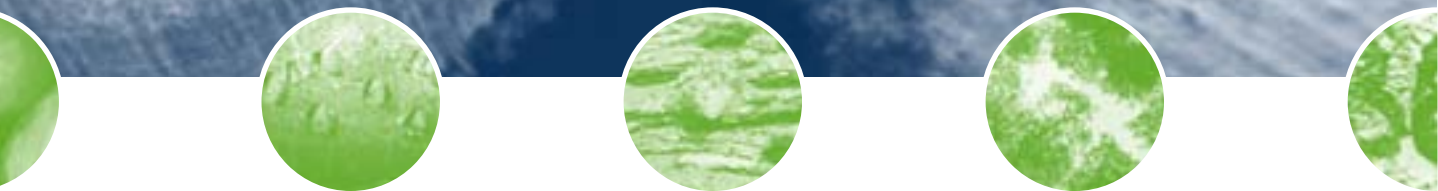


# Richtlijnen

voor het meten van  
inlands rondhout  
ten behoeve van  
de verkoop



## Afkortingen en begrippen

<b>AV</b>	Algemene Voorwaarden voor de verkoop van rondhout (Bosschap)
<b>AVIH</b>	Algemene Vereniging Inlands Hout
<b>Dbh</b>	diameterborsthoogte (1,30 m boven het maaiveld)
<b>Dg</b>	diametergrondvlak (diameter behorend bij de gemiddelde oppervlakte op Dhb)
<b>Dm</b>	diametermidden (diameter gemeten op het midden van de afgeronde werkhoutlengte)
<b>grondvlak</b>	denkbeeldig zaagoppervlak dat ontstaat bij het doorzagen van een boom op borsthoogte
<b>ha</b>	hectare (100 bij 100 meter)
<b>N</b>	aantal bomen
<b>O</b>	omtrek
<b>som</b>	optelling
<b>spilhoutlengte</b>	totale lengte van een boom (van de voet tot de top)
<b>WHL</b>	werkhoutlengte (de lengte van de afgetopte stam)
<b>m<sup>2</sup></b>	vierkante meter (voorbeeld: 2 bij 2 meter is 4 m <sup>2</sup> )
<b>m<sup>3</sup></b>	kubieke meter (voorbeeld: 3 bij 3 bij 3 meter is 27 m <sup>3</sup> )
<b>√</b>	wortel (voorbeeld: wortel uit 64 is 8)
<b>π</b>	(spreek uit als pi) = 3,14159..
<b>&lt;</b>	kleiner dan
<b>≥</b>	groter of gelijk
<b>∅</b>	doorsnede
<b>stère</b>	inhoud van een stapel hout met lucht: bepaald door stapellengte, stapelhoogte en de sortimentslengte (de breedte van de stapel) met elkaar te vermenigvuldigen
<b>verloop</b>	afname in diameter tussen Dbh en Dm

**Richtlijnen  
voor het meten van  
inlands rondhout  
ten behoeve van  
de verkoop**

© december 2002

Overname is toegestaan mits de bron wordt vermeld.

## Voorwoord bij de richtlijnen voor het meten van inlands rondhout

In 1985 zijn door het Bosschap de *'Richtlijnen voor het meten en indelen van inlands rondhout'* opgesteld. Doel was (en is) te komen tot een uniforme en controleerbare indeling en meting van rondhout ten behoeve van de houtverkoop.

In 2001 heeft het bestuur van het Bosschap de Werkgroep Houtmeten ingesteld. Aanleiding daartoe vormde een rapport van Staatsbosbeheer, waarin wordt geconcludeerd dat de wijze van meten van rondhout in ons land verouderd, te duur, te onnauwkeurig en niet georganiseerd is. Op basis van die bevindingen is de Werkgroep aan de slag gegaan.

Onderzoek heeft nu uitgewezen dat er (nog) geen goed(koper)e alternatieven voor de bestaande meetmethoden zijn. Wel lijkt met name meting tijdens het vellen met de harvester voor de (nabije) toekomst hoopgevend; op dat gebied zijn er echter grote verschillen in programma-tuur en meetsystemen van de verschillende typen en merken harvesters. Bovendien zijn er verschillen tussen de meetwijzen via de harvester en de richtlijnen. Met belangstelling wordt uitgezien naar de ontwikkeling van een standaard. Pas dan zal een 'doorbraak' in de wijze van houtmeten te verwachten zijn.

Verder is gebleken, dat de richtlijnen uit 1985 om uiteenlopende redenen vaak niet of slecht worden toegepast. En ook blijken de richtlijnen soms voor meer dan één uitleg vatbaar te zijn.

Tegen die achtergrond heeft de Werkgroep ervoor gekozen de diverse meetmethoden opnieuw te beschrijven en de richtlijnen voor het **meten** terzake bij te stellen.

De Werkgroep realiseert zich daarbij, dat de in de richtlijnen opgenomen meetmethoden in de huidige houtmarkt kostbaar zijn, maar wijst er tegelijkertijd op, dat er geen gelijkwaardig en betrouwbaar alternatief is dat minder kostbaar is.

De Werkgroep heeft besloten om geen (nieuwe) richtlijnen voor het **indelen** van inlands rondhout op te nemen. Ten eerste wordt in ons land het hout doorgaans niet volgens de EG-richtlijnen ingedeeld. Die delen hout namelijk in naar middendiameterklasse met een kwaliteitsaanduiding, terwijl in ons land hout naar eindbestemming (bijvoorbeeld: 'zaaghout') wordt ingedeeld.

Ten tweede acht de Werkgroep het indelen van hout een vak apart, dat in Nederland niet veel wordt toegepast en voor de markt niet relevant is.

Om de nieuwe beschrijvingen en richtlijnen voor het meten op hun bruikbaarheid en juistheid te testen zijn circa vijftig proefexemplaren 'uitgezet', met het verzoek daarmee aan de slag te gaan en correcties of aanvullingen te rapporteren. Dat heeft zijn uitwerking niet gemist: de Werkgroep heeft de ruime respons goed kunnen gebruiken.

Tenslotte wijst de Werkgroep op het formaat van het boekje. Uitgangspunt is geweest om een helder en informatief boekje te bieden. Daarom is gekozen voor tekst met een brede marge voor nadere uitleg/illustratie. Daarmee moest het zakformaat worden verlaten. De Werkgroep vond dat echter niet hinderlijk, omdat men meestal toch niet met de richtlijnen op zak het veld ingaat.

Het boekje dat thans voor u ligt vormt de weerslag van het gedachtegoed van de Werkgroep zoals hier weergegeven. Het Bosschap hoopt dat de nieuwe richtlijnen in de behoefte voorzien en daarmee (de uniformiteit in) het meten van rondhout in ons land op een hoger niveau brengen.

*Bosschap, december 2002*

# Inhoudsopgave

<b>1</b>	<b>Inleiding</b>	<b>7</b>
1.1	Algemeen	8
1.2	Reden tot herziening van de richtlijnen	8
1.3	Meting van hout in het algemeen	10
1.4	Veranderingen in de praktijk van het houtmeten	11
1.5	Opbouw handleiding	12
<b>2</b>	<b>Meet- en rekenprincipes</b>	<b>13</b>
2.1	Algemene inhoudsberekening	14
2.2	Inhoudsberekening van een stam	14
2.3	Meting van de diameter (D)	16
2.4	Meting van de werkhoutlengte (WHL)	19
2.5	Schors	20
<b>3</b>	<b>Meting van geveld langhout</b>	<b>21</b>
3.1	Algemeen	22
3.2	Zwaar langhout (diametermidden $\geq 21$ cm)	23
3.3	Licht langhout (diametermidden $< 21$ cm)	24
3.4	Gemengde partijen	26
<b>4</b>	<b>Meting van gestapeld en gekort hout</b>	<b>27</b>
4.1	Algemeen	28
4.2	Meting aan de bosweg	29
4.3	Meting op de vrachtauto	31
<b>5</b>	<b>Meting van hout op stam</b>	<b>33</b>
5.1	Inleiding	34
5.2	Benodigde gegevens	34
5.3	Stap 1: Verzamelen van de gegevens aan de gebleste bomen	35
	Tellen van de gebleste bomen	35
	Vaststellen van het diametergrondvlak (Dg)	35
5.4	Stap 2: Opmeten van de modelbomen	40
	Selecteren van de modelbomen	40
	Bepalen van de werkhoutlengte (WHL) en het verloop van de modelbomen	41
5.5	Stap 3: Berekenen van de totale inhoud van de partij	43
5.6	Gemengde opstanden	44

## Inhoudopgave (vervolg)

<b>6</b>	<b>Wegen</b>	<b>45</b>
<b>7</b>	<b>Volumemeting door harvesters</b>	<b>47</b>
	<b>Bijlagen</b>	<b>51</b>
Bijlage 1	Relevante artikelen uit de algemene voorwaarden voor de verkoop van rondhout	52
Bijlage 2	Conversiefactoren	56
Bijlage 3	Schatting van hout op stam	58
	Methode werkhoutvolumetabellen ('Methode Dik')	58
	Methode verloop	59
	Het loopje van Weise	60
Bijlage 4	Werkhoutvolumetabellen	61
	Tabellen	
	Douglas	62
	Grove den	64
	Japanse lariks	66
	Fijnspar en Sitkaspar	68
	Corsicaanse den (binnenland)	70
	Corsicaanse den (kust)	72
	Oostenrijkse den (binnenland)	73
	Oostenrijkse den (kust)	74
	Amerikaanse eik	75
	Zomereik	76
	Populier	78
	Berekeningen	82



# 1

## Inleiding

## 1.1 Algemeen

In 1985 heeft het Bosschap de *'Richtlijnen voor het meten en indelen van inlands rondhout'* opgesteld. Aanleiding daarvoor waren aanpassing aan nieuwe inzichten en de zorg voor aansluiting op de EG-richtlijnen van 1968 die met het Landbouwkwaliteitsbesluit van 1973 in Nederlandse wetgeving waren geïmplementeerd. Aan de Bosschapsrichtlijnen van 1985 ging al een versie vooraf (1960). Steeds was het doel te komen tot een uniforme en controleerbare indeling en meting ten behoeve van de houtverkoop. Belanghebbenden beschikken dan over betrouwbare informatie. Immers, voor de vaststelling van de hoeveelheid is een uniforme meetmethode essentieel en voor het vaststellen van de hoedanigheid is een uniforme kwaliteitsindeling onmisbaar.

De richtlijnen zijn verplicht van toepassing op rondhout dat wordt verhandeld met de aanduiding 'volgens de EG normen ingedeeld'. Maar men is vrij om **niet** – volledig – volgens deze EG-richtlijnen in te delen en te meten. Het is dan aan te bevelen afwijkingen ten opzichte van de EG-richtlijnen schriftelijk aan te geven. Voor de Nederlandse praktijk verdient het aanbeveling om gebruik te maken van de uniforme meetmethoden die zijn beschreven in de Bosschapsrichtlijnen 2002.

## 1.2 Reden tot herschrijven van de richtlijnen

In 2001 heeft het Bosschap de werkgroep houtmeten opgericht. Aanleiding hiervoor was een rapport (*'Meten, mag het ietsje minder?? Mag het ietsje beter??'*, maart 2000), geschreven door het Staatsbosbeheer, dat ging over het meten van hout. In het rapport wordt, op grond van SBB's bevindingen in de eigen organisatie, in het algemeen geconcludeerd dat de meting van rondhout in Nederland verouderd, te duur, te onnauwkeurig en niet georganiseerd is.

Ter inventarisatie van de huidige houtmeetpraktijk, zijn in Nederland in 2001 ongeveer 50 kopers en verkopers van hout geïnterviewd. Uit deze interviews blijkt dat de meetmethodes uit de richtlijnen van 1985 vaak niet of slecht worden toegepast (*'De huidige praktijk van het houtmeten'*, door R. Schulting i.o.v. het Bosschap). Daarvoor zijn verschillende redenen te noemen. Zo zijn bijvoorbeeld de meetomstandigheden veranderd (door o.a. versterkte inzet van sortimentsmethode), is de verkoop anders georganiseerd en zijn er nieuwe meetmogelijkheden bijgekomen. Bijvoorbeeld: de elektronische boomklem geeft een heel nauwkeurig antwoord, maar aan de klem is niet te zien **hoe** deze inhoud is berekend of welke tabellen zijn gebruikt. Het lijkt nauwkeurig, maar dat hoeft

helemaal niet zo te zijn. Ook past men regelmatig (on)bewust eigen interpretaties op de richtlijnen toe. Bij de meting van hout op stam valt bijvoorbeeld vrijwel niemand voldoende modelbomen of voert de berekening juist uit.

Een andere reden tot herziening van de richtlijnen is het feit dat regelmatig de ene soort meting (bijvoorbeeld meting geveld langhout) wordt vergeleken met andere soort van meting (bijvoorbeeld uitlossing aan de fabriek). Vervolgens wordt met die vergelijking dan een uitspraak gedaan over de juistheid van één van de twee metingen. Maar, met het vergelijken van twee soorten metingen die van verschillende gegevens en berekeningen uitgaan, kan niet worden gesteld dat één uitkomst goed is en de ander fout. Beide metingen zijn een **benadering** van de werkelijkheid.

Verder is het aannemelijk dat ook niet dezelfde hoeveelheid hout wordt vergeleken (en gemeten). Als bijvoorbeeld een partij hout zowel op stam als aan de stapel wordt gemeten, dan is er altijd minder hout op de stapel dan op stam gemeten. Als het hout als langhout is gemeten, kan tijdens het transport schors verdwijnen. Er komt dus minder hout bij de fabriek aan en er wordt navenant minder hout bij de uitlossing gemeten.

Naast het feit dat de richtlijnen uit 1985 vaak niet of slecht worden toegepast, doet zich het feit voor dat de richtlijnen op een aantal punten voor meer dan één uitleg vatbaar zijn.

Het Bosschap meent dat voor een verbetering van de situatie er in elk geval een heldere beschrijving van de meetmethodes aanwezig moet zijn. Daarom is besloten de bestaande en nieuwe meetmethodes (opnieuw) te beschrijven en de richtlijnen ter zake bij te stellen.

De hier beschreven meetmethoden betreffen alleen het meten en niet het **indelen** van inlands rondhout. Het indelen is niet opgenomen omdat in Nederland het hout doorgaans niet volgens de EG-richtlijnen wordt ingedeeld. Deze delen het hout in naar middendiameterklassen met een kwaliteitsaanduiding. In Nederland wordt het hout anders ingedeeld, namelijk naar de eindbestemming: bijvoorbeeld profielhout, zaaghout en paalhout.

De werkgroep van het Bosschap bestond uit:

O.O Gorter (voorzitter)

A.H. Bouma (secretaris werkgroep)

C. Boon (AVIH)

H.F.M. Weersink (Unie van Bosgroepen)

W. van Weert (van Weert Rondhout BV)

De werkgroep heeft externe deskundigheid in de persoon van mevrouw R. Schulting ingeschakeld voor uitvoering van een belangrijk deel van de werkzaamheden.

### 1.3 Meting van hout in het algemeen

Bij de levering en verkoop van hout, de uitvoering van de bosexploitatie en het houttransport moeten koper en verkoper (hiermee worden ook aannemer, opdrachtgever en vervoerder bedoeld) het eens zijn over de toe te passen meetmethode. De koper kan besluiten de gehele partij 'in de roes' (één prijs voor de gehele partij, zonder eenheidsbepaling) te kopen, hij weet dan niet precies hoeveel m<sup>3</sup> er in zit. Het is gebruikelijker dat men een duidelijke meetmethode hanteert om de totale hoeveelheid te kunnen verrekenen.

Het hout kan op verschillende locaties worden gemeten: in het bos, aan de bosweg, op een vrachtauto en bij de rondhoutverwerkende industrie. Het meten kan op verschillende wijzen plaatsvinden: op stam, geveld langhout en gekort op de stapel.

De gebruikelijke eenheden voor het bepalen van de inhoud zijn: m<sup>3</sup>, stères en tonnen.

Welke meetmethode het meest geschikt is voor koper en verkoper hangt bijvoorbeeld af van de verhouding tussen houtopbrengst en meetkosten, de aard van het te leveren hout, de wijze van exploitatie en de terreinomstandigheden. De transactie dient te geschieden op basis van de werkelijke hoeveelheid hout, gemeten volgens een van tevoren overeengekomen vaste methode, tenzij door beide partijen de verkoop is overeengekomen op basis van een volumeraming (schatting) of in de roes. De hoeveelheid hout die is bepaald volgens de overeengekomen methode, is bindend voor de transactie. Ook als een tweede meting, bijvoorbeeld op basis van uitlossing, een andere uitkomst geeft. Het is essentieel dat koper (en verkoper) de mogelijkheid hebben om op dezelfde locatie met dezelfde meetmethode een controlemeting uit te voeren en dus de beschikking hebben over de meetgegevens (*zie bijlage 1 AV*).

Metten van hout is niet gemakkelijk omdat de vorm van de stammen nooit hetzelfde is. Metten gebeurt dan ook met een zekere mate van subjectiviteit. Het verdient daarom aanbeveling conform de richtlijnen van het Bosschap te meten.

