



Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 829–2014

Asktillförsel och dess påverkan på trädens tillväxt och näringsstatus – Revision av sex fältförsök

Effect of application of wood ash on tree growth
and nutrient status – Revision of six field experiments

Staffan Jacobson



SKOGFORSK

Arbetsrapport

Från Skogforsk nr. 829-2014

I Arbetsrapporter redovisar Skogforsk resultat och slutsatser från aktuella projekt. Här hittar du bakgrundsmaterial, preliminära resultat, slutsatser och färdiga analyser från vår forskning.

Titel:

Asktillförsel och dess påverkan på trädens tillväxt och näringsstatus

– Revision av sex fältförsök.

Effect of application of wood ash on tree growth and nutrient status

– Revision of six field experiments.

Bildtext:

"Instängd" eller "inmålad i ett hörn".

Foto: Staffan Jacobson

Ämnesord:

Askåterföring, gödsling, kväve, barranalys, tillväxt, gran, tall.

Wood ash recycling, fertilisation, nitrogen, needle analysis, increment, Norway spruce, Scots pine.

Redigering och formgivning:

Ingegerd Hallberg

© Skogforsk 2014

ISSN 1404-305X



SKOGFORSK

Uppsala Science Park, 751 83 Uppsala

Tel: 018-18 85 00 Fax: 018-18 86 00

skogforsk@skogforsk.se

skogforsk.se



Staffan Jacobson. SkogD.

Studerar olika skötselåtgärders effekt på skogsproduktionen.

Abstract

Increasing use of forest fuels for energy production is generating increasing quantities of wood ash. A common understanding is that this ash should be returned to forest soils to counteract soil acidification and potential future nutrient deficiencies, thereby helping to sustain long-term forest productivity.

A series of six field experiments was set up in Sweden in 1996–2000 to study the effects of ash application on tree growth. Wood ash of different origins and in different doses as well as combinations of both wood ash and nitrogen (N), was applied to stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) on mineral soil.

The results after 5–10 years showed that statistically significant effects on tree growth were only detected when N was added, either alone or in combination with wood ash. The small and variable effects on stem growth after the additions of wood ash is discussed. The chemical analyses of current-year needles revealed that the addition of wood ash tended initially to increase the concentrations of many of the analysed elements. However, since the element concentrations of the needles in the untreated control plots were clearly above deficiency levels, the raised levels after wood ash addition was regarded as symptoms of "luxury" uptake.

In order to be able to draw more accurate conclusions regarding possible effects on tree growth on varying site types after wood ash additions, more empirical data and longer observation periods are needed.

Innehåll

Summary.....	2
Sammanfattning.....	3
Bakgrund	4
Material och metoder.....	5
Lokalbeskrivning och försöksdesign.....	5
Stamtillväxt	6
Näringsanalyser i barr.....	6
Statistisk bearbetning.....	7
Resultat och diskussion	9
Tillväxt.....	9
Näringshalter i barr.....	11
Aska.....	11
Erkännanden.....	13
Referenser.....	13
Bilaga 1.....	15

Summary

Increasing use of forest fuels for energy production is generating increasing quantities of wood ash. A common understanding is that this ash should be returned to forest soils to counteract soil acidification and potential future nutrient deficiencies, thereby helping to sustain long-term forest productivity.

A series of six field experiments were set up in Sweden in 1996-2000 to study the effects of ash application on tree growth. Wood ash of different origins and in different doses, as well as combinations of wood ash and nitrogen (N), was applied to stands of Scots pine (*Pinus sylvestris* L.) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) on mineral soil. The experiments were set up as randomised block experiments with three to five replicates of each treatment, and distributed among sites with a wide range of climatic conditions and site fertility classes.

Growth was measured in a circular area at the centre of each plot, with a radius of 10 m. When the experiments were set up, all trees with a diameter >5 cm at breast height (1.3 m above ground) were permanently numbered and measured. The measurements included diameter at breast height, determined by cross-callipering at permanent marks on the stem, and height of the trees. At the end of the study period (5-10 years), the measurements were repeated. In four of the studied experimental sites, increment cores were also taken with a borer at breast height. The annual growth ring widths were measured under a microscope with an accuracy of ± 0.01 mm.

The results showed that the most pronounced growth responses occurred when N was added, either alone or in combination with wood ash. The stem growth responses to additions of wood ash without N were small and variable, and not statistically significant at any of the studied experimental sites.

Current-year needles were sampled during winter dormancy and chemically analysed. The addition of wood ash tended initially to increase the concentrations of many of the analysed elements. However, since the element concentrations of the needles in the untreated control plots were clearly above deficiency levels, the raised levels after wood ash addition was regarded as symptoms of "luxury" uptake. Significantly decreased levels of manganese and copper were detected five and ten years after ash treatment, with concentrations close to deficiency levels.

In order to be able to draw more accurate conclusions regarding possible effects on tree growth on varying site types after wood ash additions, more empirical data and longer observation periods are needed.

Sammanfattning

Biobränslen från skogen är redan i dag en viktig del av den svenska energiförsörjningen. Ett ökat uttag av biomassa innebär också ett ökat uttag av näringsämnen från skogen jämfört med ett uttag av endast stamved. För att kompensera för det ökade näringsuttaget är rekommendationen att vedaska bör återföras till skogsmarken för att motverka markförsurning och framtida näringsbrister och att därigenom säkerställa en långsiktigt uthållig produktionsförmåga i våra skogar.

En serie om sex försök anlades under perioden 1996–2000 i svenska tall- och granbestånd på fastmark i syfte att studera effekter på trädens tillväxt efter tillförsel av olika typer och doser av vedaska samt kombinationer av vedaska och kväve (N). Försöken är anlagda som parcellförsök med upprepningar i randomiserade block och är geografiskt spridda över Sverige. Före behandling korsklavades- och höjdmättes samtliga träd inom en nettoprovyta med 10 m radie. Vid tillväxtrevision upprepades dessa mätningar. I fyra försök togs dessutom en borkärna från varje träd för mätning av årsringarnas tillväxt i mikroskop.

Tillväxteffekterna efter tillförsel av enbart aska var små och varierande och ej statistiskt signifikanta i något försök. Signifikant positiva tillväxteffekter erhöles endast i försöksled där N tillförts, i renodlad form eller tillsammans med aska. För att erhålla ett mått på trädens näringsstatus, samt eventuellt förändrat näringsupptag som en följd av de olika behandlingarna, togs prover av årsbarr under vintervila. Asktillförsel tenderade initialt att leda till ökade halter i barren för flera av de analyserade ämnena. Näringshalterna i barren på obehandlade kontrolltytor låg dock klart över de gränsvärden för bristnivåer som anges i litteraturen, varför koncentrationsökningarna i barren efter asktillförsel betraktades som ”lyxupptag”. För mangan och koppar registrerades signifikant sänkta halter, nära gränsen för brist, fem respektive tio år efter behandling.

För att mer säkra slutsatser om askans eventuella effekter på trädens tillväxt på skoglig fastmark ska kunna dras bör dock både försöksmaterialet och observationsperiodens längd utökas.

Bakgrund

Biobränslen, bl.a. i form av hyggesrester (GROT, grenar och toppar), utgör redan nu en viktig del av den svenska energiförsörjningen. Ett ökat uttag av biomassa innebär också ett ökat uttag av näringsämnen från skogen jämfört med ett uttag av endast stamved. För att kompensera för det ökade näringsuttaget är Skogsstyrelsens rekommendation att vedaska bör återförs till skogsmarken efter GROT-uttag (Skogsstyrelsen, 2008). Ett av de skogliga sektorsmålen anger att på sikt ska den areal som erhåller aska vara minst lika stor som den där GROT skördas.

Huvudsyftet med att återföra aska till skoglig fastmark anses vara att motverka en långsiktig utarmning av markens näringsförråd (exv. Skogsstyrelsen, 2001b) och inte att åstadkomma en ökning av skogstillväxten på kort sikt. Tillförsel av aska till såväl fast- som torvmark, kan dock påverka skogsproduktionen. Tillgängliga resultat antyder att det på kort sikt finns en tendens till ökad tillväxt (0–10 %) på bördiga fastmarker och minskad tillväxt (0–10 %) på intermediära och svaga fastmarker, efter tillförsel av såväl lös som stabiliserad aska (Jacobson, 2003). Den mest sannolika förklaringen till båda dessa tillväxtförändringar är förändrad tillgång på växttillgängligt kväve (Persson et al., 1991). En minskad tillväxt kan dock motverkas med kvävetillförsel (Jacobson, 2001).

Kvoten mellan kol och kväve (C/N) i humusen har föreslagits som ett mått för att bedöma om en pH-höjning i marken kommer att medföra en ökad eller minskad nettomineralisering av kväve. Enligt en grov tumregel, baserad på erfarenheter från skogskalkningsförsök, sker en ökad nettomineralisering efter kalkning om C/N i humusen är lägre än 30 (Persson, 1988; Persson & Wirén, 1996). En ökad skogsproduktion kan således troligen förväntas på fastmarker med C/N < 30 (de bördiga fastmarkerna) och tvärtom på fastmarkerna med C/N > 30 (de svaga fastmarkerna). Podsolen är landets helt dominerande jordmånstyp. Man kan därför anta att huvuddelen av en eventuell asktillförsel kommer att ske på denna jordmånstyp. Enligt data från det andra omdrevet i Ståndortskarteringen har ca 75 % av landets podsoler en C/N i humusen på över 30. Om en eventuell asktillförsel fördelar sig jämnt över landet är det därför rimligt att anta att huvuddelen av den areal som kommer att behandlas kommer att få en något minskad skogstillväxt. Detta blir än mer uttalat för norrländska förhållanden.

I några försök har man studerat asktillförsel i kombination med kvävegödsling. Enbart kvävegödsling ger oftast en ökad tillväxt (Pettersson 1994; Jacobson, 2001). Frågan är om en kombinerad tillförsel av aska och kväve påverkar tillväxteffekten av kvävet. Det finns exempel på att samtidig spridning av aska och kväve gett en sämre tillväxteffekt än enbart kväve (Pettersson 1990; Jacobson, 2003). I ett försök blev tillväxtökningen större om askan tillfördes ett halvår efter kvävegödslingen, jämfört med om askan tillfördes samtidigt med kvävet (Jacobson, 2003). En trolig förklaring till en reducerad tillväxteffekt vid samtidig spridning är att askan orsakat en förlust av kväve genom ammoniakavgång. Vid högt pH kan ammonium-N i gödselmedlet omvandlas till ammoniak. Men, det finns även exempel på att kvävet gett förväntad effekt vid samtidig tillförsel (Jacobson, 2003).

Det finns också data från ett finskt försök som har antytt att aska och kväve i kombination kan ge en något bättre tillväxteffekt än enbart kväve (Saarsalmi et al., 2012). Dessa varierande resultat visar på behovet av att bättre utreda frågan om effekten av tillförsel av både kväve och aska efter skogsbränsleuttag.

Om det ovan refererade skogliga sektormålet uppfylls kommer askåterföring till skogsmark att bli en omfattande åtgärd. Därför är det angeläget och nödvändigt att få ett bättre och mer heltäckande kunskapsunderlag om effekterna på skogsproduktionen.

Material och metoder

LOKALBESKRIVNING OCH FÖRSÖKSDESIGN

Under 1995 anlades och behandlades två tallförsök, 250 Riddarhyttan och 251 Älvsbyn (Tabell 1). I Riddarhyttan testades tre olika doser av krossaska (3, 6 och 9 ton ha⁻¹) samt en pelleterad aska (3 ton). I dessa försök finns även försöksled med enbart kväve (150 kg N ha⁻¹) samt kombinerade aska+kväve-behandlingar. Utförlig beskrivning av dessa försök, samt tillväxtresultat efter fem år, återfinns i Jacobson & Gustafsson (2001), Ring m.fl. (2006) samt Jacobson m.fl. (2004).

Under 1999 anlades och behandlades två tallförsök i Småland, 260 Gislaved och 261 Skillingaryd (Tabell 1). Provade askor (3 ton ha⁻¹) i dessa försök är: i) valspelleterad aska från Frövi bruk, ii) krossaska från Frövi bruk samt iii) krossaska från Ljungby.). I dessa försök finns även försöksled med enbart kväve (150 kg N ha⁻¹) samt kombinerade aska+kvävebehandlingar. Försöken behandlades i augusti 1999. En allmän beskrivning av använda askor i dessa försök samt dessas lakningsegenskaper är redovisade av Lövgren m.fl. (2000).

Två granförsök anlades i södra Dalarna (262 Svartnäs) respektive Hälsingland (264 Öjung) (Tabell 1). Provad aska i dessa försök var en valspelleterad aska (3 ton ha⁻¹) från Fors (Stora Enso). I försöket 262 Svartnäs finns även ett försöksled med kväve (150 kg N ha⁻¹). Försöken behandlades i juni 2000.

Samtliga försök är anlagda som parcellförsök med upprepningar i randomiserade block. Parcellstorleken är 30 × 30 m, förutom i försöket 264 Öjung där ytornas storlek är 25 × 25 m. Vid behandlingen delades varje parcell in i nio stycken delytor, inom vilka handspridning av askor respektive N-gödselmedel utfördes med noggrant uppvägda mängder och med stora krav på jämnhet i spridningen. Testade behandlingar i de olika försöken redovisas i Tabell 3–5. Antalet upprepningar av varje behandling i respektive försök återfinns i Tabell 1.

De i försöken använda askprodukternas innehåll av olika ämnen redovisas i tabell 2. Kvävet tillfördes i form av kalkammonsalpeter (27,5 % N, 4 % Ca, 1 % Mg) i samtliga försök där sådana behandlingar ingick i försöksdesignen.

Tabell 1.
Ståndorts- och beståndsdata vid tidpunkt för anläggning för de olika försöken.

	250 Riddarhyttan	251 Älvsbyn	260 Gislaved	261 Skillingaryd	262 Svartnäs	264 Öjung
Latitud	59° 48'	64° 12'	57° 16'	57° 23'	60° 57'	61° 40'
Longitud	15° 30'	19° 28'	13° 33'	13° 59'	16° 04'	15° 26'
Höjd över havet (m)	135	155	160	180	415	410
Trädslag	tall	tall	tall	tall	gran	gran
Ståndortsindex (H100, m)	T25	T21	T28	T25	G26	G26
Ålder, tot. (år)	50	60	40	40, 55	25	25
Stamantal (n ha ⁻¹)	1 100	1 050	1 000	1 000	2 100	1 800
Virkesförråd (m ³ sk ha ⁻¹)	170	160	175	150	40	65
Vegetationstyp	blåbär	blåbär	gräs	blåbär	blåbär	blåbär/gräs
C:N-kvot i humus	32,5	44,3	26,7	32,3	30,2	32,0
Jordart-textur	mellansand	sa-mo morän	grovmo	mellansand	sa-mo morän	sa-mo morän
Antal upprepningar (block)	3	3	4	4	5	4
Startår	1996	1996	2000	2000	2000	2000

STAMTILLVÄXT

Klavning och höjdmätning av samtliga träd inom en nettoprovyta av storleken 314 m² utfördes i samtliga försök före behandling. Vid tillväxtrevision upprepades dessa mätningar. I de fyra tallförsöken togs dessutom en borkkärna från varje träd för mätning av årsringarnas tillväxt under mikroskop. De enskilda trädens stamvolym beräknades med Näslunds (1947) funktioner.

NÄRINGSANALYSER I BARR

För att erhålla ett mått på trädens näringsstatus, samt eventuellt förändrat näringsupptag som en följd av de olika behandlingarna, togs prover av årsbarr under vintervila från tio träd per parcell. Detta utfördes med varierande intensitet i de olika försöken. Kvistar från sydsidan på den övre tredjedelen av kronan sköts ner med hagelgevär. Barren från provträden på en parcell slogs samman till ett generalprov representerande parcellen. Generalproven torkades i 70° C, maldes och blandades väl före analysen. Barrens koncentration av P, K, Ca, Mg, Mn, S, Na, Fe, Zn, Al, B, Cu bestämdes med ICP-AES, efter våtoxideration i en blandning av koncentrerad HNO₃ och HClO₄ (10:1, volym). Kvävet bestämdes i en NA 1500 elementaranalysator (Carlo-Erba). Analyserna utfördes av analyslaboratoriet på Institutionen för ekologi och miljövård vid Sveriges lantbruksuniversitet.

STATISTISK BEARBETNING

Resultaten bearbetades statistiskt i en linjär modell med hjälp av statistikpaketet SAS/STAT, procedur GLM (SAS Institute Inc., 1999). Behandlingseffekterna på trädens tillväxt skattades med hjälp av kovariansanalys. Ett antal beståndsbeskrivande faktorer vid försökens anläggning testades som kovariat och inkluderades i modellerna om p-värdet var $<0,20$. De uppmätta tillväxterna korrigeras härvid med hänsyn till att provytorna hade olika stor grundyta, volym, stamantal eller grundytetillväxt vid försöksanläggningen. Kovariaten inkluderades i modellerna om dess p -värde var $<0,20$.

Modellekvation vid analys av trädens tillväxt:

$$y_{jk} = \mu + u_j + t_k + b(g_{jk} - \bar{g}) + e_{jk}$$

Modellekvation vid analys av trädens näringsstatus:

$$y_{jk} = \mu + u_j + t_k + e_{jk}$$

där

y_{jk} = grundyte- / volymtillväxt respektive barrens näringskoncentration för parcell jk

μ = totalmedelvärde

u_j = fix effekt av block j ; ($j=1, \dots, n$; $n=3-5$)

t_k = fix effekt av behandling k ; ($k=1, \dots, n$; $n=2-10$)

b = koefficient för regression av grundytetillväxt på beståndsvariabel

vid

försöksanläggning

g_{jk} = kovariatvariabel för parcell jk

e_{jk} = residual för observation jk , N.I.D. $(0, \sigma_e^2)$

Vid test av skillnader mellan medeltalen för de olika blocken och behandlingarna nyttjades LSD-test (Least Significant Difference). Tukey's test för multipla jämförelser användes i de fall försöken innehöll mer än två olika behandlingar. Statistisk signifikans definierades vid nivån $p < 0,05$.

Tabell 2.

De använda askprodukternas innehåll av olika ämnen. Analyserna utförda på SGAB Analys i Luleå.

