

Beskrivning av DT

Nils Falvik och Urban Nilsson

Utgångsläge

Utifrån av användaren givna förutsättningar skapas artificiella utgångslägen. Utgångslägena består av ytor vars area motsvarande en cirkelprovyta med radien 10 m (ca 314 m²). Antalet ytor sätts av användaren.

Ståndort

Ståndortsindex

Ståndortsindex anges för respektive trädslag. För tall och gran anges H100 och för björk H50. Det är också möjligt att konvertera ståndortsindex mellan trädslagen. Konvertering mellan tall och gran sker med funktioner framtagna av Leijon (1979). För konvertering av ståndortsindex mellan tall och björk respektive mellan gran och björk används funktioner framtagna av Agestam (1985).

Ståndortsegenskaper

Marfuktighetsklass och markvegetationstyp definieras enligt Hägglund & Lundmark (1981).

Geografi

De geografiska variablerna är; latitud, longitud, höjd över havet och avstånd till kust. Samtliga variabler erhålls genom att markera önskad lokal i en karta över Sverige. Höjd över havet och avstånd till kust kan också matas in.

Bestånd

Trädslagsfördelning

Stamantalet för respektive trädslag sätts av användaren. Trädslagets andel av grundytan i ungskogen sätts indirekt genom att ange en medelhöjd för respektive trädslag. För den etablerade skogen anges grundytan specifikt för respektive trädslag. Andelen av björkstammarna som är vårtbjörk respektive glasbjörk bestäms av användaren.

Dimensionsfördelning

Utgångslägena skapas genom att generera en dimensionsfördelning utifrån en skattad Weibull-fördelning. I ungskogsfasen genereras höjdfördelningar medan diameterfördelningar genereras för den etablerade skogen.

Höjd och diameterfördelningarna skattas enligt Weibullfördelning med sannolikhetsfunktionen:

$$f(x) = \frac{\alpha}{\beta^\alpha} \times x^{(\alpha-1)} \times \exp\left(-\left(\frac{x}{\beta}\right)^\alpha\right)$$

där x är slumpvariabeln, i detta fall trädhöjden eller brösthöjdsdiametern.

Tilldelningen av höjd och diameter (x) för det enskilda trädet följer samma algoritm:

1. Ett rektangulärt slumpstal (s) mellan 0 och 1 dras:
2. För att undvika extremvärden kan fördelningen stympas. Detta sker genom att ange en maximum- och en minimumgräns för den kumulativa fördelningsfunktionen (se fig. 1).

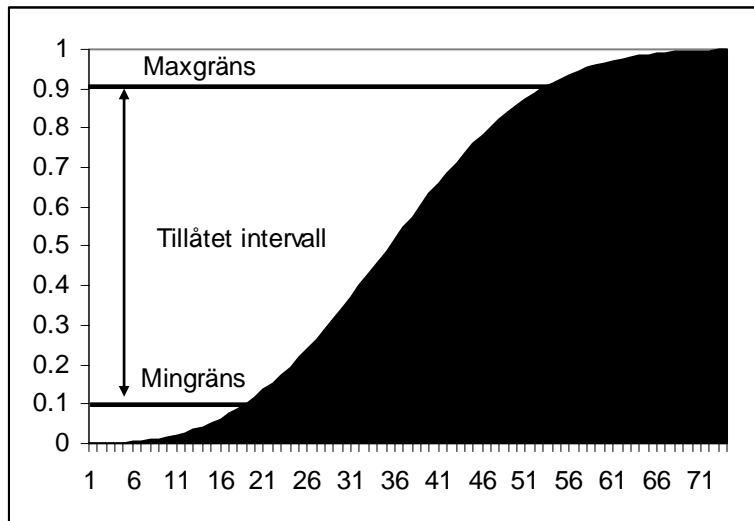


Fig. 1. Princip för stympning av fördelningen.

3. Genom att lösa ut x ur funktionen för den kumulativa Weibull-fördelningen erhålles följande uttryck:

$$x = \left((-\ln(1-s))^{\frac{1}{\alpha}} \right) * \beta$$

Den höjd eller diameter (x) som motsvarar slumptalet s tilldelas det aktuella trädet.

Punkt 1 till 3 upprepas för alla träd på respektive yta.

Skattning av weibull-parametrar för höjdtilldelning

Weibull-fördelningens parametrar skattas utifrån trädens medelhöjd samt variationskoefficienten för trädhöjden enligt Fahlvik et al.(2005).

$$\ln(\hat{\alpha}) = c_0 + c_1 \times H_i + c_2 \times CVH_i + c_3 \times \ln(CVH_i)$$

$$\hat{\beta} = b_0 + b_1 \times H_i + b_2 \times CVH_i + b_3 \times \ln(CVH_i)$$

Där:

i=index för träds slag

CVH=variationskoefficient för trädhöjd

H=aritmetisk medelhöjd (m)

b₀, b₁, b₂ och b₃ är koefficienter

c₀, c₁, c₂ och c₃ är koefficienter

Koefficienterna (b_x, c_x) presenteras i Tabell 1.