## 1.4 Veranderingen in de praktijk van het houtmeten

Na de invoering van de richtlijnen van 1985 was **meting van hout op stam** in Nederland een zeer gebruikelijke, goede en goedkope meetmethode. Tegenwoordig wordt deze weinig meer toegepast. Mede door veranderde omstandigheden ervaart men nu verschillende nadelen.

Bijvoorbeeld het apart moeten vellen van de modelbomen kan zo'n nadeel zijn: vooral als deze stammen lang in de opstand liggen kan dit ten koste gaan van de houtkwaliteit. In gemengde opstanden is het aantal te meten bomen en te vellen modelbomen relatief hoog en zijn de kosten dus ook hoog.

Meten op stam is handig als men vóór de velling de te factureren hoeveelheid wil weten. Bijvoorbeeld als er (te) weinig bergruimte langs de bosweg is om goed te kunnen meten en afrekening op basis van uitlossing niet mogelijk is of niet wordt gewenst.

Wil men hout op stam correct **meten** dan dient men de richtlijnen te volgen.

In de praktijk wordt het **schatten** (ook wel 'ramen' genoemd) van het staande houtvolume bijvoorbeeld met behulp van volumetabellen (vaak ingevoerd in een elektronische boomklem) veel toegepast. Met nadruk wordt erop gewezen dat schattingsmethoden onnauwkeurigheden in de volumebepaling inhouden (schatten is geen meten). Verrekening van meer of minder hout voor een partij die gekocht is op basis van een hoeveelheid-schatting is niet mogelijk, tenzij koper en verkoper contractueel zijn overeengekomen dat het te factureren volume door een bepaalde meetmethode nader wordt vastgesteld (*bijlage 1 art. 11.2 AV*).

Schattingen kunnen vaak wel sneller en goedkoper worden uitgevoerd dan metingen. Daarom hebben ze – zeker bij hout van geringe waarde – toch een zekere mate van bruikbaarheid voor de praktijk.

Omdat deze schattingsmethode veel wordt toegepast, is deze opgenomen in bijlage 3. De werkhoutvolumetabellen zijn opgenomen in bijlage 4.

Nieuwe ontwikkelingen rondom volumemeting door een harvester worden ook beschreven (*hoofdstuk 7*). De mogelijkheden van meting met de harvester(kop) zijn groot. De toepasbaarheid van deze meting voor de houtverkoop is nog niet uitgekristalliseerd. De komende twee jaar zal daar in Europees verband verder naar worden gekeken. Het Bosschap wacht op resultaten van dat onderzoek. Op basis van die resultaten zal al dan niet worden besloten de richtlijnen uit te breiden met volumemeting door harvesters.

## 1.5 Opbouw handleiding

De basisprincipes van het meten van hout worden in *hoofdstuk 2* behandeld. Meting van geveld langhout wordt beschreven in *hoofdstuk 3* en meting van gekort en gestapeld hout in *hoofdstuk 4*. Meting van hout op stam staat beschreven in *hoofdstuk 5* en het wegen in *hoofdstuk 6*. De perspectieven van de meting met de harvester staan beschreven in *hoofdstuk 7*.

In *bijlage 1* zijn de relevante artikelen van de Algemene voorwaarden voor de verkoop van rondhout opgenomen met een toelichting per artikel. In *bijlage 2* worden conversiefactoren behandeld. In *bijlage 3* zijn twee methoden voor het schatten van het houtvolume van staand hout opgenomen. Voor het snel en globaal inschatten van de gemiddelde diameter grondvlak is het loopje van Weise beschreven. In *bijlage 4* staan de werkhoutvolumetabellen. Op de binnenkant van de omslag worden de gebruikte afkortingen verklaard.

# 2

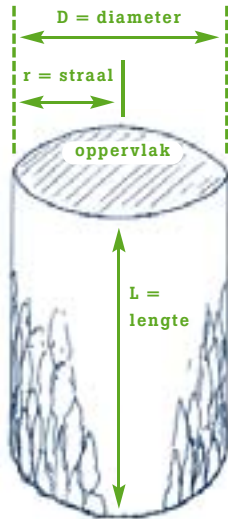
## Meet- en rekenprincipes



## 2.1 Algemene inhoudsberekening

### Illustratie 2.a:

Inhoudsberekening van een cilinder = **oppervlakte x lengte**.



De inhoud van een object zoals een kubus, cilinder of een stamstuk, wordt berekend door de **oppervlakte** van de doorsnede te vermenigvuldigen met de **lengte**. Voor de inhoudsberekening van een stam wordt gebruik gemaakt van de inhoudsberekening van een cilinder (*illustratie 2.a*).

De **oppervlakte** van een cilinder wordt berekend met behulp van de diameter, de straal of de omtrek van de cilinder.

Bij gebruik van de **diameter** (D) luidt de formule:

$$\frac{D^2 \times \pi}{4}$$

Bij gebruik van de **straal** (r) luidt de formule:

$$\frac{(2 \times r)^2 \times \pi}{4} \quad \text{oftewel} \quad r^2 \times \pi$$

Bij gebruik van de **omtrek** (O) luidt de formule:

$$\frac{O^2}{\pi \times 4}$$

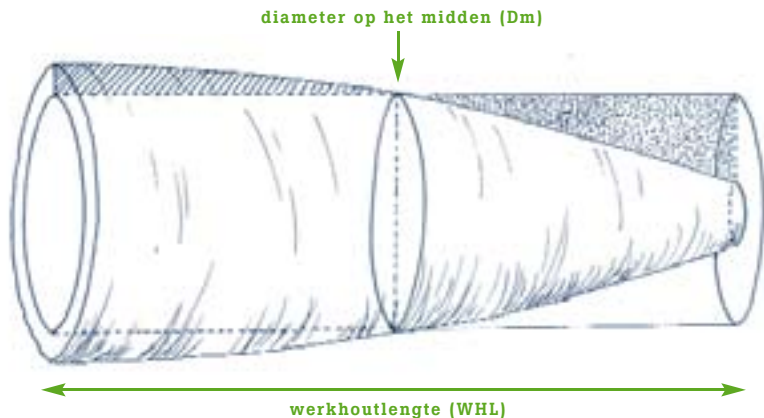
## 2.2 Inhoudsberekening van een stam

Voor de inhoudsberekening van een stam worden dezelfde formules gebruikt als voor een cilinder. Maar een boomstam is nooit echt cilindrisch: onderaan is de stam dikker dan bovenaan. Daarom wordt voor de inhoudsbepaling van een stam gebruik gemaakt van de diameter gemeten op het midden van de werkhoutlengte. Deze diameter heet de **diametermidden** (Dm) (*illustratie 2.b*).

### Illustratie 2.b:

Voor het bepalen van de inhoud wordt de Dm en de WHL gebruikt. Staminhoud:

$$\frac{Dm^2 \times \pi}{4} \times \text{WHL}$$





Voor de lengte wordt de **werkhoutlengte** (WHL) gebruikt. De WHL is de lengte van de boomvoet tot waar de boom is afgekort.

De inhoud van een stam wordt met de volgende formule berekend:

$$\frac{Dm^2 \times \pi}{4} \times WHL$$

en wordt uitgedrukt in m<sup>3</sup> met drie cijfers achter de komma.

Als de stam te dik is om met de boomklem te meten, gebruikt men de omtrek. Het nadeel is dat bij omtrekmeting alle onregelmatigheden – zoals een plaatselijke verdikking – worden 'mee'gemeten. Daardoor is de aldus berekende oppervlakte vaak iets groter dan wat met de diameter gemeten wordt.

Als de omtrek wordt gemeten, dient dit te worden aangegeven.

Bij het meten door een computer bijvoorbeeld bij een harvester of een meetraam op de fabriek, wordt de stam in secties gemeten. De diametermeting vindt dan bijvoorbeeld iedere 20 cm plaats, ieder stukje stam wordt dan opgevat als een cilinder (*illustratie 2.c*). Voor de inhoudsbepaling van de hele stam worden alle afzonderlijke cilinder-inhouden bij elkaar opgeteld.



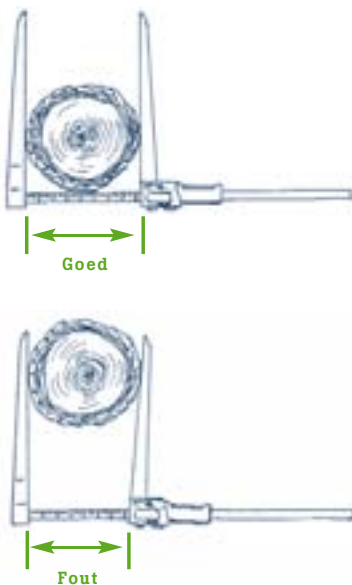
Illustratie 2.c:  
Sectiemeting.

De gebruikte meetapparatuur dient in goede staat te verkeren en regelmatig door de gebruiker zelf te worden gecontroleerd. Eigenlijk zou deze apparatuur officieel goedgekeurd moeten zijn en periodiek moeten worden gecontroleerd door een onafhankelijke derde. Dit is (nu nog) niet mogelijk omdat het Nederlands Meet Instituut (NMI) geen houtmeetapparatuur keurt (met uitzondering van de weegbruggen en de weegmodules op de vrachtwagens).

## 2.3 Meting van de diameter (D)

### Illustratie 2.d:

Maatlat ligt tegen de stam aan.



Handmatig wordt de diameter gemeten met een (elektronische) boomklem. De klem moet in een goede staat verkeren. Vooral het verschuifbare been kan speling vertonen en daarmee ontstaan fouten.

De boomklem moet op de juiste wijze worden gebruikt. De benen van de boomklem moeten zover mogelijk langs de stam worden geschoven en de maatlat moet tegen de stam liggen (*illustratie 2.d en 2.e*).



### Illustratie 2.e:

Met de punten meten verhoogt de kans op het meten van een dunnere diameter.

### Illustratie 2.f:

Bij onregelmatigheid: twee keer klemmen aan weerszijden en op gelijke afstand van de onregelmatigheid.



De gemeten diameters worden afgerond in hele cm en afgerond naar beneden. Een gemeten diameter van 13,6 cm bijvoorbeeld wordt genoteerd als 13 cm. Ook bij het klemmen met een elektronische klem dient de klem aldus af te ronden.

Als er op de meetplaats een onregelmatigheid (bijvoorbeeld een verdikking) zit, wordt er twee keer, namelijk aan weerszijden en op gelijke afstand van die onregelmatigheid, geklemd (*zie illustratie 2.f*). Beide metingen worden naar beneden afgerond. Als het gemiddelde van deze twee metingen eindigt op een halve cm dan wordt op hele cm naar boven afgerond en genoteerd.

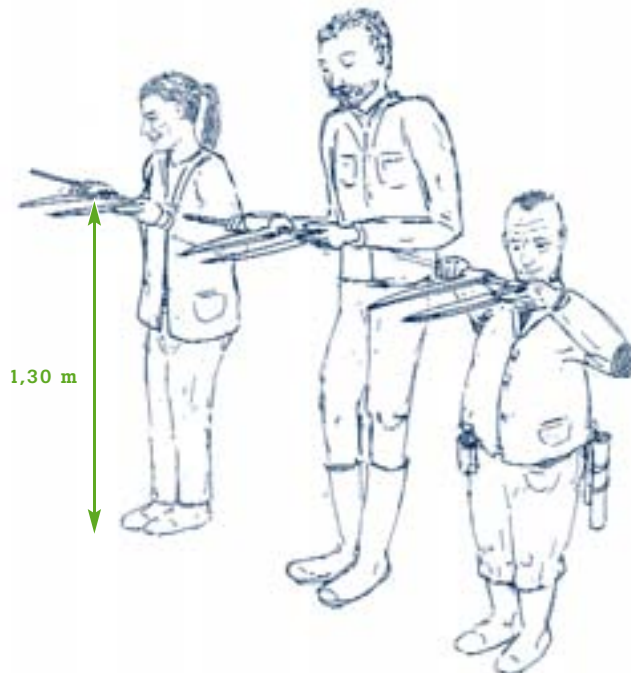
Als bomen dikker zijn dan een bepaalde diameter moet er **overkruis** worden gemeten (*illustratie 2.g*). Overkruis meten betekent twee maal haaks op elkaar klemmen (zo mogelijk de grootste en de kleinste diameter meten). Beide metingen worden afgerond op hele cm naar beneden en het gemiddelde wordt naar boven afgerond op hele cm en genoteerd.

Hout kan liggend of staand worden gemeten. De meetregels worden in de volgende hoofdstukken besproken. Hier volgen enkele algemene regels.

Aan liggend hout wordt de **diametermidden** (Dm) gemeten op het midden van de afgeronde werkhoutlengte. De gemeten diameter wordt op hele cm naar beneden afgerond.

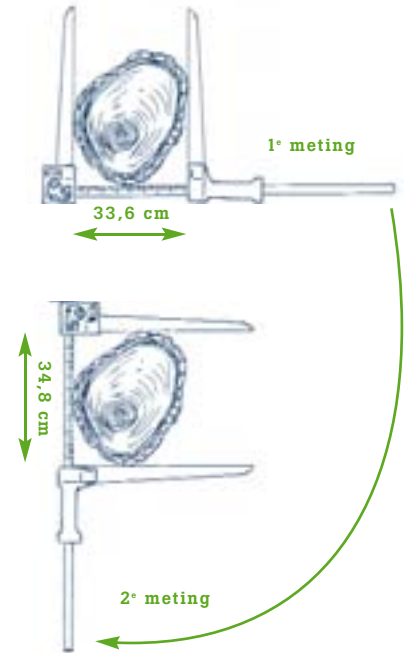
De EU geeft onderscheid tussen licht langhout (Dm < 21 cm met schors) en zwaar langhout (Dm ≥ 21 cm met schors). Bij licht langhout wordt de diameter éénmaal gemeten, bij zwaar langhout wordt overkruis gemeten.

Bij staande bomen wordt de **diameterborsthoogte** (Dbh) gemeten op 1,30 meter boven het maaiveld (*illustratie 2.h en 2.i*). De Dm grens tussen zwaar en licht langhout van Dm van 21 cm wordt door het Bosschap voor Dbh op 28 cm gesteld. Is de Dbh groter dan 28 cm dan moet overkruis worden gemeten.



Illustratie 2.g:

Overkruis meten.



**Voorbeeld** van overkruis meten:

1° meting:

33,6 wordt afgerond op 33 cm;

2° meting:

34,8 wordt afgerond op 34 cm;

Gemiddeld:

33,5 wordt afgerond op 34 cm.

Illustratie 2.h:

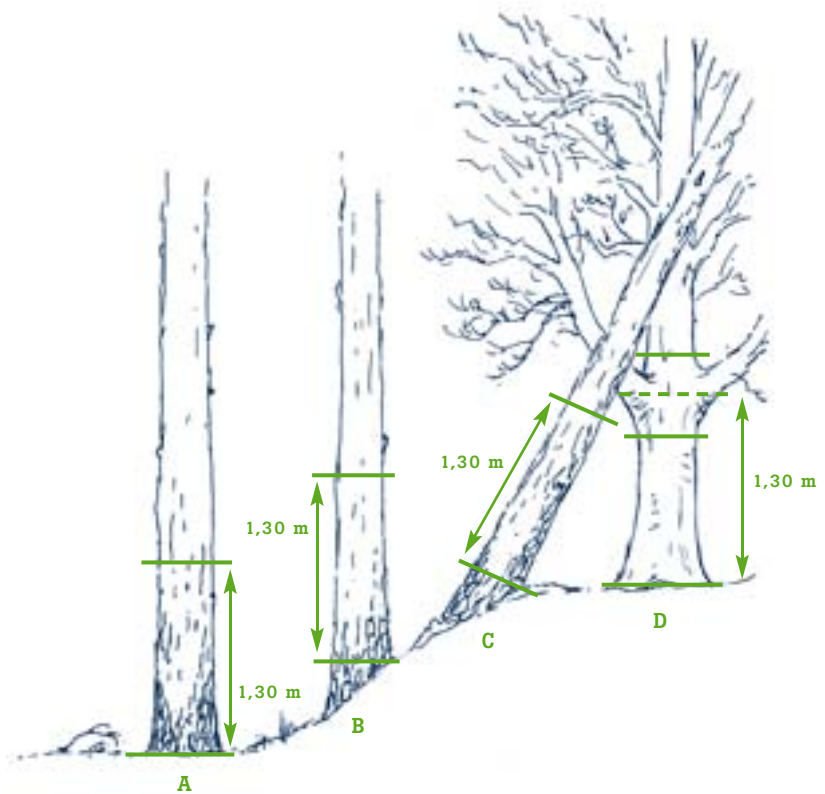
De diameterborsthoogte zit 1,30 m boven het maaiveld.

De boomklem moet haaks op de lengte-as van de boom worden aangelegd. Bij scheve bomen moet de klem dus ook net zo scheef worden gehouden (*illustratie 2.i, boom C*).

De te meten bomen worden gekozen door zigzagsgewijs door de opstand te gaan en de bomen in wisselende richting te meten. Dit is van belang i.v.m. mogelijke ovaalheid van de stammen (*illustratie 5.d*).

#### Illustratie 2.i:

Het meten van Dbh bij een gewone boom (**A** en **B**), een scheve boom (**C**) en een boom met onregelmatigheid op de meetplaats (**D**): dus twee keer klemmen aan weerszijden en op gelijke afstand van de onregelmatigheid.