	Fröi- valspelletts	Fröi- kross	Ljungby- kross	Fors- valspelletts	Piteå- kross	Ortviken- pellets
Försök	260, 261	261	260, 261	262, 264	250, 251	250
TS	91,9	77,6	84,8	73,6	73,7	86,1
LOI	8,3	9,9	9,1	20,9	8,7	33,6
% TS						
Si	18,7	18,3	18,5	11,7	5,6	9,4
Al	8,3	7,9	8,1	8,7	1,9	3,1
Ca	13,0	13,0	13,0	16,8	13,7	15,2
Fe	1,7	1,6	1,7	1,3	1,1	2,1
K	3,1	2,8	2,9	1,7	6,4	3,5
Mg	1,4	1,4	1,4	0,9	1,4	1,4
Mn	0,5	0,5	0,5	0,4	0,8	1,0
Na	1,5	1,5	1,5	1,0	10,8	1,1
P	0,8	0,8	0,8	0,4	0,8	0,8
Ti	1,4	1,3	1,4	0,2	0,1	0,1
mg/kg TS						
As	<48	<48	<48	19	9,3	15,2
Cd	6,7	7,6	7,2	3,9	11,7	9,4
Co	14	16	15	18	15	21
Cr	154	209	182	78	56	54
Cu	71	68	69	188	108	104
Hg	0,13	0,15	<0,10	0,21	0,28	0,87
Mo	16,4	<5,4	<5,4	5,4	7,7	<5,9
Ni	78	100	89	42	114	39
Pb	56	63	59	96	108	70
V	67	57	62	41	76	37
Zn	1 050	1 160	1 105	1 057	3 360	3 990

Resultat och diskussion

TILLVÄXT

Effekten av asktillförsel på trädens stamtillväxt har i dessa försök generellt varit liten, och inte i något försök statistiskt signifikant (Tabell 3–5). Resultaten stämmer väl överens med tidigare studier där man tillfört aska på skoglig fastmark (Jacobson, 2001; 2003; Saarsalmi m.fl., 2004; Saarsalmi m.fl. 2005; Moilanen m.fl., 2013). Även om effekterna är små, och i dagsläget osäkra, bör man ha i minne att en eventuell tillväxtförändring på några procent kan få stora effekter på möjliga avverkningsnivåer, regionalt och nationellt, om man skalar upp arealerna. I Bilaga 1 återges även grundytetillväxtens utveckling över tiden för de fyra tillväxtbörade tallförsöken (Figur B1 och B2).

I två utav försöken (250 Riddarhyttan och 251 Älvsbyn, se tabell 3) har effektperioden varit 10 år. I resterande fyra försök har effektperioden endast varit 5–6 år, vilket är i kortaste laget för att kunna uttala sig om eventuella tillväxt-trender. I det nordliga försöket 251 Älvsbyn finns en tydlig tendens ($p < 0,06$) till tillväxtnedsättning (-7 %) i det askbehandlade försöksledet (se även Bilaga 1). I det bördigaste tallförsöket i södra Sverige (260 Gislaved, se Tabell 4), finns eventuellt en svag antydning till positiv tillväxteffekt i de askbehandlade leden. Med fler upprepningar av varje behandling, och längre observationsperiod (260 Gislaved), ökar sannolikheten för att dessa eventuella effekter blir statistiskt säkerställda.

Tabell 3.

Tillväxtresultat 10 vegetationsperioder efter behandling i försöken 250 Riddarhyttan och 251 Älvsbyn. Värden i samma kolumn markerade med olika bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).

Försöksled		250 Riddarhyttan		251 Älvsbyn	
		Volymtillväxt (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	%	Volymtillväxt (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	%
1	Obehandlad kontroll	7,0 a	100	4,4 a	100
2	3 ton krossaska (Piteå)	6,6 a	95	4,1 a	93
3	6 ton krossaska (Piteå)	6,9 a	99	–	
4	9 ton krossaska (Piteå)	6,7 a	96	–	
5	3 ton krossaska +150 kg. Samtidig spridning.	9,5 b	137	6,7 b	152
6	3 ton krossaska +150 kg N. Askan sprids efter N.	9,5 b	136	6,5 b	147
7	150 kg N	9,3 b	133	6,3 b	142
8	3 ton pelleterad aska (Ortviken)	6,9 a	99	–	
9	Växtnäringspellets motsv. 150 kg N	6,8 a	98	–	
10	Växtnäringspellets motsv. 150 kg N +3 ton krossaska	7,5 a	107	–	

Försöksunderlaget till att fastställa den viktiga frågan kring askåterföringens eventuella effekter på trädens tillväxt måste fortfarande betecknas som mycket bristfälligt. För att kunna detektera dessa eventuella effekter i fältförsök har vi nu lärt att det krävs mycket noggrant anlagda försök, med många upprepningar, som övervakas intensivt. I senast anlagda fältförsök (2004) renodlades askbehandlingen med sex upprepningar, vilket i kommande nödvändiga försöksanläggningar bör ses som ett minimum.

Tabell 4.

Tillväxtresultat 5 vegetationsperioder efter behandling i försöken 260 Gislaved och 261 Skillingaryd. Värden i samma kolumn markerade med olika bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).

Försöksled		260 Gislaved		261 Skillingaryd	
		Volymtillväxt (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	%	Volymtillväxt (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	%
1	Obehandlad kontroll (dubbla kontroller per block)	9,0 a	100	5,9 a	100
2	3 ton valspelleterad aska (Frövi)	9,5 a	105	5,7 a	96
3	3 ton krossaska (Frövi)	9,4 a	104	–	
4	3 ton krossaska (Ljungby)	9,2 a	102	5,8 a	98
5	150 kg N	10,7 b	119	7,5 b	126
6	3 ton valspelleterad +150 kg N. Samtidig spridning.	11,0 b	122	7,1 b	120
7	3 ton krossaska (Ljungby) +150 kg N. Samtidig spridning.	–		7,6 b	129

Tabell 5.

Tillväxtresultat 6 vegetationsperioder efter behandling i försöken 262 Svartnäs och 264 Öjung. Värden i samma kolumn markerade med olika bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).

Försöksled		262 Svartnäs		264 Öjung	
		Volymtillväxt (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	%	Volymtillväxt (m ³ sk ha ⁻¹ år ⁻¹)	%
1	Obehandlad kontroll	6,3 a	100	8,2 a	100
2	3 ton valspelleterad aska (Fors)	6,2 a	98	8,0 a	98
3	150 kg N (i 2 utav 5 block)	7,9 a	126	–	

I fem utav sex redovisade försök ingick även försöksled med kvävetillförsel. I samtliga försök ökade trädens tillväxt kraftigt på denna tillförsel, vilket visar att kväve var den primärt tillväxtbegränsande faktorn. I de fyra försök där denna jämförelse var möjlig, kunde man inte utläsa någon skillnad i tillväxteffekt mellan renodlad N-tillförsel och kombinerad tillförsel av aska+N. Inte heller fanns det någon skillnad i tillväxteffekt mellan samtidig tillförsel av aska- och kväve och tillförsel av de två produkterna vid skilda tillfällen.

NÄRINGSHALTER I BARR

Aska

Asktillförsel tenderade initialt att leda till ökade halter i barren för flera av de analyserade ämnena (se Figur 1 samt Bilaga 1). Näringshalterna i årsbarr på obehandlade kontrolltytor hade dock under hela observationsperioden, och i samtliga försök, näringshalter som låg klart över de gränsvärden för bristnivåer som anges i litteraturen (Brække, 1994; Bergmann, 1988; Ingestad, 1962; 1979). Förekommande koncentrationsökningar i barren efter asktillförsel måste därför betraktas som ”lyxupptag”.

Tillförsel av aska tycks på sikt leda till sänkta halter av mangan (Mn) och koppar (Cu) i barren. Detta är analogt med resultat från Finland (Saarsalmi m.fl., 2004; 2005) samt med erfarenheter från kalkningsförsök (Sikström, 2001), vilket sannolikt är en följd ett ökat pH i marken och påföljande immobilisering av Mn (Derome m.fl., 1986). I tallförsöken har halterna närmast sig gränsen för brist, vilket är något oroväckande. Mn-halterna bör således tillägnas större uppmärksamhet och dess utveckling måste följas upp på lång sikt.

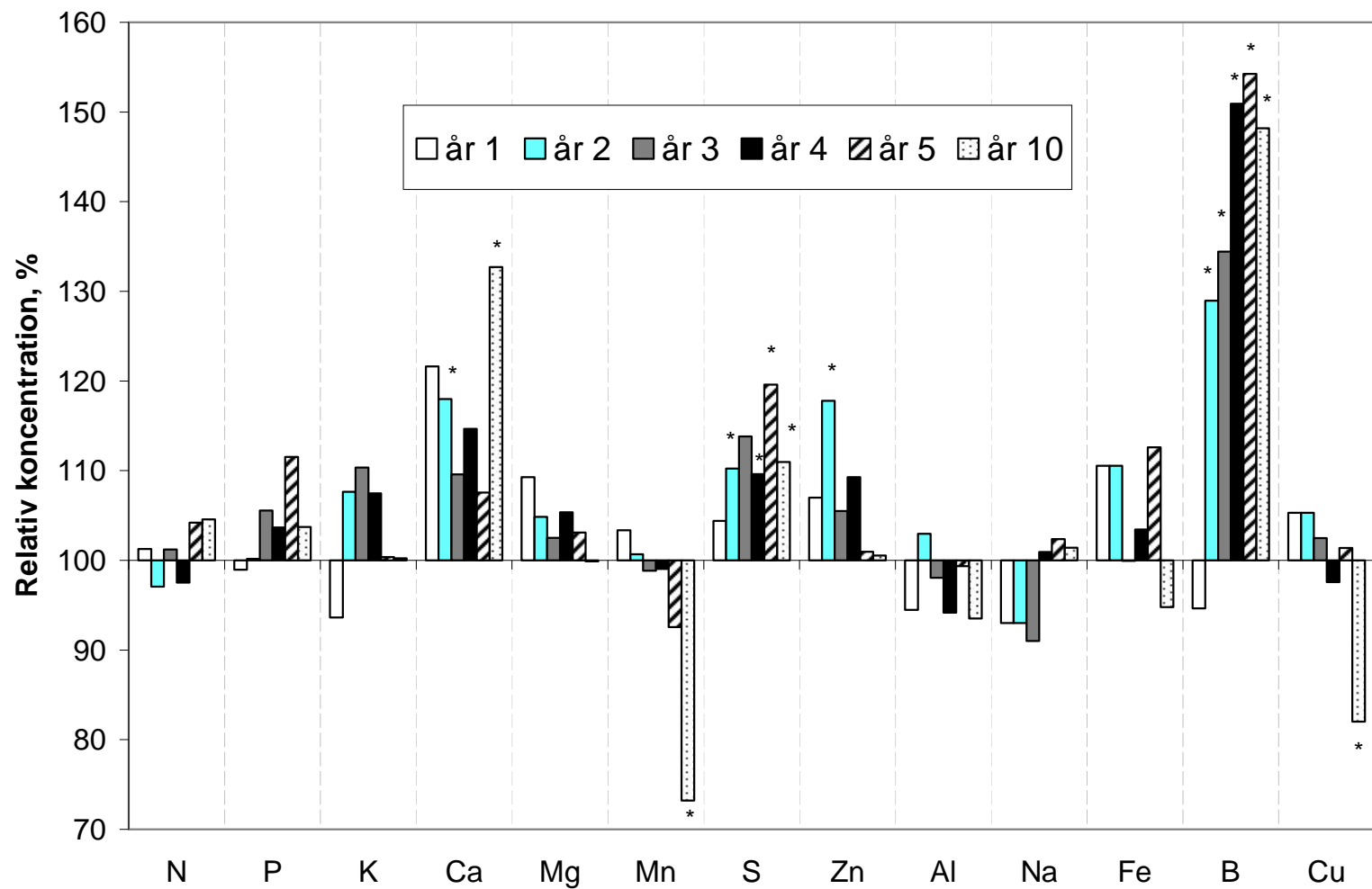
De kraftigt ökade halterna av bor (B) tycks vara mer långvariga vilket möjligen kan öppna för askåterföring som en metod för att rätta till borbrister som förekommer i vissa områden i östra Finland långt från maritimt inflytande, och speciellt på marker som tidigare brukats med återkommande svedjejordbruk (Saarsalmi & Tamminen, 2005).

I försöket 250 Riddarhyttan samkördes samtliga renodlade askled i en modell oberoende av asktyp- och askgiva. Alla led betraktades som en och samma behandling. Resultatet som redovisas i relativa halter, där kontrollen är satt till 100 % (se Figur 1), antyder ökade halter i barren för många av de analyserade ämnena. Ökningarna var signifikanta, under ett eller flera av de analyserade åren, för Ca, S, Zn och B. För Mn och Cu registrerades signifikant sänkta halter tio år efter behandling. Halterna av K ökade initialt för att sedan efter tio år vara tillbaka på kontrolltyornas nivå, vilket är analogt med tidigare erfarenheter från andra askförsök (Jacobson, 2003).

Kväve

Tillförsel av N resulterade som väntat i ökade N-halter i årsbarren. Tio år efter behandling hade halterna återgått till de ogödslade trädens nivå.

N-halterna på de obehandlade kontrolltyorna avspeglar de olika ståndorternas bördighet, från den magraste lokalen (251 Älvsbyn, 8–10 mg g⁻¹), över intermediära beståndet på bördighetsskalan (250 Riddarhyttan, 12 mg g⁻¹) till den bördigaste lokalen (260 Gislaved 15,8 mg g⁻¹). Trots dessa relativt höga N-halter på kontrolltyorna i 260 Gislaved erhöles även där en mycket god tillväxteffekt vid tillförsel av kväve.



Figur 1.
 Relativa koncentrationer i årsbarr, år 1–5 samt år 10 efter behandling med aska, i relation till obehandlade kontrolltytor (100 %). Medeltal av samtliga tytor behandlade med aska i försöket 250 Ridrarhyttan. Signifikanta ($p < 0,05$) behandlingseffekter indikerade med asterisk (*).

Erkännanden

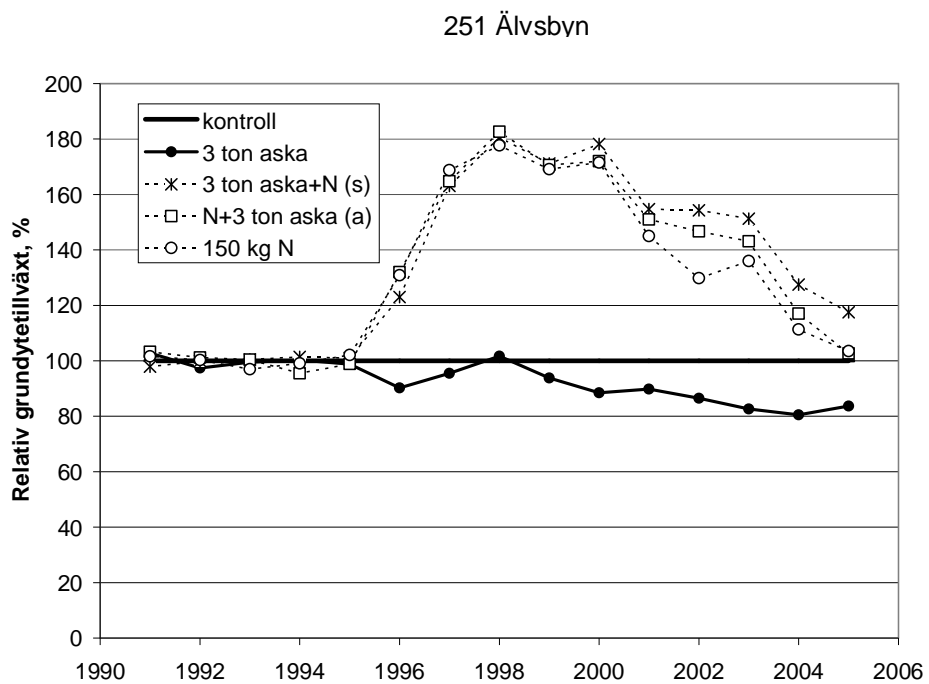
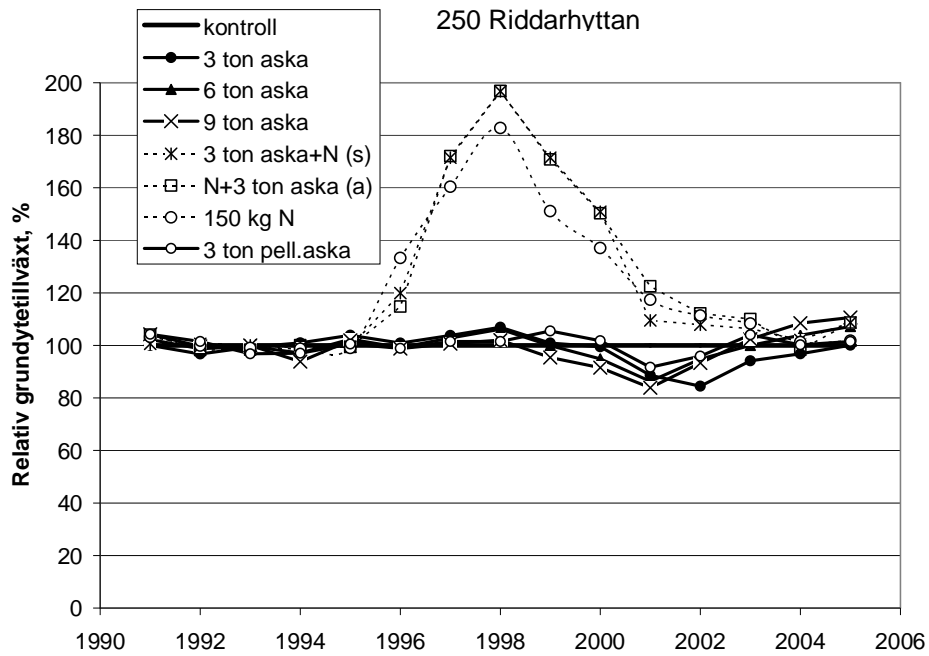
Ett tack till Energimyndigheten forskningsprogram ”Uthållig produktion av skogsbränslen” som stått för merparten av finansieringen till detta projekt.

