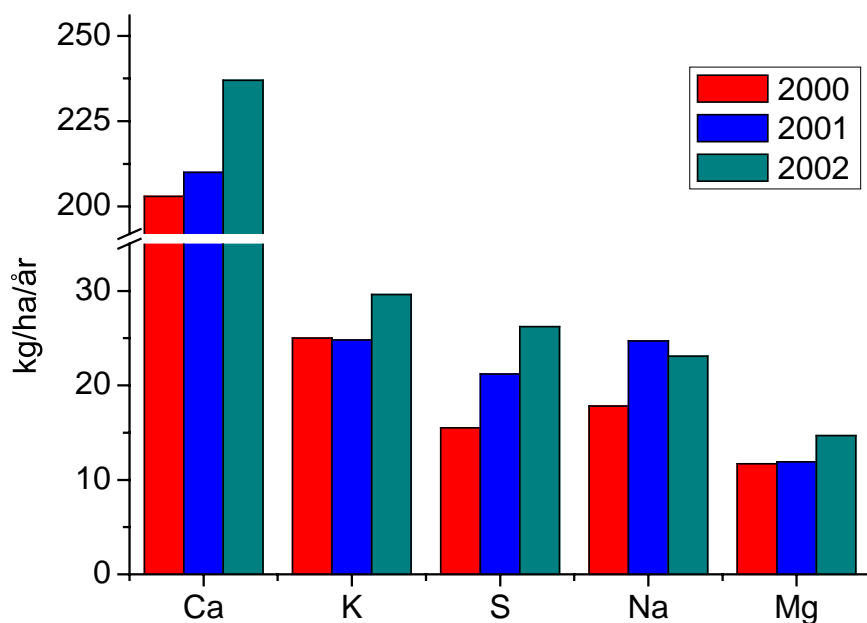
	K	Ca	Mg	Na
Kontrol	13,0	78	4,0	5,9
23-3-7 (75f)	9,4	63	3,3	6,5
14-3-18 (45+ *30)	6,2	73	4,7	6,5
14-3-18 (30+5*9)	5,7	66	3,7	6,4
Gns.	8,6 (0,22)	70 (1,75)	3,9 (0,16)	6,3 (0,28)

På udvaskningssiden er det kun sulfat (SO₄-S), der udviser en relation til gødningsbehandlingerne (tabel 4.13). Dette er ikke overraskende, fordi svovl i lighed med kvælstof doseres i meget forskellig mængder (tabel 4.11). En sådan doseringsforskel gælder imidlertid også for kalium, men dette næringsstof er slet ikke relateret til gødningsbehandlingerne. Det er i den forbindelse væsentligt, at kalium er et positivt ladet næringsstof, der meget lettere bindes til jordens kolloider end det negativt ladede sulfat. Desuden indeholder jorden på Langesø en meget stor udbyttelig fraktion (den umiddelbart plantetilgængelige fraktion) af kalium som yderligere kan sløre billedet, navnlig hvis der er tale om betydelige variationer i jordbunden.

Tabel 4.13 Gennemsnitlig udvaskning (kg/ha/år) af næringsstoffer (2000 – 2002).

	P	K	Ca	Mg	S
Kontrol	0,0	44,3	290	15,5	17,5
23-3-7 (75f)	0,7	34,6	252	14,1	22,2
14-3-18 (45+ *30)	0,0	25,8	273	17,3	29,7
14-3-18 (30+5*9)	0,0	23,8	261	14,4	27,3
Gns.	0,2	32,1	269	15,3	24,2

Der eksisterer heller ikke nogen betydelig variation i udvaskningen årene imellem af de øvrige næringsstoffer, men der er en klar tendens til en voksende udvaskning i perioden 2000-2002 (figur 4.9). Denne tendens kan ikke kun forklares af forskelle i nedsivningen, idet træernes vækst og dermed øgede optag også modificerer udvaskningen af næringsstoffer. Dette er særlig tydeligt for kvælstofs vedkommende.



Figur 4.9 Udvasning (kg/ha/år) af næringsstofferne Ca, K, S, Na og Mg fra 2000 – 2002

5.0 Konklusion

Jorden er meget næringsrig og havde fra starten af forsøget et højt indhold af plantenæringsstoffer. Dette har generelt betydet, at gødningsresponsen for vækst, juletræskvalitet, udvaskning og næringsstoffilgængelighed har været meget sen. Således skete der først en tydelig differentiering mellem behandlingerne efter 3 års forsøg. Dette understreger vigtigheden af langsigtede forsøg, når virkningen af gødskning skal belyses.

Sekventiel eller delt udbringning af gødning på lerjord forbedrer generelt set nålefarven, nedbringer udvaskningen og øger tilgængeligheden af kvælstof, men øger også risikoen for en kraftigere topskudsvækst med deraf følgende stor hyppighed af træer med en for stor grenkrans afstand.

Resultaterne for de to standard behandlinger (NPK 23-3-7 og NPK 14-3-18) bekræfter tidligere undersøgelser, idet NPK 14-3-18 generelt resulterer i en mindre (topskuds)vækst end NPK 23-3-7 for den samme kvælstofdosing. Forsøgsresultaterne bekræfter også, at der med den samme gødningstype og dosering opnås den samme vækst når der gødskes i foråret og om sommeren når gødningen udbringes af én gang. Endeligt viser forsøgene, at juli-gødskning resulterer i den bedste farve på træernes høsttidspunkt, hvilket også er set i andre forsøg. Der er en god sammenhæng imellem nålekemi og juletræernes kvalitet og vækst. Farvemålingerne og stofkredsløbsundersøgelserne dokumenterer ligesom nålekemien, at tilgængeligheden af kvælstof let kan blive for lille de sidste år inden afdrift.