## 2.4 Meting van de werkhoutlengte (WHL)

De lengte van liggend hout wordt gemeten met een in goede staat verkerende meetstok of meetlint. Dat wil zeggen dat er bijvoorbeeld geen speling in mag zitten.

Er kunnen twee lengtes worden gemeten, namelijk de spilhoutlengte en de werkhoutlengte. Spilhoutlengte is de totale lengte van de boom, werkhoutlengte betreft de lengte van de afgetopte stam. Bij het meten van het houtvolume wordt alleen gebruik gemaakt van de werkhoutlengte.

Bij het meten van de werkhoutlengte ligt het nulpunt aan het dikke eind van de stam. Bij een broek of valkerf ligt het nulpunt halverwege de broek of valkerf (*illustratie 2.j*).

Bij een scheve of gebroken stam ligt het nulpunt na de schuine kant en na de beschadiging (*illustratie 2.k*) en dit punt wordt aangegeven.

De WHL wordt altijd naar beneden afgerond. De wijze waarop dat gaat is verschillend voor licht en zwaar langhout. Is de  $D_m$  kleiner dan 21 cm (licht langhout) dan wordt op hele meters naar beneden afgerond. Is de  $D_m$  groter of gelijk aan 21 cm (zwaar langhout) dan wordt op hele decimeters naar beneden afgerond.

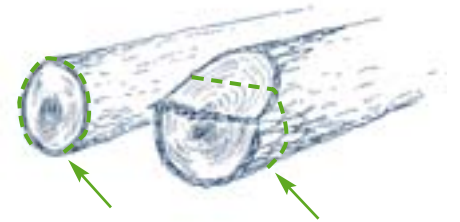
Tabel 2.1

Afronding WHL.

<b>Licht langhout:</b>	$D_m < 21$ cm, WHL afgerond op hele meters naar beneden.
<b>Zwaar langhout:</b>	$D_m \geq 21$ cm, WHL afgerond op hele decimeters naar beneden.

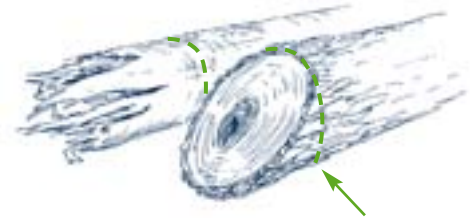
Illustratie 2.j:

Nulpunt halverwege de valkerf.



Illustratie 2.k:

Nulpunt bij een gebroken en een scheve stam.



**Voorbeeld** van afronding:

$D_m$  is 36 cm en de WHL is 20,67 m, dan wordt 20,6 m genoteerd (zwaar langhout).

$D_m$  is 18 cm en de WHL is 16,84 m, dan wordt 16 m genoteerd (licht langhout).

## 2.5 Schors

Meting van hout voor de verkoop geschiedt **met** schors (*bijlage 1, art. 11.1AV*). Maar de schors kan tijdens de velling of het transport gedeeltelijk loslaten. Vooral in het voorjaar wanneer de schors erg los zit, kan dit schorsverlies geven, bijvoorbeeld als met de harvester wordt geoogst.

Het is belangrijk dat koper en verkoper zich dit realiseren en **van tevoren** de meetmethode en de wijze van volumebepaling overeenkomen. Op zich heeft schorsverlies geen effect op de volumebepaling, immers de controle wordt uitgevoerd op dezelfde locatie en met dezelfde meetmethode.

Een vergelijking van bijvoorbeeld een meting van staand hout en een stèremeting is onjuist (*zie paragraaf 1.2*). Het betekent het vergelijken van inhoudsgegevens, verkregen door verschillende meetmethoden. Maar het kan ook betekenen het vergelijken van twee verschillende hoeveelheden hout.

Koper en verkoper kunnen van de richtlijnen afwijken door aanvullende afspraken te maken. Als men voorziet dat bij de verwerkende industrie door schorsverlies duidelijk minder hout zal worden gemeten dan bij meting aan de bosweg of op stam werd vastgesteld, dienen afspraken vóór de transactie te worden gemaakt en schriftelijk te worden vastgelegd.

Voor de eventuele toepassing van een reductiepercentage, kan gebruik worden gemaakt van de schorsreductieregeling die de *Algemene Vereniging Inlands Hout* en *Staatsbosbeheer* in 1980 zijn overeengekomen. Let wel, het betreft hier percentages die werden toegepast om volumes met 100% schors om te rekenen naar volumes zonder schors (0% schors). Omdat schorsverlies nooit 100% zal zijn, moeten deze percentages dus als een nooit van toepassing zijnde bovengrens worden geïnterpreteerd:

Tabel 2.2  
Schorsverlies

Boomsort	Percentage
Grove den en Weymouthden	meer dan 10 stuks per m <sup>3</sup> 20%
	10 tot 2 stuks per m <sup>3</sup> 15%
	minder dan 2 stuks per m <sup>3</sup> 12%
Oostenrijkse, Corsicaanse en Zeeden	25%
Lariks en douglas	18%
Abies en spar	12%
Loofhout	15%

### Voorbeeld:

Bij een uitlossing wordt alleen het volume bepaald van het hout dat daadwerkelijk bij de fabriek aankomt (al dan niet met schors) en dat is een andere volumeberekening dan bij staand hout wordt toegepast.

# 3

## Meting van geveld langhout



### 3.1 Algemeen

Voor het meten van geveld langhout moeten alle stammen afzonderlijk **kunnen** worden gemeten (*bijlage 1, art. 11.5 AV*). Dit betekent dat alle stammen zodanig langs de weg moeten liggen dat ze te meten zijn. Bij het meten van geveld langhout wordt onderscheid gemaakt tussen zwaar langhout ( $D_m \geq 21$  cm) en licht langhout ( $D_m < 21$  cm). Dit onderscheid is ooit gemaakt vanuit de gedachte dat zwaar langhout doorgaans waardevoller is dan licht langhout en dat het daarom nauwkeuriger gemeten moet worden.



## 3.2 Zwaar langhout (Diametermidden 21 cm)

Bij zwaar langhout (met een zekere financiële waarde) moeten per stam de diameter, lengte en inhoud bekend zijn. Daarom worden alle stammen op het dikke eind genummerd.

Op de meetlijst voor zwaar langhout wordt per stam opgenomen:

- het stamnummer;
- de WHL (afgerond op hele decimeters naar beneden);
- de Dm (het gemiddelde van de overkruismeting, *paragraaf 2.3*);
- de inhoud in m<sup>3</sup>;
- de eventuele omschrijving.

De meetlijst wordt aan belanghebbende verstrekt (*zie bijlage 1 AV*).

Tabel 3.1:

Een meetstaat voor zwaar langhout (*vet betekent: minimaal in te vullen*).

stamn.	lengte in m	diametermidden in cm			inhoud in m <sup>3</sup>	omschrijving
		1 <sup>e</sup> meting	2 <sup>e</sup> meting	gem.		
<b>001</b>	<b>15,6</b>	25,6	24,7	<b>25</b>	<b>0,766</b>	.....
<b>002</b>	<b>17,4</b>	26,7	26,8	<b>26</b>	<b>0,928</b>	.....

De inhoudsberekening per stam is gebaseerd op één Dm (als resultaat van de overkruismeting) en de WHL.

Maar de inhoud van een stam kan ook aan de hand van meting van afzonderlijke secties worden bepaald. Dit kan noodzakelijk zijn als er voor de verkoop met verschillende kwaliteitsklassen wordt gewerkt. Een deel van de stam kan bijvoorbeeld in kwaliteitsklasse A vallen, terwijl andere delen in klasse B thuis horen. Dan vindt sectiemeting plaats omdat sprake is van verschillende maar bruikbare kwaliteiten. Dit wordt apart gemeten. Ook kan worden gekozen voor het niet meemeten (het 'eruit meten') van een slecht stuk. Dat stuk wordt dan dus niet gemeten.

In beide gevallen moeten de afzonderlijke secties duidelijk op de stam zijn aangegeven.

Omdat de meeste kopers alleen geïnteresseerd zijn in gezond en goed hout, heeft het afzagen of uitzagen van het slechte stuk verreweg de voorkeur. Dit voorkomt veel onnodige discussie (*zie bijlage 1, art. 11.3 AV*).

### 3.3 Licht langhout (Diametermidden < 21 cm)

Bij licht langhout geschiedt de inhoudsberekening niet per stam, zoals bij zwaar langhout, maar over de hele partij. Controle kan dus niet per stam plaatsvinden maar alleen over de hele partij.

Bij licht langhout kunnen alle stammen worden gemeten, maar ook bestaat de mogelijkheid van een steekproefsgewijze meting.

#### Voorbeeld:

Bij 60 stammen:

alle stammen meten (minimaal voor een steekproef is 100 stammen);

Bij 200 stammen:

minimaal 100 stammen meten (minimaal 100 stammen);

Bij 600 stammen:

minimaal 120 stammen meten (minimaal 20%).

De steekproef moet minimaal bestaan uit:

- 100 stammen;
- 20% van het totaal aantal stammen.

Als aan één van de twee eisen niet kan worden voldaan, kan geen steekproef worden toegepast en moeten alle stammen worden gemeten.

Nadat het minimale aantal te meten stammen is vastgesteld, is het belangrijk dat men een (aselect) aftelsysteem bedenkt. Dat systeem moet worden toegepast tot en met de laatste stam. Het is belangrijk dat de steekproef representatief is voor de hele partij. Men mag niet alleen de eerste 100 stammen meten of op 't oog de te meten stammen uitkiezen. De kans op fouten is dan groot.

De aselechte steekproef is belangrijk omdat anders de meting – onbewust – te veel wordt beïnvloed. Evenzeer is het ook hier van belang dat de stammen zo worden uitgesleept dat het hout gemakkelijk te meten is (*bijlage 1, art. 11.5 AV*).

Van elke gemeten stam wordt de werkhoutlengte (op hele meters naar beneden afgerond) en de diameter op het midden (op hele cm naar beneden afgerond) gemeten. Per diameterklasse (van 1 cm) worden de lengtes opgenomen.

#### Illustratie 3.a:

Een voorbeeld van een aselechte aftelsysteem kan zijn:  
Tel de stammen en nummer ze denkbeeldig opvolgend.  
In een steekproef van 1:3 worden de stammen 3, 6, 9, 12 gemeten.



Op de meetstaat voor licht langhout worden opgenomen:

- de totale WHL per diameterklasse;
- het percentage gemeten stammen;
- de totale inhoud van de partij.

Bij handmatige berekening worden per diameterklasse de lengtes bij elkaar opgeteld. Per diameterklasse en aan de hand van de totale lengte kan vervolgens de inhoud worden bepaald. Samen geven zij de totale inhoud van de gemeten stammen. Als een steekproef is gebruikt, moet de gemiddelde staminhoud van de steekproef worden vermenigvuldigd met het totaal aantal stammen.

De meetlijst wordt aan belanghebbende verstrekt (zie bijlage 1, art. 11.4 AV).

Per diameter wordt berekend: de totale lengte, het aantal stammen en de inhoud. De inhouden per diameterklasse worden bij elkaar opgeteld om de totale inhoud te verkrijgen.

Tabel 3.2:

Voorbeeld van een meetlijst.

m <sup>3</sup>		4,577	6,514	3,677			14,768
→ totale lengte		259	324	162			
→ diameter		Ø 15	Ø 16	Ø 17	Ø 18	Ø 19	
Lengte	14						
	15	III					
	16	IIII III III III I					
	17	IIII	IIII III III I	II	II		
	18	I	IIII		IIII		
	19		I	II			
aantal stammen		16	19	9			44

**Voorbeeld:**

Bij een diameter van 17 cm is de totale lengte  $34 + 90 + 38 = 162$  m, het aantal stammen  $2 + 5 + 2 = 9$ , en de inhoud van de 9 stammen is:

$$\frac{0,17^2 \times \pi}{4} \times 162 = 3,677 \text{ m}^3.$$

## 3.4 Gemengde partijen

Tot nu toe is uitsluitend gesproken over ongemengde partijen hout. Gemengde partijen die ten verkoop worden aangeboden kunnen bestaan uit:

- een menging van zwaar en licht langhout;
- een menging van diverse houtsoorten.

### Menging van zwaar en licht langhout

Bij gemengde partijen met zwaar en licht langhout dient zwaar langhout apart van licht langhout te worden gelegd en gemeten. Maar de gehele partij mag als licht langhout worden aangemerkt en gemeten als de partij minimaal bestaat uit 60% licht langhout (en maximaal 40% zwaar langhout). Dit komt overeen met een gemiddelde diameter midden van de partij < 21 cm. Is meer dan 40% van de stammen zwaar langhout, dan wordt apart gemeten. Het licht langhout wordt dan genoteerd op de meetlijst voor licht langhout, het zwaar langhout wordt genummerd en genoteerd op de meetlijst voor zwaar langhout. Ook kan de gehele partij als zijnde zwaar langhout worden aangemerkt; deze dient dan dus stamsgewijs te worden gemeten.

Als licht langhout en zwaar langhout door elkaar liggen, kan het licht langhout niet met een steekproef worden gemeten.

### Menging van diverse houtsoorten

Bovenstaande regels gelden per houtsoort, tenzij de totale aangeboden partij tegen één verrekenprijs wordt verkocht. In dat geval mogen de verschillende houtsoorten op één meetlijst komen te staan.

# 4

## Meting van gestapeld en gekort hout



## 4.1 Algemeen

Gestapeld gekort hout van een bepaald sortiment (speciale afmetingen voor bijvoorbeeld papier of kisthout) wordt 'in de stapel' of 'aan de (rol)stapel' gemeten.

De inhoud wordt bepaald door stapellengte, stapelhoogte en de sortimentslengte (de breedte van de stapel) met elkaar te vermenigvuldigen.

De inhoud van een stapel wordt uitgedrukt in stère.

Alle eenheden en de berekende inhoud worden genoteerd in stère (of stèremeter) met 2 cijfers achter de komma.

Uitkomst in 2 cijfers achter de komma.  
Bijvoorbeeld: 6,24 stère.

De stèremeting is toegestaan voor sortimenten die niet langer zijn dan 4 meter. De boven- en zijkant van de rolstapel moeten zo recht mogelijk zijn. De stapelhoogte moet bij voorkeur niet meer dan 3 meter bedragen omdat een hogere stapel de meetnauwkeurigheid niet ten goede komt.

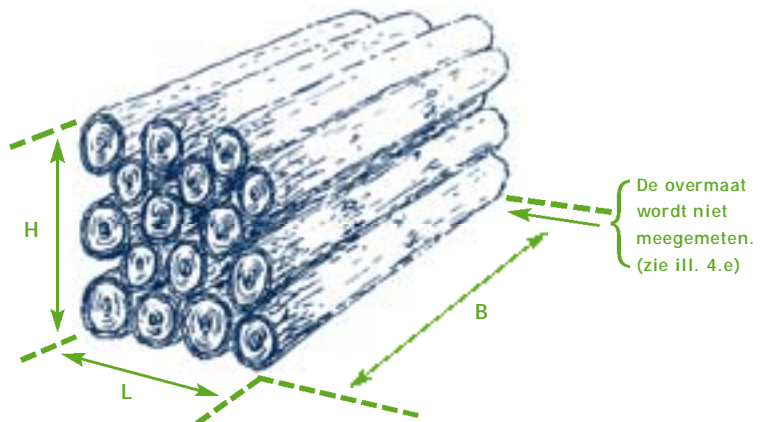
Voor de volumebepaling is het belangrijk dat verkoper en koper afspreken op welke locatie de stapel wordt gemeten: aan de bosweg, op de vrachtauto in het bos of op de vrachtauto aan de fabriek. Door het rijden met de vracht kan het hout 'nazakken'. Er ligt nog steeds evenveel houtvolume op de vrachtauto, maar er zijn minder stères. Verschillende factoren, zoals de gemiddelde diameter, de diameterspreiding en de wijze van stapeling bepalen hoeveel m<sup>3</sup> hout er in de gemeten stères zit. Als men om wil rekenen van stères naar vaste m<sup>3</sup> hout dan gebeurt dit met een conversiefactor (zie bijlage 2). Maar het heeft sterk de voorkeur om de eenheid waarin wordt gemeten ook te hanteren bij de prijsafpraak.

Nadat de stères zijn gemeten kan een volumereductie nodig zijn. Dit kan als de houtkwaliteit slecht is of als er erg slecht gestapeld is. De meetlijst vermeldt dan de gemeten stère en het aftrekpercentage en de reden van die reductie (voor rot, blauw of slecht gestapeld hout).

Meetlijstvoorbeeld:  
gemeten 52,34 stère,  
aftrekpercentage van 10% met als reden de aanwezigheid van rot.

Illustratie 4.a:

Volume berekening aan een rechte stapel:  
Lengte x Breedte x Hoogte.