Referenser

- Bergmann, W. 1988. Ernährungsstörungen bei Kulturpflanzen. VEB Gustav Fischer Verlag Jena, 762 sid.
- Brække, F. H. 1994. Diagnostiske grenseverdier for næringsselementer i gran- og furunåler. Aktuelt fra Skogforsk, nr. 15-94. Norsk institutt for skogforskning, og Institutt for skogfag, Norges landbrukshøgskole, Ås.
- Derome, J., Kukkola, M. & Mälikönen, E. 1986. Forest liming on mineral soils, results of Finnish experiments. National Swedish Environmental Protection Board. Rep., 3084.107 s.
- Ingestad, T. 1962. Macroelement nutrition of pine, spruce and birch seedlings in nutrient solutions. Medd. från Skogsforskningsinstitutet, Stockholm. 51 (7), 1–150.
- Ingestad, T. 1979. Mineral nutrient requirements of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* seedlings. *Physiologia Plantarum* 45: 373–380.
- Jacobson, S. 2001. Fertilization to increase and sustain tree growth in coniferous stands in Sweden. Doctoral thesis. *Silvestria* 217, *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae*, 34 s.
- Jacobson, S. 2003. Addition of stabilized wood ashes to Swedish coniferous stands on mineral soils – effects on stem growth and needle nutrient concentrations. *Silva Fennica* 37(4): 437–450.
- Jacobson, S. & Gustafsson, L. 2001. Effects on ground vegetation of the application of wood ash to a Swedish Scots pine stand. *Basic Appl. Ecol.* 2: 233–241.
- Jacobson, S., Högbom, L., Ring, E. & Nohrstedt, H.-Ö. 2004. Effects of wood ash dose and formulation on soil chemistry at two coniferous forest sites. *Water, Air, and Soil Pollut.* 158 (1): 113–125.
- Lövgren, L., Lundmark, J.-E. & Jansson, C. 2000. Kretsloppsanpassning av bioaskor. Utvärdering av ny teknik för pelletering av bioaska med avseende på dels driftsegenskaper, dels miljöeffekter i skogen av askåterföring. Rapport Etapp 1, Statens energimyndighet, projekt P11647–1.
- Moilanen, M., Silfverberg, K. & Hokkanen, T.J. 2002. Effects of wood-ash on the tree growth, vegetation and substrate quality of a drained mire: a case study. *For. Ecol. Manage.* 171: 321–338.
- Näslund, M. 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige samt i hela landet. Medd. Statens Skogsforskningsinst. 36: 3–36.
- Persson, T. 1988. Effects of acidification and liming on soil biology. I: Andersson, F. & Persson, T. (red.). Liming as a measure to improve soil and tree condition in areas affected by air pollution. National Swedish Environmental Protection Board, Report 518: 53–71.
- Persson, T., Wirén, A. & Andersson, S. 1991. Effects of liming on carbon and nitrogen mineralization in coniferous forests. *Water Air Soil Pollut.* 54: 351–364.

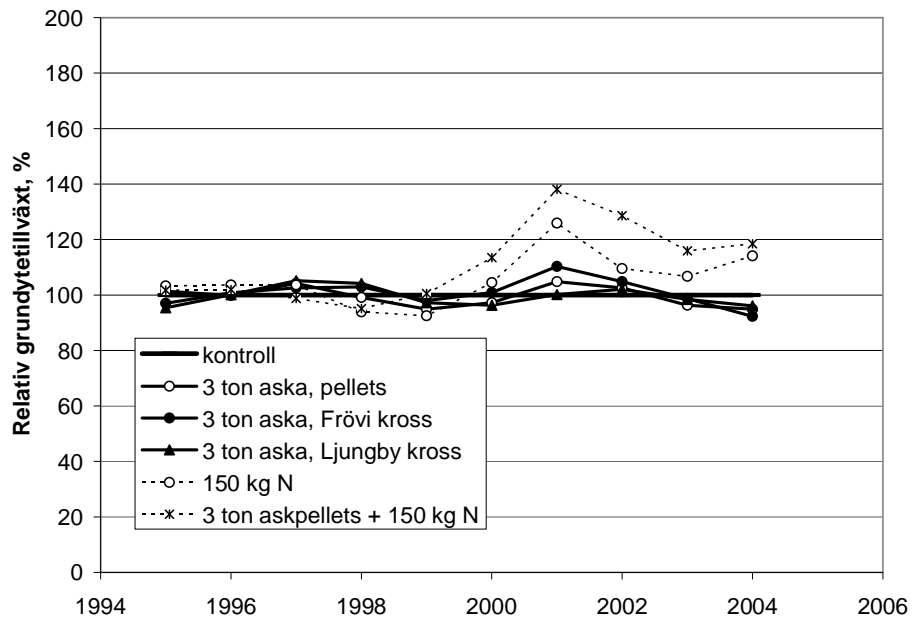
- Persson, T. & Wirén, A. 1996. Effekter av skogsmarkskalkning på kväveomsättningen. I: Staaf, H., Persson, T. & Bertills, U. (red.) Skogsmarkskalkning. Naturvårdsverket, Rapport 4559. s. 70–91.
- Pettersson, F. 1990. Kompensationsgödsling efter trädeldsgallring. Institutet för skogsförbättring, Information Växtnäring-skogsproduktion Nr 2 1990/91. Uppsala. 4 s.
- Pettersson, F. 1994. Predictive functions for impact of nitrogen fertilization on growth over five years. The Forestry Research Institute of Sweden, Report No. 3. Uppsala. 56 s.
- Ring, E., Jacobson J. & Nohrstedt H.-Ö. 2006. Soil-solution chemistry in a coniferous stand after adding wood ash and nitrogen. *Can. J. For. Res.* 36, 153–163.
- Saarsalmi, A., Mälkönen E. & Kukkola M. 2004. Effects of wood ash fertilization on soil chemical properties and stand nutrient status and growth of some coniferous stands in Finland. *Scand. J. For. Res.* 19: 217–233.
- Saarsalmi, A. & Tamminen, P. 2005. Boron, phosphorus and nitrogen fertilization in Norway spruce stands suffering from growth disturbances. *Silva Fenn.* 39(3): 351–364.
- Saarsalmi, A., Derome, J. & Levula, T. (2005) Effect of wood ash fertilization on stand growth, soil water and needle chemistry, and berry yields of lingonberry (*Vaccinium vitis-idaea* L.) in a Scots pine stand in Finland. *Metsanduslikud uurimused/Forestry Studies* 42:13–33.
- Saarsalmi, A., Smolander, A., Kukkola, M., Moilanen, M. & Saramäki, J. 2012. 30-year effects of wood ash and nitrogen fertilisation on soil chemical properties, soil microbial processes and stand growth in a Scots pine stand. *For. Ecol. Manage.* 278: 63–70.
- SAS Institute Inc. 1999. SAS/STAT™, Guide for personal computers, version 8, edition. Cary, NC: SAS Institute Inc.
- Sikström, U. 2001. Growth and nutrition of coniferous forests on acidic mineral soils – status and effects of liming and fertilization. *Acta Universitatis Agriculturae Sueciae, Silvestria* 182. 54 s. plus 5 appendix.
- Skogsstyrelsen, 2008. Rekommendationer vid uttag av avverkningsrester och askåterföring. Skogsstyrelsen, Meddelande 2-2008. 22 s..
- Skogsstyrelsen, 2001b. Åtgärder mot markförsurning och för ett uthålligt brukande av skogsmarken. Skogsstyrelsen, Meddelande 4-2001. 37 sid. plus bilagor. Jönköping.

Bilaga 1

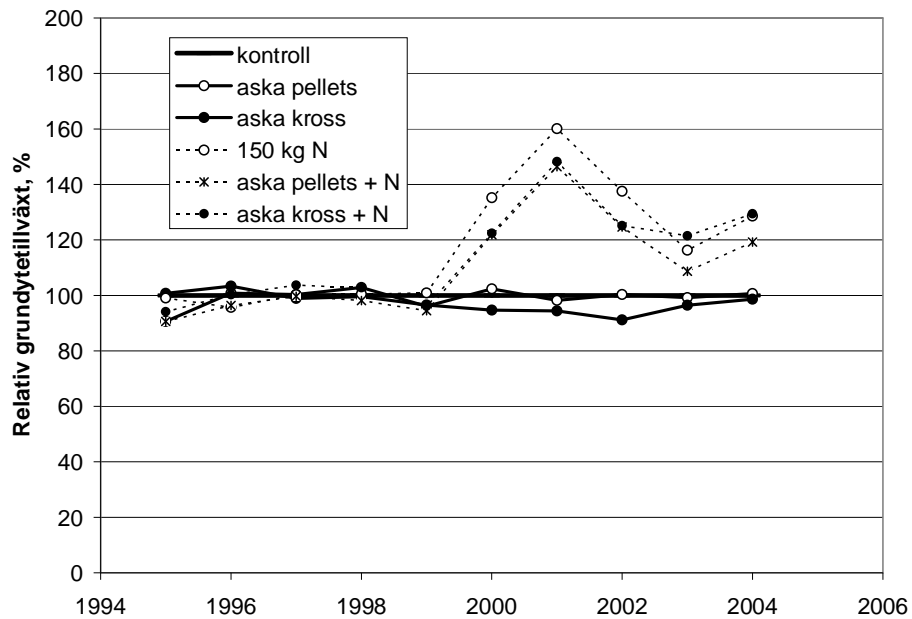


Figur B1.
Den relativa grundtytetillväxtens utveckling för olika behandlingar i relation till obehandlad kontroll (100 %) i försöken 250 Riddarhyttan och 251 Älvsbyn. Försöken behandlades i september 1995. Medelvärde av tre upprepningar.

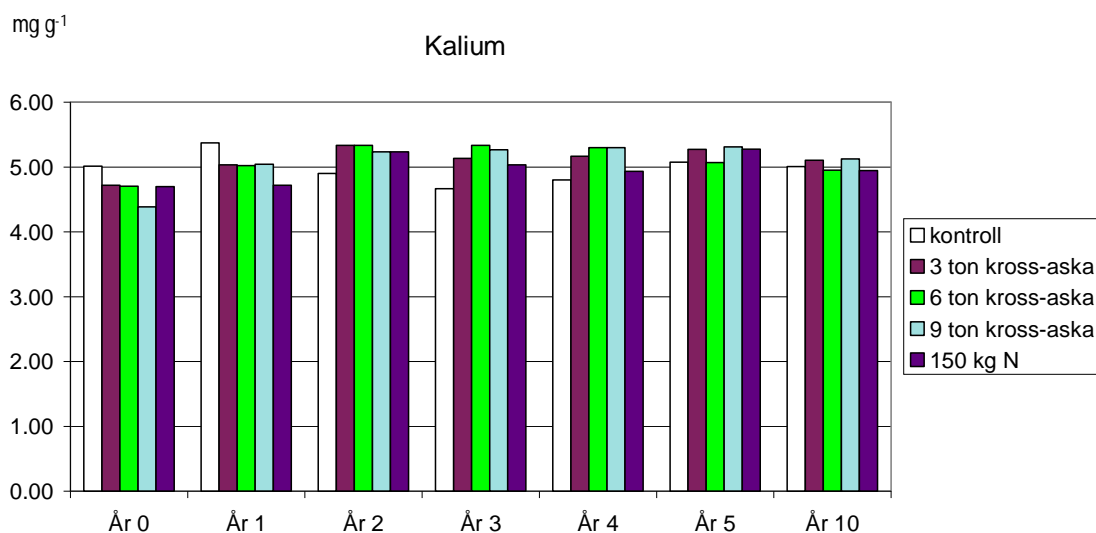
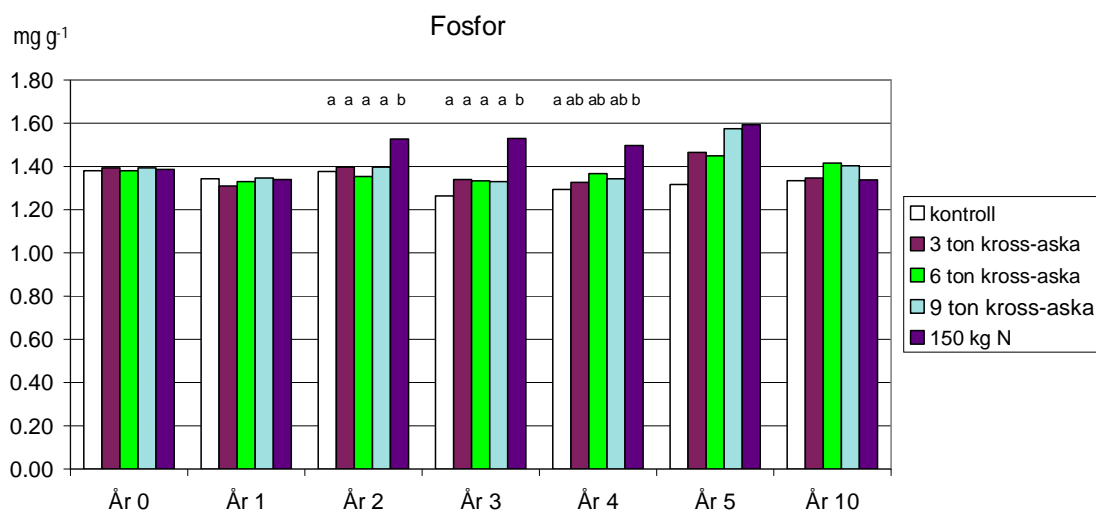
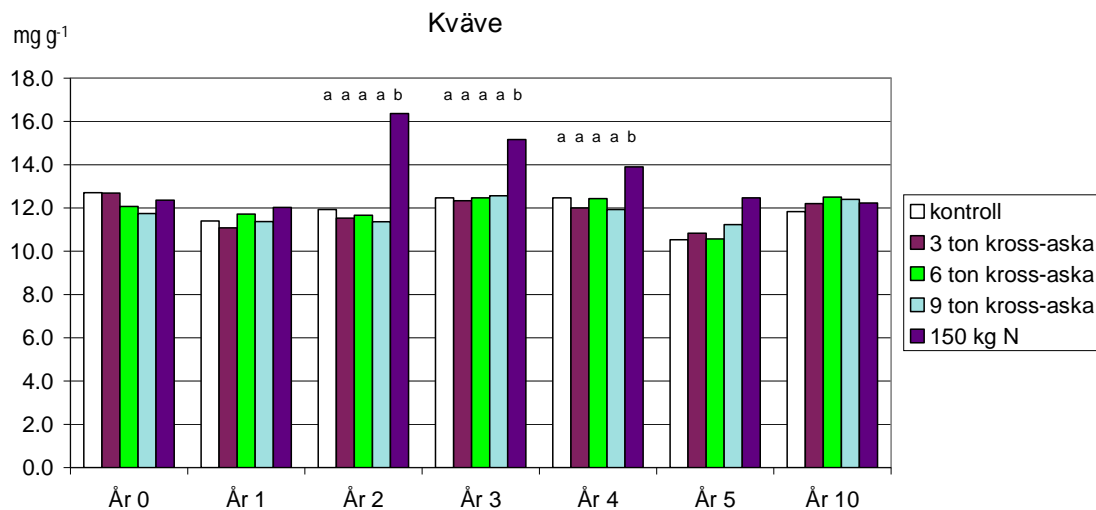
260 Gisslaved



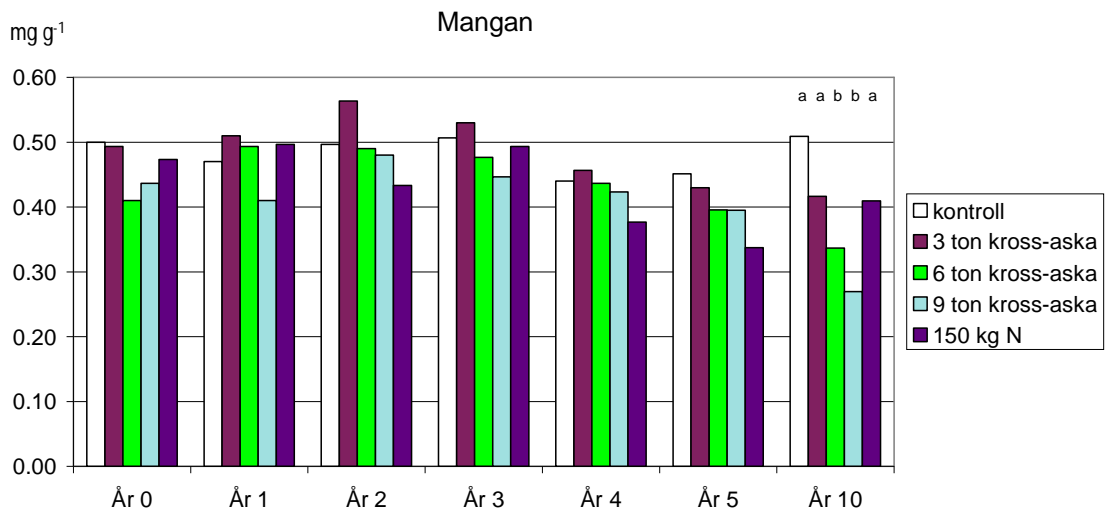
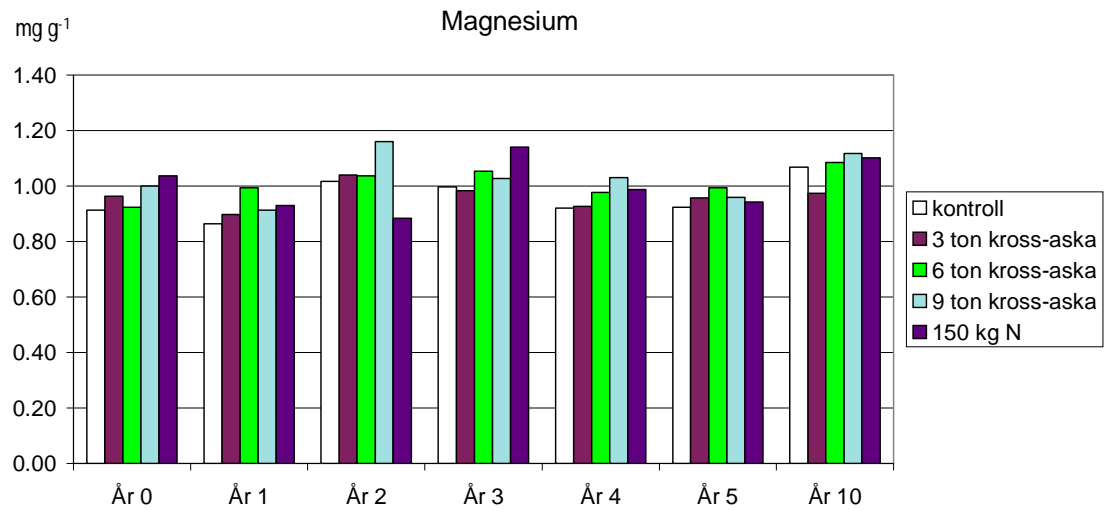
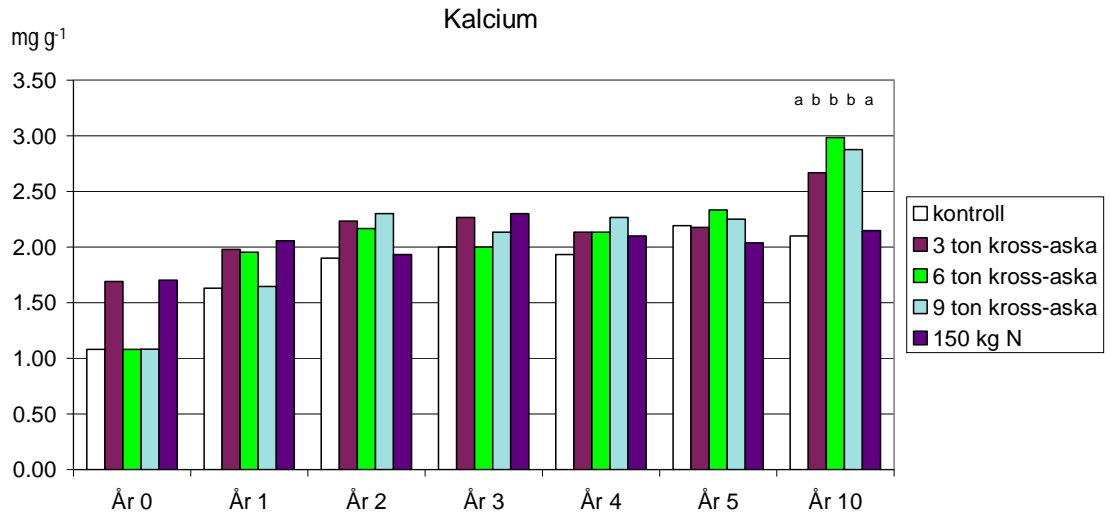
261 Skillingaryd