Udvaskningen var i forsøgsperiodens start høj, ca. 50 kg N/ha pr år som følge af eftervirkning fra renholdelsen af får og fordi de mindre træer ikke formår at optage alt den doserede kvælstof. I kulturens 5 vækstår (2002) var udvaskningen i kontrolbehandlingen faldet til ca. 2 kg/ha/år. I de gødskede behandlinger faldt udvaskningen til 9 – 16 kg/ha/år i forsøgsperioden. Udvaskning var størst i den rene forårsbehandling og mindst i behandlingen med den hyppige udbringning. Miljømæssigt er der således ikke tvivl om at delt gødskning er én vej frem til en reduceret næringsstofbelastning fra juletræer. Også farven påvirkes positivt af delt gødskning. Derimod påvirkes topskudsvæksten negativt gennem forøget vækst de sidste år inden afdrift når gødning deles.

Inden en egentlig juligødskning kan anbefales bredt, skal der gennemføres forsøg med juligødskning i fuldskalaforsøg, hvor der anvendes praksisnært udstyr (Flowmatic) og gødskes under mindre gunstige forhold, f.eks. hvor træerne kan være let fugtige.

Der mangler også nye supplerende undersøgelser af delt gødning, f.eks. forsøg der søger at reducere topskudsvæksten og samtidigt øge nålefarven ved at kombinere organisk forårgødskning med sen traditionel gødskning eller ved at kombinere fast forårgødskning med sen bladgødskning.

Endelige mangler der undersøgelser, der dokumenterer effekten af delt gødskning på sandjord. Der forventes dog et bidrag hertil i forbindelse med PAF-projektet: Forbedring af næringsstofforsyning til nordmannsgran på lettere jordtyper (FANTOM).

Der mangler sammenlignende undersøgelser, der i forhold til traditionelle gødningsmetoder belyser virkningen af reduceret gødskning i starten af omdriften i kombination forøget gødskning i slutningen af omdriften.

6.0 anbefalinger

Forsøget er udført på en lerjord uden gentagelser på andre jordtyper. Set i lyset af, at der indenfor en 3-4 årig periode vil foreligge resultater fra lignende forsøg på sandjord, så indskrænkes anbefalingerne her til især at gælde for de tungere jordtyper. Visse forhold er dog generelle og vil gælde på alle jordtyper:

- Sommerudbringning og delt gødsning bør overvejes af mindre producenter og producenter med rækkegående gødningsudbringere. Herved opnås betragtelige miljøfordele, og den mindre forøgelse i topkudsvæksten ved delt gødsning har næppe nogen praktisk betydning – særligt ikke, hvis der topkudsreguleres.
- Færdsel i skudstrækningsperioden (1/6 til 1/7) bør undgås.
- Brug NPK 14-3-18 når der ønskes en mindre vækst.
- På næringsrige arealer bør starten på gødsning udskydes til fordel for øgede doseringer, f.eks. på 100 kg N/ha/år i de sidste par år op til afdrift.
- Tag jord- og nåleprøver – det nytter.

7.0 Litteratur

Brække, F. (1994). Diagnostiske grenseverdier for næringselementer I gran- og furunåler. Aktuelt fra Skogforsk, NLH, pp.11.

Christensen, C.J., Pedersen, L.B. & Friis, E, (2001a). Bevoksnings- og farvegødsning af nordmannsgranjuletræer – resultater fra 6 års forsøg på tidligere markjord.

Pyntegrøntserien nr.16, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 101 sider.

Christensen, C.J., Ingerslev, M., Pedersen, L.B. & Nielsen, U.B. (2001b).

Gødningsrespons hos nordmannsgranprovenienserne Ambrolauri og Langesø afd. 6.

Pyntegrøntserien nr. 17, Forskningscentret for Skov & Landskab, Hørsholm, 64 sider.

McEvoy, T.J. (1992). Using fertilizers in the culture of Christmas trees. Paragon Books, Inc, Richmond, Vermont, pp.148.

Pedersen, P. (2004). N-emission og deposition – kilder og mulighed for reduktion. Mark, januar 2004, side 97.

Pedersen L.B., Riis-Nielsen, T., Ravn H., P. & Christensen, C.J. (2002). Traditionel ukrudtssprøjtning og alternative behandlingsstrategier – Effekt på vækst, kvalitet, miljø og naturindhold i juletræskulturer på skovjord. Pyntegrøntserien, 18, 66 sider.

Sundberg, P. (red), Callesen, I., Greve, M.H. & Raulund-Rasmussen, K. (1999).

Danske jordbundsprofiler, Danmarks JordbrugsForskning, 31 sider.

Anlægsrapport nr. 589
Forsøgsnummer 1498
Sekventiel udbringning af gødning
til nordmannsgran juletræer

Forsøg nr. H1
Langsø skovdistrikt
Afdeling 104

Oktober 2003
Claus Jerram Christensen



Formål

Det er forsøgets overordnede formål gennem et pilotforsøg at bidrage til udvikling af en gødningsvejledning baseret på delt tilførsel, som giver en optimal udnyttelse af de tilførte gødningsstoffer under hensyntagen til træernes vækst og sundhed. Herunder at undersøge, hvordan en delt gødning påvirker udvaskningen.

