

# Groei en productie van Oostenrijkse den in Nederland

J.J. Jansen<sup>1</sup>, A. Oosterbaan<sup>2</sup>, G.M.J. Mohren<sup>1</sup> en J. den Ouden<sup>1</sup>

FEM Groei en Productie Rapport 2018-7



---

<sup>1</sup> Forest Ecology and Forest Management group, Wageningen University, Department of Environmental Sciences

<sup>2</sup> Nature and Society, Wageningen Environmental Research (WENR)

Jansen, J.J., A. Oosterbaan, G.M.J. Mohren en J. den Ouden, 2018. *Groei en productie van Oostenrijkse den in Nederland*. FEM Groei en Productie Rapport 2018 – 7, 96 blz.

**Synopsis:** Van 1925 tot 1990 is in Nederland op grote schaal groei- en productieonderzoek bij de Oostenrijkse den uitgevoerd. Dat betreft de studie van de Dorschkamp/IBN. Samen met de permanente steekproeven uit de HOSP zijn 117 proefperken met 486 opnamen beschikbaar. Voor de ontwikkeling van de opperhoogte ( $h_{top}$ ) met de leeftijd ( $t$ ) werd het heteromorfe model van Jansen & Hildebrand gekozen, met asymptoot en 3 andere parameters. Als maat voor de boniteit is de opperhoogte bij 50 jaar ( $h_{50}$ ) gekozen. De diameterontwikkeling tot een hoogte van 7 m werd het best verklaard met een power-functie in  $h_{top}$  en het stamtal na zuivering ( $N_R$ ), en  $h_{50}$ . Met het model van Jansen *et al.*, (2016) werd de grondvlakbijgroei ( $i_G$ ) verklaard. Dat is een powerfunctie met  $h_{top}$ ,  $t$  en standruimte index van Hart ( $S\%$ ). Voor  $S\% > 28.7$  daalt de grondvlakbijgroei met een niet-lineaire functie in  $S\%$ . Het effect van de dunning op de diameter na dunning is gemodelleerd met een gemodificeerd La Bastide-Faber model. Met alle modellen is een opstand projectie model gemaakt, waarmee de gemeten opstand-ontwikkeling redelijk voorspeld werd. Er zijn opbrengsttabellen gemaakt met zeven boniteiten en zes verschillende dunninggraden.

**Abstract:** In the Netherlands, growth and yield research on Austrian pine was done from 1925 to 1990. This include studies by the Dorschkamp/IBN research institute. Together with the permanent sample plots from the timber prognosis system HOSP, all this comprises a dataset of 117 plots with 486 recordings. For the development of top height  $h_{top}$  over age ( $t$ ), Jansen & Hildebrand's model with asymptote and 3 additional parameters fitted best. As site index, top height at 50 year ( $h_{50}$ ) was chosen. The diameter development up to stand height of 7 m was best described with a power function based on  $h_{top}$ , the density after refinements ( $N_R$ ), and  $h_{50}$ . From a stand height of 7 m and up, the basal area increment ( $i_G$ ) was best described by a power function based on  $h_{top}$ ,  $t$ , and the stand density index of Hart ( $S\%$ ). For  $S\% > 28.7$  the basal area increment drops with increasing  $S\%$ . The effect of thinning on diameter after thinning was modelled with a modified La Bastide-Faber model. With all models together, a stand projection model was constructed, which follows the measured stand development reasonably well. The model was used to construct yield tables with seven site classes and six thinning intensities.

**Keywords:** Austrian pine, *Pinus nigra subsp. nigra var. nigra*, Netherlands, yield tables , different thinning grade, Becking-Hart spacing index, height growth models, power model for basal area increment, Reineke's law and La Bastide-Faber model for thinning effect, stand projection model.

Dit rapport is gratis te downloaden op: <https://doi.org/10.18174/444096>

Dit rapport is gebaseerd op de database: Oosterbaan, A., J.J. Jansen, J.F. Oldenburger, G.M.J. Mohren & J. den Ouden, 2016. FEM growth and yield data Monocultures – Austrian pine. DANS. <http://dx.doi.org/10.17026/dans-x75-ax7d>

## Voorwoord

In Nederland zijn er zeer veel waarnemingen verricht in permanente proefperken van de Oostenrijkse den (*Pinus nigra subsp. nigra var. nigra*). Dit betreffen 387 opnamen in 87 proefperken tussen 1925 en 1990.

Becking & De Vries (1959) nemen in hun set opbrengsttabellen een bewerking van de Britse tabel voor de Corsicaanse den van Hummel & Christie uit 1952 op voor alle zwarte dennen. Jansen *et al.* (1996) kiezen in tabellenboek voor tabel van Faber (1988). Bartelink *et al.* (2001) geven een uitgebreid overzicht van de context en publicaties van het groei- en productieonderzoek aan deze en andere boomsoorten in Nederland.

Samen met de permanente steekproefpunten van de HOSP is er de huidige studie de beschikking over de gegevens van 117 plots met 486 opnamen.

In dit rapport wordt de ontwikkeling van opstanden van Oostenrijkse den met verschillende dunninggraden geanalyseerd met het doel een groeimodel te maken bij een ruim scala aan beheerstrategieën. Deze studie is de negende in een serie, waarin de groei en productie van douglas (Jansen *et al.*, 2016), Japanse lariks (Jansen *et al.*, 2018a), fijnspar (Jansen *et al.*, 2018b), grove den (Jansen *et al.*, 2018c), zomereik (Jansen *et al.*, 2018d), beuk (Jansen *et al.*, 2018e) en Corsicaanse den (Jansen *et al.*, 2018f) werden bestudeerd.

De studie volgt waar mogelijk dezelfde werkwijze als de voorgaande studies en vaak zijn delen van de tekst uit deze rapporten (soms ook zonder bronvermelding) overgenomen.

Om de toegankelijkheid voor niet Nederlandse lezer te verhogen zijn alle figuren, en formules en veel tabellen van Engelse tekst voorzien.

Hans Jansen,  
Wageningen, 2018

# Inhoud

Voorwoord .....	1
Inhoud .....	2
1. Inleiding .....	4
2. Basismateriaal .....	5
3. Hoogteontwikkeling .....	7
3.1. Modellen voor hoogtegroeï .....	7
3.2 Analyse .....	9
3.3 Binnenland versus Kustgebied .....	11
3.4 Uiteindelijke model .....	12
3.4.1 Analyse van de residuen.....	13
3.4.2 Boniteitindeling .....	13
3.4.3 Modeltest met de controle plots .....	15
3.5 Conclusie .....	16
4. Opbrengstniveau .....	17
4.1 Diameter- en grondvlakontwikkeling tot een hoogte van 7 m .....	17
4.2 Grondvlakbijgroei .....	19
5. Dunningsysteem.....	23
5.1 Reineke's stamtal-diameter-relatie.....	24
5.2 Model van La Bastide-Faber voor voorspelling diameter na dunning .....	25
5.3 Conclusie .....	26
6. Constructie Opbrengsttabellen .....	27
6.1 Overige allometrische relaties.....	27
6.2 Opbrengsttabellen.....	29
6.2.1 Keuze voor berekende opbrengsttabellen .....	29
6.2.2 Constructie van de opbrengsttabel .....	30
6.3 Kwaliteit van de voorspelling .....	33
6.4 Vergelijking met andere opbrengsttabellen .....	34
6.4.1 Hoogteontwikkeling .....	34
6.4.2 Productieniveau .....	36
6.4.3 Dunningsysteem.....	37
6.5 Effecten dunning op productie.....	38
6.6 Vrije groei .....	41
7. Discussie en conclusies.....	42

7.1 Hoogtegroei.....	42
7.2 Diameter en grondvlak.....	42
7.2.1 Diameterontwikkeling.....	43
7.2.2 Grondvlakbijgroei.....	43
7.3 Variatie in groei tussen verschillende jaren.....	44
7.4 Dunning .....	44
7.5 Kwaliteit van het model .....	45
Samenvatting.....	47
Summary .....	48
Literatuur.....	50
Bijlage 1. Opbrengsttabellen voor Oostenrijkse den Nederland 2018 .....	52
Toelichting opbrengsttabellen .....	52
Explanation yield tables .....	53
Boniteringfiguur .....	54
Zwakke laagdunning.....	55
Matige laagdunning.....	62
Sterke laagdunning.....	69
Zeer sterke laagdunning.....	76
Open stand .....	83
Vrije groei .....	90

## 1. Inleiding

Tussen 1925 en 1990 zijn er gegevens verzameld over de groei van Oostenrijkse den bij verschillende dunninggraden. Met deze gegevens is het mogelijk modellen te maken die de ontwikkeling van Oostenrijkse dennenopstanden bij een variatie aan beheerstrategieën verklaren en mogelijk voorspellen. Eén van de gebruikelijke modellen is een opbrengsttabel. Faber (1988) heeft een opbrengsttabel voor de Oostenrijkse den met één dunningregime gemaakt, welk geclassificeerd kan worden als een sterke tot zeer sterke laagdunning. Voor de tabel zelf zie Jansen *et al.* (1996). Een opbrengsttabel is een model waarmee de opstandontwikkeling in de tijd wordt beschreven en het bestaat meestal uit drie submodellen:

1. Model voor de hoogteontwikkeling, dit wordt In Hoofdstuk 3 besproken;
2. Model voor de grondvlakbijgroei in de tijd of relatief ten opzichte van de hoogte, waarmee het productieniveau van opstanden kan worden voorspeld, dit wordt In Hoofdstuk 4 besproken;
3. Model voor de dunning. Dit model moet een definitie geven van de dunninggraden, daarnaast is het de vraag wat de interactie is met model ad 2 bij verschillende dunninggraden. In Hoofdstuk 5 komen deze vragen aan de orde.

In Hoofdstuk 2 worden de basisgegevens besproken. In Hoofdstuk 6 worden de 3 submodellen geïntegreerd tot een serie opbrengsttabellen. Deze worden vergeleken met andere tabellen en voorspellende kwaliteit van de modellen wordt gekwantificeerd. De tabellen zijn te vinden in Bijlage 1.

## 2. Basismateriaal

Sinds 1925 is er in Nederland onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van Oostenrijkse den-nenopstanden dit betreft twee studies:

2. Groei- en productieonderzoek Dorschkamp/IBN 1925 – 1990 ten behoeve van opbrengsttabellen. Er zijn 87 proefperken met 387 opnamen;
4. HOSP 1984-2000, in beheer bij Probos. Dit zijn ca. 3000 permanente steekproefpunten uit de 4e bosstatistiek. Hieruit zijn 30 monocultures met Oostenrijkse geselecteerd met in totaal 99 opnamen.

In totaal gaat het om 486 opnamen in 117 proefperken.

De proefvelden van studie 2 betreffen proefvakken met een vaste oppervlakte. Soms wordt die oppervlakte kleiner door stormschade. De gegevens zijn daarna opnieuw berekend over de kleinste oppervlakte. In studie 4 gaat het om vaste steekproefpunten met een variërende straal zodanig dat er minimaal 25 bomen in de steekproef liggen. Door kap of ingroei kan deze wijzigen. Alleen dat deel wat in alle opnamen aanwezig was is bij het onderzoek betrokken.

Voor het bepalen van de dunninggraad is het S-procent van Hart (1928) (ook bekend als de Hart-Becking Spacing Index) van alle perken en opnamen berekend met formule (1):

$$S\% = \frac{a_{at}}{h_{top}} \cdot 100 = \frac{100}{h_{top}} \cdot \sqrt{\frac{10000}{N_{at}} \cdot \frac{2}{\sqrt{3}}} \approx \frac{10745.7}{h_{top} \cdot \sqrt{N_{at}}} \quad (1)$$

In deze definitie is de gemiddelde boomaafstand na dunning ( $a_{at}$ ) bepaald met een regelmatig driehoekverband. Het symbool  $h_{top}$  staat voor de opperhoogte.

Van alle proefperken zijn basisgegevens als oppervlakte, kiemjaar en ligging bekend. Bij de ligging is onderscheid gemaakt tussen de regio's Noord (Drenthe, Friesland en Groningen, kop van Overijssel) met 8 proefperken, Midden (rest Overijssel, Gelderland, Utrecht en het Gooi) met 40 proefperken, Zuid (Noord-Brabant en Limburg) met 5 proefperken, Kustgebied (Waddeneilanden en duinstrook in Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland) met 60 proefperken en West (Flevoland en de rest van Noord-Holland, Zuid-Holland en Zeeland) met 4 proefperken. In de vigerende opbrengsttabel voor Oostenrijkse den (Faber 1988) is onderscheid gemaakt tussen het Kustgebied (60 proefperken) en het Binnenland (de rest met 57 proefperken)

De afzonderlijke metingen en berekeningen aan de bomen in de proefperken vormen de basisgegevens. Deze zijn daarna geaggregeerd tot kenmerken per ha per proefperk van voor, na, en van de dunning. De boomgegevens spelen in deze studie alleen een rol om de opstandkenmerken te genereren.

Per proefperk en opname zijn de gegevens beschikbaar, zoals vermeld in Tabel 1.

Voor een volledige beschrijving van gemeten en berekende gegevens zie de file "Read me - FEM growth and yield data Monocultures – Austrian pine.pdf" in de database [FEM growth and yield data Monocultures – Austrian pine](#) (Oosterbaan *et al.*, 2016).

**Tabel 1. Basisgegevens per plot en opname.**

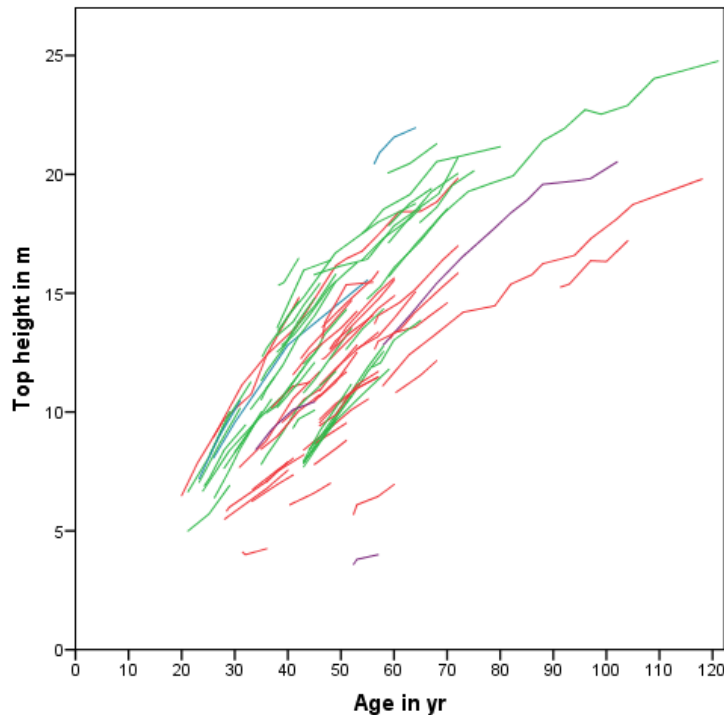
Table 1. Base information per plot and recording

Naam	Symbol	Betekenis
plotnr		Plotnummer
study		Studienummer
region		Regio
area		Plotoppervlakte in ha
yog		Kiemjaar
N0	$N_0$	Beginstamtal
sperc	$S\%$	gemiddelde Hart–Becking Spacing Index in plot
sperc0	$S_0\%$	Actuele Hart–Becking Spacing Index in de opname
nrec		Aantal opnamen
rec		Opname nummer
DOR		Datum van de opname
age	$t$	Leeftijd in jr
htop	$h_{top}$	Opperhoogte in m
hdom	$h_{dom}$	Dominante hoogte in m
ddom	$d_{dom}$	Diameter van de dominante hoogte boom in cm
N_bt	$N_{bt}$	Stamtal per ha voor dunning
G_bt	$G_{bt}$	Grondvlak voor dunning in m <sup>2</sup> /ha
h_bt	$h_{bt}$	Hoogte van de grondvlak-middenstam in m voor dunning
dg_bt	$d_{bt}$	Diameter van de grondvlak-middenstam in cm voor dunning
V_bt	$V_{bt}$	Volume voor dunning in m <sup>3</sup> /ha
N_th	$N_{th}$	Stamtal per ha van de dunning
G_th	$G_{th}$	Grondvlak van de dunning in m <sup>2</sup> /ha
h_th	$h_{th}$	Hoogte van de grondvlak-middenstam in m van de dunning
dg_th	$d_{th}$	Diameter van de grondvlak-middenstam in cm van de dunning
V_th	$V_{th}$	Volume van de dunning in m <sup>3</sup> /ha
N_at	$N_{at}$	Stamtal per ha na dunning
G_at	$G_{at}$	Grondvlak na dunning in m <sup>2</sup> /ha
h_at	$h_{at}$	Hoogte van de grondvlak-middenstam in m na dunning
dg_at	$d_{at}$	Diameter van de grondvlak-middenstam in cm na dunning
V_at	$V_{at}$	Volume na dunning in m <sup>3</sup> /ha



### 3. Hoogteontwikkeling

In deze studie zijn de 30 HOSP plots als controle gebruik. Van de 87 overige proefperken liggen er 45 met 196 opnamen in het Binnenland en 42 met 191 opnamen in het Kustgebied. In Figuur 1 is de hoogteontwikkeling per plot weergegeven.



**Figuur 1. Hoogteontwikkeling in de Oostenrijkse dennenproefperken in Nederland, in groen voor het Binnenland en in rood voor het Kustgebied.**

*Figure 1. Development of tree height in the Austrian pine plots in the Inland part of the Netherlands (green lines) and in the Coastal part (red lines).*

Het is overduidelijk dat er een groot verschil is in groei tussen de beide Klimaatzones, de vraag is echter of dat alleen verschillen in boniteit betreft of ook vormverschillen in de curves. Eerst zal de beste groeifunctie voor de gezamenlijke klimaatzones worden bepaald, daar wordt onderzocht of er verschil is tussen de beide klimaatzones.

#### 3.1. Modellen voor hoogtegroei

In de opbrengsttabellen tot ongeveer 1970 is de hoogteontwikkeling meestal handmatig gefit. Vanaf 1970 worden over het algemeen niet-lineaire groeifuncties gebruikt om de hoogteontwikkeling te fitten. In de huidige Nederlandse opbrengsttabel voor de Oostenrijkse den (Faber, 1988) is het Chapman-Richards model gebruikt:

$$h_{top} = S \cdot (1 - e^{-a \cdot t})^b \quad (2)$$

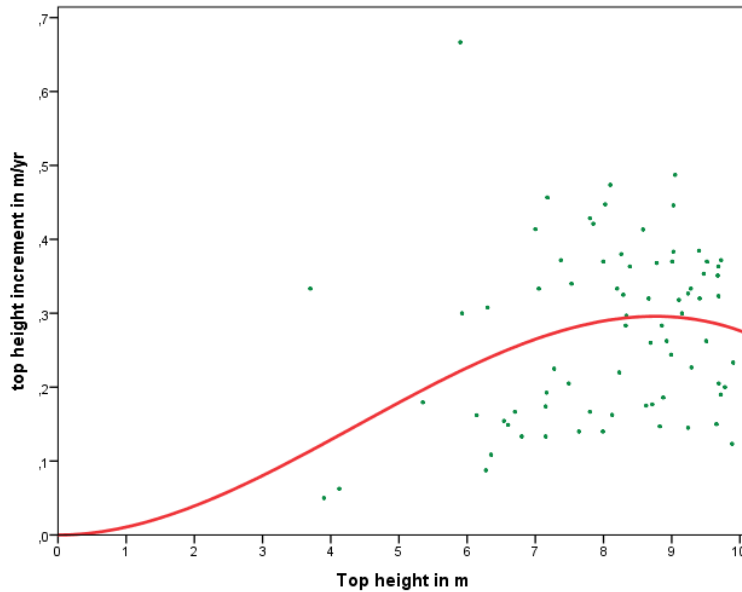
In Formule (2) is  $S$  de zogenaamde “site index” de proefperkspecifieke constante en de asymptoot in het model. Deze  $S$  kan gezien worden als de afplattingshoogte en het is tevens

een maat voor de boniteit, in dit geval een absolute hoogteboniteit. Daarnaast wordt ook de hoogte bij een vaste leeftijd als maat voor de boniteit gebruikt. Voor de Oostenrijkse den zal de  $h_{50}$  worden gebruikt

Jansen *et al.* (2018a) testten 9 modellen voor de Japanse lariks, drie daarvan scoorden zo laag dat deze niet meer onderzocht zullen worden. De te onderzoeken modellen zijn Chapman-Richards, Burkhart-Tennent, Jansen-Hildebrand, Jansen *et al.* (2016), Cieszewski en Jansen *et al.* (2018a), zie Paragraaf 3.2 voor formules en referenties.

Jansen *et al.* (2018a) ontwikkelde een selectiemethode voor een model in 3 stappen. Als eerste werd een MCA (Multi criteria-analyse) gebruik met 7 criteria. Daarna een visuele test met de data van de 4<sup>e</sup> bosstatistiek en vervolgens werd de voorspellende werking van de modellen vergeleken. De 7 criteria betreffen:

1. De algemene maat voor de verklaring, hiervoor is  $R^2_{adj}$  gebruikt;
2. De kwaliteit van de schatter van boniteit-parameters door naar de variatiecoëfficiënt CV ervan te kijken. Indien het model voor alle proefperken geschikt is, zal het 95% betrouwbaarheidsinterval van CV klein zijn;
3. De  $h_{50}$  met de gemiddelde waarde en interval, volgens Figuur 1 moet dat gemiddelde ongeveer 17 m zijn en tussen de 7 en 24 m liggen;
4. De model-parameter  $S$  en een 95% betrouwbaarheidsinterval ervan, en getoetst of deze overeenkomt met de te verwachten maximale afplattingshoogte. De hoogst gemeten opperhoogte bleek 25 m bij een leeftijd van 121 jr. Bij de opname voor de 4e bosstatistiek (CBS, 1985) is de opperhoogte per opstand geschat. De hoogste waarde voor Oostenrijkse den bedroeg 30 meter. Volgens <https://www.monumentaltrees.com/nl/nld-zwarte-den/hd1> (geraadpleegd op 03-08-2018) is de hoogste Oostenrijkse den in Nederland echter 34.5 m en staat op de begraafplaats Heidehof in Beekbergen. De maximale  $S$ -waarde voor de beste boniteit voor de Oostenrijkse den zal daarom ongeveer 35 m mogen bedragen;
5. De leeftijd waarop de borsthoogte wordt bereikt. Op het tijdstip 0 moet de hoogte ook 0 zijn, daarna moet de groei in de jeugd langzaam op gang komen. Een gemiddelde boniteit doet er ongeveer 5 jaar over om borsthoogte te bereiken met een range van 3 tot 8 jaar, maar het kan onder extreme omstandigheden ook veel langer duren. De mate waarin de door het model voorspelde waarde  $t_{130}$  en een 95% betrouwbaarheidsinterval ervan, overeenkomt met deze verwachting;
6. De groei versnelt tot de hoogte ongeveer 4 à 7 m, dat moet dus het buigpunt van de curve zijn, dus het maximum van de afgeleide functie in Figuur 2. De mate waarin de door het model voorspelde waarde voor de hoogte van het buigpunt  $h_{ff}$  en een 95% betrouwbaarheidsinterval ervan overeenkomt met die uit Figuur 2, dus ongeveer bij 8.5 jaar;
7. Het al dan significant en relevant zijn van alle parameterschattingen.



**Figuur 2 . Hoogtebijgroei als functie van opperhoogte voor  $h_{top} \leq 10$  m. Met rode lijn is de kubische fit door de puntenwolk en door de oorsprong, een maximum bij 8.5 m.**

Figure 2. Height increment as a function of the height for  $h_{top} \leq 10$ . The red line shows the cubic fit through the measured points and through the origin, with a maximum at  $h_{top} = 8.5$  m.

### 3.2 Analyse

De volgende vier modellen zijn onderzocht.

1. Het homomorfe model van Chapman-Richards (zie Pienaar & Turnbull, 1973):

$$h_{top} = S \cdot (1 - e^{-a \cdot t})^b \quad (3)$$

2. Burkhardt & Tennent (1977) paste het Chapman-Richard model aan door de parameter  $a$  als functie van  $S$  uit te drukken waardoor een heteromorf model ontstaat:

$$h_{top} = S \cdot (1 - e^{-(a_0 + a_1 \cdot S) \cdot t})^b \quad (4)$$

3. Jansen & Hildebrand (1986) pasten de werkwijze van Burkhardt & Tennent toe op de  $b$ -parameter, hierdoor ontstaat eveneens een heteromorf model:

$$h_{top} = S \cdot (1 - e^{-a \cdot t})^{(b_0 - b_1 \cdot S)} \quad (5)$$

Jansen *et al.* (2016) pasten model (5) aan door een jeugdgroei-component toe te voegen gebaseerd op het model van Korf (1939). Maar gezien de data in Figuur 1 ontbreken data betreffende de jeugdgroei nagenoeg, en daarom is dit model niet onderzocht.

4. Het Cieszewski model (2001) gebruikt een referentieleeftijd, voor  $t = 50$  jaar luidt het:

$$h_{top} = h_{50} \cdot \frac{t^a \cdot (50^a \cdot R + b)}{50^a \cdot (t^a \cdot R + b)}, \text{ where } R = Z + \sqrt{Z^2 + \frac{2 \cdot b \cdot h_{50}}{50^a}} \text{ and } Z = h_{50} - c \quad (6)$$

Dit heteromorfe model heeft wel een asymptoot, maar de oplossing moet gevonden worden met formule (6).

Jansen *et al.* (2018a) gebruikten een Multi criteria-analyse (MCA) met de criteria van Pagina 8 met gelijk gewicht meegenomen, om vervolgens nog een paar testen te doen.

In Tabel 2 zijn de resultaten weergegeven van de regressieanalyse van de opperhoogte met de besproken modellen. In de bovenste helft van de Tabel 2 de absolute waarde voor de criteria opgenomen. In het onderste deel van de tabel is de volgorde van resultaat (beste=1 en slechtste is 4) gegeven.

**Tabel 2. Resultaten van niet-lineaire regressie met de geselecteerde modellen in MCA.**

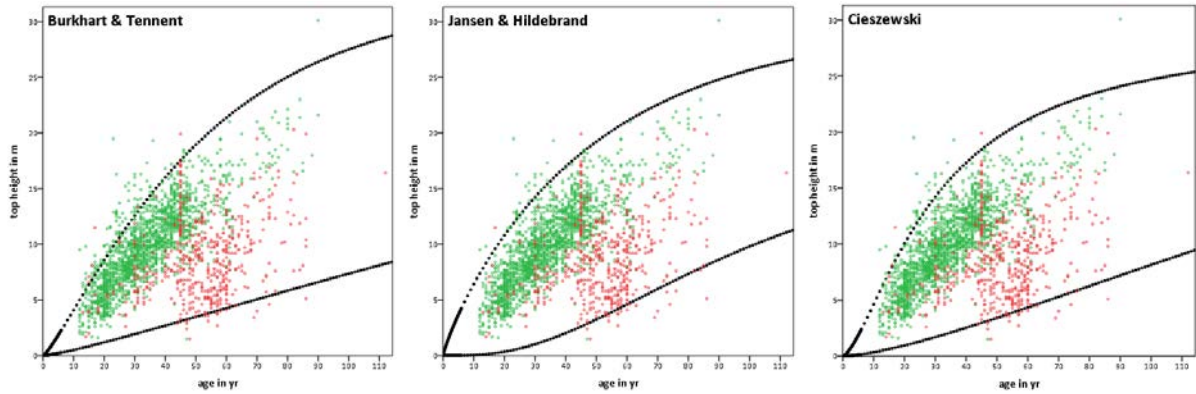
Table 2. Results of nonlinear regression for the selected models in MCA.

	model	npar	$R^2_{adj}^*$	CV	$h_{50}$	S	$t_{130}$	$h_{if}$	s/ns	result
values	Chapman-Richards	2	0.991	5 {4;6}	13 {4;19}	30 {8;45}	6 {4;9}	3 {2;5}	s	5
	Burkhart & Tennent	3	0.994	4 {3;7}	13 {3;19}	32 {31;32}	7 {4;11}	4 {4;4}	ns	3
	Jansen & Hildebrand	3	0.994	2 {2;4}	13 {3;19}	28 {17;32}	9 {5;18}	5 {2;6}	s	2
	Cieszewski	3	0.994	1 {1;3}	13 {3;19}	34 {29;36}	8 {4;14}	6 {6;7}	s	1
ranking	Chapman-Richards	2	4	4	3	4	4	4	2	25
	Burkhart & Tennent	3	3	3	3	3	1	3	4	20
	Jansen & Hildebrand	3	2	2	3	2	3	2	2	16
	Cieszewski	3	1	1	3	1	2	1	2	11
best score			max	min	18 {7;24}	< 35	7 {3;11}	8.5	s	

\*) Aantal model parameters exclusief de 87 boniteit parameters voor ieder proefperk.

Voor het beste model (Cieszewski, 2001), het model van Jansen & Hildebrand (1986) en het model van Burkhart & Tennent is in Figuur 3 bekeken hoe de waarnemingen uit de 4<sup>e</sup> bosstatistiek binnen de lijnen voor de beste en slechtste boniteit vallen. Het aantal waarnemingen buiten de lijnen bedraagt 2.5 % bij Cieszewski, 2.0 % bij Jansen & Hildebrand en 5.2 % Burkhart & Tennent. Het model van Jansen & Hildebrand voldoet iets beter, maar het verschil met het model van Cieszewski is te gering om te kiezen, daarom is ook nog naar de voorspelde kracht over 3 vervolgonnamen gekeken.

In deze test is gekeken hoe goed de modellen voorspellen, door per opname met de het paar waarnemingen  $\{h_{top}, t\}$  de boniteit (S of  $h_{50}$ ) per model te bepalen en daarna de opperhoogte na drie opnamen verder te schatten, voor perken met maar drie opnamen is de voorspelling na twee opnamen gekozen.



**Figuur 3. Hoogtewaarnemingen in 4<sup>e</sup> Bosstatistiek in Binnenland (groen) en in Kustgebied (rood) en curven van de laagste en hoogste boniteit per model.**

Figure 3. Top height observations in Fourth Dutch Forest Inventory in inland area (green) and in coastal area (red) with lowest and highest site curves per model.

In Tabel 3 staan de uitkomsten, in de dataset zijn 486 waarnemingen beschikbaar, voor het vergelijken zijn 135 series beschikbaar.

**Tabel 3. Geschatte opperhoogte na drie opname in m.**

Table 3. Estimated top height in meter after three recordings.

model	gemeten	geschat	bias	bias%	st.dev	CV
Cieszewski	14.40	14.91	-0.513	-3.56%	1.228	0.085
Jansen & Hildebrand	14.40	14.39	0.006	0.04%	0.670	0.047

De voorspelling betreft een periode over gemiddeld 10.5 jaar, het model van Jansen & Hildebrand komt er het beste uit zowel naar zuiverheid als nauwkeurigheid en is daarom gekozen. Een ander minpunt van het model van Cieszewski bleek de gevonden parameter combinatie met een negatieve waarde voor  $b$  hierdoor bleek één serie niet schatbaar.

### 3.3 Binnenland versus Kustgebied

Van de drie parameters  $a$ ,  $b$  en  $c$  van model (6) is vervolgens onderzocht of deze afhankelijk zijn de klimaatgebieden op de volgende wijze:

$$\begin{aligned}
 a &= a_0 + a_c \cdot x_c \\
 b &= b_0 + b_c \cdot x_c \\
 c &= c_0 + c_c \cdot x_c
 \end{aligned}
 \tag{7}$$

where  $x_c = \begin{cases} 0 & \text{if data in Inland Area} \\ 1 & \text{if data in Coastal Area} \end{cases}$

Geen van parameters bleek significant verschillende waarden te hebben tussen de klimaatgebieden. Wel bleken er verschillen in range en gemiddelde van de boniteit-parameters.

### 3.4 Uiteindelijke model

In formule (8) en alle volgende vergelijkingen die een onderdeel van het opbrengstmodel vormen worden de parameters genummerd als  $c_1$ ,  $c_2$  enzovoorts.

$$h_{top} = S \cdot (1 - e^{-c_1 \cdot t})^b \quad (8)$$

where  $b = c_2 - c_3 \cdot S$

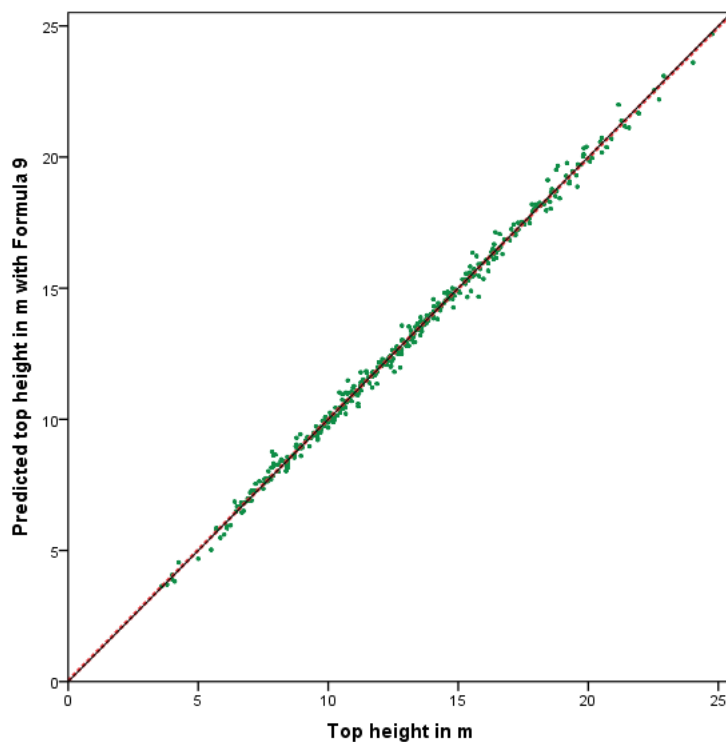
De parameterschatting van Tabel 4 gevonden

**Tabel 4. Parameters voor hoogteontwikkelingsmodel (8) en andere eigenschappen.**

Table 4. Parameters for height development model (8) and other characteristics.

$R^2$	$R^2_{adj}$	RMSE	Region	Parameter	Estimate	Std. Error	$S_0$	$h_{50}$	$t_{130}$	$hif$
0.996	0.994	0.31	Inland	$c_1$	0.0184	0.0010	29 {25;31}	14 {9;19}	7 {2;13}	4 {1;6}
				$c_2$	6.1837	0.9333				
			Coastal	$c_3$	0.1666	0.0335	27 {17;30}	11 {3;16}	11 {5;33}	6 {4;6}

In Figuur 4 is de met Formule (8) voorspelde opperhoogte uitgezet tegen de gemeten opperhoogte. De gearceerde rode lijn betreft de lineaire fit, deze ligt nagenoeg geheel op de perfecte fit lijn met een hoek onder  $45^\circ$ .

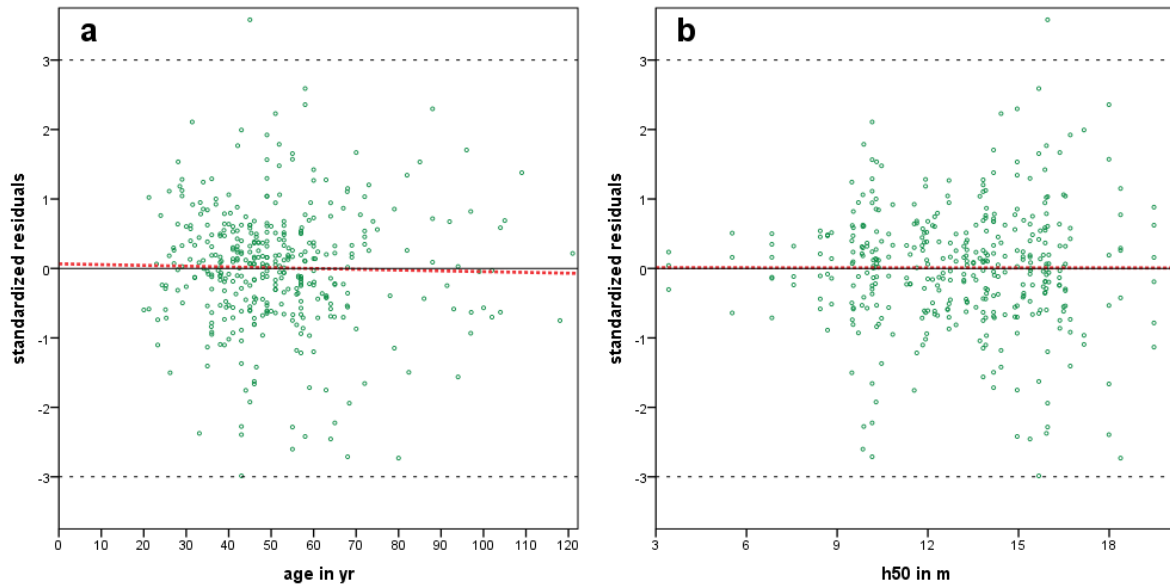


**Figuur 4. Voorspelde opperhoogte met Formule (8) in relatie met gemeten opperhoogte op tijdstip van de waarneming. De rode lijn geeft lineaire fit weer, de zwarte lijn geeft de perfecte fit met een hoek van  $45^\circ$  weer.**

Figure 4. Predicted top height with model (8) in relation with observed top height at recording time. The red line represents the linear fit, the black line the perfect fit with an angle of  $45^\circ$ .

