



Zonerat skogsbruk på fastighetsnivå – effekter på ekonomi och miljö

Zoned forestry on estate level – effects on economy and ecology

Linus Eldegren

**Arbetsrapport 439 2015
Examensarbete 30hp A2E
Jägmästarprogrammet**

**Handledare:
Tomas Lämås**

Sveriges lantbruksuniversitet
Institutionen för skoglig resurshushållning
901 83 UMEÅ
www.slu.se/srh
Tfn: 090-786 81 00



ISSN 1401-1204
ISRN SLU-SRG-AR-439-SE

Zonerat skogsbruk på fastighetsnivå – effekter på ekonomi och miljö

Zoned forestry on estate level – effects on economy and ecology

Linus Eldegren

Nyckelord: *triadskogsbruk, skoglig planering, trakthyggesbruk, nyckelbiotop, biologisk mångfald.*

Examensarbete i Skogshushållning vid institutionen för skoglig resurshushållning, 30 hp
EX0768 A2E

Handledare: Tomas Lämås, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, planering

Examinator: Erik Wilhelmsson, SLU, Institutionen för skoglig resurshushållning, planering

Förord

Jag vill tacka stiftelsen Mary Francke-Gustafsons donation Barksätters egendom som initierade och finansierade detta examensarbete. Vidare vill jag tacka Tomas Lämås vid institutionen för skoglig resurshushållning som agerat handledare. Tackar gör jag även Lena Gustafsson vid institutionen för ekologi som agerat stöd vid fältarbetet och som bollplank för idéer samt Hampus Holmström vid institutionen för skoglig resurshushållning som bistått med hjälp vid simuleringarna i PlanVis.

Umeå, Maj 2015

Linus Elldgren

Sammanfattning

Det traditionella svenska skogsbruket bygger på ett trakthyggesbruk som tillämpas på största delen av arealen. Generell hänsyn lämnas vid skogliga åtgärder i form av levande och döda träd samt orörda områden. Utöver detta lämnas hela bestånd och nyckelbiotoper. Denna modell har fått kritik för att den skapar ett fragmenterat och variationsfattigt landskap med dåliga förutsättningar för många skogslevande arter att reproducera och sprida sig. Ett alternativ är triadskogsbruk där arealen delas upp i zoner med olika mål. Triadskogsbruk har visats kunna ge samma ekonomiska resultat som det traditionella skogsbruket samtidigt som större arealer lämnats orörda. Denna rapport utreder vilka ekonomiska och ekologiska effekter en implementering av triadskogsbruk får på fastighetsnivå.

Efter fältarbete zonerades en fastighet på 500 ha i Sörmland med tre zoner: avsättningar, intensivproduktion och produktion med hänsyn. Simuleringar med 100 års planeringshorisont genomfördes i beslutsstödsystemet PlanVis. Tre olika planer för triadskogsbruk med 15, 13 samt 9 % avsatt areal för fri utveckling togs fram och jämfördes med en referensplan som simulerade traditionellt skogsbruk där 9 % avsattes. Triadplanerna allokerade 19 % i zonen för intensivproduktion.

Resultaten visar att triadkonceptet, utan hänsyn till kostnadseffektivisering i drivningsarbete och logistik, inte når samma ekonomiska resultat som traditionellt skogsbruk men att det finns ekologiska fördelar. De simulerade triadplanerna gav ett mer varierat skogstillstånd med avseende på trädslagssammansättning och förekomsten av död ved.

Triadkonceptet framtaget för att tillämpas på landskapsnivå och fördelarna är troligtvis svåra att ta tillvara på i södra delarna av Sverige på grund av små fastigheter och många ägare.

Nyckelord: triadskogsbruk, skoglig planering, trakthyggesbruk, nyckelbiotop, biologisk mångfald.

Summary

The traditional Swedish forestry relies on a clear-cutting system implemented on the majority of forest land. Tree retention coupled with smaller set-asides constitutes the main conservation measures. This approach has been argued to create a landscape with low variability in tree species and high degree of fragmentation with negative on dispersal and reproduction of many forest living species. Zoning of forestry activities, triad forestry, has been presented as an alternative approach able to maintain high economical yield while leaving larger areas for conservation. This study evaluates the economic and ecological effects of implementing a zoned management strategy on estate level.

Field work established zoning of a 500 ha estate with three zones: set-asides, intense production and ecological production. Simulations were made with a 100 year planning horizon using the decision support system Heureka PlanWise. Three different triad forestry plans in which 15, 13 and 9 % of the area were allocated as set-asides were evaluated and compared with a plan representing traditional Swedish forestry. All triad plans allocated 19 % for intensive production.

Results indicate that triad forestry, without regards to cost savings in logging operations and logistics, will not yield the same economic results as traditional forestry. There are however ecological gains to be made. The simulations of triad forestry resulted in a forest state with more variability regarding tree species composition and the distribution and amount of dead wood.

Triad forestry was initially presented as a model to be used on a landscape level and the benefits of implementing it could possibly be hard to attain in southern Sweden due to ownership structure and small sized estates.

Key words: triad forestry, clear-cutting, key habitat, biodiversity, forest management.

Innehållsförteckning

INLEDNING	6
DEN SVENSKA SKOGSRESURSEN OCH MODELLEN FÖR DESS BRUKANDE.....	6
SKOGSBRUKETS PÅVERKAN PÅ MILJÖN.....	6
MODELLER OCH VERKTYG FÖR NATURVÅRD.....	7
TRIADSKOGSBRUK.....	8
SYFTE.....	9
MÅL.....	9
MATERIAL & METOD	10
ÖVERSIKT AV ARBETSFLÖDE.....	10
ANALYSOMRÅDET OCH SKOGSBRUKSPLAN.....	10
FÄLTARBETE.....	12
<i>Avsättningar</i>	12
<i>Intensivproduktion</i>	13
<i>Produktion med hänsyn</i>	13
PLANVIS.....	14
INDATA TILL PLANVIS OCH KORRIGERINGAR.....	15
SKOGSDOMÄNER.....	16
KONTROLLKATEGORIER.....	16
HANTERING AV DÖD VED I PLANVIS.....	17
TOLKNING OCH JÄMFÖRELSE AV RESULTAT.....	17
RESULTAT	19
NUVÄRDE OCH AVVERKNING.....	19
NATURVÅRDSVARIABLER.....	21
EFFEKTER AV HÄNSYNSAREAL OCH EVIGHETSTRÄD/HÖGSTUBBAR.....	23
INTENSIVSKÖTSEL.....	24
EKSKOGARNA.....	24
DISKUSSION	25
NUVÄRDE OCH AVVERKNING.....	25
NATURVÅRDSVARIABLER.....	26
EFFEKTER AV HÄNSYNSAREAL OCH EVIGHETSTRÄD/HÖGSTUBBAR.....	27
INTENSIVSKÖTSEL.....	27
EKSKOGARNA.....	28
SLUTSATSER	29
REFERENSLISTA	30
TRYCKTA KÄLLOR.....	30
INTERNETKÄLLOR.....	33
BILAGA 1	34
BILAGA 2	36
DEFINITIONER.....	36

Inledning

Den svenska skogsresursen och modellen för dess brukande.

Av Sveriges totala yta om 41 miljoner hektar är 23 miljoner hektar täckt av produktiv skogsmark, skog som till 50 % ägs av enskilda skogsägare medan resten är fördelat på stats- och privatägda bolag samt kyrkan (Skogsstyrelsen 2015a). Generellt är de enskilda ägarna fler i södra delarna av landet och bolagen äger mer mark i de norra delarna. Sedan mitten av 1900- talet har den alltigenom dominerande metoden för skogsbruk i Sverige har varit trakthyggesbruk, det vill säga att slutavverka och göra aktiva föryngringsåtgärder på alla ytor avsedda för produktion vilket länge innebar i princip all produktiv skogsmark (Lisberg Jensen 2011; Östlund et al. 1997). Längre var produktionen av rundvirke, från främst barrträden tall och gran, det övergripande målet i svenskt skogsbruk och oron för virkesbrist ledde till implementering av storskaliga metoder på största delen av den svenska skogsmarken och bevarandet av naturvärden ansågs endast möjligt där det inte påverkade produktionsmålet. Detta ledde till användandet av utländska trädslag, dikning av våtmarker, restaurering av lågproduktiva skogar och gödning. Politiken drevs igenom med omfattande detaljstyrning och tvingande åtgärder som exempelvis gallringsplikt och tvång att avverka slutavverkningsbara bestånd. Dessa regler gällde även för små brukningsenheter och enskilda privata ägare. 1993 antogs en helt ny inriktning för skogspolitiken. Skogsvårdslagen avreglerades i stora delar och större vikt lades vid andra skogliga värden än virkesproduktionen. Miljöns och virkesproduktionens värden likställdes i lagtexten och ekonomiska styrmedel i form av stöd och bidrag för produktion av rundvirke togs bort. Skogsägaren fick nu större frihet att ansvara för skogen. Bakgrunden till detta paradigmskifte var mångfacetterad. Dels hade kritik mot skogsbrukets metoder från miljörörelsen länge ökat men en viktig faktor var också att den internationella diskussionen för en tid hade handlat mycket om miljö, med mötet i Rio 1992 som en viktig milstolpe (Appelstrand 2007; Lämås & Fries 1995).

Skogsbrukets påverkan på miljön

Skogslandskapet som fanns i Sverige innan det storskaliga skogsbrukets inträde är princip helt borta, dels på grund av slutavverkningar men också på grund av bekämpningen av skogsbränder som tidigare var en av de viktigaste processerna vid formandet av skogslandskapet. Det landskap som den tidigare produktionsinriktade skogspolitiken skapade och som vi idag har är fragmenterat, indelat i områden av samma ålder och struktur och dominerat av gran och tall med litet lövinslag (Lisberg Jensen 2011; Ericsson et al. 2005; Gandhi et al. 2004; Östlund et al. 1997). Slutavverkning har visat sig ha negativa effekter för svampars artrikedom- och komposition (Byrd et al. 2000) och det fragmenterade, barrträdsdominerade landskap som bildas när trakthyggesbruk används i stor skala anses ha negativa effekter på skogslevande arters reproduktion och möjlighet att hitta lämpliga habitat (Hanski 2008; Kurki et al. 2000; Enoksson et al. 1995; Harris 1984). Gällande trädslagssammansättningen har det också påvisats (Gamfeldt et al. 2013) att mängden värden, inkluderat biomassaproduktion, producerade i boreal skog ökar med antalet trädarter varför man kan argumentera för att stor dominans av gran eller tall är negativt för många av skogens värden. Det trakthyggesköttade skogslandskapet har också argumenterats vara en miljö dåligt lämpad för arter beroende av död ved i olika nedbrytningsstadier och lång kontinuitet av levande träd (Dahlberg 2011).

Modeller och verktyg för naturvård

En idag vanlig modell för att planera skogsbruket och naturvården på en brukningsenhet är att dela in arealen i olika målklassningar enligt ett av Skogsstyrelsen framtaget system. Fyra klasser finns:

- Produktion med generell hänsyn (PG)
- Produktion med förstärkt hänsyn, kombinationsmål (PF, K)
- Naturvård orört (NO)
- Naturvård med skötsel (NS)

Dominerar gör i regel PG medan arealen som klassificeras som NO/NS normalt utgör 5-10 % av brukningsenhetens areal. Dessa består oftast av mindre områden med höga naturvärde såsom gammal skog, sällsynta arter eller ovanliga strukturer (Skogsstyrelsen 2015b). Eftersom vanligtvis över 90 % av arealen klassificeras som PG är det också de åtgärder man gör på denna areal som kommer forma landskapet. Den generella hänsynen består av att skapa högstubbar, lämna död ved, gamla och andra enskilda träd eller mindre områden av en viss miljötyp orörda (hänsynsytor) vid skogliga åtgärder som gallring och slutavverkning (Skogsstyrelsen 2015c). Lämnandet/skapandet av strukturer som död ved, träd och högstubbar har positiv effekt på arter i behov av sådant substrat och kan hjälpa till att hantera de svåraste effekterna av slutavverkning men är troligtvis ingen ensam lösning för att behålla strukturer och habitat som finns i gamla skogar för att möjliggöra alla arters överlevnad (Roberge et al. 2015; Gustafsson et al. 2010). Mängden som lämnats av dessa strukturer har i många fall visat sig vara lägre än uttalade intentioner och riktlinjer i certifieringar vilket minskar värdet av dessa ansträngningar ur ett ekologiskt perspektiv (Uliczka 2003).