Forsøgsarealets beliggenhed

Distrikt:	Langsø skovbrug
Afdeling:	104
UTM:	Zone 32, 576 640 m E, 6 143 640 m N
Placering:	I den sydvestlige del af kulturen.
Skovrider:	Finn Jacobsen, tlf. 65 96 40 80, fax 65 96 40 05. Langesøvej 146C Langesø 5462 Morud
Skovfoged:	Torben Morth, tlf. 65 96 77 17, bil 20 94 77 17, fax 65 96 71 97. Korsebjergvej 37 5491 Blommenslyst

Forsøgsarealets inddeling og afmærkning

Forsøget anlægges med bruttoparceller på 9,1m*5,5 m, der er behandlingsenheden, og i centrum af disse afmærkes ca. 25 m² store nettoparceller, hvori træerne måles. Nettoparcellen er afsat som 5 træer i 4 rækker og indeholder 20 træer, som ikke kommer nærmere bruttoparcelgrænsen end 0,5 m. Nettoparcellen afmærkes entydigt ved rød maling af første og sidste træ i hver række på grenbasis i 2. grenkrans. Malingen fornyes/suppleres efter behov.

Brutto-/nettoparcelløsningen er valgt for at begrænse risikoen for transport af næringssalte over (netto)parcelgrænsen som følge af fejludbringning over bruttoparcelgrænsen.

Forsøgsanlægget er i parcelhjørnerne afmærket med douglaspæle på ca. 70 cm, som er malet røde i toppen - disse syner ikke af meget. Centralt i de ydre blokhjørner er der sat 140 cm høje granrafter med rød top, som let kan ses fra en traktor.

Beskrivelse af forsøgsarealet og dets omgivelser

Arealet er gammel ager og meget kuperet omkring forsøget. Forsøgsarealet er en svag vesthælde.

Der er (maskin)plantet 2/2 planter i foråret 1997 på 1*1 m med Langesø proveniens (afd. 6 og afd. 88 med 50% af hver). Der er 12 rækker mellem sprøjtesporene. Planterne var ca. 30-40 cm. høje ved anlægget i foråret 2000 - visse træer havde ødelagte topkud og enkelte træer havde nåletab. Nogle træer havde ved forsøgets start ekstremt lange nåle (over 50 mm).

Der har ikke været gødsket forud for forsøgsanlægget.

Forud for plantningen er arealet sprøjtet med 5 l Gardoprim/ha. I efteråret 1998 og 1999 er der sprøjtet i september med 2,5 l Roundup/ha. Sideløbende er der renholdt med får fra foråret 1998. Pga. forsøgsanlægget, hvor fårehold ikke kan praktiseres samtidigt med udvaskningsundersøgelserne, er der i foråret 2000 sprøjtet med en blanding af Gardoprim (4 l/ha) og Karmex (1 kg/ha) på forsøgsarealet. Der er kun meget sparsomt ukrudt på anlægstidspunktet.

Der er læ fra skov mod Nord og ingen, læ fra de øvrige verdenshjørner.

Forsøgsplan

Forsøget starter i foråret 2000 og afsluttes inden udgangen af 2003.

Forsøget gentages med tre blokke pr. lokalitet. I alt ca. 0,2 ha. Der behandles efter samme plan hvert år frem til forsøgets afslutning.

led	behandling	April	Maj	Juni	Juli	August	September	Dosering (kg/ha)	N (kg/ha)
0	kontrol							0	0
1	NPK 23-3-7	326						326	75
2	NPK 14-3-18	536						536	75
3	NPK 14-3-18 N27	429			56			429 56	60 15
4	NPK 14-3-18 N27	321			111			321 111	45 30
5	NPK 14-3-18 N27	214	37	37	37	37	37	214 185	30 45
6	AgriGro Dextrose Vand NPK 23-3-7	2,5l 2,5 kg 250 l 163						2,5 2,5 250 l 163	0 0 0 37,5
7	Biogran-slam	2273						2273	75
8	NPK 23-3-7				326			326	75
9	NPK 14-3-18				536			536	75

Målinger

I de fremhævede behandlingsled foretages økosystemundersøgelser. 36 jordsonder (3 pr. plot) er nedgravet i varierende afstande fra et træ og der vil blive målt de vigtigste næringsstoffer i det nedsivende jordvand - særligt N. Herudover er der nedsat 4 TDR-prober i blok I og II. Der vil endvidere blive indsamlet nåle til nåleanalyser på sædvanligvis uden for vækstsæsonen. For alle behandlinger vil der på en ikke destruktiv måde blive registreret højde, topskudslængde, antal knopper/grene, farve, nålelængde og sundhed mv..

Revisioner

23/3 2000

Afsætning af forsøg på den flade del af arealet. Aftalt med Finn Jacobsen, at der opsættes hegn til at holde fårene ude. PC-Consult har et demonstartionsforsøg med ukrudtsbekæmpelse lige syd for forsøget- se forsøgsskitsen.

Claus Jerram Christensen

27-28/3 2000

Instrumentering med lysimetre og TDR-prober. Der blev taget billeder.

Claus Jerram Christensen, Lars Bo Pedersen, Allan Overgaard og Mads Krag

13/4 2000

Grundgødskning (led 1-7). Det begyndte at regne da ca. halvdelen af gødningen var bragt ud. Det var dog kun en byge på ca. 10 min. (ingen betydning). Der blev opsat hjørne pæle, og en behandlingsplan/forsøgsskitse blev lagt i den grå pumpe kasse.