### 3.4.1 Analyse van de residuen

Bij lineaire regressie is het gebruikelijk naar uitbijters te kijken om fouten op te sporen. De residuen van de NLR met Formule (8) zijn uitgezet tegen de systeemvariabele leeftijd en de afgeleide systeemvariabele  $h_{50}$  (Figuur 5).



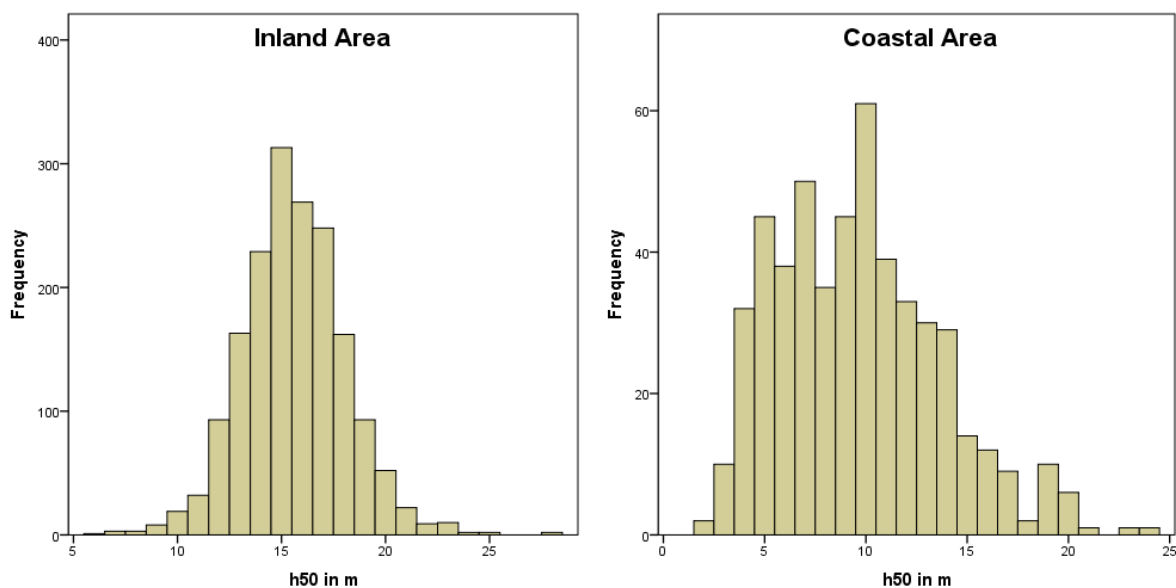
**Figuur 5. Gestandaardiseerde residuen in relatie tot leeftijd (a) en  $h_{50}$  (b), de rode lijn geeft de lineaire fit weer.**

Figure 5. Standardized residuals in relation to top height (a) and  $h_{50}$  (b), the red line is the linear fit.

In Figuur 5 is te zien dat er geen onzuiverheid is in het model ten opzichte van beide modelvariabelen en er is één uitbijter aanwezig, die niet verklaard kon worden.

### 3.4.2 Boniteitindeling

De met Formule (8) gevonden waarden van  $h_{50}$  zijn nogal verschillend tussen beide klimaatzones, zie Tabel 4. Met de gegevens van de 4<sup>e</sup> Bosstatistiek (CBS, 1985) is van 2240 monocultures met Oostenrijkse den de  $h_{50}$  bepaald volgens de methode van Jansen *et al.* (2016). Dit leidt tot de verdeling over de  $h_{50}$  zoals weergegeven in Figuur 6.



**Figuur 6. Frequentiehistogrammen per bosgebied van  $h_{50}$  in 4e bosstatistiek.**

Figure 6. Frequency histograms of  $h_{50}$  per forest region in the Fourth Dutch Forest Inventory.

De grenzen voor een boniteitindeling zijn zo gekozen dat 95 tot 99 % van de opstanden in de klassen I tot en met VII valt. Zie Tabel 5 voor het resultaat. Met deze indeling heeft 0.9 % van alle opstanden van de Oostenrijkse den een betere boniteit dan de I<sup>e</sup> en 0.7 % heeft een slechtere boniteit dan de VII<sup>e</sup>. Gemiddeld is de  $h_{50}$  in het Binnenland 6 m hoger dan in het Kustgebied.

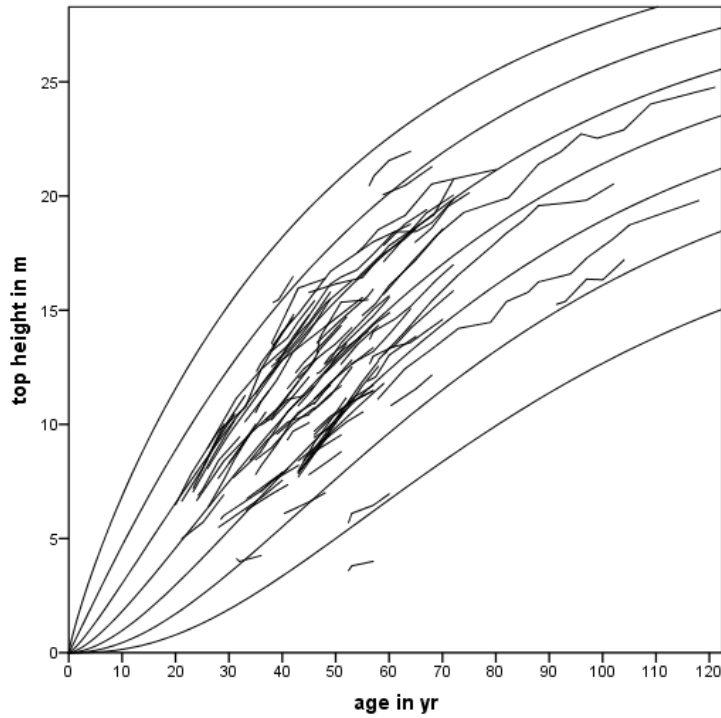
**Tabel 5. Indeling in boniteiten gebaseerd op de  $h_{50}$ .**

Table 5. Classification in site classes based on the  $h_{50}$ .

Boniteit site class	$h_{50}$	Bereik $h_{50}$ range $h_{50}$	% in data set % in data set	% in 4 <sup>e</sup> Bosstatistiek (% in 4th forest inventory)		
				Totaal total	Binnenland Inland area	Kustgebied Coastal area
< I		> 21.9		0.9	1.1	0.4
I	20.6	(19.3 – 21.9)	1.0	5.0	5.9	2.0
II	18.0	(16.7 – 19.3)	2.3	19.5	24.2	3.4
III	15.4	(14.1 – 16.7)	34.4	34.9	42.8	7.7
IV	12.8	(11.5 – 14.1)	32.3	20.8	22.2	15.8
V	10.2	(8.9 – 10.2)	23.8	8.3	3.4	25.1
VI	7.6	(6.3 – 8.6)	4.4	5.2	0.4	21.6
VII	5.0	(3.7 – 6.3)	1.0	4.7		21.0
> VII		< 3.7	0.8	0.7		3.0

In Figuur 7 is de hoogteontwikkeling per boniteit samen met die van de proefperken weergegeven.





**Figuur 7. Hoogteontwikkeling van de proefperken en boniteitcurven voor de Oostenrijkse den in Nederland.**

Figure 7. Top height development of the plots with site curves for Austrian pine in the Netherlands.

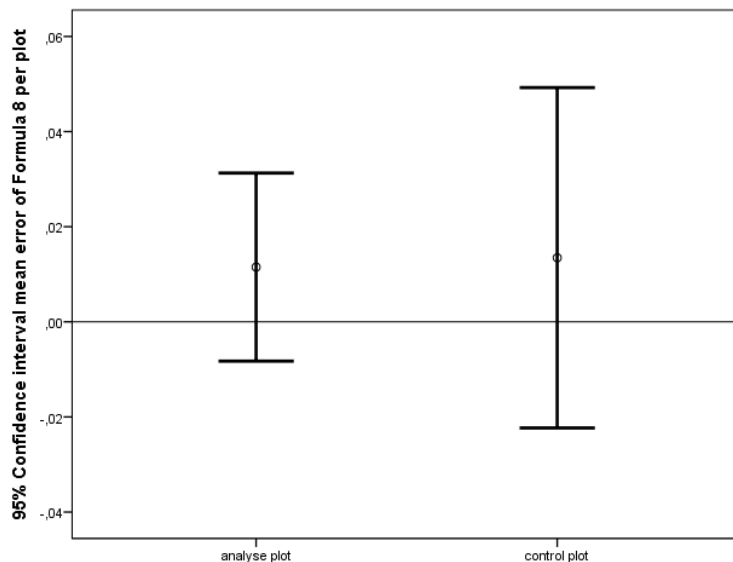
### 3.4.3 Modeltest met de controle plots

Door de gevonden parameters van Tabel 3 te fixeren in model (8) zijn daarna voor de 30 monocultures HOSP-plots van de controle-set de  $h_{50}$ -waarden geschat. Daarmee zijn de residuen berekend, in formule:

$$y_{ij} = h_{top_{ij}} - \hat{h}_{8_{ij}} \quad (9)$$

where  $\hat{h}_{8_{ij}}$  the predicted  $h_{top}$  with Formula 8 for the  $j^{\text{th}}$  record in the  $i^{\text{th}}$  plot

In Figuur 8 is te zien dat die residuen niet verschillen per opname tussen de analyse plots en de HOSP-controle plots. Wel bleek er geheel volgens de verwachting een HOSP-effect op de standaarddeviatie van die afwijkingen (in figuur 8 te zien aan het veel ruimere betrouwbaarheidsinterval bij de HOSP plots). De opnamen van de HOSP plots zijn immers niet meegenomen in de analyse omdat door enerzijds de kleine oppervlakte en anderzijds het meten van de hoogte in meters in plaats van decimeters een grotere variantie werd verondersteld.



**Figuur 8. Betrouwbaarheidsinterval residuen van model (8) voor de groepen analyse plots en controle plots.**

Figure 8. Confidence interval of the residuals from model (8) for both groups analysis plots and control plots.

Ook de gemiddelden van de residuen per plot bleken niet significant te verschillen in een variatieanalyse, zie tabel 6. Dit betekent dat de controleplots goed aansluiten bij het gevonden model.

**Tabel 6. ANOVA van HOSP-effect op de gemiddelde residuen per plot.**

Table 5. ANOVA of HOSP effect on the average residuals per plot.

	Sum of Squares	df	Mean Square	F	Sig.
Between Groups	0.0001	1	0.000	0.010	0.921
Within Groups	1.0067	115	0.009		
Total	1.0068	116			

### 3.5 Conclusie

De hoogtegroeï van de Oostenrijkse den is onderzocht. Geen van de modellen voldeden volledig aan de voorwaarden en het model van Jansen & Hildebrand werd de hoogtegroeï gemodelleerd. Hiermee is een indeling in 7 boniteiten gemaakt. Ongeveer 1 % van de Oostenrijkse dennenbossen in Nederland heeft een betere boniteit dan de hier gepresenteerde boniteit I, en 0.8 % heeft een lagere boniteit dan boniteit VII. De boniteiten in het Binnenland zijn gemiddeld veel hoger dan in het Kustgebied, maar de parameters van het model zijn hetzelfde.

## 4. Opbrengstniveau

Naast de hoogtegroeï vindt ook diktegroeï plaats. Dit resulteert in diameterbijgroeï

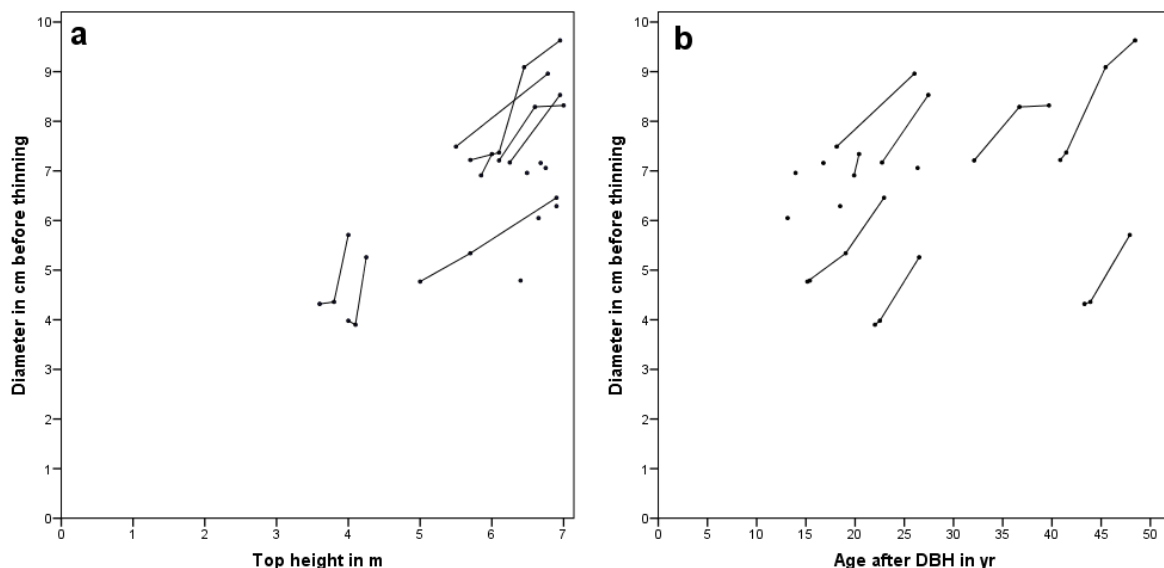
$i_d = (d_2 - d_1) / (t_2 - t_1)$  en grondvlakbijgroeï  $i_g = (G_2 - G_1) / (t_2 - t_1)$ . Hoogtegroeï en diktegroeï tezamen resulteren in een volumebijgroeï. In opbrengsttabellen is een belangrijk doel juist de volumebijgroeï te bepalen. Aangezien het boomvolume in de dataset een afgeleide, berekende variabele is en niet berust op een primaire waarneming, zal ook de volumebijgroeï indirect worden berekend. Diameter en het totale grondvlak zullen in de loop van de tijd toenemen, maar gelijktijdig neemt ook de hoogte toe.

Jansen et al. (2016) onderzochten voor douglas een aantal groeimodellen en vonden dat de opstandontwikkeling tot een opstandhoogte van 7 m het best verklaard werd met een voorspelling van de diameter voor dunning. Vanaf een hoogte van 7 m werd de opstandontwikkeling beter verklaard door de grondvlakbijgroeï. In Paragraaf 4.1 zal de diameterontwikkeling en daaraan gekoppeld de grondvlakontwikkeling worden geanalyseerd en gemodelleerd. In Paragraaf 4.2 zal de grondvlakbijgroeï vanaf een hoogte van 7 m worden geanalyseerd en gemodelleerd.

### 4.1 Diameter- en grondvlakontwikkeling tot een hoogte van 7 m

Als maat voor de diameter is gekozen voor de “gemiddelde” diameter van de opstand voor dunning ( $d_{bt}$ ). Onder “gemiddelde” wordt hier verstaan het kwadratische gemiddelde. Het gaat dus om de  $d_g$ , maar de toevoeging  $g$  (van gemiddeld grondvlak) is weggelaten.

Uit Figuur 9 blijkt dat de diameter voor dunning beter met behulp van de opperhoogte als de leeftijd te voorspellen is. De eerste stap het selecteren van een goed groeimodel.



**Figuur 9. Verloop diameterontwikkeling tot een hoogte van 7 meter als functie van opperhoogte (a) en leeftijd na bereiken borsthoogte (b).**

Figure 9. Course of the diameter development as a function of top height (a) and of age since reaching breast height (b).

### Het bepalen van een groeimodel

Het model dat Jansen *et al.* (2016) voor de diameterontwikkeling van Douglas gebruikte bestaat uit een component voor de jeugdgroei tot een hoogte van 7 m zonder dunning, en een component voor de ontwikkeling daarna, met een Gompertz-functie (1832) voor jeugdgroei en een powerfunctie daarna. Jansen *et al.* (2018a) vereenvoudigden het model en transformeerden het naar een schatter voor het gemiddelde boomgrondvlak voor dunning:

$$g_{bt} = \pi \cdot \left( \frac{d_{bt}}{200} \right)^2 = \pi \cdot \left( \frac{d_7}{200} \right)^2 \cdot \left\{ \frac{\exp(-c_4 \cdot e^{-c_5 \cdot (h_{top} - 1.30)})}{\exp(-c_4 \cdot e^{-c_5 \cdot (7 - 1.30)})} \right\}^2 \text{ for } h_{top} \leq 7 \text{ m} \quad (10)$$

where  $d_7 = c_6 + c_7 / \sqrt{N_0}$

Indien niet beide parameters van de Gompertz-functie significant zijn kan deze vervangen worden door een power-functie. Soms wordt er al gezuiverd of gedund voor het bereiken van een hoogte van 7 m. In vorige studies zijn die waarnemingen dan meestal uitgesloten, maar voor de grove den betrof dat bijna alle waarnemingen en kozen Jansen *et al.* (2018c) om  $N_0$  in Formule (10) te vervangen door  $N_R$  het stamtal voordat de zuivering/dunning wordt uitgevoerd. Omdat het voor de Oostenrijkse den ook om relatief veel waarnemingen met vroege dunningen gaat is hier ook voor  $N_R$  gekozen.

Jansen *et al.* (2018f) voegden voor de Corsicaanse den in verband met de zeer langzame hoogtegroe in de duinen de  $h_{50}$  toe aan het model. Met de powerfunctie-variant luidt deze:

$$g_{bt} = \pi \cdot \left( \frac{d_{bt}}{200} \right)^2 = \pi \cdot \left( \frac{d_7}{200} \right)^2 \cdot \left( \frac{h_{top} - 1.30}{7 - 1.30} \right)^{c_4} \text{ for } h_{top} \leq 7 \text{ m} \quad (11)$$

where  $d_7 = c_6 / \sqrt{\sqrt{h_{50}}} + c_7 / \sqrt{N_R}$

Met 28 waarnemingen en een  $R^2$ adj van 0.930 werd de oplossing van Tabel 7 gevonden. Er bleek geen verschil tussen beide klimaatzones.

**Tabel 7. Parameters voor Model (11).**

Table 7. Parameters for Model (11).

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
$c_4$	0.6872	0.071	0.541	0.833
$c_6$	6.2117	1.098	3.951	8.473
$c_7$	333.8233	44.286	242.615	425.032

In Tabel 8 is het effect van het beginstamtal op de ontwikkeling van de diameter gegeven, indien er tot een opperhoogte van 7 m niet gedund wordt.

**Tabel 8. Diameter voor dunning bij  $h_{top} = 7$  m per stamtal na zuivering/dunning.**

Table 8. Diameter before thinning at  $h_{top} = 7$  m and HD-ratio per density after refinements/thinning.

$N_R$	$d_{bt}$ in cm voor boniteit:						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
3000	9.0	9.1	9.3	9.4	9.6	9.9	10.4
5000	7.7	7.8	7.9	8.0	8.2	8.5	9.0
10000	6.3	6.4	6.5	6.7	6.9	7.1	7.6
20000	5.3	5.4	5.5	5.7	5.9	6.2	6.6

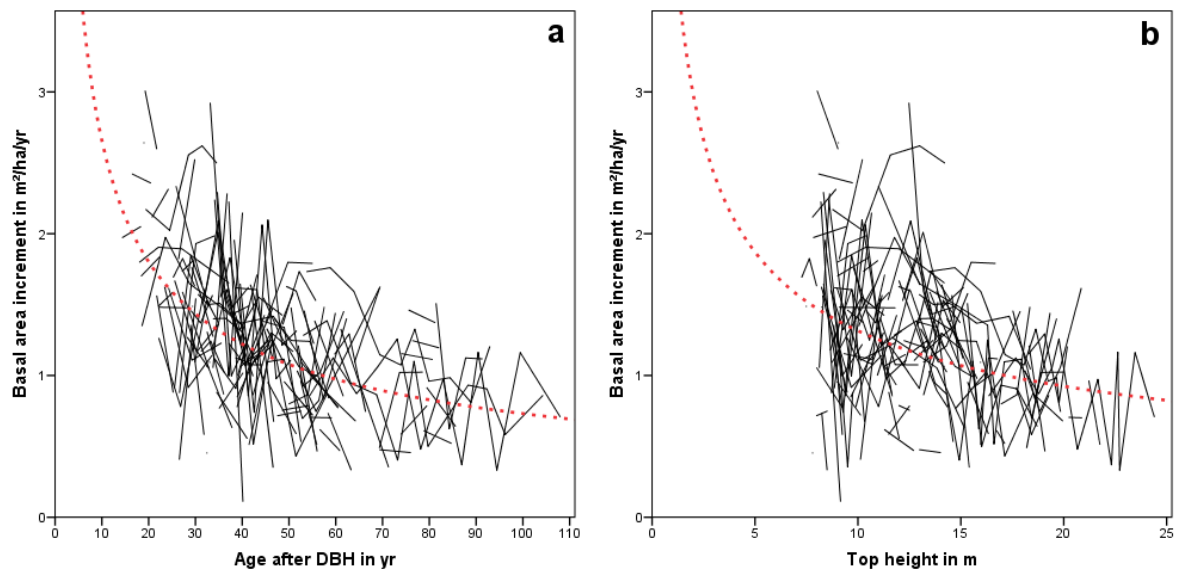
#### Regressiediagnose

Er bleken geen nadere aandachtspunten voor onderzoek. Het model voldoet.

## 4.2 Grondvlakbijgroei

Bij de analyse van de grondvlakbijgroei is als grens is een opperhoogte van 7 m aangehouden, ontwikkeling van het grondvlak tot die hoogte is in Paragraaf 4.1 al besproken. Voor de Corsicaanse den is besloten voor alle zwarte dennen ook de controle plots in de analyse mee te nemen. Er zijn 19 opnamen waarbinnen 1 jaar opnieuw is gemeten, deze zijn uitgesloten van de analyse

Hier wordt de groei vanaf een opperhoogte van 7 m behandeld. In de Figuren 10 is te zien dat de grondvlakbijgroei een nogal chaotisch verloop vertoont. Het lijkt erop of er sprake is van zowel naar leeftijd als hoogte een monotoon dalende functie, maar is er veel ruis.



**Figuur 10. Grondvlakbijgroei als functie van de leeftijd (a) en opperhoogte (b). De zwarte lijnen geven het verloop binnen één plot aan, de rode lijn de beste fit voor een power-functie over alle opnamen.**

Figure 10. The basal area increment as a function of age (a) and top height (b). The black line represents the course within one plot, the red line represents the best fit with a power function.

De grondvlakbijgroei betreft een berekende waarneming tussen 2 opnamen, de leeftijd en opperhoogte betreffen dan het gemiddelde tussen beide opnamen.

Totaal zijn er 319 opnamen beschikbaar voor de analyse

### Stap 1. Bijgroeimodel voor grondvlak bepalen.

Jansen *et al.* (2016) ontwikkelden voor de grondvlakbijgroei van douglas het volgende model:

$$i_{G,ijk} = YI_j \cdot PL_k \cdot f_1(S\%) \cdot f_2(h_{ref}) \cdot \left\{ \frac{F_3(h_2, t_2) - F_3(h_1, t_1)}{\Delta t} \right\} \quad (12)$$

where  $YI$  = year index and  $PL$  = plot level

Voor de douglas bleek  $f_2$  geen significante bijdrage te leveren.

Hierin is  $F_3$  een power-functie. In de Figuren 10a en 10b zijn de afgeleiden van  $F_3$  naar  $t$  en  $h_{top}$ , in beide gevallen dus weer een powerfunctie, getekend. Op grond daarvan mag geconstateerd worden dat een powermodel zoals Jansen *et al.* (2016) gebruiken geschikt is om de grondvlakbijgroei te verklaren.

### Stap 2. Verschilmodel voor grondvlakbijgroei.

Bij het fitten van vergelijking (12) kan de jaarindex  $YI$  voor het  $j^e$  kalender niet worden geschat, maar Jansen *et al.* (2016) geven alternatieven met correctiefactoren voor bepaalde perioden, waaronder de  $cf_{80}$  in Formule (13).  $F_3$  is de functie voor de totale grondvlakproductie, hier voldeed een powerfunctie die zowel naar de hoogte als de leeftijd kan worden gemodelleerd. Voor de douglas bleek de toevoeging van de leeftijd geen extra verklaring te geven, voor de Oostenrijkse den is die wel van belang en  $f_2$  speelt net als bij de douglas geen rol, voor  $h_1 > 7$  m geldt dan:

$$i_G = cor_{S\%} \cdot c_8 \cdot \{c_{12} \cdot Term_h + (1 - c_{12}) \cdot Term_t\} \cdot cf_{80}$$

where  $Term_h = \left\{ (h_{2c} - 1.30)^{c_{11}} - (h_1 - 1.30)^{c_{11}} \right\} / dt$

$$Term_t = \left\{ (t_2 - t_{130})^{c_{11}} - (t_1 - t_{130})^{c_{11}} \right\} / dt$$

$t_1 = t_{i,j}$  and  $t_2 = t_{i,j+1}$  for the  $j^{th}$  record in the  $i^{th}$  plot

$$h_{2c} = \begin{cases} h_2 & \text{for } h_2 > h_1 \\ h_1 + \hat{h}_2 - \hat{h}_1 & \text{for } h_2 \leq h_1 \end{cases} \quad (13)$$

$h_1$  and  $h_2$  are the top heights at time  $t_1$  and  $t_2$

$$cor_{S\%} = \begin{cases} 1 & \text{for } S\%_0 \leq c_{10} \\ 1 - c_9 \cdot (S\%_0 - c_{10}) & \text{for } S\%_0 > c_{10} \end{cases}$$

$S\%_0$  = Hart-Becking spacing index after thinning at time  $t_1$

$cf_{80}$  = correction factors for growth till 1980 and after that year

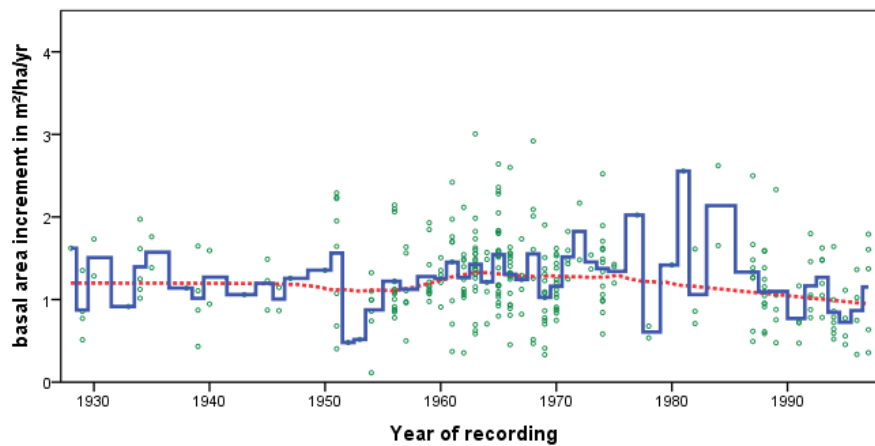
Met  $R^2_{adj} = 0.379$  en standaarddeviatie  $0.39 \text{ m}^2\text{jr}^{-1}\text{ha}^{-1}$  werden de parameters van Tabel 9 gevonden. De correctiefactor voor de waarnemingen vanaf 1981  $cf_{80}$  bleek de in Formule (13) niet significant en een fijnere jaarindex bleek niet schatbaar.

In Figuur 11 is te zien dat er weinig fluctuatie in de grondvlakbijgroei ten opzichte van het jaar van opname, de diepe dalen en hoge pieken betreffen alle jaren met zeer weinig metingen. Vanaf 1984 zijn het allemaal metingen in HOSP plots, complicerende factor daarbij is dat deze gemiddeld een veel hoger S % hebben dan de Dorschkamp/IBN plots.

**Tabel 9. Parameterschatting met Model (13)**

Table 9. Parameter estimation with Model (13)

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
$C_8$	19.2660	5.501	8.442	30.090
$C_9$	0.0783	0.015	0.049	0.108
$C_{10}$	28.7076	1.594	25.572	31.843
$C_{11}$	0.5203	0.059	0.404	0.637
$C_{12}$	0.3949	0.074	0.249	0.540

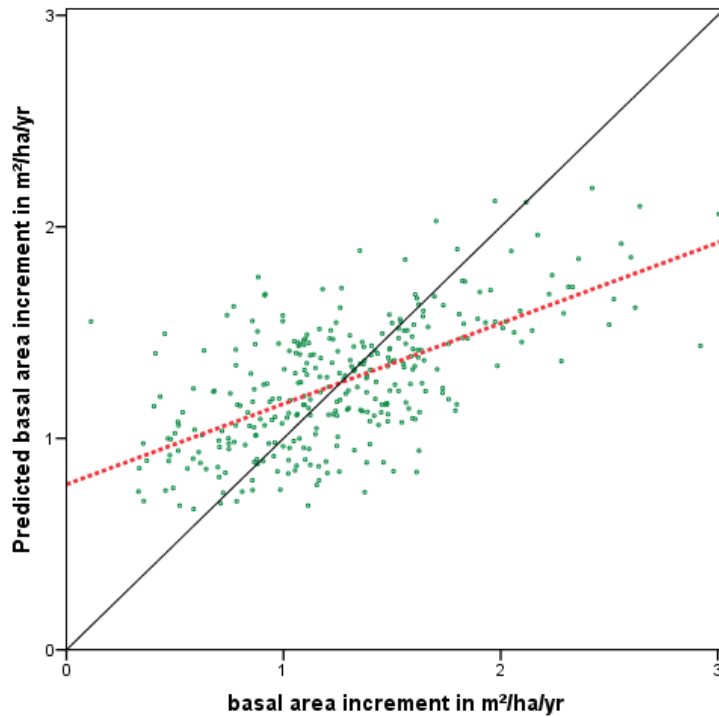


**Figuur 11. Grondvlakbijgroei als functie jaar van opname. De blauwe lijn geeft het gemiddelde per kalenderjaar; de rode lijn het voortschrijdend gemiddelde over de jaren.**

Figure 11. Basal area increment as function of year of recording. The blue line shows the average per year; the red line represents the moving average.

In Figuur 12 is te zien is dat het model lage waarden van de grondvlakbijgroei overschat en de hoge waarden onderschat. Dit heeft te maken met het ontbreken van een verfijnde jaar-index.

In de regressiediagnose werden geen punten van aandacht gevonden.



**Figuur 12.** De voorspelde grondvlakbijgroei met Model (13) als functie van de gemeten grondvlakbijgroei. De zwarte lijn geeft een 1 op 1 verhouding aan; de rode lijn is de lineaire fit door de puntenwolk.

Figure 12. Predicted basal area increment with Model (13) as a function of the measured basal area increment. The black line represents a 1 to 1 relation; the red line is the linear fit through the point cloud.

### Conclusie

Met het model van Jansen *et al.* (2016) is de grondvlakbijgroei te voorspellen, niet alle elementen van het model bleken toepasbaar. Het model voldoet niet aan de verbeterde wet van Eichhorn.

Het plotniveau zou volgens Formule (12) als volgt kunnen worden bepaald:

$$i_G = \hat{i}_{G\_f12} \cdot PL_k \quad \text{for the } k^{\text{th}} \text{ plot number} \quad (14)$$

Maar aangezien van de 117 plots met een opperhoogte boven de 7 meter er slechts 27 zijn met meer dan 4 waarnemingen is een redelijke schatting niet mogelijk.



## 5. Dunningstelsysteem

In de dunningproeven van studie 1 en 2 zijn verschillende vaste dunninggraden nagestreefd (zie Tabel 10).

**Tabel 10. Dunninggraden**

Table 10. Thinning grades

$Tgr_0$	S% bij 35 jr	Omschrijving
1	13	zonder dunning
2	16	zwakke laagdunning
3	19	matige laagdunning
4	22	sterke laagdunning
5	25	zeer sterke laagdunning
6	28	open stand

Er is reden om aan te nemen dat de dunninggraad, zoals hier gedefinieerd via het S %, op latere leeftijd moet stijgen omdat de vorm wijzigt zodra topsterfte optreedt. Maar bij Oostenrijkse den moet ter voorkoming van Brunchorstia al veel eerder een wijdere stand worden aangehouden. Voor de Corsicaanse den is een grensleeftijd van 35 jaar, met een constant S % daarbeneden. Dit is ook voor de Oostenrijkse den aangehouden.

Het model luidt dan:

$$S\% = \begin{cases} 13 + 3 \cdot (Tgr_0 - 1) & age \leq 35 \\ 13 + 3 \cdot (Tgr_0 - 1) + c_{13} \cdot (age - 35) & age > 35 \end{cases} \quad (15)$$

Vanaf de eerste dunning of sterfte tot een leeftijd van 35 jaar komt het S %, behorend bij de in te stellen dunninggraad  $Tgr_0$ , overeen met die uit de tweede kolom van de tabel, daarna loopt het S % langzaam op.

Een model om  $c_{13}$  te schatten luidt:

$$S\%_{ij} = \begin{cases} S\%_j & age \leq 35 \text{ and } h_{top} > 7 \\ S\%_j + c_{13} \cdot (age_{ij} - 35) & age > 35 \text{ and } h_{top} > 7 \end{cases} \quad \text{for the } i^{th} \text{ record in the } j^{th} \text{ plot} \quad (16)$$

Met  $R^2_{adj} = 0.802$  werd gevonden  $c_{13} = 0.1465$  in een 95% betrouwbaarheidsinterval  $\{0.1239; 0.1691\}$ , de gemiddelde S % waarde per plot is 20 met een range  $\{11; 28\}$ .

In de beschikbare opbrengsttabellen voor Nederland (Faber, 1988) is deze waarde 0.1514 in het Binnenland en 0.0453 in het Kustgebied.

De dunninggraden hebben dus niet langer een vast maar een variabel S %.

Er is een verband gedefinieerd tussen het stamtal en de diameter na sterfte door Reineke (1933), dit komt in Paragraaf 5.1 aan de orde. La Bastide & Faber (1972) ontwikkelden een model om de diameter na dunning te bereken, dit model wordt in Paragraaf 5.2 besproken. Bij de analyse in Hoofdstuk 5 zijn opnamen uitgesloten die meer dan 2 dunninggraden van voorgaande afwijken (dit is meestal stormschade) en waarbij de diameter van de dunning hoger is dan die voor dunning (dat betreft soms stormschade en soms hoogdunning).

### 5.1 Reineke's stamtal-diameter-relatie

Reineke (1933) formuleerde een allometrische relatie tussen stamtal en diameter voor ongedunde opstanden voor diverse soorten in Oregon en Washington (USA) als volgt:

$$\log N = K + c \cdot \log d_m \quad (17)$$

Jansen *et al.* (2016) breidde dit model voor geplante en gedunde opstanden uit tot:

$$\log N_{at} = K_0 - u - \sqrt{u^2 + c_{17}^2} \quad (18)$$

where  $u = -\frac{1}{2} \cdot \{c_{14} - c_{15} \cdot \log d_{at} - c_{16} \cdot (Tgr - 1) - K_0\}$

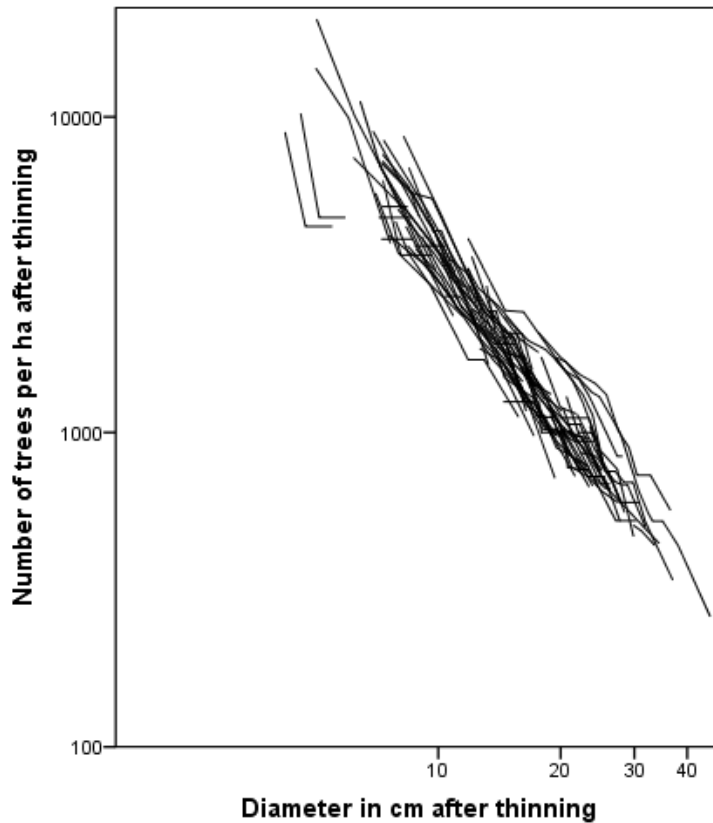
Met een  $R^2_{adj}$  van 0.932 werd de volgende oplossing gevonden (zie Tabel 11).  
De parameter  $c_{17}$  is niet significant.

**Tabel 11. De geschatte parameters met Model (18).**

Table 11. The estimated parameters with Model (18).

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
$c_{14}$	5.3657	0.026	5.314	5.418
$c_{15}$	1.7000	0.020	1.661	1.739
$c_{16}$	0.0472	0.003	0.042	0.053
$c_{17}$	0			

In Figuur 13 is het stamtal na dunning uitgezet tegen de diameter na dunning, beide in een logaritmische schaal. De hellinghoek  $c_{15}$  komt redelijk overeen met die van Reineke (ongeveer 1.6).



