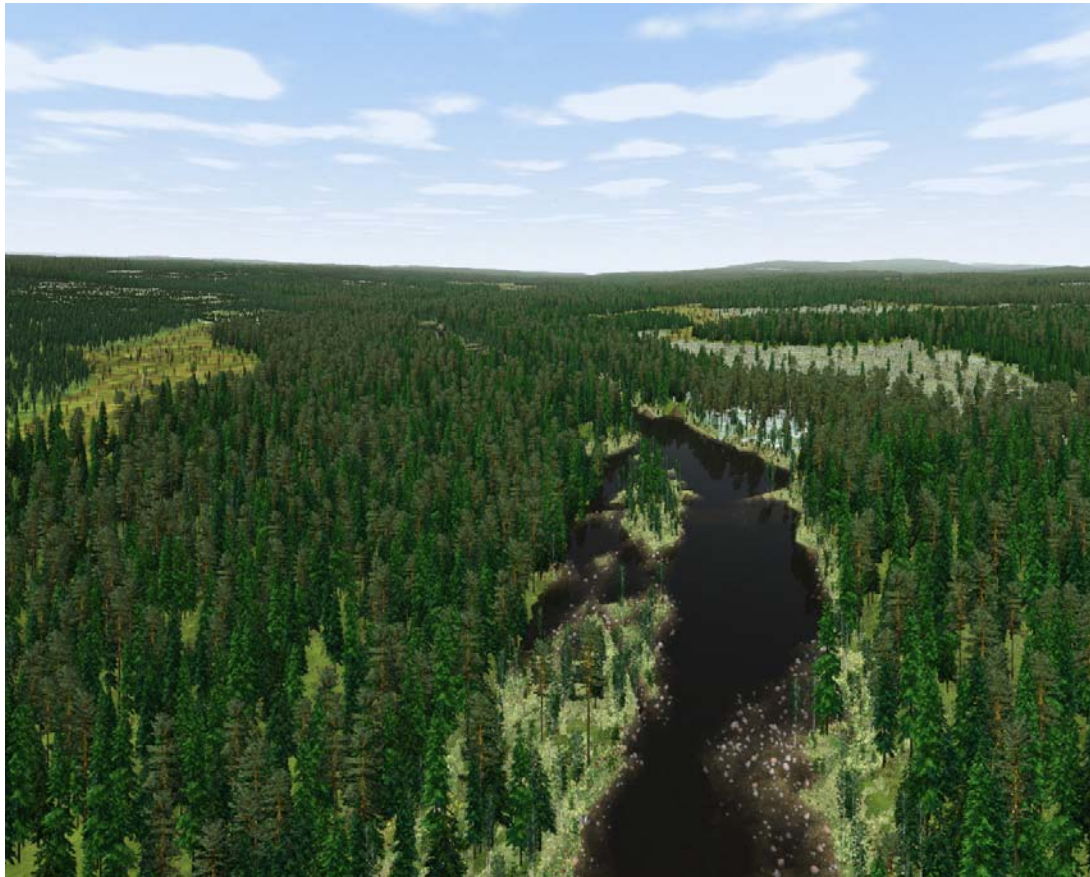




Visualisering av skog och skogslandskap - erfarenheter från användning av Visual Nature Studio 2 och OnyxTree.

Jonas Bohlin



Arbetsrapport 136 2005

SVERIGES LANTBRUKSUNIVERSITET
Institutionen för skoglig resurshushållning
och geomatik
S-901 83 UMEÅ
Tfn: 090-786 86 34

Fax: 090-77 81 16

ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG--AR--136--SE

Inledning.....	2
Syfte	2
Vad är landskapsvisualisering och rendering	3
Val av programvaror	3
Arbetsbeskrivning	4
Indata	4
Träden.....	5
Utseende	5
Anpassning	5
Format	5
Variation av trädmodellerna.....	6
Landskapsmodell.....	7
Import av data.....	7
Höjdmodell.....	8
Ekosystem	8
Himmel och skuggor	11
Övriga objekt.....	12
Rendering av landskap	12
Erfarenheter	13
Begränsningar.....	13
Lösningar.....	13
Framtiden	14
Tack till	14

Inledning

Allt oftare har allmänheten åsikter om hur skogsbruket skall skötas t.ex. i närheten av byar, eller utmed vägar och sjöar. För skogsbruket kan detta innebära diskussioner om hur en åtgärd skall göras eller vilken hänsyn som skall tas. Vid en sådan intressekonflikt skulle visualisering av olika framtida scenarier kunna användas som diskussionsunderlag för att visa på hur t.ex. en avverkning skulle påverka landskapsvyn. Ett annat användningsområde för visualisering är som pedagogiskt verktyg vid diskussioner mellan fastighetsägare och skogsbruksplanläggare, virkesköpare etc. Detta blir mer aktuellt då andelen ägare som bor på fastigheten minskar och samtidigt som dessa ägare ofta har inkomst från annan verksamhet, vilket kan innebära att de har mindre intresse för och kunskap om skogsbruk och dess terminologi. För dessa skulle en visualiserad skogsbruksplan kunna vara ett bra komplement till de konventionella tabeller, grafer och kartor som beskriver fastigheten.

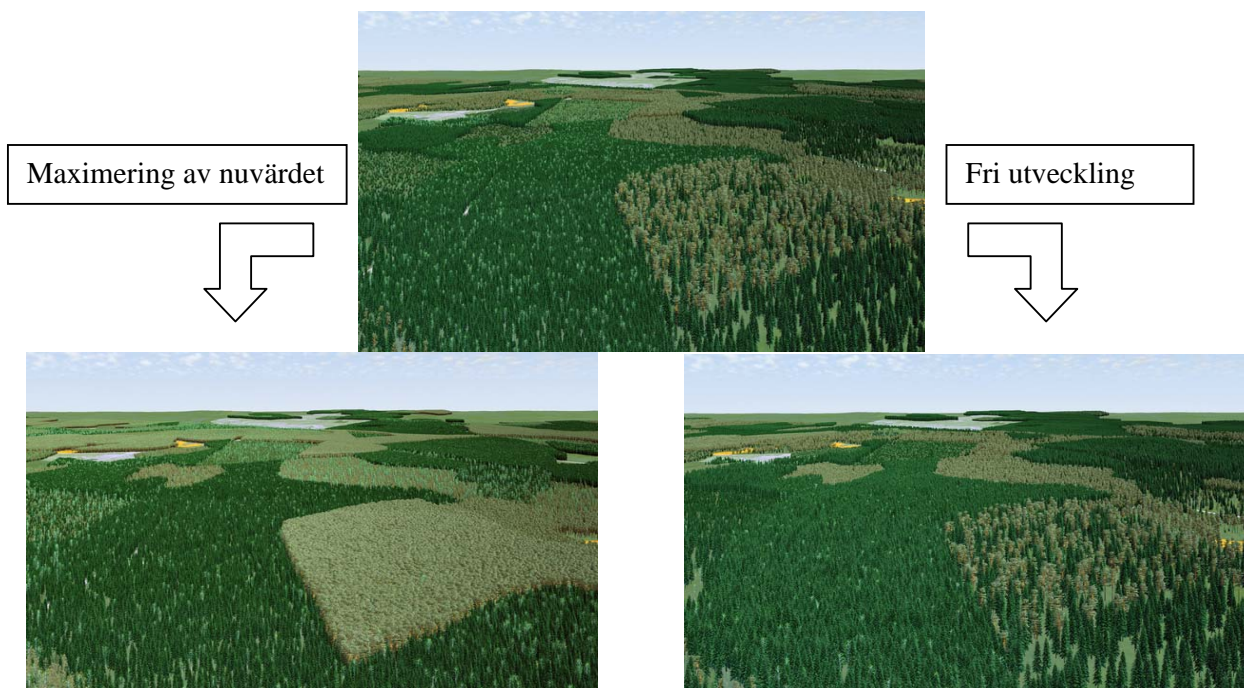


Bild 1, visar hur två olika skötsel alternativ kan påverka landskapsbilden. Den över bilden visar nuet och det två undre om hundra år med fri utveckling respektive maximering av nuvärdet.