Tabell 1. Koefficienter för skattning av Weibull-fördelningens α - och β -parametrar

Gran				Gran och björk i blandning							
				Gran				Björk			
$\hat{\beta}$		$\ln(\hat{\alpha})$		$\hat{\beta}$		$\ln(\hat{\alpha})$		$\hat{\beta}$		$\ln(\hat{\alpha})$	
b_0	1.512	c_0	0.088	b_0	1.017	c_0	0.025	b_0	1.288	c_0	0.457
b_1	1.091	c_1	-	b_1	1.099	c_1	-	b_1	1.095	c_1	0.018
b_2	-1.658	c_2	-0.136	b_2	-1.149	c_2	-	b_2	-1.450	c_2	-0.550
b_3	0.786	c_3	-1.073	b_3	0.499	c_3	-1.056	b_3	0.620	c_3	-0.809
sf	0.170		0.112		0.196		0.158		0.309		0.193
r2	0.994		0.956		0.985		0.881		0.983		0.929

Skattning av weibull-parametrar för diametertilldelning

Skattningen av Weibullfördelningarnas parametrar grundar sig på trädslagsrena tall- och granbestånd från GG-försöken i Svealand och Götaland (Eriksson & Karlsson, 1997).

$$\ln(\hat{\alpha}) = c_0 + c_1 \times \ln(CVD_i) + c_2 \times \ln(AGE_i)$$

$$\hat{\beta} = b_0 + b_1 \times D_{g_i}$$

Där:

i =index för trädslag

AGE= beståndets totalålder (år)

CVD= variationskoefficient för diametern

D_g = grundytmedelstammens diameter (mm)

b_0 och b_1 är koefficienter

c_0, c_1 och c_2 är koefficienter

Koefficienterna (b_x, c_x) presenteras i Tabell 2.

Tabell 2. Koefficienter för skattning av Weibull-fördelningens α - och β -parametrar

Tall				Gran			
$\hat{\beta}$		$\ln(\hat{\lambda})$		$\hat{\beta}$		$\ln(\hat{\lambda})$	
b_0	1.7067	c_0	4.6889	b_0	0.6514	c_0	4.7336
b_1	1.0474	c_1	-0.9985	b_1	1.0530	c_1	-0.9887
						c_2	-0.0217

Ålder

Totalålder

I utgångsläget sätts totalåldern för respektive trädslag. Beståndets totalålder beräknas sedan enligt följande:

$$Sage = \frac{\sum T_{age_i} \times G_i}{\sum G_i}$$

Där:

i =index för träslag

G =grundyta (m^2/ha)

Sage= beståndets totalålder (år)

Tage=totalålder (år)

Beståndsåldern beräknas vid prognosstart och uppdateras genom att addera den fortsatta prognoslängden.

Ålder för det enskilda trädet

För den etablerade skogen beräknas brösthöjdsålder för de enskilda träden med ålderstilldelningsfunktioner framtagna av Elfving (2003). Ålderstilldelningen sker vid övergången från att modellera ungskog till att modellera etablerad skog. Uppdateringen av de enskilda trädåldrarna sker sedan genom att addera den fortsatta prognoslängden.

Medelhöjd

Då användaren matat in totalålder och ståndortsindex föreslås en medelhöjd för respektive träslag baserat på funktioner av Elfving (1982).

Skötselhistorik

Då skötselhistoriken ingår som parametrar i tillväxtfunktionerna anges antalet tidigare röjningar och gallringar samt den tid som förflutit sedan senaste ingrepp.

Beståndsutveckling

Ungskog

Höjd- och diametertillväxt

Beståndsutvecklingen i ungskogsfasen beskrivs med höjdtillväxtfunktioner samt statiska diameter-höjdsamband framtagna av Fahlvik & Nyström (2006). Höjd och diameter beräknas för det enskilda trädet och olika funktioner finns framtagna för tall, gran och björk. Med höjdtillväxtfunktionerna skattas 5-års tillväxt.

Avgång

Avgång och tillväxtreduktion på grund av skador beskrivs i ungskogen med funktioner framtagna av Näslund (1986). Simulering enligt Näslund (1986) sker i flera steg:

1. Antalet träd som kommer att påverkas den kommande 5-årsperioden
2. Simulering av vilka träd som kommer att drabbas
3. Simulering av skadegörare
4. Simulering av skadegrad (lätt, svårt eller död)
5. Slutligen beräknas antalet års tillväxt som går förlorat för de träd som klassats som skadade

Övergång ungskog - etablerad skog

Övergången från att modellera ungskog till att modellera etablerad skog sker då beståndets aritmetiska medelhöjd överstiger 9 m.

Etablerad skog

Diametertillväxt

Beståndsutvecklingen i den etablerade skogen drivs av grundytetillväxten som beräknas enligt Elfving (2004). Separata funktioner för tall, gran och björk beräknar det enskilda trädets tillväxt som 5-års ökning av diameterkvadraten.