**Figuur 13. Relatie stamtaal en diameter na dunning.**

Figure 13. Relation between stem density and diameter after thinning.

## 5.2 Model van La Bastide-Faber voor voorspelling diameter na dunning

Het stamtaal na dunning wordt bepaald met het S-procent van Hart.

Jansen *et al.* (2016) voorspellen de diameter na dunning met een modificatie van het model van La Bastide & Faber (1972):

$$d_{at} = d_{bt} \cdot \left\{ R \cdot \frac{a_{at}}{a_{bt}} + 1 - R \right\} \quad (19)$$

$$\text{where } R = c_{18} + c_{19} \cdot h_{50} + c_{20} \cdot \sqrt{Tgr} + c_{21} \cdot t$$

Met een  $R^2_{adj}$  van 0.999 werden de parameters van Tabel 12 gevonden.

**Tabel 12. Parameterschatting met Model (19).**

Table 12. Parameter estimation with model (19)

Parameter	Estimate	Std. Error	95% Confidence Interval	
			Lower Bound	Upper Bound
$c_{18}$	0.8716	0.044	0.786	0.958
$c_{19}$	0.0000			
$c_{20}$	-0.1566	0.017	-0.190	-0.124
$c_{21}$	-0.0043	0.000	-0.005	-0.004

De parameters  $c_{19}$  bleek niet significant. Bij de analyse zijn alle opnamen uitgesloten waarbij er minder dan 4 bomen uit het proefperk waren verdwenen, omdat dit meestal geen dunning maar sterfte betreft. Ook opnamen waarbij de diameter voor dunning hoger was dan die na dunning zijn uitgesloten, omdat dit geen normale laagdunning betreft. Door die selectie zijn er 431 waarnemingen beschikbaar.

Bij het maken van de opbrengsttabellen zal extrapolatie naar gebieden die niet gedekt zijn door data noodzakelijk zijn. Daarom is ook het originele model van La Bastide & Faber gefit:

$$d_{at} = d_{bt} \cdot \left\{ c_{22} \cdot \frac{a_{at}}{a_{bt}} + 1 - c_{22} \right\} \quad (20)$$

Met een  $R^2_{adj}$  van 0.998 werd voor de parameter gevonden  $c_{22} = 0.3535$  in een 95% betrouwbaarheidsinterval  $\{0.338; 0.369\}$ . Achteraf bleek het niet nodig model (20) te gebruiken.

### 5.3 Conclusie

In de inleiding is aangegeven hoeveel stammen er afhankelijk van de dunninggraad bij een zekere hoogte gedund worden. Hieruit volgt het stamtal na dunning. Met de inverse van Formule (18) is dan de diameter na dunning te voorspellen. Het probleem daarbij is dat vanwege die logaritmische transformatie de diameter zelf niet zuiver geschat wordt. De andere schatter van de diameter na dunning met de Formule (19) uit Paragraaf 5.2 heeft een hogere  $R^2_{adj}$  en is zuiver en geniet daarom de voorkeur.

## 6. Constructie Opbrengsttabellen

Met de in deze studie gevonden relaties zullen nu nieuwe opbrengsttabellen worden gemaakt met verschillende dunninggraden.

Al eerder is besloten een indeling in relatieve boniteiten te maken, met daaraan gekoppeld de “hoogte” op 50 jaar. Er is gekozen voor de volgende presentatie van gegevens op dezelfde wijze als voor de douglas door Jansen *et al.* (2016).

Voor een groot aantal van deze gegevens kunnen de gevonden relaties in de voorafgaande hoofdstukken worden gebruikt. Maar er zullen nog wat allometrische relaties gefit moeten worden, voor variabelen die tot nu toe nog niet voorkwamen.

### 6.1 Overige allometrische relaties

Omdat de dominante hoogte en diameter in studie 2 niet zijn verzameld en de nauwkeurigheid van de hoogtemeting in studie 4 te gering is zijn hiervoor de gevonden parameters van de Corsicaanse den gebruikt.

#### Dominante hoogte

Het model van Jansen *et al.* (2016) is gekozen:

$$h_{dom} = \begin{cases} h_{top} - c_{23} \cdot h_{top}^{c_{24}} & \text{voor } N_{at} > 250 \\ \frac{N_{at} - 100}{250 - 100} \cdot (h_{top} - c_{23} \cdot h_{top}^{c_{24}}) + \frac{250 - N_{at}}{250 - 100} \cdot h_{top} & \text{voor } 100 < N_{at} \leq 250 \\ h_{top} & \text{voor } N_{at} \leq 100 \end{cases} \quad (21)$$

Voor Corsicaanse den werd gevonden:  $c_{23} = 0.3093$  en  $c_{24} = -0.0640$ .

#### Dominante diameter

Voor de dominante diameter is het model van Jansen *et al.* (2018a) gebruikt:

$$d_{dom} = \begin{cases} d_{dom2} & \text{for } h_{top} \leq 7 \text{ m} \\ (2 \cdot d_{dom2} + d_{dom1})/3 & \text{for } 7 < h_{top} \leq 9 \text{ m} \\ (d_{dom2} + 2 \cdot d_{dom1})/3 & \text{for } 9 < h_{top} \leq 11 \text{ m} \\ d_{dom1} & \text{for } h_{top} > 11 \text{ m} \end{cases} \quad (22)$$

$$\text{where } d_{dom1} = d_{at} + \left\{ c_{25} \cdot h_{50}^{c_{26}} \cdot (d_{at}/c_{27})^{c_{28}-1} \cdot \exp\left(- (d_{at}/c_{27})^{c_{28}}\right) \right\} \cdot (1 - c_{29} \cdot Tgr_0)$$

$$d_{dom2} = c_{30} \cdot d_{at}$$

$Tgr_0$  is the actual thinning grade from Formula 17 with max  $Tgr_0 = 7$

Voor Corsicaanse den werd gevonden:  $c_{25} = 6.2590$ ,  $c_{26} = 0.3524$ ,  $c_{27} = 45$ ,  $c_{28} = 1.6427$ ,  $c_{29} = 0.0501$  en  $c_{30} = 1.4844$ .

#### Gemiddelde opstandhoogte

Jansen *et al.* (2016) vonden voor de gemiddelde hoogte ( $h_g$ ) na dunning een powerfunctie gevonden met in de loop van de ontwikkeling wijzigende parameters:

$$h_{at} = \begin{cases} h_{at(2)} & \text{for } h_{top} \leq 1.30 \text{ m} \\ h_{at(2)} & \text{for } h_{at(1)} \leq h_{at(2)} \\ h_{at(1)} & \text{else} \end{cases} \quad (23)$$

$$\text{where } h_{at(1)} = (c_{31} + c_{32} \cdot \text{age}) \cdot h_{top}^{(c_{33} - c_{34} \cdot h_{top})}$$

$$h_{at(2)} = c_{45} \cdot h_{top} \quad \text{and } c_{45} = 0.8 \text{ (a set value)}$$

Met een  $R^2$ adj van 0.992 werden de volgende parameters gevonden:  $c_{31} = 0.4428$ ,  $c_{32} = 0.0001787$ ,  $c_{33} = 1.3340$  en  $c_{34} = 0.004933$ . De begrenzing met de  $c_{45}$  parameter is achteraf ingesteld omdat de basisformule voor lage leeftijden onrealistische waarden opleverde.

Voor de hoogte voor dunning volgde:

$$h_{bt} = c_{35} \cdot h_{at} \quad \text{with } R^2\text{adj} = 0.999 \text{ and } c_{35} = 0.9913 \quad (24)$$

### Opstandvolume

In de data zijn de boomvolumes bepaald met de Formule (25), zie Dik (1984). Ze gebruikte het Schumacher-Hall-model (1933):

$$v = d^{c_{36}} \cdot h^{c_{37}} \cdot e^{c_{38}} \quad \text{met } d \text{ in cm, } h \text{ in m en } v \text{ in dm}^3 \quad (25)$$

Voor Oostenrijkse den geldt in het Binnenland:  $c_{36} = 1.95645$ ,  $c_{37} = 0.88671$  en  $c_{38} = -2.76750$  en voor het Kustgebied  $c_{36} = 1.88190$ ,  $c_{37} = 0.91862$  en  $c_{38} = -2.57403$ .

Van de perken van de Dorschkamp zijn geen boomgegevens meer beschikbaar, maar alleen opstandgegevens. Deze zijn vermoedelijk met een eerdere versie van (25) berekend met iets afwijkende parameters. Daarom is met de data waar wel boomgegevens beschikbaar zijn de functie opnieuw gefit zonder verschil tussen Binnenland en Kustgebied. Met een  $R^2$  van 1.000 is gevonden:  $c_{36} = 1.91975$ ,  $c_{37} = 0.898665$  en  $c_{38} = -2.672286$ .

Formule (25) is niet geschikt om het opstandvolume te bepalen. In het verleden werd gebruik gemaakt van de gemodificeerde opstandvolumefunctie van Heisterkamp (1981), de functie luidt:

$$V = c_{39} \cdot G^{c_{40}} \cdot h_{top}^{(c_{41} + c_{42} \cdot t_0)} \quad \text{met } G \text{ in m}^2/\text{ha, } h_{top} \text{ in m en } V \text{ in m}^3/\text{ha} \quad (26)$$

$$\text{met } t_0 = t - t_{1.30}$$

Deze is opnieuw gefit met:

$$y = V_{bt} + V_{at} = c_{39} \cdot h_{top}^{(c_{41} + c_{42} \cdot t_0)} \cdot (G_{bt}^{c_{40}} + G_{at}^{c_{40}}) \quad (27)$$

Met een  $R^2$  van 0.995 is gevonden:  $c_{39} = 0.6137$ ,  $c_{40} = 1.0259$ ,  $c_{41} = 0.8814$  en  $c_{42} = -0.000130$ .

De formule van Heisterkamp is ontwikkeld voor opbrengsttabellen die een startwaarde hadden voor de opperhoogte, voor Oostenrijkse den was die 7 m. Daar beneden moet met de Formule (25) worden gewerkt.

### Beginstamtal

Als beginstamtal is gekozen voor 5000 (=  $c_{43}$ ) en 3000 bij een open stand.

### Grenswaarde

De steeds terugkerende grenswaarde voor de opperhoogte van 7 m is de parameter  $c_{44}$  in de modellen. En geeft daarbij de boven grens aan voor de jeugdgroei.

## 6.2 Opbrengsttabellen

### 6.2.1 Keuze voor berekende opbrengsttabellen

Allereerst is gekozen welke tabellen gepubliceerd zullen worden. Er is gekozen voor een opbrengsttabel voor Nederland met vijf dunninggraden en zeven boniteiten.

In Tabel 14 is de verdeling over boniteiten en leeftijdsklassen gegeven voor het aantal opstanden in de 4<sup>e</sup> Bosstatistiek met een leeftijd vanaf 12 jaar in Nederland. Dit geeft de behoefte aan tabellen weer, terwijl Tabel 13 een indicatie van de mogelijkheden geeft.

**Tabel 13. Leeftijdinterval in dataset per dunninggraad en boniteit.**

Table 13. Age interval in the data set by thinning grade and site class.

	leeftijdinterval per boniteit						
Dunninggraad	I	II	III	IV	V	VI	VII
zonder dunning				45-121	58-102	43-52	
zwakke laagdunning		56-64	54-80	45-72	21-65	58-118	
matige laagdunning			29-68	21-72	31-98	32-104	89-100
sterke laagdunning			29-46	26-61	35-72	33-68	52-60
zeer sterke laagdunning				23-60	34-89	45-98	91-106
open stand			20-46	11-51	25-52	65-77	58-104

**Tabel 14. Aantal opstanden per leeftijdsklassen en boniteit in 4<sup>e</sup> Bosstatistiek.**

Table 14. Age classes per site class in Fourth National Forest Inventory (number of stands).

Leeftijdsklasse in jaar	Boniteit							Totaal
	≤ I	II	III	IV	V	VI	≥ VII	
10 - 20	28	70	90	33				221
20 - 30	54	137	234	100	15			540
30 - 40	31	110	215	130	42	1		529
40 - 50	21	78	178	133	57	29	16	512
50 - 60	3	8	31	52	49	45	76	264
60 - 70	1	3	9	10	23	32	16	94
70 - 80		8	7	14	8	7	11	55
≥ 80	1	1	4	2	4	5	8	25
Totaal	139	415	768	474	198	119	127	2240

Extrapolatie buiten het waarnemingsmateriaal moet in principe beperkt worden maar is onvermijdelijk (zie Tabel 13). De maximale leeftijd is op 90 jaar gesteld. Een tabel voor Oostenrijkse den zonder dunning wordt niet gemaakt.

## 6.2.2 Constructie van de opbrengsttabel

Voor de constructie worden eerst bij een gekozen waarde voor  $h_{50}$  (zie Tabel 4 in Hoofdstuk 3) en een gekozen dunninggraad de  $t_{130}$  en  $t_7$  berekend met Formule (8) en het bij de dunninggraad behorende 5% van Hart vastgesteld. Verder is het beginstamtal  $N_0$  vastgesteld op 5000, behalve voor de open stand, waar met een lager beginstamtal van 3000 wordt gewerkt. Daarna zijn per leeftijd  $t$  op het interval  $\{1, t_{max} + 1\}$  een aantal variabelen berekend. Allereerst wordt  $h_{top}$  berekend met Formule (8), daarna  $h_{dom}$  met (21).

Er worden drie situaties onderscheiden:

- I.  $h_{top} < 7$  m. Geen dunning of zuivering.

Het stamtal is gelijk aan  $N_0$  (in het model is deze  $c_{43}$ ). De  $G_{bt}$  wordt met Formule (11) be-

rekend. De  $h_g$  wordt met Formule (23) berekend. Voor  $d_{bt}$  volgt  $d_{bt} = 200 \cdot \sqrt{\frac{G_{bt}}{\pi \cdot N_0}}$ . Het

volume wordt met Formule (26) berekend. Voor de grondvlak- en volumebijgroei is de berekening hetzelfde als bij situatie III.

Tot een hoogte van 1.30 m worden alleen het stamtal, de opperhoogte en de dominante hoogte vermeld;

- II.  $h_{top(t)} \leq 7$  m en  $h_{top(t+1)} > 7$  m

Geen dunning maar wel start berekening van het grondvlak. Allereerst wordt de  $t_7$  bepaald (de exacte leeftijd waarop een opperhoogte van 7m wordt bereikt. Voor de diameter (voor dunning) geldt  $d_7 = c_6 \cdot h_{50}^{-0.25} + c_7 \cdot N_0^{-0.50}$  uit Formule (11).

Voor het grondvlak (voor dunning) volgt dan  $G_{bt(t_7)} = N_0 \cdot \frac{\pi}{40000} \cdot d_7^2$ .

Het 5 % wordt met  $N_0$  en  $h_{top} = 7$  met Formule (1) berekend, daaruit volgt de dunninggraad voor dunning volgt  $Tgr = (5\% - 10)/3$ . De grondvlakbijgroei wordt nu met een aangepaste versie van Formule (13) berekend:

$$i_G(t_7, t+1) = cor_{5\%} \cdot \{c_{12} \cdot Term_h + (1 - c_{12}) \cdot Term_t\} \text{ for } h_{top} > 7$$

$$\text{where } Term_h = c_8 \cdot \frac{(h_{top(t+1)} - 1.30)^{c_{11}} - (7 - 1.30)^{c_{11}}}{t+1 - t_7} \quad (28)$$

$$Term_t = c_8 \cdot \frac{(t+1 - t_{130})^{c_{11}} - (t_7 - t_{130})^{c_{11}}}{t+1 - t_7}$$

$cor_{5\%}$  as in Formula 13

Na het bepalen van  $I_G$  wordt het grondvlak voor dunning op het tijdstip  $t+1$  bepaald:

$$G_{bt(t+1)} = G_{bt(t_7)} + i_G(t_7, t+1) \cdot (t+1 - t_7) \quad (29)$$

De berekening gaat nu verder als bij situatie III

- III.  $h_{top} > 7$  m. Dit is de situatie waarin gedund kan worden.

Het stamtal voor dunning op tijdstip  $t=t$  is gelijk aan het stamtal na dunning op het tijdstip  $t=t-1$ . Het grondvlak voor dunning is ook bekend, omdat dit op ieder tijdstip een jaar vooruit wordt berekend – de eerste keer met Formule (28) en (29), en later met (31) en



(32). Met de opperhoogte op  $t=t$  en  $N_{bt}$  wordt actuele dunninggraad ( $S\%$ ) met formule (1) berekend.

Met de reciproke van de grondvlakdefinitie wordt de diameter voor dunning berekend.

$$d_{bt} = 200 \cdot \sqrt{\frac{G_{bt}}{\pi \cdot N_{bt}}} \quad (30)$$

Op ieder tijdstip wordt verder het volume voor dunning  $V_{bt}$  berekend met Formule (26). Alleen bij veelvouden van 5 jaar mag er gedund worden, daartussendoor vindt er wel bijgroei plaats, maar wordt er niet gedund en geldt “de situatie na dunning is gelijk aan die voor dunning”. Bij die veelvouden van 5 jaar worden ook de dominante hoogte en de dominante diameter berekend met de Formules (21) en (22).

Het gewenste stamtal na dunning wordt berekend met  $N_{at} = (10746 / (S\% \cdot h_{dom}))^2$ . Hierin wordt het gewenste  $S\%$  berekend met Formule (15). N.B. tot 35 jaar zijn deze gewenste  $S$ -percentages ook in Tabel 10 vermeld.

Indien het gewenste stamtal  $N_{at}$  kleiner is dan  $N_{bt}$  wordt er gedund. De diameter na dunning  $d_{at}$  wordt berekend met de Formules (19) en (20), dus  $d_{at} = d_{bt} \cdot \left\{ R \cdot \frac{a_{at}}{a_{bt}} + 1 - R \right\}$

waarbij geldt  $R = c_{18} + c_{19} \cdot h_{50} + c_{20} \cdot \sqrt{Tgr} + c_{21} \cdot t$ . Voor het grondvlak na dunning volgt

$G_{at} = N_{at} \cdot \pi \cdot (d_{at}/200)^2$ , voor dat van de dunning geldt  $G_{th} = G_{bt} - G_{at}$ , evenzo

$N_{th} = N_{bt} - N_{at}$  en  $d_{th} = 200 \cdot \sqrt{G_{th} / (\pi \cdot N_{th})}$ .

Voor de gemiddelde hoogte na en voor dunning gelden respectievelijk de Formules (23) en (24). Het volume voor en na dunning wordt berekend met Formule (26) en het verschil tussen beide waarden is het volume van de dunning.

Alle relevante informatie van de situatie met en zonder dunning is nu bekend en alvorens naar een volgend jaar te gaan wordt de grondvlakbijgroei tot het volgende jaar  $t=t+1$  met de uit Formule (13) afgeleide volgende formule berekend:

$$\begin{aligned} i_G(t, t+1) &= cor_{S\%} \cdot \{c_{12} \cdot Term_h + (1 - c_{12}) \cdot Term_t\} \text{ for } h_{top} > 7 \\ \text{where } Term_h &= c_8 \cdot \left\{ (h_{top(t+1)} - 1.30)^{c_{11}} - (h_{top(t)} - 1.30)^{c_{11}} \right\} \\ Term_t &= c_8 \cdot \left\{ (t+1 - t_{130})^{c_{11}} - (t - t_{130})^{c_{11}} \right\} \\ cor_{S\%} &\text{ as in Formula 13} \end{aligned} \quad (31)$$

De dunninggraad in formule (31) is de actuele dunninggraad na eventuele dunning. Na het bepalen van  $I_G$  wordt het grondvlak voor dunning op  $t=t+1$  bepaald:

$$G_{bt(t+1)} = G_{at(t)} + I_G(t, t+1) \quad (32)$$

Verder wordt er een telwerk bijgehouden van het grondvlak en volume van de uitgevoerde dunningen en wordt het totaal geproduceerde volume berekenend met  $V_{tot} = V_{at} + \Sigma V_{th}$ , evenzo  $G_{tot} = G_{at} + \Sigma G_{th}$ . Alle resultaten worden per leeftijd opgeslagen, daarna worden de gemiddelde en lopende volumebijgroei berekend met

$$ImV = \frac{V_{tot(t)}}{t} \quad \text{and} \quad IcV = \frac{V_{tot(t+1)} - V_{tot(t-1)}}{2} \quad (33)$$

Op vergelijkbare wijze worden de gemiddelde en de lopende bijgroei van het grondvlak berekend. In tabel 15 is een lijst met de geschatte parameters opgenomen.

**Tabel 15. Lijst met alle parameters.**

Table 15. List with all parameters

Parameter	Formula number	Thinning from below	remarks
C <sub>1</sub>	(8)	0.0183870	
C <sub>2</sub>	(8)	6.1837226	
C <sub>3</sub>	(8)	0.1666343	
C <sub>4</sub>	(11)	0.6872227	
C <sub>5</sub>	-		not for Austrian pine
C <sub>6</sub>	(11)	6.2116835	
C <sub>7</sub>	(11)	333.8233057	
C <sub>8</sub>	(13)	19.2659869	
C <sub>9</sub>	(13)	0.0783002	
C <sub>10</sub>	(13)	28.7076405	
C <sub>11</sub>	(13)	0.5202950	
C <sub>12</sub>	(13)	0.3948615	
C <sub>13</sub>	(15)	0.1465034	
C <sub>14</sub>	(18)	5.3656805	
C <sub>15</sub>	(18)	1.7000320	
C <sub>16</sub>	(18)	0.0471778	
C <sub>17</sub>	(18)	0	
C <sub>18</sub>	(19)	0.8715925	
C <sub>19</sub>	(19)	0	
C <sub>20</sub>	(19)	-0.1566400	
C <sub>21</sub>	(19)	-0.0042767	
C <sub>22</sub>	(20)	0.3535436	
C <sub>23</sub>	(21)	0.3092790	
C <sub>24</sub>	(21)	-0.0640379	
C <sub>25</sub>	(22)	6.2590171	
C <sub>26</sub>	(22)	0.3523817	
C <sub>27</sub>	(22)	45.0000000	
C <sub>28</sub>	(22)	1.6426912	
C <sub>29</sub>	(22)	0.0501015	
C <sub>30</sub>	(22)	1.4843830	
C <sub>31</sub>	(23)	0.4428065	
C <sub>32</sub>	(23)	0.0001787	
C <sub>33</sub>	(23)	1.3340133	
C <sub>34</sub>	(23)	0.0049331	
C <sub>35</sub>	(24)	0.9912721	
C <sub>36</sub>	(25)	1.9191750	
C <sub>37</sub>	(25)	0.8986650	
C <sub>38</sub>	(25)	-2.6722860	
C <sub>39</sub>	(26)	0.6173467	
C <sub>40</sub>	(26)	1.0259470	
C <sub>41</sub>	(26)	0.8814077	
C <sub>42</sub>	(26)	-0.0001302	
C <sub>43</sub>	N <sub>0</sub>	5000	3000 for Tgr = 6 and FG
C <sub>44</sub>		7	Border value for h <sub>top</sub>
C <sub>45</sub>	(23)	0.8	

In Paragraaf 6.3 wordt de kwaliteit van het ontwikkelde model beoordeeld. In Paragraaf 6.4 worden enkele eigenschappen van de uiteindelijk tabellen vergeleken met andere opbrengsttabellen. In Bijlage 1 zijn de geproduceerde opbrengsttabellen weergegeven.

### 6.3 Kwaliteit van de voorspelling

Om de kwaliteit van het opbrengsttabelmodel te beoordelen moet de ontwikkeling van bestaande opstanden worden voorspeld en vergeleken met de gemeten verandering. Het ontwikkelde groeimodel van Paragraaf 6.2 om opbrengsttabellen te maken moet daartoe gemodificeerd worden tot een “stand projection model”.

Van een bepaalde opstand moet de leeftijd, de opperhoogte, het stamtal en het grondvlak bekend zijn, waarmee alle andere toestandvariabelen kunnen worden berekend. Daarna kan de situatie over een aantal jaren voorspeld worden en een dunning worden gesimuleerd, en de veranderingen in de opstandkenmerken worden voorspeld. Door dit voor de proefperken te doen kan de modelvoorspelling worden vergeleken met de gemeten kenmerken. Het “stand projection model” werkt als volgt:

#### Stap 1. Boniteit bepalen

Allereerst moet de site index  $S$  met de reciproke van Formule (8), de leeftijd en  $h_{top}$  worden bepaald:

Er wordt begonnen met een startwaarde voor  $S$ , stel  $S_{old} = 28$  (het gemiddelde uit Hoofdstuk 3). Daarna een nieuwe waarde bepalen voor  $S$  met Formule (34)

$$S_{new} = h_{top} \cdot (1 - e^{-c_1 \cdot t})^{-b} \quad (34)$$

where  $b = c_2 - c_3 \cdot S_{old}$

Vervolgens een nieuwe beginwaarde bepalen met:

$$S_{old} = (3 \cdot S_{old} + S_{new}) / 4 \quad (35)$$

Daarna Formule (34) en (35) herhalen tot  $S = S_{new} = S_{old}$ .

#### Stap 2.

Met de definitie van de Formules (1) en (15) wordt vervolgens de dunninggraad voor en na dunning bepaald. De grondvlakbijgroei per jaar worden berekend met de waarden voor  $S$  %,  $h_{top}$  en  $t$  over het interval  $\{t_1; t_2\}$ . In Paragraaf 6.2 is beschreven welke formules daartoe gebruikt worden. Hieruit volgt het grondvlak voor dunning op tijdstip  $t_2$  en hieruit weer de diameter voor dunning ( $\hat{d}_{bt2}$ ).

#### Stap 3.

Hierna wordt de opperhoogte berekend op het 2<sup>e</sup> tijdstip met Formule (8). De voorspelde diameterbijgroei op het interval  $\{t_1, t_2\}$  bedraagt:

$$\Delta_d = \hat{d}_{bt2} - d_{at1} \quad (36)$$

Er worden evenveel bomen gedund als in werkelijkheid maar de diameter na dunning ( $\hat{d}_{at2}$ ) wordt berekend met Formule (19).

#### Vervolg

Stap 2 en 3 kunnen nu herhaald worden voor een 3<sup>e</sup> tijdstip en eventuele vervolgtijdstippen. De stamtallen van de dunning en die voor en na dunning zijn bekend, hiermee en met de formules uit het opbrengsttabel model kunnen alle andere opstandkenmerken worden berekend.

Om de kwaliteit van het model te meten is deze procedure voor series van 4 opnamen door-gerekend (veel perken hebben echter maar 3 opnamen, daar is met 3 opnamen gewerkt). Voor bijvoorbeeld een perk met 6 opnamen ontstaan zo drie voorspellingseries op de intervallen  $\{t_1, t_4\}$ ,  $\{t_2, t_5\}$  en  $\{t_3, t_6\}$ . Vervolgens is de zuiverheid en nauwkeurigheid van de voorspellingen van de bereikte opperhoogte, de diameter na dunning en het opstandgrondvlak na dunning in de laatste (dus de 3<sup>e</sup> of 4<sup>e</sup>) opname bekeken. Het gemiddelde tijdvak bedroeg 10.3 jr. Ook werd de grondvlakbijgroei over 10 jaar bekeken (zie Tabel 16 voor de resultaten). De zuiverheid van alle berekende voorspellingen blijkt zeer gering tot matig, met 0.0 % onderschatting van de opperhoogte tot 3.6 % onderschatting van de. De nauwkeurigheid van de schatting van de grondvlakbijgroei is gering. De geringe nauwkeurigheid blijkt veroorzaakt te worden door 9 uitbijters van de 252 records waarover schattingen beschikbaar zijn, zonder die uitbijters is de variatiecoëfficiënt van de grondvlakbijgroei 22% en de onderschatting bedraagt dan 1.5 %. De meeste uitbijters betreffen waarnemingen bij een hoogte van ongeveer 7 m.

**Tabel 16. Eigenschappen van enige schatters.**

Table 16. Properties of some predictions.

	resultaten bij laatste opname met alles					
	gemeten	geschat	bias	bias%	stdev	VC
$h_{top}$	14.40	14.39	0.007	0.05%	0.670	4.7%
$d_{at}$	21.70	21.57	0.131	0.60%	1.014	4.7%
$G_{at}$	35.27	34.89	0.383	1.08%	3.296	9.3%
$iG_{10}$	12.52	12.07	0.446	3.57%	3.640	29.1%

## 6.4 Vergelijking met andere opbrengsttabellen

Hierna zijn enkele andere opbrengsttabellen voor de Oostenrijkse den in Europa vergeleken met het hier gevonden resultaat.

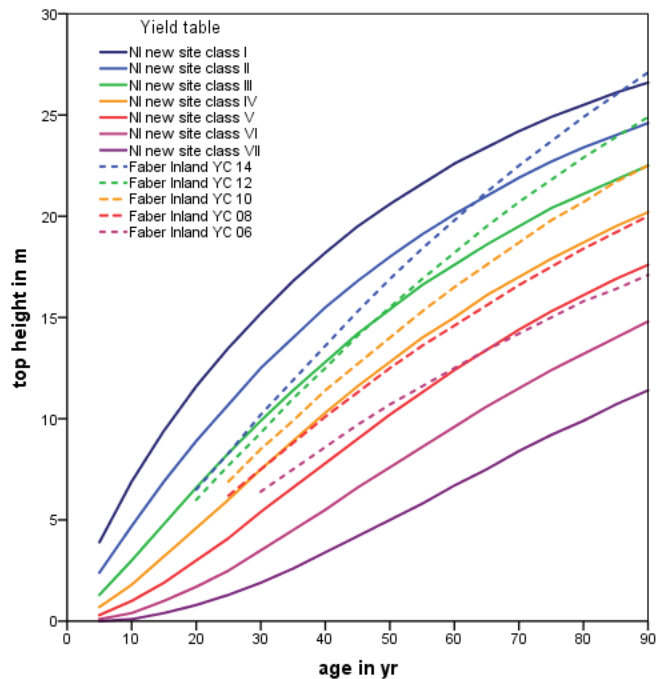
### 6.4.1 Hoogteontwikkeling

Er zijn voor vergelijking alleen de beide tabellen van Faber (1988) voor Nederland beschikbaar.

De hoogtecurven bij Faber (1988) komen zowel in het kustgebied voor de middelste boniteiten zeer goed overeen met de nieuwe tabellen voor Nederland (zie Figuur 14 en Figuur 15).

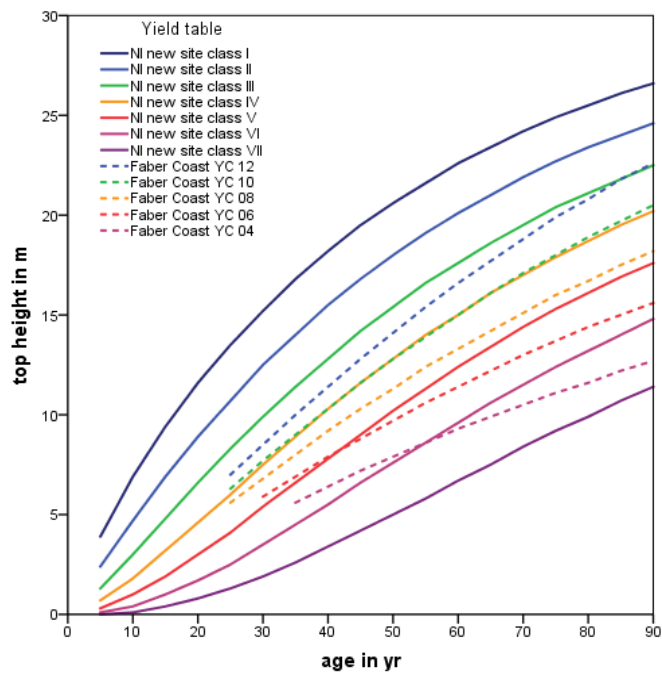
De slechtere boniteiten vlakken er eerder af. En de hoogteontwikkeling van de betere boniteiten is bij Faber steiler.

Wel is de range aan boniteiten veel ruimer in de nieuwe tabel voor Nederland.



**Figuur 14. Hoogteontwikkeling bij Faber in het Binnenland en het nieuwe model voor Nederland.**

Figure 14. Height development at Faber's inland yield table and the new model for Netherlands.



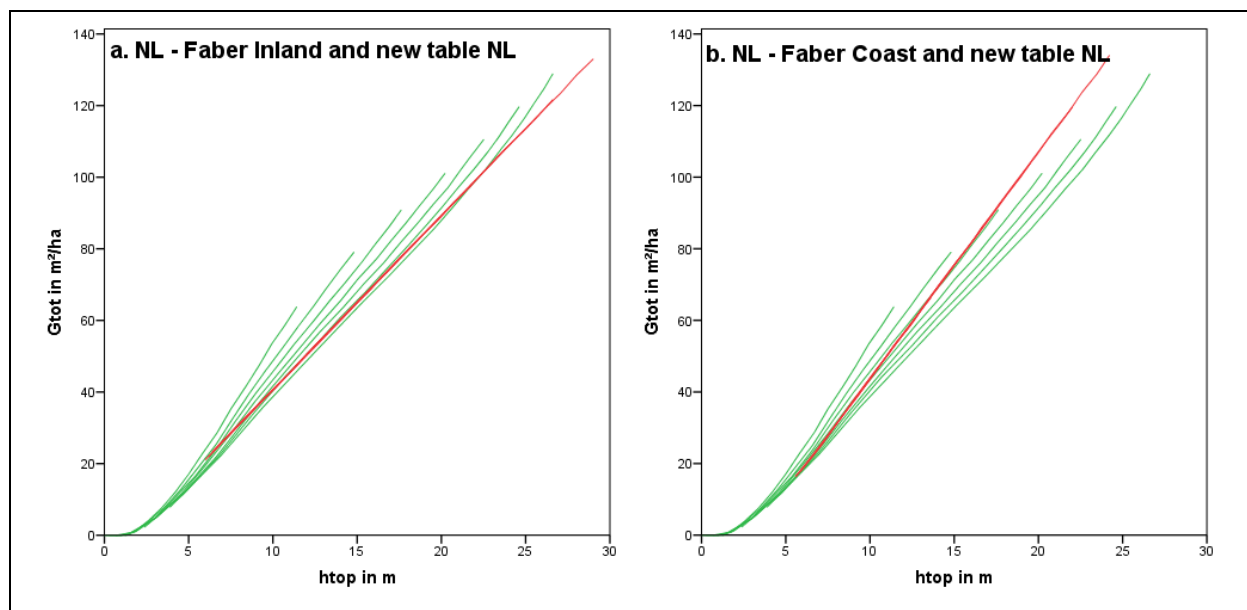
**Figuur 15. Hoogteontwikkeling bij Faber in het Kustgebied en het nieuwe model voor Nederland.**

Figure 15. Height development at Faber's coastal yield table and the new model for Netherlands.

### 6.4.2 Productieniveau

Het productieniveau wordt bij voorkeur gemeten op basis van de gemiddelde volumebijgroei bij zekere leeftijd. Hier is echter naar de totale grondvlakproductie gekeken.

In Figuur 16 is de totale grondvlakproductie per opbrengsttabel uitgezet tegen de opperhoogte voor alle boniteiten. De meeste opbrengsttabellen hebben als startpunt een hoogte van ongeveer 5 à 8 m, en de nieuwe tabel vanaf 1.3 m. Voor de nieuwe tabellen voor Nederland is voor de matige dunning gekozen



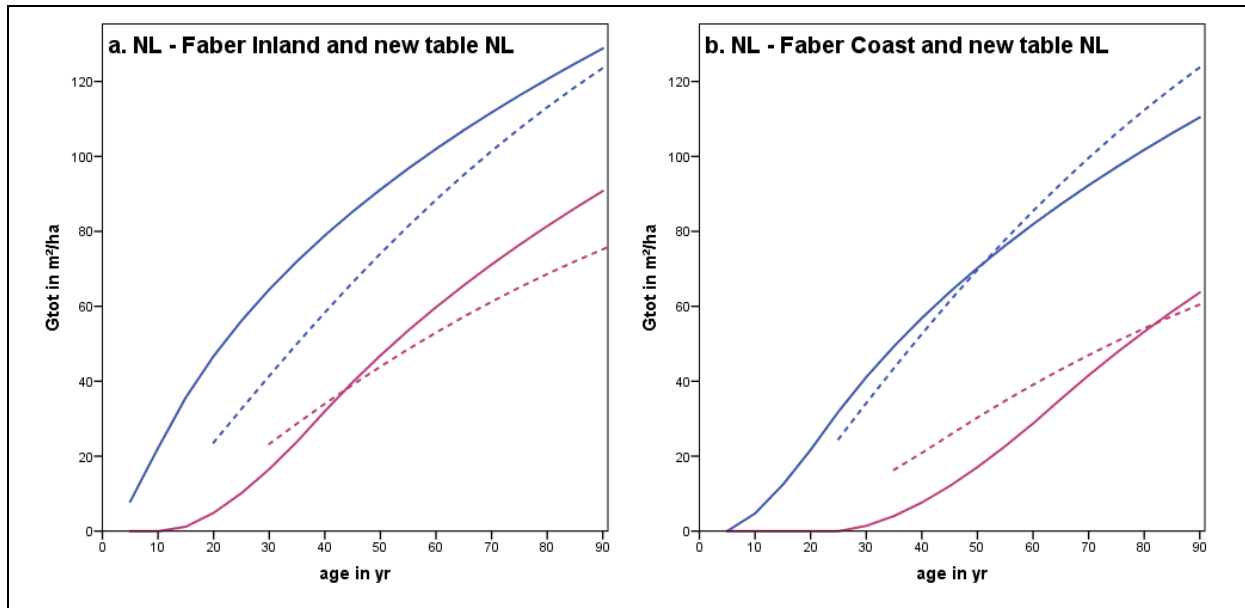
**Figuur 16. De totale grondvlakproductie  $G_{tot}$  in relatie tot de opperhoogte bij de nieuwe tabel voor Nederland (in groen) in vergelijking met andere opbrengsttabellen (in rood) voor Faber Kustgebied (a) en Faber Binnenland (b).**

Figure 16. Total basal area production  $G_{tot}$  in relation to top height for the new table for the Netherlands (in green) in comparison with other yield tables (in red) from Faber for inland area (a) and Faber for coastal area (b).