Syfte

Detta arbete med Skoglig landskapsvisualisering har syftat till att testa vad som går att göra med kommersiella mjukvaror och en persondator (Vi har använt en P4, 3,0 GHz med 2 Gb RAM-minne.) när det gäller att täcka det ovan beskrivna behovet av visualisering. D.v.s. att på

ett realistiskt och pedagogiskt sätt beskriva landskapets utseende utifrån olika datakällor, framskrivningar och scenarier.

Denna rapport är en dokumentation av delar av vårt hittillsvarande arbete inom skoglig landskapsvisualisering; vilka program som använts, vilken typ av visualisering som passar för vårt behov, hur visualiseringarna har utförts, vilka erfarenheter vi har erhållit samt vad som behöver göras framöver.

Vad är landskapsvisualisering och rendering

Landskapsvisualisering bygger på att man i datorn lägger in en höjdmodell som kläs med olika färger och texturer som liknar de olika naturtyperna i landskapet. Himlen draperas i regel med en blå färg och en molntextur kan läggas till. Träd, buskar och stenar i form av 2D-objekt och 3D-objekt placeras sedan ut i den täthet och storlek som krävs för att illustrera verkligheten. För att belysa modellen så placeras ljuskällor ut. Vanligast är solen men även måne och t.ex. gatubelysning går att använda. När modellen är färdig så placeras en eller flera kameror så att de betraktar valda delar av modellen. Kamerorna kan vara fasta eller rörliga. Därefter får datorn *rendera* den vy kamerorna ser och visa den som en bild, en sekvens av bilder (animation eller film) eller som om man går i modellen. Även objekt t.ex. en bil och texturer kan förflytta sig och förändras under sekvensen vilket får effekten av att bilen rör sig eller att t.ex. sjöar har vågor som rör sig.

Val av programvaror

För framställningen av träd valde vi OnyxTree (www.onyxtree.com) eftersom den programvaran har stora möjligheter att modifiera träden till ett önskat utseende. Vi studerade också andra programvaror för trädmodellering som hade bättre funktioner för att automatiskt skapa olika trädindivider i olika växtstadier t.ex. Bionatics Realnat. Men med dessa program gick det inte att modifiera träden så att de stämde med växtmiljön.

Vi har även provat några visualiseringsprogram som medger att betraktaren rör sig i landskapet i realtid (Virtual Reality, VR), likt ett datorspel, bland annat provade vi programvaran SiteBuilder. Vi valde dock att arbeta vidare med en stillbilda-renderare (Visual Nature Studio 2 (www.3dnature.com), VNS) som skapar fotorealistiska bilder och film men

saknar VR förmåga. Anledningen till detta är att de kommersiella VR-program för persondatorer vi provat inte klarat av den stora datamängd som måste bearbetas för att kunna visa hela skogslandskap där träden behandlas som enskilda objekt i datormodellen. Vid stillbilsrendering med VNS kan det få ta några minuter för datorn att rita en bild, medan ett VR-datorprogram måste klara av att rita 20-30 bilder i sekunden för att det ska upplevas som en realtidsförflyttning i datormodellen av landskapet. Den lägre detaljrikedomen som krävs för VR gör att man får en fiktiv inlevelse, lite som i ett dataspel. Med en stillbilsrenderare så kan detaljerade bilder eller bildserier på ett mer pedagogiskt sätt visa på resultatet av olika framskrivningar och scenarier.

Arbetsbeskrivning

Indata

Kvalitén och realismen i slutprodukten, de renderade bilderna och animeringarna är direkt beroende av kvalitén och mängden data som finns om det område som man vill visualisera. Idealet vore att ha data och position på alla träd, stenar, myrstackar, blommor osv. Därmed inte sagt att om det inte finns information så går inte att visualisera. Den information som vi oftast har och som kanske är den som är mest intressant ur ett skogligt perspektiv är skogsbruksplanen eller framskrivningar och scenarier utifrån denna.

I en skogsbruksplan finns, eller går det att räkna fram, den viktigaste informationen som behövs för att visualisera skogen realistiskt. Dessa data är beståndsmedelhöjd (i bästa fall fördelat på trädslag), stammantal och trädslagsfördelning. Annan information som kan vara bra att ha är blockighet, bonitet, ålder, skiktning, impediment, ägoslag, vägar och bäckar. Skulle inte de tre sistnämnda finnas med så kan man ta det från en vanlig vägkarta.

Det är även möjligt att göra visualiseringar utifrån knappare datakällor som t.ex. GSD Marktäcke men det får effekter på realismen och autenticiteten i renderingarna. För att få med terrängens höjd i renderingarna så krävs en höjdmodell över området, t.ex. Lantmäteriets 50m x 50m raster.

Träden

Utseende

Datormodeller av träden skapas enklast med ett särskilt trädmodelleringsprogram, där vi valde att arbeta med OnyxTree. Med denna typ av program går det att skapa ett bibliotek av trädmodeller för olika ståndorter, olika åldrar etc. Träden skapas som tredimensionella (3D) objekt utifrån mallar som medföljer mjukvaran. De flesta modelleringsprogram för träd är tänkta till landskapsarkitekter som är intresserade av att ställa ut parkträd, d.v.s. solitära träd med stora kronor, vilket gör att trädmodellerna i originalutförande ofta inte passar att ställa ut med de stamantal som förekommer i en skog. Detta ställer krav på att den som skapar träden vet hur trädet bör se ut. Som hjälp vid detta arbete har vi tagit fram en trädbildsdatas databas där det finns bilder på och data om träd från Skåne i söder till Tärnaby i norr. Denna databas är tänkt att användas som referens vid skapandet av trädmodeller för skoglig visualisering.

Anpassning

Trädmallarna modifieras genom att ett stort antal parametrar (t.ex. trädhöjd, grenavstånd, grenböjning, gren och barrvinklar) ändras så att trädet får den form som önskas. Färger på stam, grenar och barr sätts också i programmet men mjukvaran hanterar inte att "klistra" texturer på stammen så det går inte att få barkstruktur på träden. Detta går att lösa genom att överföra trädbilderna till ett bildredigeringsprogram, t.ex. Photoshop och där lägga på en barktextur på stammarna. För att skapa texturer på 3D-objekt så krävs det ett större generellt modelleringsprogram, t.ex. Maya eller 3D Studio Max.

Format

När trädmodellen har det önskade utseendet kan den sparas som 3D-objekt eller som en bild tagen från valfri vinkel. För att få en mer realistisk bild, belyses trädobjektet så att grenarna kastar skuggor på varandra. Bilden tas mot svart bakgrund eftersom VNS tolkar det svarta som bakgrund och gör det transparent. VNS kan använda både 3D-objekt och bilder (så kallade "billboards") för att illustrera träd. Men eftersom 3D-objekt tar extremt mycket längre tid att rendera så har vi oftast använt bilder.