Justering av enskilda trädets diameter

Varje 5-årsperiod justeras det enskilda trädets diameter så att den sammanlagda grundytan överensstämmer med grundytan enligt ProdMod (se Ekö, 1985), givet samma förutsättningar. Varje träd i trädlistan korrigeras enligt:

$$D_{i_{korr}} = G_{ProdMod} / G_{Elfving} \times D_{i_{Elfving}}$$

Där:

i=index för träd

$D_{i_{korr}}$ = Korrigerad diameter

$D_{i_{Elfving}}$ =Diameter enligt Elfving's diametertillväxtfunktioner

$G_{ProdMod}$ = Grundyta enligt ProdMod

$G_{Elfving}$ = Grundyta beräknad utifrån $D_{i_{Elfving}}$

För vidare framskrivning används de justerade diametrarna. I huvudtabellen presenteras grundytan enligt ProdMod

Övre höjdens utveckling

Övre höjden för varje trädslag bestäms utifrån ståndortsindex och åldern i brösthöjd för respektive trädslag. För tall beräknas övre höjden med Hägglund (1974) och för granen med Hägglund (1973). Björkens övre höjd beräknas med funktioner framtagna av Eriksson et al. (1997).

Höjdtilldelning

Näslunds höjdkurvor för tall och gran (Näslund 1937) anpassades till parceller och revisioner för GG-ytorna med gran och tall i Götaland (Eriksson & Karlsson, 1997). Därefter skattades höjdkurvans koefficienter med hjälp av multipel linjär regression.

Näslund (1937) beskriver en metodik för att estimeras höjdkurvor för tall och gran.

För höjdkurvan har formen:

Gran

$$h = 1.3 + \frac{d^3}{(a + b \times d)^3} \quad (1)$$

Tall

$$h = 1.3 + \frac{d^2}{(a + b \times d)^2} \quad (2)$$

Där:

d=diameter i bröst höjd (mm)

h=trädet höjd (dm)

a och b är koefficienter

För att estimerade koefficienterna till funktionen använder Näslund (1937) ett z-värde som har formen:

Gran

$$z = \frac{d}{\sqrt[3]{h-1.3}} \quad (3)$$

Tall

$$z = \frac{d}{\sqrt{h-1.3}} \quad (4)$$

Där:

d=diameter i bröst höjd (mm)

h=trädet höjd (dm)

z-värdet skattas med linjär regression med d som förklarande variabler enligt:

$$z = a + b \cdot d \quad (5)$$

De estimerade koefficienterna i funktion (5) används sedan i funktion (1) och (2).

De olika parcellerna representerar skötta granbestånd från tidpunkt för första gallring (övre höjd ca 12 m) till tidpunkt för slutavverkning på relativt bördig mark.

Olika funktionsformer och förklarande variabler provades varefter följande funktioner valdes:

Gran

$$b = 0.55783 - 0.0009829 \cdot \text{ÖH} + 0.00000155 \cdot \text{ÖH}^2 - 0.00000197 \cdot \text{NFG} - 0.00309 \cdot \text{AGE} + 0.00002509 \cdot \text{AGE}^2$$

$$a = 232.02985 - 925.7381 \cdot b + 1059.55881 \cdot b^2 - 0.17751 \cdot \text{ÖH} + 0.00021799 \cdot \text{ÖH}^2 - 0.05318 \cdot \text{AGE} - 0.00063466 \cdot \text{NFG}$$

Tall

$$b = 0.37288 - 0.00113 \cdot \text{ÖH} + 0.00000181 \cdot \text{ÖH}^2 - 0.00106 \cdot \text{AGE} + 0.00001009 \cdot \text{AGE}^2$$

$$a = 139.61913 - 786.38675 \cdot b + 1361.59558 \cdot b^2 - 0.16258 \cdot \text{ÖH} + 0.00015029 \cdot \text{ÖH}^2 - 0.02075 \cdot \text{AGE} - 0.00033802 \cdot \text{NFG}$$

Där:

d=trädet diameter (mm)

AGE=Beståndsålder (år)

NFG=Antal träd före gallring (stammar/ha)

ÖH=Övre höjden (dm)

a och b är koefficienterna som skall skattas

Avgång

Andelen av grundytan som självgallras varje 5-årsperiod beräknas med ProdMod. Urvalet av träd som ska dö sker genom geometriskt fördelade slumpstal där sannolikheten för att ett enskilt träd ska dö beräknas med funktioner av Fridman & Ståhl (2001). Urvalet fortgår tills den sammanlagda grundytan av utgallrade träd uppgår till den beräknade andelen av den totala grundytan

Volym

Volymen för enskilda träd beräknas enligt Näslunds mindre kuberingsfunktioner för södra och norra Sverige (Näslund, 1940, 1947).

Beståndsbehandling

Röjning

Röjningsalgoritmen bygger på ett slumpvist urval av stammar. Röjningsalgoritmen följer nedanstående steg:

1. Röjningsstyrkan anges som andelen av stamantalet som ska röjas bort. Röjningens form definieras genom att ange ett av följande alternativ; röjning riktad mot de klenare träden (2 klasser), likformig röjning, röjning riktad mot de grövre träden (2 klasser).
2. Urval av røjstammar
 - a. Urvalet av røjstammar sker med rektangulärt fördelade slumpstal
 - b. Urvalet fortgår tills antalet røjstammar överensstämmer med angivet uttag
 - c. 1000 røjningar utförs
 - d. För varje røjning beräknas kvoten mellan medelhöjden för uttaget och medelhöjden för beståndet före røjning enligt:

$$\text{höjdkvot} = h_{\text{med}_{\text{uttag}}} / h_{\text{med}_{\text{före}}} \text{ där } h_{\text{med}} = \text{aritmetisk medelhöjd}$$