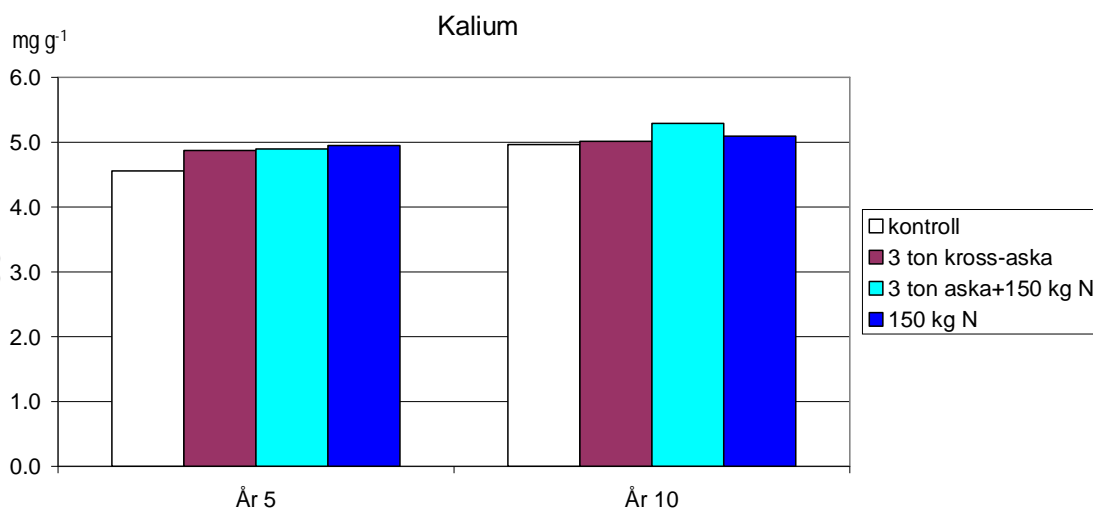
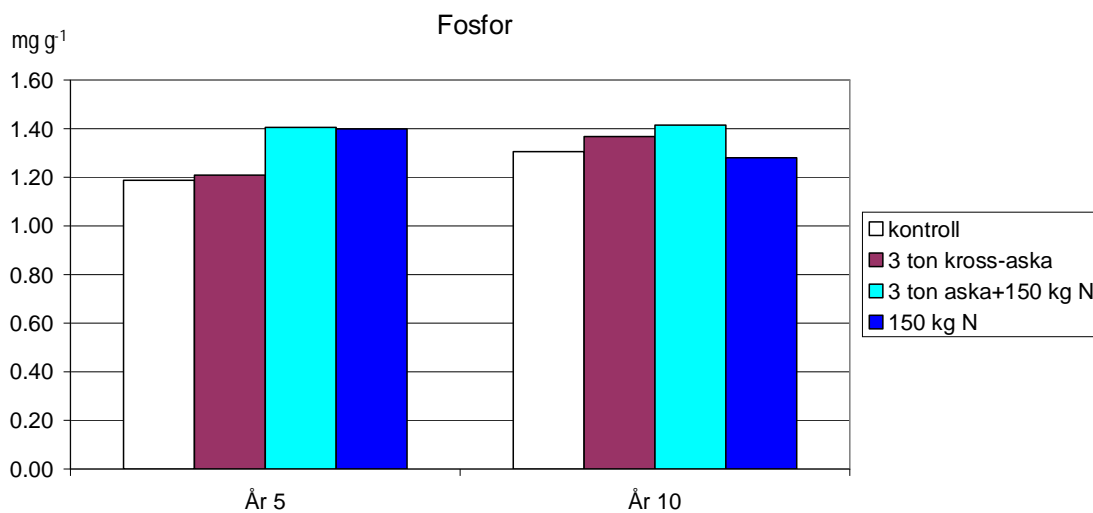
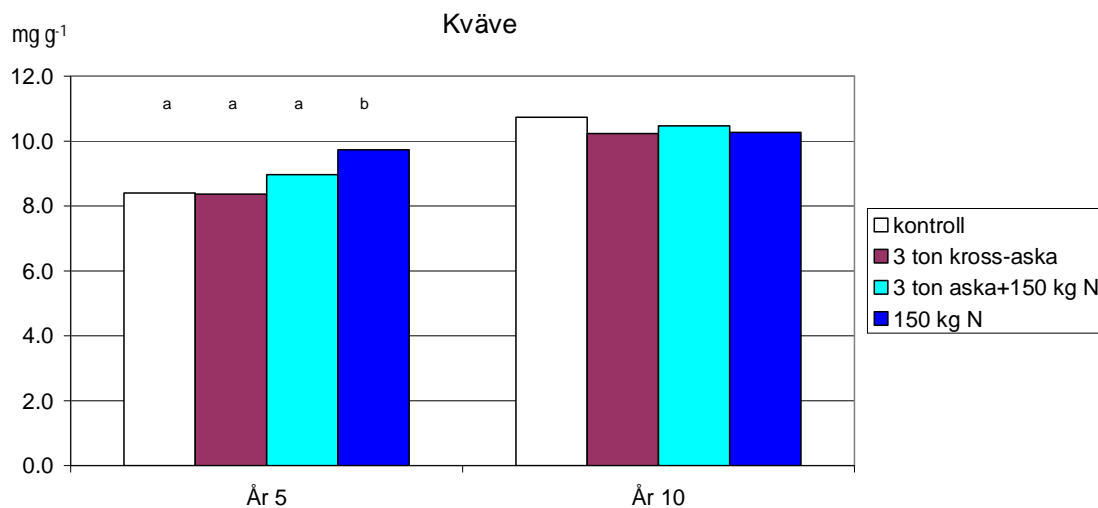
Figur B2. Den relativa grundtytillväxtens utveckling för olika behandlingar i relation till obehandlad kontroll (100 %) i försöken 260 Gisslaved och 261 Skillingaryd. Försöken behandlades i augusti 1999. Medelvärde av fyra upprepningar.



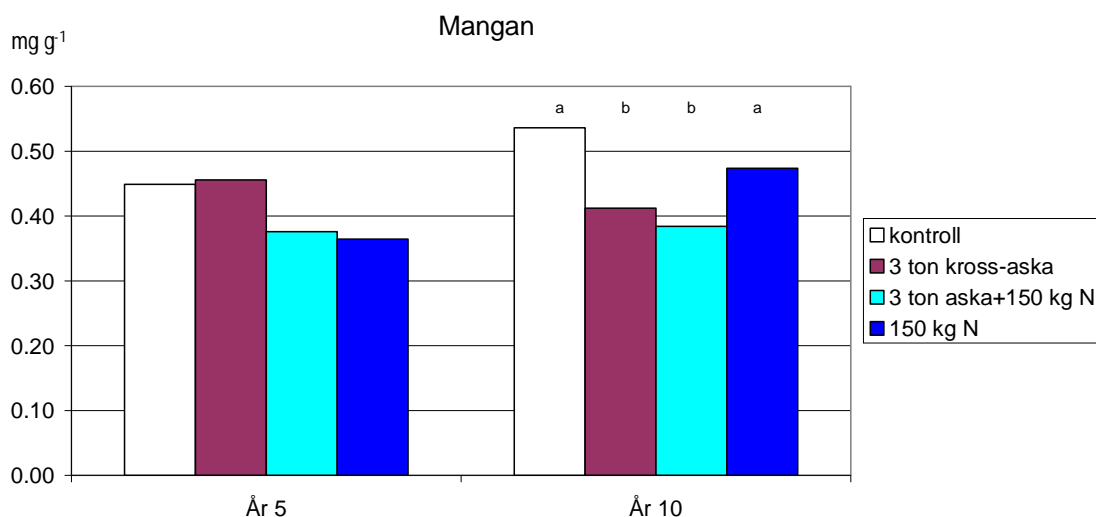
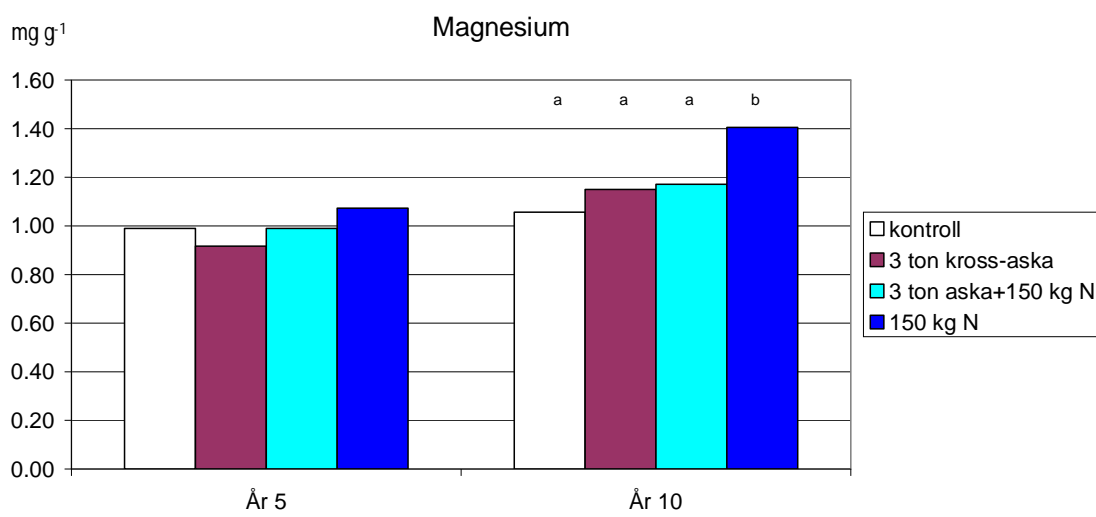
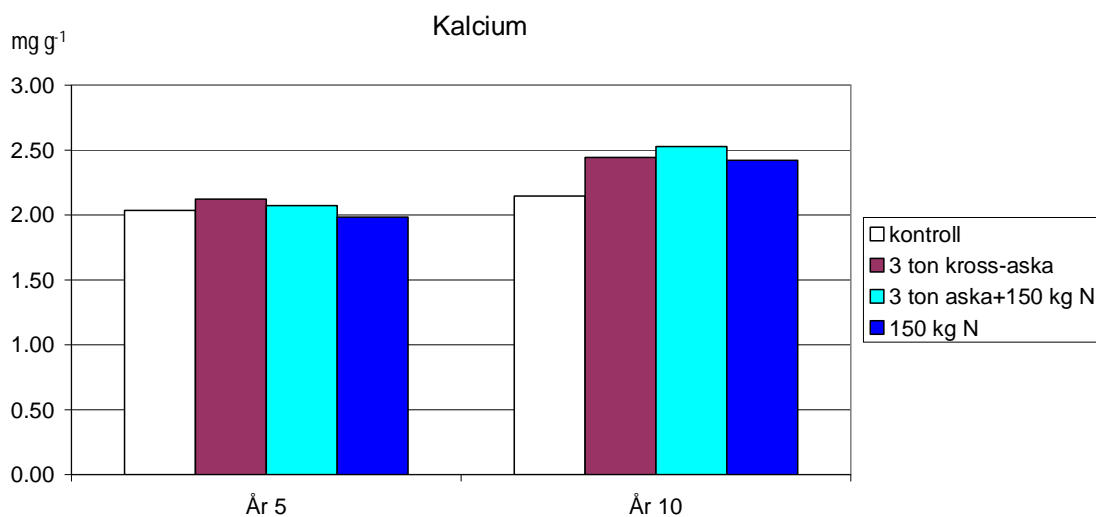
Figur B3. Kväve-, fosfor- och kaliumhalter i årsbarr. Första, andra, tredje, fjärde, femte resp. tionde året efter behandling. Medeltal av tre upprepningar i försöket 250 Riddarhyttan. Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



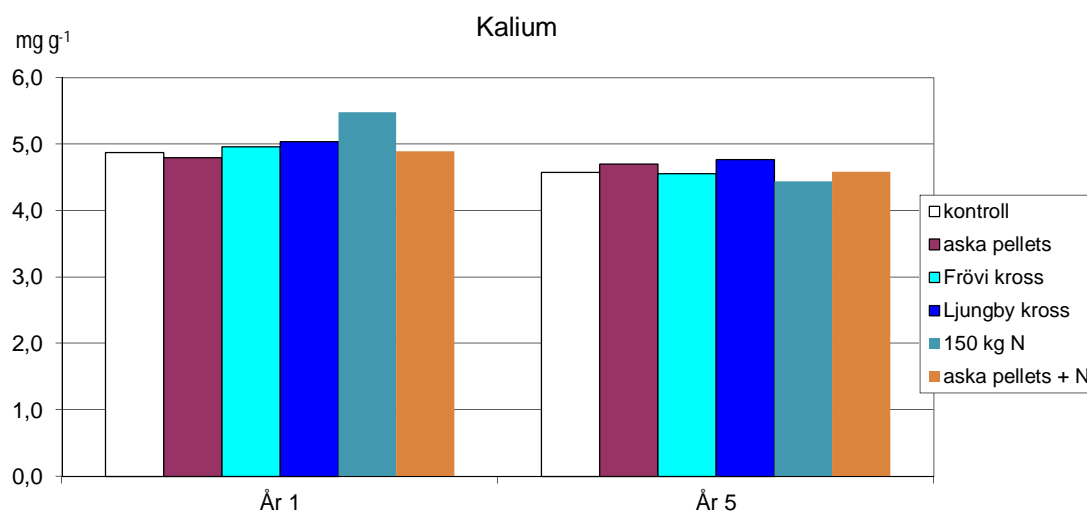
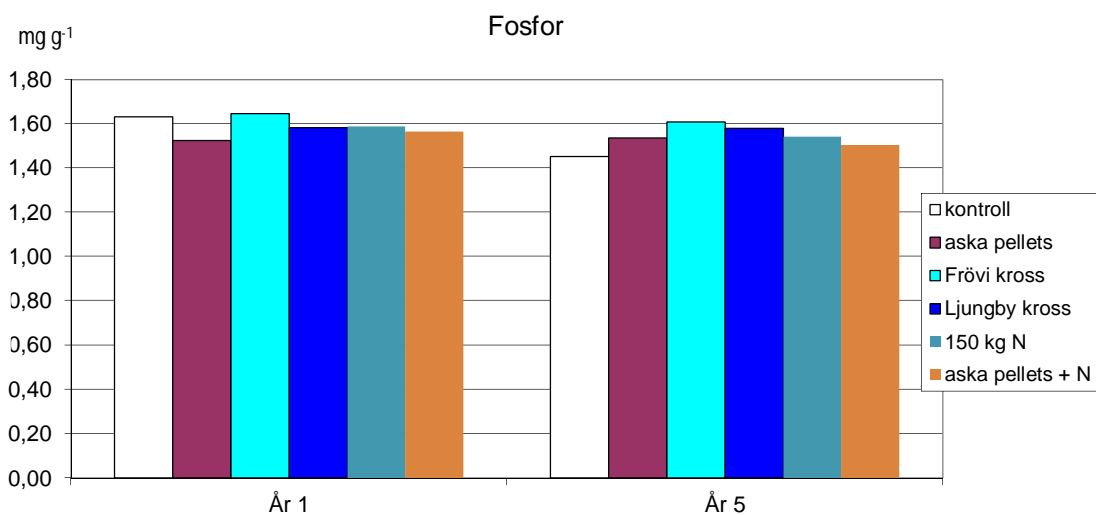
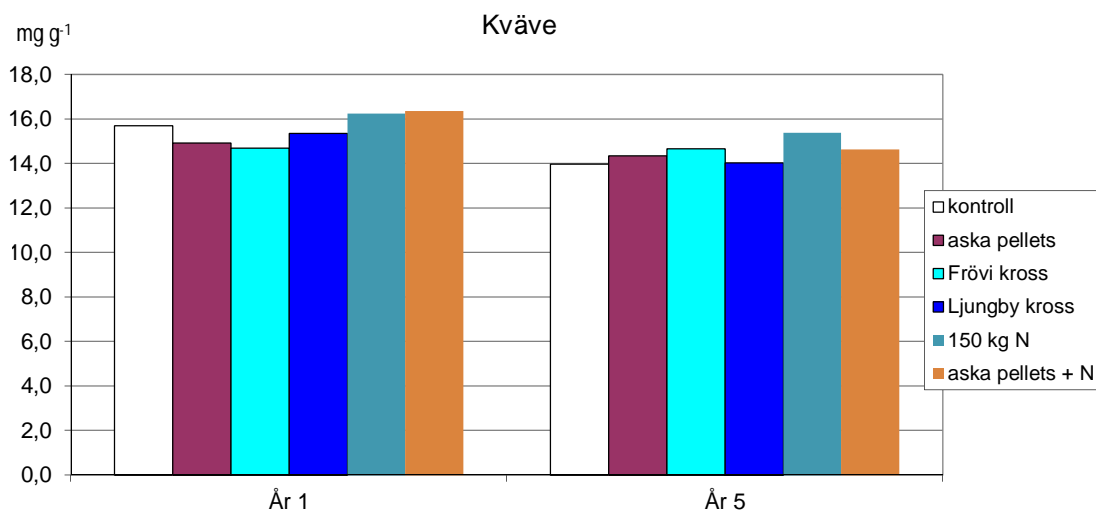
Figur B4. Kalcium-, magnesium- och manganhalter i årsbarr. Första, andra, tredje, fjärde, femte resp. tionde året efter behandling. Medeltal av tre upprepningar i försöket 250 Riddarhyttan. Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