Claus Jerram Christensen og Lars Bo Pedersen

18/5 2000

Gødskning af led 5/2. Pumpen stoppet pga. overløb. Overløbet hældt ud og pumpen genstartet.

Claus Jerram Christensen

4/6 2000

Tilsyn. Pumpen stoppet, slukket og efterfølgende genstartet den 6/6 uden resultat.

Claus Jerram Christensen

19/6 2000

Gødskning af led 5/3. Pumpen stadigvæk stoppet – manglende strøm? Ukrudtsproblemer i de nordligste parceller, særligt i led 8 og 9, som oprindeligt ikke blev ukrudtssprøjtet.

Claus Jerram Christensen

10/7 2000

Gødskning af led 3/2, 4/2, 5/4, 8 og 9. Pumpen kørte, men der var stadigvæk en del ukrudt i de nordligste parceller (led 8 og 9). Ingen forskelle at se mellem de forskellige behandlinger.

Claus Jerram Christensen

2/8 2000

Tilsyn. Pumpen kørte, og ukrudtet var blevet klippet ned i hele forsøget.

Claus Jerram Christensen

16/8 2000

Gødskning af led 5/5. Nye skilte opsat. Ingen synlige forskelle mellem behandlinger. Arealet blev fremvist (ekstensivt) ved Langesømessen dagen efter.

Claus Jerram Christensen

14/9 2000

Gødskning af led 5/6.

Claus Jerram Christensen

22/11 – 4/12 2000

Opgørelse af samtlige træer (600) for egenskaberne; Højde, topskuds-længde, antal sideknopper, knopstilling i topkrans, antal grene i øverste grenkrans, internodieskud mellem. 1. og 2. grenkrans, længden af grene i 1. til 4. grenkrans, farve, nålelængde, skader og vitalitet. Da der endvidere viste sig at være træer med et udtalt præg af ædelgran, blev denne egenskab ligeledes registreret som et 'x' efter højde.

Gerner Frederiksen

24/4 2001

Grundgødskning (led 1-7). Biogran (led 7) støver noget – også selvom den Nye sending er mere "grov-kornet" end sidste år. I de sydligste parceller af blok 2+3 er visse træer blevet blå til hvidlige formentlig pga. ukrudtsmidler, der er udbragt uens pga. solpanelet. Fårehegnet er visse steder (i sporene) klippet over.

Claus Jerram Christensen

23/5 2001

maj-gødskning (led 5). Jorden var knastør. Fårehegnet repareret.

Claus Jerram Christensen

14/6 2001

Juni-gødskning (led 5). Begyndende ukrudtsproblemer.

Claus Jerram Christensen

17/7 2001

Juli-gødskning (led 3, 4, 5, 8 & 9). Gødningen var visse steder svær at fordele jævnt pga. mandshøje tidsler. Dette problem var størst i forsøgets nordlige del. Der er nu for meget ukrudt, som overvejende består af kamille og tidsler. I de sydlige parceller i blok 2+3 var der blandt de tidligere blå til hvidlige træer sket en del planteafgang. Det kan ikke udelukkes, at det kan få konsekvenser for registreringen i disse parceller.

Claus Jerram Christensen

1/8 2001

Tilsyn og foto. Arealet var blevet behandlet med "Bromien", som havde lavet et nydeligt arbejde i planterækkerne, men evt. forsøgspæle, som måtte stå i rækkemellemrummet var også væk/ødelagt. Det blev aftalt med distriktet, at ukrudt i plantrækken fjernes med buskrydder, og at der så foretages en supplerende oppæling.

Claus Jerram Christensen

21/8 2001

August-gødskning (led 5). Kun små visuelle behandlingsforskelle.

Claus Jerram Christensen

19/9 2001

September-gødskning (led 5). Labels på første måletræ er flyttet op i øverste grenkrans – rød maling stadigvæk rimelig tydelig. Pænt forsøg uden de store forskelle.

Claus Jerram Christensen

26/11 2001

Udtagning af nåle til analyse. Ingen synlige forskelle i forsøget.

Claus Jerram Christensen

27/11 – 9/12 2001

Opgørelse af samtlige træer (600) for egenskaberne; Højde, topskudslængde, antal sideknopper, knopstilling i topkrans, antal grene i øverste grenkrans, internodieskud mellem. 1. og 2. grenkrans, længden af gren i 1. til 4. grenkrans, farve, nålelængde, skader og vitalitet. Da der endvidere viste sig at være træer med et udtalt præg af ædelgran, blev denne egenskab ligeledes registreret som et 'x' efter højde.

Gerner Frederiksen

8/4 2002

Forårsbehandling jfr. behandlingsplanen for april. Biogranslammet (som var forsinket fra leverandøren blev først udbragt i den følgende uge). Ingen synlige forskelle behandlingerne i mellem. Fårehegnet skal retableres i sporene, ligesom ukrudtsbekæmpelsen skal afklares med distriktet.

Claus Jerram Christensen og Hans Peter Ravn

13/5 2002

Maj-gødskning (led 5). Stadigvæk kun små visuelle forskelle.

Claus Jerram Christensen

14/6 2002

Juni-gødskning (led 5).

Claus Jerram Christensen

12/7 2002

Juli-gødskning (led 3, 4, 5, 8 & 9). Pælene er (igen) smadret ved den mekaniske renholdelse – der skal pæles om. Kun små synlige forskelle. Led 8 & 9 har stadigvæk skader efter den uheldige hegnsflytning i 2000. Ukrudtstrykket er endvidere større i disse to behandlinger.