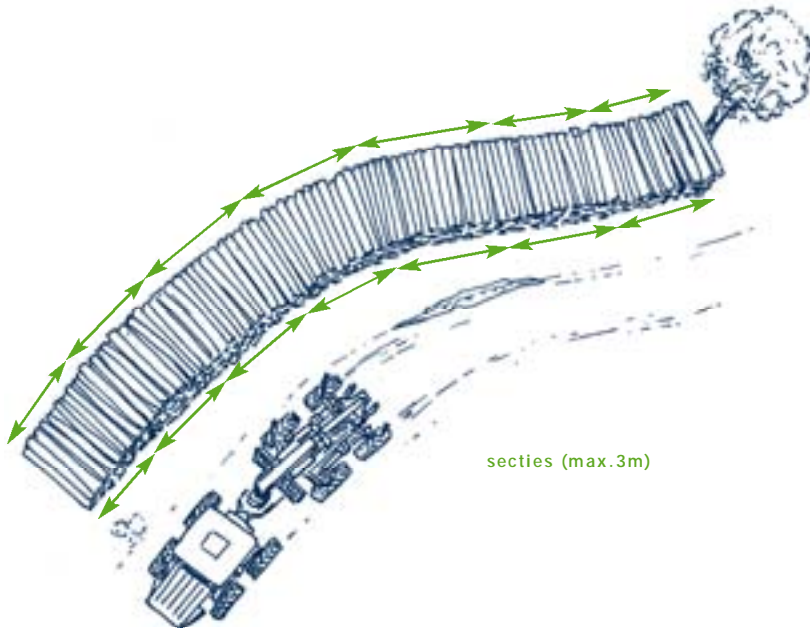


## 4.2 Meting aan de bosweg

### De stapellengte

De lengte wordt met een meetlint aan de voet van de stapel gemeten. De lengte is de totale afstand tussen de twee verst verwijderde stammen en wordt gewoonlijk 1x gemeten.

Bij een bochtige stapel wordt de lengte 2x gemeten, zowel aan voor- als achterzijde. Het gemiddelde van de twee metingen is de gemiddelde stapellengte (zie *illustratie 4.b*).



Illustratie 4.b:  
Lengtemeting aan een  
bochtige stapel.

### De stapelhoogte

De hoogte wordt gemeten met een meetlint of meetstok (zie *illustratie 4.c*) die minstens zo lang moet zijn als de stapel hoog is. De hoogte wordt gemeten in hele centimeters (afgerond naar beneden) en vindt plaats aan de kops kant van de stammen.

De hoogte wordt bepaald alsof de (hele) stammen een rechthoekige kist vullen met deksel. Op de plaats van de denkbeeldige deksel wordt de hoogte van de stapel gemeten, het nulpunt is gelijk aan de bodem van de kist. Omdat de boven- en onderkant van de stapel nooit geheel vlak zijn en de zijkanten niet geheel recht, zijn meerdere metingen nodig. Daartoe wordt de gehele lengte van de stapel in even lange secties opgedeeld van maximaal 3 meter. Het is aan te bevelen om bij een stapel korter dan

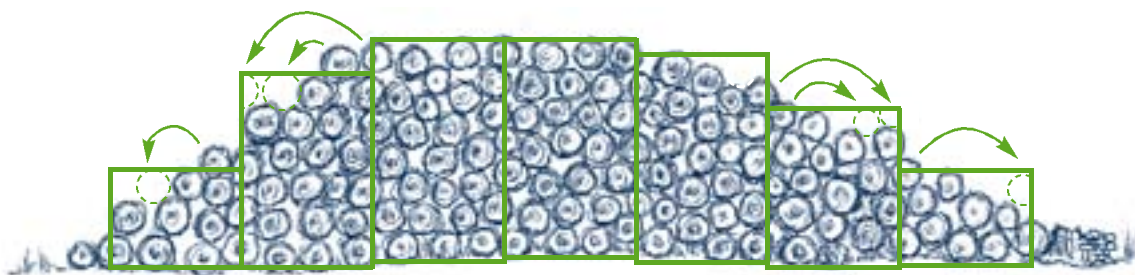


Illustratie 4.c:  
Meetstok.

10 meter, secties van 1 meter te hebben en bij langere stapels, secties van 2 meter. Per sectie wordt de hoogte gemeten (zie *illustratie 4.d*) waarin alle stammen in die denkbeeldige kist met deksel passen. De hoogtemeting wordt per sectie uitgevoerd zowel aan de voor- als aan de achterkant. Het is aan te bevelen de hoogteteelplaatsen te markeren ten behoeve van een controle. De verkregen waarde geeft de gemiddelde hoogte van de gehele stapel weer.

Om discussie te voorkomen moet de rolstapel zo vlak mogelijk worden afgewerkt.

Illustratie 4.d:  
Hoogtemeting per sectie.

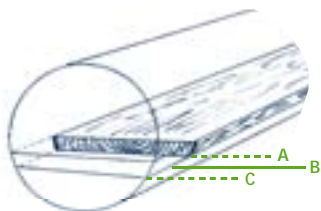


### De stapelbreedte

De stapelbreedte is gelijk aan de sortimentslengte. Dit is de lengte van het sortiment **zonder** de geeïste overmaat die de verbruiker aan dat sortiment stelt. Deze overmaat is belangrijk omdat de verwerker zeker moet weten dat er voldoende lengte is om het eindproduct eruit te kunnen zagen.

Deze geeïste overmaat op de stamlengte (de sortimentsovermaat) wordt **niet** gemeten. Met andere woorden: als het sortiment bekend is, is tevens de sortimentslengte bekend en hoeft de lengte niet meer daadwerkelijk te worden gemeten (zie *illustratie 4.e*).

Illustratie 4.e:  
De overmaat.  
A = sortimentslengte;  
A tot B = de geeïste overmaat van de fabriek (sortimentsovermaat).

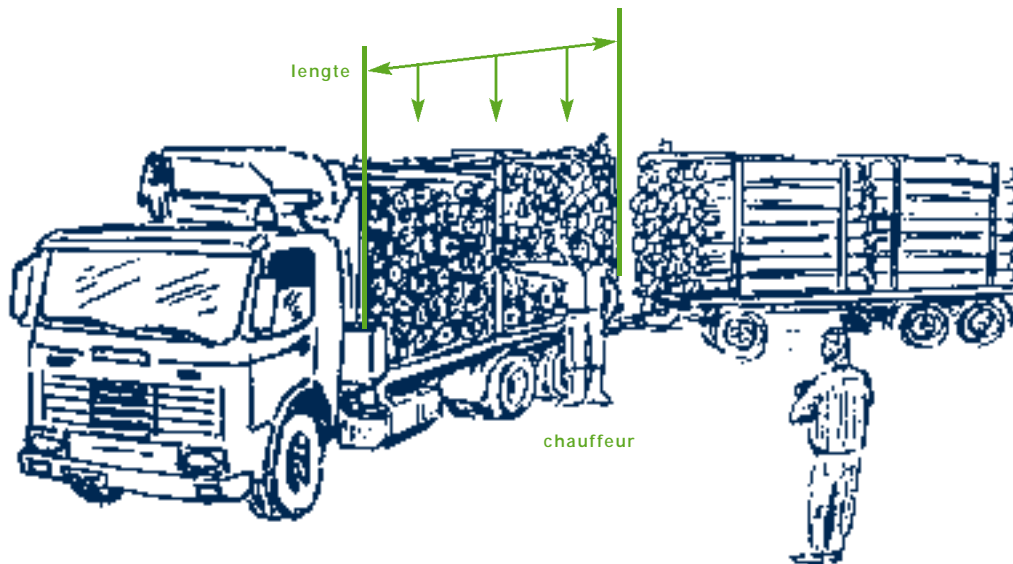


De prijsstelling voor het rondhoutsortiment is ook afgesteld op de sortimentslengte en niet op de werkelijke lengte van de stammen. Ook wanneer door onvoldoende correct werken langer wordt afgekort (punt C) dan de geeïste overmaat (punt B), wordt uitsluitend gerekend met de sortimentslengte (punt A).

De stapelbreedte mag maximaal 4 meter zijn. Omdat anders de verschillen in hoogte tussen voor- en achterkant te groot kunnen worden om nog met enige zekerheid de omrekening naar  $m^3$  te kunnen maken (zie *bijlage 2*).

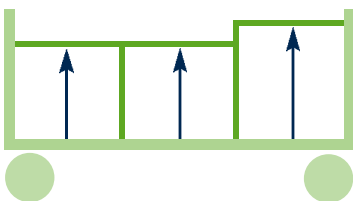


### 4.3 Meting op de vrachtauto



hoogtemeting op de voorwagen

kopschot



rong

hoogtemeting op de achterwagen



Illustratie 4.f:

Meting op de vrachtauto.  
Hoogtemeting vindt per  
sectie plaats.

De voor- en achterwagen worden als afzonderlijke stapels gemeten. Als het hout wordt gestapeld zoals op de voorwagen van *illustratie 4.f*, dan is de stapel eenvoudig te meten. Maar de stapel is lastig te meten als het hout 'op klampen' of anders gezegd 'in twee stouwen' ligt (zoals op de achterwagen van *illustratie 4.f*). Deze wijze van stapelen verdient dan ook zeker niet de voorkeur.

De meting van sortiment op de vrachtauto vindt op dezelfde manier plaats als een stapel aan de bosweg (vermenigvuldigen van stapellengte, stapelhoogte en sortimentslengte), met dien verstande dat:

- de lengte van een stapel de afstand op de laadvloer tussen de schotten of rongen is;

- voor de hoogtemeting de stapel tussen de twee rongen in minimaal drie gelijke secties wordt gedeeld. Aan beide kanten wordt per sectie de hoogte gemeten. De hoogte is de denkbeeldige hoogte van de desbetreffende sectie (*zie stapelhoogte in paragraaf 4.2*). Ligt het hout 'in twee stouwen' dan wordt iedere stapel als een sectie beschouwd. De hoogte dient wel aan **beide** kanten van het kopse eind te worden gemeten;
- de breedte de sortimentslengte is (*zie stapelbreedte in paragraaf 4.2*).

# 5

## Meting van hout op stam

## 5.1 Inleiding

Bij het meten van hout op stam wordt de inhoud bepaald aan de hand van de gebleste bomen en enkele modelbomen die geveld worden. Meting op stam mag alleen worden toegepast als de partij van voldoende omvang is en als de gemiddelde boom tot het licht hout behoort. Anders gezegd, voor het meten op stam moet:

- de partij groter zijn dan 25 m<sup>3</sup>;
- de gemiddelde Dbh kleiner zijn dan 28 cm.

Deze voorwaarden gelden voor gelijkjarige bossen die homogeen van samenstelling zijn (dus weinig verschil in diameter, hoogte- en stamvorm). (Zie voor *gemengde opstanden* paragraaf 5.6).

## 5.2 Benodigde gegevens

Voor het berekenen van de inhoud van staand hout zijn dezelfde gegevens nodig als voor geveld hout namelijk:

- de werkhoutlengte (WHL);
- het oppervlak op het midden van de stam (berekend met de Dm).

Bij staande bomen kunnen de WHL en Dm niet gemakkelijk worden gemeten (zie *illustratie 5.a*). Deze gegevens worden daarom niet per stam verkregen maar de inhoud wordt berekend aan de hand van **gemiddelde** waarden van WHL en Dm. Deze gemiddelde waarden worden bepaald aan gevelde modelbomen.

Modelbomen zijn representatief voor de te vellen bomen, ze hebben een gemiddelde WHL en een gemiddelde oppervlakte op het midden. Om de benodigde gegevens aan deze bomen te meten, worden zij geveld. Met de gemiddelde waarden kan vervolgens de inhoud worden berekend.

Voor het verkrijgen en berekenen van de totale inhoud van de partij zijn drie stappen nodig:

### STAP 1 Verzamelen van de gegevens aan de gebleste bomen

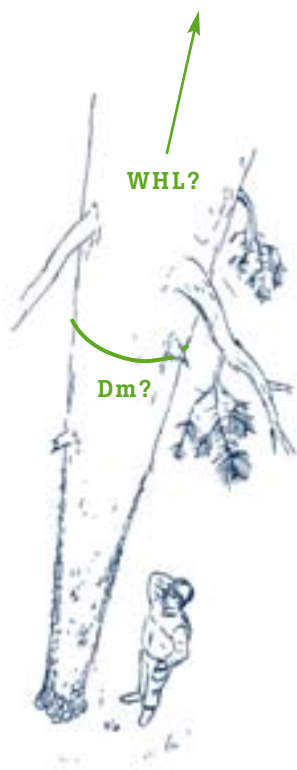
(zie paragraaf 5.3);

### STAP 2 Opmeten van de modelbomen

(zie paragraaf 5.4);

### STAP 3 Berekenen van de totale inhoud van de partij

(zie paragraaf 5.5).



Illustratie 5.a:

Het meten van de Dm en WHL is aan staande bomen niet gemakkelijk.

## 5.3 Stap 1:

### VERZAMELEN VAN DE GEGEVENS AAN DE GEBLESTE BOMEN

De handelingen van deze stap leiden er toe dat een aantal representatieve bomen, de modelbomen, aangewezen kunnen worden.

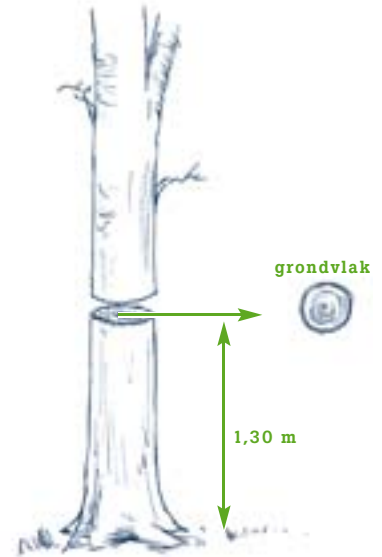
#### Tellen van de gebleste bomen

Tel (bijvoorbeeld tijdens het blesen) het aantal gebleste bomen. Als er wordt geveld met de harvester kan het voorkomen dat meer bomen – dan geblest – worden geveld, bijvoorbeeld voor het maken van uitrijpaden. Voor het verrekenen van dit extra volume kan een bepaling in de overeenkomst worden opgenomen of het kan verrekend worden in de prijs.

#### Vaststellen van het diametergrondvlak (Dg)

Om de modelbomen te kunnen selecteren, dient – van de te meten partij – de diameter die hoort bij de gemiddelde oppervlakte op Dbh, bekend te zijn. Deze oppervlakte wordt het grondvlak genoemd.

Het **grondvlak** is het denkbeeldig zaagoppervlak, dat ontstaat bij het doorzagen van een boom op borsthoogte (zie illustratie 5.b en 5.c).



Illustratie 5.b:

Het grondvlak van één boom.



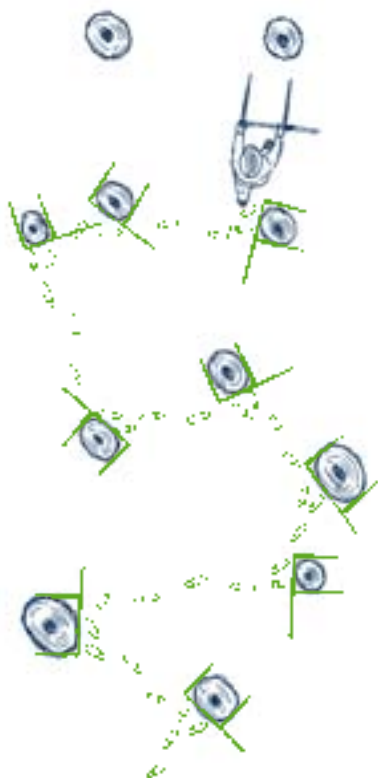
Illustratie 5.c:

Het grondvlak van een hele opstand.

*"Ik zou u toch nog een keer uitleggen wat grondvlak is? Komt u even?"*

**Illustratie 5.d:**

De bomen worden in de te meten strook in wisselende richting gemeten.



Het totale oppervlak van alle grondvlakken gedeeld door alle bomen, geeft het gemiddelde grondvlak per boom. De diameter die **daarbij hoort** wordt de 'diameter(gemiddeld)grondvlak' ( $D_g$ ) genoemd (ook wel de gemiddelde kwadratische diameter genoemd). De  $D_g$  wordt berekend uit de meetlijst (ook wel 'klemstaat' genoemd) (zie tabel 5.2).

Om de  $D_g$  te bepalen moet de diameterborsthoogte ( $Dbh$ ) van alle gebleste bomen worden gemeten. Omdat bomen ovaal kunnen zijn, is het belangrijk dat bij het klemmen de bomen niet allemaal vanuit dezelfde richting worden gemeten, maar juist vanuit een wisselende richting (zie illustratie 5.d). Daarmee wordt voorkomen dat van alle bomen alleen de dikke of alleen de dunne diameter wordt gemeten.

De  $Dbh$  kan worden bepaald door alle gebleste bomen te klemmen of met behulp van een steekproef alleen een bepaald aandeel van de bomen te klemmen.