3. Beräkning av höjdkvotens normalfördelning
 - a. Medelvärde och standardavvikelsen beräknas för de 1000 höjdkvoterna
 - b. Målkvoten för de olika røjningsformerna beräknas sedan enligt:

Røjning underifrån 2 = medelkvot - 2 * stdav

Røjning underifrån 1 = medelkvot - 1 * stdav

Likformig røjning = medelkvot

Røjning underifrån 1 = medelkvot + 1 * stdav

Røjning underifrån 2 = medelkvot + 2 * stdav

4. Det røjningsalternativ vars höjdkvot ligger närmast beräknad målkvot väljs ut
5. Uppdatering av trädlistan

Urvalet av røjstammar sker separat för respektive trädslag

Förröjning

För att hålla nere gallringskostnaderna i täta bestånd med stor diameterspridning utförs ofta en förröjning. Vid förröjningen röjs stammar som utgör tekniska hinder för skördaren och som inte kommer att ge gagnvirke vid en kommande gallring. Användaren definierar uttaget i förröjningen genom att ange en övre gräns för röstammarnas brösthöjdsdiameter. Alla träd med en diameter som understiger denna gräns röjs bort. Förröjningen definieras trädslagsvis.

Gallring

Gallringsalgoritmen bygger, likt röjningsalgoritmen, på ett slumpvist urval av stammar. Simuleringen av gallringsingreppet innehåller följande moment:

1. Gallringenstyrkan anges som andelen av grundytan som ska tas ut och gallringsformen definieras genom att ange en önskad gallringskvot. Gallringsuttaget definieras trädslagsvis
2. Urval av gallringsstammar
 - a. Urvalet av gallringsstammar sker med rektangulärt fördelade slumpstal
 - b. Urvalet fortgår tills grundytan för utgallrade stammar uppgår till det angivna uttaget
 - c. 1000 gallringar görs
 - d. För varje gallring beräknas gallringskvoten
3. Det gallringsalternativ vars gallringskvot ligger närmast den angivna gallringskvoten väljs
4. Uppdatering av trädlistan

Gödsling

Gödsling

Från den medelhöjd som anges som gödslingsstart och fram till och med att grundytan har nått 25 m²/ha gödslas beståndet vartannat år. Därefter gödslas beståndet vart 5:e år.

Efter det att grundytan nått 25 m²/ha och sista ungskogsgödslingen har gjorts skall beståndet gödslas igen om fem år. Det skall vara minst fem år mellan sista gödsling och slutavverkning.

Tidsvinst vid gödsling

Ungskogstillväxten i gödslade bestånd beräknas med Nyströms ungskogsfunktioner men med en skattad tidsvinst. Beståndet skrivs fram till dess grundytan har nått 25 m²/ha med de normala ståndortsegenskaperna. Därefter beräknas en tidsvinst och åldern justeras. Resten av framskrivningen med hjälp av ProdMod och Elfving görs med detta nya utgångsläge (grundyta och ålder) samt justerad ståndortsindex.

Gödslingseffekten i ungskog uttrycks till stor del som en tidsvinst. Tidsvinsten beräknas med hjälp av ståndortsindex och är högre för låga ståndortsindex än för höga. Tidsvinsten uttrycks som år/år, dvs. hur mycket tid man vinner varje år med gödsling i olika delar av landet och beräknas enligt:

$$TV=0.2412+0.0129*SI$$

Där TV är tidsvinst och SI är ståndortsindex.

Tidsvinsten för olika produktionspotentialer har estimerats genom att jämföra produktionspotential och tidsvinst för gödslingsförsöken i Asa och Flakaliden. Den aktuella tillväxten i fastgödslingsledet jämfördes med den prognostiserade tillväxten. Tidsvinsten beräknades som det antal extra år som behövdes för att den prognosticerade tillväxten skulle vara lika med den uppmätta.

Genom att beräkna hur lång tid gödslingen har pågått (tiden i år från gödslingsstart till ungskogsprognosslut) kan den absoluta tidsvinsten beräknas som tidsvinsten multiplicerat med gödslingsperiodens längd (dvs. år/år*år=år).

Justering av ståndortsindex

Efter ungskogsfasen (grundyta 25 m²) används ett justerat ståndortsindex. Det justerade ståndortsindexet beräknas enligt:

$$SI_{\text{justerad}} = 12.25 + 0.75 * SI$$

På grund av datamaterialets begränsningar är gödslingsfunktionen i DT endast giltig för ståndortsindexintervallet G22-G34 och enbart för planterad gran.

Framskrivning

Höjd och diameter

Tillväxtfunktionerna beskriver beståndets utveckling i perioder om 5 år. För att möjliggöra framskrivning med kortare intervall beräknas beståndets höjd och diameter inom en period genom linjär interpolation enligt:

$$h_{ij} = ((H_i - H_{i-1}) / 5) \times j$$

Där:

h_{ij} = Höjden år j inom period i, där j är ett heltal mellan 1 och 5

H_i = Höjden i slutet av period i

Motsvarande beräkning görs för diametern

Avgång

Även självgallringen beräknas för 5-årsperioder. För att dela upp självgallringen på enskilda år inom perioder tilldelas varje självgallrat träd ett avgångsår mellan 1 och 5 inom den aktuella perioden. Avgångsåret slumpas ut med rektangulärt fördelade slumpal. Vid framskrivningen stryks sedan de träd som ska självgallras ur trädlistan då stegningen är framme vid avgångsåret för respektive träd.