Claus Jerram Christensen

14/8 2002

August-gødskning (led 5). Labels på hver parcels første måletræ er flyttet op i øverste grenkrans, og teksten er fornyet. Det har været en "god" vækstssæson, og de fleste træer er nu mandshøje. Kontroltræerne synes lysere og med kortere topskud.

Claus Jerram Christensen

11/9 2002

September-gødskning (led 5). Den lille gødningsmængde (9 kg N/ha) bliver stadigvæk sværere at udbringe i takt med den stigende træhøjde.

Claus Jerram Christensen

17/10 2002

Tilsyn og check af distriktets udvisning af træer. Der var udvist træer i "sprinter-kategorien", dvs. træer, som formodes at være usalgbare i 2003. Der var maksimalt taget 5 træer i måleparcellerne, hvilket er acceptabelt. Det bør dog tilstræbes, at forsøget måles inden den 15/11 2002. Udvisningen var ikke antalsmæssigt ens i hver blok, da størrelsen havde været den afgørende udvisningsparameter – derfor flest træer i blok 2+3. Kontrollen og AgriGro synes lysere end de øvrige. Sommerbehandlinger (led 8+9) har den bedste farve.

Claus Jerram Christensen

1 + 4-5/11 2002

Måling samt indsamling af nåle til analyse. Opgørelse af samtlige træer (600) for egenskaberne; Højde, topskudslængde, antal sideknopper, antal grene i øverste grenkrans, internodieskud mellem. 1. og 2. grenkrans, længden af gren i 1. til 4. grenkrans, farve, nålelængde, skader og vitalitet. Udviste træer blev markeret med 'm' efter højden. Behandling 6 (Biogran slam) havde stadigvæk "korn" liggende i træerne og på jorden – formentlig pga. en ringe opløselighed.

Claus Jerram Christensen & Mogens Bruun

14/4 2003

Forårgødsning (april-gødsning) jf. behandlingsplanen (alle led undtaget 0, 8 & 9).

Allan Overgaard Nielsen

15/5 2003

Maj-gødsning (led 5). Pæle retableret. Stadigvæk mest ukrudt i led 8 & 9. Kontrollen nu klart lysere.

Claus Jerram Christensen

16/6 2003

Juni-gødsning (led 5).

Allan Overgaard Nielsen

5/7 2003

Juli-gødsning (led 3, 4, 5, 8 & 9). Høje træer og højt ukrudt vanskeliggør en jævn/ensartet udbringning – særligt i led 5. Ukrudtet bør bekæmpes inden messen.

Claus Jerram Christensen

12/8 2003

August-gødskning (led 5). Erkendbare behandlingsforskelle – kontrollen meget lys, men også AgriGro og Biogran synes lysere end de øvrige – bedst farve har sommer behandlingerne.

Claus Jerram Christensen

25/9 2003

September-gødskning (led 5). Der er stadigvæk tydelige forskelle.