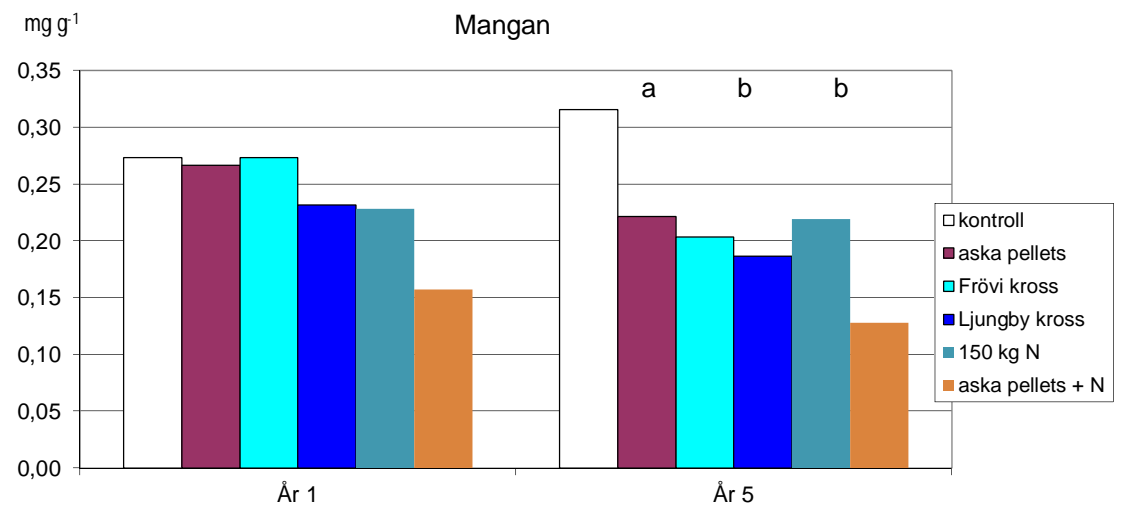
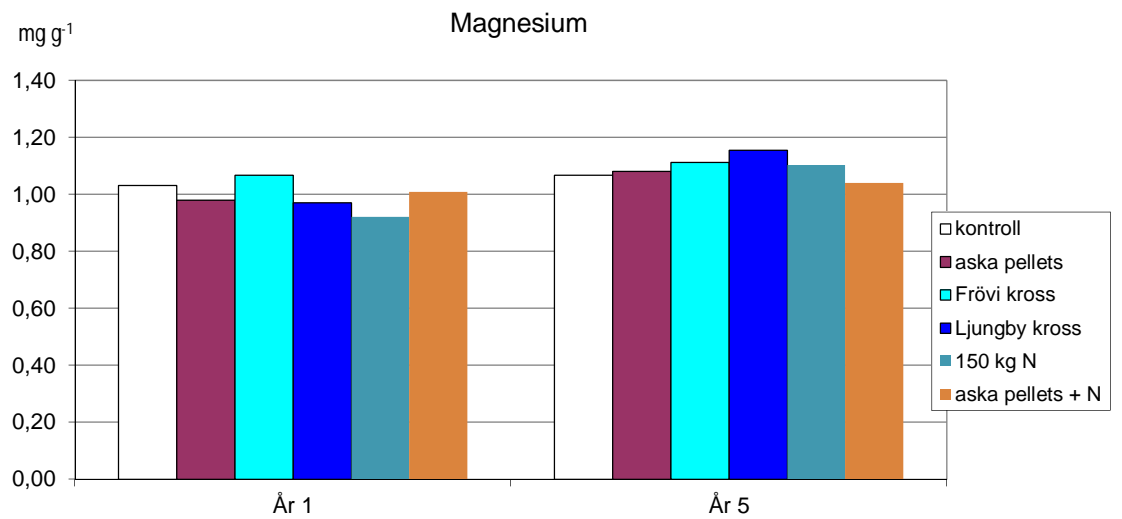
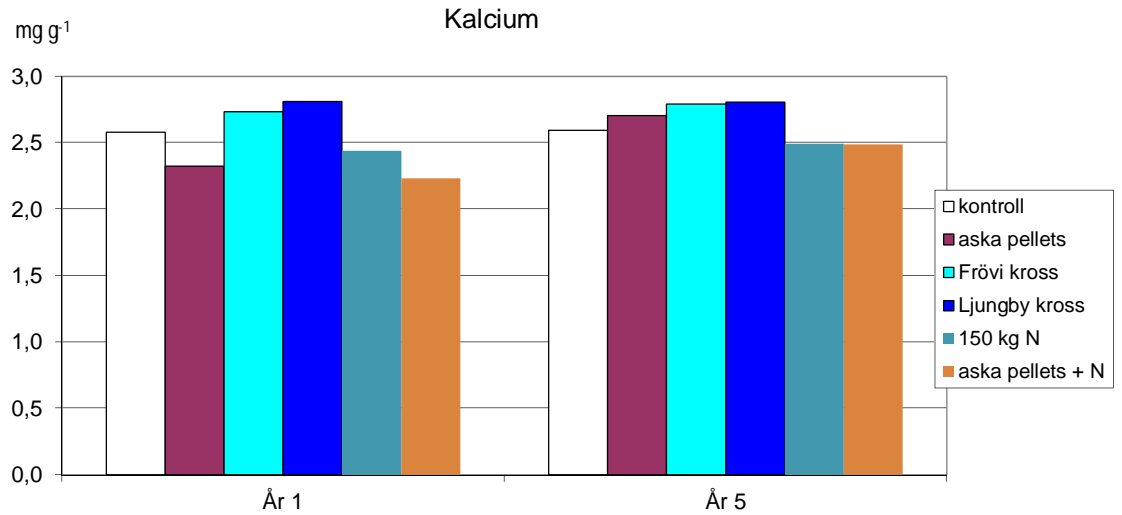
Figur B5. Kväve-, fosfor- och kaliumhalter i årsbarr. Femte resp. tionde året efter behandling. Medeltal av tre upprepningar i försöket 251 Älvsbyn. Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramers test för multipla jämförelser).



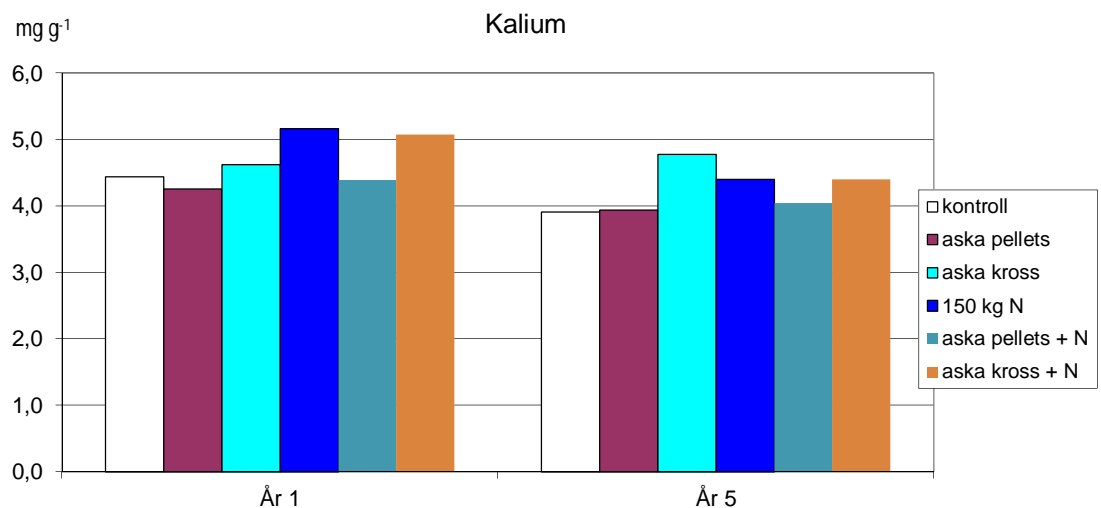
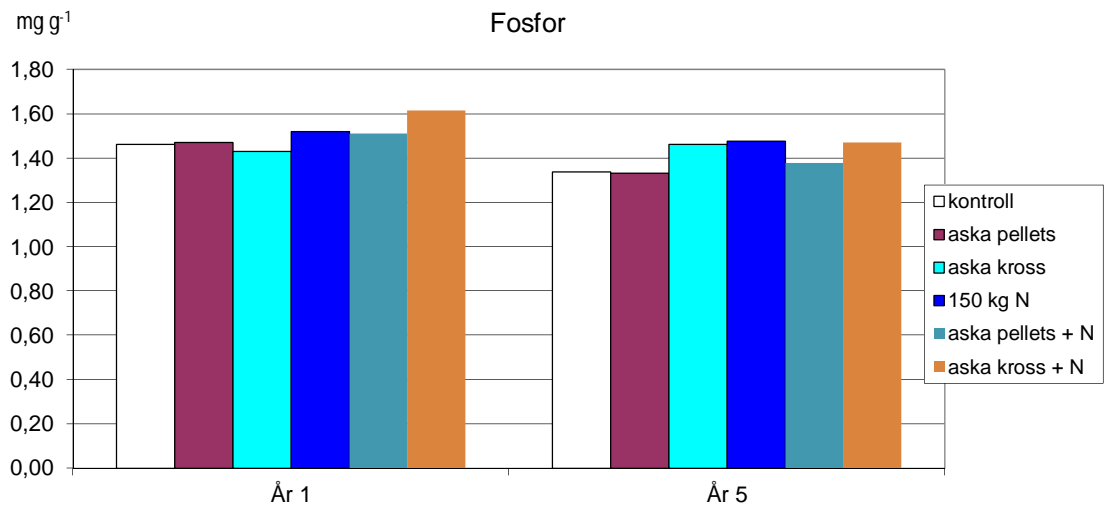
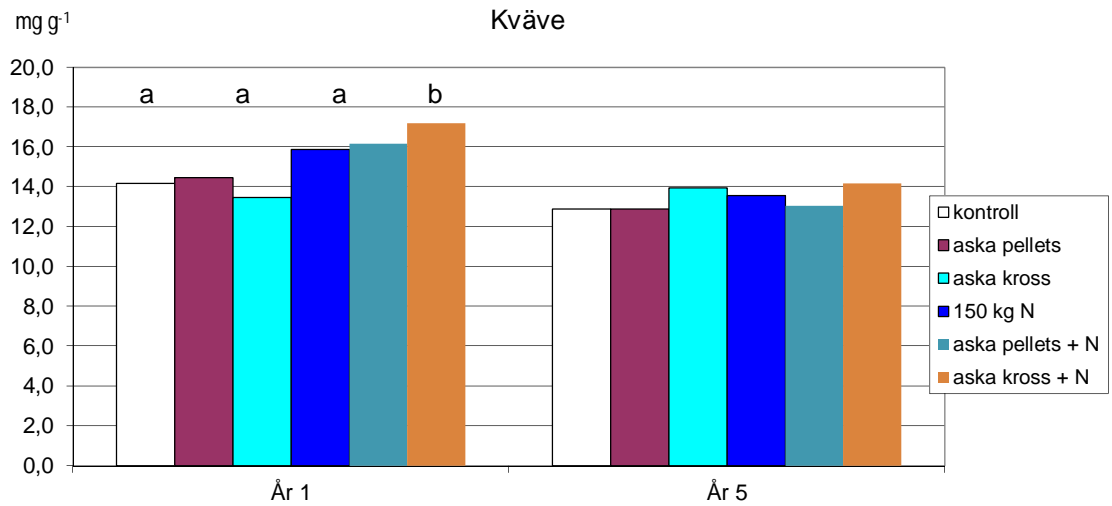
Figur B6. Kalcium-, magnesium- och manganhalter i årsbarr. Femte resp. tionde året efter behandling. Medeltal av tre upprepningar i försöket 251 Älvsbyn. Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



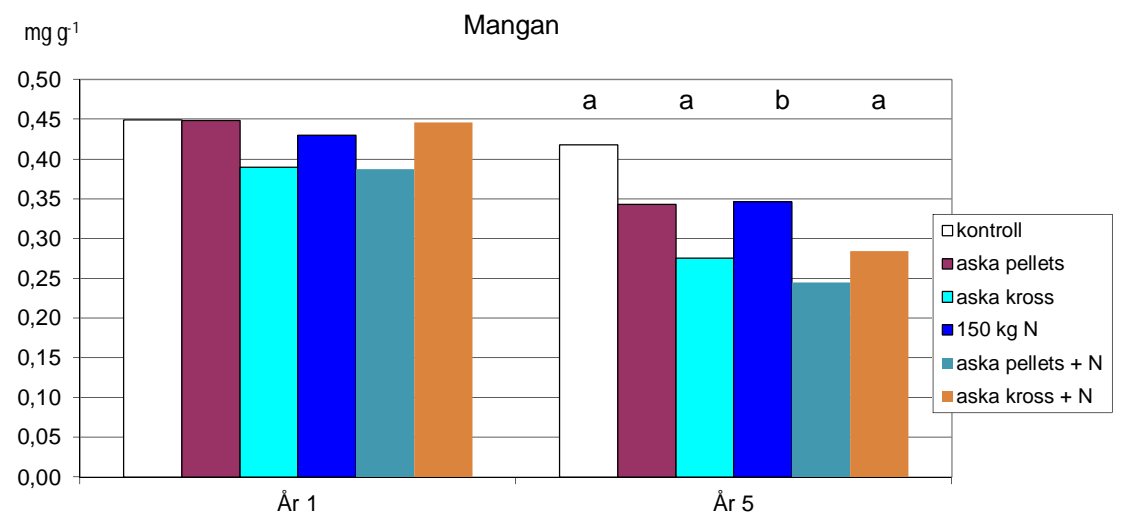
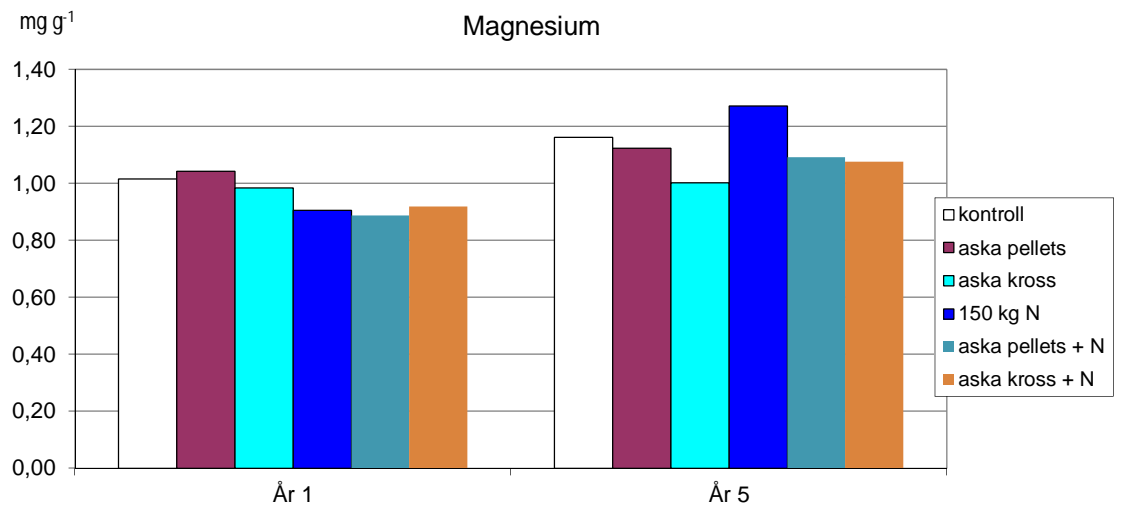
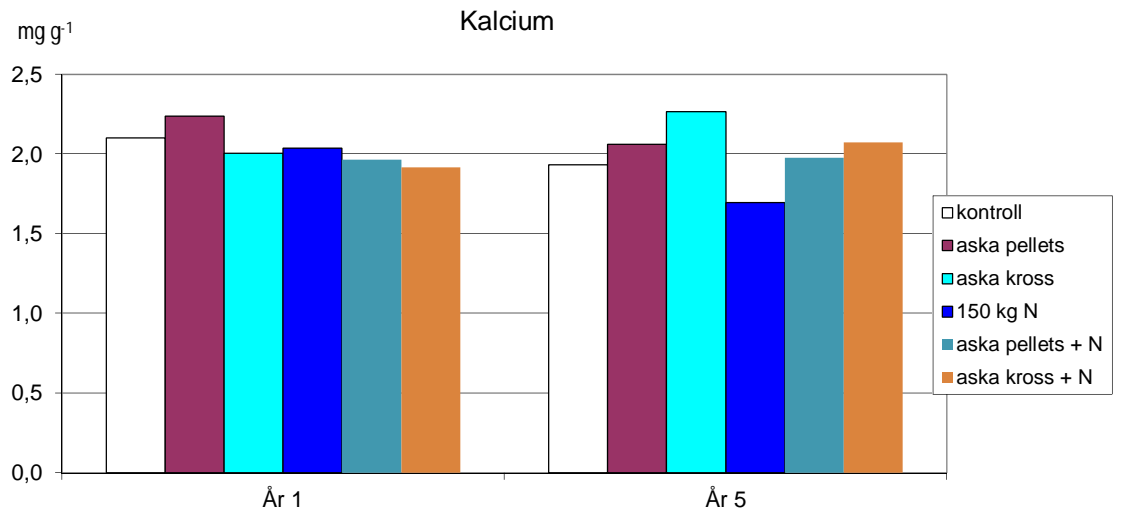
Figur B7.
Kväve-, fosfor- och kaliumhalter i årsbarr i försöket 260 Gislaved (tre upprepningar av varje behandling). Första resp. femte året efter behandling. Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