Trädegenskaper

Brösthöjdsformtal

Brösthöjdsformtalet under bark beräknas för tall och gran med funktioner för södra Sverige av Näslund (1947). Brösthöjdsformtalet används vid beräkning av avsmalningen.

Formkvot

För att bestämma formkvoten för tall och gran används de funktioner för södra Sverige som presenteras i Edgren & Nylinder (1949). Formkvoten används vid beräkning av avsmalningen.

Avsmalning

För tall och gran används funktioner av Edgren & Nylinder (1949) för att beräkna det enskilda trädets stamform. I de fall det har varit möjligt att välja har funktionsuttryck för södra Sverige valts. Björkens stamform beräknas med avsmalningsfunktioner för björk av framtagna av Blingsmo (1985).

Krongränshöjd

Höjden från marken till den levande kronans nedre gräns skattas för tall och gran med funktioner framtagna av Petersson (1997).

Biomassa

Trädets biomassa uttryckt i torrsvikt beräknas med funktioner av Marklund (1988).

Barktjocklek

För att kunna beräkna diametern under bark krävs kännedom om barktjockleken. Barktjockleken för tall, gran och björk beräknas med funktioner av Söderberg (1992).

Kvistdiameter

Funktioner framtagna av Moberg (2000) för tall och Moberg (2001) för gran används för att skatta den maximala diametern hos enskilda träd vid en given höjd ovan mark. Funktionerna är baserade på röntgade trissor och avser den grövsta kvistdiametern mellan mörgen och mantelytan. En fara med funktionerna är att man kan få oförutsedda effekter över tiden på inre kvistegenskaper som ju inte bör förändras av skötselåtgärder i senare skeden.

Densitet

Densiteten i brösthöjd för tall och gran skattas med funktioner av Wilhelmsson et al. (2002). Antalet årsringar i brösthöjd sätts lika med åldern i brösthöjd.

Aptering

Vid aptering delas trädstammen upp i olika sortiment. Med början från rotändan kapas de mest värdefulla sortimenten först. Apteringsalgoritmen beräknar de möjliga apteringsalternativen under gällande restriktioner vad avser stocklängd och toppdiameter.

Användarinställningar

För att definiera uttaget anger användaren vilka sortiment som ska tas ut samt de dimensionsgränser som gäller för respektive sortiment. För respektive trädslag anges:

1. Sortiment som ska apteras
2. Minsta toppdiametern för de olika sortimenten
3. Maximum och minimum längd för de olika sortimenten

För timmer och klintimmer är enbart standardlängder valbara. Minimum och maximum för stocklängder måste ligga inom intervallet 3.1-5.5 m. Timmer och klintimmer apteras i intervall om 3 dm. Massaved apteras i intervall om 1 dm.

Aptering

Sortimenten apteras i ordningen; timmer, klentimmer, massaved. För avsmalningsberäkningar används funktioner av Edgren & Nylinder (1949) för tall och gran och för björken används funktioner av Blingsmo (1985). För varje träd görs ett avdrag för stubbe med 1 % av stammens längd. Apteringsalgoritmen följer följande steg:

Timmer – rotstock och andrastock

Aptering av rotstocken och andrastocken görs mer noggrann då huvuddelen av stammens värde sitter i denna sektion. Följande test görs:

1. Test av vilka längder bottenstocken kan apteras i med hänsyn till kravet på minsta toppdiameter.
2. Test av vilka längder på andrastocken som går att aptera, givet varierande längder på rotstocken. Den minsta toppdiameter utgör en restriktion.

Varje kombination av rotstock och andrastock utgör ett alternativ.

Timmer – övrig del

Då rotstocken och andrastocken har apterats testas huruvida det går att aptera ytterliggare timmerstockar. För att hålla nere antalet möjliga alternativ apteras denna del med standardlängder på timret. Ett undantag görs dock om det inte går att få in en standard längd. Då minskas längden på stocken och ett nytt försök görs. Anledningen till att inte börja med minimilängden för timmer är att längdavidrag på priset tillämpas för korta stockar. Toppstockar apteras tills minimidiametern för timmer underskrids.

Klentimmer

Klentimmer apteras tills dess att minimigränsen för klentimrets toppdiameter underskrids. Då ingen längdkorrektion tillämpas för klentimretpriset, apteras minimilängder till att börja med. Då det inte längre är möjligt att aptera en minimilängd av klentimmer förlängs den senast apterade klentimmerbiten så mycket som möjligt.

Massaved

Massaveden apteras till dess att toppdiametern underskrider minimigränsen för massaveden. Apteringen av massaved följer samma princip som apteringen av klentimmer.

Virkets dimension

Stockens längd, diameter och volym definieras i enlighet med de praktiskt tillämpade mätinstruktionerna för rundvirkessortiment (VMR 1999).