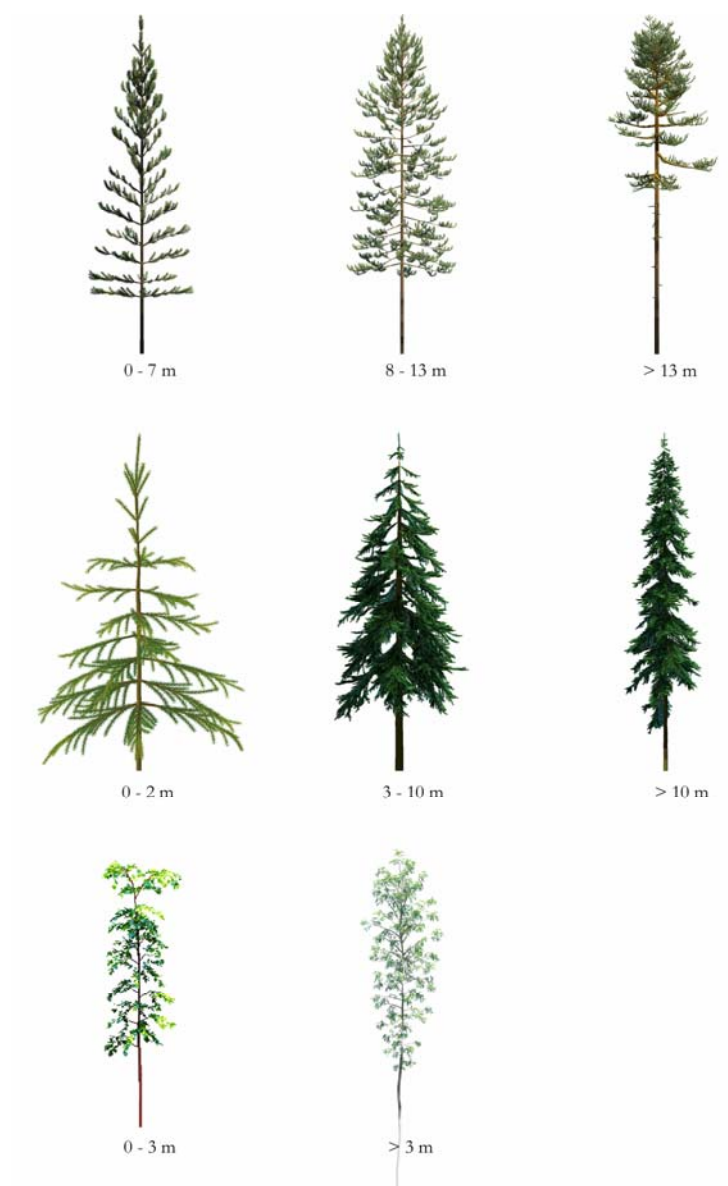


Bild 2, visar exempel på trädindivider (tall, gran och björk) i olika höjdklass. Texten under varje träd anger det höjdintervall som trädet är tänkt att användas inom.

Variation av trädmodellerna

För att skapa en verklighetstrogen landskapsmodell så krävs att det finns flera olika ålders- eller storleksklasser för varje trädslag (bild 2). Detta är extra viktigt för arter som markant ändrar utseende under livstiden t.ex. björk som har en brun stam som ung men som vid ca. 3m börjar få en vit stam. Det är också viktigt att inom varje åldersklass skapa några individer så

att inte alla träd i ett bestånd ser exakt likadana ut. För detta finns en funktion i OnyxTree som gör att när alla parametrar för trädets utseende är klara så går det enkelt att skapa individer.

Landskapsmodell

Import av data

Först importeras en höjdmodell över det område som skall visualiseras och då finns möjlighet att ange projektion för hela landskapsmodellen. Innan en skogsbruksplan importeras måste den modifieras. För att kunna skapa realistiska beståndsstrukturer är det viktigt att utifrån beståndsålder eller trädhöjd skapa en variabel som går att koppla till trädmodellernas ålders- eller storleksklass. Detta så att bilder av t.ex. små granar bara placeras i ungskogar och inte skalas upp till 20 meters slutavverkningsmogna träd. Sedan läses den digitala kartan samt dess attributdata från skogsbruksplanen in till VNS. Även vägar och vattendrag importeras. VNS har god förmåga att använda olika dataformat från olika GIS-system och har en importerings "Wizard" vilket gör att det går lätt och snabbt att läsa in data.

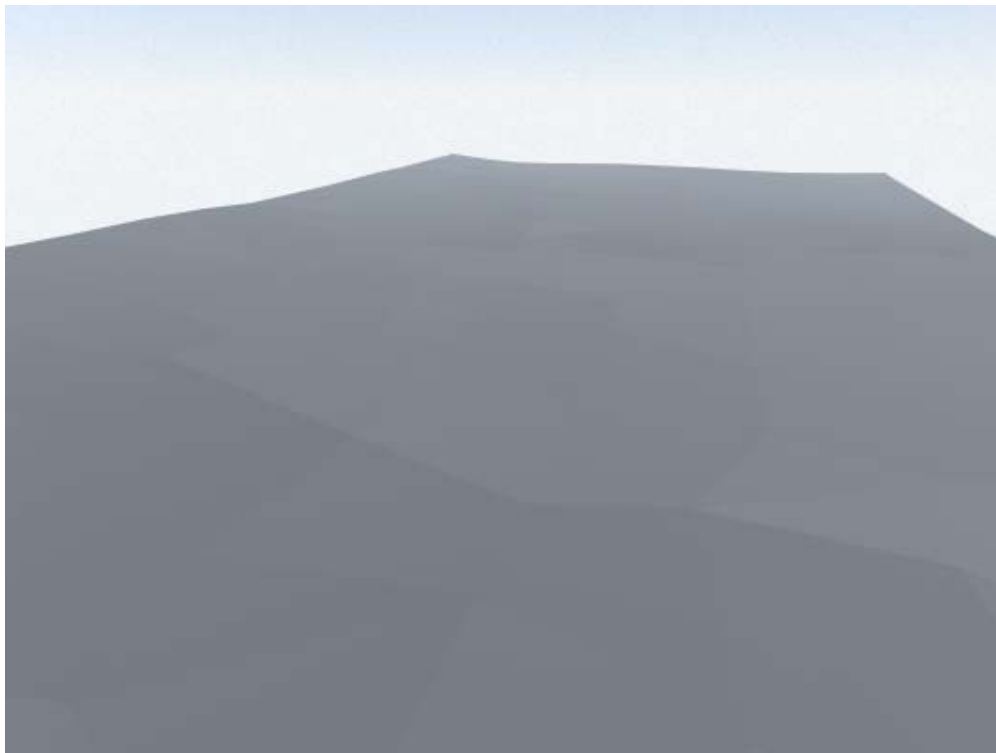


Bild 3, Lantmäteriets höjdmodell, 50x50 m raster.

Höjdmodell

Det finns möjligheter att dela upp höjdmodellen i delområden, vilket gör att renderingen går fortare eftersom datorn då inte behöver rita ut de områden som finns bakom kameran. VNS konverterar höjdrastret till polygoner där varje rastercell delas i två likbenta trianglar (Bild 3). Dessa kan sedan delas i två nya trianglar i flera steg, något som kallas fraktaldjup. Genom att variera riktningen och höjden på undertrianglarna så skapas en höjddynamik som uppfattas som mer verklig än 50-meters rastret. Eftersom sjöar och vattendrag inte har något djup i höjdmodellen modifieras den med ett verktyg i programmet. Så styrs bl.a. djup- och bottenprofil (bild 4). Var sänkningarna i höjdmodellen ska göras styrs av en databaskoppling med vektorn för vattendraget eller sjön. Även mänskligt skapade förhöjningar som t.ex. banvallar går att lägga in i höjdmodellen.