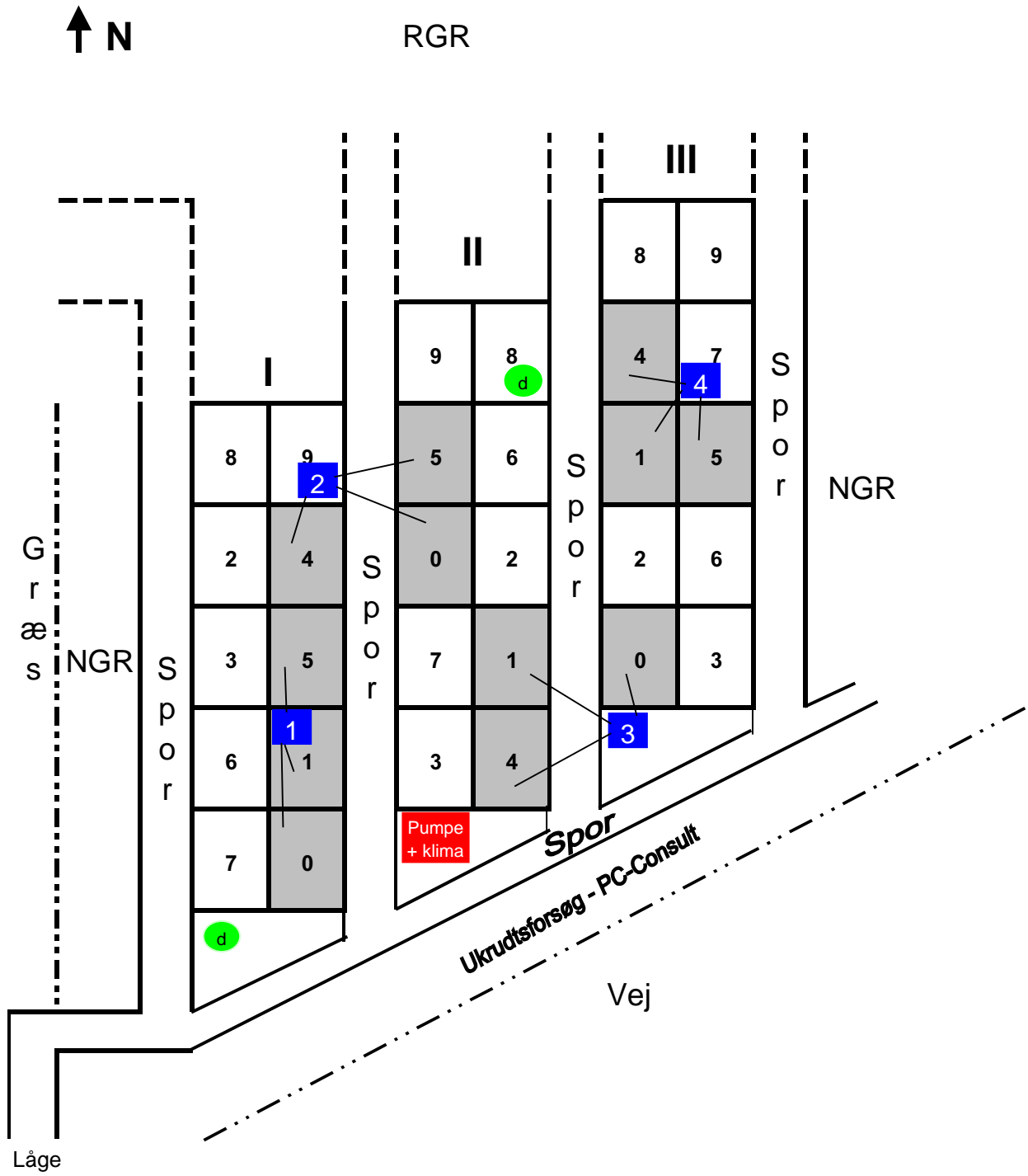
Claus Jerram Christensen

22/10 – 11/11 2003

Opgørelse af samtlige træer for egenskaberne; Højde, topskudslængde, antal sideknopper, antal grene i øverste grenkrans, internodieskud mellem. 1. og 2. grenkrans, længden af gren i 1. til 4. grenkrans, farve, nålelængde, skader og vitalitet. Det fremgår tydeligt af kulturen, at der har været meget store ukrudtsproblemer i 2003, bla. med burrenerre. Adskillige træer er ganske skæve og kraftigt hæmmede op over 50 cm fra jorden.

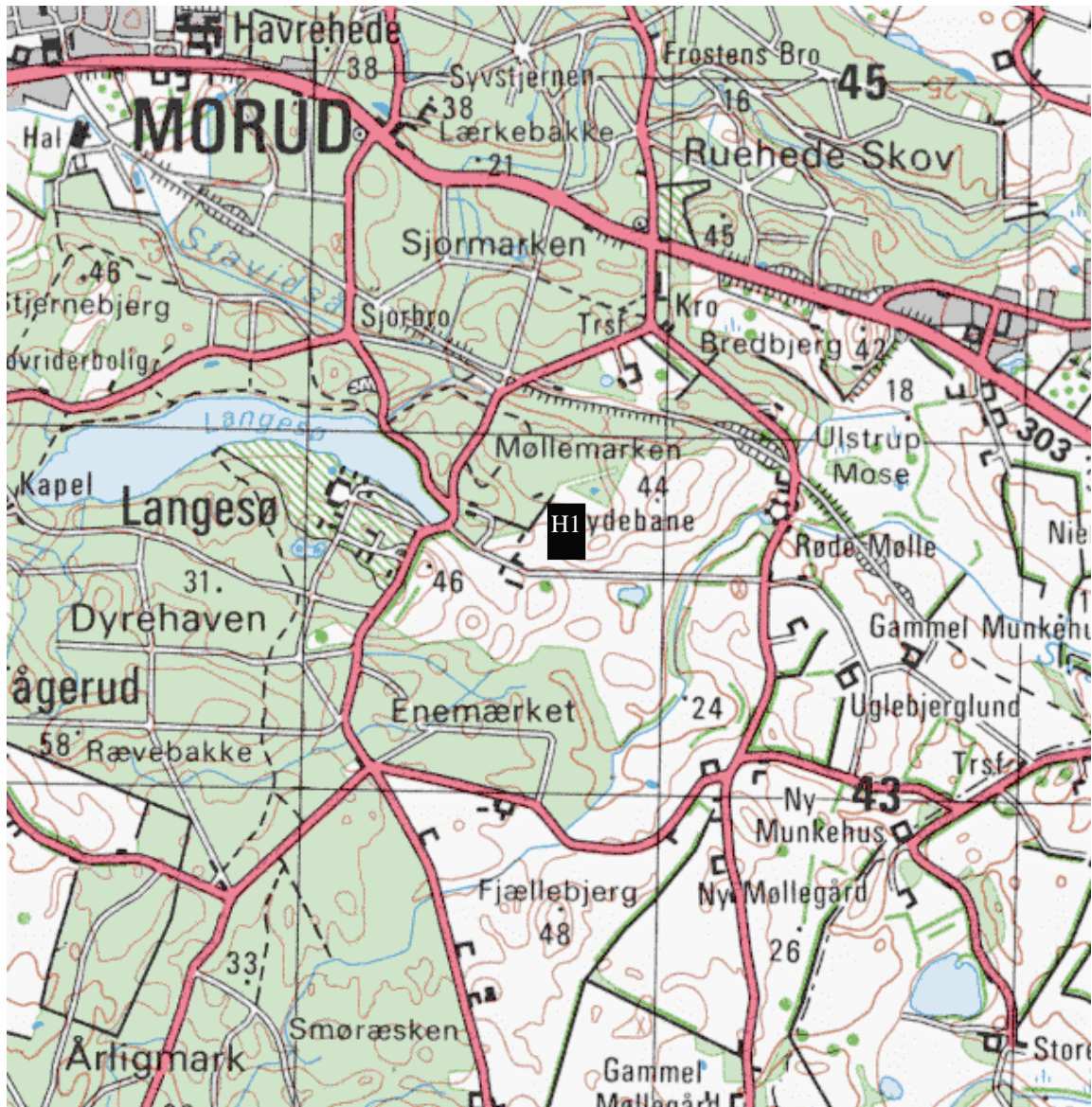
Gerner Frederiksen

H1 Langesø Skovbrug
 Afd. 104
 Skitse af forsøgsanlæg



Parcelstørrelsen er 5,5 * 9,1 m

Kort



Udsnit af Kort- og Matrikelstyrelsens kort er med styrelsens tilladelse:

© Kort- og Matrikelstyrelsen (G 108-95)

Efterbearbejdet af Forskningscentret for Skov & Landskab, 2000.