Een **steekproef** moet aan drie eisen voldoen:

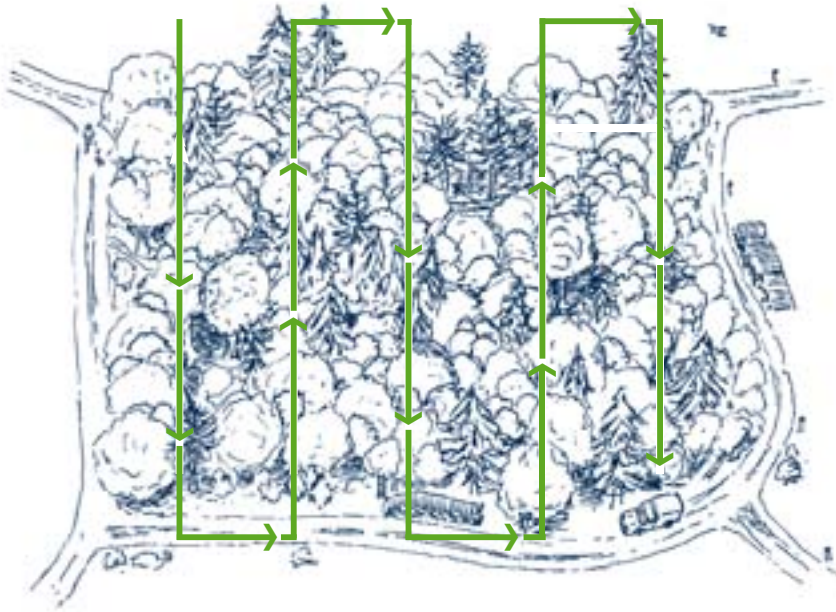
1. minimaal 200 bomen;
2. minstens 25% van het totaal aantal gebleste bomen meten;
3. de steekproef moet representatief zijn voor alle gebleste bomen.

Deze eisen gelden per boomsoort. Bij een menging met meer dan 20% mengboomsoort, moet per boomsoort aan alle eisen worden voldaan (zie paragraaf 5.6).

Tabel 5.1

Minimaal aantal bomen in steekproef.

Aantal gebleste bomen	Minimum aantal te klemmen bomen
500 grove dennen	200 (eis nr.1)
1000 douglassen	250 (eis nr.2)
500 dennen en 1500 douglassen	200 dennen (eis nr. 1) en 375 douglassen (eis nr. 2)
900 dennen en 100 berken	250 dennen én berken (bij een menging van maximaal 20 % andere boomsoorten, wordt de opstand meetkundig behandeld als een monoculture)



Illustratie 5.e:

Het bepalen van de stroken die gemeten moeten worden.

### Werkwijze in het veld bij een steekproef voor het bepalen van de Diametergrondvlak (Dg):

- Bepaal het minimale aantal te meten bomen (zie de hiervoor genoemde eisen);
- Bij het toepassen van een steekproef is het belangrijk dat men vóór het meten een vast systeem bepaalt en hanteert. Men bepaalt:
  - het aantal en de breedte van de stroken. Het hanteren van een vaste breedte (per opstand) is essentieel. De neiging bestaat om, in een zelfde opstand, bij dunnere bomen, smallere stroken te meten en bij dikkere bomen bredere. Hierdoor ontstaat er een overschatting van de Dbh;
  - de looprichting. Als er in de opstand duidelijke verschillen zijn in boomvorm (diameter- en lengte) of in boomsoortensamenstelling, is het belangrijk de stroken zoveel mogelijk loodrecht op deze grenzen te leggen;
- Alle gebleste bomen (dus ook de randbomen) moeten evenredig veel worden opgenomen. Daarom loopt men aan het eind van de strook de opstand 'uit' en weer 'in', anders zouden er te veel of juist te weinig randbomen worden gemeten (zie *illustratie 5.e*);
- Het is belangrijk om de steekproef **af** te maken. Óók als de elektronische klem aangeeft dat er genoeg bomen gemeten zijn moet de gehele opstand zijn doorlopen. Immers, de meting betreft een representatieve steekproef van de **hele** opstand.

Een **rekenvoorbeeld** van de gemiddelde diametergrondvlak (Dg) van twee bomen.

Boom A heeft een Dbh van 10 cm en boom B heeft een Dbh van 20 cm. De **diameter** van boom B is dus **2x** zo dik als van boom A.

Het **grondvlak** van boom A is 78,54 cm<sup>2</sup> (10<sup>2</sup> x π / 4) en van boom B is 314,16 cm<sup>2</sup> (20<sup>2</sup> x π / 4).

Het grondvlak van boom B is **4x** zo groot als van boom A. Dat komt doordat in de berekening van het grondvlak, de diameter in het kwadraat voorkomt.

Dus: als de diameter 2 x zo groot wordt dan wordt het grondvlak (2<sup>2</sup> ⇒) 4 x zo groot. Als de diameter 3 x zo groot wordt dan wordt het grondvlak (3<sup>2</sup> ⇒) 9 x zo groot. Hetzelfde geldt voor de inhoud van een stam. In een stam van 10 m lengte en een diameter van 20 cm 'passen' 4 stammen van dezelfde lengte met een diameter van 10 cm.

De berekening van de gemiddelde diameter grondvlak (Dg) gaat als volgt:

1. Bereken eerst het gemiddelde grondvlak uit het totaal aan grondvlakken;
2. Bereken vervolgens de diameter die hoort bij het gemiddelde grondvlak.

Voor de twee boomstammen A en B betekent dit:

$$1. \frac{78,54 + 314,16}{2} = 196,35 \text{ cm}^2$$

is het gemiddelde grondvlak (g);

$$2. \sqrt{\frac{g \times 4}{\pi}} = 15,8 \text{ cm}^2$$

is de Diametergrondvlak (Dg).

Als toch gerekend zou worden met een 'gewone' gemiddelde diameter m.a.w. een rekenkundige gemiddelde (dat in bovenstaand voorbeeld (10 + 20) / 2 = 15 cm zou bedragen), zou altijd met te kleine diameter worden gerekend.

### Berekening van de Diametergrondvlak (Dg)

Op een meetlijst worden alle gemeten Dbh's genoteerd. Vervolgens wordt de Dg bepaald. (Een elektronische klem zal dit veelal automatisch berekenen.) De Dg wordt bepaald via de berekening van het gemiddelde grondvlak. Dit lijkt wellicht omslachtig; immers de gemiddelde Dbh kan verkregen worden door het optellen van alle diameters en delen door het aantal.

Maar bij houtmeten gaat het niet om de **gemiddelde Dbh** maar om de **gemiddelde oppervlakte** en de diameter die **daarbij** hoort. Voor het berekenen van de oppervlakte moet de diameter worden gekwadrateerd. Er wordt dus gezocht naar de gemiddelde kwadratische diameter (zie *rekenvoorbeeld in de kantlijn*).

Om het meten op stam duidelijk te maken, is dit hoofdstuk voorzien van een grote doorlopende voorbeeldopstand, aangegeven met ➔.

➔ Tabel 5.2  
Meetlijst van voorbeeldopstand.

Dbh	turflijst	N (aantal)	Dbh <sup>2</sup>	N x Dbh <sup>2</sup>
14		0	196	0
15		1	225	225
16		3	256	768
17		10	289	2890
18		18	324	5832
19		20	361	7220
20		34	400	13600
21		37	441	16317
22		30	484	14520
23		21	529	11109
<b>24</b>		<b>28</b>	<b>576</b>	<b>16128</b>
25		16	625	10000
26		14	676	9465
27		2	729	1458
28		10	784	7840
29		1	841	841
30		1	900	900
31		1	961	961
32		1	1024	1024
		<b>248</b>		<b>121098</b>

Het totaal aantal gemeten bomen is 248, het totaal aantal gebleste bomen is **700**.



Van de staande bomen wordt de Dbh afgerond op hele centimeters naar beneden. Ook de elektronische klem dient zo af te ronden.

De berekening gaat als volgt:

- In de opstand wordt van alle gebleste bomen of van de gebleste steekproefbomen de Dbh gemeten (afgerond op hele cm naar beneden) en handmatig geturfd of opgeslagen in de elektronische klem. Als de Dbh > 28 cm is, moet de Dbh overkruis worden gemeten (zie *illustratie 2.g 'overkruis meten'*). (De elektronische klemmen zouden dit automatisch aan moeten geven.);
- Per diameterklasse wordt het aantal bomen (N) vermenigvuldigd met de Dbh in het kwadraat (Dbh<sup>2</sup>);
- Met bovenstaande gegevens wordt de Dg berekend:

$$Dg = \sqrt{\frac{\text{som van } (N \times \text{Dbh}^2)}{N}}$$

- De Dg wordt weergegeven in cm, met 1 cijfer achter de komma.

Veelal zal de Dg worden berekend met behulp van een rekenprogramma in bijvoorbeeld een elektronische klem.

Als de Dg bekend is, worden de modelbomen geselecteerd voor de bepaling van het verloop en de werkhoutlengte.

→ In de **voorbeeldopstand** zijn er 28 bomen met Dbh van 24 cm:  
 $28 \times 24^2 = 16128$ .

→ In de **voorbeeldopstand** is de Dg:

$$\sqrt{\frac{121097}{248}} = \sqrt{488,3} = 22,1 \text{ cm.}$$

**N.B.:** Als de inhoud niet met de diametergrondvlak wordt berekend, maar met de gemiddelde diameter, dan doet de verkoper zichzelf altijd tekort.

## 5.4 Stap 2:

### OPMETEN VAN DE MODELBOMEN

#### Selecteren van de modelbomen

Na het bepalen van de Dg kunnen de modelbomen uitgezocht en gemerkt worden en eventueel later worden geveld. Het is aan te bevelen de tijd tussen meting, verkoop en oogst kort te houden als een risico bestaat op kwaliteitsverlies dat financieel van betekenis is.

Modelbomen moeten aan enkele selectie-eisen voldoen:

- de Dbh van iedere modelboom mag maximaal +1 of –1 cm afwijken van de Dg;
- de (rekenkundig) gemiddelde Dbh van de modelbomen mag maximaal 2 mm van de Dg afwijken. Dit is belangrijk omdat dikkere modelbomen meer verloop hebben dan dunnere modelbomen. De gegevens van dikkere modelbomen leiden tot minder berekende m<sup>3</sup> en van dunnere tot meer;
- de modelbomen moeten verspreid zijn over de opstand en representatief zijn wat betreft vorm en ontwikkeling;
- in iedere situatie worden **minimaal** 10 modelbomen per partij geselecteerd. Bij een kaalkap worden minimaal 10 bomen per hectare geselecteerd en bij grotere oppervlakten een evenredig groter aantal. Bij dunningen is het aantal modelbomen evenredig aan de dunnings-ingreep, uitgedrukt in het percentage van de te vellen bomen. Altijd mogen meer modelbomen worden geselecteerd.

Tabel 5.3:

Minimaal aantal modelbomen.

te vellen ha	berekeningswijze	minimaal aantal te vellen modelbomen
2 ha kaalkap	$10 \times 2 = 20$	20
0,5 ha kaalkap	$10 \times 0,5 = 5$	10 ( <i>minimum van 10</i> )
6,5 ha dunning van 20%	$10 \times 6,5 \times 20\% = 13$	13
1,1 ha dunning van 25%	$10 \times 1,2 \times 25\% = 3$	10 ( <i>minimum van 10</i> )

## Bepalen van de werkhoutlengte (WHL) en het verloop van de modelbomen

De modelbomen worden geveld, uitgesnoeid en afgetopt, op dezelfde wijze waarop de hele partij zal worden geveld, uitgesnoeid en afgetopt. Vervolgens worden de modelbomen genummerd voor de controlebaarheid.

Van de modelbomen wordt opgenomen:

- het stamnummer;
- de werkhoutlengte, afgerond op hele decimeters naar beneden;
- de diameterborsthoogte, gemeten op 1,30 m van het dikke eind en in millimeters nauwkeurig;
- de diametermidden, gemeten op de helft van de afgeronde WHL en in millimeters nauwkeurig.

Omdat de meting van de Dbh en de Dm in millimeters plaatsvindt, is een klem met millimeterverdeling noodzakelijk.

De modelbomen zijn aan de hand van hun Dbh en hun vorm, die overeenkomt met die van de opstand geselecteerd. Na velling is het mogelijk dat de Dbh van de liggende modelboom meer dan 1 cm afwijkt van de Dg. Dit verschil kan ontstaan doordat bomen ovaal van vorm zijn en de gevelde boom vanuit een andere richting is gemeten dan toen deze nog stond (zie *illustratie 5.g*).

De Dbh van de modelboom moet aan die kant van de boom worden gemeten waar deze minder dan +1 of -1 cm afwijkt van de Dg.



*"Ik meet 19,8? Dat klopt toch niet, die Dg was toch 17,3?"*

Illustratie 5.f:

Het opmeten van een modelboom.



Illustratie 5.g:

Bomen kunnen ovaal zijn.

De Dbh en de Dm moeten aan dezelfde kant van de modelboom worden gemeten. Voor de controle staat op de velsnede aangegeven aan welke kant is gemeten.

→ Tabel 5.4  
Modelbomen.

nummer	WHL (m)	Dbh (cm)	Dm (cm)
1	17,2	21,8	17,2
2	17,6	22,4	17,9
3	18,9	22,6	16,3
4	16,9	21,6	17,1
5	18,3	22,1	17,7
6	18,7	23,1	17,9
7	18,0	21,5	17,3
8	17,5	21,9	17,6
9	19,4	22,3	17,8
10	16,4	22,0	17,7
gemiddeld	17,89	22,13	17,45

→ In de **voorbeeld-opstand**:

De gegevens van 10 modelbomen.

De gemiddelde WHL = 17,9 m.

De gemiddelde Dbh = 22,13 cm, en valt binnen de eis van  $\pm 2$  mm van de Dg.

De gemiddelde Dm van de modelbomen = 17,45 cm.

Het verschil tussen Dbh en Dm wordt het verloop genoemd. In de praktijk wordt deze term ook wel gebruikt voor bijvoorbeeld de afname van de diameter per meter, maar voor het houtmeten bestaat het verloop uit het verschil tussen Dbh en Dm.

→ Het gemiddelde verloop van Dbh naar

Dm is in de **voorbeeld-opstand**:

$22,13 \text{ cm (Dbh)} - 17,45 \text{ cm (Dm)} =$

$4,68 \text{ cm} = (\text{na afronding op mm}) 4,7 \text{ cm}.$

Het gemiddeld **verloop** van de modelbomen wordt als volgt berekend:

**de gemiddelde Dbh – gemiddelde Dm = gemiddelde verloop**

Het verloop is nodig om straks de gemiddelde Dm van alle gebleste bomen te berekenen.

## 5.5 Stap 3:

### BEREKENEN VAN DE TOTALE INHOUD VAN DE PARTIJ

Voor het berekenen van de totale inhoud zijn nodig:

- het totaal aantal gebleste bomen;
- de Dg van de opstand;
- de WHL van de modelbomen (afgerond op hele dm);
- het gemiddelde verloop van de modelbomen (zie pagina 42).

Met de Dg en het verloop van de modelbomen wordt de gemiddelde Dm van de opstand berekend:

**Dm (opstand) = Dg (opstand) – het gemiddelde verloop (modelbomen)**

Het is belangrijk dat **niet** de Dm van de modelbomen wordt gebruikt voor de inhoudsbepaling, maar de Dg van de opstand minus het verloop van de modelbomen. Dat is namelijk nauwkeuriger.

De inhoud is dan:

$$\frac{Dm^2 \text{ (opstand)} \times \pi}{4} \times \text{WHL} \times \text{totaal aantal gebleste bomen}$$

Op de klemstaat wordt genoteerd:

- het aantal gebleste bomen en eventueel de steekproef;
- het aantal gemeten bomen per diameterklasse;
- de Diametergrondvlak (Dg);
- het aantal gevelde modelbomen met stamnummer, Dbh, Dm en WHL;
- het gemiddelde verloop en de gemiddelde WHL van de modelbomen;
- de berekening van de totale inhoud van de opstand, in m<sup>3</sup> met drie cijfers achter de komma;
- de locatie en de uitvoerder van de meting (dit dient bij iedere meting bekend te zijn).

➔ In de **voorbeeldopstand** zijn de benodigde gegevens:  
Totaal aantal bomen is 700,  
de steekproef betreft 248 bomen.  
De Dg is 22,1 cm;  
de WHL is 17,9 m en  
het verloop is 4,7 cm.

➔ In de **voorbeeldopstand** is de inhoud:

$$\frac{(0,221 - 0,047)^2 \times \pi}{4} \times 17,9 \times 700 = 297,947 \text{ m}^3$$

## 5.6 Gemengde opstanden

Bij monoculturen hebben de bomen min of meer een zelfde stamvorm. Als er gebleste mengbomen aanwezig zijn dan worden die apart opgeschreven omdat iedere boomsoort een andere stamvorm vertoont. In principe moet per boomsoort aan de eisen van een op stammeting worden voldaan (*beschreven in 5.1*) en moet dus ook aan het aantal modelbomen worden voldaan.

Indien het aandeel gebleste mengboomsoorten lager is dan 20% dan mag de inhoud van de partij worden berekend als zijnde een monoculture (als daarvoor een zelfde verrekenprijs is/wordt overeengekomen). Wel dient de boomsoort tijdens het klemmen altijd apart te worden opgenomen. Is het aandeel hoger dan moet de volumebepaling van beide boomsoorten elk voldoen aan dezelfde eisen zoals in stap 1 t/m 3 beschreven.



### Illustratie 5.h:

De opstand bestaat uit 40% beuk en 60% lariks. Dus van **iedere** boomsoort moet minimaal 25% van het aantal gebleste bomen – met een minimum van 200 bomen – worden gemeten en minimaal 10 modelbomen geveld.

A close-up photograph of several stacked logs, showing their circular cross-sections and the concentric growth rings of the wood. The image is overlaid with a semi-transparent green filter. The logs are arranged in a slightly overlapping pattern, filling most of the frame.