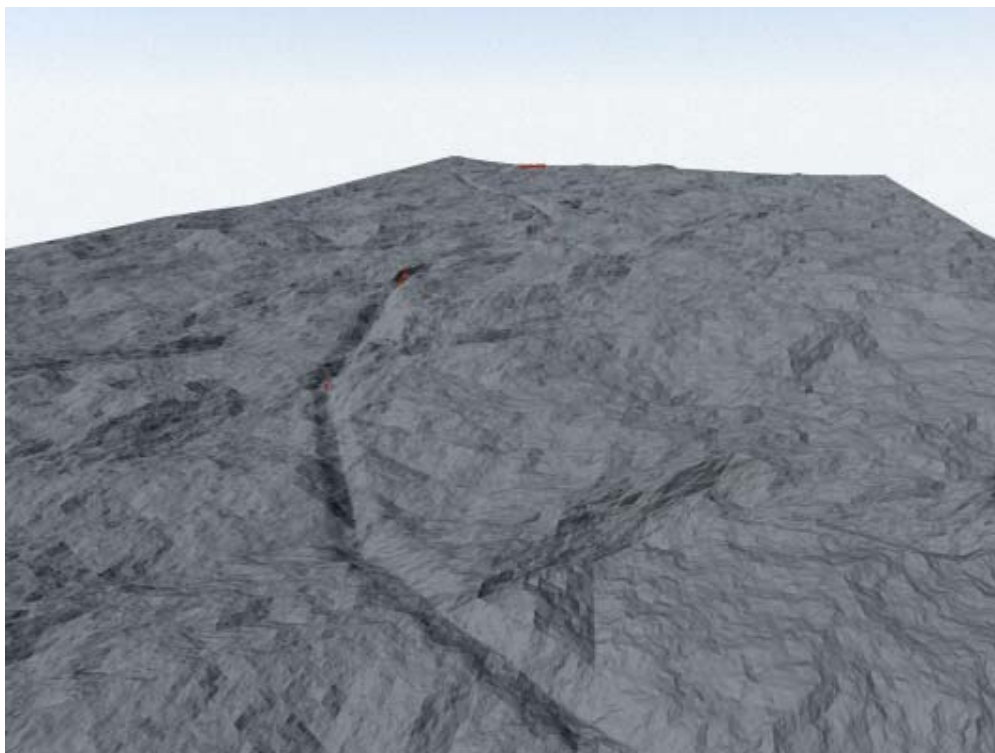


Bild 4, höjdmodell med maximalt fraktaldjup och bäckfåra från blåkartan vektor.

Ekosystem

Naturen i landskapet delas in i olika ekosystem. Det är lämpligt att låta dessa utgöras av skogsbruksplanens ägoslag, för all ägoslag utom skog. För skogen kan det t.ex. vara lämpligt att göra ett ekosystem för varje skogstyp (Tall-lavskog, Granskog, Gransumpskog, Blandskog osv.)(bild 5 & 6). Oftast finns inte den klassificeringen i skogsbruksplanen men den går grovt att konstruera utifrån fuktighet, fältskikt och trädslagsblandning. För varje ekosystem går det

att skapa ett trädskikt, ett undervegetationsskikt samt en textur på höjdmodellen. Trädskiktet skapas genom att trädbilderna ”placeras” på höjdmodellen skalade till den beståndshöjd och den stamtäthet som anges enligt skogsbruksplanen. Tätheten och höjden i ekosystemet kopplas med en databaskoppling till skogsbruksplanen. För att ge ett mer verklighetstroget intryck i renderingarna så används dels flera olika trädindivider av samma trädslag och ålder, dels en liten höjdspridning på träden så att beståndet får ett böljande krontak.

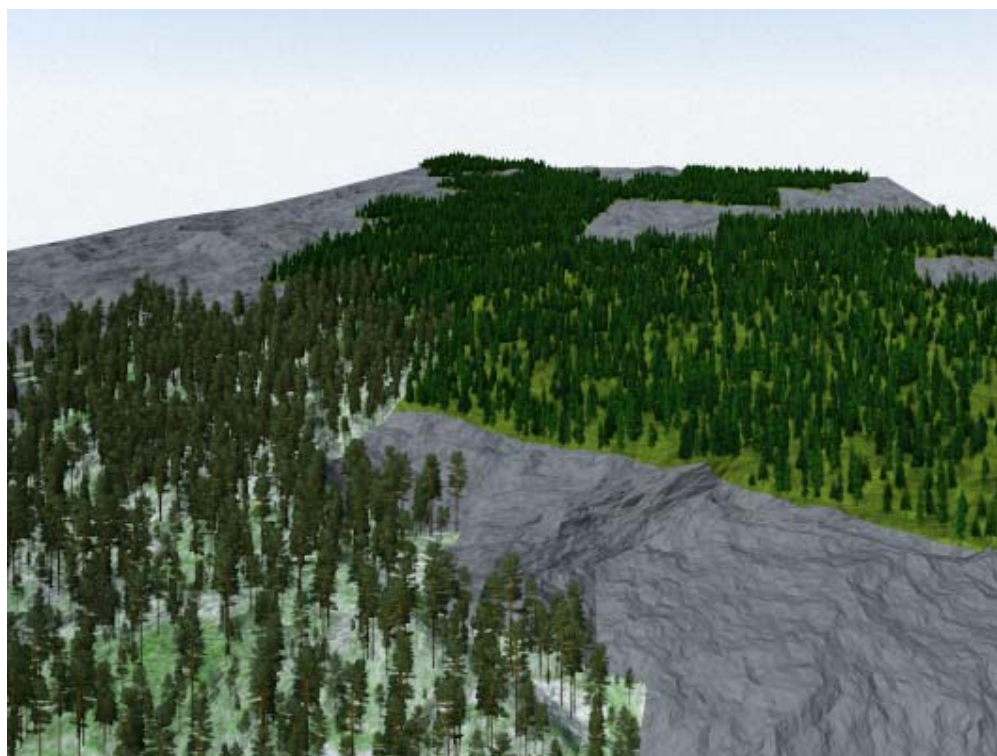


Bild 5, till vänster tall på lavmark och till höger barrskog 5-15m, enligt Svensk Marktäcke Data (SMD).

På samma sätt går det att göra undervegetation med bilder av buskar, ris, små träd, stenar och stubbar. Kvantifierad information om undervegetationen saknas nästan alltid i skogsbruksplanen, men det går att få en uppfattning utifrån fältskikt, fuktighet och blockighet. Det finns flera sätt att färglägga marken så att den uppfattas som realistisk. Det enklaste är att skapa texturer utifrån t.ex. fraktalmönster och några färger. Ett annat sätt är att använda sig av fotografier. Det kan vara flyg eller satellitbilder som draperas på höjdmodellen med geografisk matchning. Ett tredje sätt är att använda fotografier av fältskikt som gjorts ”sömlösa” (två kopior av samma bild kan läggas kant i kant utan att sömmen syns) och läggas sida vid sida för att täcka marken i ett ekosystem.

