



Studie av mätmetoder vid Riksskogstaxeringens årsringsmätning

Solveig Berg Lejon

Arbetsrapport 110 2003

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
och geomatik
S-901 83 UMEÅ
Tfn: 090-786 58 25 Fax: 090-77 81 16

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG--AR--110-SE

INNEHÅLLSFÖRTECKNING

INLEDNING	3
MÅL	3
MÄTMETODER	4
MATERIAL	4
BORTFALL	4
METODER	5
MELLAN MÄTMETODER	5
<i>Tillväxt</i>	5
<i>Antal årsringar / tidsåtgång</i>	6
INOM MÄTMETODER	6
RESULTAT	7
MELLAN MÄTMETODER	7
<i>Tidsåtgång</i>	7
<i>Tillväxt</i>	8
<i>Antal årsringar</i>	9
INOM MÄTMETODER	11
<i>Tillväxt</i>	11
<i>Antal årsringar</i>	11
DISKUSSION	11

INLEDNING

Sedan 1923 har mätningen av borrhärdar gjorts med hjälp av mikroskop. Modern teknik för bildavläsning, överföring av bilder till dator samt programvaror för bildanalys, kan erbjuda effektivare och bättre arbetsrutiner vid årsringsmätningen för riksskogstaxering. Därför har studier av alternativ metod för analys av borrhärdar genomförts för att se om det föreligger någon skillnad mellan nuvarande använd analysmetod och en modern metod - WinDENDROs.

Programvaran WinDENDRO är ett bildanalyssystem avsett speciellt för årsrings-, stam- och veddensitetsmätningar och analyser. Det förutsätter bildavläsning med t ex en scanner av hög optisk standard. En scanner ger en mycket hög upplösning av färg- och gråskalebilder utan skuggor och ojämnheter i ljusintensitet även för större bildtyper, vilket gör att den kan vara mycket användbar för analys av borrhärdar.

Den först versionen av programmet kom 1988 och utvecklades i samarbete mellan Dr. Réjean Gagnon och Dr. Hubert Morin vid The Dendroecology Laboratory of Université du Québec à Chicoutimi. Därefter har programmet uppdaterats regelbundet och förbättras.

MÅL

Projektet ska undersöka förutsättningar för införandet av programvaran WinDENDRO i arbetet med analys av borrhärdar. Det genomförs mot bakgrund av att förbättra arbetsmiljön, där ensidiga fysiska belastningar och ensidiga arbetsuppgifter undviks. Eventuellt ger också analysmetoden en effektivare analys av borrhärdar i form av tidsbesparing.

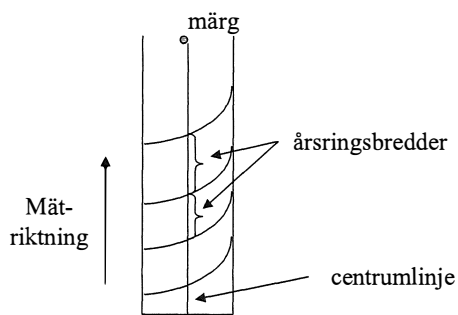
Ett försök genomfördes för att se om det föreligger någon signifikant skillnad mellan de båda mätmetoderna beträffande antalet årsringar (ålder), tillväxt och tidsåtgång.

ERRATA

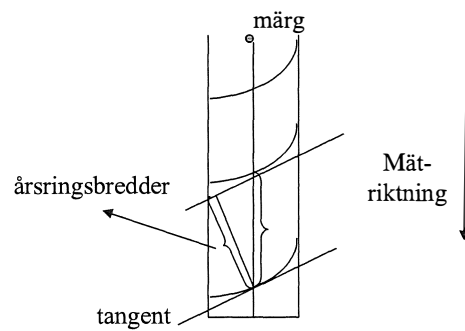
Solveig Berg Lejon, 2003. ”Studie av mätmetoder vid Riksskogstaxeringens Årsringsmätning”