Utöver målklassningarna NO/NS och hänsynsytor som bidrar till att öka andelen skogsmark opåverkad av produktionsinriktat skogsbruk, finns områden som klassificeras som nyckelbiotoper av Skogsstyrelsen. En nyckelbiotop kan utgöras av både en enskild struktur, exempelvis ett gammalt träd, eller ett större skogsområde som anses viktigt för naturvården för att det utgör ett värdefullt inslag som gynnar hotade eller missgynnade arter (Skogsstyrelsen 2015d). En vanlig kritik mot hänsynsytor/NO/NS/nyckelbiotoper är att de ofta är så små att de påverkas mycket av kanteffekter och att det saknas vägar i landskapet för arter att sprida sig mellan ytorna vilket tar bort delar av dess funktionalitet när det gäller att bevara arter i livskraftiga populationer (Sverdrup-Thygeson et al. 2014; Komonen & Kouki 2011; Laita et al. 2010; Perhaps et al. 2009; Hanski 2008; Aune et al. 2005).

Certifiering enligt Forest Stewardship Council (FSC) eller Programme for the Endorsement of Forest Certification (PEFC) utgör en viktig del av miljöarbete inom skogsbruket sedan dess tillkomst i slutet av 90-talet och innehåller en standard som ställer upp riktlinjer för den praktiska naturvården vid skogsbruksåtgärder på fastighetsnivå, exempelvis att 5 % av skogsmarken avsätts för naturvården och hur många högstubbar som ska skapas vid slutavverkning. Alla stora skogsbolag i Sverige är certifierade enligt FSC (Berg Lejon & Lidestav 2009).

Triadskogsbruk

Triadskogsbruk är en modell för spatial zonering av skogliga skötselstrategier på landskapsnivå. Den skiljer sig från det gängse svenska skogsbruket på så vis att man inte strävar efter att uppnå både produktions- och miljömålet på samma yta. Först föreslagen i Kanada (Seymour & Hunter 1992) är det en långsiktig planeringsmodell där man istället delar in ett skogsinnehav/landskap i zoner där varje zon har ett specifikt mål som skötseln sedan anpassas utefter. Denna strategi togs fram som ett alternativ för att hantera de negativa effekter på den biologiska mångfalden som kommer av det fragmenterade landskap och de homogena skogar som uppstår när trakthyggesbruk tillämpas på hela landskap (Tittler et al. 2012; Groot et al. 2005). I modellen som lagts fram jobbar man med tre olika zoner.

- Avsättningar – lämnas för fri utveckling, har i tillämpningar och simuleringar innehållit mellan 5-17% av total areal (Mattsson 2014; Côte et al 2010; Messier et al. 2009; Montigny & MacLean 2006). Tanken är att dessa områden ska gynna arter som har svårt att anpassas sig till homogena och skötta skogar (Ranius & Roberge 2011).
- Intensivproduktion – sköts intensivt och rationellt utan nämnvärd miljöhänsyn för att producera så mycket biomassa som möjligt, har i tillämpningar och simuleringar innehållit ca 20-40% av total areal (Mattsson 2014; Côte et al 2010; Messier et al. 2009; Montigny & MacLean 2006)
- Naturanpassad skötsel – ett produktionsskogsbruk med hänsyn till miljövärden. Man eftersträvar här att efterlikna naturliga störningar med sina skötselåtgärder. Alla bestånd som inte väljs ut till någon av de andra zonerna hamnar här.

Den övergripande tanken med triadskogsbruk är att det bortfall i produktion som kommer av att lämna större avsättningar för fri utveckling och använda naturanpassad skogsskötsel ska tas igen i den zon där man har en mer intensiv skötselstrategi (Ward & Erdle 2015). Det kan handla om att använda sig av snabbväxande trädslag, ha intensiva gödslingsprogram för exempelvis gran i ungskogsfas samt att zonen placeras strategiskt för den operativa skogsskötseln, exempelvis nära industri och bra väg. Triadskogsbruk har i vetenskapliga artiklar lagts fram som en strategi som bättre kan tillvarata och upprätthålla både biologiska och ekonomiska värden (Côte et al. 2010; Binkley 1997). Den biologiska mångfalden gynnas eftersom att större och sammanhängande områden anses vara bättre än små isolerade avsättningar i ett för övrigt brukat landskap (Svedrup-Thygeson et al. 2014; Laita et al. 2010; Hanski 2008; Aune et al. 2005; Kurki et al. 2000; Enoksson et al. 1995; Harris 1984). Ekonomiska fördelar tros finnas i att de intensivskötta områdena blir kostnadseffektiva när det gäller skogliga åtgärder såsom avverkning och gallring då man kommer ha större volym per arealenhet och därmed minska avverkningskostnaderna samt att logistiken underlättas (Messier et al, 2009).

Syfte

Syftet med det här examensarbetet, initierat av Kungliga skogs- och lantbruksakademien (KSLA), är att utvärdera vilka effekter en tillämpning av triadskogsbruk på en medelstor skogsfastighet får på ekonomiska och biologiska värden jämfört med den svenska modellen.

Mål

Målet är att efter fältarbete skapa en zoneringsmodell enligt triadmodellen och simulera skötselstrategier för att åskådliggöra skillnaderna mellan triad- och traditionellt skogsbruk under 100 års brukande samt utreda vilka bidrag generell hänsyn ger till några utvalda naturvårdsvariabler. Skillnaderna ska studeras med avseende på följande variabler:

- Nuvärde per hektar.
- Avverkningsvolym fördelat på timmer, massaved och GROT.
- Lövved som volymandel.
- Antal grova lövträd.
- Areal gammal skog.
- Mängd död ved, i termer av stamvolym.
- Areal lövrik skog.
- Areal äldre lövrik skog.

Vid en jämförelse mellan triadskogsbruk och gängse skogsbruk är hypoteser för detta arbete att:

- Trots utökade avsättningar kan samma nuvärde uppnås med triadskogsbruk.
- Mängden död ved kommer öka med triadskogsbruk.
- Större variation, med avseende på trädslagssammansättning, kommer att uppnås på större del av fastigheten med triadskogsbruk.

Material & Metod

Översikt av arbetsflöde

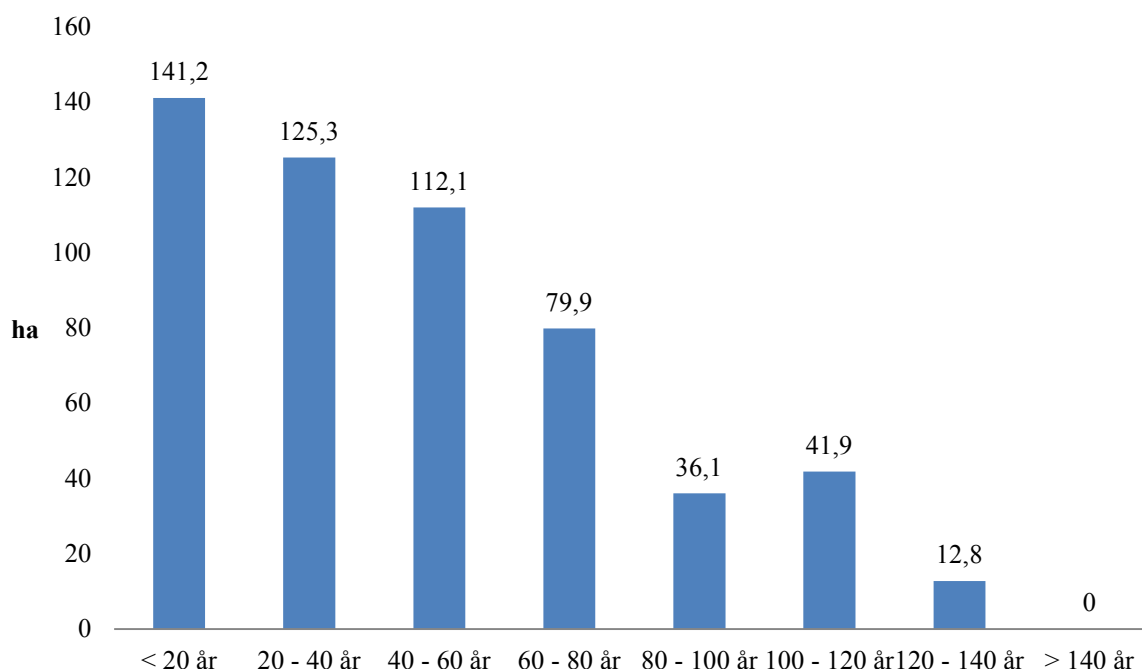
Arbetet utfördes i följande steg:

- 1- Överblick av fastigheten via skogsbruksplanen.
- 2- Fältarbete för att identifiera områden för avsättning och intensivproduktion
- 3- Analyser i PlanVis av referensplan och triadplaner.
- 4- Tolkning och jämförelse av resultat.

Analysområdet och Skogsbruksplan

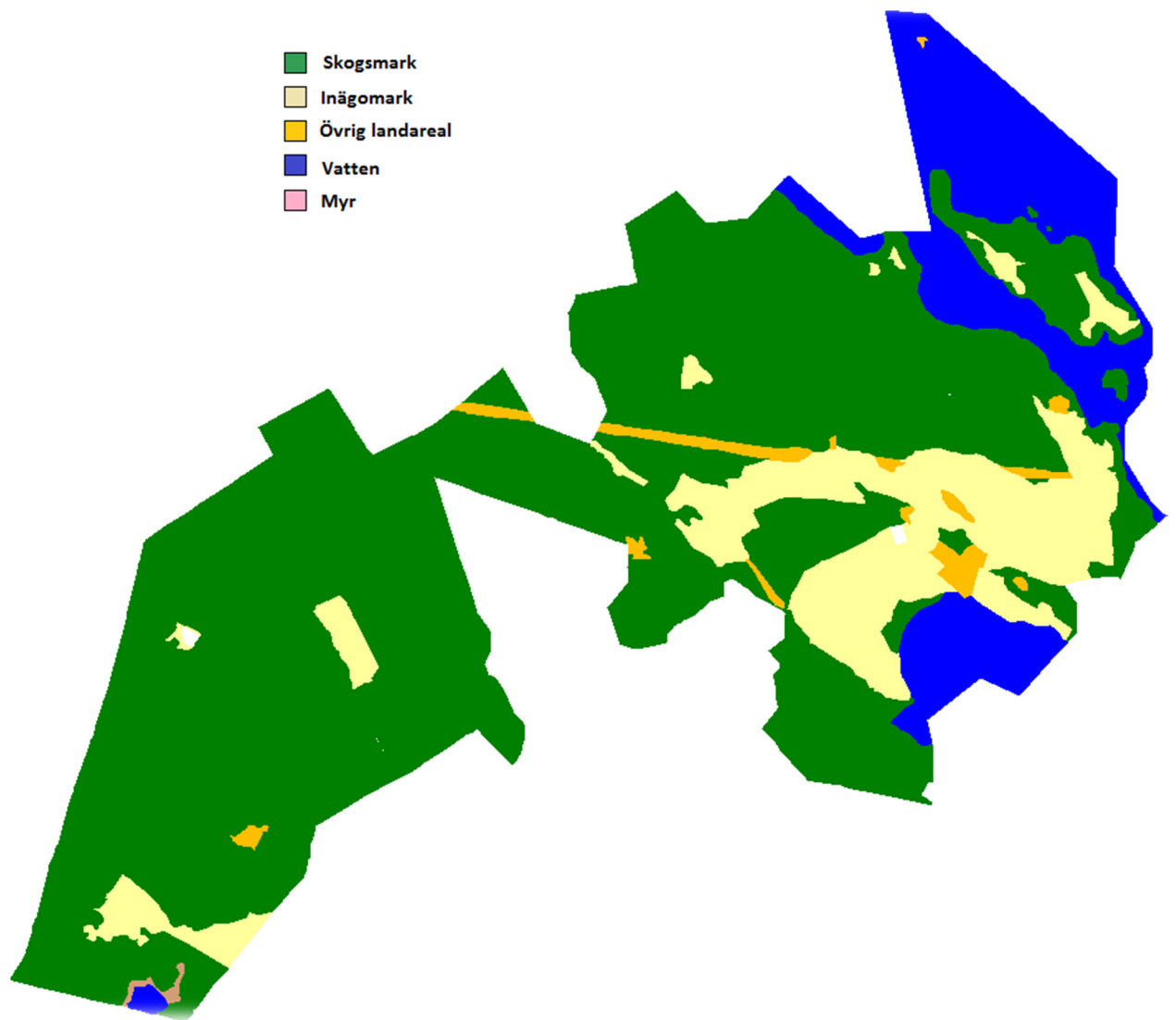
Området som analyseras i denna studie utgörs av fastigheten Barksätter som ägs av KSLA och ligger några mil utanför Katrineholm i Södermanland. Fastigheten består av ca 550 hektar (ha) produktiv skogsmark och förvaltas av Linköpings Skogstjänst och sköts med traditionellt svenskt trakthyggesbruk. Som ingående data har en nyuppdaterad skogsbruksplan gjord i pcSKOG använts. Fastigheten har stor andel skog i yngre ålderklasser (figur 1). I planen var 48,4 ha (ca 9 %) klassat som NO, 0,7 ha (ca 0,0001 %) som PF och 500,2 ha (ca 91 %) som PG. Några skogliga data från skogsbruksplanen:

- Medelålder: 47 år.
- Trädslagsfördelning: 26 % tall, 59 % gran, 15 % övriga trädslag.
- Medelförråd: 179 m³sk/ha.
- Medeltillväxt: 8,2 m³sk/ha och år.

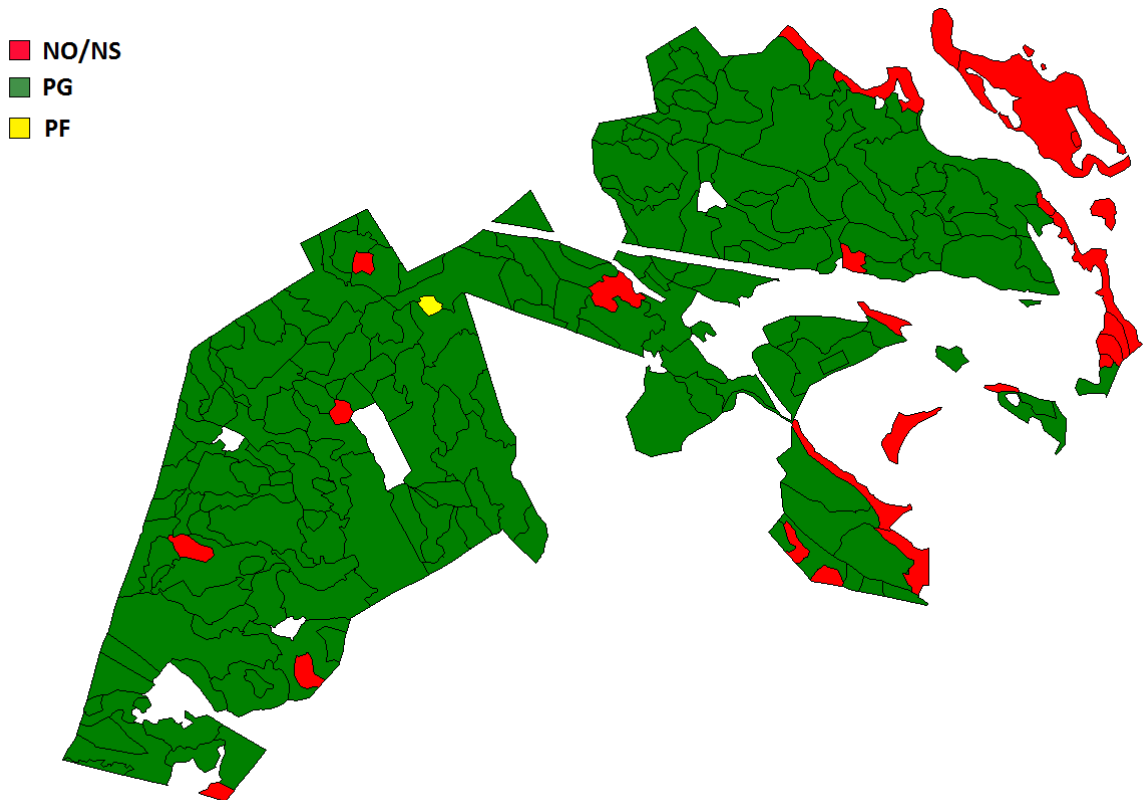


Figur 1. Ålderklassfördelning för fastigheten i dagsläget enligt skogsbruksplanen.

Figure 1. The current age class distribution of the estate.



Figur 2. Karta av fastighetens ägoslagsfördelning enligt skogsbruksplanen.
Figure 2. Map of the land use distribution of the estate.



Figur 3. Fastighetens målklassning i den ursprungliga skogsbruksplanen.
Figure 3. The goal classification in the forest management plan of the estate.

Fältarbete

Fältarbetet genomfördes i Augusti 2014 under tre dagar där besök gjordes i bestånd utvalda efter att ha studerat skogsbruksplanens avdelningsbeskrivningar. Först valdes bestånd ut för avsättning till fri utveckling och därefter bestånd för intensivproduktion.

Avsättningar

Vid identifiering av områden lämpliga för avsättning till fri utveckling var utgångspunkten att lokalisera en värdekärna runt vilken en zon kunde skapas där skogstillståndet tilläts vara mer trivialt ur naturvärdessynpunkt. Värdekärnan utgjordes i de flesta fall av ett bestånd som i skogsbruksplanen var klassat som ett NO bestånd och således idag hyser höga naturvärden. Bestånden runt om som valdes att ingå i avsättningsområdet kunde sedan få vara av olika ålder och beskaffenhet, en del var rent av färska hyggen. Detta gjordes för att undvika att all gammal skog avsätts, vilket skulle medföra dåliga möjligheter att avverka på fastigheten, och för att sammanhängande avsättningar eftersträvades. Resultatet blev att 4 områden av olika skoglig karaktär bedömdes lämpliga för avsättning (figur 4). Dessa områden utgör totalt 85 ha vilket motsvarar ca 15 % av fastighetens totala areal skogsmark och innebär en ökning av avsättningarna med 77 % jämfört med den traditionella skogsbruksplanen.

En beskrivning av de fyra områdena:

1. En ö med mestadels löv. Stora ekar och mer öppen miljö. Betas av djur. 19,7 ha.
2. Ett varierat område med gräns mot vatten där grandominerad blandskog är skogstypen. Flera bestånd var i planen klassade som NO/NS och området bedömdes ha relativt höga naturvärden. 29,1 ha.
3. Ett område som liknar det ovan, grandominerad blandskog. Värdekärnan är ett äldre NO bestånd. 14,9 ha.
4. Tallmarksområde med lägre bonitet. Mestadels äldre skog. Idag generellt låga naturvärden. 21,2 ha.

I bilaga 1 redovisas skogliga data för de avsatta bestånden.

Intensivproduktion

Kraven som ställdes på avdelningar att ingå i zonen för intensivproduktion var följande:

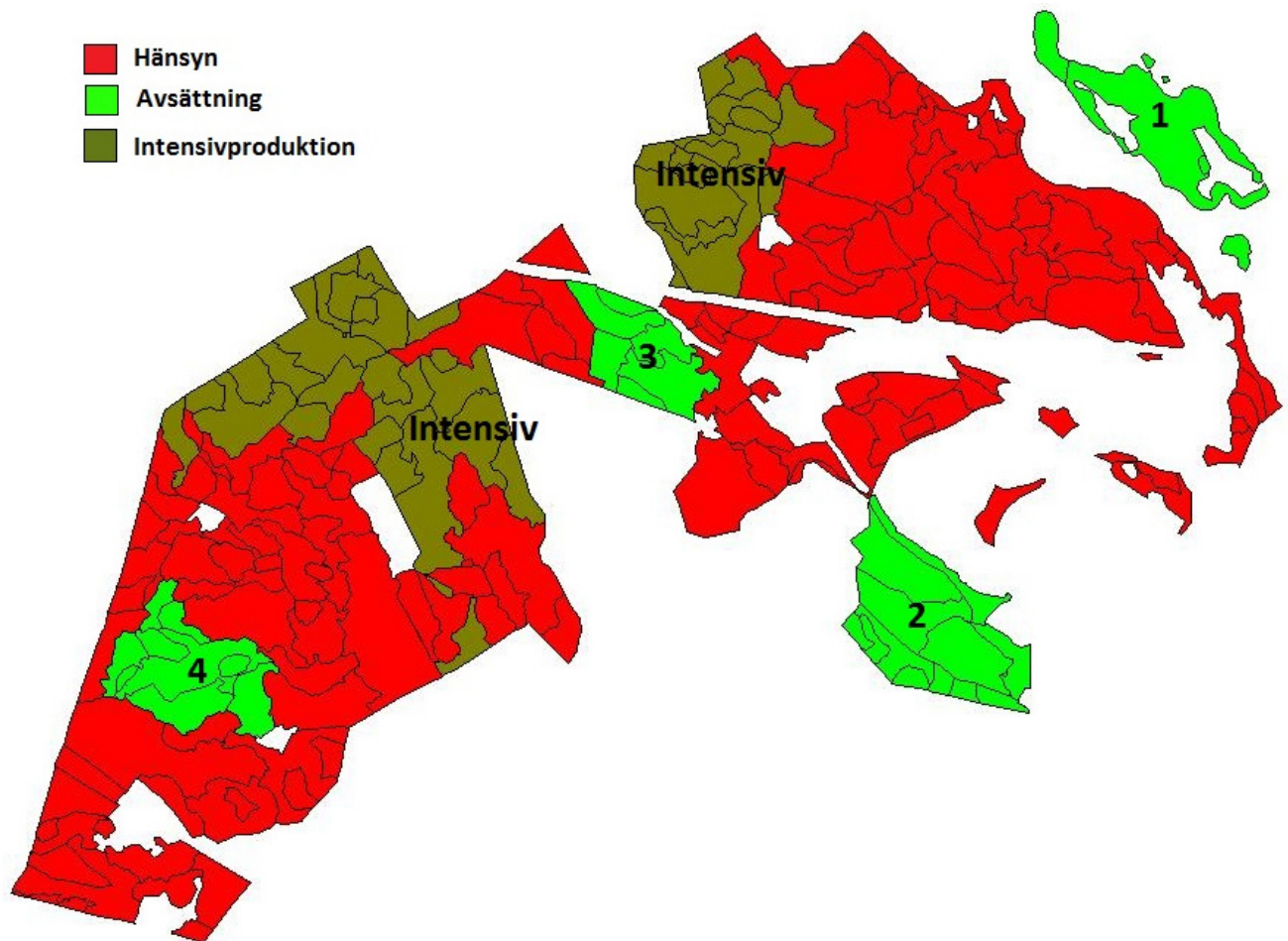
- Får inte angränsa mot vattendrag/sjö
- Får inte ha brant terräng
- Får inte vara klassat som NO/NS/PF i skogsbruksplan
- Får inte angränsa till bestånd identifierade som lämpliga för avsättning i TRIAD zoneringsen.

Efter att bestånd som uppfyllde dessa krav sällats fram ur beståndsregistret i skogsbruksplanen besöktes bestånd där hög bonitet prioriterades. Resultatet blev att två sammanhängande områden som totalt utgör 102 ha, vilket motsvarar ca 19 % av fastighetens totala areal skogsmark, bedömdes lämpliga för intensivproduktion (figur 4).