De hellinghoeken van de tabellen van Faber voor het Binnenland komt redelijk overeen met de I<sup>e</sup> boniteit van de nieuwe tabel. In de tabellen van Faber voor het Kustgebied betreft dat de III<sup>e</sup> boniteit.

Een andere manier van vergelijken betreft de leeftijd waarop de totale grondvlakproductie wordt bereikt.

Uit Figuur 17 blijkt dat vorm van de curve voor de beste boniteit voor beide vergeleken tabellen redelijk overeenkomt, dat geldt niet voor de slechtste boniteiten. Bij de vergelijking van de tabellen van Faber is voor het binnenland vergeleken met de I<sup>e</sup> en V<sup>e</sup> boniteit en voor het kustgebied met de III<sup>e</sup> en VII<sup>e</sup> boniteit van de nieuwe opbrengsttabellen. Door heteromorfe stelsel van boniteitlijnen wijken de slechtste boniteiten bij zowel Faber sterk hierdoor zijn de lijnen in de oude tabellen minder steil.



**Figuur 17. De totale grondvlakproductie  $G_{tot}$  in relatie tot de leeftijd voor de beste boniteit (blauw) en vergelijkbare slechtste boniteit (paars) bij de nieuwe tabel voor Nederland (volle lijnen) in vergelijking met andere opbrengsttabellen (gestreepte lijnen) voor Faber Binnenland (a) en Faber Kustgebied (b).**

Figure 17. Total basal area production  $G_{tot}$  in relation to age for the best site class (blue) and the worst site class (purple) in the new table for the Netherlands (full lines) in comparison with other yield tables (hashed lines) from Faber for inland area (a) and Faber for coastal area (b).

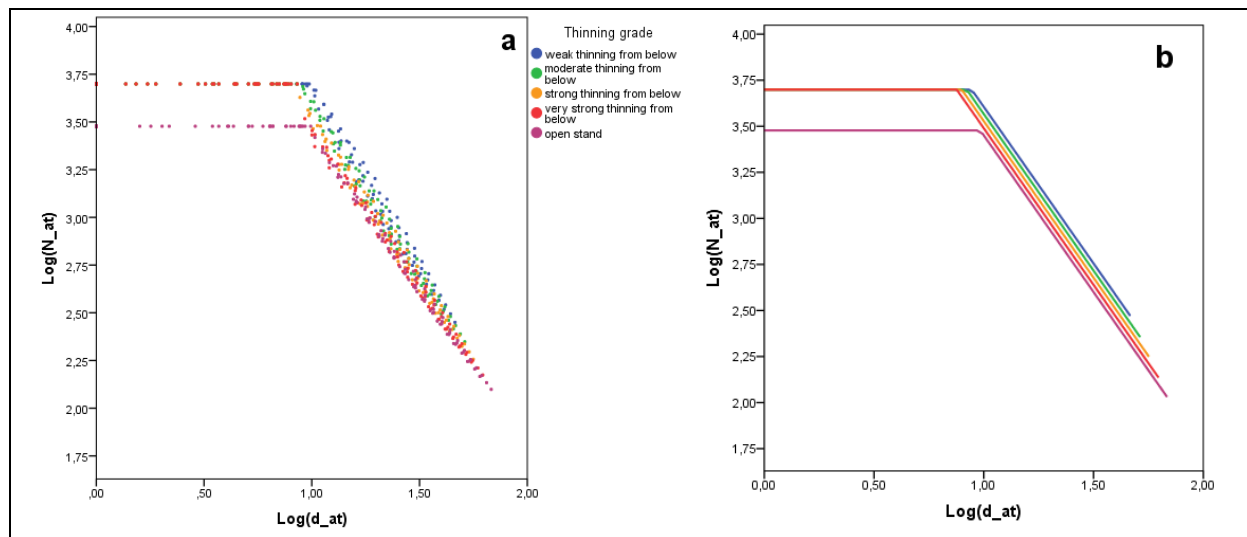
In de tabellen van Faber is overduidelijk (zie Figuur 16) met het op de “uitgebreide wet van Eichhorn” (Gehrhardt, 1909) gebaseerde RGB-model gewerkt. Deze wet is te vertalen als:

$$G_{tot} \approx f(h_{top}) \rightarrow RGB = \frac{\Delta G}{\Delta h_{top}} = f'(h_{top}) = f_2(h_{top}) \quad (37)$$

Maar alleen als  $f_2$  een constante is geldt het RGB model, omdat zelfs zonder topsterven de berekende waarde  $\Delta G / \Delta h_{top}$  tussen twee opnamen een variabele met een zeer grote variatie betreft kozen La Bastide en Faber (1971) voor een constante, die met een ratio-schatter te bepalen was.

### 6.4.3 Dunningsysteem

In Paragraaf 5.2 is een ander Model (19) ontwikkeld voor de dunningen dan het Reineke Model (17). In Figuur 18 zijn de in de nieuwe opbrengsttabel gevonden relaties tussen  $N_{at}$  en  $d_{at}$  weergegeven (Figuur 18a tabelwaarden, Figuur 18b na vereffening over de boniteiten). Het blijkt dat de lijnen nagenoeg overeenkomen met die uit Formule (18). De ruis in de lijnen van Figuur 18a wordt veroorzaakt door verschillen per boniteit door de Formule (13).



**Figuur 18. Reineke-relatie in de nieuwe opbrengsttabellen voor Nederland. Links met alle boniteiten, rechts na vereffening met Formule (18) over de boniteiten.**

Figure 18. Reineke's model in the new yield tables for The Netherlands. All site classes and thinning grades (a). After smoothing over the site classes with Formula (18) in b.

De vraag is of in de vergeleken tabellen ook sprake is van vergelijkbare waarden, daarbij is gekeken naar de hellinghoek en of de dunninggraad relevant is voor de intercept. Alle beken tabellen blijken een vergelijkbare hellinghoek te hebben, namelijk tussen  $-1.423$  en  $-1.583$ . De bij de nieuwe tabellen gevonden waarde ligt het dichtst bij de Reineke waarde, maar wijkt wel af van de in Paragraaf 5.1 met de data en Formule (18) berekende waarde van  $c_{15}$  (1.700).

**Tabel 17. Vergelijking parameters in gemodificeerd Reineke Model (18) bij diverse opbrengsttabellen.**

Table 17. Comparison of the parameters in the modified Reineke Model (18) for various yield tables.

variable	parameter	Netherlands		
		New	Faber Coastal area	Faber Inland area
Constant	$c_{14}$	5.256	5.104	5.154
Log_d	$c_{15}$	1.583	1.423	1.547
Tgr	$c_{16}$	0.044	0.056	0.029

## 6.5 Effecten dunning op productie

Volgens de gangbare opvatting in het bosbeheer (Assmann, 1961, Wenk *et al.*, 1990) zullen opstanden met een zwaardere dunninggraad ten opzichte van een opstand met een lichtere dunninggraad onder overige gelijke omstandigheden:

1. Een geringere volume- en grondvlakbijgroei hebben;
2. Een dikkere diameter (geldt zowel voor de  $d_g$ ; als voor de  $d_{dom}$ ) hebben.

Om een vergelijking mogelijk te maken is het gebruikelijk het in een opbrengsttabel weergegeven grondvlak per ha na dunning aan te geven als het normale grondvlak. Het werkelijke



grondvlak van een opstand met dezelfde leeftijd en boniteit zal daarvan afwijken, maar ook opbrengsttabellen met een andere dunninggraad wijken daarvan af. Dit wordt de volkomenheidsgraad genoemd.

De volkomenheidsgraad van een opstand wordt als volgt gedefinieerd:

$$sd = \frac{G_r}{G_n}$$

where  $G_r$  = the real stand basal area per ha  
 $G_n$  = the normal basal area per ha  
 $sd$  = stocking degree

(38)

Het opstandvolume kan nu geschat worden met:

$$\hat{V}_r = sd \cdot V_n$$

where  $\hat{V}_r$  = the estimation of the real stand volume per ha  
 $V_n$  = the normal volume per ha.

(39)

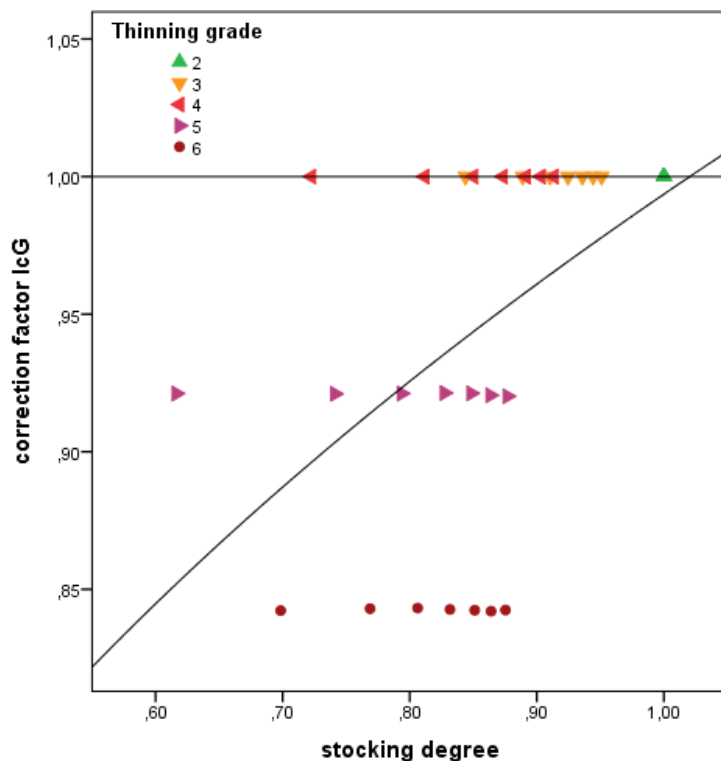
Dit betreft een berekening over de huidige toestand. De vraag is wat dit betekent voor de bijgroei. Doordat de overgebleven bomen na zo'n sterkere dunning de groeiruimte beter benutten zal de onder punt 1 genoemde geringere volume- en grondvlakbijgroei niet domweg het product zijn van de volkomenheidsgraad en de normale bijgroei uit de tabel. In de literatuur zijn talloze dunningproeven beschreven, waaruit deze teneur blijkt. Als definitie van het normale grondvlak is het grondvlak na dunning voor de nieuwe opbrengsttabel met een matige dunning gekozen. Voor alle boniteiten samen werd met een  $R^2$ adj van 0.867 voor  $h_{top} > 7$  m de volgende functies voor  $G_n$  gevonden:

$$G_n = -2.334 + 0.001777 \times t^2 + 3.616 \times h_{top} - 0.03271 \times h_{top}^2 - 0.01998 \times t \cdot h_{top}$$
(40)

De vraag is of de eerste veronderstelling aan het begin van deze paragraaf (zie Pagina 38) klopt in de ontwikkelde opbrengsttabellen. Hiertoe is het niveau van de grondvlakbijgroei voor dunninggraad 3 (matige laagdunning) op 1 gesteld en die van de andere dunninggraden als fractie daarvan uitgedrukt. Gekozen is om de toestand bij 70 jaar te presenteren. In Figuur 19 is te zien dat de correctiefactor voor de grondvlakbijgroei pas een rol gaat spelen bij de zeer zware dunning en de open stand. De volgende relatie werd in concreto gevonden:

$$cf = \begin{cases} 1 & sd \geq 1 \\ 0.994 \cdot sd^{0.317} & sd < 1 \end{cases}$$
(41)

Maar deze relatie is niet bruikbaar voor algemene toepassing. De reden ligt in de zeer hoge grenswaarde voor het 5 % waarboven de grondvlakbijgroei daalt,  $c_{10} = 28.7$  in Formule (13). De relatie is voor de praktijk dus niet bruikbaar.



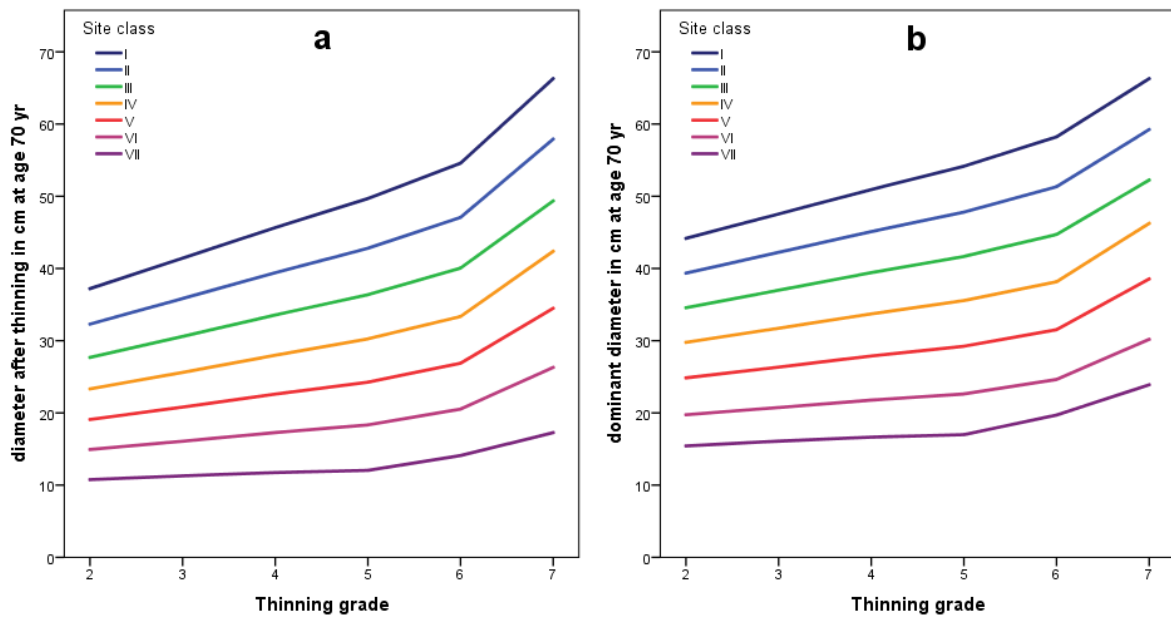
**Figuur 19. Correctiefactor grondvlakbijgroei en volkomenheidsgraad met de punten uit de nieuwe opbrengsttabel en de daarbij behorende lijnen bij 70 jaar.**

Figure 19. Correction factor for basal area increment and stocking degree with the points from the new yield tables and associated lines at 70 year.

De andere voorveronderstelling met betrekking tot de effecten van een lagere volkomenheidsgraad gingen over de diameterontwikkeling. In Figuur 20 is duidelijk dat deze wat betreft de gemiddelde diameter na dunning en de dominante diameter opgaat, want de volkomenheidsgraad is gerelateerd aan de dunninggraad, deze weer aan het 5-procent, en deze aan de wortel uit het stamtal. Om hetzelfde relatieve grondvlak te houden zal de diameter dus sneller moeten groeien.

In Figuur 20 is te zien dat bijvoorbeeld een III<sup>e</sup> boniteit de diameter na dunning bij een matige laagdunning 30.6 cm is en dat deze in een open opstand 40.1 cm bedraagt, deze afleiding is ook bij 70 jaar uitgevoerd. Voor de dominante diameter bedragen deze waarden respectievelijk 37.0 en 44.7 cm.

In Paragraaf 6.6 wordt een dunningmethode besproken waarbij met steeds krachtiger ingrepen toekomstbomen worden vrijgesteld (de zogenaamde vrije groei). In Figuur 20 is deze methode met de code dunninggraad = 7 opgenomen. Voor de III<sup>e</sup> boniteit bedraagt de diameter na dunning 49.4 cm en voor de dominante diameter 52.2 cm.



**Figuur 20. Relatie tussen diameter (a) en dominante diameter (b) na dunning op 70 jaar met boniteit en dunninggraad en vrije groei (code 7 op x-as).**

Figure 20. Relation between diameter (a) or dominant diameter (b) after thinning and thinning grade and for free growth (code 7 on x-axe) by site class at 70 years.

## 6.6 Vrije groei

Jobling & Pearce introduceerde in 1977 een dunningmethode voor de zomereik die ze “Free growth” noemde. Hierbij worden op 25-jarige leeftijd ongeveer 80 à 100 toekomstbomen aangewezen, die volledig vrijgesteld worden. In de rest van de opstand (de matrix) wordt sterk gedund. De toekomstbomen worden opgesnoeid, met het doel noestvrij hout te produceren.

In Nederland is een bijna identieke methode onder de naam QD-Beheer bekend (Thomassen & Nyssen, 2013).

Als alle bomen uit de matrix zijn verdwenen wordt er niet meer gedund. Voor Oostenrijkse den bij de I<sup>e</sup> boniteit is dat het geval na 65 jaar het geval. Voor de II<sup>e</sup> boniteit bij 80 jaar en voor de III<sup>e</sup> en hogere boniteiten is dat nooit het geval. Daarmee is de methode minder geschikt voor de III<sup>e</sup> en slechtere boniteiten. In het simulatiemodel is hier geen rekening mee gehouden.

## 7. Discussie en conclusies

### 7.1 Hoogtegroei

De hoogteontwikkeling van de opstand is een resultante van hoogtegroei en topsterfte. Een biologisch relevant groeimodel moet een buigpunt en een asymptoot hebben. Over dat buigpunt en de asymptoot zijn kwantitatieve gegevens afgeleid daarnaast is bekend wat de leeftijd op borsthoogte moet zijn. Met nog wat aanvullende criteria zijn vijf modellen getest, geen voldeed volledig aan alle criteria. Het model van Jansen & Hildebrand (1986) voldeed het best:

$$h_{top} = S \cdot (1 - e^{-c_1 \cdot t})^b \quad \text{where } b = c_2 - c_3 \cdot S \quad (42)$$

De asymptoot, hier de site index  $S$  genoemd, is een maat voor de geschiktheid van de standplaats (boniteit) voor de Oostenrijkse den, in de praktijk wordt echter  $h_{50}$  als maat voor de boniteit gebruikt. Boniteren is met dit model lastig, want vereenvoudigd volgt uit Formule (42) voor de inverse functie  $g$  van (42)  $S = g(S, t, h_{tot})$ , je moet dus met een startwaarde voor  $S$  werken en iteratief naar een oplossing werken als volgt:

$$\begin{aligned} \rightarrow S_{new} &= h_{top} \cdot (1 - e^{-c_1 \cdot t})^{-b} \quad \text{where } b = c_2 - c_3 \cdot S_{old1} \\ \rightarrow S_{old2} &= (3 \cdot S_{old1} + S_{new}) / 4 \end{aligned} \quad (43)$$

Dit herhalen tot  $S = S_{new} = S_{old}$  en vervolgens volgt  $h_{50} = f_{49}(S, 50)$

De  $R^2$ adj bleek met een waarde van 0.994 vrij hoog, en net iets lager dan de 0.995 die voor de Corsicaanse den (Jansen *et al.*, 2018f) werd gevonden, maar beduidend hoger dan in eerdere studies werd gevonden, namelijk 0.986 voor douglas (Jansen *et al.*, 2016), 0.985 voor Japanse lariks (Jansen *et al.*, 2018a), voor fijnspar 0.988 (Jansen *et al.*, 2018b), voor grove den 0.970 (Jansen *et al.*, 2018c), voor zomereik 0.986 (Jansen *et al.*, 2018d) en voor beuk 0.982 (Jansen *et al.*, 2018e). In al deze studies werd ook een heteromorf groeimodel gevonden. In de vigerende opbrengsttabel van Faber (1988) is sprake van twee regionale tabellen. Eén voor het Kustgebied en één voor het Binnenland, in geen van de onderzochte modellen bleek er een significant verschil tussen parameters per regio, wel was er verschil tussen de gemiddelde boniteit en de range van boniteiten per regio. Dit is opgelost door 7 boniteiten te onderscheiden, waarbij Boniteit I tot V bruikbaar zijn in het Binnenland en boniteit III tot VII in het Kustgebied.

### 7.2 Diameter en grondvlak

In Paragraaf 4.2 is het model voor de lopende bijgroei van het grondvlak ontwikkeld. Dit model start na het bereiken van een opperhoogte van 7 m. In Paragraaf 7.2.2 wordt hierop ingegaan. Om een startwaarde voor de diameter voor dunning en het grondvlak per ha voor dunning te hebben op het tijdstip  $t_7$  is in Paragraaf 4.1 een model ontwikkeld voor de diameterontwikkeling. In Paragraaf 7.2.1 wordt dit besproken.

### 7.2.1 Diameterontwikkeling

In Paragraaf 4.1 werd het model van Jansen *et al.* (2018g) voor de Corsicaanse den voor de diameterontwikkeling gebruikt, in vereenvoudigde vorm luidt dit:

$$d_{bt} = f_2(h_{top}, d_7) \text{ for } h_{top} \leq 7$$

$$\text{where } d_7 = f_1(h_{50}, N_R) \text{ (the diameter at a height of 7 m)} \quad (44)$$

$$N_R = \text{Number of trees before refinement}$$

In het oorspronkelijke model van Jansen *et al.* (2016) is  $f_2$  een Gompertz-functie, in latere studies, bij voorbeeld voor beuk (Jansen *et al.*, 2018f) waren er vaak te weinig waarnemingen en werd voor  $f_2$  een power-functie gebruikt en moesten er andere hulpmiddelen worden gebruikt om een niet al te sterke schatting te krijgen. Voor Oostenrijkse den waren er voldoende (125) waarnemingen (waarvan 55 in ongedunde opstanden) met een hoogte beneden de 7 m en werd de kwaliteit van het model met bevestigd met een  $R^2_{adj}$  van 0.890. Er bleek geen verschil tussen de beide regio's. Er waren veel waarnemingen met  $h_{top} \leq 7$  m (zie Tabel 6) waar al eerder gezuiverd of gedund werd. In het oorspronkelijke model van Jansen *et al.* (2016) geldt  $d_7 = f_1(N_0)$ , net als bij de grove den (Jansen *et al.*, 2018e) is daarom  $N_0$  vervangen door  $N_R$ . De toevoeging van  $h_{50}$  aan  $f_1$  bleek nodig omdat in het Kustgebied bij de slechte boniteiten de diameter werd onderschat, uiteindelijk bleek het model daardoor overal zuiver te schatten.

In alle vergeleken opbrengsttabellen is dit traject niet beschreven en starten de tabellen bij de eerste dunning in de buurt van een hoogte van 7 m. In Figuur 16 is te zien dat die beginwaarden voor  $G_{bt}$  bij de tabellen van Faber (1988) voor Nederland goed overeenkomen met de berekende waarde via  $G_{7\_bt} = N_0 \cdot \pi \cdot (d_7/200)^2$  en  $d_7$  uit Formule (44).

Voor de ontwikkeling van de set opbrengsttabellen betekent dit dat bij de open stand en bij vrije groei ( $N_0 = 3000$ )  $d_{bt}$  gemiddeld 17 % dikker is bij een hoogte van 7 m dan bij de overige dunninggraden ( $N_0 = 5000$ ). Bij de boniteit VII is  $d_7$  17% dikker dan bij boniteit I.

### 7.2.2 Grondvlakbijgroei

In Paragraaf 4.2 werd Formule (13) voor de grondvlakbijgroei gevonden, in vereenvoudigde vorm luidt dit:

$$i_{G,ijk} = f_1(S\%) \cdot f_2(site) \cdot \left\{ \frac{F_3(h_2, t_2) - F_3(h_1, t_1)}{t_2 - t_1} \right\} \cdot YI_k \quad (45)$$

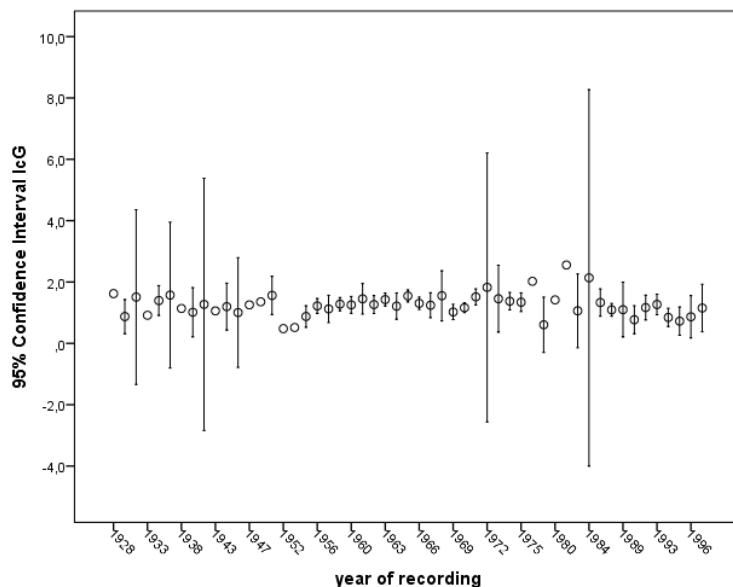
for the  $j^{\text{th}}$  plot at age  $i = t_m = (t_1 + t_2) / 2$  in the  $k^{\text{th}}$  year of recording

Ook hier bleek een power-functie voor  $F_3$  het meest geschikt. Net als bij de douglas (Jansen *et al.* 2016) stijgt de grondvlakbijgroei met toenemende boniteit, de stijging is alleen een gevolg van  $F_3$ . Die stijging bleek ongeveer gelijk aan die in de vigerende opbrengsttabellen van

Faber (1988) voor beste boniteit en voor de slechtste boniteit, zie Figuur 16. In de opbrengsttabellen van Faber is een relatieve grondvlakbijgroei  $RGB$  (zie La Bastide en Faber, 1972) gebruikt, deze geeft een min of meer rechtevenredig verband tussen grondvlak en hoogte. De afgeleide van de  $F_3$  functie uit Formule (45) is een ingewikkelde functie van de opperhoogte en geen constante  $RGB$ . In Figuur 16 is te zien dat de totale grondvlakproductie in relatie tot de opperhoogte van de nieuwe opbrengsttabel gemiddeld het meest overeenkomt met die van Faber. Bij Oostenrijkse den bleek  $f_2$  slechts een constante en geen functie van de boniteit, dat was ook het geval bij douglas (Jansen *et al.*, 2016), Japanse lariks (Jansen *et al.*, 2018a), zomereik (Jansen *et al.*, 2018c), grove den (Jansen *et al.*, 2018e), beuk (Jansen *et al.*, 2018f) en Corsicaanse den (Jansen *et al.*, 2018g). Bij fijnspar (Jansen *et al.*, 2018b), en populier (Jansen *et al.*, 2018d) bleek  $f_2$  wel van belang.

De correctiefactor voor de grondvlakbijgroei  $f_1$  is actief vanaf een  $S$  % van ongeveer 28.7. Dat betekent dat de grondvlakbijgroei voor de sterke dunning nog nagenoeg gelijk is aan die van de zwakke dunning.

### 7.3 Variatie in groei tussen verschillende jaren



**Figuur 21. Error bar plot lopende grondvlakbijgroei per opnamejaar.**

Figure 210. Error bar current basal area increment per year of recording.

Er was nauwelijks een trend waar te nemen voor een gemiddelde groei per jaar van opname (zie Figuur 21). De waarden van de periode-indices worden beïnvloed door het klimaat en wisselwerking ervan op de bijgroei en aantasting door *Brunchorstia*.

### 7.4 Dunning

Om de dunning te kwantificeren is een dunninggraad gebruikt. De in Duitsland gebruikelijke indeling met een A- tot en met D-graad gebaseerd op het dunnen van bomen behorend tot één of meerdere Kraftse boomklassen is in Nederland nooit aangeslagen. Becking (1953) vindt deze methode te weinig kwantitatief en kiest voor een  $S$  % (volgens Hart, 1928) van 16 % voor een zwakke laagdunning, met 3 % erbij is dan sprake van de volgende dunninggraad,

namelijk bij 19 % een matige laagdunning. In Tabel 10 is een volledig overzicht van het  $S\%$  en de bijbehorende namen. In andere opbrengsttabellen is een geleidelijk toename een bepaald  $S\%$  te zien vanaf ongeveer 50 jaar. Dit is logisch omdat op latere leeftijd de kroonvorm verandert, waardoor bij gelijkblijvende standruimte een hogere  $S\%$  nodig is. De mate van deze verandering is geschat en vergeleken met andere opbrengsttabellen en in Formule (15) weergegeven. De logaritmische relatie tussen het stamtal en de diameter na (zelf)dunning blijkt met een hellinghoek van -1.59 goed te voldoen aan het Reineke-model (Reineke, 1933). Het Reineke model is overigens minder geschikt om het effect van een bepaalde dunning te kwantificeren. Het ratiomodel (19) van La Bastide en Faber (1972) is gebruikt in gemodificeerd vorm, waarbij de ratio afhankelijk is van de dunninggraad en leeftijd. De boniteit-parameter  $h_{50}$  bleek niet significant.

De diameter blijkt gemiddeld per dunninggraad met ruim 11 % te stijgen ten opzichte van opstanden met een zwakke laagdunning. Boven een dunninggraad van 4 neemt de lopende grondvlakbijgroei met gemiddeld 8 % per dunninggraad af. Voor overige effecten van de dunning, zie Tabel 18.

**Tabel 18. Relatieve waarden  $I_G$ ,  $d_{at}$  en  $d_{dom}$  per dunninggraad en verdwijnend stamtal en grondvlak door dunning bij III<sup>e</sup> boniteit en 70 jr.**

Table 18. Relative values of  $I_{mG}$ ,  $d_{at}$  and  $d_{dom}$  per thinning grade and the changing stem density and basal area and by thinning at III<sup>e</sup> site class and age = 70 yr.

<i>Tgr</i>	<i>I<sub>G</sub></i>	<i>I<sub>mG</sub></i>	<i>d<sub>at</sub></i>	<i>d<sub>dom</sub></i>	<i>N<sub>th</sub></i>	<i>G<sub>th</sub></i>
2	100%	100%	100%	100%	86%	38%
3	100%	100%	110%	107%	90%	42%
4	100%	100%	121%	114%	92%	45%
5	92%	100%	131%	121%	93%	47%
6	84%	92%	145%	129%	91%	43%
FG	64%	83%	178%	151%	97%	53%

Omdat de zwakke dunning niet in alle opbrengsttabellen voorkomt is diametertoename bij de open stand ook vergeleken met de matige dunning, deze bedraagt 31%. Jansen *et al.* (2016) vonden bij de douglas een groter effect van de dunning, de diameter na dunning was 36 % dikker in de open stand ten opzichte van de matige dunning, bij de beuk (Jansen *et al.*, 2018e) is dat 23 %. Bij Japanse lariks (Jansen *et al.*, 2018a) was dat 33 %, fijnspar (Jansen *et al.*, 2018b) 16 %, bij zomereik (Jansen *et al.*, 2018d) 13 %, grove den (Jansen *et al.*, 2018c) 21% en Corsicaanse den (Jansen *et al.*, 2018f) 29 %.

## 7.5 Kwaliteit van het model

Om de kwaliteit van het model te toetsen zijn de eerste  $n-3$  opnamen van ieder proefperk modelmatig drie opnamen “doorgegroeid” waarbij dezelfde dunning van het stamtal als in werkelijkheid werd doorgevoerd, bij perken met maar 2 of 3 opnamen is doorgegroeid naar de laatste opname. (zie Tabel 16).

De schattingen voor zowel de opperhoogte, de diameter na dunning, het grondvlak na dunning als de grondvlakbijgroei van de “laatste” vervolgonpname bleken onzuiver, en werden respectievelijk met 0.05 %, 0.6 %, 1.1 % en 3.6 % onderschat. De nauwkeurigheid van vooral

de grondvlakbijgroei is met een variatiecoëfficiënt van 29% gering. De slechtste schattingen werden verkregen bij opnamen waarbij de hoogte van 7 m werd gepasseerd.

Aangezien de afzonderlijke opnamen een ander gewicht in deze analyse hebben dan in de oplossing van het regressiemodel (13) zegt deze onzuiverheid niets zo veel. Hoewel gesteld dat een variatiecoëfficiënt van 29 % gering is, is dat in vergelijking met de ruwe data zoals te zien in Figuur 11 een hele vooruitgang. De variatiecoëfficiënt van het basisgegeven  $I_{CG}$  bedraagt namelijk 61%.

In Tabel 19 is de groeiklasse per boniteit en dunninggraad aangegeven. Deze groeiklasse is het totaal geproduceerde (en deels geoogste) gemiddelde spilhoutvolume in  $m^3ha^{-1}jr^{-1}$  bij een leeftijd van 50 jaar. Naast de verschillende dunninggraden is ook de dunningmethode “vrije groei” van Paragraaf 6.6 weergegeven.

**Tabel 19. Groeiklasse per dunninggraad en boniteit.**

Table 19. Yield class (mean annual volume increment at 70 yr.) per thinning grade and site class.

Dunninggraad	Boniteit						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
zwakke laagdunning	16.3	13.0	10.1	7.4	4.9	2.6	0.9
matige laagdunning	15.8	12.6	9.8	7.2	4.8	2.6	0.9
sterke laagdunning	15.4	12.3	9.5	7.0	4.7	2.6	0.9
zeer sterke laagdunning	15.1	12.0	9.3	6.8	4.6	2.6	0.9
open stand	14.6	11.5	8.8	6.4	4.1	2.2	0.7
Vrije groei	13.9	10.8	8.1	5.8	3.7	2.1	0.7

De nieuwe tabel voor de zwakke dunning geeft de maximale grondvlakproductie aan. Als het grondvlak na dunning als het normale grondvlak wordt gedefinieerd met een volkomenheidsgraad van 1. Bij een hogere dunninggraad daalt de volkomenheidsgraad naar 0.89 bij een sterke dunning tot 0.85 bij een open stand, terwijl de grondvlakbijgroei op respectievelijk 100 % en 84 % bleef.

De dunningmethode “vrije groei” komt in onze waarnemingen niet voor, maar de daarbij behorende wijde stand komt wel voor. In Figuur 18 is het verschil op de diameter bij 70 jaar gedemonstreerd voor de III<sup>e</sup> boniteit.

Volgens <https://www.monumentaltrees.com/nl/hoogterecords/nld/> (geraadpleegd 13-9-2018) staat de hoogste Oostenrijkse den (34.5 m met een leeftijd van ca 87 jaar) van Nederland op “Begraafplaats Heidehof” te Beekbergen. De  $h_{50}$  van een opstand met gelijke hoogte en leeftijd laat zich berekenen op 32.7 m met een S-waarde van 36.0. De parametercombinatie van model (8) staat een maximale S-waarde toe van 37.1. Volgens dezelfde site zijn er elders in Europa Oostenrijkse dennen die hoger zijn. De hoogste  $h_{50}$  waarde in de 4<sup>e</sup> bosstatistiek bleek 28.5 m. De kans dat er standplaatsen in Nederland zijn waar het groeimodel niet toepasbaar is lijkt daarom onwaarschijnlijk.



## Samenvatting

Dit is een rapport over de groei en productie van de Oostenrijkse den (*Pinus nigra subsp. nigra var. nigra*) in Nederland. Er is onderzocht hoe de ontwikkeling van de hoogte, diameter en het grondvlak in de tijd is geweest en hoe deze beïnvloed wordt door de dunning. Met de gevonden relaties en andere allometrische relaties is een set opbrengsttabellen opgesteld voor diverse dunninggraden.

De gebruikte dataset betreft de gegevens die sinds 1925 in Nederland in groei- en productie-onderzoek bij de Oostenrijkse den zijn verzameld door voormalige Dorschkamp/IBN; dit omvat 87 proefperken. Daarnaast zijn 30 plots uit de 4<sup>e</sup> bosstatistiek, en later de HOSP, gebruikt als controle plots. In totaal bestaat de dataset uit 107 plots met 480 opnamen

Per opname zijn leeftijd, opnamedatum en opperhoogte bekend en per toestand voor, na en van de dunning stamtal, grondvlak, diameter, hoogte en volume.

De hoogteontwikkeling is onderzocht met vier bekende groeimodellen en bleek het best te verklaren met het model van Jansen & Hildebrand. (1986), een variant van de Chapman-Richards functie:  $h_{top} = S \cdot (1 - e^{-a \cdot t})^b$ . Hierin is  $S$  een proefperkspecifieke parameter en maat voor een absolute hoogteboniteit,  $c_1$  een soortspecifieke parameter,  $b = c_2 - c_3 \cdot S$ . Hiermee wordt een heteromorf stelsel van hoogtegroeicurven gecreëerd. Voor het totale model werd een tamelijk hoog  $R^2_{adj}$  van 0.994 gevonden. Naast het  $R^2_{adj}$  werden 5 andere criteria in de keuze voor het model meegewogen te weten de variatiecoëfficiënt van de  $S$ -parameter, en de gemiddelden en intervallen voor de schattingen van  $S$ ,  $h_{50}$ ,  $t_{130}$  (leeftijd op borsthoogte),  $h_{if}$  (buigpunt) en daarnaast de nauwkeurigheid van de schattingen van de overige parameters per model.