Sidan 4

Står

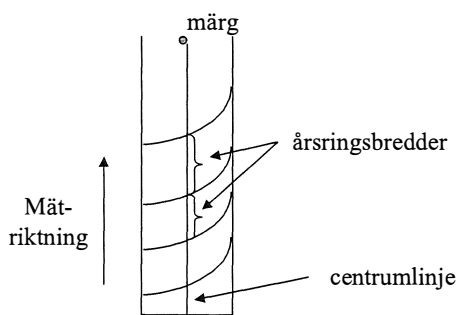


Figur 1. Mätning med WinDendro

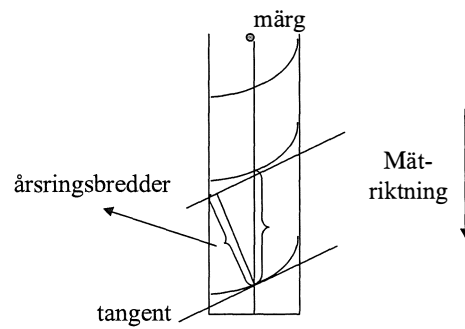


Figur 2. Mätning med Mikroskop

Ska vara



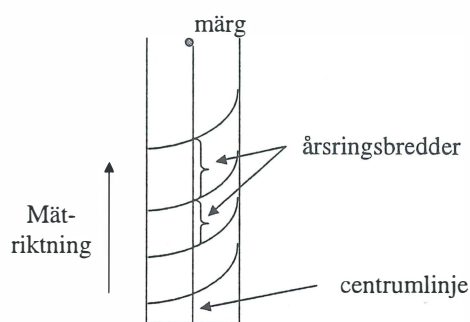
Figur 1. Mätning med Mikroskop



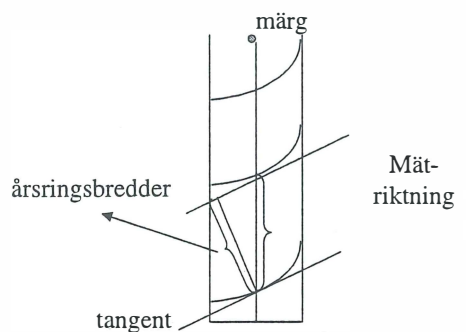
Figur 2. Mätning med WinDendro

MÄTMETODER

Mätmetoden som används med WinDENDRO är en *s k* intensitets differens metod med en automatisk detektering av borrhärens årsringar och tillväxt, kompletterad med manuella justeringar för att få så korrekt uppskattning som möjligt av antal årsringar och tillväxt.



Figur 1. Mätning med WinDendro



Figur 2. Mätning med Mikroskop

MATERIAL

Materialet som ligger till grund för beräkningarna utgörs av mätningar genomförda av en och samma person för båda analysmetoderna. Försöket upprepades två gånger med ett par månaders mellanrum. Materialet begränsades till trädslagen tall och gran. Antalet mätvärdena för respektive borrhärens grundar sig på maximalt antal uppmätta årsringsbredder för de två metoderna. Ett slumpmässigt urval av 100 borrhärens från 2002 års riksskogstaxerings material gjordes inom region två och fyra. De 100 borrhärensorna var lika fördelade på trädslagen tall och gran. Preparering av borrhärensorna gjordes enligt tidigare använd metod och på samma sätt för båda metoderna. Inga andra åtgärder än blötläggning och hyvling gjordes på borrhärensorna.

BORTFALL

Med "ej mätbar borrhärens" avses här avbruten mätning på grund av för tätväxt eller ruten borrhärens, årsringars lutning överstiger 30 grader, kvist eller osäkra ringar. Det totala bortfallet av borrhärensorna var 12 % vid båda upprepningarna och utgörs av "ej mätbara borrhärens". Av de 12 i bortfallet ingående borrhärensorna vid första upprepningen av försöket var det två stycken som inte identifierades som bortfall vid andra upprepningen av försöket. Bortfallet vid tidsstudien var 3 % och utgjordes av

borrkärnor för vilka uppgifter om tidsåtgång saknades. Vid analys av tillväxt har maximalt antal uppmätta årsringsbredder utnyttjats för samtliga borrhärnor.

Tabell 1. Identitet för bortfall vid bestämning av antal årsringar och tidsåtgång

Antal årsringar för upprepning I och II		Tidsåtgång
2011	2011	4016
2019	2019	4138
2071	2071	4472
2090	2082	
2109	2196	
4066	4066	
4068	4068	
4132	4132	
4211	4211	
4329	4329	
4356	4356	
4422	4422	

METODER

Parametrar som skattas är skillnad i tillväxt, antal årsringar och tidsåtgång för de båda mätmetoderna.

Mellan mätmetoder

Tillväxt

Låt $y_{ij} = \mu + a_i + e_{ij}$ beteckna differens mellan mätmetoder av årsringsbredd för borrhärna nr i och år j , där e_{ij} är det enskilda mätvärdets avvikelse från μ_i dvs medel per borrhärna över år, μ är medel för alla y och $a_i = \mu_i - \mu$.

Låt medel per kärna över år betecknas med \bar{y}_i och skrivs då som

$$\bar{y}_i = \mu + a_i + \bar{e}_i = \mu + a_i$$

Hypotesen att $\mu = 0$ mot att $\mu \neq 0$ ska testas och μ skattas med

$$\hat{\mu} = \bar{y}_{..} = \frac{1}{ij} \sum_{i=1}^{n_i} \sum_{j=1}^{n_j} y_{ij}$$

Eventuell kan autokorrelation, σ_e^2 , finnas mellan enskilda mätvärdens avvikelse från μ_i men ingen analys har genomförts.

Antal årsringar / tidsåtgång

Låt y_i beteckna differens mellan mätmetoder av antalet årsringar / tidsåtgång för borrhärna nr i där $y_i = \mu + e_i$, där e_i är det enskilda mätvärdets avvikelse från μ dvs medel per borrhärna.

Låt medel per borrhärna betecknas med \bar{y} och skrivs då som

$$\bar{y} = \mu + \bar{e}$$

Hypotesen att $\mu = 0$ mot att $\mu \neq 0$ ska testas och μ skattas med

$$\hat{\mu} = \bar{y} = \frac{1}{i} \sum_{i=1}^n y_i$$

Inom mätmetoder

Låt σ_1^2 vara populationsvariansen och s_1^2 vara den skattade variansen för den upprepning av försöket som gav det största värdet av de skattade varianserna. Då är σ_2^2 populationsvariansen och s_2^2 den skattade variansen för den andra upprepningen.

Hypotesen att $\sigma_1^2 = \sigma_2^2$ mot att $\sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$ ska testas.

Under antagandet om normalfördelade populationer, oberoende stickprov och att

$\sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \sigma^2$ är

$$F = \frac{\frac{s_1^2}{\sigma_1^2}}{\frac{s_2^2}{\sigma_2^2}} = \frac{\frac{s_1^2}{\sigma^2}}{\frac{s_2^2}{\sigma^2}} = \frac{\chi_{(n_1-1)}^2}{\chi_{(n_2-1)}^2} = \frac{s_1^2}{s_2^2} \quad \text{med } (n_1 - 1, n_2 - 1) \text{ frihetsgrader.}$$

RESULTAT

Nedan redovisas resultat för skillnad i mätmetoder för tillväxt, antal årsringar och tidsåtgång. Resultaten kan endast tillämpas för trädslagen tall och gran.