I bilaga 1 redovisas skogliga data för de bestånd som valts för intensivproduktion.

Produktion med hänsyn

Alla bestånd som inte hamnade i någon av ovanstående zoner hamnade per automatik i zonen där skogsbruk ska bedrivas med god miljöhänsyn. Totalt blev det 362 ha vilket motsvarar ca 66 % av fastighetens totala areal skogsmark.



Figur 4. Zoneringen som fastställdes vid fältarbetet.
Figure 4. Zoning established during field work.

PlanVis

PlanVis är en del i programsviten Heureka som kan användas för att simulera skoglig tillväxt och analysera effekter av olika val och strategier i skogsskötseln på en fastighet. Det finns stora möjligheter till detaljerade analyser och användaren kan själv styra mot mål man vill uppnå och ställa upp regler för hur specifika bestånd ska skötas. Programmet kan då ta fram flera alternativa planer för hur varje bestånd bör skötas för att nå dessa mål och samtidigt hålla sig inom de ramar man ställt upp. I denna studie togs den kombination av skötselprogram för de enskilda bestånden som gavs högst nuvärde fram. Styrning av skötseln görs genom att dela in området i olika skogsdomäner och sedan tilldela varje domän skötselregler genom kontrollkategorier. I denna studie användes PlanVis för att ta fram fem planer:

- en plan (Triad1) för att sköta skogsinnehavet enligt triadmodellen som blev resultatet av fältarbetet, med 15 % avsatt areal och 19 % i intensivproduktion
- en plan (Triad2) för att sköta skogsinnehavet enligt triadmodellen med 13 % avsatt areal och 19% i intensivproduktion, här har område 3 tagits bort ur avsättningarna.

- en plan (Triad3) för att sköta skogsinnehavet enligt triadmodellen med 9 % avsatt areal och 19% i intensivproduktion, här har både område 3 och 4 tagits bort från avsättningarna.

- en plan (Triad3UH) Identisk med Triad3 med tillägget att hänsynsarealen på 6 % och lämnandet av högstubbar och evighetsträd i hänsynsskogarna togs bort för att kunna jämföra hur mycket avsättningarna respektive hänsynen bidrog till naturvårdsvariablerna som jämfördes.

- en referensplan (Referens) att jämföra med där ett traditionellt skogsbruk simulerades med skogsbruksplanens klassning av bestånd som grund.

I simuleringen av planerna fick PlanVis själv ta fram förslag på när åtgärder ska ske i varje bestånd. Inga åtgärdsförslag från skogsbruksplanen användes. Styrelsen för fastigheten har inga uttalade mål kring avkastning från skogsbruket varför räntan använd vid analyserna i denna studie satts till 3 % vilket är en vanlig förekommande räntesats vid långsiktiga beräkningar på skog.

Indata till PlanVis och korrigeringar

Skogsbruksplanen saknade en del data som inte gick att få tag på varför en del korrigeringar och antaganden var tvungna att göras. I tillägg fanns ett andra beståndsregister där en del av de i skogsbruksplanen saknade uppgifterna fanns men matchning mellan pcSKOG och detta andra register var inte möjligt eftersom varken antal bestånd, åldrar, arealer eller numrering av bestånden stämde exakt. De korrigeringar som genomfördes och tillvägagångsätt beskrivs nedan.

1. Vegetationstyp saknades i pcSKOG: Här användes det andra beståndsregistret som mall för att tilldela varje bestånd en vegetationstyp i pcSKOG. För varje ståndortsindex (SI) angavs den vegetationstyp som var vanligast förekommande för det SI i det andra beståndsregistret.
2. Stamantal eller diameter saknades i pcSKOG: I bestånd där åldern var över 0 men inget stamantal eller diameter fanns angivet valdes godtyckliga tal. För ungsskogar som inte var i röjningsfas sattes stamantal till 2000-2500 beroende på bonitet. I äldre skogar där diameter saknades sattes diametern till 25 cm förutom i ett bestånd som i text beskrevs som stora ekar, där sattes diameter till 50 cm. Totalt rörde detta 7 bestånd.
3. Fuktighetsklass och/eller grundförållanden, ytstruktur och lutning (GYL) saknades: I dessa bestånd sattes fuktigheten till frisk och i bestånd som saknade GYL sattes GYL till 222. Detta rörde 7 bestånd.
4. Variabeln markvatten saknades helt. Därför gjordes antaget att avdelningar med boniteter upp till och med SI 26 saknar rörligt markvatten, SI=28 har kortare perioder och SI>28 har rörligt markvatten längre perioder.

Skogsdomäner

För analyserna i denna studie skapades fem olika skogsdomäner. Inom varje domän samlades bestånd som skulle komma att tilldelas samma skötselregler när domänen kopplades till en kontrollkategori. De olika domänerna var:

1. Avsättningar: bestånd som i triadplanerna ska avsättas till fri utveckling. Bestånd som i referensplanen ska avsättas till fri utveckling. Klassade som NO/NS i skogsbruksplanen.
2. Intensivskog: bestånd som i triadplanerna ska skötas intensivt för att producera maximalt med skogsråvara.
3. Hänsynsskog: bestånd som i triadplanerna ska skötas med god miljöhänsyn vid skogsbruket.
4. PG: bestånd som i referensplanen ska skötas för produktion med generell hänsyn. Klassade som PG i skogsbruksplanen.
5. PF: bestånd som i referensplanen ska skötas med förstärkt miljöhänsyn. Klassade som PF i skogsbruksplanen.
6. Ekskogar: bestånd där ek var angivet som bonitetsvisande trädslag i skogsbruksplanen. Rörde endast två bestånd och för referensplanen var ett av de bestånden NO klassat och hamnade således som avsättning.

Kontrollkategorier

Till varje skogsdomän ska en kontrollkategori kopplas. I kontrollkategorin ställs ramar upp för hur bestånden i det domän som den kopplas till ska skötas. De kontrollkategorier som skapades för analysen var:

1. Fri utveckling: anger att ingen skogsskötsel genomförs. Kopplades till skogsdomänet avsättningar.
2. Intensivproduktion: lämnar ingen hänsynsareal vid åtgärder. Använder förädlat plantmaterial och eftersträvar att beståndet till 100 % ska bestå av den planterade arten efter röjning och gynnar barrträd framför löv vid gallring. När 7 meters höjd uppnåtts gödglas bestånden vart 10:e år med 150 kg kväve på SI upp till och med 32. SI 30 och över föryngras med contorta (används för att simulera ett snabbväxande trädslag) där lägsta slutavverkningsålder (LSÅ) sattes till 50 år, dessa bestånd gödglas även upp till och med SI 30. Får ta ut grenar och toppar (GROT) i både gallring och slutavverkning. Får inte avverkas innan LSÅ och senast 15 år efter att LSÅ uppnåtts. Kopplades till skogsdomänen intensivskog.
3. Hänsynbrukande: lämnar 6 % i hänsynsareal, detta ska simulera kantzoner mot vatten och hänsynsytor. Det lämnas 10 hänsynsträd och 3 högstubbar per hektar vid slutavverkning (vilket är kraven i FSC-standard), lövträd prioriteras framför barrträd vid val av hänsynsträd. Tallbestånd med SI mellan 18 och 24 föryngras

naturligt (fröträdställning) på torra och friska marker. Vid röjning eftersträvas 15 % löv i det kvarvarande beståndet och vid gallring gynnas löv framför barrträd. Kopplades till skogsdomänet hänsynsskog.

4. PG/PF: konfigurerades för att efterlikna det traditionella skogsbruket. GROT skördades vid slutavverkning. Hänsyn simulerades genom att lämna 10 hänsynsträd och 3 högstubbar per hektar, lövträd prioriteras framför barrträd vid val av hänsynsträd, samt 5% hänsynsareal vid skogliga åtgärder. Kopplades till skogsdomänen PG och PF.
5. Ekskötsel: kopplades till domänet ekskogar. Tidigast slutavverkning vid 90 års ålder och förnyring genom plantering av ek under skärmträd.

Vid skapandet av kontrollkategorier ändrades från de förinställda värdena bara de inställningar som krävdes för att åstadkomma skötselreglerna beskrivna ovan. Utöver de beskrivna skillnaderna har alla kontrollkategorier de förinställda värdena för alla övriga parametrar.

Hantering av död ved i PlanVis

Eftersom mängden död ved inte fanns inventerad i skogsbruksplanen fick PlanVis simulera en ingående mängd död ved i bestånden. Detta görs med hjälp av data från Riksskogstaxeringen och användaren väljer en nivå: låg, medel eller hög för mängden ingående död ved i analysen. I denna analys valdes nivån låg vilket motsvarar 2,15 m³sk/ha död ved fördelat på olika nedbrytningsklasser (se bilaga 2 för definition av nedbrytningsklasser)

Tolkning och jämförelse av resultat

Efter att ha genomfört simulering enligt ovanstående beskriven metod för 100 år framåt i tiden jämfördes referensplanen och triadplanerna med avseende på några ekonomiska och ekologiska variabler. Variablerna som jämfördes var:

- Nuvärde per hektar.
- Avverkningsvolym fördelat på timmer, massaved och GROT summerat för hela planperioden.
- Avverkningsvolym och virkesförrådets utveckling över tid.
- Lövvädd som volymandel, vid planperiodens slut.
- Antal grova lövträd, träd med diameter över 25 cm, vid planperiodens slut.
- Areal gammal skog, definierat som minst 120 år, vid planperiodens slut.
- Mängd död ved, m³/ha för nedbrytningsklasserna 0-2.
- Areal lövrik skog, definierat som avdelningar med minst 30 % av volymen i lövvädd, vid planperiodens slut.
- Areal äldre lövrik skog, definierat som avdelningar med minst 30 % av volymen i lövvädd och minst 60 års medelålder, vid planperiodens slut.

Planerna Triad3 och Triad3UH jämfördes för att se hur olika metoder för naturvård, avsättningar samt hänsynstagande i brukandet, bidrog till naturvårdsvariablerna.

Vidare analyserades även hur intensivskötseln levererade virke under planperioden för att se när i tiden man börjar få ut virke ur bestånden avsatta för intensivproduktion och då med fokus på de bestånd där skötseln innebar byte till högproducerande trädslag (contorta i PlanVis).

Resultat

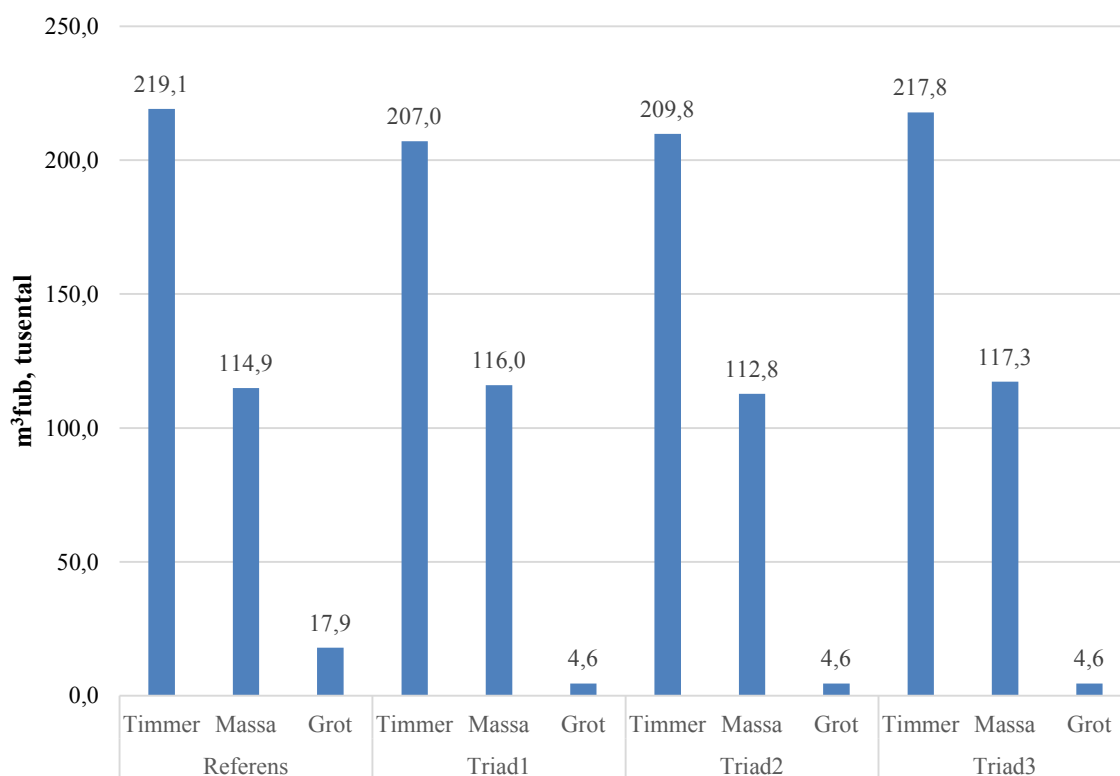
Nuvärde och avverkning

Alla triadplaner gav ett lägre nuvärde än referensplanen. Triad3, där avsättningarna var minst och uppgick till 9 % av fastighetens areal hade drygt 3 % lägre nuvärde medan Triad1, där avsättningarna var 15 % av fastighetens areal, gav ca 10 % lägre nuvärde jämfört med referensen (tabell 1).