De hoogteontwikkeling bij de vergeleken tabellen van Faber (1988) komt zeer goed overeen met die van de nieuwe tabel. Faber maakt onderscheid tussen het Kustgebied en het Binnenland, maar de parameters bleken niet te verschillen tussen beide gebieden. Wel verschilt de gemiddelde  $h_{50}$  in beide gebieden bijna 6 meter. Er is daarom voor een indeling in 7 boniteiten gekozen waarbij de vijf beste boniteiten voornamelijk in het Binnenland voorkomen en de vijf slechtste in het Kustgebied.

De diameterontwikkeling tot een hoogte van 7 m. werd het best verklaard met het model van Jansen *et al.* (2016)  $d_{bt} = d_7 \cdot f(h_{top})$  waarbij een power-functie is gebruikt. Wel werd  $d_7$  iets anders verklaard dan bij Jansen *et al.* (2016) namelijk:  $d_7 = f(h_{50}, N_R)$  in plaats van  $d_7 = f(N_0)$ . Hier is het stamtal na zuivering  $N_R$  gebruikt in plaats van het beginstamtal  $N_0$  omdat in het merendeel van de waarnemingen al zuiveringen of vroege dunningen plaatsvonden, tevens bleek er verschil per boniteit. Bij een beginstamtal van 5000 en geldt voor de beste boniteit  $d_7 = 7.7$  cm en voor de slechtste  $d_7 = 9.0$  cm. Bij  $N_0 = 3000$  is de diameter 17 % dikker. De  $R^2_{adj}$  bleek 0.930. Voor het traject boven een hoogte van 7 m is de grondvlakbijgroei gemodelleerd met het model van Jansen *et al.* (2016):  $i_G = f(h_{top}, t, S\%, yor)$  waarbij ge-

bruik gemaakt is van een powermodel. Voor  $S \% > 28.7$  daalt de grondvlakbijgroei niet-lineair met gemiddeld 2.6 % per  $S \%$  verschil. De  $R^2_{adj}$  is 0.379. Het jaar van opname ( $yr$ ) bleek niet significant. Het model is in strijd met de wet van Eichhorn.

Het effect van de dunning op de diameter na dunning ( $d_{at}$ ) is gemodelleerd met een modificatie van het La Bastide-Faber model (1972); het model van Reineke (1933) is als controle op de uitkomsten gebruikt.

Met deze modellen is een stand projection model gemaakt om de werking van de integratie van de modellen voor hoogtegroeï, grondvlakgroeï en het effect van de dunning te toetsen. Het resultaat van deze test bleek goed voor plots met een beginhoogte boven de 7 m, en matig voor plots met een beginhoogte beneden de 7 m. Met de geïntegreerde modellen zijn opbrengsttabellen gemaakt voor een leeftijd tot 90 jaar met 7 boniteiten en 6 dunninggraden. Deze zijn vergeleken met de tabellen van Faber (1988) voor Nederland. Bij de vergelijking bleken de productieniveaus in de opbrengsttabel van Faber (1988) redelijk overeen te komen met de nieuwe tabel voor Nederland.

Op hoofdlijnen bleek het model van Jansen *et al.* (2016) voor de douglas ook bruikbaar voor de Oostenrijkse den.

## Summary

This report concerns growth and yield of Austrian pine (*Pinus nigra subsp. nigra var. nigra*) in Netherlands. The report deals with development of height, diameter and basal area over time, based on permanent field plots, and the effect of thinning on these characteristics. The regularities and allometric relationships found were used to construct a set of yield tables for various thinning grades in even-aged stands of Austrian pine.

The dataset used in this study is composed of all growth and yield related research on Austrian pine in the Netherlands, carried out since 1925 by the former Dorschkamp research institute, which includes 87 experimental plots measured between 1925 and 1990. In addition, 30 plots from the Fourth Dutch National Forest Inventory, and later the timber prognosis system HOSP, were used as control plots. In total, the dataset consists of 107 plots with 480 recordings.

Each plot record includes stand age, recording date and top height, as well as stem density, basal area, diameter, height and volume before and after thinning, and of the thinning itself.

Height development was analysed using four well-known equations, and the best fit was found with Jansen & Hildebrand's model (1986); this polymorphic model is given by:

$$h_{top} = S \cdot (1 - e^{-c_1 \cdot t})^b$$
 where  $b = c_2 - c_3 \cdot S$ . Here,  $S$  is a plot specific parameter and a measure for site index, and  $c_1$ ,  $c_2$  and  $c_3$  are species-specific parameters that determine the shape of the curve. For practical use the height at an age of 50 year ( $h_{50}$ ) is chosen as site index. With non-linear regression (NLR) a solution was found with, for a height growth model, a rather high  $R^2_{adj}$  of 0.994. Besides  $R^2_{adj}$ , five other criteria were used in the selection process: the coefficient of variation for the  $S$ -parameter, the means and intervals of the estimates for  $S$ ,  $h_{70}$ ,  $t_{130}$  (age when breast height is reached), and  $h_{if}$  (inflection point of height curve), together with the precision of the estimates for the other parameters of the model.

The height development was compared with those published by Faber (1988) for The Netherlands. There was a very good match with all these tables. Faber split up his data for two separate forest districts “Inland area” and “Coastal area”. But with the new model we made 7 site classes where the five best appear in the “Inland area” and the five poorest in the “Coastal area”.

The diameter development (before thinning:  $d_{bt}$ ) up to a height of 7 m was described by the model by Jansen *et al.* (2016)  $d_{bt} = d_7 \cdot f(h_{top})$  with a power function. For the diameter at a height of 7 m ( $d_7$ ) instead of  $d_7 = f(N_0)$  another function was found:  $d_7 = f(h_{50}, N_R)$ , where  $N_R$  is the density after refinements. With  $N_0 = 5000$ ,  $d_7$  is 7.7 cm for the best site class and 9.0 for the lowest site class. With  $N_0 = 3000$ ,  $d_7$  is 17 % thicker. The  $R^2_{adj}$  was 0.930. The model was only used for diameter and basal area development up to a height of 7 m. For the development above 7 m, basal area increment was expressed using another model from Jansen *et al.* (2016):  $i_G = f(h_{top}, t, S\%, yor)$ , using a power function. For the Becking-Hart spacing index  $S\% > 28.7$  the basal area increment decreased nonlinearly relative to  $S\%$  with 2.6 % per unit. The  $R^2_{adj}$  is 0.379. The year of recording ( $yor$ ) was not significant. The model does not follow Eichhorn’s law.

The effect of thinning on diameter after thinning ( $d_{at}$ ) was modelled with a modification of the La Bastide-Faber model (1972); Reineke’s model (1933) was used as an overall check of the results.

With these models a stand projection model was made, to analyse the integration of the models for height and basal area growth, as well as the effect of thinning. The results of this test appeared good for plots with a top height above 7 m and moderate for plots with a top height below 7 m. Using the integrated models, yield tables were created for even-aged stands of ages up to 90 years, using seven site classes and six thinning grades. These yield tables were compared with tables published by Faber (1988) for The Netherlands. The production level at Faber’s for the Netherlands matched reasonable well with those of the new tables for the Netherlands.

Overall, the model of Jansen *et al.* (2016) for Douglas fir turned out to be suitable also for Austrian pine.

## Literatuur

- Assmann, E., 1961. Waldertragskunde: organische Produktion, Struktur, Zuwachs und Ertrag von Waldbestaenden. München.
- Bartelink, H.H., A.F.M. Olsthoorn, A. Oosterbaan & S.M.J. Wijdeven, 2001. Overzicht van een eeuw onderzoek naar groei en opstandsontwikkeling in relatie tot groeiplaats en beheer. Alterra, Research Instituut voor de Groene Ruimte, Wageningen, Alterra-rapport 256.
- Becking, J. H., 1953. Thinning research in forestry. Netherlands Journal of Agricultural Science; 1953. 1(2):122-9.
- Becking, J.H. en P.G. de Vries, 1959. Richtlijnen voor de bedrijfsregeling van bosbezit in Nederland: samengesteld door de commissie bosbedrijfsregeling van de Nederlandsche Boschbouwvereniging, ingesteld op 7 januari 1954.
- Burkhart, H.E. & R.B. Tennent, 1977. Site index equations for radiata pine in New Zealand. New Zealand Journal of Forestry Science 7: 408-416.
- C.B.S. (Centraal Bureau voor de Statistiek), 1985. De Nederlandse Bosstatistiek, deel 1: de oppervlakte bos, 1980-1983. Staatsuitgeverij, s'Gravenhage
- Cieszewski C.J., 2001. Three methods of deriving advanced dynamic site equations demonstrated on inland Douglas-fir site curves. Can. J. For. Res. 31: 165-173.
- Dik, E.J., 1984. De schatting van het houtvolume van staande bomen van een aantal in de bosbouw gebruikte soorten. Uitvoerig verslag Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp" Band 19(1), Wageningen.
- Faber, P.J., 1988. Oostenrijkse den: groei en opbrengst en Weibull verdeling van de diameters. Uitvoerig verslag Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp" Band 22(2), Wageningen.
- Gehrhardt, E., 1909. Über Bestandeswachstumsgesetze und ihre Anwendung zur Aufstellung von Ertragstafeln. Allg. Forst- u. J.-Ztg. 85: 117-128.
- Gompertz, B. 1832. "On the Nature of the Function Expressive of the Law of Human Mortality, and on a New Mode of Determining the Value of Life Contingencies." Phil. Trans. Roy. Soc. London 123, 513-585.
- Hart, H.M.J., 1928. Stamtal en dunning : een orienteerend onderzoek naar de beste plantwijdte en dunningswijze voor den djati. Proefschrift Wageningen. Mededeelingen Proefstation voor het Boschwezen (21) 219 p. + 7 bijl. Veenman, Wageningen.
- Heisterkamp, S.H., 1981. Opstandsinhoudsfuncties. Rapport Rijksinstituut voor onderzoek in de bos- en landschapsbouw "De Dorschkamp" 271, Wageningen.
- Hummel, F.C. and Christie, J. 1952. Revised yield tables for conifers in Great Britain. Forest Record (24).
- IUFRO, 1959. The standardization of symbols in forest mensuration. International Union of Forest Research Organizations, Londen.
- Jansen, J.J. & J.W. Hildebrand, 1986. Een nieuwe opbrengsttabel voor de fijnspar (*Picea abies* Karst.) in Nederland. Landbouwhogeschool, Vakgroep Boshuishoudkunde, Wageningen.
- Jansen, J.J., J. Sevenster & P.G. Faber (redactie), 1996. Opbrengsttabellen voor belangrijke boomsoorten in Nederland. IBN rapport 96/Hinkeloord reports No.17, 202 pag.
- Jansen, J.J., H. Schoonderwoerd, G.M.J. Mohren & J. den Ouden, 2016. Groei en productie van douglas in Nederland. Becking's dunningproeven ontsloten. Wageningen Academic Publishers.

- Jansen, J.J., A. Oosterbaan, G.M.J. Mohren & J. den Ouden, 2018a. [Groei en productie van Japanse lariks in Nederland. FEM Groei en productie rapport 2018 – 1](#), Wageningen Universiy.
- Jansen, J.J., G.M.J. Mohren, A. Oosterbaan & J. den Ouden, 2018b. [Groei en productie van fijnspar in Nederland. FEM Groei en productie rapport 2018 – 2](#), Wageningen Universiy.
- Jansen, J.J., G.M.J. Mohren, A. Oosterbaan, L. Goudzwaard en J. den Ouden, 2018c. [Groei en productie van grove den in Nederland. FEM Groei en productie rapport 2018 – 3](#), Wageningen Universiy.
- Jansen, J.J., A. Oosterbaan, G.M.J. Mohren & J. den Ouden, 2018d. [Groei en productie van zomereik in Nederland. FEM Groei en productie rapport 2018 – 4](#), Wageningen Universiy.
- Jansen, J.J., G.M.J. Mohren, A. Oosterbaan, L. Goudzwaard en J. den Ouden, 2018e. [Groei en productie van beuk in Nederland. FEM Groei en productie rapport 2018 – 5](#), Wageningen Universiy.
- Jansen, J.J., A. Oosterbaan, G.M.J. Mohren, L. Goudzwaard en J. den Ouden, 2018f. [Groei en productie van Corsicaanse den in Nederland. FEM Groei en productie rapport 2018 – 5](#), Wageningen Universiy.
- Jobling, J. & M.L. Pearce, 1977. Free growth of oak, Forest record number 113, Forestry Commission HMSO, London.
- Korf, V., 1939. Příspěvek k matematické formulaci vzrůstového zákona lesních porostů. [Contribution to mathematical definition of the law of stand volume growth.] Lesnická práce, 18: 339–379.
- La Bastide, J.G.A. & P.J. Faber, 1972. Revised yield tables for six tree species in the Netherlands. Uitvoerig Verslag Bosbouwproefstation "De Dorschkamp", band 11, nr. 1.
- Oosterbaan A., J.J. Jansen, J.F. Oldenburger, G.M. Mohren & J. den Ouden, 2016. FEM growth and yield data Monocultures – Austrian pine. Available at: <http://dx.doi.org/10.17026/dans-x75-ax7d>.
- Pienaar, L.V., & K.J. Turnbull, 1973. The Chapman-Richards generalization of von Bertalanffy's growth model for basal area growth and yield in even-aged stands. Forest Science 19: 2-22.
- Reineke, L.H., 1933. Perfecting a stand density index for even-aged forests. Jour. Agric. Res. 46, 627-638.
- Schumacher, F.X. & Hall, F.S., 1933. Logarithmic expression of timber-tree volume. Journal of Agricultural Research, v.47, n.9, p.719-734.
- Thomassen, E., & Nyssen, B. (2013). QD-beheer: mooi bos, dikke bomen en eindelijk finer. Vakblad Natuur Bos Landschap, 24 - 27.
- Wenk, G., Antanaitis, V. and Smelko, S., 1990. Waldertragslehre. Landwirtschaftsverlag, Berlin.

## Bijlage 1. Opbrengsttabellen voor Oostenrijkse den Nederland 2018

### Toelichting opbrengsttabellen

In de kop van de opbrengsttabellen zijn een aantal standaard symbolen (IUFRO, 1959). In onderstaande tabel wordt de SI-eenheid vermeld en de betekenis van het symbool weergegeven.

symbool	eenheid	betekenis
Boniteit		relatieve indeling in groeiklassen
$h_{50}$	m	Site index (opperhoogte op 50 jr)
$P_{50}$	$m^3ha^{-1}j^{-1}$	Productieklasse op 50 jr <sup>1)</sup>
$t$	j	leeftijd vanaf kieming
$h_{top}$	m	opperhoogte
$h_{dom}$	m	dominante hoogte
$d_{dom}$	cm	gemiddelde diameter van dominante hoogte boom
$N$	$ha^{-1}$	stamtal per ha
$S\%$		Hart-Becking dunning-index
$G$	$m^2ha^{-1}$	grondvlak per ha
$d_g$	cm	diameter (1,30 m) van de middenboom <sup>2)</sup>
$h_g$	m	hoogte van de middenboom
$V$	$m^3ha^{-1}$	volume per ha <sup>3)</sup>
$l_{cG}$	$m^2ha^{-1}j^{-1}$	lopende grondvlakbijgroei per ha per jaar op leeftijd $t$ jaar
$l_{cV}$	$m^2ha^{-1}j^{-1}$	lopende volumebijgroei per ha per jaar op leeftijd $t$ jaar
$l_{mG}$	$m^3ha^{-1}j^{-1}$	gemiddelde grondvlakbijgroei per ha per jaar tot op leeftijd $t$ jaar
$l_{mV}$	$m^3ha^{-1}j^{-1}$	gemiddelde volumebijgroei per ha per jaar tot op leeftijd $t$ jaar

<sup>1)</sup> gemiddelde productie, inclusief dunning maar exclusief sterfte (volumebijgroei) per ha tot op leeftijd 50 jaar

<sup>2)</sup> boom met gemiddeld boomgrondvlak en boomvolume

<sup>3)</sup> Het volume is gedefinieerd als het spilhoutvolume met schors.

## Explanation yield tables

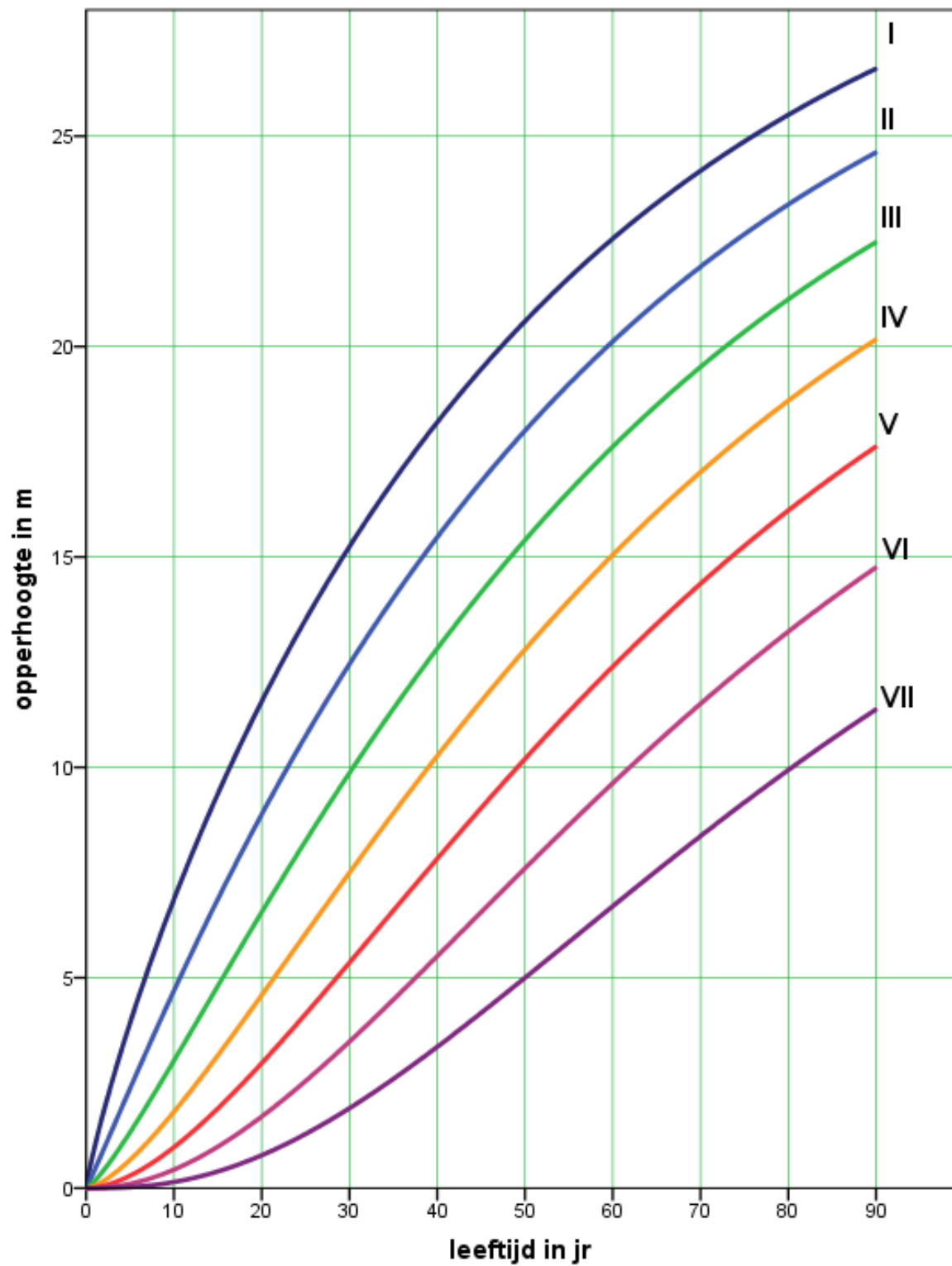
In the header of the yield tables a number of standard symbols (IUFRO, 1959) are used. In the table below the SI units and the meaning of the symbols are given.

symbol	unit	meaning
Site class		relative partition in site classes
$h_{50}$	m	Site index (top height at 50 yr)
$P_{50}$	$\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$	Production class at 50 yr <sup>1)</sup>
$t$	j	age since germination
$h_{top}$	m	top height
$h_{dom}$	m	dominant height
$d_{dom}$	cm	mean diameter of dominant height tree
$N$	$\text{ha}^{-1}$	Number of stems per ha
$S\%$		$S\%$ (Hart-Becking spacing index)
$G$	$\text{m}^2\text{ha}^{-1}$	Basal area per ha
$d_g$	cm	diameter (1,30 m) of the basal area mean tree
$h_g$	m	height of the basal area mean tree
$V$	$\text{m}^3\text{ha}^{-1}$	volume per ha <sup>2)</sup>
$Ic_G$	$\text{m}^2\text{ha}^{-1} \text{yr}^{-1}$	current basal area increment per ha per year at age $t$
$Ic_V$	$\text{m}^2\text{ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$	current volume increment per ha per year at age $t$
$Im_G$	$\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$	mean basal area increment per ha per year until age $t$
$Im_V$	$\text{m}^3\text{ha}^{-1}\text{yr}^{-1}$	mean volume increment per ha per year until age $t$

<sup>1)</sup> Mean production, including thinning but excluding mortality (volume increment) per ha until age 50 yr.

<sup>2)</sup> The volume is defined as the stem volume over bark.

## Oostenrijkse den Nederland 2018





OOSTENRIJKSE DEN										zwakke laagduunning										Boniteit I, h50 = 20.6, P50 = 16.3									
AUSTRIAN PINE										weak thinning from below										Site Class I, h50 = 20.6, P50 = 16.3									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor duunning					Dunning					Kenmerken na duunning					Bijgroei									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>g</sub>	lm <sub>g</sub>	lc <sub>v</sub>	lm <sub>v</sub>	t					
5	3.9	3.6	6.7		5000	7.9	4.5	3.1	17						5000	7.9	4.5	3.1	17	2.66	1.58	8.1	3.4	5					
10	6.9	6.6	11.1		5000	22.2	7.5	5.5	77						5000	22.2	7.5	5.5	77	2.95	2.22	15.5	7.7	10					
15	9.4	9.1	14.8	16.2	5000	35.7	9.5	7.9	173						5000	35.7	9.5	7.9	173	2.41	2.38	19.5	11.5	15					
20	11.6	11.3	18.5	16.0	5000	46.7	10.9	10.1	274	1628	7.0	7.4	42		3372	39.7	12.2	10.2	232	2.03	2.34	20.0	13.7	20					
25	13.5	13.2	21.7	16.0	3372	49.1	13.6	12.0	330	901	6.3	9.4	43		2471	42.9	14.9	12.1	287	1.77	2.25	19.4	14.9	25					
30	15.2	15.0	24.5	16.0	2471	51.2	16.3	13.7	383	530	5.4	11.4	42		1940	45.8	17.3	13.8	341	1.58	2.15	18.8	15.6	30					
35	16.8	16.5	27.1	16.0	1940	53.3	18.7	15.2	434	343	4.8	13.4	40		1598	48.5	19.7	15.3	393	1.44	2.06	18.2	16.0	35					
40	18.2	17.9	29.9	16.7	1598	55.4	21.0	16.5	483	353	6.7	15.6	60		1245	48.7	22.3	16.6	423	1.32	1.97	17.4	16.2	40					
45	19.5	19.2	32.6	17.5	1245	55.0	23.7	17.6	507	246	6.3	18.1	60		999	48.7	24.9	17.8	448	1.23	1.89	16.6	16.3	45					
50	20.6	20.3	35.1	18.2	999	54.7	26.4	18.6	529	178	6.0	20.7	59		822	48.7	27.5	18.8	470	1.15	1.82	15.8	16.3	50					
55	21.6	21.4	37.5	18.9	822	54.3	29.0	19.5	546	133	5.7	23.3	58		689	48.6	30.0	19.7	488	1.08	1.76	15.0	16.2	55					
60	22.6	22.3	39.8	19.7	689	53.9	31.6	20.3	562	102	5.4	25.9	58		587	48.5	32.4	20.5	504	1.02	1.70	14.4	16.1	60					
65	23.4	23.2	42.0	20.4	587	53.5	34.1	21.0	574	80	5.1	28.6	57		507	48.3	34.8	21.2	518	0.97	1.65	13.7	15.9	65					
70	24.2	23.9	44.2	21.1	507	53.1	36.5	21.6	585	64	4.9	31.3	56		443	48.1	37.2	21.8	529	0.93	1.60	13.2	15.8	70					
75	24.9	24.6	46.2	21.9	443	52.7	38.9	22.2	594	52	4.7	34.1	55		391	47.9	39.5	22.4	539	0.89	1.55	12.6	15.6	75					
80	25.5	25.3	48.2	22.6	391	52.3	41.3	22.7	601	43	4.6	36.8	54		348	47.7	41.8	22.9	547	0.85	1.51	12.1	15.4	80					
85	26.1	25.8	50.2	23.3	348	51.9	43.6	23.1	606	36	4.4	39.6	53		312	47.5	44.0	23.3	554	0.82	1.47	11.7	15.2	85					
90	26.6	26.4	52.0	24.1	312	51.5	45.8	23.5	611	30	4.3	42.4	52		282	47.2	46.2	23.7	559	0.79	1.43	11.3	15.0	90					

OOSTENRIJKSE DEN										zwakke laagduunning										Boniteit II, h50 = 18.0, P50 = 13.0									
AUSTRIAN PINE										weak thinning from below										Site Class II, h50 = 18.0, P50 = 13.0									
t	Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijgroei								
	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%		N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N <sub>d</sub>	G <sub>d</sub>	d <sub>d</sub>	V <sub>d</sub>	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	2.4	2.1	3.6			5000	2.4	2.4	1.9	3					5000	2.4	2.4	1.9	3	1.43	0.47	2.6	0.7	5					
10	4.7	4.4	8.0			5000	11.5	5.4	3.8	29					5000	11.5	5.4	3.8	29	2.10	1.15	7.6	2.9	10					
15	6.9	6.6	11.3			5000	22.7	7.6	5.5	78					5000	22.7	7.6	5.5	78	2.39	1.52	12.5	5.2	15					
20	8.9	8.6	14.1	17.1		5000	34.3	9.3	7.5	158					5000	34.3	9.3	7.5	158	2.13	1.72	16.1	7.9	20					
25	10.7	10.5	17.1	16.0		5000	44.2	10.6	9.3	242	1091	4.6	7.3	26		3909	39.7	11.4	9.4	217	1.85	1.77	17.0	9.7	25				
30	12.5	12.2	19.9	16.0		3909	48.4	12.6	11.0	302	1001	6.2	8.8	39		2908	42.2	13.6	11.1	263	1.65	1.77	17.0	10.9	30				
35	14.0	13.8	22.4	16.0		2908	50.1	14.8	12.6	347	615	5.5	10.6	39		2293	44.6	15.7	12.7	308	1.50	1.74	16.7	11.8	35				
40	15.5	15.2	25.1	16.7		2293	51.8	17.0	14.0	391	569	7.1	12.6	55		1724	44.7	18.2	14.1	336	1.38	1.70	16.2	12.4	40				
45	16.8	16.5	27.7	17.5		1724	51.3	19.5	15.2	415	381	6.6	14.9	55		1343	44.7	20.6	15.4	361	1.28	1.66	15.6	12.8	45				
50	18.0	17.7	30.3	18.2		1343	50.9	22.0	16.4	437	267	6.2	17.2	55		1076	44.7	23.0	16.5	382	1.19	1.62	14.9	13.0	50				
55	19.1	18.9	32.7	18.9		1076	50.5	24.4	17.4	455	194	5.9	19.6	54		883	44.6	25.4	17.5	401	1.12	1.57	14.3	13.1	55				
60	20.1	19.9	35.0	19.7		883	50.0	26.9	18.3	471	145	5.6	22.1	54		738	44.5	27.7	18.5	418	1.06	1.53	13.8	13.2	60				
65	21.0	20.8	37.2	20.4		738	49.6	29.3	19.1	485	111	5.3	24.6	53		627	44.4	30.0	19.3	432	1.00	1.49	13.2	13.2	65				
70	21.9	21.6	39.4	21.1		627	49.3	31.6	19.8	497	87	5.0	27.2	52		540	44.2	32.3	20.0	445	0.96	1.46	12.7	13.2	70				
75	22.7	22.4	41.4	21.9		540	48.9	34.0	20.5	508	69	4.8	29.7	51		470	44.1	34.5	20.7	456	0.91	1.42	12.3	13.2	75				
80	23.4	23.1	43.4	22.6		470	48.5	36.3	21.1	516	56	4.6	32.4	50		414	43.9	36.7	21.3	466	0.88	1.39	11.8	13.1	80				
85	24.0	23.8	45.4	23.3		414	48.2	38.5	21.6	524	46	4.4	35.0	50		368	43.8	38.9	21.8	474	0.84	1.36	11.4	13.0	85				
90	24.6	24.4	47.3	24.1		368	47.9	40.7	22.1	530	38	4.3	37.7	49		329	43.6	41.1	22.3	482	0.81	1.33	11.0	12.9	90				

OOSTENRIJKSE DEN										zwakke laagduunning										Boniteit III, h50 = 15.4, P50 = 10.1									
AUSTRIAN PINE										weak thinning from below										Site Class III, h50 = 15.4, P50 = 10.1									
	Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijgroei								
	Stand characteristics					Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment								
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t						
5	1.3	1.1	0.3		5000	0.0	0.2	1.1	0					5000	0.0	0.2	1.1	0	0.27	0.00	0.3	0.0	5						
10	3.0	2.7	5.1		5000	4.7	3.5	2.4	8					5000	4.7	3.5	2.4	8	1.31	0.47	3.1	0.8	10						
15	4.8	4.5	8.3		5000	12.4	5.6	3.8	32					5000	12.4	5.6	3.8	32	1.73	0.83	6.4	2.1	15						
20	6.6	6.3	11.0		5000	21.7	7.4	5.2	72					5000	21.7	7.4	5.2	72	1.96	1.08	9.6	3.6	20						
25	8.3	8.0	13.6	18.4	5000	31.9	9.0	6.9	138					5000	31.9	9.0	6.9	138	1.96	1.28	13.5	5.5	25						
30	9.9	9.6	15.6	16.0	5000	41.1	10.2	8.4	209	366	1.5	7.1	8	4634	39.6	10.4	8.5	201	1.74	1.37	14.7	7.0	30						
35	11.4	11.1	18.1	16.0	4634	47.9	11.5	10.0	276	1158	6.2	8.3	37	3476	41.7	12.4	10.1	240	1.57	1.41	15.1	8.1	35						
40	12.8	12.6	20.6	16.7	3476	49.2	13.4	11.4	315	967	7.6	10.0	50	2509	41.6	14.5	11.5	265	1.44	1.42	14.8	9.0	40						
45	14.2	13.9	23.1	17.5	2509	48.5	15.7	12.7	338	620	7.0	12.0	50	1889	41.5	16.7	12.9	288	1.33	1.42	14.4	9.6	45						
50	15.4	15.1	25.6	18.2	1889	48.0	18.0	14.0	359	418	6.5	14.1	50	1470	41.4	18.9	14.1	309	1.24	1.40	13.9	10.1	50						
55	16.6	16.3	27.9	18.9	1470	47.4	20.3	15.1	377	294	6.1	16.3	50	1176	41.3	21.1	15.2	327	1.17	1.39	13.5	10.4	55						
60	17.6	17.4	30.2	19.7	1176	46.9	22.5	16.1	393	214	5.8	18.6	50	962	41.2	23.3	16.2	344	1.10	1.36	13.0	10.6	60						
65	18.6	18.3	32.4	20.4	962	46.5	24.8	17.0	408	160	5.5	20.9	49	802	41.0	25.5	17.2	359	1.04	1.34	12.6	10.8	65						
70	19.5	19.3	34.6	21.1	802	46.1	27.1	17.8	421	123	5.2	23.2	49	679	40.9	27.7	18.0	372	0.99	1.32	12.2	10.9	70						
75	20.4	20.1	36.6	21.9	679	45.7	29.3	18.6	432	96	5.0	25.7	48	583	40.8	29.8	18.8	384	0.94	1.30	11.8	11.0	75						
80	21.1	20.9	38.7	22.6	583	45.4	31.5	19.3	442	76	4.7	28.1	47	507	40.7	32.0	19.5	395	0.90	1.27	11.4	11.0	80						
85	21.8	21.6	40.6	23.3	507	45.1	33.6	19.9	451	62	4.5	30.6	46	445	40.6	34.0	20.1	404	0.87	1.25	11.0	11.0	85						
90	22.5	22.2	42.5	24.1	445	44.8	35.8	20.5	458	51	4.4	33.1	46	395	40.4	36.1	20.7	413	0.83	1.23	10.7	11.0	90						

OOSTENRIJKSE DEN										zwakke laagduunning										Boniteit IV, h50 = 12.8, P50 = 7.4									
AUSTRIAN PINE										weak thinning from below										Site Class IV, h50 = 12.8, P50 = 7.4									
t	Opstandkenmerken				Kenmerken voor dunning				Dunning				Kenmerken na dunning				Bijgroei				t								
	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>		lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>					
5	0.7	0.6			5000				0						5000				0					5					
10	1.8	1.5	2.3		5000	0.9	1.5	1.5	1						5000	0.9	1.5	1.5	1	0.62	0.09	0.9	0.1	10					
15	3.2	2.9	5.5		5000	5.4	3.7	2.5	10						5000	5.4	3.7	2.5	10	1.11	0.36	2.7	0.7	15					
20	4.6	4.3	8.1		5000	11.8	5.5	3.7	29						5000	11.8	5.5	3.7	29	1.43	0.59	5.1	1.5	20					
25	6.0	5.8	10.5		5000	19.6	7.1	4.8	61						5000	19.6	7.1	4.8	61	1.65	0.78	7.5	2.4	25					
30	7.5	7.2	12.7	20.3	5000	28.4	8.5	6.1	112						5000	28.4	8.5	6.1	112	1.85	0.95	13.9	3.7	30					
35	8.9	8.6	14.5	17.1	5000	37.2	9.7	7.5	172						5000	37.2	9.7	7.5	172	1.66	1.06	12.5	4.9	35					
40	10.3	10.0	16.6	16.7	5000	45.1	10.7	8.9	237	1089	5.4	7.9	8.9	29	3911	39.7	11.4	8.9	208	1.52	1.13	13.2	5.9	40					
45	11.6	11.3	18.8	17.5	3911	47.0	12.4	10.2	274	1082	7.6	9.5	46	46	2829	39.3	13.3	10.3	228	1.40	1.16	13.1	6.7	45					
50	12.8	12.5	21.1	18.2	2829	46.1	14.4	11.4	293	700	7.1	11.3	46	46	2128	39.0	15.3	11.5	247	1.30	1.18	12.8	7.4	50					
55	14.0	13.7	23.4	18.9	2128	45.3	16.5	12.6	310	475	6.6	13.3	46	46	1654	38.8	17.3	12.7	264	1.22	1.19	12.5	7.8	55					
60	15.0	14.8	25.5	19.7	1654	44.7	18.5	13.7	326	335	6.1	15.3	46	46	1319	38.5	19.3	13.8	280	1.15	1.19	12.2	8.2	60					
65	16.1	15.8	27.7	20.4	1319	44.1	20.6	14.7	340	243	5.8	17.4	46	46	1076	38.3	21.3	14.8	295	1.09	1.18	11.8	8.5	65					
70	17.0	16.8	29.8	21.1	1076	43.6	22.7	15.6	353	182	5.4	19.5	45	45	894	38.2	23.3	15.7	308	1.03	1.17	11.5	8.7	70					
75	17.9	17.6	31.8	21.9	894	43.2	24.8	16.4	365	139	5.2	21.7	45	45	755	38.0	25.3	16.6	320	0.98	1.16	11.2	8.9	75					
80	18.7	18.5	33.8	22.6	755	42.8	26.9	17.2	375	108	4.9	24.0	44	44	646	37.9	27.3	17.4	331	0.94	1.15	10.9	9.0	80					
85	19.5	19.2	35.7	23.3	646	42.5	28.9	17.9	384	86	4.7	26.3	43	43	560	37.8	29.3	18.1	341	0.90	1.14	10.5	9.1	85					
90	20.2	19.9	37.6	24.1	560	42.2	31.0	18.6	393	69	4.5	28.7	43	43	491	37.7	31.3	18.7	350	0.86	1.12	10.2	9.2	90					