Mellan mätmetoder

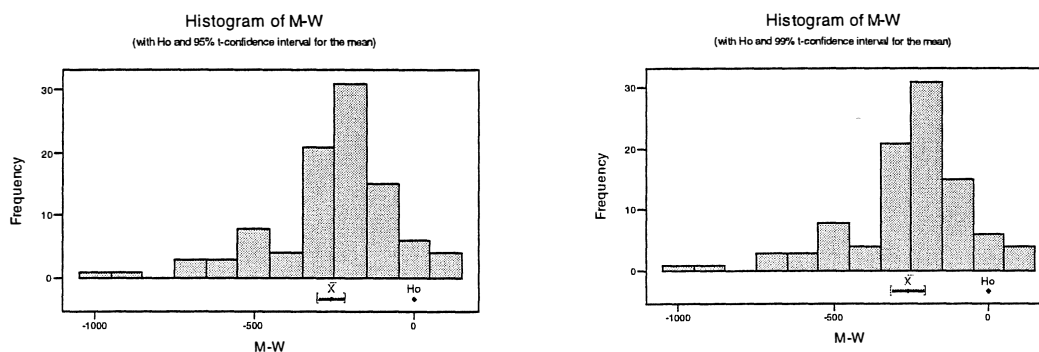
Hypotesen som testas är att $H_0: \mu = 0$ mot att $H_0: \mu \neq 0$.

Tidsåtgång

Tabell 2: Resultat av test om det föreligger någon skillnad i tidsåtgång mellan Mikroskop och WinDendro

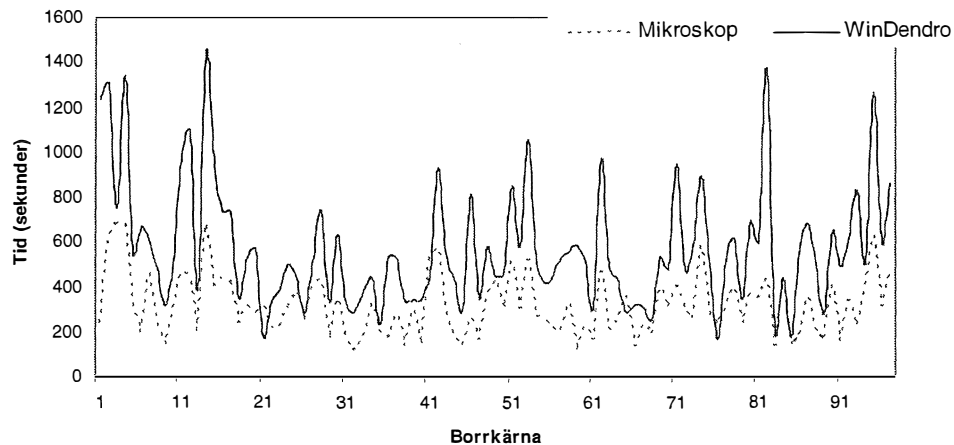
Antal borkärnor	Medel för tidsåtgång	Standardavvikelse	Medelfel	P-värde	Testvariabel	Riskenivå %	Konfidensintervall
97	-258.8	201.2	20.4	0.00	-12.67	5	(-299.3, -218.2)
						1	(-312.5, -205.1)

Figur 2. Tidsåtgång(sek) Mikroskop-WinDendro



Av tabell 2 framgår att testvariabeln $T = |-12.67|$ är större än det kritiska värdet 1.96 och 2.58 eller att p-värdet $P = 0.000$ är mindre än 0.05 och 0.01. Således finns det grund för att förkasta hypotesen att $\mu = 0$ för båda riskenivåerna. Se även figur 2.

Tidsåtgång vid mätning av borrhärnor

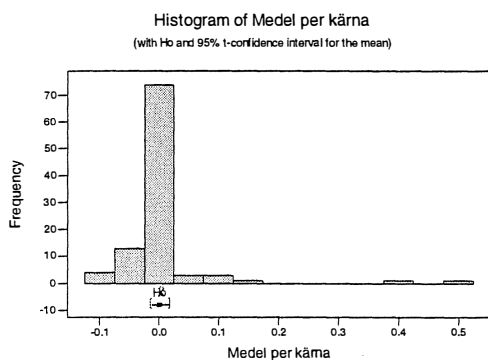


Tillväxt

Tabell 3: Resultat av test om det föreligger någon skillnad i tillväxt för Mikroskop och WinDendro

Antal borrhärnor	Medel över borrhärna	Standardavvikelse	Medelfel	P-värde	Testvariabel	Riskenivå %	Konfidensintervall
100	0.00260	0.07316	0.00732	0.723	0.36	5	(-0.01192, 0.01712)

Figur 3. Tillväxt - Medel per kärna



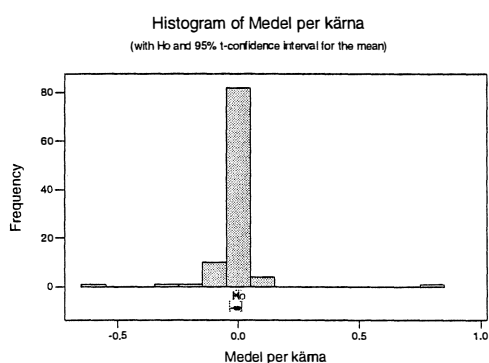
Av tabell 3 framgår att testvariabeln $T = 0.36$ är mindre än det kritiska värdet 1.96 eller att p-värdet $P = 0.723$ är större än 0.05. Således finns det ingen grund för att förkasta hypotesen att $\mu = 0$ för riskenivån 5%. Se även figur 3.