Tabell 1. Nuvärde och den relativa skillnaden för triadplanerna jämfört med referensen
Table 1. Net present values and the relative difference comparing the triad plans with the reference plan

Plan	Nuvärde (kr/ha)	Differens jämfört med referens (%)
Referens	50 823	0,0
Triad1	45 637	-10,2
Triad2	47 695	-6,2
Triad3	49 113	-3,4

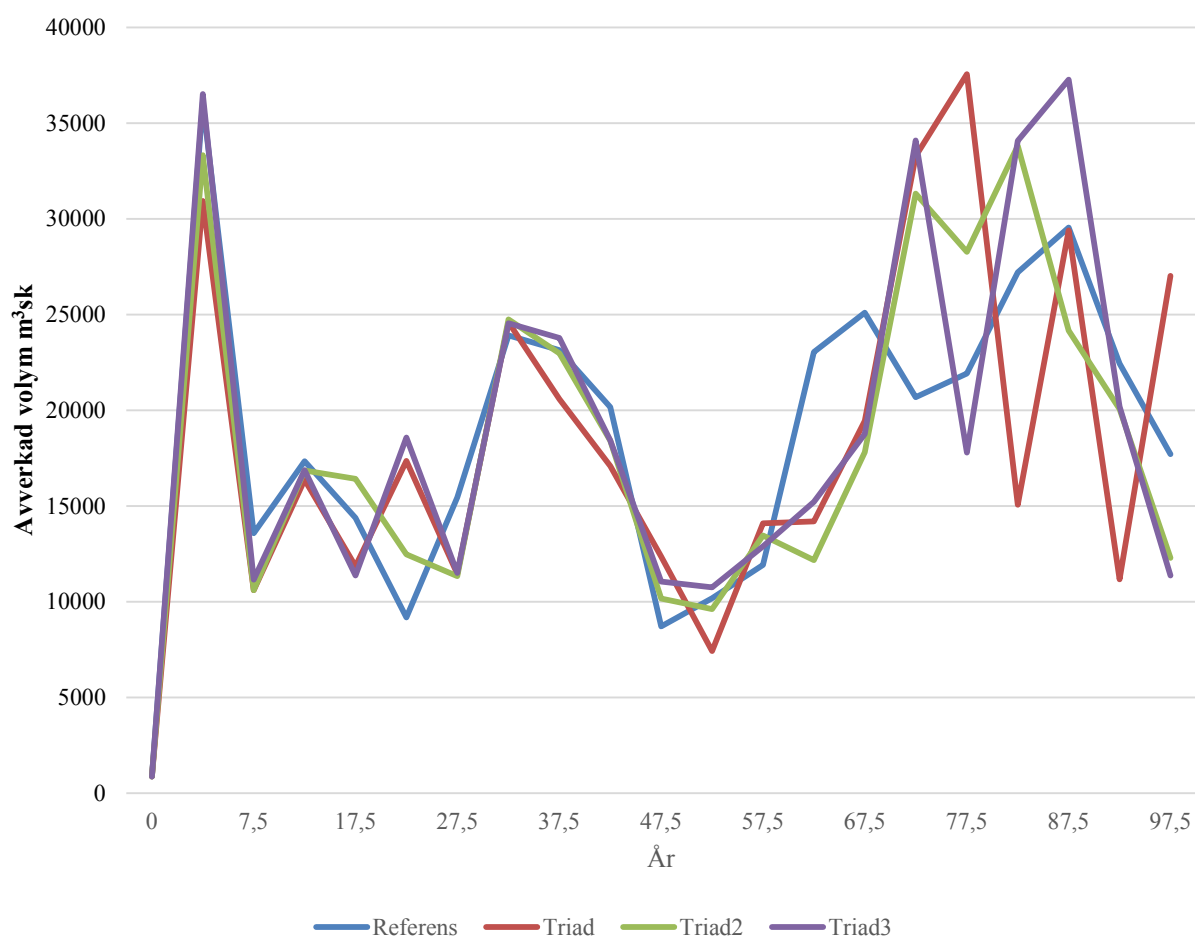
För alla triadplaner avverkades totalt mindre timmer under planperioden (100år) vid jämförelse med referensplanen. Detsamma gäller uttaget av GROT där referensplanen gav avsevärt mycket högre GROT skörd. När det gäller massaved avverkades mer i både Triad1 och Triad3 medan det avverkades något mindre i Triad2. Summerat för alla sortiment avverkades mest volym i referensplanen (figur 5).



Figur 5. Avverkningsvolymerna summerat för hela planperioden (100år) fördelat på timmer, massaved och grot.

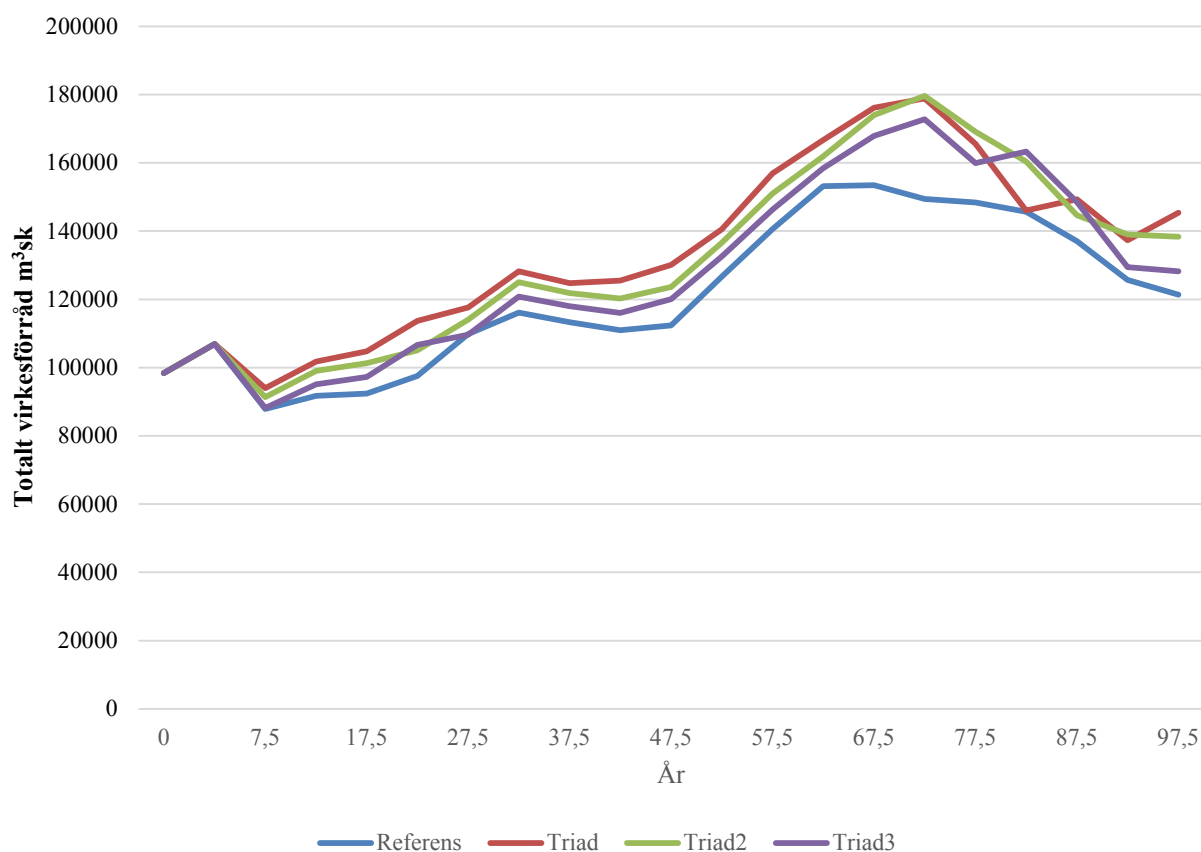
Figure 5. Sum of harvested volumes in plan period divided on timber, pulp and harvest residuals.

Avverkad volym över tiden var för alla planer tämligen lika under de första 65 åren av planperioden. Under periodens första 5 år avverkades i alla alternativ stora volymer för att följande perioder minska. Under periodens sista 30 år förekom stora skillnader mellan planer där avverkningsvolymerna varierade kraftigt inom korta tidsintervall (figur 6).



Figur 6. Totalt avverkad volym över tiden.
Figure 6. Total harvested volume over time.

Utvecklingen av virkesförrådet över tiden var för alla alternativ mycket likartad. Vid planperiodens slut uppvisade alla alternativen mellan 20 - 40 % högre virkesförråd än vid planperiodens början (figur 7).



Figur 7. Utveckling av totalt virkesförråd över tiden.
Figure 7. Development of total standing volume over time.

Naturvårdsvariabler

Lövandelen vid planperiodens slut varierade med någon procent mellan planerna där referensen hade störst lövandel. Referensplanen hade också störst areal lövrik och äldre lövrik skog samt högst antal grova lövträd. Vid jämförelse av areal gammal skog vid planperiodens slut hade Triad1 störst areal medan Triad3 hade lägst areal (tabell 2).

Tabell 2. Areal lövrik skog, areal äldre lövrik skog, areal skog äldre än 120 år samt antal grova lövträd vid planperiodens slut för samtliga planer
Table 2. Area deciduous rich forest, area older deciduous rich forest, area forest older than 120 years and number of large deciduous trees at end of plan period for all plans

	Referens	Triad1	Triad2	Triad3
Areal lövrik skog, ha	145,6	126,9	129,8	129,8
Areal äldre lövrik skog, ha	42,7	29,2	29,2	29,2
Areal gammal skog, ha	63,5	83,0	74,9	59,2
Antal grova lövträd, st	9155	5894	5938	5759

Två av triadplanerna (Triad1 och Triad2) hade vid planperiodens slut i genomsnitt högre volym död ved per hektar i nedbrytningsklasserna 0-2 jämfört med referensen. Triad3 hade dock lägre medelvolym död ved jämfört med referensplanen (tabell 3).

Tabell 3. Volym död ved (m³/ha) vid planperiodens slut summerat för nedbrytningsklasserna 0-2 för alla planer fördelat på domän

Table 3. Sum of volume of dead wood (m³/ha) in decompositions classes 0-2 for all plans presented for each domain

	Referens	Triad1	Triad2	Triad3
PG	5,8	-	-	-
PF	9,4	-	-	-
Avsättningar	38,9	48,8	43,1	49,3
Hänsynsskog	-	8,2	9,9	9,5
Intensivskog	-	5,7	5,8	5,7

Lövandelen var för referensplanen hög i avsättningarna vid planperiodens slut medan den var låg i PG bestånden. För triadplanerna var det jämnare mellan domänen där hänsynsskogarna och avsättningarna låg närmast varandra i lövandel vid planperiodens slut (tabell 4).