OOSTENRIJKSE DEN										zwakke laagduunning										Boniteit VII, h50 = 5.0, P50 = 0.9									
AUSTRIAN PINE										weak thinning from below										Site Class VII, h50 = 5.0, P50 = 0.9									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor dunning				Dunning				Kenmerken na dunning				Bijgroei											
		Stand characteristics				Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	0.0	0.0			5000				0						5000				0			0.0	0.0	5					
10	0.1	0.1			5000				0						5000				0			0.0	0.0	10					
15	0.4	0.3			5000				0						5000				0			0.0	0.0	15					
20	0.8	0.7			5000				0						5000				0			0.0	0.0	20					
25	1.3	1.1			5000				0						5000				0			0.1	0.0	25					
30	1.9	1.6	2.8		5000	1.4	1.9	1.5	2						5000	1.4	1.9	1.5	2	0.42	0.05	0.6	0.1	30					
35	2.6	2.3	4.8		5000	4.0	3.2	2.1	6						5000	4.0	3.2	2.1	6	0.63	0.12	1.2	0.2	35					
40	3.4	3.1	6.5		5000	7.6	4.4	2.7	14						5000	7.6	4.4	2.7	14	0.80	0.19	2.1	0.4	40					
45	4.2	3.9	8.2		5000	12.0	5.5	3.3	27						5000	12.0	5.5	3.3	27	0.95	0.27	3.0	0.6	45					
50	5.0	4.7	9.8		5000	17.1	6.6	4.0	45						5000	17.1	6.6	4.0	45	1.07	0.34	4.1	0.9	50					
55	5.8	5.6	11.3		5000	22.7	7.6	4.7	68						5000	22.7	7.6	4.7	68	1.17	0.41	5.1	1.2	55					
60	6.7	6.4	12.7		5000	28.7	8.6	5.4	96						5000	28.7	8.6	5.4	96	1.24	0.48	6.7	1.6	60					
65	7.5	7.3	13.7	20.4	5000	35.2	9.5	6.2	140	119	0.6	7.9		2	4881	34.7	9.5	6.2	138	1.31	0.54	8.0	2.2	65					
70	8.4	8.1	15.4	21.1	4881	41.0	10.3	7.0	179	1184	7.4	8.9		33	3696	33.6	10.8	7.1	146	1.23	0.59	8.2	2.6	70					
75	9.2	8.9	16.5	21.9	3696	39.6	11.7	7.9	187	820	6.8	10.3		33	2877	32.8	12.1	7.9	154	1.16	0.63	8.1	3.0	75					
80	9.9	9.7	18.2	22.6	2877	38.5	13.0	8.7	194	585	6.3	11.7		32	2291	32.2	13.4	8.7	162	1.10	0.67	8.0	3.3	80					
85	10.7	10.4	19.9	23.3	2291	37.6	14.4	9.4	202	429	5.8	13.2		32	1863	31.7	14.7	9.5	170	1.05	0.69	7.9	3.6	85					
90	11.4	11.1	20.4	24.1	1863	36.8	15.9	10.2	209	321	5.5	14.7		32	1541	31.4	16.1	10.3	177	1.00	0.71	7.8	3.8	90					

OOSTENRIJKSE DEN										matige laagduunning										Boniteit I, h50 = 20.6, P50 = 15.8									
AUSTRIAN PINE										moderate thinning from below										Site Class I, h50 = 20.6, P50 = 15.8									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor duunning				Dunning				Kenmerken na duunning				Bijgroei											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment				Im <sub>v</sub>	t							
					N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	Ic <sub>G</sub>	Im <sub>G</sub>	Ic <sub>V</sub>	Im <sub>V</sub>						
5	3.9	3.6	6.7		5000	7.9	4.5	3.1	17						5000	7.9	4.5	3.1	17	2.66	1.58	8.1	3.4	5					
10	6.9	6.6	11.1		5000	22.2	7.5	5.5	77						5000	22.2	7.5	5.5	77	2.95	2.22	15.5	7.7	10					
15	9.4	9.1	15.8	19.0	5000	35.7	9.5	7.9	173	1358	4.7	6.6	23		3642	31.0	10.4	7.9	150	2.41	2.38	19.0	11.5	15					
20	11.6	11.3	19.8	19.0	3642	42.0	12.1	10.1	246	1251	7.4	8.7	44		2391	34.6	13.6	10.2	202	2.03	2.34	19.1	13.5	20					
25	13.5	13.2	23.3	19.0	2391	44.1	15.3	12.0	295	639	6.2	11.1	43		1752	37.9	16.6	12.1	253	1.77	2.25	18.6	14.5	25					
30	15.2	15.0	26.4	19.0	1752	46.2	18.3	13.7	344	376	5.4	13.5	41		1376	40.8	19.4	13.8	303	1.58	2.15	18.1	15.1	30					
35	16.8	16.5	29.3	19.0	1376	48.4	21.2	15.2	392	243	4.8	15.9	40		1133	43.6	22.1	15.3	352	1.44	2.06	17.5	15.5	35					
40	18.2	17.9	32.3	19.7	1133	50.5	23.8	16.5	438	238	6.3	18.4	56		895	44.1	25.1	16.6	382	1.32	1.97	16.9	15.7	40					
45	19.5	19.2	35.1	20.5	895	50.5	26.8	17.6	465	167	5.9	21.2	56		728	44.6	27.9	17.8	409	1.23	1.89	16.1	15.8	45					
50	20.6	20.3	37.8	21.2	728	50.5	29.7	18.6	488	122	5.6	24.1	55		606	45.0	30.7	18.8	433	1.15	1.82	15.4	15.8	50					
55	21.6	21.4	40.4	21.9	606	50.5	32.6	19.5	508	92	5.3	27.0	54		513	45.2	33.5	19.7	453	1.08	1.76	14.7	15.7	55					
60	22.6	22.3	42.9	22.7	513	50.5	35.4	20.3	526	72	5.0	29.9	54		442	45.5	36.2	20.5	472	1.02	1.70	14.1	15.6	60					
65	23.4	23.2	45.3	23.4	442	50.5	38.1	21.0	541	57	4.8	32.9	53		385	45.6	38.9	21.2	488	0.97	1.65	13.6	15.5	65					
70	24.2	23.9	47.6	24.1	385	50.4	40.8	21.6	555	46	4.6	35.9	52		339	45.8	41.4	21.8	502	0.93	1.60	13.0	15.3	70					
75	24.9	24.6	49.8	24.9	339	50.3	43.4	22.2	566	37	4.4	38.9	51		302	45.9	44.0	22.4	515	0.89	1.55	12.5	15.2	75					
80	25.5	25.3	51.9	25.6	302	50.2	46.0	22.7	576	31	4.3	41.9	50		271	45.9	46.4	22.9	526	0.85	1.51	12.0	15.0	80					
85	26.1	25.8	54.0	26.3	271	50.1	48.5	23.1	585	26	4.1	45.0	50		245	45.9	48.9	23.3	536	0.82	1.47	11.6	14.8	85					
90	26.6	26.4	56.1	27.1	245	50.0	51.0	23.5	593	22	4.0	48.1	49		223	46.0	51.2	23.7	544	0.79	1.43	11.2	14.6	90					



OOSTENRIJKSE DEN																			
AUSTRIAN PINE																			
matige laagduunning																			
moderate thinning from below																			
Boniteit II, h50 = 18.0, P50 = 12.6																			
Site Class II, h50 = 18.0, P50 =12.6																			
Opstandkenmerken					Kenmerken voor duunning					Kenmerken na duunning					Bijgroei				
Stand characteristics					Characteristics before thinning					Characteristics after thinning					Increment				
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	Ic <sub>G</sub>	Im <sub>G</sub>	Ic <sub>V</sub>	Im <sub>V</sub>	t
5	2.4	2.1	3.6		5000	2.4	2.4	1.9	3	5000	2.4	2.4	1.9	3	1.43	0.47	2.6	0.7	5
10	4.7	4.4	8.0		5000	11.5	5.4	3.8	29	5000	11.5	5.4	3.8	29	2.10	1.15	7.6	2.9	10
15	6.9	6.6	11.3		5000	22.7	7.6	5.5	78	5000	22.7	7.6	5.5	78	2.39	1.52	12.5	5.2	15
20	8.9	8.6	14.8	19.0	5000	34.3	9.3	7.4	158	945	3.2	6.6	15	143	2.13	1.72	15.8	7.9	20
25	10.7	10.5	18.4	19.0	4055	41.0	11.3	9.3	224	1283	6.9	8.3	39	186	1.85	1.77	16.3	9.6	25
30	12.5	12.2	21.3	19.0	2772	42.8	14.0	11.0	267	710	6.0	10.4	38	229	1.65	1.77	16.2	10.7	30
35	14.0	13.8	24.1	19.0	2062	44.7	16.6	12.6	309	436	5.3	12.5	38	271	1.50	1.74	16.0	11.5	35
40	15.5	15.2	27.0	19.7	1626	46.5	19.1	14.0	350	386	6.6	14.8	51	299	1.38	1.70	15.6	12.0	40
45	16.8	16.5	29.8	20.5	1239	46.6	21.9	15.2	376	261	6.2	17.3	51	325	1.28	1.66	15.0	12.4	45
50	18.0	17.7	32.5	21.2	978	46.6	24.6	16.4	399	185	5.8	20.0	51	348	1.19	1.62	14.5	12.6	50
55	19.1	18.9	35.1	21.9	793	46.6	27.3	17.4	419	136	5.5	22.6	50	369	1.12	1.57	14.0	12.8	55
60	20.1	19.9	37.5	22.7	658	46.5	30.0	18.3	437	102	5.2	25.4	50	388	1.06	1.53	13.5	12.8	60
65	21.0	20.8	39.9	23.4	555	46.5	32.7	19.1	454	79	4.9	28.2	49	404	1.00	1.49	13.0	12.9	65
70	21.9	21.6	42.2	24.1	476	46.5	35.2	19.8	468	62	4.7	31.0	49	420	0.96	1.46	12.6	12.9	70
75	22.7	22.4	44.5	24.9	414	46.4	37.8	20.5	481	50	4.5	33.9	48	433	0.91	1.42	12.1	12.8	75
80	23.4	23.1	46.6	25.6	364	46.4	40.3	21.1	493	41	4.3	36.8	47	446	0.88	1.39	11.7	12.8	80
85	24.0	23.8	48.7	26.3	323	46.3	42.8	21.6	503	34	4.2	39.7	47	456	0.84	1.36	11.3	12.7	85
90	24.6	24.4	50.8	27.1	289	46.3	45.2	22.1	512	28	4.0	42.6	46	466	0.81	1.33	10.9	12.6	90

OOSTENRIJKSE DEN										matige laagduunning										Boniteit III, h50 = 15.4, P50 = 9.8									
AUSTRIAN PINE										moderate thinning from below										Site Class III, h50 = 15.4, P50 = 9.8									
Opstandkenmerken										Kenmerken voor duunning										Dunning									
Stand characteristics										Characteristics before thinning										Thinning									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t
5	1.3	1.1	0.3		5000	0.0	0.2	1.1	0						5000	0.0	0.2	1.1	0						0.27	0.00	0.3	0.0	5
10	3.0	2.7	5.1		5000	4.7	3.5	2.4	8						5000	4.7	3.5	2.4	8						1.31	0.47	3.1	0.8	10
15	4.8	4.5	8.3		5000	12.4	5.6	3.8	32						5000	12.4	5.6	3.8	32						1.73	0.83	6.4	2.1	15
20	6.6	6.3	11.0		5000	21.7	7.4	5.2	72						5000	21.7	7.4	5.2	72						1.96	1.08	9.6	3.6	20
25	8.3	8.0	13.7	19.0	5000	31.9	9.0	6.8	138						5000	30.9	9.2	6.9	133						1.96	1.28	13.4	5.5	25
30	9.9	9.6	16.7	19.0	4698	40.1	10.4	8.4	203						4698	33.5	11.4	8.5	169						1.74	1.37	14.2	6.9	30
35	11.4	11.1	19.2	19.0	3286	41.7	12.7	10.0	240						3286	35.8	13.6	10.1	205						1.57	1.41	14.2	8.0	35
40	12.8	12.6	22.0	19.7	2465	43.3	15.0	11.4	276						2465	36.4	16.0	11.5	231						1.44	1.42	14.1	8.7	40
45	14.2	13.9	24.7	20.5	1804	43.3	17.5	12.7	300						1804	36.8	18.5	12.9	254						1.33	1.42	13.8	9.3	45
50	15.4	15.1	27.3	21.2	1376	43.2	20.0	14.0	323						1376	37.2	20.9	14.1	276						1.24	1.40	13.5	9.8	50
55	16.6	16.3	29.9	21.9	1084	43.2	22.5	15.1	343						1084	37.5	23.3	15.2	297						1.17	1.39	13.1	10.1	55
60	17.6	17.4	32.3	22.7	876	43.2	25.0	16.1	361						876	37.8	25.8	16.2	315						1.10	1.36	12.7	10.3	60
65	18.6	18.3	34.7	23.4	724	43.2	27.5	17.0	378						724	38.1	28.2	17.2	332						1.04	1.34	12.4	10.5	65
70	19.5	19.3	37.0	24.1	609	43.1	30.0	17.8	393						609	38.3	30.6	18.0	347						0.99	1.32	12.0	10.6	70
75	20.4	20.1	39.2	24.9	521	43.1	32.5	18.6	406						521	38.5	33.0	18.8	362						0.94	1.30	11.6	10.7	75
80	21.1	20.9	41.4	25.6	451	43.1	34.9	19.3	419						451	38.6	35.3	19.5	374						0.90	1.27	11.3	10.7	80
85	21.8	21.6	43.5	26.3	395	43.1	37.3	19.9	430						395	38.8	37.6	20.1	386						0.87	1.25	10.9	10.7	85
90	22.5	22.2	45.5	27.1	350	43.0	39.6	20.5	440						350	38.9	39.9	20.7	397						0.83	1.23	10.6	10.7	90

OOSTENRIJKSE DEN										matige laagduunning										Boniteit IV, h50 = 12.8, P50 = 7.2									
AUSTRIAN PINE										moderate thinning from below										Site Class IV, h50 = 12.8, P50 = 7.2									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor duunning				Dunning				Kenmerken na duunning				Bijgroei											
		Stand characteristics				Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t						
5	0.7	0.6			5000				0					5000				0		0.62	0.09	0.9	0.1	5					
10	1.8	1.5	2.3		5000	0.9	1.5	1.5	1					5000	0.9	1.5	1.5	1		0.62	0.09	0.9	0.1	10					
15	3.2	2.9	5.5		5000	5.4	3.7	2.5	10					5000	5.4	3.7	2.5	10		1.11	0.36	2.7	0.7	15					
20	4.6	4.3	8.1		5000	11.8	5.5	3.7	29					5000	11.8	5.5	3.7	29		1.43	0.59	5.1	1.5	20					
25	6.0	5.8	10.5		5000	19.6	7.1	4.8	61					5000	19.6	7.1	4.8	61		1.65	0.78	7.5	2.4	25					
30	7.5	7.2	12.6	20.3	5000	28.4	8.5	6.1	112					5000	28.4	8.5	6.1	112		1.85	0.95	13.9	3.7	30					
35	8.9	8.6	15.1	19.0	5000	37.2	9.7	7.5	172	969	4.0	7.3	19						1.66	1.06	12.3	4.9	35						
40	10.3	10.0	17.7	19.7	4031	41.0	11.4	8.9	215	1219	7.5	8.8	40						1.52	1.13	12.5	5.9	40						
45	11.6	11.3	19.9	20.5	2812	40.8	13.6	10.2	237	752	6.9	10.8	41						1.40	1.16	12.4	6.6	45						
50	12.8	12.5	22.3	21.2	2060	40.7	15.9	11.4	258	492	6.4	12.9	42						1.30	1.18	12.3	7.2	50						
55	14.0	13.7	24.8	21.9	1569	40.6	18.1	12.6	277	337	6.0	15.1	42						1.22	1.19	12.0	7.6	55						
60	15.0	14.8	27.2	22.7	1232	40.5	20.5	13.7	295	239	5.6	17.3	42						1.15	1.19	11.8	8.0	60						
65	16.1	15.8	29.5	23.4	993	40.4	22.8	14.7	311	175	5.3	19.7	42						1.09	1.18	11.5	8.3	65						
70	17.0	16.8	31.7	24.1	817	40.4	25.1	15.6	326	132	5.1	22.1	42						1.03	1.17	11.3	8.5	70						
75	17.9	17.6	33.9	24.9	685	40.3	27.4	16.4	340	102	4.8	24.5	42						0.98	1.16	11.0	8.7	75						
80	18.7	18.5	36.1	25.6	583	40.3	29.7	17.2	352	80	4.6	27.1	41						0.94	1.15	10.7	8.8	80						
85	19.5	19.2	38.2	26.3	504	40.3	31.9	17.9	364	64	4.4	29.6	41						0.90	1.14	10.4	8.9	85						
90	20.2	19.9	40.2	27.1	440	40.3	34.2	18.6	374	52	4.2	32.2	40						0.86	1.12	10.1	9.0	90						

OOSTENRIJKSE DEN										matige laagduunning										Boniteit V, h50 = 10.2, P50 = 4.8									
AUSTRIAN PINE										moderate thinning from below										Site Class V, h50 = 10.2, P50 = 4.8									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor dunning				Dunning				Kenmerken na dunning				Bijsroei											
		Stand characteristics				Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t						
5	0.3	0.3			5000				0					5000				0			0.0	0.0	5						
10	1.0	0.8			5000				0					5000				0			0.0	0.0	10						
15	1.9	1.6	2.6		5000	1.2	1.7	1.5	1					5000	1.2	1.7	1.5	1	0.55	0.08	0.8	0.1	15						
20	3.0	2.7	5.2		5000	4.9	3.5	2.4	8					5000	4.9	3.5	2.4	8	0.91	0.24	2.1	0.4	20						
25	4.1	3.9	7.5		5000	10.1	5.1	3.3	23					5000	10.1	5.1	3.3	23	1.18	0.40	3.8	0.9	25						
30	5.4	5.1	9.6		5000	16.5	6.5	4.3	46					5000	16.5	6.5	4.3	46	1.38	0.55	5.6	1.5	30						
35	6.6	6.3	11.6		5000	23.8	7.8	5.3	79					5000	23.8	7.8	5.3	79	1.53	0.68	7.6	2.3	35						
40	7.8	7.6	13.4	19.7	5000	32.0	9.0	6.4	132	158	0.6	6.9	2	4842	31.4	9.1	6.5	129	1.62	0.80	10.3	3.3	40						
45	9.0	8.8	15.6	20.5	4842	39.2	10.1	7.6	183	1462	7.5	8.1	36	3380	31.7	10.9	7.7	147	1.48	0.88	10.9	4.1	45						
50	10.2	9.9	18.0	21.2	3380	38.8	12.1	8.8	202	910	6.9	9.8	37	2470	31.9	12.8	8.9	165	1.38	0.94	10.9	4.8	50						
55	11.3	11.1	19.8	21.9	2470	38.5	14.1	10.0	219	597	6.4	11.7	37	1873	32.1	14.8	10.1	182	1.28	0.97	10.8	5.3	55						
60	12.4	12.1	22.0	22.7	1873	38.3	16.1	11.1	235	409	6.0	13.7	38	1464	32.3	16.8	11.2	197	1.21	1.00	10.7	5.8	60						
65	13.4	13.1	24.2	23.4	1464	38.1	18.2	12.1	251	290	5.7	15.8	38	1174	32.5	18.8	12.2	212	1.14	1.01	10.6	6.2	65						
70	14.4	14.1	26.3	24.1	1174	38.0	20.3	13.1	265	212	5.3	17.9	38	962	32.7	20.8	13.2	227	1.08	1.02	10.4	6.5	70						
75	15.3	15.0	28.5	24.9	962	37.9	22.4	14.0	278	159	5.1	20.1	38	802	32.9	22.8	14.1	240	1.03	1.02	10.2	6.7	75						
80	16.1	15.8	30.5	25.6	802	37.9	24.5	14.8	290	122	4.8	22.4	38	680	33.1	24.9	14.9	253	0.98	1.02	10.0	6.9	80						
85	16.9	16.6	32.6	26.3	680	37.8	26.6	15.6	302	96	4.6	24.7	38	584	33.3	26.9	15.7	264	0.93	1.01	9.8	7.1	85						
90	17.6	17.4	34.5	27.1	584	37.8	28.7	16.3	313	76	4.4	27.1	37	508	33.4	29.0	16.4	275	0.90	1.01	9.5	7.3	90						



OOSTENRIJKSE DEN										matige laagduunning										Boniteit VII, h50 = 5.0, P50 = 0.9									
AUSTRIAN PINE										moderate thinning from below										Site Class VII, h50 = 5.0, P50 = 0.9									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor duunning				Dunning				Kenmerken na duunning				Bijgroei											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment					t							
					N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	Ic <sub>G</sub>	Im <sub>G</sub>	Ic <sub>V</sub>	Im <sub>V</sub>							
5	0.0	0.0			5000				0									0				0.0	0.0						
10	0.1	0.1			5000				0									0				0.0	0.0						
15	0.4	0.3			5000				0									0				0.0	0.0						
20	0.8	0.7			5000				0									0				0.0	0.0						
25	1.3	1.1			5000				0									0				0.1	0.0						
30	1.9	1.6	2.8		5000	1.4	1.9	1.5	2									2	0.42	0.05	0.6	0.1							
35	2.6	2.3	4.8		5000	4.0	3.2	2.1	6									6	0.63	0.12	1.2	0.2							
40	3.4	3.1	6.5		5000	7.6	4.4	2.7	14									14	0.80	0.19	2.1	0.4							
45	4.2	3.9	8.2		5000	12.0	5.5	3.3	27									27	0.95	0.27	3.0	0.6							
50	5.0	4.7	9.8		5000	17.1	6.6	4.0	45									45	1.07	0.34	4.1	0.9							
55	5.8	5.6	11.3		5000	22.7	7.6	4.7	68									68	1.17	0.41	5.1	1.2							
60	6.7	6.4	12.7		5000	28.7	8.6	5.4	96									96	1.24	0.48	6.7	1.6							
65	7.5	7.3	14.1	23.4	5000	35.2	9.5	6.2	140	1291	6.8	8.2	28					112	1.31	0.54	7.7	2.2							
70	8.4	8.1	16.1	24.1	3709	34.8	10.9	7.0	151	875	6.4	9.6	28					123	1.23	0.59	7.8	2.6							
75	9.2	8.9	17.3	24.9	2834	34.3	12.4	7.9	161	610	6.0	11.2	29					133	1.16	0.63	7.7	2.9							
80	9.9	9.7	19.1	25.6	2224	34.0	14.0	8.7	171	438	5.6	12.8	29					142	1.10	0.67	7.7	3.2							
85	10.7	10.4	21.0	26.3	1786	33.8	15.5	9.4	181	323	5.3	14.4	29					152	1.05	0.69	7.6	3.5							
90	11.4	11.1	21.4	27.1	1462	33.6	17.1	10.2	190	244	5.0	16.2	29					161	1.00	0.71	7.6	3.7							

OOSTENRIJKSE DEN										sterke laagduunning										Boniteit I, h50 = 20.6, P50 = 15.4									
AUSTRIAN PINE										heavy thinning from below										Site Class I, h50 = 20.6, P50 = 15.4									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor duunning					Dunning					Kenmerken na duunning					Bijgroei									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>g</sub>	lm <sub>g</sub>	lc <sub>v</sub>	lm <sub>v</sub>	t					
5	3.9	3.6	6.7		5000	7.9	4.5	3.1	17						5000	7.9	4.5	3.1	17	2.66	1.58	8.1	3.4	5					
10	6.9	6.6	11.1		5000	22.2	7.5	5.5	77						5000	22.2	7.5	5.5	77	2.95	2.22	15.5	7.7	10					
15	9.4	9.1	16.6	22.0	5000	35.7	9.5	7.9	173	2284	8.9	7.0		44	2716	26.8	11.2	7.9	129	2.41	2.38	18.5	11.5	15					
20	11.6	11.3	20.8	22.0	2716	37.8	13.3	10.1	221	933	7.2	9.9	43		1783	30.6	14.8	10.2	178	2.03	2.34	18.3	13.2	20					
25	13.5	13.2	24.7	22.0	1783	40.1	16.9	12.0	268	476	6.1	12.7	42		1307	34.0	18.2	12.1	226	1.77	2.25	17.9	14.2	25					
30	15.2	15.0	28.1	22.0	1307	42.4	20.3	13.7	315	281	5.3	15.5	40		1026	37.0	21.4	13.8	274	1.58	2.15	17.5	14.8	30					
35	16.8	16.5	31.3	22.0	1026	44.6	23.5	15.2	361	181	4.7	18.3	39		845	39.8	24.5	15.3	321	1.44	2.06	17.0	15.1	35					
40	18.2	17.9	34.5	22.7	845	46.7	26.5	16.5	405	171	6.0	21.1	53		675	40.7	27.7	16.6	352	1.32	1.97	16.4	15.3	40					
45	19.5	19.2	37.5	23.5	675	47.1	29.8	17.6	432	121	5.6	24.3	53		554	41.5	30.9	17.8	380	1.23	1.89	15.8	15.4	45					
50	20.6	20.3	40.4	24.2	554	47.4	33.0	18.6	457	89	5.3	27.5	52		465	42.1	34.0	18.8	405	1.15	1.82	15.1	15.4	50					
55	21.6	21.4	43.2	24.9	465	47.7	36.2	19.5	479	68	5.0	30.7	51		397	42.7	37.0	19.7	427	1.08	1.76	14.5	15.4	55					
60	22.6	22.3	45.9	25.7	397	47.9	39.2	20.3	498	53	4.8	34.0	51		344	43.2	40.0	20.5	447	1.02	1.70	13.9	15.3	60					
65	23.4	23.2	48.4	26.4	344	48.2	42.2	21.0	516	42	4.6	37.2	50		302	43.6	42.8	21.2	466	0.97	1.65	13.4	15.1	65					
70	24.2	23.9	50.9	27.1	302	48.3	45.1	21.6	531	34	4.4	40.5	49		268	44.0	45.7	21.8	482	0.93	1.60	12.9	15.0	70					
75	24.9	24.6	53.3	27.9	268	48.5	48.0	22.2	545	28	4.2	43.8	49		240	44.3	48.4	22.4	497	0.89	1.55	12.4	14.8	75					
80	25.5	25.3	55.7	28.6	240	48.6	50.7	22.7	558	23	4.1	47.1	48		217	44.5	51.1	22.9	510	0.85	1.51	12.0	14.7	80					
85	26.1	25.8	58.0	29.3	217	48.7	53.4	23.1	569	20	3.9	50.5	47		197	44.8	53.7	23.3	521	0.79	1.47	11.3	14.5	85					
90	26.6	26.4	60.1	30.1	197	48.5	55.9	23.5	575	17	3.8	53.7	46		181	44.7	56.2	23.7	529	0.73	1.43	10.4	14.3	90					

OOSTENRIJKSE DEN										sterke laagduunning										Boniteit II, h50 = 18.0, P50 = 12.3									
AUSTRIAN PINE										heavy thinning from below										Site Class II, h50 = 18.0, P50 = 12.3									
	Opstandkenmerken				Kenmerken voor duunning				Dunning				Kenmerken na duunning				Bijgroei												
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t						
5	2.4	2.1	3.6		5000	2.4	2.4	1.9	3					5000	2.4	2.4	1.9	3	1.43	0.47	2.6	0.7	5						
10	4.7	4.4	8.0		5000	11.5	5.4	3.8	29					5000	11.5	5.4	3.8	29	2.10	1.15	7.6	2.9	10						
15	6.9	6.6	11.3		5000	22.7	7.6	5.5	78					5000	22.7	7.6	5.5	78	2.39	1.52	12.5	5.2	15						
20	8.9	8.6	15.7	22.0	5000	34.3	9.3	7.4	158	1976	7.6	7.0	36	3024	26.7	10.6	7.5	123	2.13	1.72	15.4	7.9	20						
25	10.7	10.5	19.5	22.0	3024	36.6	12.4	9.3	200	957	6.6	9.4	37	2068	30.0	13.6	9.4	163	1.85	1.77	15.6	9.4	25						
30	12.5	12.2	22.5	22.0	2068	38.7	15.4	11.0	241	529	5.8	11.8	37	1538	32.9	16.5	11.1	204	1.65	1.77	15.6	10.4	30						
35	14.0	13.8	25.6	22.0	1538	40.8	18.4	12.6	281	326	5.2	14.3	37	1213	35.5	19.3	12.7	244	1.50	1.74	15.4	11.2	35						
40	15.5	15.2	28.7	22.7	1213	42.7	21.2	14.0	321	279	6.3	16.9	48	934	36.5	22.3	14.1	273	1.38	1.70	15.1	11.7	40						
45	16.8	16.5	31.7	23.5	934	43.1	24.2	15.2	347	190	5.8	19.8	48	744	37.3	25.2	15.4	299	1.28	1.66	14.7	12.0	45						
50	18.0	17.7	34.6	24.2	744	43.4	27.3	16.4	371	135	5.5	22.7	48	609	37.9	28.2	16.5	323	1.19	1.62	14.2	12.3	50						
55	19.1	18.9	37.4	24.9	609	43.7	30.2	17.4	393	100	5.2	25.7	48	509	38.5	31.1	17.5	345	1.12	1.57	13.8	12.4	55						
60	20.1	19.9	40.1	25.7	509	44.0	33.2	18.3	413	76	4.9	28.7	47	433	39.1	33.9	18.5	366	1.06	1.53	13.3	12.5	60						
65	21.0	20.8	42.6	26.4	433	44.2	36.1	19.1	431	59	4.7	31.8	47	374	39.5	36.7	19.3	384	1.00	1.49	12.9	12.6	65						
70	21.9	21.6	45.1	27.1	374	44.4	38.9	19.8	447	47	4.5	34.9	46	327	39.9	39.4	20.0	401	0.96	1.46	12.4	12.6	70						
75	22.7	22.4	47.5	27.9	327	44.6	41.7	20.5	462	38	4.3	38.1	46	290	40.3	42.1	20.7	416	0.91	1.42	12.0	12.5	75						
80	23.4	23.1	49.9	28.6	290	44.8	44.4	21.1	475	31	4.1	41.2	45	258	40.6	44.7	21.3	430	0.88	1.39	11.6	12.5	80						
85	24.0	23.8	52.1	29.3	258	44.9	47.0	21.6	487	26	4.0	44.4	44	233	40.9	47.3	21.8	443	0.82	1.36	11.0	12.4	85						
90	24.6	24.4	54.3	30.1	233	44.8	49.5	22.1	495	22	3.8	47.5	44	211	40.9	49.7	22.3	452	0.75	1.33	10.2	12.3	90						



OOSTENRIJKSE DEN										sterke laagduunning										Boniteit III, h50 = 15.4, P50 = 9.5									
AUSTRIAN PINE										heavy thinning from below										Site Class III, h50 = 15.4, P50 = 9.5									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor dunning				Dunning				Kenmerken na dunning				Bijsroei											
		Stand characteristics				Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	1.3	1.1	0.3		5000	0.0	0.2	1.1	0						5000	0.0	0.2	1.1	0	0.27	0.00	0.3	0.0	5					
10	3.0	2.7	5.1		5000	4.7	3.5	2.4	8						5000	4.7	3.5	2.4	8	1.31	0.47	3.1	0.8	10					
15	4.8	4.5	8.3		5000	12.4	5.6	3.8	32						5000	12.4	5.6	3.8	32	1.73	0.83	6.4	2.1	15					
20	6.6	6.3	11.0		5000	21.7	7.4	5.2	72						5000	21.7	7.4	5.2	72	1.96	1.08	9.6	3.6	20					
25	8.3	8.0	14.5	22.0	5000	31.9	9.0	6.8	138	1496	5.4	6.8		24	3504	26.4	9.8	6.9	114	1.96	1.28	13.0	5.5	25					
30	9.9	9.6	17.7	22.0	3504	35.6	11.4	8.4	180	1053	6.3	8.8		33	2451	29.3	12.3	8.5	147	1.74	1.37	13.5	6.8	30					
35	11.4	11.1	20.3	22.0	2451	37.6	14.0	10.0	215	612	5.7	10.9		34	1839	31.8	14.9	10.1	182	1.57	1.41	13.7	7.8	35					
40	12.8	12.6	23.3	22.7	1839	39.4	16.5	11.4	250	479	6.6	13.2		43	1359	32.8	17.5	11.5	208	1.44	1.42	13.6	8.5	40					
45	14.2	13.9	26.2	23.5	1359	39.7	19.3	12.7	275	313	6.1	15.8		43	1046	33.6	20.2	12.9	232	1.33	1.42	13.4	9.1	45					
50	15.4	15.1	29.0	24.2	1046	40.0	22.1	14.0	298	215	5.7	18.4		44	832	34.3	22.9	14.1	255	1.24	1.40	13.1	9.5	50					
55	16.6	16.3	31.8	24.9	832	40.3	24.9	15.1	319	153	5.4	21.1		44	678	35.0	25.6	15.2	276	1.17	1.39	12.8	9.8	55					
60	17.6	17.4	34.4	25.7	678	40.6	27.6	16.1	339	113	5.1	23.9		44	565	35.5	28.3	16.2	295	1.10	1.36	12.5	10.0	60					
65	18.6	18.3	37.0	26.4	565	40.9	30.4	17.0	357	86	4.9	26.8		43	479	36.0	30.9	17.2	314	1.04	1.34	12.2	10.2	65					
70	19.5	19.3	39.4	27.1	479	41.1	33.1	17.8	374	67	4.6	29.7		43	412	36.5	33.6	18.0	331	0.99	1.32	11.8	10.3	70					
75	20.4	20.1	41.8	27.9	412	41.3	35.7	18.6	389	53	4.4	32.7		43	359	36.9	36.1	18.8	346	0.94	1.30	11.5	10.4	75					
80	21.1	20.9	44.1	28.6	359	41.5	38.3	19.3	403	43	4.3	35.6		42	317	37.2	38.7	19.5	360	0.90	1.27	11.2	10.5	80					
85	21.8	21.6	46.4	29.3	317	41.7	40.9	19.9	415	35	4.1	38.7		42	282	37.6	41.2	20.1	374	0.84	1.25	10.6	10.5	85					
90	22.5	22.2	48.5	30.1	282	41.6	43.3	20.5	424	29	3.9	41.6		41	253	37.6	43.5	20.7	383	0.77	1.22	9.8	10.5	90					

OOSTENRIJKSE DEN										sterke laagduunning										Boniteit IV, h50 = 12.8, P50 = 7.0									
AUSTRIAN PINE										heavy thinning from below										Site Class IV, h50 = 12.8, P50 = 7.0									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor duunning				Dunning				Kenmerken na duunning				Bijgroei											
		Stand characteristics				Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	0.7	0.6			5000	0.9	1.5	1.5	0						5000	0.9	1.5	1.5	0		0.62	0.09	0.0	0.0	5				
10	1.8	1.5	2.3		5000	0.9	1.5	1.5	1						5000	0.9	1.5	1.5	1		0.62	0.09	0.9	0.1	10				
15	3.2	2.9	5.5		5000	5.4	3.7	2.5	10						5000	5.4	3.7	2.5	10		1.11	0.36	2.7	0.7	15				
20	4.6	4.3	8.1		5000	11.8	5.5	3.7	29						5000	11.8	5.5	3.7	29		1.43	0.59	5.1	1.5	20				
25	6.0	5.8	10.5		5000	19.6	7.1	4.8	61						5000	19.6	7.1	4.8	61		1.65	0.78	7.5	2.4	25				
30	7.5	7.2	13.0	22.0	5000	28.4	8.5	6.1	112	752	2.5	6.5	10		4248	25.9	8.8	6.1	102		1.85	0.95	13.7	3.7	30				
35	8.9	8.6	16.0	22.0	4248	34.7	10.2	7.5	160	1241	6.2	8.0	29		3007	28.5	11.0	7.5	131		1.66	1.06	11.8	4.9	35				
40	10.3	10.0	18.7	22.7	3007	36.4	12.4	8.9	190	888	6.9	10.0	37		2119	29.5	13.3	8.9	153		1.52	1.13	12.0	5.7	40				
45	11.6	11.3	20.9	23.5	2119	36.8	14.9	10.2	213	552	6.4	12.2	38		1567	30.4	15.7	10.3	175		1.40	1.16	12.0	6.4	45				
50	12.8	12.5	23.6	24.2	1567	37.1	17.4	11.4	235	363	6.0	14.5	39		1204	31.1	18.1	11.5	196		1.30	1.18	11.9	7.0	50				
55	14.0	13.7	26.2	24.9	1204	37.4	19.9	12.6	255	250	5.6	16.9	39		953	31.8	20.6	12.7	216		1.22	1.19	11.7	7.4	55				
60	15.0	14.8	28.8	25.7	953	37.7	22.4	13.7	274	179	5.3	19.5	40		774	32.3	23.1	13.8	234		1.15	1.19	11.6	7.8	60				
65	16.1	15.8	31.3	26.4	774	37.9	25.0	14.7	291	132	5.1	22.1	40		642	32.9	25.5	14.8	252		1.09	1.18	11.3	8.1	65				
70	17.0	16.8	33.7	27.1	642	38.2	27.5	15.6	308	100	4.8	24.7	40		542	33.3	28.0	15.7	268		1.03	1.17	11.1	8.3	70				
75	17.9	17.6	36.1	27.9	542	38.4	30.0	16.4	323	77	4.6	27.5	40		465	33.8	30.4	16.6	283		0.98	1.16	10.8	8.5	75				
80	18.7	18.5	38.4	28.6	465	38.6	32.5	17.2	337	61	4.4	30.2	39		403	34.2	32.8	17.4	297		0.94	1.15	10.6	8.6	80				
85	19.5	19.2	40.6	29.3	403	38.8	35.0	17.9	350	49	4.2	33.1	39		354	34.6	35.2	18.1	311		0.87	1.14	10.1	8.7	85				
90	20.2	19.9	42.7	30.1	354	38.7	37.3	18.6	359	40	4.0	35.8	38		314	34.7	37.5	18.7	321		0.80	1.12	9.4	8.8	90				