6

Wegen

De eenheid wordt gegeven in tonnen met twee cijfers achter de komma. Bijvoorbeeld: 32,87 ton.

Wegen van hout is een goedkope en objectieve manier van meting en wordt al jaren toegepast bij populier, maar nauwelijks bij ander loofhout of bij naaldhout. Alleen bij de spaanplaatindustrie wordt in toenemende mate gebruik gemaakt van gewichtsbepaling.

Weging van hout geschiedt op een weegbrug die onder controle staat van het *Nederlands Meetinstituut (NMI)*. De bepaling van het gewicht geschiedt door het gewicht van de geladen auto te verminderen met het gewicht van de ongeladen auto. Een andere optie is het gebruik van een weegmodule op de vrachtauto of in de kraan (ook onder controle van het NMI) om onafhankelijk van een weegbrug het gewicht van de vracht hout te bepalen.

Het hout kan in verse maar ook in droge toestand – en alle gradaties daartussen – worden gewogen.

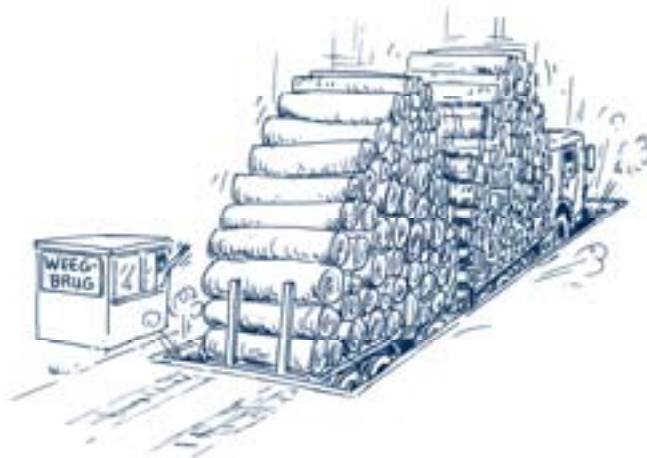
Het gewicht van hout per  $m^3$  is niet constant. Factoren die het gewicht van het hout bepalen zijn onder meer: de houtsoort, het vellingtijdstip (in het voorjaar, als de sapstroom op gang is gekomen, is de boom zwaarder dan in het najaar), de leeftijd, de groeiplaats, de ligplaats van het hout en de termijn tussen velling en wegging (gewichtsverlies als gevolg van uitdroging).

De hoeveelheid hout is pas na afvoer uit het bos bekend. Vooraf worden – in onderling overleg – de regels voor de controle afgesproken. Controle kan geschieden door het laten melden van iedere vracht die het bos verlaat. Afspraken omtrent de datum van afvoer en wegging zijn bij deze wijze van meting belangrijk. In de verkoopvoorwaarden dient een uiterste ruimingstermijn te worden vastgesteld, waarin het tijdstip van wegen wordt meegenomen.

De weegdocumenten worden aan belanghebbenden verstrekt.

#### Illustratie 6.a:

De hele combinatie niet hoger mag niet hoger zijn dan 4 meter, 2,55 breed en 18,75 lang en mag hooguit 50 ton wegen.





# 7

## Volumemeting door harvesters



Met de introductie van harvesters (oogstmachines) zijn er in de bos-exploitatie ook nieuwe mogelijkheden gekomen voor bijvoorbeeld het plannen, het bepalen van de lokatie en het meten van hout. In veel Europese landen ziet en/of werkt men met de mogelijkheden die de harde schijf en de software op de harvesters bieden. Een belangrijke optie is dat deze machine **tijdens** de oogst het hout meet. De gegevens betreffen de hoeveelheid per sortiment. Ze zijn desgewenst ter plekke voor de eigenaar beschikbaar. Ze kunnen via de E-mail op de harvester naar de PC van de koper of verwerker worden gestuurd. Op basis hiervan kan de afrekening snel plaatsvinden en kunnen de handel en/of de verwerkers de afstemming van vraag en aanbod optimaliseren. Omdat de meting direct plaatsvindt, kan het geoogste hout, evenals bij meting op stam, dus ook meteen worden afgevoerd.

De volumemeting met de harvester zou alle andere metingen kunnen vervangen. Dus één meting voor de hele keten, van boseigenaar tot verwerker. Eén meting in plaats van vele metingen betekent – ergens in de keten – een kostenreductie. Hiervoor is op de machine nagenoeg geen aparte handeling voor nodig. Wel dient de machinist regelmatig te kalibreren (ijken). Hierbij worden steekproefgewijs stammen door de harvester en met de klem gemeten. Als er een verschil is dan kan de harvester worden bijgesteld.

Kortom, de mogelijkheden van een volumemeting door de harvester zijn: snelle afrekening, betere afstemming van vraag en aanbod, goedkoop en weinig afwijking.

In veel Europese landen ziet men de voordelen maar vrijwel nergens is de toepassing van deze meting met de harvester al helemaal uitgekristalliseerd. Er wordt hard gewerkt om problemen en vragen op te lossen. Vragen omtrent de betrouwbaarheid, kalibreringsprocedure, kosten, uniformering programmatuur e.d. zijn nog niet ondubbelzinnig duidelijk beantwoord. Finland lijkt het verst te zijn in de toepassing. Dit komt door de hoge mechanisatiegraad aldaar, maar ook omdat boseigenaren al gewend zijn om het hout betaald te krijgen op basis van de meting door de exploitant en niet door de verwerker. In hun planning en uitvoering verandert er dus niets. In landen waar de afrekening met de boseigenaar plaatsvindt op basis van bijvoorbeeld een uitlossing, zal de invoering van harvester-meting veel meer veranderingen geven.

De nieuwe meting door harvesters vergt motivatie van het bedienend personeel, kennis, scholing en certificering. Daarnaast zijn veel (Nederlandse) boseigenaren en afnemers nog sceptisch over de betrouwbaarheid van de meting. Kalibreren is daar een belangrijk onderdeel van. Uit buitenlandse ervaring blijkt dat, bij het op de juiste wijze kalibreren, de afwijking erg klein kan worden gehouden.



Illustratie 7.a:  
Oogsten met de harvester.

Meten met de harvester betekent de introductie van een nieuwe meetmethode. Immers, het is geen liggende langhoutmeting (want alleen het **bruikbare** hout wordt gemeten), het is ook geen steremeting (er worden immers  $m^3$  gemeten). Het is in principe een soort sectiemeting maar (bijvoorbeeld) het aantal secties per sortiment is niet vastgelegd.

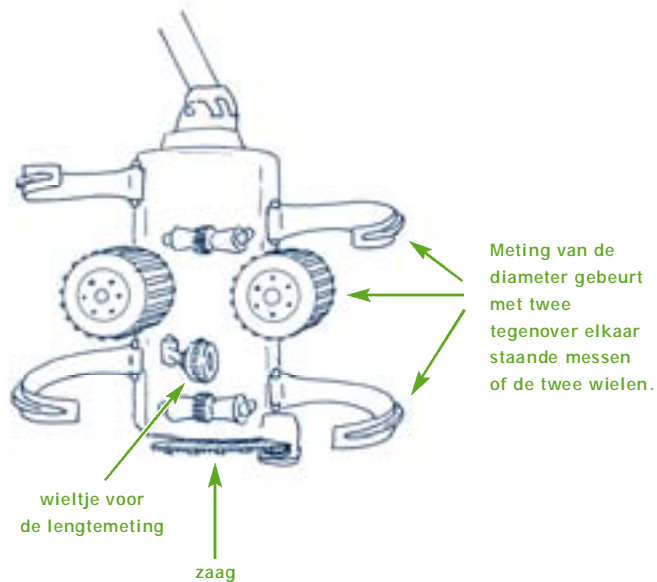
De volumeberekening kan op verschillende wijzen worden uitgevoerd (bijvoorbeeld met de diameter top, diameter midden of de diameter op het midden van iedere sectie). De meeste moderne machines meten de diameter in secties van 10 centimeter en voldoen aan de Zweedse norm **STANFOR D**. Die norm bepaalt in welke vorm gegevens dienen te worden verzameld.

Het hangt van de computersoftware af of afronding conform de huidige richtlijnen plaatsvindt. Andere afrondings- en berekeningswijzen zullen leiden tot een andere inhoud. Op dit punt bestaat echter nog geen regelgeving. Overigens geldt dat in hoofdlijnen de meet- en rekenprogrammatuur is geënt op de in Europees verband afgesproken principes, maar per programma en installatie kunnen afwijkingen voorkomen. Het staat partijen altijd vrij om zaken te doen op basis van hiermee verkregen volumebepalingen.

Er zijn in Nederland anno 2002 zo'n 50 harvesters, met ongeveer tien verschillende meetsystemen. Tot nog toe wordt in Nederland weinig met de harvester voor de aan- en verkoop gemeten. Dat is begrijpelijk omdat er geen uniforme meetmethode is, er geen uniforme controlemogelijkheden zijn en er weinig vertrouwen is tussen koper en verkoper. Daarnaast willen de meeste verwerkers alleen afrekenen op basis van hun meting aan de eigen fabriekspoort.

Om de perspectieven van deze meting te onderzoeken, is in 2002 een 2-jarig Europees onderzoek gestart met het ontwikkelen van een European training module for harvesting head technology (HARVESTER-HEAD) door Eurofortech. Het doel is een leermethode te ontwerpen om inzicht te verschaffen in het gebruik van computersystemen in de logistiek van houtoogstprocessen en informatievoorziening aan houtverwerkers (*'going to create a teaching module to de-mystify the use of computer systems in the logistics of forestry harvesting operations and information supply to the sawmill'*). Het project loopt van 2002 tot 2003. Het Boschap heeft besloten te wachten op resultaten van dit onderzoek, voordat ze al dan niet komt met een protocol voor de verkrijging van zo betrouwbaar mogelijke volumebepaling op basis van de harvester-meting.

Illustratie 7.b:  
Harvesterkop.



An aerial photograph of a rugged coastline. The sea is a deep blue, with white foam from waves crashing against a dark, rocky shore. The rocks are layered and jagged, creating a complex pattern of light and shadow. The sky is a pale, hazy blue. The overall scene is dramatic and natural.

# Bijlagen

## Bijlage 1 Relevante artikelen uit de algemene voorwaarden voor de verkoop van rondhout.

Hieronder zijn die bepalingen uit de algemene voorwaarden voor de verkoop van rondhout (Bosschap, 1994) opgenomen die van belang zijn voor de volumebepaling. Elk artikel is voorzien van een korte toelichting.

### Artikel 1 Aanvaarding en eigendomsvoorbehoud

**Art. 1.1** *'De koper wordt geacht het gekochte volume te kennen. De verkoper zal de hem bekende verborgen gebreken vermelden. De koper aanvaardt het gekochte voetsstoots in de staat waarin het zich ten tijde van het sluiten van de overeenkomst bevindt, en heeft geen aanspraak op ontbinding van de verkoopovereenkomst, op vermindering van de koopprijs of op enigerlei schadevergoeding indien het gekochte voldoet aan de specificaties die zijn vastgelegd in de overeenkomst.'*

Dat de verkoper de hem bekende verborgen gebreken vóóraf aan de koper moet melden is belangrijk omdat op basis van die melding nadere afspraken nodig kunnen zijn over het 'eruit' meten of zagen van die gebreken. Te denken valt aan wortelrot, ijzer, vóórkomen van losringigheid e.d. Het kunnen vaststellen van het volume en een prijsaanpassing voor dat hout, zijn voor koper en verkoper belangrijk. Mocht achteraf namelijk worden vastgesteld dat de verkoper had kunnen c.q. had moeten weten dat er sprake was van gebreken die hij ten onrechte niet heeft gemeld, dan kan alsnog de noodzaak van een schaderegeling blijken.

### Artikel 2 Betaling

**Art. 2.3** *'De eindafrekening vindt plaats op basis van de werkelijk geleverde hoeveelheden hout, gemeten volgens de in de overeenkomst vastgestelde methode, tenzij volumeraming contractueel overeengekomen is.'*

Uit dit artikel blijkt dat koper en verkoper goed moeten afspreken op basis van welke meting zal worden gefactureerd. Dat mag op basis van een raming of schatting of ook in de roes zonder dat een nadere verrekening zal plaatsvinden. Met "de werkelijk geleverde hoeveelheden" wordt in dit artikel bedoeld de hoeveelheid hout die verkoper aan koper heeft geleverd volgens de door hen beiden overeengekomen meetmethode. Er wordt bij verkoop door boseigenaar aan houthandel uitdrukkelijk niet bedoeld: de uiteindelijk door de handel aan de verwerkende industrie geleverde hoeveelheid.

Als er een overeenkomst is met een prijs per m<sup>3</sup> en de overeengekomen methode is 'uitlossing fabriek', kan het noodzakelijk zijn ook een omrekeningsfactor voor tonnen en/of stères af te spreken.

## Artikel 11 Meting

**Art. 11.1** *'Metingen op het terrein van de verkoper worden door de verkoper of diens vertegenwoordiger en op kosten van de verkoper uitgevoerd conform de laatst geldende richtlijnen voor het meten en indelen van inlands hout van het Bosschap, met dien verstande dat meting en indeling geschiedt in eenheden met schors.'*

Dit artikel wijst erop dat de hoeveelheidsaanduiding plaatsvindt met schors. In bijv. Zweden en Duitsland is het gebruikelijk om in eenheden zonder schors te rekenen. Met de verwijzing naar "de laatst geldende richtlijnen van het Bosschap" worden de richtlijnen van 2002 bedoeld.

**Art. 11.2** *'Indien het contractuele volume is vastgesteld door raming en de af te rekenen hoeveelheid wordt gemeten op stam, geveld of door uitlossing, dient de koper een verschil van 15% te accepteren. Bij afwijking groter dan 15% naar boven kunnen de verkoper en de koper levering en afname overeenkomen, tenzij de koper afziet van afname van het meerdere.'*

Dit artikel is bedoeld om ervoor te zorgen dat er een zekere mate van bescherming is voor de koper. De koper moet voor de planning van mensen, materieel en verkoop erop kunnen vertrouwen dat de ramingen (schattingen) ook realiteitswaarde hebben. Wanneer zou blijken dat op basis van meting er veel meer hout komt dan de 15% afwijking, kan hij in de problemen komen omdat zijn planning in het gedrang komt. Op basis van dit artikel heeft koper de vrijheid af te zien van het meerdere. Omgekeerd is verkoper echter niet gehouden tot het bijleveren van het te weinig geleverde hout! De redenering daarachter is dat dit ten koste zou kunnen gaan van het bos. Overigens blijkt hieruit dat het zakendoen op basis van schatting / raming die gevolgd wordt door meting geen vrijblijvendheid geeft voor de kwaliteit van die schatting.

**Art. 11.3** *'Indien de meting op stam wordt uitgevoerd is het risico van mogelijk verborgen gebreken (zoals hartrot, losringigheid en ijzer) voor rekening van de koper. Indien na velling blijkt dat meer dan 5% van het stamtal één of meerdere verborgen gebreken vertoont, wordt door de koper en de verkoper een billijke prijsreductie overeengekomen.'*

Voor wat betreft de risicotoedeling: zie ook art. 1.1 en de toelichting daarbij. Dit artikel is overeenkomstig van toepassing voor op stam gekocht hout waarvan overeengekomen is dat het in gevelde staat zal worden gemeten.

**Art. 11.4** *'De verkoper verstrekt de staten op basis waarvan de te verrekenen hoeveelheid wordt bepaald. De koper dient deze meetstaten op juistheid te controleren voordat met de exploitatie van hout op stam of het uitpenden van geveld langhout kan worden begonnen.'*

Hier is vanuit de boseigenaar geredeneerd: die zal de meetstaten beschikbaar moeten hebben voor de koper. In de praktijk wordt ook nogal eens gewerkt met een meting die door koper en verkoper samen wordt uitgevoerd of waarbij de koper aanwezig is. Ook daardoor is de koper in de gelegenheid zich te vergewissen van de juistheid van te factureren hoeveelheden. Bij de meting op uitlossing (meting aan de fabriek) is het de koper die de verkoper de meetstaten geeft die hij van weegbrug of (verschillende) rondhoutverwerkers heeft gekregen.

**Art. 11.5** *'Hout dat in gevelde staat wordt gemeten, dient door de koper of de verkoper zodanig te worden gevelde en uitgeslept dat de stammen goed meetbaar en verwerkbaar blijven, waarbij de verkoper en de koper voordien overeenkomen of meting plaatsvindt voor of na het uitslepen.'*

Alleen aldus kan worden gewaarborgd dat de meting ook goed kan worden uitgevoerd. Wanneer langhout in stapels wordt opgezet is een juiste meting niet mogelijk.

**Art. 11.6** *'Koper heeft het recht om controlemeting aan te vragen binnen 20 werkdagen na ontvangst van de meetstaat. Controlemeting vindt uitsluitend plaats indien dezelfde meetmethode als bij de oorspronkelijke meting toepasbaar is en wordt toegepast. De koper heeft het recht op correctie van de gemaakte meet- en rekenfouten. Het resultaat van de controle-meting is bindend, doch komt alleen in de plaats van de oorspronkelijke meting indien de afwijking 5% of meer bedraagt.'*

Met dit artikel wordt duidelijk gemaakt dat de meetmethoden bij correcte toepassing een zodanige nauwkeurigheid hebben dat ze bij herhaalde toepassing op dezelfde partij in dezelfde hoedanigheid niet meer dan 5% volumeafwijking opleveren. Een koper die onvoldoende vertrouwen heeft in de opgegeven volumina – d.w.z. de gemeten en niet de geraamde of geschatte hoeveelheden! – heeft het recht om hermeting te vragen.