För stockens längd och diameter gäller följande:

- Längd och diameter anges i måttenheten dm resp. mm (fallande måttenheter).
- Toppdiametern avser diametern 10 cm innanför stockens toppända
- Bottendiametern avser diametern 10 cm innanför stockens rotända, vid rotstock dock 50 cm innanför rotändan

Toppmått volym:

$$V = \frac{1}{10000} \times \frac{D_{topp}^2 \times \pi}{4} \times Stocklängd$$

Där:

D_{topp} =stockens toppdiameter under bark (cm)

Stocklängd=stockens längd (m)

V=volym (m³to)

Topprotmätt volym:

$$V = \frac{1}{10000} \times \frac{\pi}{4} \times (\alpha D_{rot}^2 + (1 - \alpha) D_{topp}^2) \times Stocklängd$$

Där:

D_{rot} =stockens diameter under bark i rotändan (cm)

D_{topp} =stockens toppdiameter under bark (cm)

Stocklängd=stockens längd (m)

V=volym (m³fub)

α =konstant (se tabell 3)

Tabell 3. Värde på konstanten α givet stockens toppdiameter och längd

Toppdiameter (cm)	Längdklass (m)		
	-3.49	3.5-4.49	4.5-
-14.9	0.485	0.485	0.485
15-24.9	0.465	0.46	0.455
25-	0.44	0.43	0.42

Gagnvirkesvolym

Kännedom om uttagen gagnvirkesvolym uttryckt i m³fub krävs vid beräkning av avverkningskostnad. Gagnvirkesvolymen definieras som volym ovan stubbe exklusive bark och exklusive topp. Gagnvirkesvolymen beräknas genom att summera den topprotmätta volymen för samtliga stockar. Volymerna beräknas dels trädslagsvis och dels för ytan som helhet.

Ekonomi

Intäkter

Virkespriser

Pris för respektive sortiment erhålles från tabeller som kan ändras av användaren.

Tabellernas uppbyggnad framgår av Tabell 4-7. För timmer anges pris vid olika toppdiametrar och kvalitetsklass. Timmerpriset korrigeras dessutom för stocklängd. För klentimmer och massaved anges ett fast grundpris.

Tabell 4. Timmerpriser (SEK/m³to)

Kvalitet	Toppdiameter (cm)															
	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38	40+	

1	600	600	600	600	630	670	720	750	770	770	770	770	770	770	770
2	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470	470
3	420	420	420	420	470	500	530	550	550	550	550	550	550	550	550
4	370	370	370	370	395	420	445	470	470	470	470	470	470	470	470
5	270	270	270	270	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300	300

Tabell 5. Längdkorrigerigering för timmer, pris i %

	Stocklängd (dm)								
	31	34	37	40	43	46	49	52	55
Tall	92	94	97	98	100	101	104	104	104
Gran	92	94	97	98	100	101	104	104	104
Björk	92	94	97	98	100	101	104	104	104

Tabell 6. Klentimmerpriser (SEK/m3to)

Tall	264
Gran	264
Björk	264

Tabell 7. Massavedspriser (SEK/m3fub)

Tall	240
Gran	240
Björk	250

Kvalitet

För att bestämma timmerpriset måste fördelningen mellan olika kvaliteter vara känd för respektive trädslag. Kvalitetsfördelningen sätts av användaren. Fördelningen mellan olika kvaliteter görs sker separat för tre kategorier av timmerstockar; rotstockar, mellanstockar och toppstockar. Rotstocken är den första timmerstock som apteras och toppstocken den sista. Mellanstockar är följaktligen de stockar som apteras mellan rotstocken och toppstocken.

Tabell 8. Timmerkvalitet (%)

	Kvalitet				
	1	2	3	4	5
Rot	20	0	20	30	30
Mellan	20	20	20	20	20
Topp	0	30	20	20	30

Inga kvalitetskrav tillämpas för klentimmer och massaveden

Intäkt per stock

Timmer

Varje stock förutsätts ha en kvalitet som motsvarar kvalitetsfördelningens medeltal.

$$Pr\ is_t = \sum_{K=1}^N Pr\ is_t + P_{D_k} \times (KF_{S_k} / 100)$$

Där:

D=index för toppdiameterklass

K=index för kvalitetsklass

KF=kvalitetsfördelning enligt tabell (%)
N=antal kvalitetsklasser
P=timmerpris enligt prislistan (SEK/m³to)
Pris_t=timmerpris för medelkvaliteten (SEK/m³to)
S= index för stocktyp (rot,mellan,topp)

Toppdiameterklasserna i timmerprislistan avser fallande klasser.

Därefter beräknas intäkten enligt:

$$\text{Intäkt}_t = V_t * (\text{Pris}_t * (LK_L / 100))$$

Där:
Intäkt_t= intäkt från aktuell timmerstock (SEK)
L= index för längdklass
LK= längdkorrektion enligt tabell (%)
V_t= timmerstockens volym (m³to)

Klentimmer

Virkesintäkterna för klentimmer beräknas enligt följande:

$$\text{Intäkt}_{\text{kl}t} = V_{\text{kl}t} * \text{Pris}_{\text{kl}t}$$

Där:
Intäkt_{kl_t}= intäkt från en klentimmerstock (SEK)
Pris_{kl_t}= Klentimmerpris (SEK/m³to)
V_{kl_t}= klentimmerstockens volym (m³to)

Massaved

Virkesintäkterna för massaved beräknas enligt följande:

$$\text{Intäkt}_m = V_m * \text{Pris}_m$$

Där:
Intäkt_m= intäkt från en massavedsbit (SEK)
Pris_m= massavedspris (SEK/m³fub)
V_m= massavedbitens volym (m³fub)

Optimering

Med kännedom om intäkt från respektive stock identifieras det mest lönsamma apteringsalternativet enligt apteringsrutinen för respektive träd. Det mest lönsamma alternativet används sedan vid beräkningarna av intäkter på beståndsnivå.