OOSTENRIJKSE DEN										sterke laagduunning										Boniteit V, h50 = 10.2, P50 = 4.7									
AUSTRIAN PINE										heavy thinning from below										Site Class V, h50 = 10.2, P50 = 4.7									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor dunning				Dunning				Kenmerken na dunning				Bijsroei											
		Stand characteristics				Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t						
5	0.3	0.3			5000				0					5000				0			0.0	0.0	0.0	5					
10	1.0	0.8			5000				0					5000				0			0.0	0.0	0.0	10					
15	1.9	1.6	2.6		5000	1.2	1.7	1.5	1					5000	1.2	1.7	1.5	1	0.55	0.08	0.8	0.1	15						
20	3.0	2.7	5.2		5000	4.9	3.5	2.4	8					5000	4.9	3.5	2.4	8	0.91	0.24	2.1	0.4	20						
25	4.1	3.9	7.5		5000	10.1	5.1	3.3	23					5000	10.1	5.1	3.3	23	1.18	0.40	3.8	0.9	25						
30	5.4	5.1	9.6		5000	16.5	6.5	4.3	46					5000	16.5	6.5	4.3	46	1.38	0.55	5.6	1.5	30						
35	6.6	6.3	11.6		5000	23.8	7.8	5.3	79					5000	23.8	7.8	5.3	79	1.53	0.68	7.6	2.3	35						
40	7.8	7.6	14.0	22.7	5000	32.0	9.0	6.4	132	1352	5.5	7.2	23	3648	26.5	9.6	6.5	108	1.62	0.80	10.1	3.3	40						
45	9.0	8.8	16.4	23.5	3648	34.2	10.9	7.6	159	1077	6.8	9.0	32	2571	27.4	11.7	7.7	127	1.48	0.88	10.3	4.1	45						
50	10.2	9.9	19.0	24.2	2571	34.6	13.1	8.8	179	675	6.3	10.9	34	1896	28.2	13.8	8.9	145	1.38	0.94	10.4	4.7	50						
55	11.3	11.1	20.8	24.9	1896	34.9	15.3	10.0	198	446	6.0	13.0	35	1449	28.9	15.9	10.1	163	1.28	0.97	10.5	5.2	55						
60	12.4	12.1	23.2	25.7	1449	35.1	17.6	11.1	215	308	5.6	15.3	35	1142	29.5	18.1	11.2	180	1.21	1.00	10.4	5.7	60						
65	13.4	13.1	25.6	26.4	1142	35.4	19.9	12.1	232	220	5.3	17.6	36	922	30.0	20.4	12.2	196	1.14	1.01	10.3	6.0	65						
70	14.4	14.1	27.9	27.1	922	35.6	22.2	13.1	247	162	5.0	19.9	36	761	30.5	22.6	13.2	211	1.08	1.02	10.2	6.3	70						
75	15.3	15.0	30.2	27.9	761	35.8	24.5	14.0	262	122	4.8	22.4	36	639	31.0	24.9	14.1	226	1.03	1.02	10.0	6.6	75						
80	16.1	15.8	32.4	28.6	639	36.0	26.8	14.8	275	94	4.6	24.9	36	545	31.4	27.1	14.9	240	0.98	1.02	9.8	6.8	80						
85	16.9	16.6	34.6	29.3	545	36.2	29.1	15.6	288	74	4.4	27.5	36	471	31.8	29.3	15.7	252	0.91	1.01	9.4	7.0	85						
90	17.6	17.4	36.6	30.1	471	36.1	31.2	16.3	298	59	4.2	30.0	35	412	31.9	31.4	16.4	262	0.83	1.01	8.8	7.1	90						



OOSTENRIJKSE DEN										sterke laagduunning										Boniteit VII, h50 = 5.0, P50 = 0.9									
AUSTRIAN PINE										heavy thinning from below										Site Class VII, h50 = 5.0, P50 = 0.9									
t	Opstandkenmerken				Kenmerken voor dunning				Dunning				Kenmerken na dunning				Bijgroei				t								
	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>		lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>					
5	0.0	0.0			5000				0						5000				0			0.0	0.0	5					
10	0.1	0.1			5000				0						5000				0			0.0	0.0	10					
15	0.4	0.3			5000				0						5000				0			0.0	0.0	15					
20	0.8	0.7			5000				0						5000				0			0.0	0.0	20					
25	1.3	1.1			5000				0						5000				0			0.1	0.0	25					
30	1.9	1.6	2.8		5000	1.4	1.9	1.5	2						5000	1.4	1.9	1.5	2	0.42	0.05	0.6	0.1	30					
35	2.6	2.3	4.8		5000	4.0	3.2	2.1	6						5000	4.0	3.2	2.1	6	0.63	0.12	1.2	0.2	35					
40	3.4	3.1	6.5		5000	7.6	4.4	2.7	14						5000	7.6	4.4	2.7	14	0.80	0.19	2.1	0.4	40					
45	4.2	3.9	8.2		5000	12.0	5.5	3.3	27						5000	12.0	5.5	3.3	27	0.95	0.27	3.0	0.6	45					
50	5.0	4.7	9.8		5000	17.1	6.6	4.0	45						5000	17.1	6.6	4.0	45	1.07	0.34	4.1	0.9	50					
55	5.8	5.6	11.3		5000	22.7	7.6	4.7	68						5000	22.7	7.6	4.7	68	1.17	0.41	5.1	1.2	55					
60	6.7	6.4	12.7		5000	28.7	8.6	5.4	96						5000	28.7	8.6	5.4	96	1.24	0.48	6.7	1.6	60					
65	7.5	7.3	14.5	26.4	5000	35.2	9.5	6.2	140	2086	11.7	8.5	48		2914	23.5	10.1	6.2	93	1.31	0.54	7.5	2.2	65					
70	8.4	8.1	16.6	27.1	2914	29.9	11.4	7.0	129	672	5.6	10.3	25	25	2242	24.3	11.7	7.1	105	1.23	0.59	7.4	2.5	70					
75	9.2	8.9	17.9	27.9	2242	30.3	13.1	7.9	142	471	5.3	12.0	26	26	1771	24.9	13.4	7.9	116	1.16	0.63	7.5	2.9	75					
80	9.9	9.7	20.0	28.6	1771	30.6	14.8	8.7	154	340	5.1	13.8	26	26	1431	25.5	15.1	8.7	127	1.10	0.67	7.5	3.1	80					
85	10.7	10.4	22.0	29.3	1431	30.8	16.6	9.4	165	252	4.9	15.7	27	27	1179	26.0	16.8	9.5	138	1.01	0.69	7.3	3.4	85					
90	11.4	11.1	22.3	30.1	1179	30.8	18.2	10.2	173	191	4.6	17.5	27	27	987	26.2	18.4	10.3	147	0.92	0.70	7.0	3.6	90					

OOSTENRIJKSE DEN										zeer sterke laagduunning										Boniteit I, h50 = 20.6, P50 = 15.1									
AUSTRIAN PINE										very heavy thinning from below										Site Class I, h50 = 20.6, P50 = 15.1									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor duunning				Dunning				Kenmerken na duunning				Bijgroei											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment				l <sub>m</sub> <sub>v</sub>	t							
					N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	l <sub>c</sub> <sub>g</sub>	l <sub>m</sub> <sub>g</sub>	l <sub>c</sub> <sub>v</sub>	l <sub>m</sub> <sub>v</sub>						
5	3.9	3.6	6.7		5000	7.9	4.5	3.1	17						5000	7.9	4.5	3.1	17	2.66	1.58	8.1	3.4	5					
10	6.9	6.6	11.1		5000	22.2	7.5	5.5	77						5000	22.2	7.5	5.5	77	2.95	2.22	15.5	7.7	10					
15	9.4	9.1	17.3	25.0	5000	35.7	9.5	7.9	173	2896	12.3	7.4		61	2104	23.4	11.9	7.9	112	2.41	2.38	18.2	11.5	15					
20	11.6	11.3	21.7	25.0	2104	34.4	14.4	10.1	200	723	7.0	11.1	41	41	1381	27.4	15.9	10.2	159	2.03	2.34	17.6	13.1	20					
25	13.5	13.2	25.9	25.0	1381	36.9	18.4	12.0	246	369	6.0	14.3	41	41	1012	30.9	19.7	12.1	205	1.77	2.25	17.4	13.9	25					
30	15.2	15.0	29.7	25.0	1012	39.3	22.2	13.7	291	217	5.2	17.5	40	40	795	34.0	23.3	13.8	251	1.58	2.15	17.0	14.5	30					
35	16.8	16.5	33.1	25.0	795	41.5	25.8	15.2	335	140	4.7	20.6	39	39	654	36.8	26.8	15.3	297	1.44	2.06	16.6	14.8	35					
40	18.2	17.9	36.6	25.7	654	43.7	29.2	16.5	379	128	5.7	23.9	51	51	526	38.0	30.3	16.6	328	1.32	1.97	16.1	15.0	40					
45	19.5	19.2	39.8	26.5	526	44.4	32.8	17.6	407	91	5.4	27.4	50	50	435	39.0	33.8	17.8	356	1.23	1.89	15.5	15.1	45					
50	20.6	20.3	43.0	27.2	435	44.9	36.3	18.6	432	67	5.1	30.9	50	50	368	39.9	37.2	18.8	382	1.15	1.82	14.9	15.1	50					
55	21.6	21.4	45.9	27.9	368	45.4	39.7	19.5	455	51	4.8	34.4	49	49	316	40.7	40.4	19.7	406	1.08	1.76	14.3	15.1	55					
60	22.6	22.3	48.8	28.7	316	45.9	43.0	20.3	477	40	4.6	38.0	49	49	276	41.3	43.7	20.5	428	1.02	1.70	13.8	15.0	60					
65	23.4	23.2	51.6	29.4	276	46.3	46.2	21.0	496	32	4.4	41.6	48	48	244	41.9	46.8	21.2	448	0.94	1.65	12.9	14.9	65					
70	24.2	23.9	54.2	30.1	244	46.4	49.2	21.6	509	26	4.2	45.0	47	47	218	42.2	49.7	21.8	462	0.85	1.59	12.0	14.7	70					
75	24.9	24.6	56.6	30.9	218	46.3	52.1	22.2	520	22	4.0	48.4	46	46	196	42.3	52.4	22.4	474	0.79	1.54	11.2	14.5	75					
80	25.5	25.3	59.5	31.6	196	46.2	54.8	22.7	529	18	2.8	44.2	33	33	178	43.4	55.7	22.9	496	0.75	1.49	10.6	14.3	80					
85	26.1	25.8	62.4	32.3	178	47.0	58.0	23.1	548	15	2.6	46.8	32	32	162	44.4	59.0	23.3	517	0.70	1.45	10.1	14.0	85					
90	26.6	26.4	65.0	33.1	162	47.8	61.2	23.5	566	13	2.5	49.4	31	31	149	45.2	62.1	23.7	535	0.67	1.40	9.6	13.8	90					

OOSTENRIJKSE DEN										zeer sterke laagduunning										Boniteit II, h50 = 18.0, P50 = 12.0									
AUSTRIAN PINE										very heavy thinning from below										Site Class II, h50 = 18.0, P50 = 12.0									
t	Opstandkenmerken				Kenmerken voor duunning				Dunning				Kenmerken na duunning				Bijgroei				t								
	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>		lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>					
5	2.4	2.1	3.6		5000	2.4	2.4	1.9	3						5000	2.4	2.4	1.9	3	1.43	0.47	2.6	0.7	5					
10	4.7	4.4	8.0		5000	11.5	5.4	3.8	29						5000	11.5	5.4	3.8	29	2.10	1.15	7.6	2.9	10					
15	6.9	6.6	11.3		5000	22.7	7.6	5.5	78						5000	22.7	7.6	5.5	78	2.39	1.52	12.5	5.2	15					
20	8.9	8.6	16.5	25.0	5000	34.3	9.3	7.4	158	2658	11.1	7.3	52		2342	23.2	11.2	7.5	106	2.13	1.72	15.1	7.9	20					
25	10.7	10.5	20.5	25.0	2342	33.1	13.4	9.3	180	741	6.4	10.5	35		1601	26.7	14.6	9.4	145	1.85	1.77	15.0	9.3	25					
30	12.5	12.2	23.6	25.0	1601	35.4	16.8	11.0	220	410	5.7	13.3	36		1191	29.8	17.8	11.1	184	1.65	1.77	15.1	10.3	30					
35	14.0	13.8	27.0	25.0	1191	37.6	20.1	12.6	259	252	5.1	16.1	36		939	32.5	21.0	12.7	223	1.50	1.74	15.0	10.9	35					
40	15.5	15.2	30.3	25.7	939	39.7	23.2	14.0	297	210	6.0	19.0	46		729	33.7	24.3	14.1	252	1.38	1.70	14.8	11.4	40					
45	16.8	16.5	33.6	26.5	729	40.3	26.5	15.2	324	144	5.6	22.2	46		585	34.8	27.5	15.4	278	1.28	1.66	14.4	11.8	45					
50	18.0	17.7	36.7	27.2	585	40.9	29.9	16.4	349	103	5.2	25.5	46		482	35.7	30.7	16.5	303	1.19	1.62	14.0	12.0	50					
55	19.1	18.9	39.6	27.9	482	41.5	33.1	17.4	372	76	5.0	28.8	46		405	36.5	33.9	17.5	327	1.12	1.57	13.6	12.2	55					
60	20.1	19.9	42.5	28.7	405	41.9	36.3	18.3	393	58	4.7	32.1	45		347	37.2	37.0	18.5	348	1.06	1.53	13.1	12.3	60					
65	21.0	20.8	45.3	29.4	347	42.4	39.4	19.1	413	46	4.5	35.5	45		302	37.9	40.0	19.3	368	0.97	1.49	12.4	12.3	65					
70	21.9	21.6	47.8	30.1	302	42.5	42.3	19.8	427	36	4.3	38.8	44		265	38.2	42.8	20.0	383	0.88	1.45	11.5	12.3	70					
75	22.7	22.4	50.2	30.9	265	42.4	45.1	20.5	439	29	4.1	42.0	43		236	38.3	45.5	20.7	396	0.82	1.41	10.9	12.2	75					
80	23.4	23.1	53.1	31.6	236	42.3	47.8	21.1	448	24	2.8	38.6	31		212	39.5	48.7	21.3	418	0.77	1.37	10.3	12.1	80					
85	24.0	23.8	55.9	32.3	212	43.2	51.0	21.6	468	20	2.7	41.2	30		192	40.5	51.9	21.8	438	0.72	1.34	9.9	12.0	85					
90	24.6	24.4	58.7	33.1	192	44.0	54.1	22.1	486	17	2.6	43.7	29		174	41.4	55.0	22.3	457	0.68	1.30	9.4	11.9	90					

OOSTENRIJKSE DEN										zeer sterke laagduunning										Boniteit III, h50 = 15.4, P50 = 9.3									
AUSTRIAN PINE										very heavy thinning from below										Site Class III, h50 = 15.4, P50 = 9.3									
t	Opstandkenmerken				Kenmerken voor duunning				V	Dunning				Kenmerken na duunning				Bijgroei											
	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>		N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V		lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	1.3	1.1	0.3		5000	0.0	0.2	1.1	0					5000	0.0	0.2	1.1	0		0.27	0.00	0.3	0.0	5					
10	3.0	2.7	5.1		5000	4.7	3.5	2.4	8					5000	4.7	3.5	2.4	8		1.31	0.47	3.1	0.8	10					
15	4.8	4.5	8.3		5000	12.4	5.6	3.8	32					5000	12.4	5.6	3.8	32		1.73	0.83	6.4	2.1	15					
20	6.6	6.3	11.0		5000	21.7	7.4	5.2	72					5000	21.7	7.4	5.2	72		1.96	1.08	9.6	3.6	20					
25	8.3	8.0	15.1	25.0	5000	31.9	9.0	6.8	138					2714	22.8	10.3	6.9	98		1.96	1.28	12.7	5.5	25					
30	9.9	9.6	18.6	25.0	2714	32.0	12.3	8.4	161					1898	26.0	13.2	8.5	130		1.74	1.37	13.0	6.7	30					
35	11.4	11.1	21.3	25.0	1898	34.2	15.2	10.0	196					1424	28.7	16.0	10.1	163		1.57	1.41	13.2	7.6	35					
40	12.8	12.6	24.5	25.7	1424	36.2	18.0	11.4	230					1061	30.0	19.0	11.5	189		1.44	1.42	13.2	8.3	40					
45	14.2	13.9	27.6	26.5	1061	36.9	21.0	12.7	255					823	31.1	21.9	12.9	214		1.33	1.42	13.1	8.9	45					
50	15.4	15.1	30.7	27.2	823	37.5	24.1	14.0	279					658	32.1	24.9	14.1	237		1.24	1.40	12.9	9.3	50					
55	16.6	16.3	33.6	27.9	658	38.1	27.1	15.1	301					540	32.9	27.9	15.2	259		1.17	1.39	12.6	9.6	55					
60	17.6	17.4	36.4	28.7	540	38.6	30.2	16.1	322					453	33.7	30.8	16.2	280		1.10	1.36	12.3	9.8	60					
65	18.6	18.3	39.2	29.4	453	39.0	33.1	17.0	341					386	34.4	33.7	17.2	299		1.01	1.34	11.7	10.0	65					
70	19.5	19.3	41.7	30.1	386	39.1	35.9	17.8	355					334	34.7	36.4	18.0	314		0.91	1.31	11.0	10.1	70					
75	20.4	20.1	44.0	30.9	334	39.1	38.6	18.6	368					293	34.9	39.0	18.8	327		0.85	1.28	10.4	10.1	75					
80	21.1	20.9	46.9	31.6	293	39.0	41.2	19.3	378					259	36.1	42.1	19.5	349		0.79	1.26	9.9	10.1	80					
85	21.8	21.6	49.7	32.3	259	39.9	44.3	19.9	398					232	37.2	45.2	20.1	369		0.74	1.23	9.5	10.1	85					
90	22.5	22.2	52.4	33.1	232	40.8	47.3	20.5	416					209	38.2	48.2	20.7	389		0.70	1.20	9.1	10.1	90					



OOSTENRIJKSE DEN									
AUSTRIAN PINE									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning				
Stand characteristics					Characteristics before thinning				
<i>t</i>	<i>h<sub>top</sub></i>	<i>h<sub>dom</sub></i>	<i>d<sub>dom</sub></i>	<i>S%</i>	<i>N</i>	<i>G</i>	<i>d<sub>g</sub></i>	<i>h<sub>g</sub></i>	<i>V</i>
Dunning					Thinning				
Characteristics after thinning					Characteristics after thinning				
Kenmerken na dunning					Characteristics after thinning				
Bijgroei					Increment				
Increment					Increment				
<i>t</i>	<i>h<sub>top</sub></i>	<i>h<sub>dom</sub></i>	<i>d<sub>dom</sub></i>	<i>S%</i>	<i>N</i>	<i>G</i>	<i>d<sub>g</sub></i>	<i>h<sub>g</sub></i>	<i>V</i>
<i>t</i>	<i>h<sub>top</sub></i>	<i>h<sub>dom</sub></i>	<i>d<sub>dom</sub></i>	<i>S%</i>	<i>N</i>	<i>G</i>	<i>d<sub>g</sub></i>	<i>h<sub>g</sub></i>	<i>V</i>
5	0.7	0.6			5000	0.9	1.5	1.5	0
10	1.8	1.5	2.3		5000	0.9	1.5	1.5	1
15	3.2	2.9	5.5		5000	5.4	3.7	2.5	10
20	4.6	4.3	8.1		5000	11.8	5.5	3.7	29
25	6.0	5.8	10.5		5000	19.6	7.1	4.8	61
30	7.5	7.2	13.6	25.0	5000	28.4	8.5	6.1	112
35	8.9	8.6	17.0	25.0	3290	31.0	11.0	7.5	143
40	10.3	10.0	19.8	25.7	2329	33.1	13.4	8.9	172
45	11.6	11.3	22.0	26.5	1654	33.9	16.1	10.2	196
50	12.8	12.5	24.9	27.2	1232	34.5	18.9	11.4	218
55	14.0	13.7	27.7	27.9	953	35.1	21.7	12.6	239
60	15.0	14.8	30.4	28.7	760	35.6	24.4	13.7	259
65	16.1	15.8	33.1	29.4	621	36.1	27.2	14.7	277
70	17.0	16.8	35.6	30.1	518	36.2	29.8	15.6	291
75	17.9	17.6	37.9	30.9	439	36.1	32.4	16.4	304
80	18.7	18.5	40.7	31.6	379	36.1	34.8	17.2	314
85	19.5	19.2	43.4	32.3	330	37.0	37.8	17.9	334
90	20.2	19.9	46.1	33.1	292	37.9	40.7	18.6	352
					1710	6.1	6.8	25	25
					961	5.9	8.8	28	28
					675	6.5	11.1	35	35
					422	6.1	13.5	36	36
					279	5.7	16.1	37	37
					193	5.4	18.8	38	38
					139	5.1	21.6	38	38
					103	4.9	24.5	38	38
					78	4.6	27.3	38	38
					61	4.3	30.1	37	37
					48	3.0	28.2	27	27
					39	2.8	30.5	26	26
					32	2.7	32.9	26	26
					260	35.2	41.5	18.7	326
					5000	0.9	1.5	1.5	0
					5000	0.9	1.5	1.5	1
					5000	5.4	3.7	2.5	10
					5000	11.8	5.5	3.7	29
					5000	19.6	7.1	4.8	61
					3290	22.3	9.3	6.1	87
					2329	25.1	11.7	7.5	115
					1654	26.6	14.3	8.9	138
					1232	27.8	16.9	10.3	160
					953	28.8	19.6	11.5	181
					760	29.7	22.3	12.7	201
					621	30.5	25.0	13.8	221
					518	31.2	27.7	14.8	239
					439	31.6	30.3	15.7	253
					379	31.8	32.7	16.6	266
					330	33.1	35.7	17.4	287
					292	34.2	38.6	18.1	307
					260	35.2	41.5	18.7	326
						0.62	0.09	0.9	0.0
						1.11	0.36	2.7	0.1
						1.43	0.59	5.1	0.7
						1.65	0.78	7.5	1.5
						1.85	0.95	13.4	2.4
						1.66	1.06	11.3	3.7
						1.52	1.13	11.6	4.8
						1.40	1.16	11.6	5.6
						1.30	1.18	11.6	6.3
						1.22	1.19	11.5	6.8
						1.15	1.19	11.4	7.3
						1.05	1.18	10.9	7.6
						0.95	1.17	10.3	7.9
						0.88	1.15	9.8	8.1
						0.82	1.13	9.4	8.2
						0.77	1.11	9.1	8.3
						0.73	1.09	8.8	8.3
									8.4

Boniteit IV, h50 = 12.8, P50 = 6.8

Site Class IV, h50 = 12.8, P50 = 6.8

zeer sterke laagdunning

very heavy thinning from below

OOSTENRIJKSE DEN										zeer sterke laagduunning										Boniteit V, h50 = 10.2, P50 = 4.6									
AUSTRIAN PINE										very heavy thinning from below										Site Class V, h50 = 10.2, P50 = 4.6									
Opstandkenmerken										Kenmerken voor duunning										Dunning									
Stand characteristics										Characteristics before thinning										Thinning									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t
5	0.3	0.3			5000				0																				5
10	1.0	0.8			5000				0																				10
15	1.9	1.6	2.6		5000	1.2	1.7	1.5	1																				15
20	3.0	2.7	5.2		5000	4.9	3.5	2.4	8																				20
25	4.1	3.9	7.5		5000	10.1	5.1	3.3	23																				25
30	5.4	5.1	9.6		5000	16.5	6.5	4.3	46																				30
35	6.6	6.3	11.6		5000	23.8	7.8	5.3	79																				35
40	7.8	7.6	14.5	25.7	5000	32.0	9.0	6.4	132	2153	9.5	7.5		40															40
45	9.0	8.8	17.0	26.5	2847	30.2	11.6	7.6	141	826	6.2	9.8		29															45
50	10.2	9.9	20.0	27.2	2021	31.2	14.0	8.8	161	521	5.9	12.0		31															50
55	11.3	11.1	21.7	27.9	1500	32.0	16.5	10.0	181	346	5.6	14.3		32															55
60	12.4	12.1	24.3	28.7	1155	32.6	19.0	11.1	199	239	5.3	16.8		33															60
65	13.4	13.1	26.9	29.4	915	33.1	21.5	12.1	217	172	5.1	19.4		34															65
70	14.4	14.1	29.2	30.1	744	33.3	23.9	13.1	231	127	4.8	21.9		34															70
75	15.3	15.0	31.5	30.9	617	33.3	26.2	14.0	243	96	4.5	24.4		34															75
80	16.1	15.8	34.2	31.6	521	33.2	28.5	14.8	254	74	3.1	23.1		24															80
85	16.9	16.6	36.9	32.3	446	34.2	31.3	15.6	272	59	2.9	25.3		24															85
90	17.6	17.4	39.5	33.1	387	35.2	34.0	16.3	290	47	2.8	27.5		24															90



OOSTENRIJKSE DEN										zeer sterke laagduunning										Boniteit VII, h50 = 5.0, P50 = 0.9									
AUSTRIAN PINE										very heavy thinning from below										Site Class VII, h50 = 5.0, P50 = 0.9									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijgroei									
Stand characteristics					Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	0.0	0.0			5000				0						5000				0			0.0	0.0	5					
10	0.1	0.1			5000				0						5000				0			0.0	0.0	10					
15	0.4	0.3			5000				0						5000				0			0.0	0.0	15					
20	0.8	0.7			5000				0						5000				0			0.0	0.0	20					
25	1.3	1.1			5000				0						5000				0			0.1	0.0	25					
30	1.9	1.6	2.8		5000	1.4	1.9	1.5	2						5000	1.4	1.9	1.5	2	0.42	0.05	0.6	0.1	30					
35	2.6	2.3	4.8		5000	4.0	3.2	2.1	6						5000	4.0	3.2	2.1	6	0.63	0.12	1.2	0.2	35					
40	3.4	3.1	6.5		5000	7.6	4.4	2.7	14						5000	7.6	4.4	2.7	14	0.80	0.19	2.1	0.4	40					
45	4.2	3.9	8.2		5000	12.0	5.5	3.3	27						5000	12.0	5.5	3.3	27	0.95	0.27	3.0	0.6	45					
50	5.0	4.7	9.8		5000	17.1	6.6	4.0	45						5000	17.1	6.6	4.0	45	1.07	0.34	4.1	0.9	50					
55	5.8	5.6	11.3		5000	22.7	7.6	4.7	68						5000	22.7	7.6	4.7	68	1.17	0.41	5.1	1.2	55					
60	6.7	6.4	12.7		5000	28.7	8.6	5.4	96						5000	28.7	8.6	5.4	96	1.24	0.48	6.7	1.6	60					
65	7.5	7.3	14.6	29.4	5000	35.2	9.5	6.2	140	2650	15.6	8.7		63	2350	19.7	10.3	6.2	77	1.27	0.54	7.2	2.2	65					
70	8.4	8.1	17.0	30.1	2350	25.6	11.8	7.0	110	532	4.9	10.8	7.1	89	1818	20.7	12.0	7.1	89	1.13	0.59	6.7	2.5	70					
75	9.2	8.9	18.2	30.9	1818	26.1	13.5	7.9	122	374	4.7	12.6	7.9	100	1443	21.5	13.8	7.9	100	1.04	0.62	6.6	2.8	75					
80	9.9	9.7	20.8	31.6	1443	26.5	15.3	8.7	132	272	3.3	12.4	8.7	116	1172	23.2	15.9	8.7	116	0.96	0.65	6.6	3.0	80					
85	10.7	10.4	23.4	32.3	1172	27.8	17.4	9.4	148	202	3.2	14.1	9.5	131	970	24.7	18.0	9.5	131	0.90	0.66	6.5	3.2	85					
90	11.4	11.1	23.9	33.1	970	29.0	19.5	10.2	163	154	3.0	15.8	10.3	146	816	26.0	20.1	10.3	146	0.84	0.67	6.4	3.4	90					

OOSTENRIJKSE DEN										open stand										Boniteit I, h50 = 20.6, P50 = 14.6									
AUSTRIAN PINE										open stand										Site Class I, h50 = 20.6, P50 = 14.6									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijgroei									
Stand characteristics					Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t						
5	3.9	3.6	7.9		3000	6.6	5.3	3.1	14						3000	6.6	5.3	3.1	14	2.22	1.32	6.7	2.8	5					
10	6.9	6.6	13.2		3000	18.5	8.9	5.5	63						3000	18.5	8.9	5.5	63	2.65	1.85	13.4	6.3	10					
15	9.4	9.1	18.8	28.0	3000	31.9	11.6	7.9	154	1323	8.6	9.1	43		1677	23.3	13.3	7.9	112	2.41	2.13	17.7	10.3	15					
20	11.6	11.3	23.3	28.0	1677	34.3	16.1	10.1	200	576	7.3	12.7	44		1101	27.0	17.7	10.2	156	2.03	2.15	17.6	12.1	20					
25	13.5	13.2	27.7	28.0	1101	36.4	20.5	12.0	243	294	6.2	16.4	42		807	30.2	21.8	12.1	201	1.77	2.09	17.3	13.2	25					
30	15.2	15.0	31.8	28.0	807	38.6	24.7	13.7	286	173	5.4	20.0	41		634	33.1	25.8	13.8	245	1.58	2.02	16.9	13.8	30					
35	16.8	16.5	35.5	28.0	634	40.7	28.6	15.2	328	112	4.8	23.4	40		522	35.8	29.6	15.3	288	1.44	1.95	16.5	14.2	35					
40	18.2	17.9	39.1	28.7	522	42.7	32.3	16.5	370	99	5.7	27.1	51		422	37.0	33.4	16.6	319	1.31	1.88	15.9	14.5	40					
45	19.5	19.2	42.5	29.5	422	43.3	36.1	17.6	397	71	5.3	30.9	50		351	38.0	37.1	17.8	347	1.18	1.81	14.9	14.6	45					
50	20.6	20.3	45.7	30.2	351	43.5	39.7	18.6	418	53	4.9	34.5	49		298	38.6	40.6	18.8	369	1.05	1.74	13.8	14.6	50					
55	21.6	21.4	48.7	30.9	298	43.6	43.1	19.5	436	40	4.6	38.2	47		258	39.0	43.9	19.7	389	0.97	1.67	13.0	14.5	55					
60	22.6	22.3	51.9	31.7	258	43.6	46.4	20.3	452	32	3.5	37.5	37		226	40.1	47.5	20.5	415	0.89	1.61	12.3	14.3	60					
65	23.4	23.2	55.1	32.4	226	44.4	50.0	21.0	475	25	3.3	40.4	36		201	41.1	51.1	21.2	439	0.83	1.55	11.7	14.1	65					
70	24.2	23.9	58.2	33.1	201	45.2	53.5	21.6	496	21	3.1	43.2	34		180	42.1	54.6	21.8	462	0.78	1.50	11.1	13.9	70					
75	24.9	24.6	61.3	33.9	180	45.9	57.0	22.2	516	17	2.9	46.0	33		163	43.0	58.0	22.4	483	0.73	1.45	10.6	13.7	75					
80	25.5	25.3	64.1	34.6	163	46.6	60.4	22.7	534	14	2.7	48.7	32		148	43.9	61.4	22.9	503	0.69	1.40	10.1	13.5	80					
85	26.1	25.8	66.9	35.3	148	47.3	63.7	23.1	552	12	2.6	51.4	31		136	44.7	64.7	23.3	521	0.66	1.36	9.6	13.3	85					
90	26.6	26.4	69.7	36.1	136	48.0	67.0	23.5	568	11	2.4	54.1	29		125	45.5	68.0	23.7	539	0.63	1.32	9.2	13.1	90					

OOSTENRIJKSE DEN										open stand										Boniteit II, h50 = 18.0, P50 = 11.5									
AUSTRIAN PINE										open stand										Site Class II, h50 = 18.0, P50 = 11.5									
t	Opstandkenmerken				Kenmerken voor dunning				Dunning				Kenmerken na dunning				Bijgroei				t								
	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	Ic <sub>G</sub>		Im <sub>G</sub>	Ic <sub>V</sub>	Im <sub>V</sub>					
5	2.4	2.1	4.3		3000	2.0	2.9	1.9	3						3000	2.0	2.9	1.9	3	1.19	0.39	2.2	0.6	5					
10	4.7	4.4	9.5		3000	9.6	6.4	3.8	24						3000	9.6	6.4	3.8	24	1.75	0.96	6.2	2.4	10					
15	6.9	6.6	13.3		3000	18.9	9.0	5.5	64						3000	18.9	9.0	5.5	64	2.13	1.26	10.8	4.3	15					
20	8.9	8.6	18.2	28.0	3000	30.4	11.4	7.4	140	1133	7.2	9.0	34		1867	23.2	12.6	7.5	106	2.13	1.52	14.7	7.0	20					
25	10.7	10.5	22.3	28.0	1867	33.1	15.0	9.3	180	591	6.7	12.0	37	37	1276	26.4	16.2	9.4	143	1.85	1.61	15.0	8.6	25					
30	12.5	12.2	25.3	28.0	1276	35.1	18.7	11.0	218	327	5.9	15.2	37	37	950	29.2	19.8	11.1	180	1.65	1.63	15.0	9.6	30					
35	14.0	13.8	28.9	28.0	950	37.1	22.3	12.6	255	201	5.3	18.3	37	37	749	31.8	23.2	12.7	218	1.50	1.62	14.9	10.4	35					
40	15.5	15.2	32.5	28.7	749	38.9	25.7	14.0	292	164	6.0	21.6	46	46	585	32.9	26.8	14.1	246	1.37	1.60	14.6	10.9	40					
45	16.8	16.5	35.8	29.5	585	39.5	29.3	15.2	317	113	5.6	25.1	46	46	472	33.9	30.3	15.4	271	1.23	1.57	13.9	11.3	45					
50	18.0	17.7	38.9	30.2	472	39.7	32.7	16.4	338	81	5.2	28.5	45	45	391	34.5	33.5	16.5	293	1.09	1.53	13.0	11.5	50					
55	19.1	18.9	41.9	30.9	391	39.7	36.0	17.4	356	60	4.8	31.9	44	44	331	34.9	36.7	17.5	312	1.00	1.48	12.3	11.6	55					
60	20.1	19.9	45.1	31.7	331	39.7	39.1	18.3	372	46	3.6	31.7	35	35	285	36.1	40.2	18.5	337	0.93	1.44	11.7	11.6	60					
65	21.0	20.8	48.3	32.4	285	40.6	42.6	19.1	394	36	3.4	34.5	34	34	248	37.2	43.7	19.3	361	0.86	1.40	11.2	11.6	65					
70	21.9	21.6	51.3	33.1	248	41.3	46.0	19.8	415	29	3.1	37.2	32	32	220	38.2	47.1	20.0	383	0.81	1.36	10.7	11.6	70					
75	22.7	22.4	54.3	33.9	220	42.1	49.4	20.5	435	23	2.9	39.9	31	31	196	39.2	50.4	20.7	404	0.76	1.32	10.2	11.5	75					
80	23.4	23.1	57.3	34.6	196	42.8	52.8	21.1	454	19	2.8	42.6	30	30	177	40.1	53.8	21.3	424	0.71	1.28	9.8	11.4	80					
85	24.0	23.8	60.2	35.3	177	43.5	56.0	21.6	472	16	2.6	45.2	29	29	160	40.9	57.0	21.8	443	0.68	1.25	9.4	11.3	85					
90	24.6	24.4	62.9	36.1	160	44.2	59.3	22.1	489	14	2.5	47.8	28	28	147	41.8	60.2	22.3	461	0.64	1.21	9.0	11.2	90					

OOSTENRIJKSE DEN																								
AUSTRIAN PINE																								
open stand																								
Boniteit III, h50 = 15.4, P50 = 8.8																								
Site Class III, h50 = 15.4, P50 = 8.8																								
t	Opstandkenmerken				Kenmerken voor dunning				Dunning				Kenmerken na dunning				Bijgroei				t			
	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	Characteristics before thinning				Thinning				Characteristics after thinning				Increment							
					N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	Ic <sub>G</sub>	I <sub>m</sub> <sub>G</sub>	Ic <sub>V</sub>	I <sub>m</sub> <sub>V</sub>	
5	1.3	1.1	0.3		3000	0.0	0.2	1.1	0						3000	0.0	0.2	1.1	0	0.22	0.00	0.2	0.0	5
10	3.0	2.7	6.0		3000	3.9	4.1	2.4	7						3000	3.9	4.1	2.4	7	1.09	0.39	2.5	0.7	10
15	4.8	4.5	9.8		3000	10.3	6.6	3.8	26						3000	10.3	6.6	3.8	26	1.43	0.69	5.2	1.7	15
20	6.6	6.3	13.0		3000	18.0	8.7	5.2	59						3000	18.0	8.7	5.2	59	1.62	0.90	7.9	2.9	20
25	8.3	8.0	16.8	28.0	3000	27.7	10.8	6.8	119	837	4.9	8.7		22	2163	22.8	11.6	6.9	97	1.96	1.11	12.4	4.8	25
30	9.9	9.6	20.2	28.0	2163	32.0	13.7	8.4	161	650	6.4	11.2	33	33	1513	25.6	14.7	8.5	129	1.74	1.23	13.0	6.1	30
35	11.4	11.1	22.9	28.0	1513	33.9	16.9	10.0	194	378	5.7	13.9	34	34	1135	28.2	17.8	10.1	160	1.57	1.29	13.2	7.1	35
40	12.8	12.6	26.2	28.7	1135	35.7	20.0	11.4	226	284	6.3	16.8	41	41	851	29.4	21.0	11.5	185	1.43	1.32	13.1	7.9	40
45	14.2	13.9	29.5	29.5	851	36.2	23.3	12.7	250	187	5.8	19.9	41	41	664	30.4	24.1	12.9	209	1.28	1.32	12.6	8.4	45
50	15.4	15.1	32.5	30.2	664	36.4	26.4	14.0	270	130	5.4	23.0	41	41	534	31.0	27.2	14.1	229	1.14	1.31	12.0	8.8	50
55	16.6	16.3	35.4	30.9	534	36.4	29.5	15.1	287	93	5.0	26.1	40	40	441	31.4	30.1	15.2	247	1.04	1.29	11.5	9.1	55
60	17.6	17.4	38.6	31.7	441	36.4	32.4	16.1	303	70	3.8	26.3	32	32	371	32.6	33.5	16.2	271	0.96	1.27	11.0	9.2	60
65	18.6	18.3	41.7	32.4	371	37.3	35.8	17.0	325	53	3.5	28.9	31	31	318	33.8	36.8	17.2	294	0.89	1.24	10.6	9.4	65
70	19.5	19.3	44.7	33.1	318	38.1	39.1	17.8	346	42	3.3	31.6	30	30	276	34.8	40.1	18.0	315	0.83	1.21	10.2	9.4	70
75	20.4	20.1	47.7	33.9	276	38.9	42.3	18.6	365	33	3.0	34.2	29	29	243	35.8	43.3	18.8	336	0.78	1.19	9.8	9.5	75
80	21.1	20.9	50.6	34.6	243	39.6	45.5	19.3	384	27	2.9	36.8	28	28	216	36.7	46.5	19.5	356	0.74	1.16	9.4	9.5	80
85	21.8	21.6	53.4	35.3	216	40.3	48.7	19.9	402	22	2.7	39.4	27	27	194	37.6	49.7	20.1	374	0.70	1.13	9.1	9.5	85
90	22.5	22.2	56.3	36.1	194	41.0	51.9	20.5	419	18	2.5	41.9	27	27	176	38.5	52.8	20.7	392	0.66	1.11	8.7	9.4	90