De controlemeting komt in de plaats van de oorspronkelijke meting als het daarmee bepaalde volume meer dan 5% afwijkend is. Dat geldt zowel naar



boven als naar beneden. De regeling is in 1994 vastgelegd en heeft rechtskracht tenzij partijen nadrukkelijk anders overeenkomen.

**Art. 11.7** *'De koper, de verkoper en een derde – door de koper en verkoper gezamenlijk aan te wijzen – persoon, komen vóór de controlemeting overeen wat de kosten van deze meting zullen zijn. De kosten van de controlemeting worden volledig door de koper gedragen indien de afwijking van het oorspronkelijke volume kleiner is dan plus of min 5%. Indien de afwijking groter is dan plus of min 5%, zijn de kosten van de controlemeting voor rekening van de verkoper.'*

Het uitvoeren van een controlemeting kost tijd en geld. Daarom moeten daarvoor van tevoren afspraken worden gemaakt. Dit artikel geeft ook aan dat een ander dan de oorspronkelijke uitvoerder van de meting de controle moet uitvoeren ten einde de gewenste neutraliteit te waarborgen.

## Artikel 12 Inschrijving

**Art. 12.13** *'Tenzij op de kavellijst is vermeld dat het volume door meting is vastgesteld, zijn de gegevens bedoeld als raming die de verkoper niet anders binden dan in artikel 11.2 is aangegeven. Het door meting vastgestelde volume is bindend.'*

Opnieuw een bevestiging dat gemeten volumes bindend zijn en dat ramingen/schattingen bindend zijn volgens art. 11.2 als er ook een meetmethode is aangegeven volgens welke het te factureren volume zal worden bepaald. Ramingen en schattingen zijn als zodanig bindend wanneer niet is aangegeven dat een nadere volumebepaling zal plaatsvinden.

## Artikel 13 Geschillen

*'In geval van geschillen zal, wanneer de verkoper en de koper dit wensen, een bindende uitspraak worden gedaan door drie externe (niet behorend tot de organisatie van de verkoper of de onderneming van de koper) deskundige personen. De verkoper en de koper wijzen elk een deskundige aan; de derde deskundige wordt door deze beide reeds aangewezen deskundigen aangewezen. De aan de geschillenregeling verbonden kosten worden door de in het ongelijk gestelde partij betaald, tenzij de deskundigen anders beslissen.'*

Dit is een algemeen artikel dat voor alle geschillen, dus ook die met betrekking tot de volumebepaling, van toepassing is. Een 'goedkope' uitwerking voor de controlemeting is al gegeven in art. 11.7.

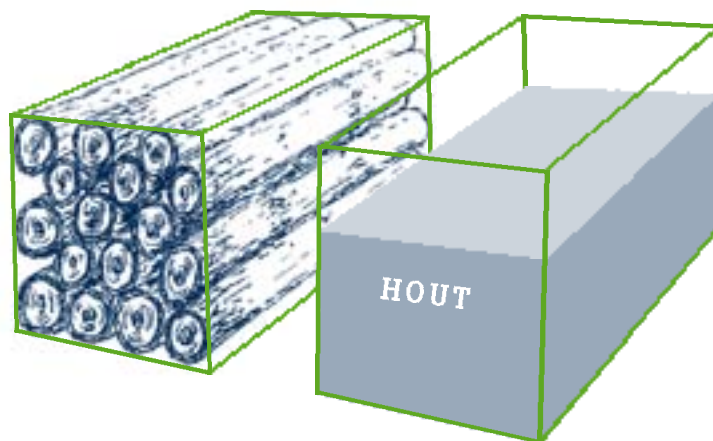
## Bijlage 2 Conversiefactoren

Conversiefactoren dienen om het volume dat is bepaald in stères (of tonnen) om te rekenen naar  $m^3$  hout. Bij verkoop verdient het de voorkeur de eenheid waarin wordt gemeten ook bij de prijsafspraken te hanteren. Met andere woorden: een meting in stères, dan ook een prijs per stère en een meten in tonnen dan ook een prijs per ton. Men kan ook van te voren de te hanteren conversiefactor overeenkomen. Er ontstaan dan geen misverstanden omdat de financiële uitkomst immers hetzelfde is. In een discussie over de juistheid van een **meting** van een bepaalde partij kan de gehanteerde conversiefactor nooit als doorslaggevende factor worden gebruikt.

### Van stère naar $m^3$

Indien toch het aantal stères moet worden omgerekend naar  $m^3$  dan moet een conversiefactor worden bepaald. De conversiefactor vermenigvuldigd met het aantal stères, geeft het aantal  $m^3$ .

Men moet zich realiseren dat een conversiefactor meestal een schatting is. Deze is sterk afhankelijk van bijvoorbeeld het sortiment, de diameter (spreiding), de wijze van stapelen en de rechtheid van het hout.



Illustratie B2.1:  
1 stère is bevat .....  $m^3$  hout.

Tabel B2.1

Voorbeeld van in praktijk gebruikte conversiefactoren.

	lengte	Ø top - Ø voet	houtsoort	1 stère = ....m <sup>3</sup>
Spaanplaathout	1,20	8 - 35	loofhout/ naaldhout	0,63
Papierhout	2,06	10 - 35	grove den fijnspaar	0,62 0,69
Emballage en pallethout II	1-2,50	16/18 - 35/40	naaldhout	0,68
Emballage en pallethout III	2-2,50	11 - 22	naaldhout	0,66
Emballage en pallethout IV	2,50-4,00	13/16 - 40	naaldhout	0,64

### Van ton naar m<sup>3</sup>

Ook bij het wegen verdient het aanbeveling om niet naar m<sup>3</sup> om te rekenen. Indien toch een prijs per m<sup>3</sup> is afgesproken dan dient ook hier de conversiefactor vóór het wegen overeen te zijn gekomen.

Het gewicht is afhankelijk van bijvoorbeeld: de boomsoort (maar ook individuele verschillen tussen bomen uit dezelfde opstand), de diameter, het velseizoen, de groeiplaats en de periode tussen vellen en wegen. De conversiefactor kan worden vastgesteld op basis van een representatieve steekproef: één op de zoveel vrachten hout zowel meten als wegen.

Enkele, in praktijk door individuele afnemers gebruikte, conversiefactoren:

Populier 1 ton = 1 m<sup>3</sup>

Naaldhout (OSB, SPA, MDF)<sup>1</sup> 1 ton = 1,05 m<sup>3</sup> (950 kg = 1 m<sup>3</sup>)

<sup>1</sup>OSB: Oriented Strand Board; MDF: Medium Density Fibre Board; SPA: spaanplaathout

## Bijlage 3 Schatting van hout op stam

Schatten (in plaats van) meten van hout op stam is niet opgenomen in de huidige houtmeetrichtlijnen. Maar omdat ze in de praktijk wel vaak als 'een soort van volumebepaling' worden gebruikt, wordt daaraan in deze bijlage aandacht besteed.

Het schatten heeft veel overeenkomsten met het meten van hout op stam. Maar het wijkt af omdat voor het verkrijgen van de benodigde gegevens geen modelbomen worden **geveld** en **gemeten**. In plaats daarvan wordt er gebruikt gemaakt van 'methode werkhoutvolumetabellen'. Of, als eerdere meetgegevens (namelijk de werkhoutlengte en het verloop) bekend zijn, kan men gebruik maken van de 'methode verloop'. Beide methodes gebruiken gegevens die niet gemeten zijn aan de huidige te vellen bomen en daardoor wordt gesproken van een 'schatting' en niet van een meting.

### Methode Werkhoutvolumetabellen (ook wel genoemd 'methode Dik')

Met behulp van een werkhoutvolumetabel kan de inhoud worden afgelezen van een **boom** met een bepaalde Dbh en boomhoogte. De boomhoogte is de totale lengte van de boom, van de voet tot de uiterste top.

Voor een schatting van het werkhoutvolume van een **opstand** met te vellen bomen wordt gewerkt met gemiddelde waarden van de boomhoogte en met de  $D_g$  (zie paragraaf 5.3).

De  $D_g$  wordt net zo berekend als bij staand hout. De **boomhoogte** wordt gemeten aan de (minimaal 10) modelbomen die net zo worden geselecteerd als bij de meting op stam, maar ze worden **niet** geveld. Een belangrijk verschil is dat de **boomhoogte** wordt gemeten en niet de werkhoutlengte. De hoogtemeting geschiedt met een optische hoogtemeter en wordt genoteerd in meters met 1 cijfer achter de komma.

Als de  $D_g$  en de gemiddelde boomhoogte bekend zijn, dan wordt met een werkhoutvolumetabel uit *bijlage 4* de inhoud van de gemiddelde boom afgelezen. In *bijlage 4* zijn werkhoutvolumetabellen opgenomen met een aftopdiameter van 10 cm.

Dit volume wordt vermenigvuldigd met het aantal te vellen bomen; dat geeft de totale geschatte inhoud van de partij. De tabellen kunnen worden afgelezen maar ook zijn de rekenformules voor het gebruik met de PC in *bijlage 4* opgenomen.

De overige voorwaarden (b.v. minimale eisen, de werkwijze bij menging en de te leveren gegevens) zijn conform de meting van staand hout (*hoofdstuk 5*).

De kanttelingen bij deze tabellen methode:

- de tabellen zijn gebaseerd op gemiddelde stamvormen. Lokale omstandigheden kunnen daar van afwijken.
- de tabellen zijn gebaseerd op sectiemetingen (net zoals bijvoorbeeld een langhoutsorteerstraat en een meting met de harvester). Dit wijkt af van de omschrijving in *hoofdstuk 5*, waarbij gebruik wordt gemaakt van afgeronde WHL, Dbh en Dm.
- de tabellen zijn gebaseerd op gelijkjarige monocultures. Bij menging van bijvoorbeeld twee boomsoorten worden twee tabellen gebruikt en verondersteld dat de stamvorm van bomen in monocultuur en menging hetzelfde is.
- bij het klemmen worden alle boomsoorten apart opgenomen. Het is in de praktijk gebruikelijk dat de boomsoorten waarvoor geen tabellen zijn, 'geplaatst' worden bij een boomsoort 'die daarop lijkt'. Dit kan sterk afwijken van de eigenlijke stamvorm en dus de inhoud.
- in Nederland zijn er meerdere tabellen in omloop die niet allemaal om dezelfde gegevens vragen, en ook niet dezelfde informatie geven. Daarom zijn in *bijlage 4* alleen de aanbevolen werkhoutvolumetabellen opgenomen.

*Voor de praktijk betekent dit dat softwareleveranciers en gebruikers van meetprogrammatuur voor elektronische klemmen moeten nagaan of zij wel gebruik maken van deze meest actuele informatie.*

- het nauwkeurigheidsgedebied. In de tabellen zijn de hoogte/diameter-combinaties aangegeven waarmee de berekening voldoende betrouwbaar is. Waarden buiten dat betrouwbaarheidsgebied mogen feitelijk niet meer worden gebruikt!

Er zijn aan de schatting dus beperkingen. Afhankelijk van de afspraken die de koper en verkoper overeenkomen is het erg belangrijk dat men aangeeft **hoe** de schatting heeft plaatsgevonden. Bij voorkeur wordt de hierboven omschreven methode gevolgd.

## Methode verloop

Een andere manier van schatten is het gebruik maken van eerder verkregen meetinformatie uit een overeenkomstige opstand. De Dg worden volgens de richtlijnen (*hoofdstuk 5*) bepaald. De WHL en het verloop – bijvoorbeeld uit eerdere metingen afkomstig – worden in de berekening ingevoerd. Met het verloop, de Dg, de WHL en het aantal te vellen bomen wordt de inhoud bepaald (geschat). Bij deze methode moet het geschatte verloop en de WHL op de meetstaat worden aangegeven. Deze methode maakt dus geen gebruik van de tabellen.

## Het loopje van Weise

Een snelle maar globale manier om de Dg van een opstand uit de meetlijst te bepalen biedt het loopje van Weise. Het geeft de diameter(klasse) aan waar de Dg zich in zou moeten bevinden. De methode is echter te onnauwkeurig om hiermee de modelbomen te selecteren.

→ In de gegeven **voorbeeldopstand** in hoofdstuk 5, tabel 5.2 betekent dit:

$248 \times 40\% = 99,2$  bomen.

99,2 bomen moeten worden teruggeteld vanaf de grootste diameter.

De 99,2<sup>e</sup> boom zit in diameter(klasse) 22.

Bij het loopje van Weise wordt de Dg gevonden door van de meetlijst die diameterklasse op te zoeken die behoort bij de boom welke, geteld vanaf de dikste boom, nog net binnen de 40% van het totaal aantal geklemde stammen valt. In deze klasse treft men dan de diameter behorend bij het gemiddelde grondvlak.

Het loopje van Weise is te onnauwkeurig voor meting ten behoeve van de verkoop maar kan dienst doen als controlemiddel bij het bepalen van de Dg.

## Bijlage 4 Werkhoutvolumetabellen

In deze bijlage zijn enkele werkhoutvolumetabellen opgenomen.

Voor de populier is gebruik gemaakt van het Dorschkamp rapport 590: *'De schatting van volumes en werkhoutlengten bij populier'*, door E.J. Dik, 1990.

Voor de overige boomsoorten is gebruik gemaakt van de berekeningen uit het IBN-rapport 223: *'Herziene spilhout-volumefuncties van enkele boomsoorten'*. Tabellen, omrekening naar werkhoutvolume, bastpercentages en verloop van de diameter in de stam, door E.J. Dik, 1996.

Er zijn alleen tabellen van boomsoorten opgenomen, waarvan bij meer dan 250 bomen van één boomsoort sectiemetingen ten behoeve van het werkhoutvolume zijn gedaan. Dat zijn ook de meest voorkomende boomsoorten. In de tabellen zijn alleen de boomvolumes die zijn ontleend aan daadwerkelijke gebruikte hoogte/diameter combinaties opgenomen, omdat deze als voldoende betrouwbaar worden geacht. In de tabellen zijn alleen de diameters tussen de 15 en 40 cm gebruikt (met uitzondering van de populier) en alle tabellen zijn gebaseerd op een aftopdiameter van 10 cm.

Het gebruik van de tabellen staat beschreven in bijlage 3. Met behulp van de (totale) boomhoogte en de diameter (D) kan het werkhoutvolume (in  $\text{dm}^3$ ) worden afgelezen. Hierbij staat de **D** voor:

- **Dbh** als de inhoud van één boom wordt bepaald;
- **Dg** als de inhoud van een (deel van een) opstand wordt bepaald.

De gebruikte formules voor de samenstelling van de tabellen staan op pagina 82 en 83.