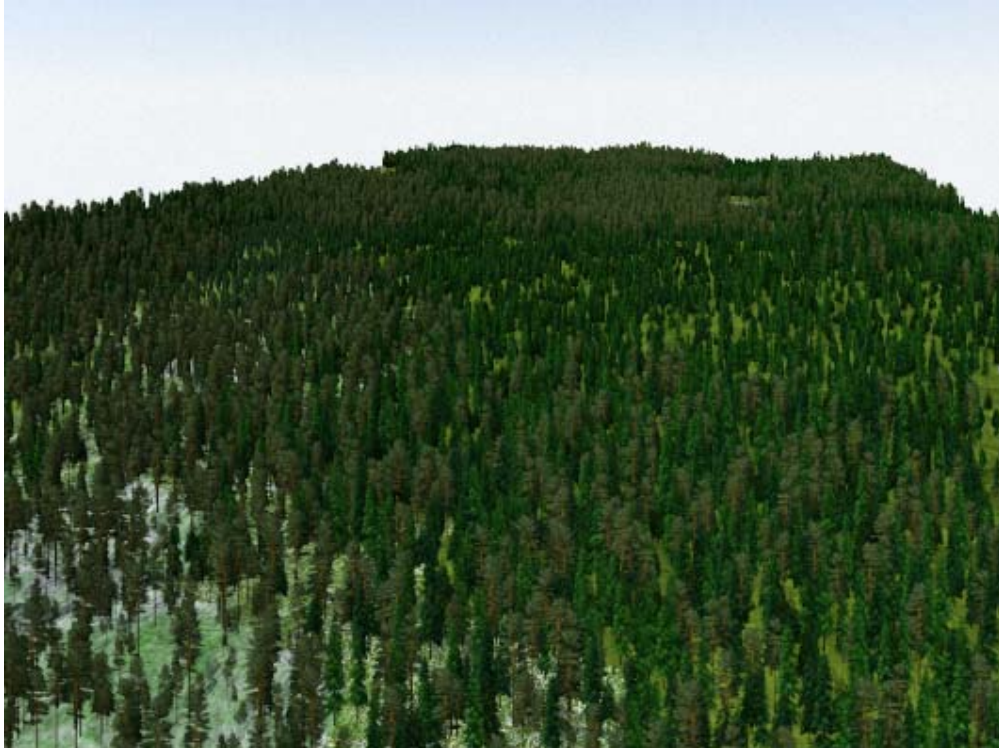


Bild 6, samtliga Skogsekosystem utritade

För de andra ekosystemen (t.ex. jordbruksmark och sjöar) i området som ska visualiseras så finns det oftast ingen information i skogsbruksplanen, men det är ganska lätt att utifrån egna erfarenheter skapa de ekosystem som saknas. Oftast finns inget trädskikt, vilket medför att bara undervegetation och markttextur måste skapas (Bild 7). När det gäller sjöar, bäckar, vägar och andra vanliga ekosystem så finns ett bibliotek i VNS som går att använda (dock är det amerikanska ekosystem).

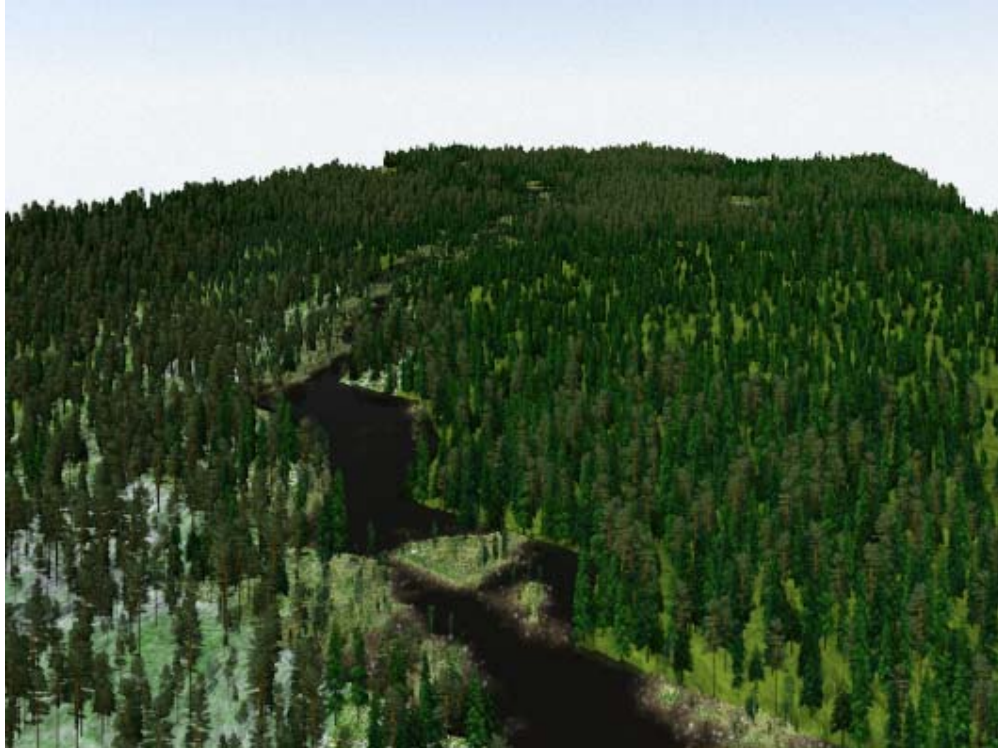


Bild 7, samtliga ekosystem är utritade, bäckecosystem med en radie på 10 m från vektorn.

Himmel och skuggor

När ekosystemen är klara så återstår att skapa en himmel som framhäver det som ska visualiseras (Bild 8). Solens position sätts så att önskat ljus uppkommer och att skuggorna hamnar rätt. Här finns möjligheter att spela på betraktarens känslor genom att till exempel göra en ljusare och trevligare himmel och ljussättning på en visualisering av framtiden kontra den som illustrerar dagsläget.

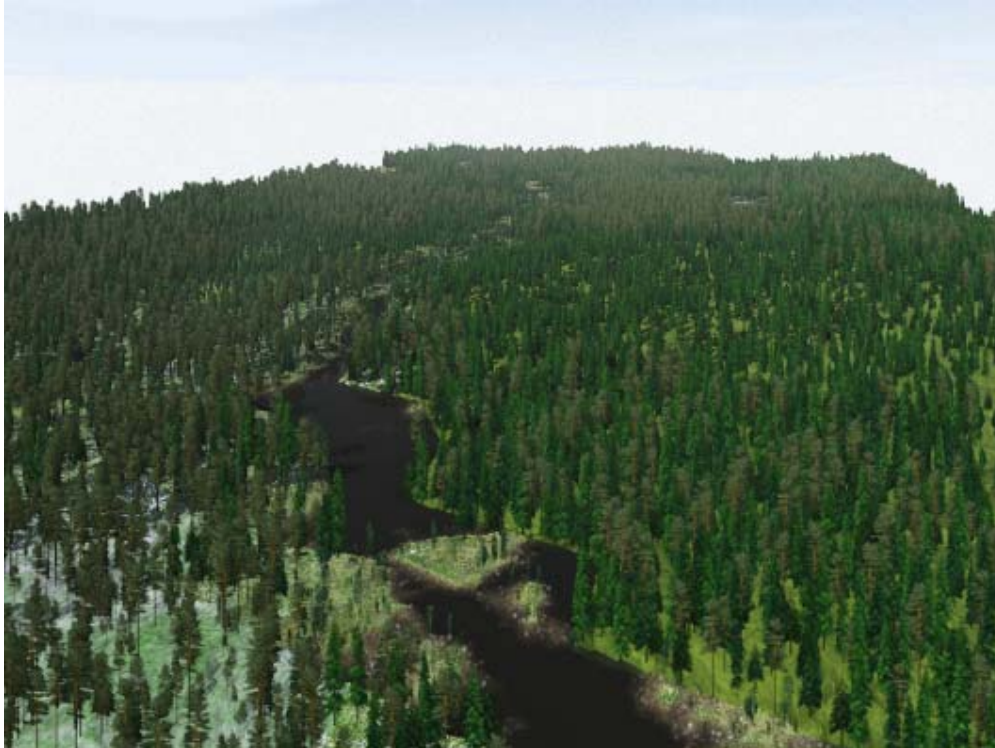


Bild 8, moln, skuggor och dis är utritat.