Kostnader

Kostnad för röjning och förröjning

Röjningskostnaden grundar sig på produktionsnormer framtagna av Bergstrand et al. (1986). Med produktionsnormerna beräknas tidsåtgången per hektar för röjningen, givet röstammarnas medelhöjd och antal röstammar. Tillägg görs för försvårande förhållanden. Kostnaden per hektar beräknas sedan utifrån timkostnaden för röjaren.

Följande variabler som ingår i Bergstrand et al. 1986 beräknas i DT:

- Huvudstammarnas medelhöjd
- Andelen gran i procent av det totala antalet borttröjda stammar

Övriga variabler sätts av användaren.

Röjningskostnaden per ha beräknas enligt:

$$K=TK*(T_{verk}/(1-(AV/100)))$$

Där:

K= röjningskostnad (SEK/ha)

TK= timkostnad (SEK/timme)

T_{verk} = verktid (timmar/ha)

AV= andel av tillgänglig tid som avgår till andra sysslor än röjning (%)

Timkostnaden sätts av användaren.

Drivningskostnad-gallring

Kostnaden grundar sig på produktionsnormer för engreppsskördare i gallring framtagna av Brunberg (1997) samt produktionsnormer för skotare (Brunberg, 2004). Med funktionerna beräknas tidsåtgången per volymenhet.

Följande variabler som ingår i Brunberg (1997) beräknas i DT:

- Antalet uttagna stammar
- Medelstammens volym
- Andelen av avverkad volym som utgörs av gran
- Antal kvarstående träd efter gallring
- Andel av antalet fällda träd som utgörs av lövträd
- Andel av antalet fällda träd som gallrats likformigt
- Andel av antalet fällda träd som höggallrats

Följande variabler som ingår i Brunberg (2004) beräknas i DT:

- Uttagen volym
- Medelstammens volym

Övriga variabler sätts av användaren.

Då produktionen per tidsenhet är känd beräknas skördarkostnaden enligt:

$$K=KG15/V$$

Där:

K=maskinkostnad per volymenhet (SEK/m³fub)

KG15=maskinkostnad per tidsenhet (SEK/G₁₅-timme)

V=avverkad volym per tidsenhet (m³fub/G₁₅-timme)

Den totala drivningskostnaden beräknas enligt:

$$DK=(K_{\text{skördare}}+K_{\text{skotare}})*VUT$$

Där:

DK= drivningskostnad (SEK/ha)

K=maskinkostnad per volymenhet (SEK/m³fub)

VUT=skördad gagnvirkesvolym enligt DT (m³fub/ha)

Maskinkostnaden per tidsenhet sätts av användaren.

Drivningskostnad-slutavverkning

Kostnaden grundar sig på produktionsnormer för stora engreppsskördare i slutavverkning framtagna av Brunberg (1995) och på produktionsnormer för skotare (Brunberg, 2004). Med funktionerna beräknas tidsåtgången per volymenhet.

Följande variabler som ingår i Brunberg (1995) beräknas i DT:

- Antalet uttagna stammar
- Medelstammens volym

Följande variabler som ingår i Brunberg (2004) beräknas i DT:

- Uttagen volym
- Medelstammens volym

Övriga variabler sätts av användaren.

Maskinkostnad per volymenhet och drivningskostnad beräknas på samma sätt som vid gallring. Maskinkostnad per tidsenhet sätts av användaren.

Referenser

- Agestam, E. 1985. A growth simulator for mixed stands of pine, spruce and birch in Sweden. *Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research, Report 15*. 150 pp. ISSN 0348-7636. (In Swedish with English summary.)
- Bergstrand, K.-G., Lindman, J. & Petré, E. 1986. Underlag för prestationsmål för motormanuell röjning. *Forskningsstiftelsen Skogsarbeten, Redogörelse 7*. 21 pp. ISSN 0346-6671. (In Swedish)
- Brunberg, T. 1995. Basic data for productivity norms for heavy-duty single-grip harvesters in final felling. *Skogforsk, Redogörelse 8*. 16 pp. ISSN 1103-4580. (In Swedish with English summary.)
- Brunberg, T. 1997. Underlag för produktionsnorm för engreppsskördare i gallring. *Skogforsk, Redogörelse 8*. 16 pp. ISSN 1103-4580. (In Swedish with English summary.)
- Brunberg, T. 2004. Underlag till produktionsnorm för skotare. *Skogforsk, Redogörelse 3*. 12 pp. ISSN 1103-4580. (In Swedish with English summary.)
- Blingsmo, K.R. 1985. Taper functions and tables for birch. *Norsk institutt for skogforskning, Avdelning for skogsbehandling og skogproduksjon, Rapport 10(85)*. 1-35.
- Edgren, V. & Nylinder, P. 1949. Functions and tables for computing taper and form quotient inside bark for pine and spruce in northern and southern Sweden. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut 38(7)*. 81 pp. ISSN 0369-2167. (In Swedish with English summary.)
- Ekö, P.M. 1985. A growth simulator for Swedish forests, based on data from the national forest survey. *Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Report 16*. 224 pp. ISSN 0348-8969. (In Swedish with English summary.)