Vid upprepning av försöket erhöles följande resultat.

Tabell 4: Resultat av test om det föreligger någon skillnad i tillväxt för Mikroskop och WinDendro

Antal borrhärnor	Medel över borrhärna	Standardavvikelse	Medelfel	P-värde	Testvariabel	Risiknivå %	Konfidensintervall
100	-0.0084	0.1086	0.0109	0.440	-0.78	5	(-0.0300, 0.0131)

Figur 4. Tillväxt - Medel per borrhärna



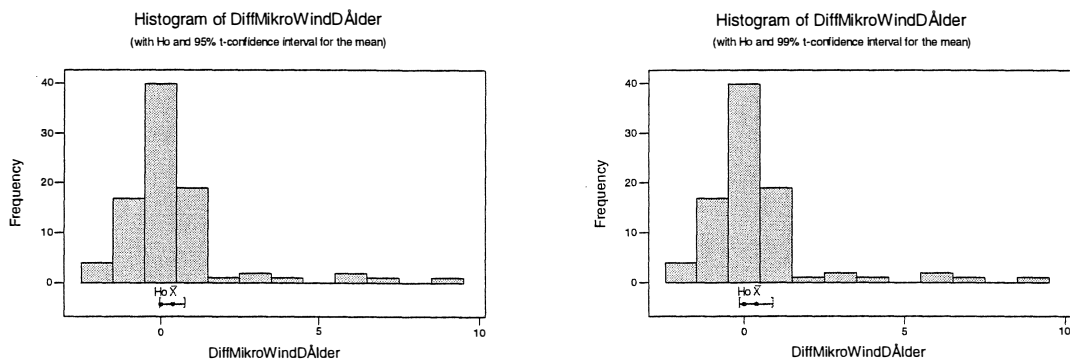
Av tabell 4 framgår att testvariabeln $T = |-0.78|$ är mindre än det kritiska värdet 1.96 eller att p-värdet $P = 0.440$ är större än 0.05. Således finns det ingen grund för att förkasta hypotesen att $\mu = 0$ för risiknivån 5%. Se även figur 4.

Antal årsringar

Tabell 5: Resultat av test om det föreligger någon skillnad i antal årsringar för Mikroskop och WinDendro

Antal borrhärnor	Medel för antal årsringar	Standardavvikelse	Medelfel	P-värde	Testvariabel	Risiknivå %	Konfidensintervall
88	0.386	1.790	0.191	0.046	2.02	5	(0.007, 0.766)
						1	(-0.116, 0.889)

Figur 5. Antal årsringar – (Mikroskop-WinDendro)



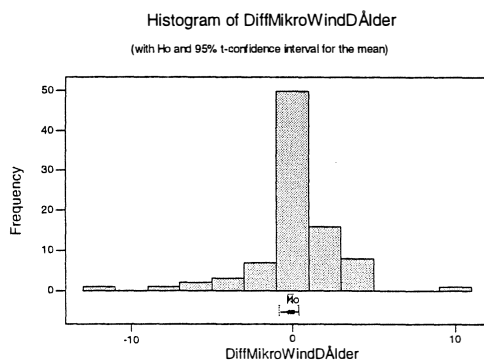
Av tabell 5 framgår att testvariabeln $T = 2.02$ är större än det kritiska värdet 1.96 och mindre än 2.58 eller att p-värdet $P = 0.046$ är mindre än 0.05 och större än 0.01. Således finns det ingen grund för att förkasta hypotesen att $\mu = 0$ för risknivån 1% men däremot för 5%. Se även figur 5.

Vid upprepning av försöket erhöles följande resultat.

Tabell 6: Resultat av test om det föreligger någon skillnad i antal årsringar för Mikroskop och WinDendro

Antal borrhärnor	Medel för antal årsringar	Standard-avvikelse	Medelfel	P-värde	Test-variabel	Riskenivå %	Konfidensintervall
89	-0.191	2.641	0.280	0.497	-0.68	5	(-0.747, 0.365)

Figur 6. Ålder – (Mikroskop-WinDendro)



Av tabell 6 framgår att testvariabeln $T = |-0.68|$ är mindre än det kritiska värdet 1.96 eller att p-värdet $P = 0.497$ är större än 0.05. Således finns det ingen grund för att förkasta hypotesen att $\mu = 0$ för risknivån 5%. Se även figur 6.

Inom mätmetoder

Tillväxt

Hypotesen som testas är $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ mot att $H_0 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$.

Mikroskop

Testvariabeln $F = 1.0354$ med (99,99) frihetsgrader. För 5 % risknivå är det kritiska värdet $1.67 > F$ och det finns inget som talar för att det är någon skillnad mellan upprepningarna.

WinDendro

Testvariabeln $F = 1.0152$ med (99,99) frihetsgrader. För 5 % risknivå är det kritiska värdet $1.67 > F$ och det finns inget som talar för att det är någon skillnad mellan upprepningarna.

Antal årsringar

Hypotesen som testas är $H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2$ mot att $H_0 : \sigma_1^2 \neq \sigma_2^2$.

Mikroskop

Testvariabeln $F = 1.03$ med (98,87) frihetsgrader. För 5 % risknivå är det kritiska värdet $1.67 > F$ och det finns inget som talar för att det är någon skillnad mellan upprepningarna.

WinDendro

Testvariabeln $F = 1.17$ med (98, 97) frihetsgrader. För 5 % risknivå är det kritiska värdet $1.67 > F$ och det finns inget som talar för att det är någon skillnad mellan upprepningarna.