Övriga objekt

VNS har full funktionalitet för att använda 3D-objekt skapade i ett 3D-moduleringsprogram t.ex. Maya eller 3D Studio Max. Med VNS kommer ett litet bibliotek med byggnader, stenar, bilar och annat som går att använda. 3D-objekt tar mycket kraft att rendera och det är därför inte lämpligt att använda 3D-träd vid skogsrendering även om det teoretiskt är möjligt. Dock går det att använda t.ex. 3-D objekt av t.ex. stenar för att skapa en mer realistisk miljö. Det går att få 3D-objekt att röra sig i animeringar genom att specificera en rutt som objektet följer, det kan vara en bil som åker på en väg eller ett flygplan som flyger genom modellen.

Rendering av landskap

När väl landskapsmodellen är klar så skapas renderingarna genom att placera en kamera på en position i modellen och rikta den mot det som ska visualiseras. Det går att använda flera kameror på flera positioner. Även kameratyp och linser går att variera. De flesta inställningsmöjligheter som finns på en systemkamera finns i VNS med tillägget att det även finns möjligheter till storbilds-, stereo- och videokamera. Video får man genom att låta

kameran ta en sekvens av bilder (animation). Det finns färdiga inställningar för att passa de olika standardiserade videosystemen (t.ex. PAL). Upplösningen går att sätta till allt från vanlig VHS kvalitet till HD-TV eller högre. Videokamerorna går att flytta under renderingen så att de blir en överflygning. Det går även att få kameran att följa ett objekt som rör sig i modellen, t.ex. en bil.

Tiden det tar att rendera en bild eller film beror på mängden detaljer samt upplösningen på bilden. Normalt så tar det ungefär 10 minuter att rendera en detaljerad bild och ungefär 70 timmar att skapa 60 sekunder detaljerad film i DVD-kvalitet.

Erfarenheter

Begränsningar

VNS är ett mycket kraftigt program som skulle kunna skapa detaljerade bilder och filmer över stora arealer. Potentialen finns i programmet men den stora begränsningen är minne. VNS jobbar mot det fysiska arbetsminnet (RAM-minnet) vilket begränsar hur stora och detaljerade områden som går att skapa. Det finns ett antal saker som sparar minne och därför är viktiga att ha koll på.

Lösningar

Det är viktigt att ha rejält med minne redan från början, minst en gigabyte rekommenderas men gärna mer. Innan man börjar med ett projekt är det viktigt att tänka på; vad ska visualiseras? Är det bilder tagna inne i ett bestånd från marknivå eller är det bilder tagna på några hundra meters höjd med perspektiv mot horisonten? Storleken och mängden data som ska visualiseras styr hur hög detaljgrad som kan användas. Enkelt kan det uttryckas som att objektets eller trädbildens storlek i "byte" gånger antalet gånger den ska användas ger hur mycket minne som kommer att behövas. Om översiktsbilder ska renderas så kan trädbilderna ha ganska låg upplösning. Ska kameran vara på marken och fotografera närmaste omgivningen så krävs högupplösta trädbilder och 3D-objekt, och då är det viktigt att landskapmodellen är större än vad som syns i bilden. Andra saker som kostar minne är höga upplösningar på skuggor, moln och atmosfär som har volym. Det är trevligt att ha detaljerad undervegetation i skogen, på åkrar/ängar, utefter bäckar och sjöar men det krävs mycket minne för att rita ut en detaljerad undervegetation över hela landskapsmodellen. Dock går det att styra så att undervegetationen bara ritas ut från kameran och ett visst avstånd in i bilden med avtagande densitet. Detta sparar mycket minne och renderingstid. Som en sista utväg vid

minnesbrist eller om det är aktuellt med snabb rendering av film så har VNS möjligheten att skapa ett nätverk av flera datorer så att dessa kan dela på arbetet.

Framtiden

Vi har fram till nu mest koncentrerat oss på vad som går att göra och då varit ganska hantverksmässiga i vårt arbete. Nu vet vi att landskapsvisualisering går att utföra med önskat resultat så nu återstår att skapa ett antal ekosystem som känns verkliga samt att automatisera renderingsprocessen. Kanske skapa ett renderarnätverk så att det snabbt går att rendera bilder och film över ett nytt område från olika källor av indata t.ex Heureka systemets scenarier, skogsbruksplaner, segmenterade kNN-Sverige data och GSD Marktäcke data.

Tack till

Forskningsprogrammet Heureka för intresse och vilja att belysa fördelarna med skoglig landskapsvisualisering för allmänheten. Kungliga Skogs- och Lantbruksakademien för medel att skapa den referensdatabas av trädbilder som behövs för trädskapandet. Professor Håkan Olsson som med sitt brinnande intresse för landskapsvisualisering givit stöd åt och skapat förutsättningarna för detta arbete. Dr. Kenneth Olofsson för hans idéer, synpunkter och kunnande om datorgrafik och visualisering.

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, Internationellt samt NILS. 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 | Nilsson, P. | 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, P. & 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 edges 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 Fridman, J. & Ståhl, G. (Redaktörer) Utredningar avseende innehåll och omfattning i en framtida Riksskogstaxering. ISRN SLU-SRG-AR--52--SE
- 54 Fridman, J., Holmström, H., Nyström, K., Petersson, H., Ståhl, G. & Wulff, S. 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
- 2000 65 Bååth, H., Gällerspång, A., Hallsby, G., Lundström, A., Löfgren, P., Nilsson, M. & Ståhl, G. 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 Lind, T. 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
- 116 Ståhl, G. Critical length sampling for estimating the volume of coarse woody debris. ISRN SLU-SRG-AR--116--SE
- 117 Ståhl, G., Blomquist, G. & Eriksson, A. Mögelproblem i samband med risrensning inom Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--117--SE

- 118 Ståhl, G. Boström, B. Lindkvist, H. Lindroth, A. Nilsson, J. Olsson, M. Methodological options for quantifying changes in carbon pools in Swedish forests. ISRN SLU-SRG-AR--118--SE
- 2004 129 Bååth, H., Eriksson, B., Lundström, A., Lämås, T., Johansson, T., Persson, J A. & Sundquist, S. Internationellt utbyte och samarbete inom forskning och undervisning i skoglig mätteknik och inventering. -Möjligheter mellan en region i södra USA och SLU. ISRN SLU-SRG-AR--129--SE

Planering och inventering:

- 1995 3 Homgren, P. & Thuresson, T. Skoglig planering på amerikanska västkusten - intryck från en studieresa till Oregon, Washington och British Colombia 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. An 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-SRG-AR--19--SE
- 25 Lämås, T. & Ståhl, G. Skattning av tillstånd och förändringar genom inventeringssimulering - En handledning till programpaketet. ISRN SLU-SRG-AR--25--SE
- 26 Lämås, T. & Ståhl, G. Om detektering 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. 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 SLU-SRG-AR--82--SE
- 2002 91 Wilhelmsson, E. Forest use and it's economic value for inhabitants of Skröven and Hakkas in Norrbotten. ISRN SLU-SRG-AR--91--SE
- 93 Lind, T. Strategier för Östads säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig planering ur ett företagsperspektiv ht 2001, SLU Umeå. ISRN SLU-SRG-AR--93--SE
- 94 Eriksson, O. et. al. Wood supply from Swedish forests managed according to the FSC-standard. ISRN SLU-SRG-AR--94--SE
- 2003 108 Paz von Friesen, C. Inverkan på provytans storlek på regionala skattningar av skogstyper. En studie av konsekvenser för uppföljning av miljömålen. SLU-SRG-AR--108--SE

Biometri:

- 1997 22 Ali, A. A. 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 i flygbilder för skattningar 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--43--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 Nontimber Forest Resources - A literature survey. ISRN SLU-SRG-AR--66--SE
- 69 Tingelöf, U. & Nilsson, M. Kartering av hyggeskanter i pankromatiska SPOT-bilder. ISRN SLU-SRG-AR--69--SE
- 79 Reese, H. & Nilsson, M. Wood volume estimations 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
- 2003 112 Olsson, H. Proceedings of the ScandLaser Scientific Workshop on Airborne
Granqvist Pahlen, Laser Scanning of Forests. September 3 & 4, 2003. Umeå, Sweden.
T. Reese, H. ISRN SLU-SRG-AR--112--SE
Hyypä, J.
Naesset, E.
- 114 Manterola Computer Visualization of forest development scenarios in
Matxain, I. Bäcksjön estate. ISRN SLU-SRG-AR--114--SE
- 2004 122 Dettki, H. & Skoglig GIS- och fjärranalysundervisning inom Jägmästar- och
Wallerman, J. Skogsvetarprogrammet på SLU. - En behovsanalys. ISRN SLU-
SRG-AR--122--SE
- 2005 136 Bohlin, J. Visualisering av skog och skogslandskap -erfarenheter från
användning av Visual Nature Studio 2 och OnyxTree. ISRN SLU-
SRG-AR--136--SE

Kompendier och undervisningsmaterial:

- 1996 14 Holm, S. & En analys av skogstillståndet samt några alternativa
Thuresson, T. samt avverkningsberäkningar för en del av Östads säteri. ISRN SLU-
jägm. studenter SRG-AR--14--SE
kurs 92/96
- 1997 21 Holm, S. & En analys av skogstillståndet samt några alternativa
Thuresson, T. samt avverkningsberäkningar för en stor del av Östads säteri. ISRN SLU-
jägm.studenter SRG-AR--21--SE
kurs 93/97.
- 1998 42 Holm, S. & Lämås, An analysis of the state of the forest and of some management
T. samt alternatives for the Östad estate. ISRN SLU-SRG-AR--42--SE
jägm.studenter
kurs 94/98.

- 1999 58 Holm, S. & Lämås, T. En analys av skogstillsåndet samt några alternativa avverkningsberäkningar för Östads säteri. ISRN SLU-SRG-AR--58-SE
T. samt studenter vid Sveriges lantbruksuniversitet.
- 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
- 2003 115 Lindh, T. Strategier för Östads Säteri: Redovisning av planer framtagna under kursen Skoglig Planering ur ett företagsperspektiv HT 2002, SLU Umeå. SLU-SRG--AR--115--SE

Examensarbeten:

- 1995 5 Törnquist, K. Ekologisk landskapsplanering i svenskt skogsbruk - hur började det? ISRN SLU-SRG-AR--5--SE
- 1996 6 Persson, S. & Segner, U. Aspekter kring datakvaliténs betydelse för den kortsiktiga planeringen. 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? ISRN SLU-SRG-AR--7--SE
- 8 Ranvald, C. Sortimentinriktad avverkning. ISRN SLU-SRG-AR--8--SE
- 9 Olofsson, C. Mångbruk i ett landskapsperspektiv - En fallstudie på MoDo Skog AB, Örnsköldsviks förvaltning. ISRN SLU-SRG-AR--9--SE
- 10 Andersson, H. Taper curve functions and quality estimation for Common Oak (Quercus Robur L.) in Sweden. 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. ISRN SLU-SRG-AR--11--SE
- 12 Bredberg, J. Skattning av ålder och andra beståndsvariabler - en fallstudie baserad på MoDo:s indelningsrutiner. ISRN SLU-SRG-AR--12--SE

- 13 Gunnarsson, F. On the potential of Kriging for forest management planning. ISRN SLU-SRG-AR--13--SE
- 16 Tormalm, K. Implementering av FSC-certifiering av mindre enskilda markägares skogsbruk. ISRN SLU-SRG-AR--16--SE
- 1997 17 Engberg, M. Naturvärden i skog lämnad vid slutavverkning. - En inventering av upp till 35 år gamla förnygringsytor på Sundsvalls arbetsområde, SCA. ISRN SLU-SRG-AR--17--SE
- 20 Cedervind, J. GPS under krontak i skog. ISRN SLU-SRG-AR--20--SE
- 27 Karlsson, A. En studie av tre inventeringsmetoder i slutavverkningsbestånd. ISRN SLU-SRG-AR--27--SE
- 1998 31 Bendz, J. SÖDRAs gröna skogsbruksplaner. En uppföljning relaterad till SÖDRAs miljömål, FSC's kriterier och svensk skogspolitik. ISRN SLU-SRG-AR--31--SE
- 33 Jonsson, Ö. Trädskikt och ståndortsförhållanden i strandskog. - En studie av tre bäckar i Västerbotten. ISRN SLU-SRG-AR--33--SE
- 35 Claesson, S. Thinning response functions for single trees of Common oak (*Quercus Robur L.*). 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. ISRN SLU-SRG-AR--36--SE
- 40 Persson, M. Skogsmarkindelningen i gröna och blå kartan - en utvärdering med hjälp av Riksskogstaxeringens provytor. ISRN SLU-SRG-AR--40--SE
- 41 Eriksson, M. Markbaserade sensorer för insamling av skogliga data - en förstudie. 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. ISRN SLU-SRG-AR--45--SE
- 46 Gustafsson, K. Långsichtsplanering med geografiska hänsyn - en studie på Bräcke arbetsområde, SCA Forest and Timber. ISRN SLU-SRG-AR--46--SE

- 47 Holmgren, J. Estimating Wood Volume and Basal Area in Forest Compartments by Combining Satellite Image Field Data. 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. ISRN SLU-SRG-AR--49--SE
- 1999 55 Imamovic, D. Simuleringsstudie av produktionskonsekvenser med olika miljömål. ISRN SLU-SRG-AR--55--SE
- 62 Fridh, L. Utbytesprognoser av rotstående skog. 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. ISRN SLU-SRG-AR--71--SE
- 72 Skoog, E. Leveransprecision och ledtid - två nyckeltal för styrning av virkesflödet. ISRN SLU-SRG-AR--72--SE
- 74 Johansson, L. Rotröta i Sverige enligt Riksskogstaxeringen. - En beskrivning och modellering av rötförekomst hos gran, tall och björk. ISRN SLU-SRG-AR--74--SE
- 77 Nordh, M. Modellstudie av potentialen för renbete anpassat till kommande slutavverkningar. ISRN SLU-SRG-AR--77--SE
- 78 Eriksson, D. Spatial Modeling of Nature Conservation Variables useful in Forestry Planning. ISRN SLU-SRG-AR--78--SE
- 81 Fredberg, K. Landskapsanalys med GIS och ett skogligt planeringssystem. ISRN SLU-SRG-AR--81--SE
- 2001 83 Lindroos, O. Underlag för skogligt länsprogram Gotland. ISRN SLU-SRG-AR--83--SE