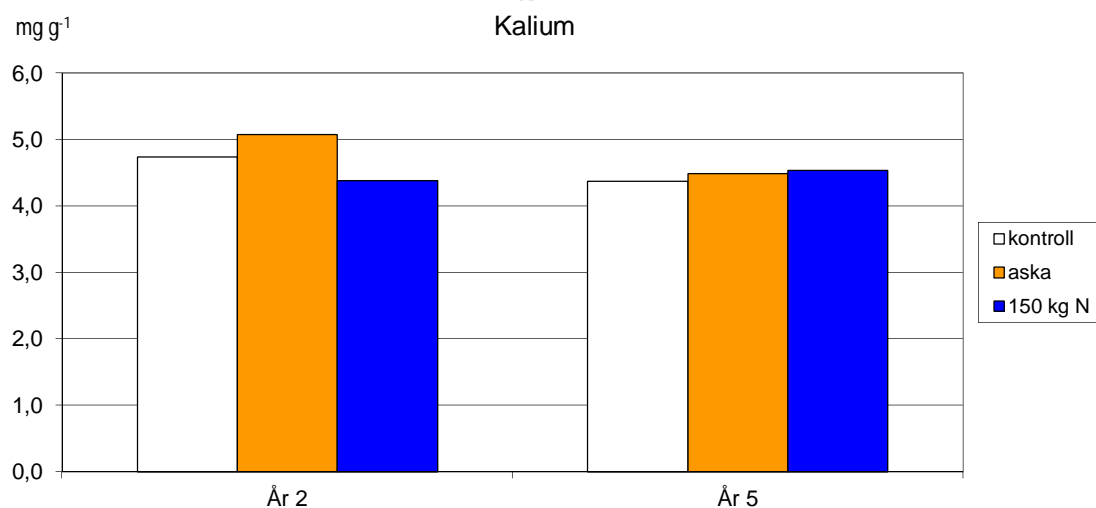
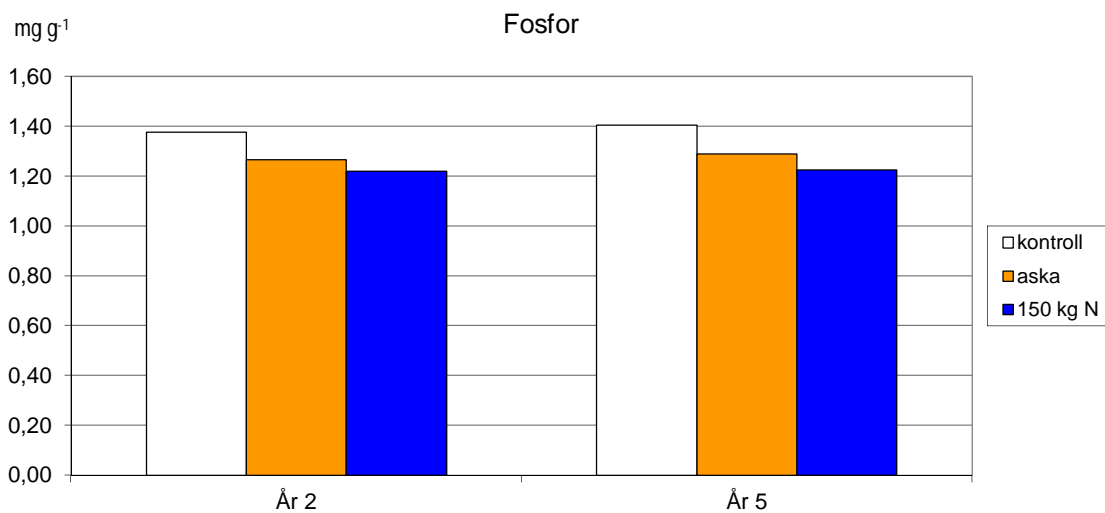
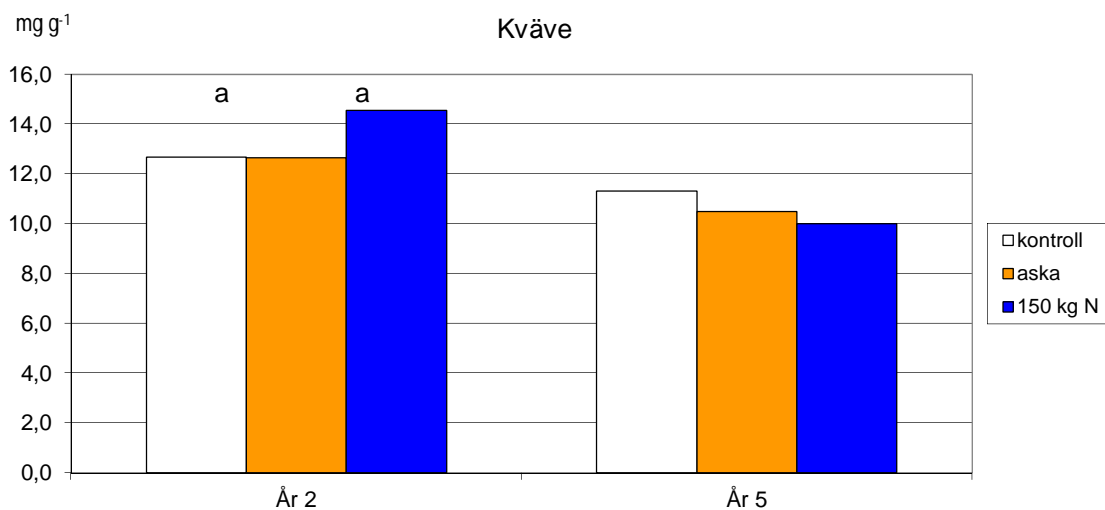
Figur B8.
Kalcium-, magnesium- och manganhalter i årsbarr i försöket 260 Gislaved (tre upprepningar av varje behandling). Första resp. femte året efter behandling. Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



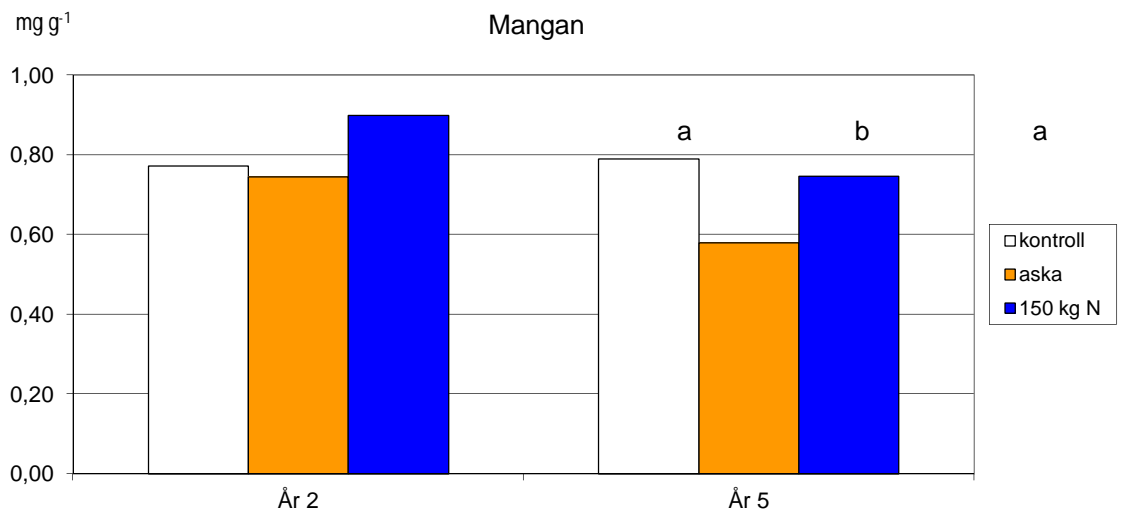
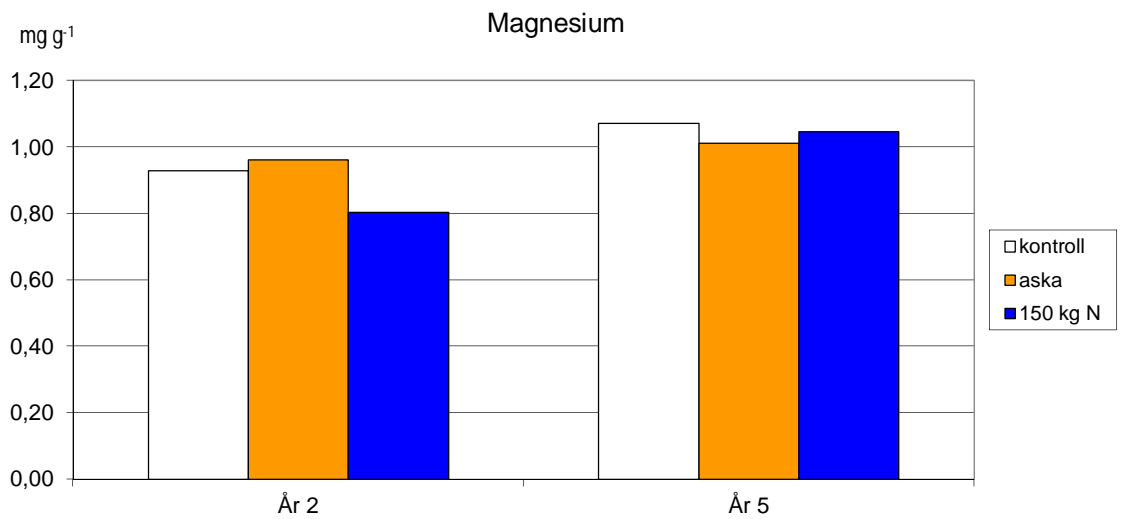
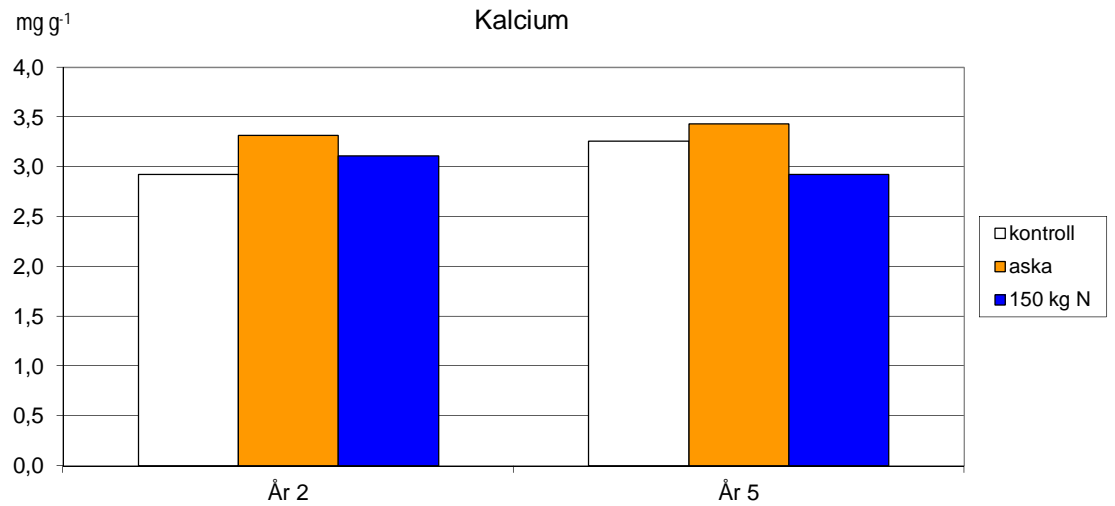
Figur B9. Kväve-, fosfor- och kaliumhalter i årsbarr i försöket 261 Skillingaryd (tre upprepningar av varje behandling). Första resp. femte året efter behandling. Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



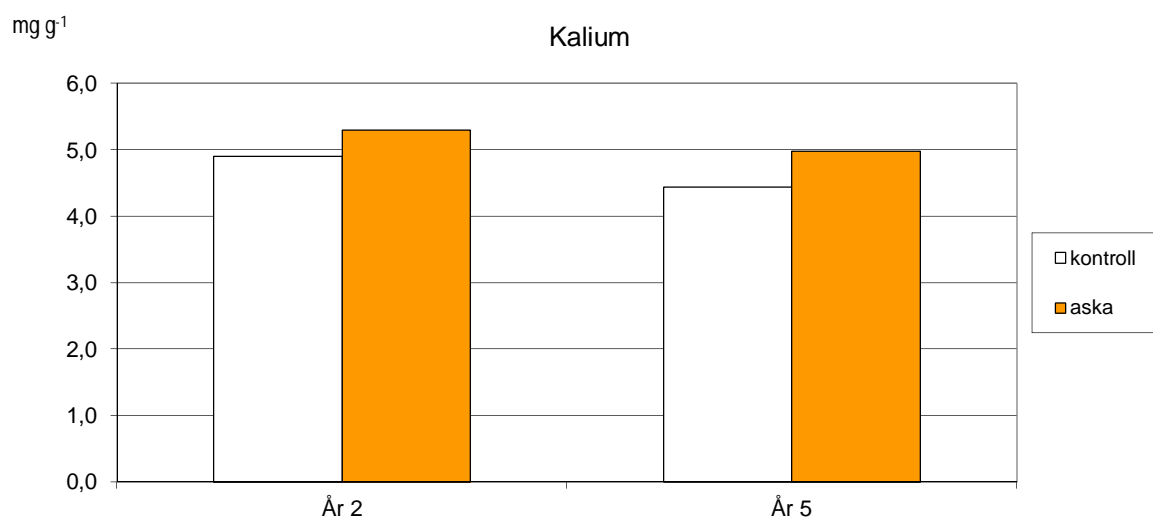
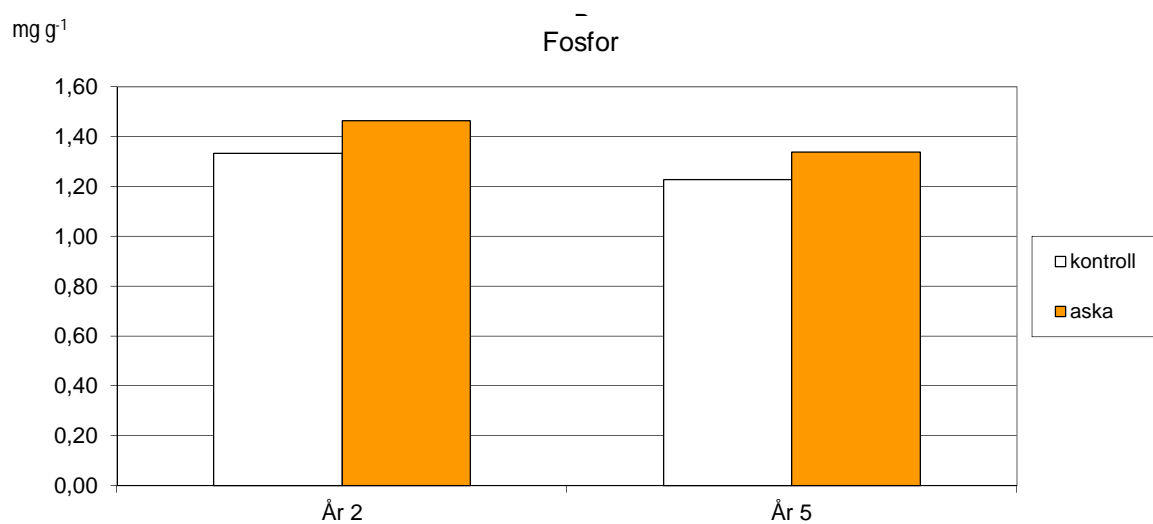
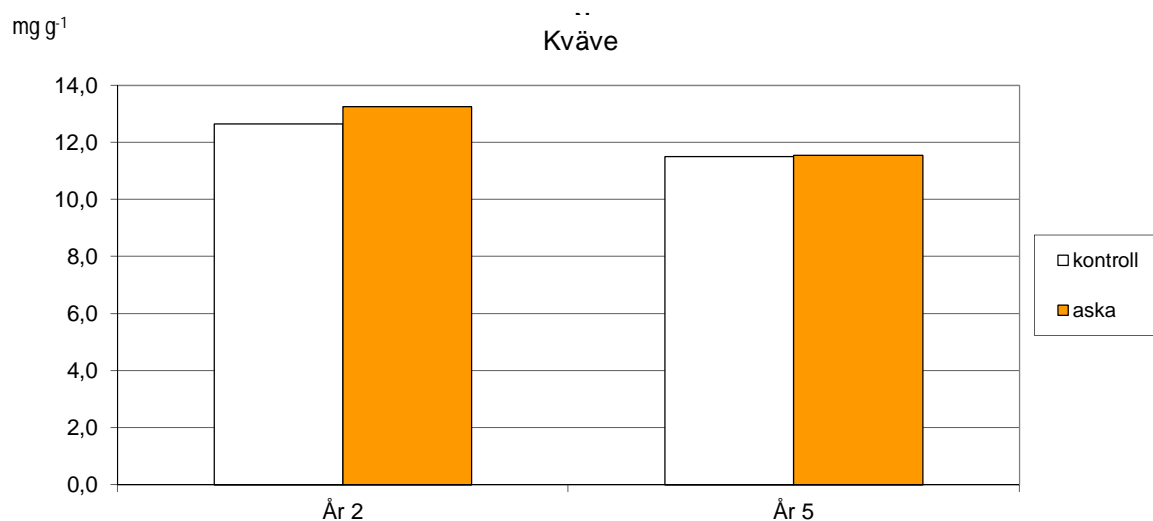
Figur B10. Kalcium-, magnesium- och manganhalter i årsbarr i försöket 261 Skillingaryd (tre upprepningar av varje behandling). Första resp. femte året efter behandling. Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