DISKUSSION

Försöket visar att det inte går att utesluta att mätning av tillväxt med WinDendro ger ett likvärdigt resultat som vid mätning med Mikroskop vid test på 5 % signifikansnivå. Vid test av antal årsringar ger första upprepningen vid test på 5 %

signifikansnivå att signifikant skillnad föreligger mellan metoder. Däremot ger test på 1% nivån att ingen signifikant skillnad föreligger mellan metoder.

Men vid upprepning av försöket visade det sig att vi inte kan utesluta att bestämning av antal årsringar med WinDendro ger ett likvärdigt resultat som Mikroskop vid test på 5 % signifikansnivå.

Vad beträffar tidsåtgången för mätning av borrhärdar går det inte att utesluta att metoden med WinDendro kräver längre tid än för den med Mikroskop på signifikansnivån 1 %.

Jämförelser mellan upprepningar tyder på att det inte går att utesluta att mätning med WinDendro ger likvärdiga resultat för upprepningarna vid bestämning av såväl tillväxt som antal årsringar vid test på 5 % signifikansnivå. Samman resultat erhöles för metoden Mikroskop.

Allmänna synpunkter

Här redovisas allmänna synpunkter som framkommit under försökets genomförande. Försöket visade att mätning med WinDendro var mer tidskrävande än med Mikroskop. En bidragande orsak kan vara upprepad och för lång blötläggning vilket ger mörka borrhärdar och årsringsgränserna blir svårare att urskilja. En annan kan vara att för ett antal borrhärdar (ca. 15 %) med icke ren mörkträff har årsringarna snedställt av WinDendro på ett icke godtagbart sätt och som efter den automatiska detekteringen justerats manuellt. Årets tillväxt kan vara svår att se, speciellt tidigt på säsongen, och ofta gjordes en bedömning med hjälp av angivet datum för borrhärdar. Eftersom problemet med årets tillväxt anses större vid mätning med WinDendro än med Mikroskop kan även detta ha bidragit till den längre tidsåtgången.

Tillägg av saknade årsringar där ingen mörkträff förekommer fungerar dåligt i WinDendro. Falska årsringar syns bättre med Mikroskop, speciellt närmast centrum för trädslaget tall. Tätväxta och långa borrhärdar anses mer svårlästa med WinDendro än med Mikroskop. Långa borrhärdar har nämligen ofta omväxlande ljusa och mörka fält längs hela borrhärdar. Testresultat och allmänna synpunkter tyder på att det inte går att utesluta att WinDendro är ett mindre lämpligt instrument för mätning av borrhärdar. Framför allt beroende på den längre tidsåtgången och att endast borrhärdar av god kvalitet med tydliga och väl avgränsade årsringar krävs för att

möjligen minimera tidsåtgången. Säkerheten i bestämning av antal årsringar kan diskuteras.

Projektets mål var att integrera WinDendro som en del i arbetet med mätning av borrhärnor för att få en bättre arbetsmiljö, där ensidiga fysiska belastningar och arbetsuppgifter undviks. Eftersom man inte kan utesluta att WinDendro kan anses vara ett mindre lämpligt instrument måste en ny inriktning mot nya mål tas för att säkerställa en effektiv analys av borrhärnor. En studie av de finska mätrutinerna av borrhärnor med mikroskop och bildskärm föreslås som en alternativ metod som bör studeras.

Serien Arbetsrapporter utges i första hand för institutionens eget behov av viss dokumentation. Rapporterna är indelade i följande grupper: Riksskogstaxeringen, Planering och inventering, Biometri, Fjärranalys, Kompendier och undervisningsmaterial, Examensarbeten samt internationellt. Författarna svarar själva för rapporternas vetenskapliga innehåll.

Riksskogstaxeringen:

- 1995 1 Kempe, G. Hjälpmedel för bestämning av slutenhet i plant- och ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--1--SE
- 2 Riksskogstaxeringen och Ståndortskarteringen vid regional miljöövervakning. - metoder för att förbättra upplösningen vid inventering i skogliga avrinningsområden. ISRN SLU-SRG-AR--2--SE.
- 1997 23 Lundström, A., Nilsson, P. & Ståhl, G. Certifieringens konsekvenser för möjliga uttag av industri- och energived. - En pilotstudie. ISRN SLU-SRG-AR--23--SE.
- 24 Fridman, J. & Walheim, M. Död ved i Sverige. - Statistik från Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--24--SE.
- 1998 30 Fridman, J. & Kihlblom, D. & Söderberg, U. Förslag till miljöindexsystem för naturtypen skog. ISRN SLU-SRG-AR--30--SE.
- 34 Löfgren, P. Skogsmark, samt träd- och buskmark inom fjällområdet. En skattning av arealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--34--SE.
- 37 Odell, G. & Ståhl, G. Vegetationsförändringar i svensk skogsmark mellan 1980- och 90-talet. -En studie grundad på Ståndortskarteringen. ISRN SLU-SRG-AR--37--SE.
- 38 Lind, T. Quantifying the area of edge zones in Swedish forest to assess the impact of nature conservation on timber yields. ISRN SLU-SRG-AR--38--SE.
- 1999 50 Ståhl, G., Walheim, M. & Löfgren, P. Fjällinventering. - En utredning av innehåll och design. ISRN SLU-SRG--AR--50--SE.
- 52 Riksskogstaxeringen inför 2000-talet. - Utredningar avseende innehåll och omfattning i en framtida Riksskogstaxering. Redaktörer: Jonas Fridman & Göran Ståhl. ISRN SLU-SRG-AR--52--SE.
- 54 Fridman, J. m.fl. Sveriges skogsmarksarealer enligt internationella ägoslagsdefinitioner. ISRN SLU-SRG-AR--54--SE.
- 56 Nilsson, P. & Gustafsson, K. Skogsskötseln vid 90-talets mitt - läge och trender. ISRN SLU-SRG-AR--56--SE.
- 57 Nilsson, P. & Söderberg, U. Trender i svensk skogsskötsel - en intervjuundersökning. ISRN SLU-SRG-AR--57--SE.