- 84 Dahl, M. Satellitbildsbaserade skattningar av skogsområden med röjningsbehov (Satellite image based estimations of forest areas with cleaning requirements). ISRN SLU-SRG-AR--84--SE
- 85 Staland, J. Styrning av kundanpassade timmerflöden - Inverkan av traktbankens storlek och utbytesprognosens tillförlitlighet. ISRN SLU-SRG-AR--85--SE
- 2002 92 Bodenhem, J. Tillämpning av olika fjärranalysmetoder för urvalsförfarandet av ungskogsbestånd inom den enkla älgbetesinventeringen (ÄBIN). ISRN SLU-SRG-AR--92--SE
- 95 Sundquist, S. Utveckling av ett mått på produktionsslutenhet för Riksskogstaxeringen. ISRN SLU-SRG-AR--95--SE
- 98 Söderholm, J. De svenska skogsbolagens system för skoglig planering. ISRN SLU-SRG-AR--98--SE
- 99 Nordin, D. Fastighetsgränser. Del 1. Fallstudie av fastighetsgränserns lägesnoggrannhet på fastighetskartan. ISRN SLU-SRG-AR--99--SE
- 100 Nordin, D. Fastighetsgränser. Del 2. Instruktion för gränsvård. ISRN SLU-SRG-AR--100--SE
- 101 Nordbrandt, A. Analyser med Indelningspaketet av privata skogsfastigheter inom Norra Skogsägarnas verksamhetsområde. ISRN SLU-SRG-AR--101--SE
- 2003 102 Wallin, M. Satellitbildsanalys av gremmeniellaskador med skogsvårdsorganisationens system. ISRN SLU-SRG-AR--102--SE
- 103 Hamilton, A. Effektivare samråd mellan rennärning och skogsbruk - förbättrad dialog via ett utvecklat samrådsförfarande. ISRN SLU-SRG-AR--103--SE
- 104 Hajek, F. Mapping of Intact Forest Landscapes in Sweden according to Global Forest Watch methodology. ISRN SLU-SRG-AR--104--SE
- 105 Anerud, E. Kalibrering av ståndortsindex i beståndsregister - en studie åt Holmen Skog AB. ISRN SLU-SRG-AR--105--SE

- 107 Pettersson, L. Skördarnavigering kring skyddsvärda objekt med GPS-stöd. SLU-SRG-AR--107--SE
- 109 Östberg, P-A. Försök med subjektiva metoder för datainsamling och analys av hur fel i data påverkar åtgärdsförslagen. SLU-SRG-AR--109--SE
- 111 Hansson, J. Vad tycker bilister om vägnära skogar - två enkätstudier. SLU-SRG-AR--111--SE
- 113 Eriksson, P. Renskötseln i Skandinavien. Förutsättningar för sambruk och konflikthantering. SLU-SRG-AR--113--SE
- 119 Björklund, E. Medlemmarnas syn på Skogsägarna Norrskog. ISRN SLU-SRG--AR--119--SE
- 2004 120 Fogdestam, Niklas Skogsägarna Norrskog:s slutavverkningar och PEFC-kraven - fältinventering och intervjuer. ISRN SLU-SRG--AR--120--SE
- 121 Petersson, T. Egenskaper som påverkar hänsynsarealer och drivningsförhållanden på föryngringsavverkningstrakter -En studie över framtida förändringar inom Sveaskog. ISRN SLU-SRG--AR--121--SE
- 123 Mattsson, M. Markägare i Stockholms län och deras inställning till biodiversitet och skydd av mark. ISRN SLU-SRG--AR--123--SE
- 125 Eriksson, M. Skoglig planering och ajourhållning med SkogsGIS - En utvärdering av SCA:s nya GIS-verktyg med avseende på dess introduktion, användning och utvecklingspotential. ISRN SLU-SRG--AR--125--SE
- 130 Olmårs, P. Metrias vegetationsdatabas i skogsbruket - En GIS-studie. ISRN SLU-SRG--AR--130--SE
- 131 Nilsson, M. Skogsmarksutnyttjande på Älvdalens kronopark före 1870. En kulturhistorisk beskrivning och analys. ISRN SLU-SRG--AR--131--SE
- 2005 133 Bjerner, J. Betydelsen av felaktig information i traktbanken -Inverkan på virkesleveranser samt tidsåtgång och kostnad vid avverkningar. ISRN SLU-SRG--AR--133--SE

Internationellt:

- 1998 39 Sandewall, M., Ohlsson, B. & Sandewall, R.K. People's options of forest land use - a research study of land use dynamics and socio-economic conditions in a historical perspective in the Upper Nam Water Catchment Area, Lao PDR. ISRN SLU-SRG-AR--39--SE
- 1998 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
- 1998 48 Sengthong, B. Estimating Growing Stock and Allowable Cut in Lao PDR using Data from Land Use Maps and the National Forest Inventory. ISRN SLU-SRG-AR--48--SE
- 1999 60 Sandewall, M. (Edit.). 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. ISRN SLU-SRG-AR--60--SE
- 2000 80 Sawathwong, S. Forest Land Use Planning in Nam Pui National Biodiversity Conservation Area, Lao P.D.R. ISRN SLU-SRG-AR--80--SE
- 2002 97 Sandewall, M. 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. ISRN SLU-SRG-AR--97--SE

NILS:

- 2004 124 Esseen, P-A., Löfgren, P. Vegetationskartan över fjällen och Nationell Inventering av Landskapet i Sverige (NILS) som underlag för Natura 2000. ISRN SLU-SRG-AR--124--SE
- 126 Allard, A., Löfgren, P. & Sundquist, S. Skador på mark och vegetation i de svenska fjällen till följd av barmarkskörning. ISRN SLU-SRG-AR--126--SE
- 127 Esseen, P-A., Glimskär, A. & Ståhl, G. Linjära landskapselement i Sverige: skattningar från 2003 års NILS-data. ISRN SLU-SRG-AR--127--SE

- 128 Ringvall, A., Ståhl, Skattningar och precisionsberäkning i NILS - Underlag för
G., Löfgren, P. & diskussion om lämplig dimensionering. ISRN SLU-SRG-AR--128--
Fridman, J. SE
- 132 Esseen, P-A., Analys av informationsbehov för Nationell Inventering av
Glimskär, A., Landskapet i Sverige (NILS). ISRN SLU-SRG--AR--132--SE
Moen, J.,
Söderström, B. &
Weibull, A.
- 2005 134 Glimskär, A., Småbiotoper vid åkermark – indikatorer och flygbildsbaserad
Allard, A. & uppföljning i NILS. ISRN SLU-SRG--AR--134--SE
Högström, M.
- 135 Hylander, K. & Lavkompendium för Nationell Inventering av Landskapet i Sverige
Esseen, P-A. (NILS) ISRN SLU-SRG--AR--135--SE