Bilag 2

Betegnelse	NPK 23-3-7	NPK 14-3-18	Kalkammonsalpeter
Fabrikant	Kemira	Kemira	Kemira
Konsistens	Fast	Fast	Fast
Form	Granulere t	Granuleret	Granuleret
Total N	22,6%	14,0%	27,0%
Nitrat N	11,9%	9,4%	13,5%
Ammonium N	10,7%	4,6%	13,5%
Citrat- og vandopløselig P	2,7%	3,0%	
Citrat opløselig P			
Vandopløselig P	1,9%	2,1%	
Vandopløselig K	6,6%	17,6%	
Total S	2,9%	4,6%	
Vandopløselig S	2,6%	4,1%	
Total Mg	1,6%	1,0%	2,7%
Vandopløselig Mg	1,4%	0,9%	
Total Ca			4,7%
Total Cu	0,1%	0,1%	
Total B	0,020%	0,020%	
Vandopløselig B	0,017%	0,017%	
Vandopløselig Na			
<i>Bemærkninger</i>	> 2% Cl	> 2% Cl	> 1% Cl

Bilag 3a

Træets højde:

Måles i cm fra jorden til topknoppen, eller hvis denne mangler til træets højeste levende punkt.

Et dødt træ tildeles værdien <0>, er træet tydeligvis fjernet f.eks. ved hugst af spor tildeles værdien <->, og pågældende planteplads udgår af beregningerne. Skæve træer måles lodret fra øverste levende punkt til jordoverfladen.

Topskudslængde:

Måles i hele cm fra øverste grenkrans til topknoppens spids.

Mangler topskuddet eller er det tydeligt beskadiget tildeles værdien <0>. Ved analyse af årets tilvækst fjernes disse.

Sideknopper i topknop:

Antallet af sideknopper i topknoppen tælles i stk.

Topknoppen defineres, hvor den ikke er tydelig, til topskuddets øverste 5 cm. Alle knopper (undtaget selve topknoppen) på dette stykke tælles med.

Knopstilling (kun 2000 og 2001):

Det vurderes om knopperne i den øverste krans sidder i samme plan (=1) eller spredt (0=).

I samme plan betyder, at knopperne skal sidde inden for ca. 1 cm.

Grene i øverste krans:

Antallet af grene i øverste grenkrans opgøres.

Grenkransen begrænses af et 5 cm bredt stykke omkring centrum af grenkappe-fortykkelsen, således at velvoksne internodie "grene" kan substituere en eventuelt manglende grenkransgren. Hvor to "grene" sidder lige over hinanden, tælles kun den ene med. Typiske Sankt Hansskuds grene tælles ikke med. Udgøres grenkransen udelukkende af Sankt Hansskuds grene sættes værdien af antal grene i øverste grenkrans som <->.

Grenlængder:

Måles i hele cm fra stammen til spidsen af hovedknoppen på den pågældende gren. Der vælges så vidt mulig en sydvendt gren, men hvor denne ikke er repræsentativ for grenkransen som helhed vælges en anden.

Internodieskud mellem 1. og 2. grenkrans:)

Antallet af stammeinternodier tælles på stammen mellem 1. og 2. grenkrans.

Små internodiekviste placeret indenfor en afstand +/- 2 cm fra grenkransens midte tælles ikke med. Kan 1. og/eller 2. grenkrans ikke identificeres sættes stammeinternodierne til <->.

Farve:

Farve scores på anden grenkrans, dette års sideskud. Tre referencekviste vælges i 2.grenkrans - dette års sideskud: En gennemsnitlig grøn, en gul-grøn og en mørkegrøn kvist vælges, og træerne hvorfra de er taget afmærkes. Der anvendes særskilte referencekviste på de enkelte forsøg i forsøgsserien. Hvis de bliver slidte tages tilsvarende nye kviste fra tilsvarende gren på samme træ. Referencekvistene hjemtages med henblik på farvebestemmelse efter Munchells Color Charts for Plant Tissues ved FSL hurtigst muligt. Indtil farvebestemmelse kan finde sted, opbevares kvistene i køleskab i en plastpose.

Der scores i 7 (8) kategorier:

0. Misfarvet. Rød.
1. Mere gul end gulgrønne referencekvist.
2. Som gulgrøn referencekvist.
3. Mellem gulgrønne og grønne referencekvist.
4. Gennemsnitlig (ligner gennemsnitlige referencekvist).
5. Mellem gennemsnitlig og mørkegrøn referencekvist.
6. Mørkegrøn (Som mørkegrønne referencekvist).
7. Mere mørkegrøn en mørkegrønne referencekvist.

Længste nål på sydvendt årsskud af første orden i 2. grenkrans:

Måles i mm fra nålebasis til nålespids. Længste nål opsøges visuelt (normalt midt på skuddet).