- 1999 61 Broman, N & Christoffersson, J. Mätfel i provträdsvariabler och dess inverkan på precision och noggrannhet i volymskattningar. ISRN SLU-SRG-AR--61--SE.
- 2000 65 Hallsby, G m.fl. Metodik för skattning av lokala skogsbränsleresurser. ISRN SLU-SRG-AR--65--SE.
- 75 von Segebaden, G. Komplement till "RIKSTAXEN 75 ÅR". ISRN SLU-SRG-AR--75--SE.
- 2001 86 Kolinnehåll i skog och mark i Sverige -Baserat på Riksskogstaxeringens data. ISRN SLU-SRG-AR--86--SE.
- 2003 110 Berg Lejon, S. Studie av mätmetoder vid Riksskogstaxeringens årsringsmätning. ISRN SLU-SRG-AR--110--SE.

Planering och inventering:

- 1995 3 Holmgren, P. & Thuresson, T. Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck från en studieresa till Oregon, Washington och British Columbia 1-14 augusti 1995. ISRN SLU-SRG-AR--3--SE.
- 4 Ståhl, G. The Transect Relascope - An Instrument for the Quantification of Coarse Woody Debris. ISRN SLU-SRG-AR--4--SE
- 1996 15 van Kerkvoorde, M. A sequential approach in mathematical programming to include spatial aspects of biodiversity in long range forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--15--SE.
- 1997 18 Christoffersson, P. & Jonsson, P. Avdelningsfri inventering - tillvägagångssätt och tidsåtgång. ISRN SLU-SRG-AR--18--SE.
- 19 Ståhl, G., Ringvall, A. & Lämås, T. Guided transect sampling - An outline of the principle. ISRN SLU-SRGL-AR--19--SE.
- 25 Lämås, T. & Ståhl, G. Skattning av tillstånd och förändringar genom inventerings-simulering - En handledning till programpaketet "NVSIM". ISRN SLU-SRG-AR--25--SE.
- 26 Lämås, T. & Ståhl, G. Om dektering av förändringar av populationer i begränsade områden. ISRN SLU-SRG-AR--26--SE.
- 1999 59 Petersson, H. Biomassafunktioner för trädfraktioner av tall, gran och björk i Sverige. ISRN SLU-SRG-AR--59--SE.
- 63 Fridman, J., Löfstrand, R. & Roos, S. Stickprovsvis landskapsövervakning - En förstudie. ISRN SLU-SRG-AR--63--SE.
- 2000 68 Nyström, K. Funktioner för att skatta höjdtillväxten i ungskog. ISRN SLU-SRG-AR--68--SE.

- 70 Walheim, M. & Löfgren, P. Metodutveckling för vegetationsövervakning i fjällen. ISRN SLU-SRG-AR--70--SE.
- 73 Holm, S. & Lundström, A. Åtgärdsprioriteter. ISRN SLU-SRG-AR--73--SE.
- 76 Fridman, J. & Ståhl, G. Funktioner för naturlig avgång i svensk skog. ISRN SLU-SRG-AR--76--SE.
- 2001 82 Holmström, H. Averaging Absolute GPS Positionings Made Underneath Different Forest Canopies - A Splendid Example of Bad Timing in Research. ISRN-SRG-AR--82--SE.
- 2002 91 Wilhelmsson, E. Forest use and its economic value for inhabitants of Skroven and Hakkas in Norrbotten. ISRN SLU-SRG-AR--91--SE.
- 94 Eriksson, O. m fl. Wood Supply From Swedish Forests Managed According to the FSC-standard. ISRN SLU-SRG-AR--94--SE.

Biometri:

- 1997 22 Ali, Abdul Aziz. Describing Tree Size Diversity. ISRN SLU-SRG-AR--22--SE.
- 1999 64 Berhe, L. Spatial continuity in tree diameter distribution. ISRN SLU-SRG-AR--64--SE
- 2001 88 Ekström, M. Nonparametric Estimation of the Variance of Sample Means Based on Nonstationary Spatial Data. ISRN SLU-SRG-AR--88--SE.
- 89 Ekström, M. Belyaev, Y. On the Estimation of the Distribution of Sample Means Based on Non-Stationary Spatial Data. ISRN SLU-SRG-AR--89--SE.
- 90 Ekström, M. & Sjöstedt-de Luna, S. Estimation of the Variance of Sample Means Based on Nonstationary Spatial Data with Varying Expected Values. ISRN SLU-SRG-AR--90--SE.
- 2002 96 Norström, F. Forest inventory estimation using remotely sensed data as a stratification tool - a simulation study. ISRN SLU-SRG-AR--96--SE.

Fjärranalys:

- 1997 28 Hagner, O. Satellitfjärranalys för skogsföretag. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE.
- 29 Hagner, O. Textur till flygbilder för skattning av beståndsegenskaper. ISRN SLU-SRG-AR--29--SE.
- 1998 32 Dahlberg, U., Bergstedt, J. & Pettersson, A. Fältinstruktion för och erfarenheter från vegetationsinventering i Abisko, sommaren 1997. ISRN SLU-SRG-AR--32--SE.
- 43 Wallerman, J. Brattåkerinventeringen. ISRN SLU-SRG-AR--28--SE.