- Elfving, B., 1982. HUGIN's ungskogstaxering 1976-1979. *Swedish University of Agricultural Sciences, Faculty of Forestry, Projekt HUGIN, Report 27*. 87 pp. ISSN 0348-7024. (In Swedish.)
- Elfving, B. 2003. Ålderstilldelning till enskilda träd i skogliga tillväxtprognoser. *Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Working paper 182*. 44 pp. ISSN 0281-7292. (In Swedish with English summary.)
- Elfving, B. 2004. Grundytetillväxtfunktioner för enskilda träd, baserade på data från riksskogstaxeringens permanenta provytor. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogsskötsel*. (Manuscript in Swedish.)
- Eriksson, H. & Karlsson, K. 1997. Effects of different thinning and fertilization regimes on the development of Scots pine (*Pinus sylvestris* (L.)) and Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands in long-term silvicultural trials in Sweden. *Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Yield Research, Report 42*. 135 pp. ISSN 0348-7636. (In Swedish with English summary.)
- Eriksson, H., Johansson, U. & Kiviste, A. 1997. A site-index model for pure and mixed stands of *Betula pendula* and *Betula pubescens* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12, 149-156.
- Fahlvik, N., Agestam, E., Nilsson, U. & Nyström, K. 2005. Simulating the influence of initial stand structure on the development of young mixtures of Norway spruce and birch. *Forest Ecology and Management* 213, 297-311.
- Fahlvik, N. & Nyström, K. 2006. Models for predicting individual tree height increment and tree diameter in young stands in southern Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 21, 16-18.
- Fridman, J. & Ståhl, G. 2001. A three-step approach for modeling tree mortality in Swedish forests. *Scandinavian Journal of Forest Research* 16, 455-466.
- Hägglund, B. 1973. Site index curves for Norway spruce in southern Sweden. *Royal College of Forestry, Department of Forest Yield Research, Research notes 24*. 49 pp. ISSN 0585-3303. (In Swedish with English summary.)
- Hägglund, B. 1974. Site index curves for Scots pine in Sweden. *Royal College of Forestry, Department of Forest Yield Research, Research notes 31*. 54 pp. ISSN 0585-3303. (In Swedish with English summary.)
- Hägglund, B. & Lundmark, J.-E. 1981. *Handledning i bonitering med Skogshögskolans boniteringssystem*. National Board of Forestry, Jönköping, Sweden. 124 pp. (In Swedish.)
- Leijon, B. 1979. *Tallens och granens production på lika ståndort*. Slutredovisning för anslag från statens råd för skogs- och jordbruksforskning.
- Marklund, L.G. 1988. Biomassafunktioner för tall, gran och björk i Sverige. *Sveriges Lantbruksuniversitet, Institutionen för Skogstaxering, Rapport 45*. 73 pp. ISSN 0348-0496. (In Swedish.)
- Moberg, L. 2000. Models of internal knot diameter for *Pinus sylvestris*. *Scandinavian Journal of Forest Research* 15, 177-187.
- Moberg, L. 2001. Models of internal knot properties for *Picea abies*. *Forest Ecology and Management* 147, 123-138.
- Näslund, M., 1936. Skogsförsöksanstaltens gallringsförsök i tallskog. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 29(1), pp. 74. (In Swedish with English summary.)
- Näslund, M., 1940. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i norra Sverige. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 32(4), 87-142. (In Swedish with English summary.)
- Näslund, M., 1947. Funktioner och tabeller för kubering av stående träd. Tall, gran och björk i södra Sverige samt i hela landet. *Meddelanden från Statens Skogsforskningsinstitut* 36(3), pp. 81. (In Swedish with English summary.)
- Näslund, B.-Å. 1986. Simulation of damage and mortality in young stands and associated stand development effects. *Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Silviculture, Report 18*. 147 pp. ISSN 0348-8969. (In Swedish with English summary.)
- Petersson, H. 1997. Functions for predicting crown height of *Pinus sylvestris* and *Picea abies* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 12, 179-188.

- Söderberg, U. 1992. Functions for forest management: height, form height and bark thickness of individual trees. *Swedish University of Agricultural Sciences, Department of Forest Survey, Report 52*. 87 pp. ISSN 0348-0496. (In Swedish with English summary.)
- Wilhelmsson, L., Arlinger, J., Spångberg, K., Lundqvist, S.-O., Grahn, T., Hedenberg, Ö. & Olsson, L. 2002. Models for predicting wood properties in stems of *Picea abies* and *Pinus sylvestris* in Sweden. *Scandinavian Journal of Forest Research* 17, 330-350.
- VMR, 1999. Mättningsinstruktioner för rundvirkessortiment rekommenderade av virkesmättningsrådet. *Virkesmättningsrådet, cirkulär 1*. (In Swedish.)