Tabell 4. Volym löv (m³sk) och lövandel av totalt virkesförråd (%) vid planperiodens slut fördelat på domän, exklusive ekskogar, och totalt för fastigheten för alla planer

Table 4. Deciduous tree species volume (m³sk) and share of total volume (%) at end of plan period for each domain, except oakforests, and estate total for all plans

	Referens	Triad1	Triad2	Triad3
PG	6065 (5,8 %)	-	-	-
PF	4 (23,2 %)	-	-	-
Avsättningar	9064 (54,7 %)	5661 (12,5%)	5362 (15,5 %)	5142 (20,9 %)
Hänsynsskog	-	11338 (15,2 %)	8899 (11,7 %)	9068 (11,6 %)
Intensivskog	-	225 (0,9 %)	414 (1,5 %)	225 (0,9 %)
Summa	15307 (12,3 %)	175011 (11,9 %)	14961 (10,7 %)	14721 (11,8 %)

Effekter av hänsynsareal och evighetsträd/högstubbar

Hänsynsareal och kvarlämnande av evighetsträd/högstubbar hade negativ inverkan på lövandelen vid planperiodens slut. Alla andra naturvårdsvariabler uppvisade ökning när man lämnade hänsynsareal och evighetsträd/högstubbar i hänsynsskogarna (tabell 5).

Tabell 5. Lövandel, areal lövrik skog, areal äldre lövrik skog, areal skog äldre än 120 år, antal grova lövträd vid planperiodens slut för plan Triad3UH och differens jämfört med Triad3
Table 5. Deciduous volume share, area older deciduous rich forest, area forest older than 120 years, number of large deciduous trees at end of plan period for plan Triad3UH and difference compared to Triad3

	Triad3UH	Differens utan hänsyn (%)
Lövandel, % av totalt virkesförråd	12,6	+6,9
Areal lövrik skog, ha	103,2	-20,5
Areal äldre lövrik skog, ha	27,7	-5,1
Areal gammal skog, ha	42,4	-28,4
Antal grova lövträd, st	4384	-23,9

Mängden död ved i framförallt hänsynsskogarna uppvisade en stor minskning när man inte lämnar hänsynsareal och evighetsträd/högstubbar. I avsättningarna och intensivskogarna är skillnaden obefintlig (tabell 6).

Tabell 6. Volym död ved (m³/ha) fördelat på domän för plan Triad3UH och differens jämfört med Triad3
Table 6. Volume dead wood (m³/ha) in each domain for plan Triad3UH and difference compared to Triad3

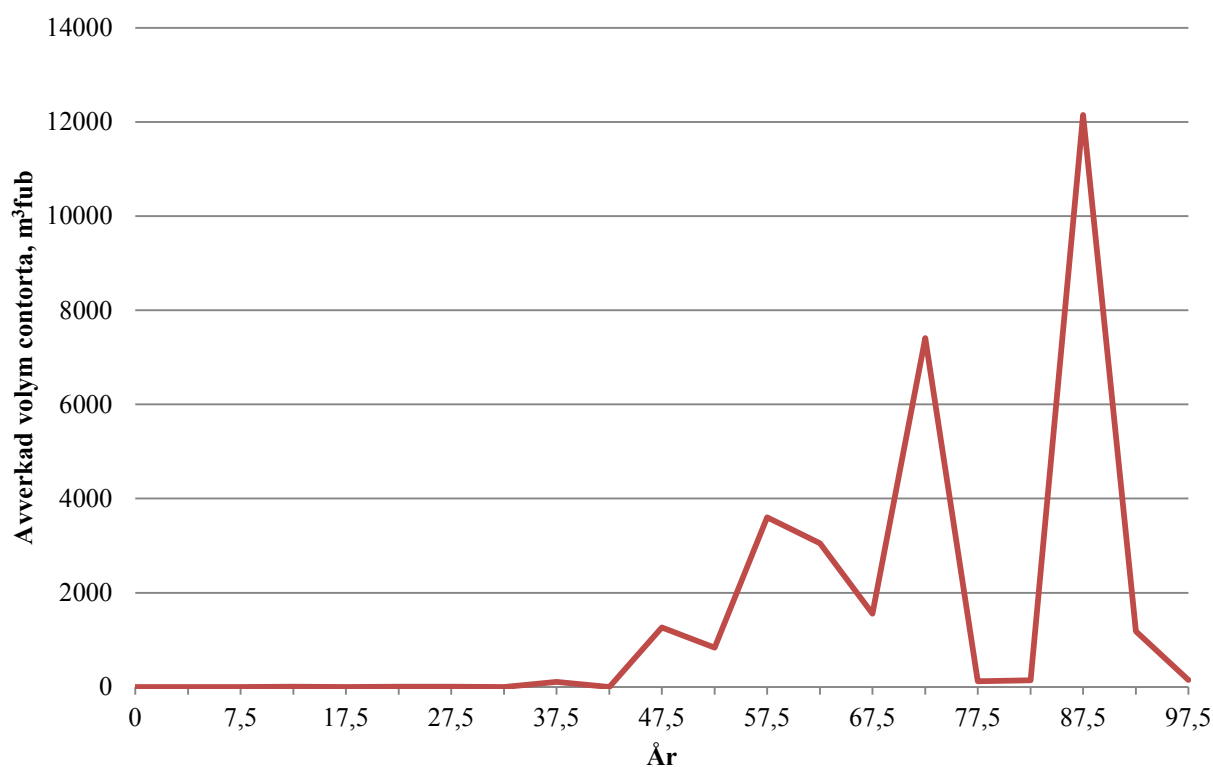
	Triad3UH	Differens utan hänsyn %
Avsättningar	49,4	-0,1
Hänsynsskog	4,8	-49,3
Intensivskog	5,7	0,0

Intensivskötsel

De bestånd som låg i zonen för intensivproduktion började direkt gödslas och gödslades sedan vart tionde år för att sedan avverkas tidigt, oavsett beståndets status idag. Den efterföljande generationen förnygrades, röjdes, gallrades och gödslades helt enligt uppsatta regler i kontrollkategorin.

Bestånden som sköttes intensivt stod under de sista 50 åren av planperioden för 28 % av den avverkade volymen på fastigheten och det avverkades under samma period i snitt 12 m³sk/ha och år. Virkesförrådet inom intensivområdet hade vid planperiodens slut ökat från 168 m³sk/ha vid starten till 245 m³sk/ha vid planperiodens slut.

Bestånd anlagda med snabbväxande trädslag (contorta i PlanVis) började leverera avverkningsvolym efter ca 50 år (figur 8) och stod under de sista 50 åren av planperioden för 50 % av den avverkade volymen i intensivområdet.



Figur 8. Volym avverkad contorta över tid genom hela planperioden för Triad3.

Figure 8. Volume of harvested contorta pine through the plan period in plan Triad3.

Ekskogarna

De två bestånd som i skogsbruksplanen hade angetts ek som bonitetsvisande trädslag avverkades i alla planer vid samma tillfälle, förutom i referensplanen där ett av bestånden var avsatt som NO. Avverkning skedde vid 90 respektive 99 års ålder. Därefter återbeskogades bestånden med ek för att sedan inte avverkas någon fler gång under planperioden.

Diskussion

Nuvärde och avverkning

Nuvärdet var lägre för alla triadplaner jämfört med referensen. Även Triad3 som hade ungefär lika stor areal avsatt för fri utveckling tappade ca 3 % i nuvärde. En trolig orsak till att man inte kan uppvisa likvärdig eller bättre ekonomi som rapporterats i andra studier (Mattsson 2014; Messier et al. 2009) är att ekonomiska fördelar kopplade till förenklad logistik vid avverkningsarbete i intensivskogarna helt utelämnats ur denna studie eller att andra studier använt helt annorlunda, och mindre väletablerade, skötselssystem för hänsynsskogarna. Det är också rimligt att tro att operativa och logistiska vinster, om de ens existerar, är mycket små i södra delen av Sverige då avstånden till industri aldrig är långt jämfört med avlägsna områden i Kanada. Att stå inför att exploatera ett orört skogslandskap där nybyggnation av vägnät är nödvändigt är förenat med stora kostnader som i Barksätters fall aldrig är aktuella. De kostnader som i Sverige kan komma att påverkas av att man zonerar intensivproduktion till ett sammanhängande område är till exempel kostnader för att hålla vägar öppna om drivning sker på vintern och kortare flyttavstånd för maskinsystem. Dessa kostnadseffektiviseringar finns inte medtagna i studien och kan hjälpa till att förbättra det ekonomiska resultatet i triadskogsbruket. En annan trolig orsak är att det svenska skogsbruket, med internationella mått mätt, och då också i jämförelse med det kanadensiska, är väldigt intensivt. Markberedning och plantering är åtgärder som länge tillämpats i mycket stor utsträckning i Sverige och som ger snabb etablering av ny skog efter avverkning och därmed ökar produktionen i skogslandskapet (Mattsson & Bergsten 2003). I Kanadensiska triadstudier har man i intensivzonen som mål att uppnå en produktion mellan 2,5 och 12 m³/ha och år genom att använda förädlade plantor, vegetationskontroll och gödsling (Messier et al. 2009). I utredningen kring förutsättningarna för intensivodling av skog i Sverige resonerar man främst kring metoder som idag begränsas av lagen, det vill säga användandet av kloner, GMO och gödslingsgivor över vad lagen idag tillåter. Man talar då om att i de mindre bördiga norra delarna av landet kunna uppnå en produktion om 12-14 m³/ha och år (Larsson et al. 2009). Om referensplanen utgått från ett skogsbruk som inte tillämpar det traditionella svenska skogsbruket hade troligtvis triadskogsbruket gett betydlig bättre ekonomi vid en jämförelse.

Den plan som kom närmast referensplanen i nuvärde, med ett tapp på ca 3 %, var Triad3 där ungefär lika mycket areal som i referensplanen sattes av i avsättningszonen men med en skillnad att mer areal lämnades som hänsyn vid avverkning i hänsynsskogarna. Eftersom ingen hänsyn alls lämnas i intensivskogarna så blir skillnaden inte så stor mellan planerna. Att man med lika stor areal avsatt men med intensivproduktion inte kan nå samma nuvärde har delvis att göra med valet av bestånd för avsättning. Bestånden som sattes av i Triad3 och främst då de som ingick i område 2 från fältarbetet (eftersom område 1 är avsatt i referensen också) är helt enkelt mer värdefulla ekonomiskt än de bestånd som satts av som NO bestånd i referensplanen. Valet av bestånd för avsättning påverkar troligtvis det ekonomiska utfallet i stor grad under de första omloppstiderna efter omställning till triadskogsbruk eftersom de från början kan vara värdefulla produktionsbestånd som byts ut mot bestånd som i utgångsläget har lägre potential med avseende på virkesproduktion. Efter någon omloppstid har dock denna effekt troligtvis avtagit då alla bestånd ställts om till att skötas enligt den nya strategin. Metoder som optimerar valet av bestånd som sätts av med avseende på ekonomiskt värde hade kunnat ge

bättre ekonomi men strider mot triadmodellens princip att i första hand se till avsättningarnas höga värde för naturvärden och inte dess låga ekonomiska värde (Messier et al. 2009).

En annan sak att ha i åtanke handlar om simuleringarna som genomfördes. I PlanVis är allt perfekt, alla beslut och åtgärder genomförs vid optimal tidpunkt och på rätt sätt. I verkligheten är det inte troligt att det blir rätt i alla lägen och en felmarginal i form av den mänskliga faktorn finns med hela tiden. Denna är förstås närvarande i alla planerna som togs fram under arbetet men bör ändå nämnas.