- 1999 51 Holmgren, J., Wallerman, J. & Olsson, H. Plot - Level Stem Volume Estimation and Tree Species Discrimination with Casi Remote Sensing. ISRN SLU-SRG-AR--51--SE.
- 53 Reese, H. & Nilsson, M. Using Landsat TM and NFI data to estimate wood volume, tree biomass and stand age in Dalarna. ISRN SLU-SRG-AR--53--SE.
- 2000 66 Lofstrand, R., Reese, H. & Olsson, H. Remote Sensing aided Monitoring of Non-Timber Forest Resources - A literature survey. ISRN SLU-SRG-AR--66--SE.
- 69 Tingelof, U & Nilsson, M. Kartering av hyggeskanter i pankromatiska SPOT-bilder. ISRN SLU-SRG-AR--69--SE.
- 79 Reese, H & Nilsson, M. Wood volume estimation for Älvsbyn Kommun using spot satellite data and NFI plots. ISRN SLU-SRG-AR--79--SE.
- 2003 106 Olofsson, K. TreeD version 0.8. An Image Processing Application for Single Tree Detection. ISRN SLU-SRG-AR--106--SE.

Kompendier och undervisningsmaterial:

- 1996 14 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 92/96. En analys av skogsstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--14--SE.
- 21 Holm, S. & Thuresson, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. En analys av skogsstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för en stor del av Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--21--SE.
- 1998 42 Holm, S. & Lämås, T. samt jägm.studenter kurs 93/97. An analysis of the state of the forest and of some management alternatives for the Östad estate. ISRN SLU-SRG-AR--42--SE.
- 1999 58 Holm, S. samt studenter vid Sveriges lantbruksuniversitet i samband med kurs i strategisk och taktisk skoglig planering år 1998. En analys av skogsstillståndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--58--SE.
- 2001 87 Eriksson, O (Ed.) Strategier för Östads säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig planering ur ett företagsperspektiv HT2000, SLU Umeå. ISRN SLU-SRG-AR--87--SE.
- 2002 93 Lind, T (Ed.). Strategier för Östads säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig planering ur ett företagsperspektiv HT2001, SLU Umeå. ISRN SLU-SRG-AR--93--SE.

Examensarbeten:

- 1995 5 Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det?. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--5--SE.
- 1996 6 Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga planeringen. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--6--SE.
- 7 Henriksson, L. The thinning quotient - a relevant description of a thinning? Gallringskvot - en tillförlitlig beskrivning av en gallring? Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--7--SE
- 8 Ranvald, C. Sortimentinriktad avverkning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE.
- 9 Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Örnsköldsviks förvaltning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.
- 10 Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak (*Quercus Robur* L.) in Sweden. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--10--SE.
- 11 Djurberg, H. Den skogliga informationens roll i ett kundanpassat virkesflöde. - En bakgrundsstudie samt simulering av inventeringsmetoders inverkan på noggrannhet i leveransprognoser till sågverk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE.
- 12 Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler - en fallstudie baserad på MoDo:s indelningsrutiner. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--12--SE.
- 13 Gunnarsson, F. On the potential of Kriging for forestmanagement planning. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE.
- 16 Tormalm, K. Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE.
- 1997 17 Engberg, M. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla föryngringsytor på Sundsvalls arbetsomsåde, SCA. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN-SLU-SRG-AR--17--SE.
- 20 Cedervind, J. GPS under krontak i skog. Examensarbete i ämnet skogsuppskattning och skogsindelning. ISRN SLU-SRG-AR--20--SE.
- 27 Karlsson, A. En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--27--SE.

- 35 Claesson, S. Thinning response functions for single trees of Common oak (*Quercus Robur L.*) Examens arbete. ISRN SLU-SRG-AR--35--SE.
- 36 Lindskog, M. New legal minimum ages for final felling. Consequences and forest owner attitudes in the county of Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--36--SE.
- 40 Persson, M. Skogsmarksindelningen i gröna och blå kartan - en utvärdering med hjälp av riksskogstaxeringens provytor. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--40--SE.
- 41 Eriksson, F. Markbaserade sensorer för insamling av skogliga data - en förstudie. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--41--SE.
- 45 Gessler, C. Impedimentens potentiella betydelse för biologisk mångfald. - En studie av myr- och bergimpediment i ett skogslandskap i Västerbotten. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--45--SE.
- 46 Gustafsson, K. Långsiktplanering med geografiska hänsyn - en studie på Bräcke arbetsområde, SCA Forest and Timber. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--46--SE.
- 47 Holmgren, J. Estimating Wood Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Data with Field Data. Examensarbete i ämnet Fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--47--SE.
- 49 Härdelin, S. Framtida förekomst och rumslig fördelning av gammal skog. - En fallstudie på ett landskap i Bräcke arbetsområde. Examensarbete SCA. ISRN SLU-SRG-AR--49--SE.
- 1999 55 Imamovic, D. Simuleringsstudie av produktionskonsekvenser med olika miljömål. Examensarbete för Skogsstyrelsen. ISRN SLU-SRG-AR--55--SE
- 62 Fridh, L. Utbytesprognoser av rotstående skog. Examensarbete i skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--62--SE.
- 2000 67 Jonsson, T. Differentiell GPS-mätning av punkter i skog. Point-accuracy for differential GPS under a forest canopy. ISRN SLU-SRG-AR--67--SE.
- 71 Lundberg, N. Kalibrering av den multivariata variabeln trädslagsfördelning. Examensarbete i biometri. ISRN SLU-SRG-AR--71--SE.
- 72 Skoog, E. Leveransprecision och ledtid - två nyckeltal för styrning av virkesflödet. Examensarbete i skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--72--SE.
- 74 Johansson, L. Rotröta i Sverige enligt Riksskogstaxeringen. Examens arbete i ämnet skogsindelning och skogsuppskattning. ISRN SLU-SRG-AR--74--SE.
- 77 Nordh, M. Modellstudie av potentialen för renbete anpassat till kommande slutavverkningar. Examensarbete på jägmästarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--77--SE.