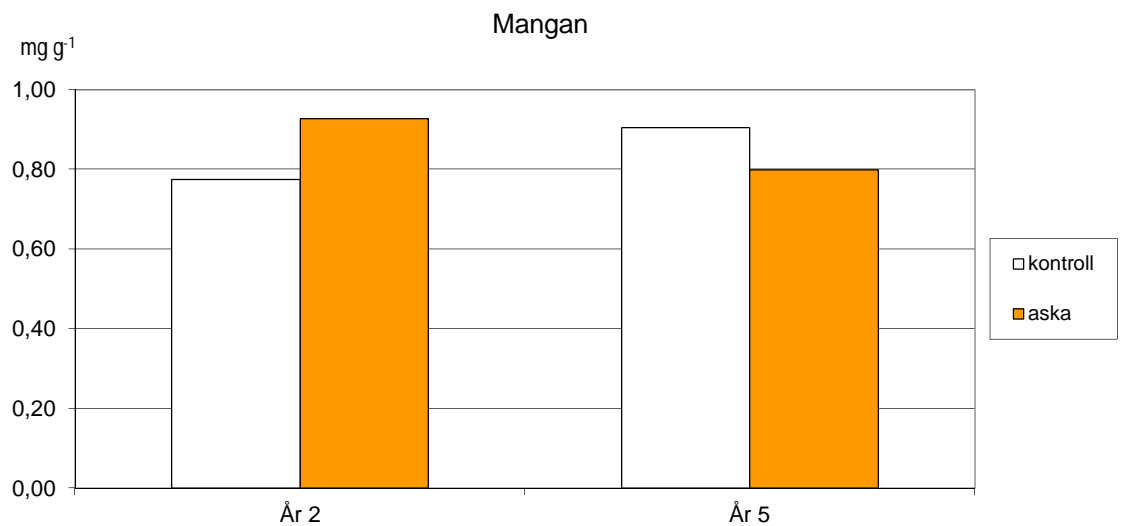
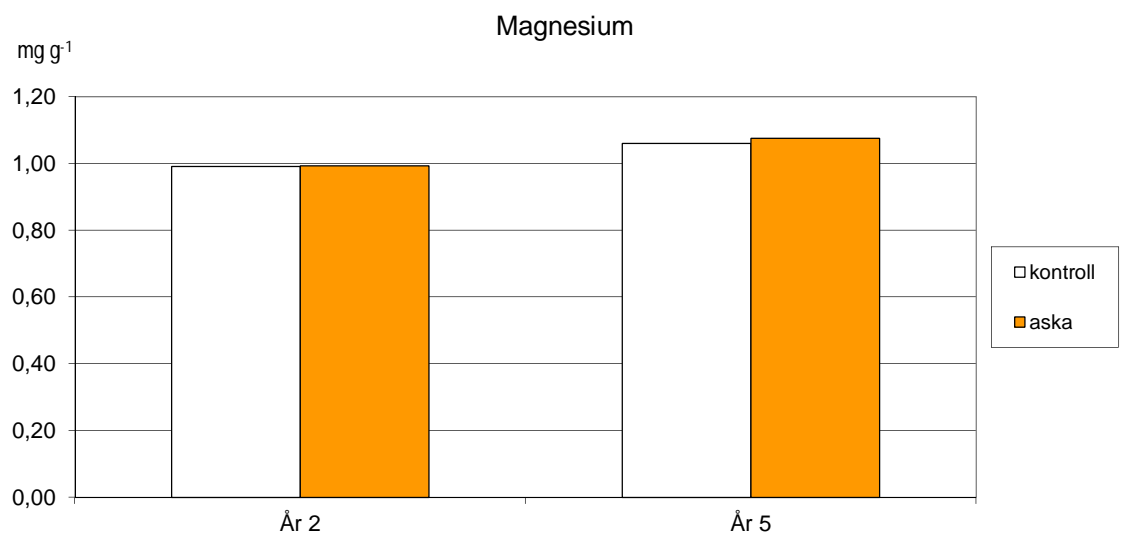
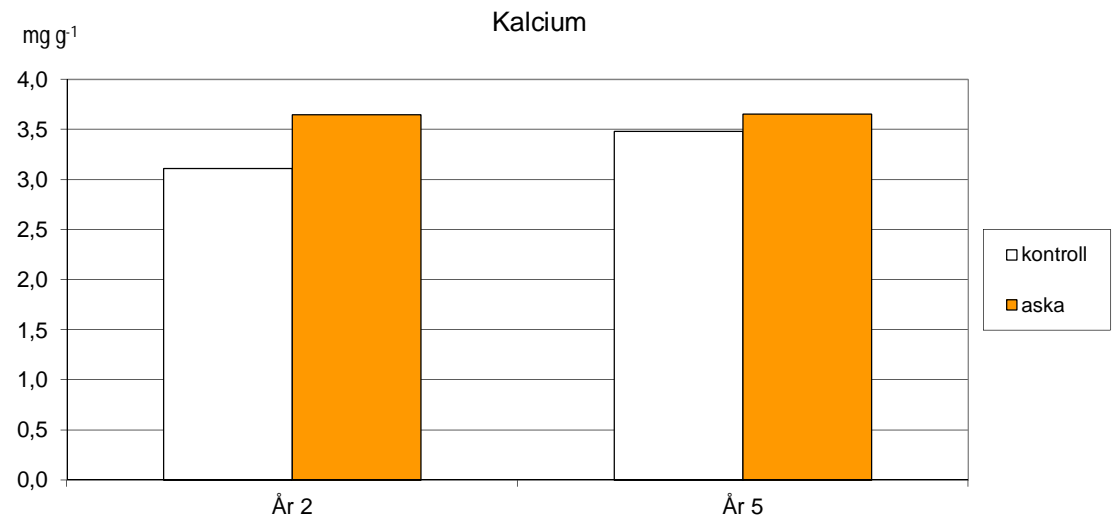
Figur B11. Kväve-, fosfor- och kaliumhalter i årsbarr i försöket 262 Svartnäs. Andra resp. femte året efter behandling (fem upprepningar av varje behandling). Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



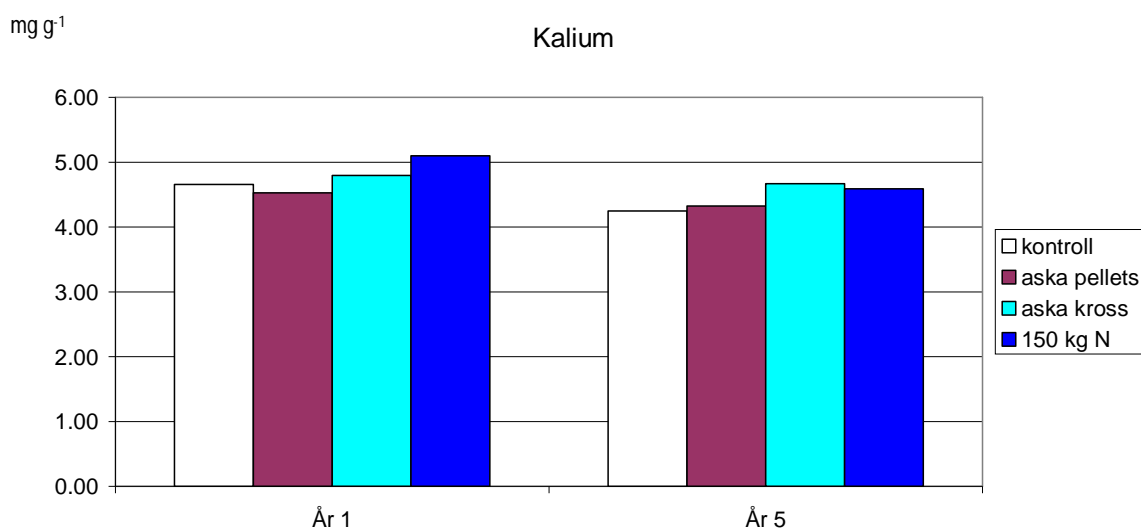
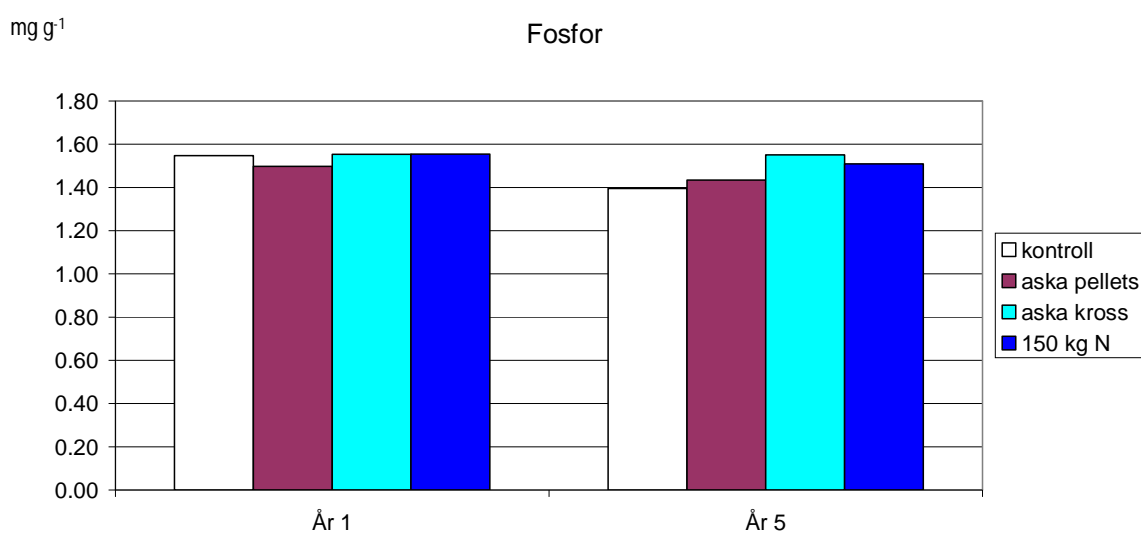
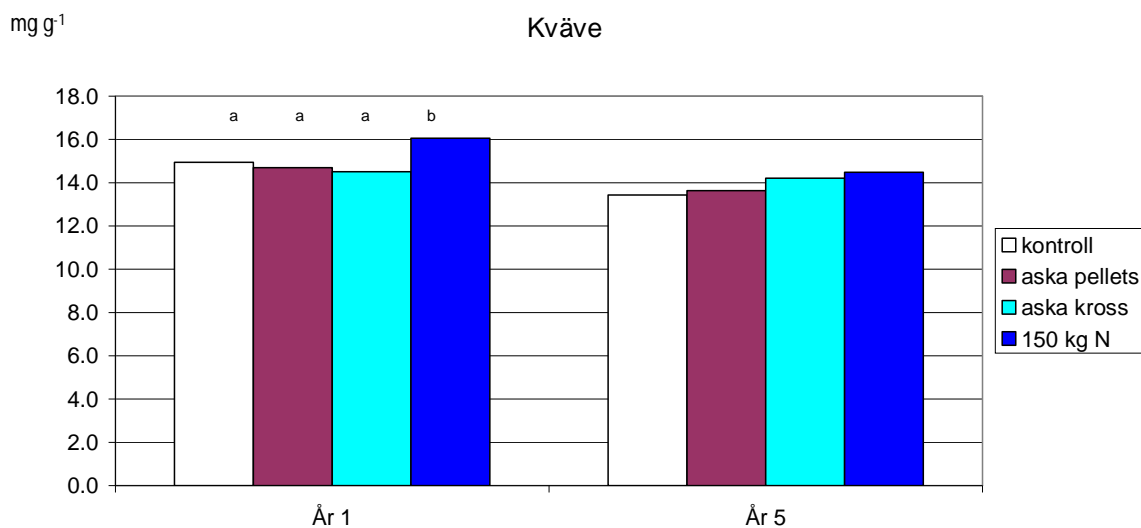
Figur B12.
Kalcium-, magnesium- och manganhalter i årsbarr i försöket 262 Svartnäs. Andra resp. femte året efter behandling (fem upprepningar av varje behandling). Stäplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



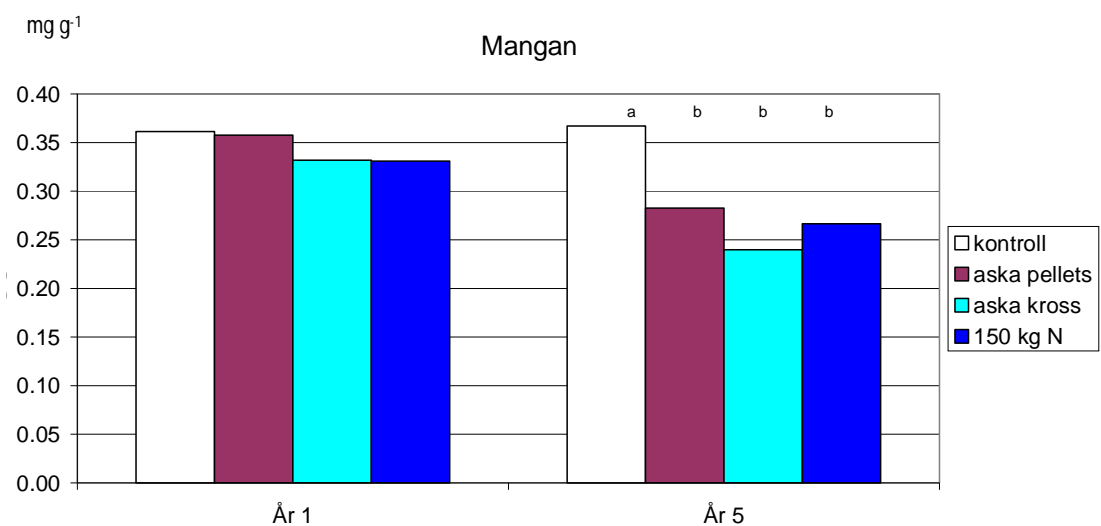
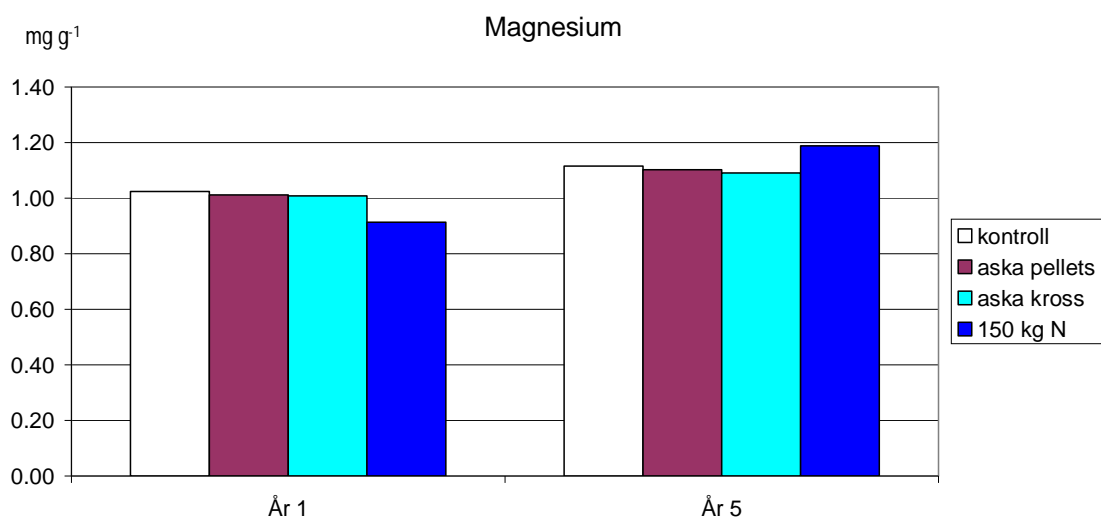
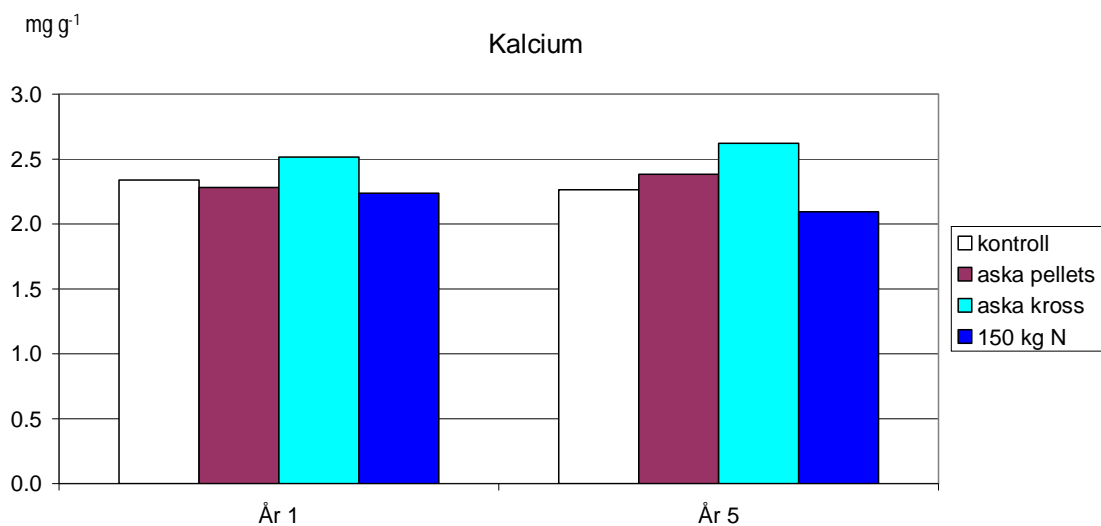
Figur B13.
Kväve-, fosfor- och kaliumhalter i årsbarr i försöket 264 Öjung. Andra resp. femte året efter behandling (fyra uppreningar av varje behandling). Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda.



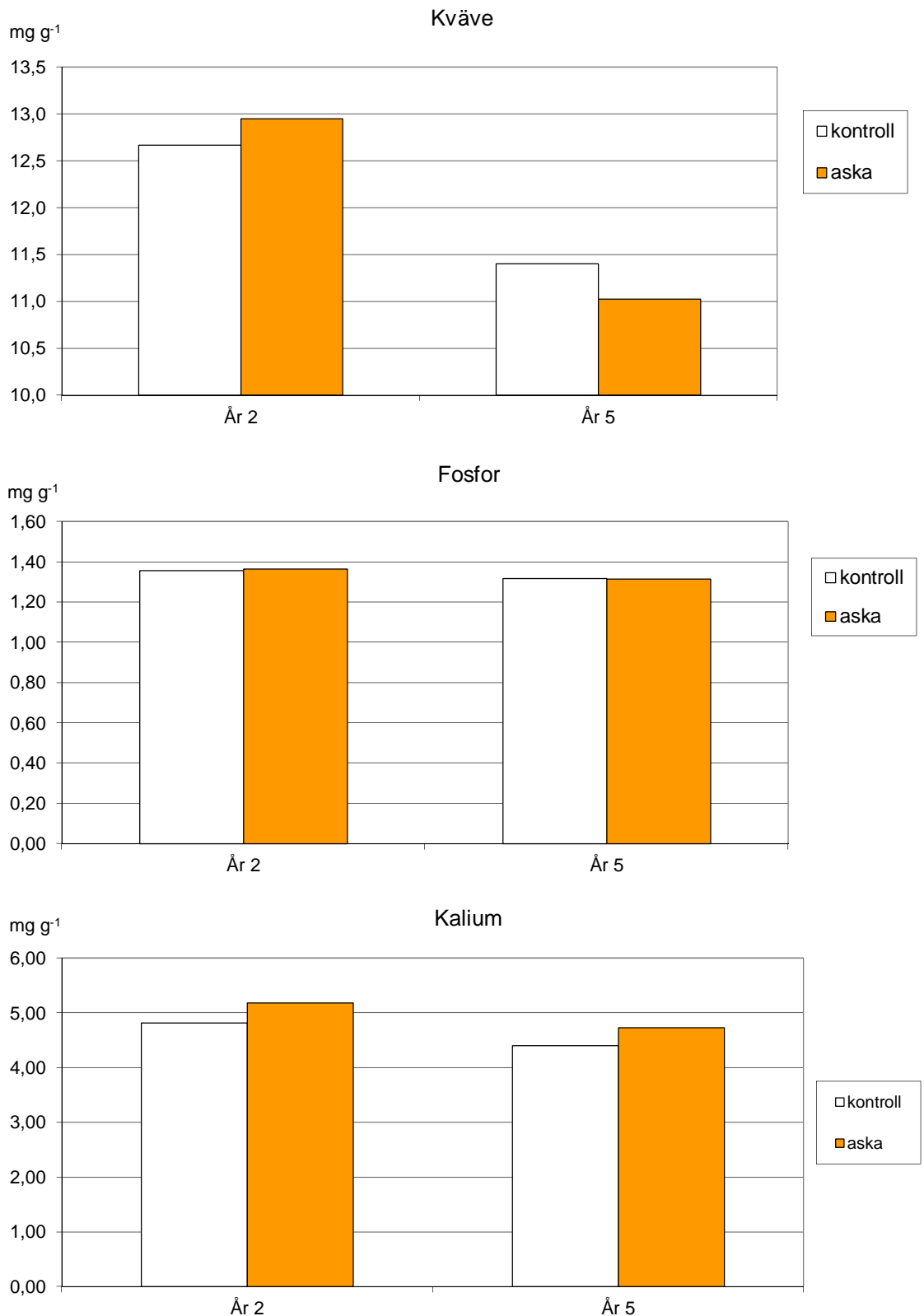
Figur B14.
Kalcium-, magnesium- och manganhalter i årsbarr i försöket 264 Öjung. Andra resp. femte året efter behandling (fyra uppreningar av varje behandling). Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda.