Skade:

Det vurderes subjektivt, om træet er skadet på en skala fra 0 til 10. Alle former for skader registreres. Formålet er at kunne udelukke beskadigede træer af den senere analyse. Hvis en særlig skadetype, f. eks. røde nåle eller nålefald, optræder hyppigt, og der er mulighed for, at skadens opståen eller omfang har relation til forsøgets behandling, gennemføres en selvstændig opgørelse af dette fænomen.

0 gives til det helt uskadede træ. 1-3 gives til det let skadede træ, dvs. træer, hvor det skønnes at skaden er uden praktisk eller økonomisk betydning. 4-6 gives til træer, hvor skaden forventes at reducere udbyttet/forsinke høsten og dermed øve indflydelse på økonomien i dyrkningen. 7-9 gives til svært skadede træer, hvor økonomien påvirkes drastisk. 10 gives til det helt døde træ. Beskadiget topskud medfører altid karakteren 5.

Vitalitet:

Træets vitalitet vurderes subjektivt på en skala fra 1 til 5. Formålet med vitalitetskarakteren er at beskrive træets habitus subjektivt. Det "middelsunde" træ tildeles karakteren 3. Karakteren 1 gives til tydeligt svækkede træer. Karakteren 5 gives til det usædvanligt frodige træ. I vurdering indgår knopstørrelse og skudtykkelse og indirekte også farve.

Juletræsegenthed: (fra 2002)

Træernes egenethed til juletræer vurderes ud fra nedenstående skelet - scoringskala, hvor fejlenes numre noteres under indtastningen - f.eks. <139> for topfejl, fejl i 1./2.grenkrans og mekanisk skadet. Såfremt et træ måtte have samtlige juletræsfejl skrives blot <alle>. Skulle træet være fejlfrit skrives <0>.

1. Topfejl, dvs. aksebrud eller tveger indenfor de sidste to vækstsæsoner.
2. To eller flere ligeværdige toppe som resultat af topfejl der ligger mere end to år tilbage.
To toppe er ligeværdige, når den mindstes topknop er placeret mellem 1/2 træhøjde og topknop på den største.
3. Manglende grene i 1. eller 2. grenkrans som medfører asymmetri.
Ved 3 grene er kransen asymmetrisk når største vinkel er over 160 grader, ved 4 grene eller derover når største vinkel er over 135 grader. Kun en eller to grene giver altid fejl 3.
4. Manglende grene i 3. eller 4. grenkrans som medfører asymmetri.
Ved 3 grene er kransen asymmetrisk når største vinkel er over 160 grader, ved 4 grene eller derover når største vinkel er over 135 grader. Kun en eller to grene giver altid fejl 4.
4. grenkrans skal på ungt materiale, hvor 4.krans - vurderet på planten som helhed -er stærkt påvirket af ukrudt, scores som fejltipe 4 såfremt 4. grenkrans ikke kan erkendes eller er ukomplet.

5. **For stor højdevækst, dvs. over 40 cm mellem grenkranse.**
6. **Betydende aksefejl der ligger mere end 2 år tilbage.**
En aksefejl regnes som betydende, når stammens øvre midtakse forskydes ud over siden på stammestykket nedenunder, således vil også udtalt "slange-vækst", hvor ingen egentlig topfejl findes, også kunne klassificeres under denne fejltype.
7. **Uens grenlængde der medfører asymmetri i de 4 øverste grenkranse.**
To grene er af uens længde når den korteste udgør mindre end 60% af længden af den længste gren. Hvor en internodie "gren" substituere en egentlig grenkransgren vil denne fejltype være meget sandsynlig.
8. **Nåletab i de øverste 3 grenkranse med en samlet længde på over i alt 30 cm skud.**
Nåletab på ældre "skelet-dele" såsom inderste kryds i 2. og 3. grenkrans medregnes også.
9. **Mekaniske skader f.eks køreskader, fejning, bid, reoperationsklip m.v.**
Kan årsagen til reoperationsklippet fastslås (f.eks. to ligeværdige toppe, hvor den ene er fjernet), noteres den oprindelige fejltype dvs. årsagen til, at der er foretaget reoperationsklip. Foruden den oprindelige fejltype noteres fejltype 9 for mekanisk skade.

Bilag 3b

På baggrund af de viste skelet-fejltyper i bilag 3a, kan det enkelte træ grupperes som prima, sekund eller vrag.

Prima: Højest én mindre betydende fejl, dvs. én fejl blandt fejltyperne 4, 5, 6 eller 7.

Sekunda:

Enten: Højest en alvorlig fejl, dvs. én fejl blandt fejltyperne 1, 2 eller 3 og højest én fejl blandt de mindre betydende fejltyper 4, 5, 6, 7 eller 8.

Eller: Ingen alvorlige fejl og op til 3 mindre betydende fejl blandt fejltyperne 4, 5, 6, 7 eller 8.

Vrag: Træer, som har flere fejl end prima- og sekunda træerne.

For prima og sekunda gælder tillige, at træet skal have mindst 4 brugbare grenkranse.

I den strenge sortering henregnes fejl 5 (for stor grenkransafstand) til de alvorlige fejl.

Tidligere titler - Arbejdsrapporter Skov & Landskab

Nr. 1 • 2004 Etablering af løvtræ på marginale landbrugsjorder

Nr. 2 • 2004 Sekventiel udbringning af gødning til nordmannsgran juletræer