- 78 Eriksson, D. Spatial Modeling of Nature Conservation Variables useful in Forestry Planning. Examensarbete. ISRN SLU-SRG-AR--78--SE.
- 81 Fredberg, K. Landskapsanalys med GIS och ett skogligt planeringssystem. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skogshushållning. ISRN SLU-SRG-AR--81--SE.
- 83 Lindroos, O. Underlag för skogligt länsprogram Gotland. Examensarbete i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--83--SE
- 84 Dahl, M. Satellitbildsbaserade skattningar av skogsområden med röjningsbehov. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--84--SE.
- 85 Staland, J. Styrning av kundanpassade timmerflöden - Inverkan av traktbankens storlek och utbytesprognosens tillförlitlighet. Examensarbete i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--85--SE.
- 2002 92 Bodenhem, J. Tillämpning av olika fjärranalysmetoder för urvalsförfarandet av ungskogsbestånd inom den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN). Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE.
- 95 Sundquist, S. Utveckling av ett mått på produktionsslutenhet för Riksskogstaxeringen. Examensarbete på skogliga magisterprogrammet i ämnet skoglig resursanalys. ISRN SLU-SRG-AR--95--SE.
- 98 Söderholm, J. De svenska skogsbolagens system för skoglig planering. *The planning system of Swedish forest companies*. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--98--SE.
- 99 Nordin, D. Fastighetsgränser. Del 1. Fallstudie av fastighetsgränserns lägesnoggrannhet på fastighetskartan. Examensarbete på skogliga magisterprogrammet i ämnet skogshushållning med inriktning skoglig planering. ISRN SLU-SRG--AR--99--SE.
- 100 Nordin, D. Fastighetsgränser. Del 2. Instruktion för gränsvård. Examensarbete på skogliga magisterprogrammet i ämnet skogshushållning med inriktning skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--100--SE.
- 101 Nordbrandt, A. Analyser med Indelningspaketet av privata skogsfastigheter inom Norra Skogsägarnas verksamhetsområde. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--101--SE.
- 2003 102 Wallin, M. Satellitbildsanalys av gremmeniellaskador med skogsvårdsorganisationens system. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet fjärranalys. ISRN SLU-SRG-AR--102--SE.
- 103 Hamilton, A. Effektivare samråd mellan rennäring och skogsbruk - förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skogshushållning. ISRN SLU-SRG-AR--103--SE.

- 104 Hajek, F. Mapping of Intact Forest Landscapes in Sweden according to Global Forest Watch methodology. MSc Thesis in forest Resource management, specialization in remote sensing. ISRN SLU-SRG-AR--104--SE.
- 105 Anerud, E. Kalibrering av ståndortsindex i beståndsregister - en studie åt Holmen Skog AB. Examensarbete på skogsvetarprogrammet i ämnet skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--105--SE.
- 107 Pettersson, L. Skördarnavigering kring skyddsvärda objekt med PPS-stöd. Examensarbete på skogsingenjörsprogrammet i ämnet skogshushållning. ISRN SLU-SRG--AR--107--SE.
- 108 Paz von Friesen, C. Inverkan på provytans storlek på regionala skattningar av skogstyper. En studie av konsekvenser för uppföljning av miljömålen. Examensarbete i ämnet skogs hushållning. ISRN SLU-SRG-AR--108--SE.
- 109 Östberg, P-A. Försök med subjektiva metoder för datainsamling och analys av hur fel i data påverkar åtgärdsförslagen. Examensarbete i ämnet skoghushållning. ISRN SLU-SRG-AR--109--SE.

Internationellt:

- 1998 39 Sandewall, Ohlsson, B & Sandewall, R. K. People's options on forest land use - a research study of land use dynamics and socio-economic conditions in a historical perspective in the Upper Nam Nan Water Catchment Area, Lao PDR. ISRN SLU-SRG-AR--39--SE.
- 44 Sandewall, M., Ohlsson, B., Sandewall, R. K., Vo Chi Chung, Tran Thi Binh & Pham Quoc Hung. People's options on forest land use. Government plans and farmers intentions - a strategic dilemma. ISRN SLU-SRG-AR--44--SE.
- 48 Sengthong, B. Estimating Growing Stock and Allowable Cut in Lao PDR using Data from Land Use Maps and the National Forest Inventory (NFI). Master thesis. ISRN SLU-SRG-AR--48--SE.
- 1999 60 Inter-active and dynamic approaches on forest and land-use planning - proceedings from a training workshop in Vietnam and Lao PDR, April 12-30, 1999. Edited by Mats Sandewall ISRN SLU-SRG-AR--60--SE.
- 2000 80 Sawathvong, S. Forest Land Use Planning in Nam Pui National Biodiversity Conservation Area, Lao P.D.R. ISRN SLU-SRG-AR--80--SE.
- 2002 97 Inter-active and dynamic approaches on forest and land-use planning in Southern Africa. -proceedings from a training workshop in Botswana, December 3-17, 2001. Edited by Mats Sandewall. ISRN SLU-SRG-AR--97--SE.