Naturvårdsvariabler

När det gäller naturvårdsvariablerna som valdes ut för jämförelse vid planperiodens slut finns det intressanta saker att peka på. Referensplanen hade fler grova lövträd och störst areal lövrik och äldre lövrik skog när skötseln simulerats för 100 år framåt. Det är troligtvis en konsekvens av att löv i princip utrotas på de ca 100 ha där intensivskötsel bedrivs i triadplanerna och trots att lövandelen tillåts öka i hänsynsskogarna genom att gynna löv vid röjning och gallring så väger det inte upp när det gäller de variablerna. Att triadplanerna uppvisade lägre areal äldre lövrik skog kan också förklaras av att många av de lövrika bestånden i triadplanerna avverkas innan de hinner uppnå en ålder som definieras som gammal medan de lövrika bestånden i referensplanen främst är NO bestånd som aldrig avverkas och därför bidrar till variabeln äldre lövrik skog hela tiden. En ögonblicksbild vid ett exakt årtal kan därför ge en missvisande bild om det nyligen skett större avverkningar av lövrika bestånd i triadplanerna. Intressant att tänka sig är dock det skogslandskap som man kan föreställa sig när man tar i beaktande lövandelen och dess fördelning över fastigheten när man jämför planerna. Referensplanen uppvisade mycket hög lövandel i avsättningarna, som var små spridda bestånd insprängda bland PG bestånd som hade låg lövandel men utgjorde 90 % av arealen. Denna landskapsbild har fått kritik i flera studier (Svedrup-Thygeson et al. 2014; Laita et al. 2010; Hanski 2008; Aune et al. 2004). I alla triadplanerna hade den största delen av arealen, hänsynsskogarna, en lövandel som var minst dubbelt så hög som PG bestånden i referensplanen efter 100 år. Det innebär ett skogslandskap med mer spritt lövinslag och därmed mer blandskogar vilket borde kunna gynna arter beroende av lövinslag. Blandskogar, och särskilt lövinslaget, har också visat sig minska skadorna vid stormar (Valinger & Fridman 2011) samt öka produktionen av en rad värden i skogen (Gamfeldt et al. 2013). Denna effekt går dock att uppnå med traditionellt skogsbruk också eftersom den största skillnaden kommer från hur man röjer och gallrar. I triadplanerna gynnades löv i både gallring och röjning. Det finns inget som säger att man inte kan göra på samma sätt i PG bestånden i den traditionella planen och därmed uppnå mer lövinslag spritt på större delen av fastigheten.

Arealen gammal skog är starkt kopplad till hur stor areal som avsätts för fri utveckling varför Triad1 uppvisade störst areal medan Triad3 lägst. Det är dock viktigt att påpeka att det i triadplanerna avsattes en del bestånd som idag är under 20 år vilket innebär att de om 100 år inte uppnått åldern för att klassificeras som gammal skog (äldre än 120 år) och att arealen i triadplanerna därför kommer öka efter planperiodens slut. Att arealen gammal skog i triadplanerna blev koncentrerad till större sammanhängande områden och inte i små spridda öar kan ha fördelar för arter som kräver större sammanhängande områden och ger också ett mindre fragmenterat skogslandskap (Hanski 2008; Ranius & Roberge 2011). Även om arealen i den här studien är för liten för att kallas landskap kan principen sägas vara densamma.

Vid en utvärdering av förutsättningarna för triadmodellen som koncept i södra Sverige kommer troligtvis det största problemet vara ägarstrukturen. Situationen med många små skogsägare kommer göra att valet av bestånd för de olika zonerna kompliceras om man vill uppnå de tänkta fördelar som modellen ska kunna erbjuda på landskapsnivå. Att komma överens med flera markägare om att sätta av områden som tillsammans utgör en så stor sammanhängande areal som möjligt kan tänkas bli problematiskt, särskilt om man tar i beaktande överlåtande av fastigheter över tiden och att ägare har olika målsättningar med sitt ägande. Det är dock troligt att det skulle gynna flera arter att gå från NO/NS bestånd på något enstaka hektar till avsättningar, som i denna studie, med en storlek av 15-30 hektar (Perhans et al. 2009; Hanski 2008; Aune et al. 2004).

Förekomsten av död ved visar samma mönster som lövandelen, det vill säga avsättningarna har högst volym död ved vilket inte är så konstigt då åtgärder aldrig görs där som tar ut ved ur bestånden. Men samma resonemang som för lövandelen kan föras där referensplanen har minst död ved i den domän som dominerar fastigheten arealmässigt medan triadplanerna har betydligt högre volym död ved i det dominerande domänet (hänsynsskog). Skötseln i triadplanerna kommer således att skapa ett skogslandskap med mycket mer spridd förekomst av och större medelvolym av död ved än skötseln i referensplanen.

Effekter av hänsynsareal och evighetsträd/högstubbar

Vid tolkning av resultaten från jämförelsen av samma plan med och utan lämnandet av hänsyn och evighetsträd/högstubbar vid skogliga åtgärder blir det tydligt hur viktig hänsynen är för förekomst av gamla skogspartier och grova lövträd. Att mängden grova lövträd minskar så kraftigt när man inte sparar hänsyn och evighetsträd beror på att lövträd prioriteras vid lämnande, och det är också därför som hänsynen bidrar till förekomsten av lövrik skog. Anmärkningsvärt är att lämnandet gav negativ påverkan på lövandelen. Detta kan förklaras av att de bestånd som idag finns, och som de lämnade ytorna kommer återspegla, innehåller mindre löv än det bestånd som anläggs om ytan avverkas. Detta på grund av att skötselreglerna som gäller för hänsynsskogarna gynnar löv vid både röjning och gallring och kommer ge ett bestånd med högre lövandel än det som finns där idag. En nackdel med lämnandet av hänsyn ur ett triadperspektiv är att de lämnade grupperna och träden är spridda i små fläckar i landskapet och därför bidrar till fragmentering på en mindre skala. Hänsynen som princip kan därför ses som något som går emot en av poängerna med triadskogsbruk, det vill säga att minska fragmentering.

Intensivskötsel

Intensivskogarna uppfyllde sin funktion med att leverera virke även om det dröjde några decennier innan bytet till snabbväxande trädslag började ge effekt, men när de bestånden väl började leverera stod de för en stor andel av den avverkade volymen i området. Den genomsnittliga avverkningen i området var mycket hög samtidigt som det genomsnittliga virkesförrådet ökade drastiskt under planperioden. Trots detta klarade inte intensivzonen på 19 % av fastighetens areal att väga upp större avsättningar än vad referensplanen redan hade. Större areal allokerad till intensivområdet hade förstås kunnat öka möjligheterna att göra avsättningar men hade samtidigt gett större påverkan på landskapet med risker för flera arter (Ranius & Roberge 2011). Den finns också risker med den intensivare skötseln som sådan. I denna studie är risken för kväveläckage från gödslingen till grundvattnet tagen i beaktning genom att inga bestånd som angränsar till vatten har fått ingå i

gödslingsprogrammen vilket i hög grad minskar risken för läckage (Thuresson 2002). En risk som inte beaktats är den för skador av vind och snö som visat sig öka när man gallrar och gödslar bestånd, särskilt vindskador kan bli mycket omfattande när de väl inträffar. (Valinger & Pettersson 1996; Valinger & Lundqvist 1992; Hirvelä & Hynynen 1990). Denna risk är svår att förutspå och kontrollera för men bör ändå nämnas eftersom den intensiva skötseln som simulerades i denna studie innebär ofta återkommande gödsling och gallring.

Ekskogarna

Ekskogarna omfattade liten areal och sköttes inte riktigt efter skolboken i PlanVis. Båda bestånden avverkades i triadplanerna vid en ålder som generellt kan anses som för låg. Sedan återbeskogades de med ek och hann inte avverkas igen under planperioden. PlanVis har inte några tydliga val för skötsel av löv utan det är upp till användaren att ställa in skötseln genom fina inställningar som kräver rätt mycket kunskap. Effekten av problemet är inte stor i den här analysen eftersom arealen var så liten men kan för andra analyser med större inslag av lövskogar vara problematiskt.

Slutsatser

Med arealen avsättningar och intensivproduktion som användes i denna studie har triadskogsbruket svårt att öka andelen avsatt areal och samtidigt nå samma ekonomiska resultat som traditionellt skogsbruk på grund av att det svenska skogsbruket i utgångsläget är förhållandevis intensivt.

Triadmodellen ger högre medelvolym och jämnare fördelning av död ved över hela arealen.

Med skötselreglerna som användes i denna studie ger triadskogsbruk större och mer spritt inslag av lövträddarter på större del av arealen jämfört med traditionellt svenskt skogsbruk.

Det är troligtvis svårt att ta tillvara triadmodellens fördelar på landskapsnivå i södra Sverige på grund av ägarstrukturen med många mindre fastigheter.

Referenslista

Tryckta källor

Appelstrand, M. (2007) *Miljömålet i skogsbruket - styrning och frivillighet*. Lund: Media-Tryck.

Aune, K., Jonsson, B.G., Moen, J. (2005) Isolation and edge effects among woodland key habitats in Sweden: Is forest policy promoting fragmentation? *Biological Conservation*, 124, ss. 89-95.

Binkley, C. (1997) Preserving nature through intensive plantation forestry: The case for forest allocation with illustrations from British Columbia. *The Forestry Chronicle*, 73, ss. 553–559.

Byrd, K. B., Parker, V. T., Vogler, D. R. & Cullings, K. W. (2000) The influence of clear cutting on ectomycorrhizal fungus diversity in a lodgepole pine (*Pinus contorta*) stand, Yellowstone National Park, Wyoming, and Gallatin National Forest, Montana. *Canadian Journal of Botany*, 78(2), ss. 149-156.

Côte, P., Tittler, R., Messier, C., Kneeshaw, D., Fall, A., Fortin, M-J. (2010) Comparing different forest zoning options for landscape-scale management of the boreal forest: Possible benefits of the TRIAD. *Forest Ecology and Management*, 259(3), ss. 418-427.

Dahlberg, A. (2011) Kontinuitetsskogar och hyggesfritt skogsbruk – slutrapport för delprojekt naturvärden. Rapport 7. Skogsstyrelsen, Jönköping.

Enoksson, B., Angelstam, P., Larsson, K. (1995) Deciduous forest and resident birds: the problems of fragmentation within a coniferous forest landscape. *Landscape Ecology*, 10(5), ss. 267-275.

Ericsson, S., Berglund, H., Östlund, L. (2005) History and forest biodiversity of woodland key habitats in south boreal Sweden. *Biological Conservation*, 122, ss. 289–303.

Gandhi, K., Spence, J., Langor, D., Morgantini, L., Cryer, K. (2004) Harvest retention patches are insufficient as stand analogues of fire residuals for litter-dwelling beetles in northern coniferous forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 34, ss 1319–1331.

Gamfeldt, L., Snäll, T., Bagchi, R., Jonsson, M., Gustafsson, L., Kjellander, P., RuizJaen, M., Fröberg, M., Stendahl, J., Philipson, C., Mikusiński, G., Andersson, E., Westerlund, B., Andrén, H., Moberg, F., Moen J., Bengtsson, J. (2013) Higher levels of multiple ecosystem services are found in forests with more tree species. *Nature Communications*, 4.

Groot, A., Lussier, J-M., Mitchell A,K., MacIsaac, D.A. (2005) A silvicultural systems perspective on changing Canadian forestry practices. *The Forestry Chronicle*, 81(1), ss. 50-55.

Gustafsson, L., Kouki, J., Sverdrup-Thygeson, A. (2010) Tree retention as a conservation measure in clear-cut forests of northern Europe: a review of ecological consequences. *Scandinavian Journal of Forest Research*, 25, ss. 295–308.