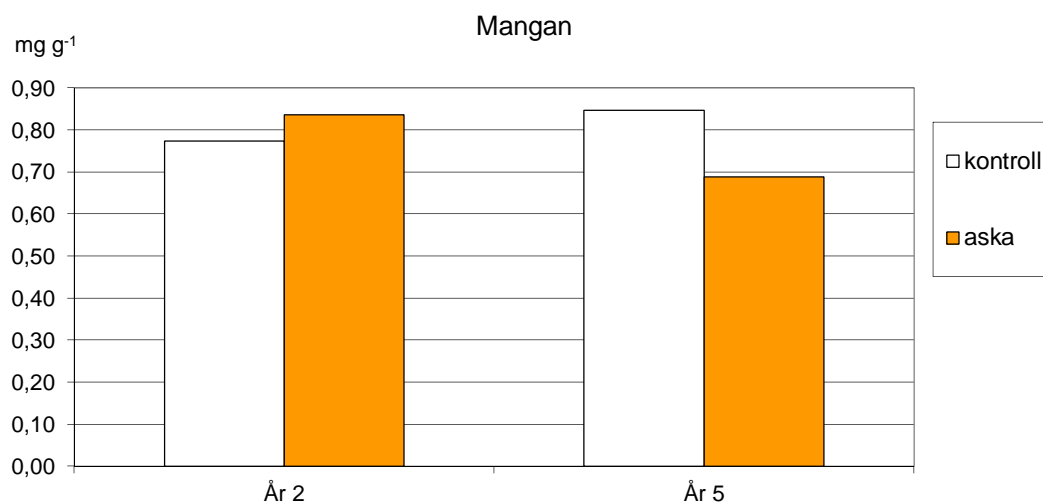
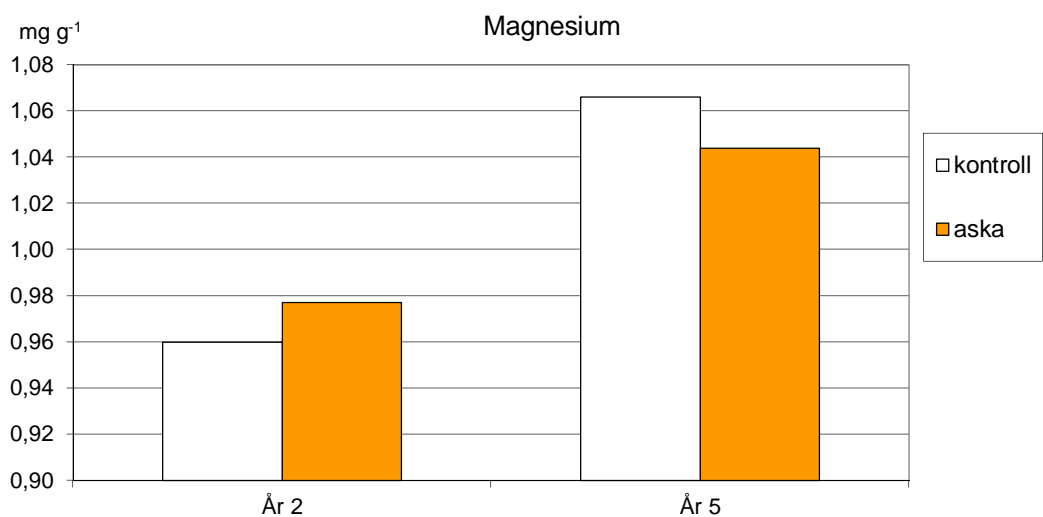
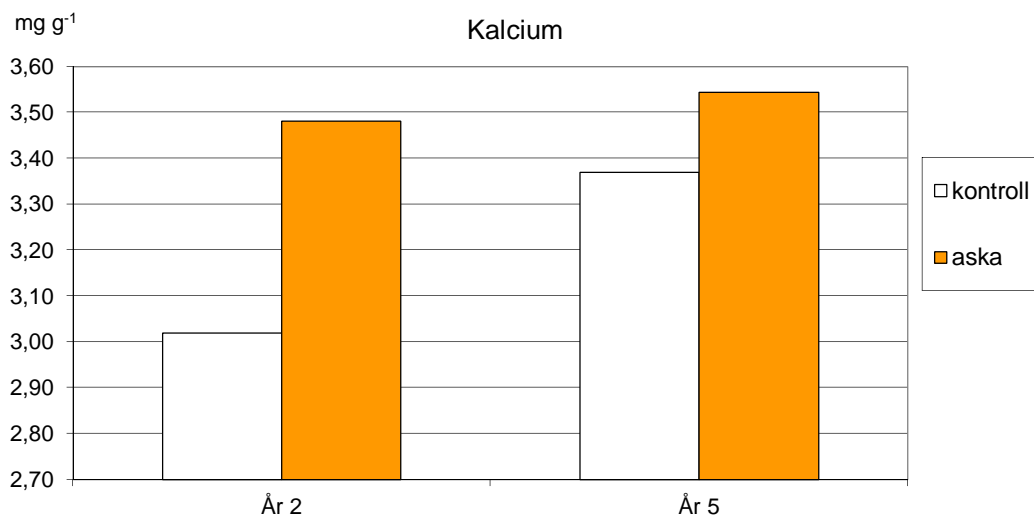
Figur B15.
Kväve-, fosfor- och kaliumhalter i årsbarr. Första resp. femte året efter behandling. Medeltal av försöken 260 Gislaved och 261 Skillingaryd (tre upprepningar av varje behandling per försök). Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



Figur B16.
Kalcium-, magnesium- och manganhalter i årsbarr. Första resp. femte året efter behandling. Medeltal av försöken 260 Gislaved och 261 Skillingaryd (tre upprepningar av varje behandling per försök). Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda (Tukey-Kramer's test för multipla jämförelser).



Figur B17.
Kväve-, fosfor- och kaliumhalter i årsbarr. Andra resp. femte året efter behandling. Medeltal av försöken 262 Svartnäs och 264 Öjung (fyra upprepningar av varje behandling i Öjung samt fem i Svartnäs). Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda.



Figur B10.
Kalcium-, magnesium- och manganhalter i årsbarr. Andra resp. femte året efter behandling. Medeltal av försöken 262 Svartnäs och 264 Öjung (fyra upprepningar av varje behandling i Öjung samt fem i Svartnäs). Staplar markerade med skilda bokstäver är signifikant ($p < 0,05$) skilda.

Arbetsrapporter från Skogforsk fr.o.m. 2013

2013

- Nr 786 Grönlund, Ö. & Eliasson, L. 2013. Knivslitage vid flising av grot. Effects of knife wear on performance and fuel consumption for a small drum chipper. 11 s.
- Nr 787 Sonesson, J. & von Hofsten, H. 2013. Effektivare fältarbete med nya datakällor för skogsbruksplanering. – Greater efficiency in field work using new data sources for forestry planning. Final report to Stiftelsen Skogsällskapet, Project no. 0910-66/143-10 LOMOL. 19 s..
- Nr 788 Bhuiyan, N., Arlinger, J. & Möller, J.J. 2013. Kvalitetssäkring av beräkningsresultat från hprCM och konvertering av pri- till hpr-filer. – Quality assurance of calculation results from hprCM and conversion of prifiles to hpr files. 24 s.
- Nr 789 Brunberg, t. 2013. Bränsleförbrukningen hos skördare och skotare 2012. – Fuel consumption in forest machines 2012. 12 s.
- Nr 790 Eliasson, L. & Lundström, H. 2013. Skotning av hyggestorkad grot. – Skotare med Hultdins biokassett. – Forwarding of dried logging residue: study of Hultdins Biokassett 10 s.
- Nr 791 Andersson, g. & Frisk, M. 2013. Skogsbrukets transporter 2010. – Forestry transports in 2010. 91 s.
- Nr 792 Nordström, M. & Möller, J.J. 2013. Kalibrering av skördarens mätsystem. – En kartläggning av nuläge och utvecklingsbehov. A review of current status and development needs. 15 s.
- Nr 793 Lombardini, C., Granlund, P. & Eliasson, L. 2013. Bruks 806 STC. 0150 – Prestation och bränsleförbrukning. – Performance and fuel consumption of the Bruks 806 STC chipper. 9 s.
- Nr 794 Fridh, L. 2013. Kvalitetssäkrad partsmätning av bränsleved vid terminal. – Quality-assured measurement of energy wood at terminals. 32 s.
- Nr 795 Hofsten von, H. & Brantholm, M.-Å. 2013. Kostnader och produktivitet i stubbskörd. – En fallstudie. Productivity and costs in stump harvest systems-A case study 9 s.
- Nr 796 Brunberg, T. & Iwarsson Wide, M. 2013. Underlag för prestationshöjning vid flerträd shantering i gallring. – Productivity increase after multi-tree handling during thinning. 6 s.
- Nr 797 Jacobson, S. & Filipsson, J. 2013. Spatial distribution of logging residues after final felling. – Comparison between forest fuel adapted final felling and conventional final felling methods. Trädresternas rumsliga fördelning efter slutavverkning – Jämförelse mellan bränsleanpassad och konventionell avverkningsmetod. 19 s.
- Nr 798 Möller, J. J., Arlinger, J. & Nordström, M. 2013. Test av StanForD 2010 implementation i skördare.
- Nr 799 Björheden, R. 2013. Är det lönsamt att täcka groten? Effekten av täckpappens bredd på skogsbränslets kvalitet. – Does it pay to cover forest residue piles? Effect of tarpaulin width on the quality of forest chips. 16 s.
- Nr 800 Almqvist, C. 2013. Metoder för tidig blomning hos tall och gran. – Slutrapport av projekt 40:4 finansierat av Föreningen skogsträdsförädling. – Early strobili induction in cots pine and Norway spruce. – Final report of Project no. 40:4, funded by the Swedish Tree Breeding Association. 26 s.

- Nr 801 Brunberg, T. & Mohtashami, S. 2013. Datoriserad beräkning av terrängtransportavståndet. – Computerised calculation of terrain transport distance. 8 s.
- Nr 802 Johan Sonesson, Lars Eliasson, Staffan Jacobson, Lars Wilhelmsson & John Arlinger. Analy ses of forest management systems for increased harvest of small trees for energy purposes in Sweden. – Analys av skogsskötselsystem för ökat uttag av klenträäd som bränslesortiment 32 s..
- Nr 803 Edlund, J., Jonsson, R. & Asmoarp, V. 2013. Fokusveckor 2013 – Bränsleuppföljning för två fordon inom ETTdemo-projektet, ST-kran och ST-grupp. – Monitoring fuel consumption of two rigs in the ETTdemo project, ST-crane and ST-group. 22 s.
- Nr 804 Iwarsson-Wide, M., Olofsson, K., Wallerman, J., Sjödin, M., Torstensson, P. O., Aasland, T., Barth, A. & Larsson, M. 2013. Effektiv volymuppskattning av biomassa i vägkanter och ungskogar med laserdata. – Effective estimate of biomass volume on roadsides and in young forests using laser data 40 s.
- Nr 805 Iwarsson-Wide, M., L., Bäfver, Renström, C. & SwedPower, P. 2013. Fraktionsfördelning som kvalitetsparameter för skogsbränsle – Kraft- och värmeverkens perspektiv. 38 s.
- Nr 806 Englund, M. & Jönsson, P. 2013. LED-lampor i såglådan – En pilotstudie. – LED lamps in the saw box – A pilot study. 8 s.
- Nr 807 Nordlund, A., Ring, E., Högbom, L. & Bergkvist, I. 2013. Beliefs among Formal Actors in the Swedish Forestry Related to Rutting Caused by Logging Operations. – Attityder och åsikter med koppling till körskador inom olika yrkesgrupper i skogsbruket 18 s.
- Nr 808 Arlinger, J. & Jönsson, P. 2013. Automatiska tidsstudier i skogsmaskinsimulator. – Driftuppföljning och produktionsdata enligt StanFord 2010. Automatic time-studies in forest machine simulators – Operational monitoring and production data according to StanForD 2010. 10 s.
- Nr 809 Englund, M., Mörk, A. & Jönsson, P. 2013. Skotartävling på Elmia – Kran- och motorinställningars påverkan på bränsleförbrukning och tidsåtgång. Forwarder contest at Elmia. – Effect of crane and engine settings on fuel consumption and speed of work. 9 s.
- Nr 810 Eliasson, L., Lombardini, C., Lundstruöm, H. & Granlund, O. 2013. Eschlböck Biber flishugg – Prestation och bränsleförbrukning – Rangering av fliscontainrar med en John Deere 1410 containerskyttel.
- Nr 811 Eliasson, L. 2013. En simulering av en integrerad skördare för förpackad flis vid energiuttag i gallring. – Simulation of an integrated harvester for pre-packaged chips during energy harvest in early thinning. 16 s.
- Nr 812 Englund, M. 2013. Test av stolar och tillbehör med avseende på helkroppsvibrationer. Test of seats and associated equipment in terms of whole-body vibrations. 32 s.
- Nr 813 Enström, J., Athenasiadis, D., Grönlund, Ö. & Öhman, M. 2013. Framgångsfaktorer för större skogs bränsleterminaler. – Success factors for larger energy wood terminals. 37 s.

- Nr 814 Wennström, U. 2013. Holmens fröbehov, produktion och genetisk kvalitet 2012–2060. – Holmen's seed requirements: production and genetic quality 2012–2060. 50 s.
- Nr 815 Hannrup, B., Andersson, M., Larsson, J., Sjöberg, J. & Johansson, A. 2013. Slutrapport för projekt "Beröringsfri diametermätning i skördare – Utveckling av skräpreducerande skydd". Final report of the project 'Hands-free measurement of stem diameter in harvesters. – Development of waste-reducing protection'. 71 s.
- Nr 816 Eriksson, E. & Täljeblad, M. 2013. Prekal – Självföryngring före slutavverkning. – Slutrapport Försök 1–6. Prekal. – Natural regeneration before final felling. Final report, Experiments 1–6. 28 s.
- 2014**
- Nr 817 Arlinger, J., Brunberg, T., Lundström, H. & Möller, J. Jämförelse av JD1170E och JD1470E i slutavverkning hos SCA Skog AB hösten 2013. Comparison of JD1170E and JD1470E in final felling at SCA Skog AB, autumn 2013. 29 s.
- Nr 818 Bergkvist, I., Friberg, G., Mohtashami, S. & Sonesson, J. 2014. STIG-projektet 2010–2014. The STIG Project, 2010-2014. 19 s.
- Nr 819 Björheden, R. 2014. Studie av Fixteri FX15a klenträdsbuntare. Study of Fixteri FX15a small-tree bundling unit.
- Nr 820 Löfroth, C. & Brunberg, T. 2014. Bränsleförbrukningen hos rundvirkesfordon 2008 och 2013. Fuel consumption of roundwood vehicles in 2008 and 2013. 12 s.
- Nr 821 Jönsson, P., Hannrup, B., Gelin, O. & Löfgren, B. 2014. Utvärdering av sågenheten R5500 med avseende på kaptid och energiåtgång. Evaluation of the R5500 sawing unit in terms of bucking time and fuel consumption. 24 s.
- Nr 822 Eliasson, L. & Johannesson, T. 2014. Effekten av olika bottensäll på prestation, bränsleförbrukning och flisens fraktionsfördelning för flishuggarna Kesla 645 och Eschlböck Biber-92. – Effects of sieve size on chipper productivity, fuel consumption and chip size distribution for the chippers Kesla 845 and Eschlböck Biber-92. 18 s.
- Nr 823 Eliasson, L., Lombardini, C., Granlund, P., Magagnotti, N. & Spinelli, R. 2014. Prestation och bränsleförbrukning för en lastbilsmonterad Pezzolato PTH 1200/820 flishugg. – Performance and fuel consumption of a truck-mounted Pezzolato PTH 00/820 chipper. 12 s.
- Nr 824 Iwarsson- Wide, M. Grönlund, Ö. 2014. Lastindikatorer och lastbärvågar. 15 s.
- Nr 825 Sikström, U. 2014. Föryngring av gran under högskärm: Försöksverksamhet vid Bergvik Skog – Uppföljning 2013.
- Nr 826 Englund, M. 2014. Mätning av mental arbetsbelastning – En metodstudie. 27.
- Nr 827 Jönsson, P., Björheden, R. & Eliasson, L. 2014. Destinering och lägesbyten för att effektivisera transportererna av skogsflis.
- Nr 828 Barth, A., Holmgren, J., Wilhelmsson, L. & Nordström, M. 2014. Evaluation of single tree based estimates with terrestrial laser scanning in Sweden.
- Nr 829 Jacobson, S. Asktilförsel och dess påverkan på trädens tillväxt och näringsstatus – Revision av sex fältförsök. – Effect of application of wood ash on tree growth and nutrient status. – Revision of six field experiments 32 s.
- Nr 830 Björheden, R. 2014. Proceedings of the Nordic Baltic Conference OSCAR14. Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25-27, NOVA Park Conference, Knivsta, Sweden. – Proceedings från den Nordiska Baltiska konferensen OSCAR14 Solutions for Sustainable Forestry Operations, June 25–27, 2014, NOVA Park Conference, Knivsta, Sverige. 114 s.

SKOGFORSK

– Stiftelsen skogsbrukets forskningsinstitut

arbetar för ett lönsamt, uthålligt mångbruk av skogen. Bakom Skogforsk står skogsföretagen, skogsägareföreningarna, stiften, gods, skogsmaskinföretagare, allmänningar m.fl. som betalar årliga intressentbidrag. Hela skogsbruket bidrar dessutom till finansieringen genom en avgift på virke som avverkas i Sverige. Verksamheten finansieras vidare av staten enligt särskilt avtal och av fonder som ger projektbundet stöd.

FORSKNING OCH UTVECKLING

Två forskningsområden:

- Skogsproduktion
- Virkesförsörjning

UPPDRAG

Vi utför i stor omfattning uppdrag åt skogsföretag, maskintillverkare och myndigheter. Det kan gälla utredningar eller anpassning av utarbetade metoder och rutiner.

KUNSKAPSFÖRMEDLING

För en effektiv spridning av resultaten används flera olika kanaler: personliga kontakter, webb och interaktiva verktyg, konferenser, media samt egen förlagsverksamhet med produktion av trycksaker och filmer.

Från Skogforsk nr. 829–2014



www.skogforsk.se