OOSTENRIJKSE DEN										open stand										Boniteit IV, h50 = 12.8, P50 = 6.4									
AUSTRIAN PINE										open stand										Site Class IV, h50 = 12.8, P50 = 6.4									
Opstandkenmerken										Kenmerken voor dunning										Dunning									
Stand characteristics										Characteristics before thinning										Thinning									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t
5	0.7	0.6			3000	0.8	1.8	1.5	1	0					3000	0.8	1.8	1.5	1	0					0.51	0.08	0.0	0.0	5
10	1.8	1.5	2.7		3000	0.8	1.8	1.5	1	1					3000	0.8	1.8	1.5	1	1					0.92	0.30	0.7	0.1	10
15	3.2	2.9	6.4		3000	4.4	4.3	2.5	8	8					3000	4.4	4.3	2.5	8	8					1.18	0.49	2.2	0.5	15
20	4.6	4.3	9.5		3000	9.7	6.4	3.7	24	24					3000	9.7	6.4	3.7	24	24					1.36	0.64	4.1	1.2	20
25	6.0	5.8	12.3		3000	16.1	8.3	4.8	49	49					3000	16.1	8.3	4.8	49	49					1.85	0.80	6.1	2.0	25
30	7.5	7.2	14.9	28.0	3000	24.0	10.1	6.1	94	94					3000	24.0	10.1	6.1	94	94					1.66	0.93	13.0	3.1	30
35	8.9	8.6	18.6	28.0	2622	30.8	12.2	7.5	142	142					2622	30.8	12.2	7.5	142	142					1.51	1.02	11.3	4.3	35
40	10.3	10.0	21.4	28.7	1856	32.6	14.9	8.9	170	170					1856	32.6	14.9	8.9	170	170					1.34	1.06	11.5	5.2	40
45	11.6	11.3	23.4	29.5	1326	33.2	17.8	10.2	192	192					1326	33.2	17.8	10.2	192	192					1.20	1.08	11.2	5.9	45
50	12.8	12.5	26.3	30.2	994	33.4	20.7	11.4	210	210					994	33.4	20.7	11.4	210	210					1.09	1.09	10.8	6.4	50
55	14.0	13.7	29.1	30.9	773	33.4	23.5	12.6	227	227					773	33.4	23.5	12.6	227	227					1.00	1.08	10.5	6.8	55
60	15.0	14.8	32.2	31.7	619	33.4	26.2	13.7	242	242					619	33.4	26.2	13.7	242	242					0.93	1.07	9.9	7.3	60
65	16.1	15.8	35.2	32.4	509	34.3	29.3	14.7	263	263					509	34.3	29.3	14.7	263	263					0.87	1.06	9.6	7.4	65
70	17.0	16.8	38.2	33.1	426	35.2	32.4	15.6	283	283					426	35.2	32.4	15.6	283	283					0.81	1.05	9.3	7.6	70
75	17.9	17.6	41.1	33.9	363	36.0	35.5	16.4	302	302					363	36.0	35.5	16.4	302	302					0.77	1.03	9.0	7.7	75
80	18.7	18.5	43.9	34.6	315	36.7	38.6	17.2	320	320					315	36.7	38.6	17.2	320	320					0.72	1.01	8.7	7.7	80
85	19.5	19.2	46.7	35.3	276	37.5	41.6	17.9	338	338					276	37.5	41.6	17.9	338	338					0.68	1.00	8.4	7.8	85
90	20.2	19.9	49.4	36.1	244	38.2	44.6	18.6	354	354					244	38.2	44.6	18.6	354	354					0.68	1.00	8.4	7.8	90



OOSTENRIJKSE DEN										open stand										Boniteit V, h50 = 10.2, P50 = 4.1									
AUSTRIAN PINE										open stand										Site Class V, h50 = 10.2, P50 = 4.1									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijgroei									
Stand characteristics					Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t						
5	0.3	0.3			3000				0										0		0.0	0.0	5						
10	1.0	0.8			3000				0										0		0.0	0.0	10						
15	1.9	1.6	3.0		3000	1.0	2.0	1.5	1											0.45	0.06	0.6	0.1	15					
20	3.0	2.7	6.1		3000	4.0	4.1	2.4	7											0.74	0.20	1.7	0.3	20					
25	4.1	3.9	8.8		3000	8.3	5.9	3.3	18											0.96	0.33	3.0	0.7	25					
30	5.4	5.1	11.2		3000	13.5	7.6	4.3	37											1.13	0.45	4.5	1.2	30					
35	6.6	6.3	13.5		3000	19.5	9.1	5.3	64											1.25	0.56	6.1	1.8	35					
40	7.8	7.6	16.1	28.7	3000	27.2	10.7	6.4	111	716	4.6	9.0	19							1.61	0.68	9.5	2.8	40					
45	9.0	8.8	18.5	29.5	2284	30.3	13.0	7.6	141	653	6.4	11.2	30							1.43	0.77	9.6	3.6	45					
50	10.2	9.9	21.5	30.2	1631	30.5	15.4	8.8	158	413	5.9	13.5	31							1.26	0.83	9.4	4.1	50					
55	11.3	11.1	22.9	30.9	1217	30.7	17.9	10.0	173	276	5.5	15.9	32							1.15	0.86	9.3	4.6	55					
60	12.4	12.1	25.8	31.7	942	30.7	20.4	11.1	187	192	4.1	16.5	26							1.05	0.88	9.1	5.0	60					
65	13.4	13.1	28.7	32.4	750	31.6	23.2	12.1	207	138	3.8	18.8	26							0.98	0.89	9.0	5.3	65					
70	14.4	14.1	31.5	33.1	612	32.5	26.0	13.1	225	102	3.6	21.1	25							0.91	0.90	8.8	5.6	70					
75	15.3	15.0	34.3	33.9	510	33.3	28.8	14.0	244	78	3.3	23.4	25							0.85	0.90	8.6	5.8	75					
80	16.1	15.8	37.1	34.6	432	34.1	31.7	14.8	261	60	3.1	25.7	24							0.80	0.89	8.4	5.9	80					
85	16.9	16.6	39.7	35.3	372	34.9	34.5	15.6	278	48	2.9	27.9	24							0.75	0.88	8.1	6.1	85					
90	17.6	17.4	42.4	36.1	324	35.6	37.4	16.3	294	38	2.8	30.2	23							0.71	0.88	7.9	6.2	90					

OOSTENRIJKSE DEN										open stand										Boniteit VI, h50 = 7.6, P50 = 2.2									
AUSTRIAN PINE										open stand										Site Class VI, h50 = 7.6, P50 = 2.2									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijsluiting					Increment				
Stand characteristics					Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	0.1	0.1			3000				0						3000				0			0.0	0.0	5					
10	0.4	0.4			3000				0						3000				0			0.0	0.0	10					
15	1.0	0.8			3000				0						3000				0			0.0	0.0	15					
20	1.7	1.4	2.4		3000	0.6	1.6	1.4	1						3000	0.6	1.6	1.4	1	0.32	0.03	0.4	0.0	20					
25	2.5	2.3	5.1		3000	2.8	3.5	2.0	4						3000	2.8	3.5	2.0	4	0.56	0.11	1.1	0.2	25					
30	3.5	3.2	7.5		3000	6.1	5.1	2.8	12						3000	6.1	5.1	2.8	12	0.75	0.20	2.0	0.4	30					
35	4.5	4.2	9.8		3000	10.2	6.6	3.6	24						3000	10.2	6.6	3.6	24	0.90	0.29	3.0	0.7	35					
40	5.5	5.2	11.9		3000	15.0	8.0	4.4	42						3000	15.0	8.0	4.4	42	1.02	0.38	4.2	1.1	40					
45	6.6	6.3	13.8		3000	20.4	9.3	5.2	66						3000	20.4	9.3	5.2	66	1.12	0.45	5.5	1.5	45					
50	7.6	7.3	15.9	30.2	3000	27.2	10.7	6.2	108	808	5.6	9.4	6.3	23	2192	21.6	11.2	6.3	85	1.41	0.54	8.0	2.2	50					
55	8.6	8.4	18.7	30.9	2192	28.0	12.8	7.3	125	570	5.8	11.3	7.3	26	1622	22.3	13.2	7.3	98	1.23	0.61	7.8	2.7	55					
60	9.6	9.4	20.7	31.7	1622	28.1	14.9	8.3	138	379	4.3	12.1	8.4	116	1244	23.8	15.6	8.4	116	1.12	0.66	7.8	3.1	60					
65	10.6	10.3	23.6	32.4	1244	29.2	17.3	9.3	155	262	4.1	14.0	9.4	133	982	25.1	18.0	9.4	133	1.04	0.69	7.8	3.5	65					
70	11.5	11.2	24.6	33.1	982	30.1	19.8	10.2	172	187	3.8	16.0	10.3	150	794	26.3	20.5	10.3	150	0.96	0.71	7.8	3.8	70					
75	12.4	12.1	27.2	33.9	794	30.9	22.3	11.1	188	138	3.5	18.1	11.2	166	656	27.4	23.1	11.2	166	0.90	0.73	7.7	4.0	75					
80	13.2	13.0	29.8	34.6	656	31.7	24.8	12.0	204	104	3.3	20.1	12.1	182	552	28.4	25.6	12.1	182	0.84	0.73	7.5	4.3	80					
85	14.0	13.7	32.3	35.3	552	32.5	27.4	12.8	220	80	3.1	22.2	12.9	198	471	29.4	28.2	12.9	198	0.79	0.74	7.4	4.5	85					
90	14.8	14.5	34.9	36.1	471	33.2	30.0	13.6	235	63	2.9	24.2	13.7	214	408	30.3	30.7	13.7	214	0.74	0.74	7.2	4.6	90					

OOSTENRIJKSE DEN										open stand										Boniteit VII, h50 = 5.0, P50 = 0.7									
AUSTRIAN PINE										open stand										Site Class VII, h50 = 5.0, P50 = 0.7									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijgroei									
Stand characteristics					Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	0.0	0.0			3000				0						3000				0				0.0	0.0	5				
10	0.1	0.1			3000				0						3000				0				0.0	0.0	10				
15	0.4	0.3			3000				0						3000				0				0.0	0.0	15				
20	0.8	0.7			3000				0						3000				0				0.0	0.0	20				
25	1.3	1.1			3000				0						3000				0				0.0	0.0	25				
30	1.9	1.6	3.2		3000	1.1	2.2	1.5	1						3000	1.1	2.2	1.5	1		0.34	0.04	0.5	0.0	30				
35	2.6	2.3	5.5		3000	3.2	3.7	2.1	5						3000	3.2	3.7	2.1	5		0.50	0.09	1.0	0.1	35				
40	3.4	3.1	7.6		3000	6.1	5.1	2.7	11						3000	6.1	5.1	2.7	11		0.64	0.15	1.6	0.3	40				
45	4.2	3.9	9.5		3000	9.6	6.4	3.3	21						3000	9.6	6.4	3.3	21		0.76	0.21	2.4	0.5	45				
50	5.0	4.7	11.3		3000	13.7	7.6	4.0	35						3000	13.7	7.6	4.0	35		0.86	0.27	3.2	0.7	50				
55	5.8	5.6	13.0		3000	18.2	8.8	4.7	54						3000	18.2	8.8	4.7	54		0.93	0.33	4.1	1.0	55				
60	6.7	6.4	14.7		3000	23.0	9.9	5.4	76						3000	23.0	9.9	5.4	76		0.99	0.38	5.3	1.3	60				
65	7.5	7.3	17.0	32.4	3000	29.1	11.1	6.2	115	1065	6.9	9.1		28	1935	22.1	12.1	6.2	87		1.21	0.45	6.8	1.8	65				
70	8.4	8.1	19.7	33.1	1935	27.5	13.5	7.0	119	431	4.1	10.9	18	18	1504	23.5	14.1	7.1	101		1.04	0.49	6.4	2.1	70				
75	9.2	8.9	21.0	33.9	1504	28.5	15.5	7.9	133	305	3.8	12.6	18	18	1199	24.7	16.2	7.9	115		0.96	0.53	6.4	2.4	75				
80	9.9	9.7	23.6	34.6	1199	29.3	17.6	8.7	147	222	3.6	14.3	18	18	977	25.7	18.3	8.7	129		0.90	0.55	6.4	2.6	80				
85	10.7	10.4	26.1	35.3	977	30.1	19.8	9.4	161	165	3.3	16.0	18	18	812	26.7	20.5	9.5	142		0.84	0.57	6.3	2.9	85				
90	11.4	11.1	26.3	36.1	812	30.8	22.0	10.2	174	126	3.1	17.8	18	18	686	27.7	22.7	10.3	156		0.79	0.58	6.3	3.1	90				

OOSTENRIJKSE DEN										vrije groei										Boniteit I, h50 = 20.6, P50 = 13.9									
AUSTRIAN PINE										free growth										Site Class I, h50 = 20.6, P50 = 13.9									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijgroei									
Stand characteristics					Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	3.9	3.6	7.9		3000	6.6	5.3	3.1	14						3000	6.6	5.3	3.1	14	2.22	1.32	6.7	2.8	5					
10	6.9	6.6	13.2		3000	18.5	8.9	5.5	63						3000	18.5	8.9	5.5	63	2.52	1.85	13.0	6.3	10					
15	9.4	9.1	16.1	20.9	3000	30.4	11.4	7.9	147						3000	30.4	11.4	7.9	147	2.27	2.03	17.6	9.8	15					
20	11.6	11.3	20.1	22.0	3000	41.4	13.3	10.1	242	1217	9.4	9.9		56	1783	32.0	15.1	10.2	186	2.03	2.07	18.8	12.1	20					
25	13.5	13.2	23.8	22.0	1783	41.5	17.2	12.0	277	476	6.3	13.0		43	1307	35.2	18.5	12.1	234	1.77	2.03	18.1	13.3	25					
30	15.2	15.0	28.7	26.0	1307	43.5	20.6	13.7	324	572	12.4	16.6		94	735	31.1	23.2	13.8	229	1.58	1.97	17.1	14.1	30					
35	16.8	16.5	33.6	30.0	735	38.6	25.9	15.2	311	280	10.4	21.8		86	454	28.2	28.1	15.3	225	1.37	1.91	15.3	14.4	35					
40	18.2	17.9	38.8	34.0	454	34.5	31.1	16.5	296	153	7.8	25.4		68	302	26.7	33.6	16.6	228	1.14	1.82	13.3	14.4	40					
45	19.5	19.2	44.1	38.0	302	31.9	36.7	17.6	290	90	6.4	30.0		59	211	25.5	39.2	17.8	231	0.97	1.74	11.7	14.2	45					
50	20.6	20.3	49.3	42.0	211	30.0	42.6	18.6	286	57	5.4	34.7		52	154	24.7	45.1	18.8	234	0.85	1.65	10.5	13.9	50					
55	21.6	21.5	53.7	46.0	154	28.6	48.6	19.5	284	38	4.6	39.6		47	117	24.0	51.2	19.7	237	0.75	1.58	9.6	13.5	55					
60	22.6	22.6	58.6	50.0	117	27.6	54.9	20.3	282	26	4.0	44.6		42	91	23.5	57.4	20.5	240	0.67	1.50	8.7	13.1	60					
65	23.4	23.4	62.6	51.3	91	26.7	61.2	21.0	282	11	2.1	49.5		22	80	24.6	62.6	21.2	259	0.62	1.44	8.2	12.8	65					
70	24.2	24.2	66.3	49.7	80	27.6	66.3	21.8	299						80	27.6	66.3	21.8	299	0.59	1.38	8.0	12.4	70					
75	24.9	24.9	69.7	48.3	80	30.5	69.7	22.4	339						80	30.5	69.7	22.4	339	0.57	1.32	8.0	12.1	75					
80	25.5	25.5	72.9	47.1	80	33.4	72.9	22.9	379						80	33.4	72.9	22.9	379	0.56	1.28	7.9	11.9	80					
85	26.1	26.1	75.8	46.1	80	36.1	75.8	23.3	418						80	36.1	75.8	23.3	418	0.55	1.23	7.9	11.6	85					
90	26.6	26.6	78.6	45.2	80	38.8	78.6	23.7	458						80	38.8	78.6	23.7	458	0.54	1.20	7.8	11.4	90					

OOSTENRIJKSE DEN										vrije groei										Boniteit II, h50 = 18.0, P50 = 10.8									
AUSTRIAN PINE										free growth										Site Class II, h50 = 18.0, P50 = 10.8									
		Opstandkenmerken				Kenmerken voor dunning				Dunning				Kenmerken na dunning				Bijgroei											
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	2.4	2.1	4.3		3000	2.0	2.9	1.9	3						3000	2.0	2.9	1.9	3	1.19	0.39	2.2	0.6	5					
10	4.7	4.4	9.5		3000	9.6	6.4	3.8	24						3000	9.6	6.4	3.8	24	1.75	0.96	6.2	2.4	10					
15	6.9	6.6	13.3		3000	18.9	9.0	5.5	64						3000	18.9	9.0	5.5	64	2.03	1.26	10.4	4.3	15					
20	8.9	8.6	16.1	22.1	3000	29.1	11.1	7.5	134						3000	29.1	11.1	7.5	134	2.00	1.45	14.5	6.7	20					
25	10.7	10.5	19.4	22.0	3000	39.0	12.9	9.3	213	932	6.9	9.7	39		2068	32.1	14.1	9.4	174	1.85	1.56	16.0	8.5	25					
30	12.5	12.2	23.1	26.0	2068	40.8	15.8	11.0	254	966	12.5	12.8	79		1101	28.3	18.1	11.1	174	1.65	1.59	15.4	9.8	30					
35	14.0	13.8	27.6	30.0	1101	36.2	20.4	12.6	248	449	10.5	17.2	74		652	25.7	22.4	12.7	175	1.43	1.59	14.0	10.5	35					
40	15.5	15.2	32.6	34.0	652	32.2	25.1	14.0	240	235	7.8	20.6	59		417	24.4	27.3	14.1	181	1.19	1.55	12.3	10.8	40					
45	16.8	16.5	37.5	38.0	417	29.9	30.2	15.2	238	134	6.4	24.7	52		284	23.5	32.4	15.4	186	1.01	1.50	11.0	10.9	45					
50	18.0	17.7	42.6	42.0	284	28.2	35.5	16.4	238	82	5.4	29.0	47		202	22.8	37.9	16.5	191	0.88	1.44	9.9	10.8	50					
55	19.1	18.9	47.5	46.0	202	26.9	41.2	17.4	239	53	4.6	33.5	42		149	22.2	43.5	17.5	196	0.78	1.39	9.1	10.7	55					
60	20.1	20.0	51.8	50.0	149	25.9	47.0	18.3	240	35	4.1	38.2	38		114	21.9	49.4	18.5	201	0.69	1.33	8.4	10.5	60					
65	21.0	20.9	55.2	47.8	114	25.1	53.0	19.3	241	18	2.9	45.5	29		96	25.4	57.9	20.0	252	0.64	1.28	8.0	10.3	65					
70	21.9	21.9	59.2	50.0	114	28.3	56.2	19.8	281	16	2.9	45.5	29		96	28.4	61.2	20.7	290	0.61	1.24	7.8	10.2	70					
75	22.7	22.7	62.4	48.3	96	28.4	61.2	20.7	290	16	3.5	52.1	38		80	27.7	66.4	21.3	291	0.58	1.19	7.7	10.0	75					
80	23.4	23.4	66.4	51.4	96	31.2	64.2	21.1	328	16	3.5	52.1	38		80	30.4	69.6	21.8	327	0.55	1.15	7.4	9.9	80					
85	24.0	24.0	69.6	50.0	80	30.4	69.6	21.8	327	80	30.4	69.6	21.8	327	80	33.1	72.5	22.3	363	0.53	1.12	7.2	9.7	85					
90	24.6	24.6	72.5	48.8	80	33.1	72.5	22.3	363	80	33.1	72.5	22.3	363	80	33.1	72.5	22.3	363	0.52	1.08	7.2	9.6	90					

OOSTENRIJKSE DEN									
AUSTRIAN PINE									
vrije groei free growth									
Boniteit III, h50 = 15.4, P50 = 8.1 Site Class III, h50 = 15.4, P50 = 8.1									
Opstandkenmerken Stand characteristics				Kenmerken voor dunning Characteristics before thinning				Dunning Thinning	
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	V	
5	1.3	1.1	0.3		3000	0.0	0.2	1.1	0
10	3.0	2.7	6.0		3000	3.9	4.1	2.4	7
15	4.8	4.5	9.8		3000	10.3	6.6	3.8	26
20	6.6	6.3	13.0		3000	18.0	8.7	5.2	59
25	8.3	8.0	15.4	23.8	3000	26.8	10.7	6.9	115
30	9.9	9.6	18.9	26.0	3000	36.0	12.4	8.4	182
35	11.4	11.1	22.2	30.0	1755	34.6	15.8	10.0	198
40	12.8	12.6	26.7	34.0	989	30.6	19.9	11.4	194
45	14.2	13.9	31.4	38.0	608	28.4	24.4	12.7	195
50	15.4	15.1	36.2	42.0	399	26.7	29.2	14.0	197
55	16.6	16.3	41.0	46.0	276	25.5	34.3	15.1	200
60	17.6	17.4	45.7	50.0	199	24.6	39.7	16.1	203
65	18.6	18.3	49.2	50.0	149	23.9	45.2	17.0	206
70	19.5	19.3	52.2	47.7	133	25.5	49.4	18.0	229
75	20.4	20.2	55.9	50.0	133	28.6	52.3	18.6	267
80	21.1	21.0	58.8	48.2	112	28.5	57.0	19.5	274
85	21.8	21.8	62.5	50.0	112	31.3	59.8	19.9	310
90	22.5	22.5	65.2	48.6	97	31.3	64.2	20.7	318
Kenmerken na dunning Characteristics after thinning				Dunning Thinning		Kenmerken na dunning Characteristics after thinning		Bijsluiting Increment	
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	V	
5	1.3	1.1	0.3		3000	0.0	0.2	1.1	0
10	3.0	2.7	6.0		3000	3.9	4.1	2.4	7
15	4.8	4.5	9.8		3000	10.3	6.6	3.8	26
20	6.6	6.3	13.0		3000	18.0	8.7	5.2	59
25	8.3	8.0	15.4	23.8	3000	26.8	10.7	6.9	115
30	9.9	9.6	18.9	26.0	1755	26.3	13.8	8.5	132
35	11.4	11.1	22.2	30.0	989	23.8	17.5	10.1	135
40	12.8	12.6	26.7	34.0	608	22.7	21.8	11.5	142
45	14.2	13.9	31.4	38.0	399	21.8	26.4	12.9	149
50	15.4	15.1	36.2	42.0	276	21.2	31.3	14.1	155
55	16.6	16.3	41.0	46.0	199	20.8	36.5	15.2	162
60	17.6	17.4	45.7	50.0	149	20.5	41.9	16.2	168
65	18.6	18.3	49.2	50.0	133	22.3	46.1	17.2	192
70	19.5	19.3	52.2	47.7	133	25.5	49.4	18.0	229
75	20.4	20.2	55.9	50.0	112	25.5	54.0	18.8	237
80	21.1	21.0	58.8	48.2	112	28.5	57.0	19.5	274
85	21.8	21.8	62.5	50.0	97	28.6	61.3	20.1	283
90	22.5	22.5	65.2	48.6	97	31.3	64.2	20.7	318

OOSTENRIJKSE DEN										Boniteit IV, h50 = 12.8, P50 = 5.8													
AUSTRIAN PINE										Site Class IV, h50 = 12.8, P50 = 5.8													
Opstandkenmerken					vrije groei					Kenmerken na dunning					Bijgroei								
Stand characteristics					free growth					Characteristics after thinning					Increment								
Kenmerken voor dunning					Dunning					Characteristics after thinning					Increment								
Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment								
N G d <sub>g</sub> h <sub>g</sub> V					N G d <sub>g</sub> V					N G d <sub>g</sub> h <sub>g</sub> V					Ic <sub>G</sub> Im <sub>G</sub> Ic <sub>V</sub> Im <sub>V</sub> t								
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	Ic <sub>G</sub>	Im <sub>G</sub>	Ic <sub>V</sub>	Im <sub>V</sub>	t
5	0.7	0.6			3000	0.8	1.8	1.5	1					3000	0.8	1.8	1.5	1	0.51	0.08	0.7	0.1	5
10	1.8	1.5	2.7		3000	0.8	1.8	1.5	1					3000	0.8	1.8	1.5	1	0.51	0.08	0.7	0.1	10
15	3.2	2.9	6.4		3000	4.4	4.3	2.5	8					3000	4.4	4.3	2.5	8	0.92	0.30	2.2	0.5	15
20	4.6	4.3	9.5		3000	9.7	6.4	3.7	24					3000	9.7	6.4	3.7	24	1.18	0.49	4.1	1.2	20
25	6.0	5.8	12.3		3000	16.1	8.3	4.8	49					3000	16.1	8.3	4.8	49	1.36	0.64	6.1	2.0	25
30	7.5	7.2	14.4	26.2	3000	23.6	10.0	6.1	93					3000	23.6	10.0	6.1	93	1.74	0.79	12.6	3.1	30
35	8.9	8.6	18.6	30.0	3000	32.3	11.7	7.5	149	1383	10.7	9.9	50	1617	21.7	13.1	7.5	99	1.59	0.92	10.8	4.3	35
40	10.3	10.0	22.3	34.0	1617	28.9	15.1	8.9	150	670	8.1	12.4	43	947	20.8	16.7	8.9	107	1.31	0.99	9.9	5.0	40
45	11.6	11.3	25.3	38.0	947	26.8	19.0	10.2	154	350	6.6	15.6	39	598	20.1	20.7	10.3	115	1.11	1.01	9.0	5.5	45
50	12.8	12.5	29.7	42.0	598	25.2	23.2	11.4	158	198	5.6	19.0	36	400	19.6	25.0	11.5	122	0.96	1.01	8.4	5.8	50
55	14.0	13.7	34.3	46.0	400	24.1	27.7	12.6	163	120	4.8	22.7	33	280	19.3	29.6	12.7	130	0.85	1.00	7.8	6.0	55
60	15.0	14.8	38.9	50.0	280	23.3	32.6	13.7	167	76	4.2	26.5	31	204	19.1	34.5	13.8	136	0.75	0.99	7.3	6.1	60
65	16.1	15.8	42.7	50.0	204	22.7	37.6	14.7	172	25	1.8	30.4	14	179	20.9	38.5	14.8	158	0.69	0.96	7.1	6.2	65
70	17.0	16.8	46.3	50.0	179	24.2	41.5	15.6	193	19	1.7	33.6	14	160	22.5	42.4	15.7	179	0.66	0.94	7.1	6.3	70
75	17.9	17.6	48.9	47.5	160	25.7	45.3	16.6	214					160	25.7	45.3	16.6	214	0.63	0.92	7.0	6.3	75
80	18.7	18.5	52.3	50.0	160	28.8	47.9	17.2	249	28	3.3	38.9	29	132	25.5	49.6	17.4	220	0.60	0.90	6.9	6.4	80
85	19.5	19.2	54.8	48.1	132	28.4	52.4	18.1	254					132	28.4	52.4	18.1	254	0.57	0.89	6.8	6.4	85
90	20.2	20.0	58.2	50.0	132	31.2	54.9	18.6	288	18	2.8	44.4	27	114	28.4	56.4	18.7	262	0.55	0.87	6.7	6.4	90

**Boniteit IV, h50 = 12.8, P50 = 5.8**  
Site Class IV, h50 = 12.8, P50 = 5.8

OOSTENRIJKSE DEN										Boniteit V, h50 = 10.2, P50 = 3.7									
AUSTRIAN PINE										Site Class V, h50 = 10.2, P50 = 3.7									
Opstandkenmerken					vrije groei					Kenmerken na dunning					Bijgroei				
Stand characteristics					free growth					Characteristics after thinning					Increment				
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t
5	0.3	0.3			3000				0	3000				0			0.0	0.0	5
10	1.0	0.8			3000				0	3000				0			0.0	0.0	10
15	1.9	1.6	3.0		3000	1.0	2.0	1.5	1	3000	1.0	2.0	1.5	1	0.45	0.06	0.6	0.1	15
20	3.0	2.7	6.1		3000	4.0	4.1	2.4	7	3000	4.0	4.1	2.4	7	0.74	0.20	1.7	0.3	20
25	4.1	3.9	8.8		3000	8.3	5.9	3.3	18	3000	8.3	5.9	3.3	18	0.96	0.33	3.0	0.7	25
30	5.4	5.1	11.2		3000	13.5	7.6	4.3	37	3000	13.5	7.6	4.3	37	1.13	0.45	4.5	1.2	30
35	6.6	6.3	13.5		3000	19.5	9.1	5.3	64	3000	19.5	9.1	5.3	64	1.25	0.56	6.1	1.8	35
40	7.8	7.6	17.0	34.0	3000	26.5	10.6	6.4	109	1369	8.2	8.8	34	1631	1.38	0.66	8.2	2.7	40
45	9.0	8.8	20.3	38.0	1631	24.6	13.9	7.6	114	651	6.6	11.4	31	980	1.17	0.73	7.8	3.3	45
50	10.2	9.9	24.8	42.0	980	23.4	17.4	8.8	120	351	5.6	14.3	30	629	1.02	0.77	7.4	3.7	50
55	11.3	11.1	27.3	46.0	629	22.5	21.4	10.0	126	203	4.9	17.5	28	426	0.89	0.78	7.0	4.0	55
60	12.4	12.1	31.6	50.0	426	21.9	25.6	11.1	132	125	4.3	20.9	26	301	0.79	0.79	6.6	4.3	60
65	13.4	13.1	35.1	50.0	301	21.3	30.1	12.1	138	44	2.0	24.3	13	257	0.73	0.78	6.5	4.4	65
70	14.4	14.1	38.6	50.0	257	22.8	33.6	13.1	157	33	1.9	27.2	14	224	0.69	0.78	6.5	4.6	70
75	15.3	15.0	41.8	50.0	224	24.3	37.1	14.0	176	26	1.8	30.0	13	198	0.65	0.77	6.5	4.7	75
80	16.1	15.8	45.0	50.0	198	25.7	40.6	14.8	195	20	1.7	32.8	13	178	0.62	0.76	6.4	4.8	80
85	16.9	16.6	47.4	47.7	178	27.0	43.9	15.7	213	29	3.2	37.5	27	178	0.60	0.75	6.4	4.9	85
90	17.6	17.4	50.7	50.0	178	29.9	46.3	16.3	246	29	3.2	37.5	27	149	0.57	0.75	6.3	5.0	90



OOSTENRIJKSE DEN										vrije groei										Boniteit VI, h50 = 7.6, P50 = 2.1									
AUSTRIAN PINE										free growth										Site Class VI, h50 = 7.6, P50 = 2.1									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijgroei									
Stand characteristics					Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t										
5	0.1	0.1			3000				0						3000			0.0	0.0	5									
10	0.4	0.4			3000				0						3000			0.0	0.0	10									
15	1.0	0.8			3000				0						3000			0.0	0.0	15									
20	1.7	1.4	2.4		3000	0.6	1.6	1.4	1				1.4	1	3000	0.6	1.6	0.32	0.03	20									
25	2.5	2.3	5.1		3000	2.8	3.5	2.0	4				2.0	4	3000	2.8	3.5	0.56	0.11	25									
30	3.5	3.2	7.5		3000	6.1	5.1	2.8	12				2.8	12	3000	6.1	5.1	0.75	0.20	30									
35	4.5	4.2	9.8		3000	10.2	6.6	3.6	24				3.6	24	3000	10.2	6.6	0.90	0.29	35									
40	5.5	5.2	11.9		3000	15.0	8.0	4.4	42				4.4	42	3000	15.0	8.0	1.02	0.38	40									
45	6.6	6.3	13.8		3000	20.4	9.3	5.2	66				5.2	66	3000	20.4	9.3	1.12	0.45	45									
50	7.6	7.3	18.3	42.0	3000	26.6	10.6	6.2	106	1867	11.6	8.9	6.3	59	1133	15.0	13.0	1.18	0.53	50									
55	8.6	8.4	22.8	46.0	1133	20.1	15.0	7.3	89	400	4.8	12.3	7.3	67	733	15.3	16.3	0.95	0.58	55									
60	9.6	9.4	25.7	50.0	733	19.8	18.5	8.3	96	235	4.2	15.2	8.4	75	499	15.6	19.9	0.84	0.60	60									
65	10.6	10.3	29.5	50.0	499	19.6	22.3	9.3	103	87	2.2	18.1	9.4	91	412	17.3	23.1	0.77	0.62	65									
70	11.5	11.2	30.2	50.0	412	21.1	25.5	10.2	119	63	2.1	20.7	10.3	107	349	18.9	26.3	0.73	0.63	70									
75	12.4	12.1	33.3	50.0	349	22.5	28.7	11.1	136	48	2.0	23.2	11.2	123	301	20.5	29.4	0.69	0.63	75									
80	13.2	13.0	36.3	50.0	301	23.8	31.8	12.0	152	37	1.9	25.7	12.1	140	264	21.9	32.5	0.66	0.64	80									
85	14.0	13.7	39.2	50.0	264	25.1	34.8	12.8	169	29	1.8	28.1	12.9	157	235	23.3	35.5	0.63	0.64	85									
90	14.8	14.5	41.3	47.5	235	26.4	37.8	13.7	186				13.7	186	235	26.4	37.8	0.60	0.63	90									

OOSTENRIJKSE DEN										vrije groei										Boniteit VII, h50 = 5.0, P50 = 0.7									
AUSTRIAN PINE										free growth										Site Class VII, h50 = 5.0, P50 = 0.7									
Opstandkenmerken					Kenmerken voor dunning					Dunning					Kenmerken na dunning					Bijgroei									
Stand characteristics					Characteristics before thinning					Thinning					Characteristics after thinning					Increment									
t	h <sub>top</sub>	h <sub>dom</sub>	d <sub>dom</sub>	S%	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	N	G	d <sub>g</sub>	h <sub>g</sub>	V	lc <sub>G</sub>	lm <sub>G</sub>	lc <sub>V</sub>	lm <sub>V</sub>	t					
5	0.0	0.0			3000				0										0					5					
10	0.1	0.1			3000				0										0					10					
15	0.4	0.3			3000				0										0					15					
20	0.8	0.7			3000				0										0					20					
25	1.3	1.1			3000				0										0					25					
30	1.9	1.6	3.2		3000	1.1	2.2	1.5	1										1	0.34	0.04	0.5	0.0	30					
35	2.6	2.3	5.5		3000	3.2	3.7	2.1	5										5	0.50	0.09	1.0	0.1	35					
40	3.4	3.1	7.6		3000	6.1	5.1	2.7	11										11	0.64	0.15	1.6	0.3	40					
45	4.2	3.9	9.5		3000	9.6	6.4	3.3	21										21	0.76	0.21	2.4	0.5	45					
50	5.0	4.7	11.3		3000	13.7	7.6	4.0	35										35	0.86	0.27	3.2	0.7	50					
55	5.8	5.6	13.0		3000	18.2	8.8	4.7	54										54	0.93	0.33	4.1	1.0	55					
60	6.7	6.4	14.7		3000	23.0	9.9	5.4	76										76	0.99	0.38	5.3	1.3	60					
65	7.5	7.3	20.3	50.0	3000	28.6	11.0	6.2	113	2188	15.0	9.3	6.2	53					53	1.00	0.44	5.6	1.7	65					
70	8.4	8.1	23.9	50.0	812	17.6	16.6	7.0	75	152	2.2	13.5	7.1	66					66	0.79	0.47	4.6	1.9	70					
75	9.2	8.9	25.3	50.0	660	19.3	19.3	7.9	89	110	2.1	15.6	7.9	79					79	0.74	0.49	4.8	2.1	75					
80	9.9	9.7	28.5	50.0	550	20.8	21.9	8.7	103	82	2.0	17.8	8.7	93					93	0.70	0.50	4.9	2.3	80					
85	10.7	10.4	31.5	50.0	468	22.2	24.6	9.4	117	62	1.9	19.9	9.5	107					107	0.67	0.51	4.9	2.4	85					
90	11.4	11.1	31.1	50.0	405	23.5	27.2	10.2	132	49	1.8	22.0	10.3	121					121	0.64	0.52	4.9	2.6	90					