- Hanski, I. (2008) Insect conservation in boreal forests. *Journal of Insect Conservation*, 12, ss. 451–454.
- Harris, L.D. (1984) *The Fragmented Forest: Island Biogeography Theory and the Preservation of Biotic Diversity*. University of Chicago Press, Chicago.
- Hirvelä, H. & Hynynen, J. (1990) Effect of fertilization on the growth, top damage and susceptibility to windthrow of Scots pine stands in Lapland. *Folia For.* (Helsinki) 764.
- Komonen, A & Kouki, J. (2011) Do woodland key habitats really support the functionality of reserve networks? *Biological Conservation*, 144, ss. 667.
- Kurki, S., Nikula, A., Helle, P., Lindén, H. (2000) Landscape fragmentation and forest composition effects on grouse breeding success in boreal forests. *Ecology*, 81(7), ss. 1985-1997.
- Laita, A., Mönkkönen, M., Kotiaho, J.S. (2010) Woodland key habitats evaluated as part of a functional reserve network. *Biological Conservation*, 143, ss. 1212–1227.
- Larsson, S., Lundmark, T., & Ståhl, G. (2009) *Möjligheter till intensivodling av skog. Slutrapport från regeringsuppdrag Jo 2008/1885*. Uppsala: Sveriges Lantbruksuniversitet.
- Lejon Berg S. & Lidestav, G. (2009) *Skogscertifiering – vem, hur och varför? Fakta Skog, Rön från Sveriges lantbruksuniversitet nr. 11, 2009*.
- Lisberg Jensen, E. (2011) *Modern clear-felling: from success story to negotiated solution*. Kapitel i: Antonsson, H. & Jansson, U. (Red) *Agriculture and forestry in Sweden since 1900 – geographical and historical studies*, SOLMED 54, pp. 423 - 441. Stockholm: The Royal Swedish Academy of Agriculture and Forestry.
- Lundmark, H., Josefsson, T., Östlund, L. (2013) The history of clear-cutting in northern Sweden – Driving forces and myths in boreal silviculture. *Forest Ecology and Management* 307, ss. 112–122.
- Lämås, T. & Fries C. (1995) Emergence of a biodiversity concept in Swedish forest policy. *Water, Air, and Soil Pollution*, 82: ss. 57-66.
- Mattsson, E. (2014) *Zonerat skogsbruk - en möjlighet för Sverige*. Sveriges lantbruksuniversitet. Institutionen för skogens ekologi och skötsel/Jägmästarprogrammet (Examensarbeten 2014: 22)
- Mattsson, S & Bergsten, U. (2003) Pinus Contorta growth in northern Sweden as affected by soil scarification. *New Forests*, 26, ss. 217-231.
- Messier, C., Tittler, R., Kneeshaw, D., Gélinas, N., Paquette, A., Berninger, K., Rheault, H., Meek, P., Beaulieu, N. (2009) TRIAD zoning in Quebec: experiences and results after five years. *The Forestry Chronicle*, 85, ss. 885-896.

- Montigny, M.K & MacLean, D. A. (2006) Triad forest management: Scenario analysis of forest zoning effects on timber and non-timber values in New Brunswick, Canada. *The Forestry Chronicle*, 82(4), ss. 496-511.
- Perhans, K., Appelgren, L., Jonsson, F., Nordin, U., Söderström, B. & Gustafsson, L. (2009) Retention patches as potential refugia for bryophytes and lichens in managed forest landscapes. *Biological Conservation*, 142, ss. 1125-1133.
- Roberge, J.-M., Lämås, T., Lundmark, T., Ranius, T., Felton, A., and Nordin, A. (2015) Relative contributions of tree retention and set-asides to the long-term availability of key forest biodiversity structures at the landscape scale. *Journal of Environmental Management*, 154, ss. 284-292
- Ranius, T. & Roberge, J.-M. (2011) Effects of intensified forestry on the landscape-scale extinction risk of dead wood dependent species. *Biodiversity and Conservation*, 20, ss. 2867–2882.
- Seymour, R.S., & Hunter, M.L. Jr. (1992) *New forestry in eastern spruce-fir forests: principles and applications to Maine*. Maine Agricultural and Forest Experiment Station. College of Forest resources, University of Maine.
- Sverdrup-Thygeson, A., Benediksen, E., Brikemoe, T., Larsson, KH. (2014) Do conservation measures in forest work? A comparison of three area-based conservation tools for wood living species in boreal forests. *Forest Ecology and Management*, 33, ss. 8-16.
- Thuresson, T. (2002) Skogsmarksgödsling - effekter på skogshushållning, ekonomi, sysselsättning och miljön. Meddelande 6 – 2002. Skogsstyrelsen, Jönköping.
- Tittler, R., Messier, C., Fall, A. (2012) Concentrating anthropogenic disturbance to balance ecological and economic values: applications to forest management. *Ecological Applications*, 22, ss. 1268-1277.
- Uliczka, H. (2003) Nature conservation efforts by forest owners – intentions and practice in a Swedish case study. *Silva Fennica*, 37(4), ss. 459–475.
- Valinger, E & Fridman, J. (2011) Factors affecting the probability of windthrow at stand level as a result of Gudrun winter storm in southern Sweden. *Forest Ecology and Management*, 262, ss. 398-403.
- Valinger, E & Pettersson, N. (1996) Wind and snow damage in a thinning and fertilization experiment in *Picea abies* in southern Sweden. *Forestry*, 69, ss. 25–33.
- Valinger, E. & Lundqvist, L. (1992) Influence of thinning and nitrogen fertilization on the frequency of snow and wind induced stand damage in forests. *Scottish Forestry*, 46, ss. 311-320.
- Ward, C & Erdle, T. (2015) Evaluation of forest management strategies based on triad zoning. *The Forestry Chronicle*, 91(1), ss. 40-51.

Östlund, L. & Zackrisson, O. (2000) The Forest History of Boreal Sweden: A Multidisciplinary Approach. – I: Agnoletti, M., Anderson, S. (red), Methods and approaches in forest history. CABI Publishing, Wallingford, UK, ss. 119-128.

Östlund, L., Zackrisson, O., & Axelsson, A.-L. (1997) The history and transformation of a Scandinavian boreal forest landscape since the 19th century. *Canadian Journal of Forest Research* 27, ss. 1198-1206.

Internetkällor

Skogsstyrelsen 2015a. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Upptack-skogen/Skog-i-Sverige/Fakta-om-skogen/Vem-ager-skogen/> [Hämtad 2015-04-03]

Skogsstyrelsen 2015b. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Aga-och-bruka/Skogsbruk/Aga-skog/Skogsbruksplan/Malklassning/> [Hämtad 2015-04-03]

Skogsstyrelsen 2015c. Skoglig ordlista. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Upptack-skogen/Skog-i-Sverige/Skoglig-ordlista/> [Hämtad 2015-04-03]

Skogsstyrelsen 2015d. Nyckelbiotop. Tillgänglig: <http://www.skogsstyrelsen.se/Upptack-skogen/Upplev-skogen/Ut-i-skogen/Vad-ar-det-du-ser/Nyckelbiotop/> [Hämtad 2015-04-03]

Bilaga 1.

Skogliga data för bestånden som sattes av för fri utveckling och intensivskötsel vid fältarbetet.

Tabell 1. AvdelningsId, ålder, ståndortsindex, volym, trädslagsfördelning och medeldiameter per trädslag för avdelningar utvalda för avsättningar och intensivskogar under fältarbetet

Table 1. StandID, age, site index, volume, tree species distribution and mean diameter per species for stands selected for set asides and intensive production during field work

AvdelningsID	Ålder	SI	Volym (m3sk/ha)	Tall (%)	Gran (%)	Löv (%)	dTall (cm)	dGra n (cm)	dLöv (cm)
Avsättningar									
5	57	B24	252	17	10	73	29	29	27
6	137	B20	82	1	3	96	30	26	32
6.1	100	B26	3	0	0	100	0	0	0
30	137	B20	125	4	2	94	39	25	32
60	22	G28	94	1	91	8	14	14	13
61	1	G28	1	0	100	0	0	0	0
98	82	T24	252	80	20	0	32	27	0
99	132	G28	508	50	49	1	44	39	26
100	47	G30	251	1	99	0	41	25	0
101	15	G30	18	0	55	45	0	0	0
171	49	G30	306	12	86	2	29	26	30
172	57	B22	274	1	1	98	27	29	24
175	87	G24	203	27	38	35	24	24	24
176	82	T26	358	48	50	2	32	28	30
176.1	1	T26	1	0	100	0	0	0	0
176.1	85	T26	30	100	0	0	0	0	0
177	41	G28	227	5	86	9	22	23	23
178	57	B22	160	0	19	81	0	24	23
179	27	G28	16	7	4	89	16	10	13
188	127	T22	274	82	18	0	29	26	0
189	117	T14	136	88	0	12	21	0	16
190	62	G28	329	40	50	10	35	28	27
193	127	T25	362	87	12	1	36	29	25
194	12	T22	14	94	5	1	0	0	0
195	112	T22	149	91	3	6	36	14	28
196	122	T24	379	78	5	17	34	29	28
197	107	T20	226	100	0	0	29	0	0
200	57	B18	140	0	20	80	0	20	18
201	41	G30	220	1	79	20	24	21	25
202	82	G28	394	18	2	80	34	26	32
203	42	B28	233	0	19	81	0	29	27

Avdel- ningsID	Ålder	SI	Volym (m3sk/ha)	Tall (%)	Gran (%)	Löv (%)	dTall (cm)	dGran (cm)	dLöv (cm)
Intensivskogar									
14	27	T28	87	40	23	37	17	14	14
15	15	G28	21	0	60	40	0	0	0
16	82	T28	360	80	20	0	33	27	0
17	87	T28	321	90	10	0	35	29	0
18	47	G30	282	0	90	10	0	20	25
19	79	G26	305	37	63	0	31	27	0
20	57	G30	335	33	67	0	30	27	0
21	32	T22	85	85	10	5	18	15	16
22	35	G28	157	10	50	40	22	19	20
23	92	T22	123	93	0	7	30	0	24
24	25	G28	131	1	76	23	30	17	19
25	13	G30	15	1	89	10	0	0	0
47	47	G30	203	6	86	8	27	20	25
48	32	T18	41	70	10	20	17	11	14
50	39	G28	215	3	82	15	28	22	23
51	47	G32	378	12	87	1	31	27	24
52	52	T30	449	100	0	0	29	0	0
53	17	B22	7	0	1	99	0	6	4
54	0	G32	0	0	0	0	0	0	0
55	57	G30	365	10	80	10	20	29	29
56	34	G30	190	10	90	0	32	20	
62	82	G28	338	34	48	18	34	29	28
104	19	G28	41	0	94	6	0	0	0
105	117	G28	126	39	58	3	23	20	20
106	25	G28	83	0	83	17	0	16	20
107	62	G30	300	8	83	9	29	27	26
108	47	T26	104	40	60	0	27	23	0
109	55	G30	332	19	66	15	31	29	30
110	27	G28	147	1	99	0	33	17	
111	14	G28	17	0	100	0	0	0	0
113	25	G28	65	0	99	1	0	16	9
115	0	T28	0	0	0	0	0	0	0
116	26	G28	83	1	89	10	33	16	15
118	15	G30	23	0	90	10	0	0	0
119	13	G28	21	5	89	6	0	0	0
141	0	G30	0	0	0	0	0	0	0
143	37	G28	176	0	87	13	0	20	22
168	47	G30	279	5	85	10	28	26	27

Bilaga 2.

Definitioner

Nedbrytningsklass för död ved i PlanVis (Heureka 2015):

I Heureka används Riksskogstaxeringens fem nedbrytningsklasser för död ved:

- 0 = Rå ved. Innebär exv. färska vindfällen så länge gröna barr eller blad finns kvar. Dessutom klassas träd med rått kambium som rå ved även om levande barr eller blad saknas.
- 1 = Hård död ved. Om stammens volym består till mer än 90 % av hård död ved med en tillika hård mantelyta. Stammen ska vara mycket lite påverkad av vednedbrytande organismer.
- 2 = Något nedbruten död ved. Om stammens volym består till 10-25 % av mjuk ved. Resterande andel utgörs av hård ved. Redskap, t.ex. en jordsond, kan tryckas genom mantelytan men ej genom hela splintveden.
- 3 = Nedbruten död ved. Om stammens volym består till 26-75 % av mjuk eller mycket mjuk ved.
- 4 = Mycket nedbruten död ved. Om stammens volym består till 76-100 % av mjuk eller mycket mjuk ved. Redskap, t.ex. jordsond, kan tryckas genom hela stammen. Dock kan hård kärna förekomma.

Referenser i bilagor

Heureka 2015. Hjälpsnitt kontrolltabellen död ved. Tillgänglig:

http://heurekaslu.org/help/index.html?kontrolltabell_dead_wood.htm