## Douglas

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
D (in cm)																	
15				78	87	95	104	112	120	129	137	145	153	162			15
16				91	101	110	119	129	138	148	157	166	175	185	194	203	16
17					115	125	136	147	157	168	178	188	199	209	219	230	17
18					130	142	153	165	177	188	200	212	223	234	246	257	18
19					146	159	172	185	198	210	223	236	249	261	274	286	19
20						177	191	205	219	233	247	261	275	289	303	317	20
21							211	226	242	257	272	288	303	318	333	348	21
22							231	248	265	282	299	315	332	348	365	381	22
23									290	308	326	344	362	380	398	416	23
24									315	334	354	374	393	413	432	451	24
25									341	362	383	404	425	446	467	488	25
26									368	391	414	436	459	481	504	526	26
27									396	420	445	469	493	517	541	565	27
28									425	451	477	503	529	555	580	606	28
29									454	482	510	538	565	593	620	648	29
30													603	632	661	691	30
31													642	673	704	735	31
32													682	715	747	780	32
33													722	757	792	827	33
34													764	801	838	875	34
35													807	846	885	924	35
36														892	933	974	36
37														939	982	1025	37
38														988	1033	1078	38
39														1037	1084	1131	39
40														1087	1137	1186	40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	



Boomhoogte (in m)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
15																		15
16																		16
17	240																	17
18	269																	18
19	299	311																19
20	331	344																20
21	364	379	394															21
22	398	414	431	447														22
23	434	451	469	487														23
24	470	490	509	528														24
25	509	529	550	571														25
26	548	571	593	615	637													26
27	589	613	637	661	684													27
28	631	657	682	708	733													28
29	675	702	729	756	783	810	837	864										29
30	720	749	777	806	835	864	892	921										30
31	766	796	827	858	888	919	949	979										31
32	813	845	878	910	943	975	1007	1039										32
33	861	896	930	965	999	1033	1067	1101										33
34	911	948	984	1020	1056	1092	1128	1164										34
35	962	1001	1039	1077	1115	1153	1191	1229										35
36	1014	1055	1095	1135	1176	1216	1256	1296	1335	1375								36
37	1068	1110	1153	1195	1237	1279	1322	1364	1405	1447								37
38	1122	1167	1212	1256	1301	1345	1389	1433	1477	1521								38
39	1178	1225	1272	1319	1365	1412	1458	1504	1550	1596								39
40	1235	1284	1333	1382	1431	1480	1528	1577	1625	1673								40
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	

## Grove den

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
D (in cm)																	
15		71	80	88	96	105	113	121	128	136	144					15	
16		83	93	102	112	121	130	139	148	157	165					16	
17		96	107	117	128	138	148	158	168	178	188	198				17	
18		109	121	133	145	156	168	179	190	201	212	223				18	
19		123	136	150	163	175	188	201	213	225	238	250	262			19	
20			152	167	181	195	209	223	237	251	264	278	291			20	
21			169	185	201	217	232	247	262	277	292	307	321			21	
22			187	204	222	239	255	272	289	305	321	337	353	369		22	
23			205	224	243	262	280	298	316	334	352	369	387	404		23	
24				245	265	285	305	325	345	364	383	402	421	440		24	
25				266	289	310	332	353	374	395	416	437	457	478		25	
26				289	313	336	359	382	405	428	450	473	495	517		26	
27				312	338	363	388	413	437	462	486	510	533	557		27	
28				336	363	391	417	444	470	496	522	548	573	599	624		28
29				361	390	419	448	476	505	533	560	588	615	642	669	696	29
30				386	418	449	480	510	540	570	599	629	658	687	715	744	30
31					446	479	512	544	576	608	640	671	702	733	763	794	31
32					476	511	546	580	614	648	681	715	748	780	813	845	32
33					506	543	580	617	653	689	724	759	794	829	864	898	33
34						577	616	654	693	731	768	806	843	879	916	952	34
35									733	774	813	853	892	931	970	1008	35
36									775	818	860	902	943	984	1025	1066	36
37									819	863	908	952	995	1039	1082	1125	37
38									863	910	957	1003	1049	1095	1140	1185	38
39									908	958	1007	1055	1104	1152	1199	1247	39
40									955	1007	1058	1109	1160	1210	1261	1310	40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Boomhoogte (in m)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		
15																		15	
16																			16
17																			17
18																			18
19																			19
20																			20
21																			21
22																			22
23																			23
24																			24
25																			25
26																			26
27																			27
28																			28
29	722																		29
30	772	801	829																30
31	824	854	884																31
32	877	909	941																32
33	932	966	1000																33
34	988	1024	1060																34
35	1046	1084	1122																35
36	1106	1146	1186																36
37	1167	1209	1251																37
38	1230	1274	1319	1363	1406														38
39	1294	1341	1387	1434	1480														39
40	1360	1409	1458	1506	1555														40
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40		

## Japanse lariks

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
D (in cm)																	
15				76	85	94	103	112	121	130	139	148	157	165	174		15
16						110	120	130	140	150	160	170	180	190	200		16
17							138	149	160	172	183	194	205	217	228		17
18							156	169	182	194	207	219	232	245	257		18
19								190	204	218	232	246	260	274	288	302	19
20								212	228	243	258	274	289	304	320	335	20
21									252	269	286	303	320	337	353	370	21
22									278	296	315	333	352	370	389	407	22
23									305	325	345	365	385	405	425	445	23
24									333	354	376	398	420	441	463	485	24
25										385	409	432	456	479	503	526	25
26											442	468	493	518	544	569	26
27												504	532	559	586	613	27
28												543	572	601	630	659	28
29												582	613	644	675	707	29
30												622	656	689	722	755	30
31													700	735	770	806	31
32													745	783	820	858	32
33													791	831	871	911	33
34															924	966	34
35															978	1022	35
36															1033	1080	36
37																1140	37
38																1200	38
39																1263	39
40																	40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Boomhoogte (in m)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
15																		15
16																		16
17																		17
18																		18
19	315																	19
20	350	366																20
21	387	404																21
22	425	444																22
23	465	485																23
24	507	528																24
25	550	573	596															25
26	594	619	645															26
27	640	668	695															27
28	688	717	746															28
29	738	769	800															29
30	789	822	855															30
31	841	876	912															31
32	895	933	970															32
33	951	991	1030															33
34	1008	1050	1092															34
35	1067	1111	1156															35
36	1127	1174	1221															36
37	1189	1239	1288															37
38	1252	1305																38
39	1317	1372																39
40	1384																	40
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	

## Fijnspar en Sitkaspar

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
D (in cm)																	
15			84	93	102	111	119	128	137	146	154	163					15
16			97	107	117	127	137	147	157	167	176	186	196				16
17			110	122	133	144	156	167	178	189	200	210	221				17
18					150	163	175	187	200	212	224	236	248	260			18
19						182	196	209	223	236	250	263	276	289			19
20						202	217	232	247	262	276	291	306	320	335		20
21						223	239	256	272	288	305	321	337	352	368		21
22						245	263	281	298	316	334	351	369	386	403		22
23						267	287	306	326	345	364	383	402	421	440		23
24							312	333	354	375	396	416	437	457	477	498	24
25								361	384	406	428	451	473	495	517	538	25
26								390	414	438	462	486	510	534	557	580	26
27								419	445	471	497	523	548	574	599	624	27
28								450	478	506	533	561	588	615	642	669	28
29									511	541	571	600	629	658	687	716	29
30										578	609	640	671	702	733	763	30
31											648	682	715	747	780	813	31
32											689	724	759	794	829	863	32
33												768	805	842	879	915	33
34												813	852	891	930	969	34
35												859	901	942	983	1023	35
36												907	950	993	1037	1080	36
37												955	1001	1046	1092	1137	37
38													1053	1101	1148	1196	38
39													1106	1156	1206	1256	39
40													1160	1213	1265	1318	40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Boomhoogte (in m)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
15																		15
16																		16
17																		17
18																		18
19																		19
20																		20
21																		21
22																		22
23																		23
24																		24
25																		25
26																		26
27																		27
28	696	723	749	776	802													28
29	744	773	801	829	857													29
30	794	824	854	884	914													30
31	845	877	909	941	973													31
32	898	932	966	1000	1034													32
33	952	988	1024	1060	1096													33
34	1007	1045	1084	1122	1159	1197	1235	1272										34
35	1064	1104	1145	1185	1225	1265	1304	1344										35
36	1122	1165	1207	1250	1292	1334	1375	1417										36
37	1182	1227	1272	1316	1360	1405	1448	1492										37
38	1243	1290	1337	1384	1431	1477	1523	1569										38
39	1306	1355	1405	1454	1502	1551	1600	1648										39
40	1370	1422	1473	1525	1576	1627	1678	1729										40
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	

## Corsicaanse den (Binnenland)

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
D (in cm)																	
15			84	93	102	111	119	128	136							15	
16			98	108	118	127	137	147	156	166						16	
17			112	123	134	145	156	167	178	188	199					17	
18			127	139	152	164	176	188	200	212	224					18	
19				156	170	184	197	211	224	237	251	264	277			19	
20				174	190	205	220	234	249	264	278	293	307			20	
21				193	210	226	243	259	275	291	307	323	339	354	370	385	21
22				213	231	249	267	285	303	320	338	355	372	389	406	423	22
23				233	253	273	293	312	331	350	369	388	407	425	444	462	23
24				255	276	298	319	340	361	382	402	423	443	463	483	503	24
25				277	300	323	346	369	392	414	436	459	480	502	524	546	25
26				300	325	350	375	399	424	448	472	496	519	543	566	590	26
27					351	378	404	431	457	483	509	534	560	585	610	635	27
28					377	406	435	463	491	519	547	574	602	629	656	683	28
29					405	436	466	497	527	556	586	615	645	674	703	731	29
30					433	466	499	531	563	595	627	658	689	720	751	782	30
31					463	498	532	567	601	635	669	702	735	768	801	834	31
32					493	530	567	604	640	676	712	747	782	818	852	887	32
33					524	563	603	641	680	718	756	794	831	868	905	942	33
34					556	598	639	680	721	761	802	842	881	921	960	999	34
35								720	763	806	849	891	933	974	1016	1057	35
36											897	941	986	1030	1073	1117	36
37											946	993	1040	1086	1132	1178	37
38											997	1046	1095	1144	1193	1241	38
39											1049	1101	1152	1204	1255	1305	39
40											1102	1156	1211	1264	1318	1371	40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	



Boomhoogte (in m)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
D (in cm)																		
15																		15
16																		16
17																		17
18																		18
19																		19
20																		20
21	401																	21
22	440																	22
23	481																	23
24	523																	24
25	567	589	610															25
26	613	636	659															26
27	660	685	710															27
28	709	736	762															28
29	760	788	817															29
30	812	843	873															30
31	866	899	931	963														31
32	922	956	990	1024														32
33	979	1015	1052	1088														33
34	1038	1076	1115	1153														34
35	1098	1139	1180	1220														35
36	1160	1203	1246	1289														36
37	1224	1269	1314	1359														37
38	1289	1337	1384	1432														38
39	1356	1406	1456	1506														39
40	1424	1477	1530	1582														40
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	

## Corsicaanse den (Kust)

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
D (in cm)																	
15	67	75	84	92	99	107	115	122									15
16	79	88	97	106	115	124	133	141	150								16
17	91	102	112	122	132	142	152	162	171	181							17
18	104	116	128	139	151	162	173	183	194	205	215						18
19				157	170	182	194	206	218	230	242						19
20				176	190	203	217	230	244	257	269						20
21				195	211	226	241	256	270	285	299						21
22					233	250	266	282	298	314	329	345					22
23					256	274	292	310	327	344	361	378					23
24					280	300	320	339	358	376	395	413					24
25					306	327	348	369	390	410	430	450					25
26					332	355	378	400	423	445	466	488					26
27					359	384	409	433	457	481	504	527					27
28					387	414	441	467	493	518	543	568					28
29					417	445	474	502	529	557	584	610					29
30					447	478	508	538	568	597	626	654					30
31								576	607	638	669	700					31
32								614	648	681	714	746					32
33								654	690	725	760	795					33
34								695	733	771	808	844					34
35								738	778	818	857	896					35
36									824	866	907	948	989				36
37									871	915	959	1002	1045				37
38									919	966	1012	1058	1103				38
39										1018	1067	1115	1163				39
40										1072	1123	1174	1224				40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

## Oostenrijkse den (Binnenland)

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
15	67	75	83	91	98	106	113	120	127	134	141					15	
16	78	88	97	106	114	123	131	139	147	155	163	171				16	
17	91	101	111	121	131	140	150	159	168	177	186	195				17	
18		115	127	138	149	159	170	180	190	200	210	220				18	
19			143	155	167	179	191	202	214	225	236	247				19	
20			160	174	187	200	213	226	238	250	263	275				20	
21				193	208	222	236	250	264	278	291	304	317			21	
22				213	229	245	261	276	291	306	320	335	349			22	
23					252	269	286	303	319	335	351	367	383			23	
24						294	313	331	349	366	383	401	418			24	
25							340	360	379	398	417	436	454			25	
26							369	390	411	431	452	472	492			26	
27							399	421	444	466	488	509	531			27	
28							429	454	478	502	525	549	571			28	
29							461	488	513	539	564	589	613	638		29	
30							494	522	550	577	604	631	657	683		30	
31							528	558	588	617	645	674	702	729		31	
32							564	595	627	658	688	718	748	777		32	
33							600	634	667	700	732	764	796	827		33	
34							637	673	708	743	777	811	845	878	911	34	
35							675	713	751	788	824	860	895	930	965	35	
36								755	794	833	872	910	947	984	1021	36	
37								798	839	880	921	961	1000	1039	1078	37	
38								841	885	929	971	1013	1055	1096	1137	1177	38
39										978	1023	1067	1111	1154	1197	1240	39
40										1029	1076	1123	1169	1214	1259	1304	40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

## Oostenrijkse den (Kust)

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23
15	69	77	85	93	101	108	116	123								15
16	81	90	99	108	116	125	133	141								16
17	93	103	113	123	133	142	152	161								17
18	105	117	128	139	150	161	172	182	192							18
19	119	132	144	157	169	181	192	204	215							19
20	133	147	161	175	188	201	214	227	240							20
21	148	163	179	194	208	223	237	251	265	279	292					21
22	163	180	197	214	230	246	261	277	292	307	321					22
23	179	198	216	234	252	269	286	303	320	336	352					23
24		216	236	256	275	294	312	331	349	366	384					24
25				278	299	320	340	359	379	398	417					25
26				302	324	346	368	389	410	431	451					26
27					350	374	397	420	443	465	487					27
28					377	403	428	452	477	501	524					28
29					405	432	459	485	512	537	563					29
30					434	463	492	520	548	575	602					30
31					463	495	525	555	585	614	643					31
32								592	623	654	685					32
33								629	663	696	729					33
34								668	704	739	773	808				34
35								708	746	783	819	856	892			35
36								749	789	828	867	905	943			36
37								791	833	874	915	956	996			37
38								834	878	922	965	1008	1050			38
39									925	971	1016	1061	1105			39
40									973	1021	1069	1116	1162			40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23

## Amerikaanse eik

Boomhoogte (in m)	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	
D (in cm)																	
15	80	89	98	107	115	124	133	142	151	159	168					15	
16	94	103	113	123	133	143	153	163	173	182	192					16	
17	107	118	130	141	152	163	174	185	196	207	218					17	
18	122	134	147	159	171	183	196	208	220	232	245	257				18	
19	137	151	164	178	191	205	219	232	246	259	273	286				19	
20	153	168	183	198	213	228	243	257	272	287	302	317	332			20	
21	170	186	202	219	235	251	268	284	300	317	333	349	366			21	
22	187	205	223	240	258	276	294	312	329	347	365	383	400			22	
23	205	225	244	263	282	302	321	340	359	379	398	417	437			23	
24	224	245	266	286	307	328	349	370	391	412	433	453	474			24	
25						356	378	401	423	446	468	491	513			25	
26						384	408	432	457	481	505	529	554	578		26	
27							439	465	491	517	543	569	595	621		27	
28							471	499	527	555	583	610	638	666		28	
29							505	534	564	593	623	653	682	712	742	29	
30							539	570	602	633	665	696	728	759	791	30	
31							574	607	641	674	708	741	775	808	842	31	
32								645	681	716	752	787	823	858	894	32	
33								684	722	759	797	835	872	910	948	33	
34								724	764	804	844	883	923	963	1003	34	
35								765	807	849	891	933	975	1017	1059	35	
36											940	984	1028	1072	1117	36	
37											990	1036	1083	1129	1176	37	
38											1041	1090	1139	1187	1236	38	
39											1093	1144	1196	1247	1298	39	
40											1147	1200	1254	1308	1361	1415	40
	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	

## Zomereik

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
15	45	54	63	72	82	91	101	110	120	129	139					15	
16	54	64	75	85	96	106	117	128	138	149	160	170				16	
17	63	75	87	98	110	122	134	146	158	170	182	194	206			17	
18		86	99	112	126	139	152	165	179	192	205	219	232			18	
19				127	142	156	171	186	200	215	230	245	259			19	
20				143	159	175	191	207	223	239	255	272	288	304	321	20	
21				159	176	194	211	229	247	264	282	300	318	336	354	21	
22				175	194	214	233	252	271	291	310	330	349	369	388	22	
23				193	213	234	255	276	297	318	339	360	381	403	424	23	
24				211	233	256	278	301	324	346	369	392	415	438	461	24	
25					254	278	302	327	351	376	401	425	450	475	500	25	
26					275	301	327	354	380	406	433	459	486	513	539	26	
27						325	353	381	410	438	466	495	523	552	581	27	
28						350	380	410	440	470	501	531	562	592	623	28	
29						375	407	439	472	504	536	569	602	634	667	29	
30						401	435	470	504	539	573	608	642	677	712	30	
31						428	464	501	537	574	611	648	685	721	759	31	
32						456	494	533	572	611	650	689	728	767	806	846	32
33						484	525	566	607	648	689	731	772	814	855	897	33
34						513	556	600	643	687	730	774	818	862	906	950	34
35									680	726	772	818	865	911	957	1004	35
36									718	767	815	864	913	961	1010	1059	36
37									757	808	859	910	962	1013	1065	1116	37
38									797	851	904	958	1012	1066	1120	1174	38
39									838	894	950	1007	1064	1120	1177	1234	39
40									880	939	998	1057	1116	1176	1235	1295	40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

Boomhoogte (in m)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
15																		15
16																		16
17																		17
18																		18
19																		19
20																		20
21																		21
22																		22
23																		23
24																		24
25																		25
26																		26
27																		27
28																		28
29																		29
30																		30
31																		31
32	885	925																32
33	939	981																33
34	994	1038																34
35	1051	1097																35
36	1109	1158																36
37	1168	1220	1271	1323	1375	1427	1480											37
38	1229	1283	1338	1392	1447	1501	1556											38
39	1291	1348	1405	1462	1520	1577	1635											39
40	1354	1414	1474	1534	1594	1654	1715											40
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	

# Populier

DORSCHKAMP, GENEVA, HEIDEMIJ, OXFORD, ROBUSTA EN SEROTINA

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		
D (in cm)																		
15	46	52	58	64	71	78	86	94	103	111						15		
16		61	68	75	83	91	100	109	118	128	138	148				16		
17		70	78	87	95	105	114	124	135	146	157	168				17		
18			89	99	108	119	129	141	152	164	176	188	201			18		
19			101	111	122	133	145	157	170	183	196	210	223			19		
20			112	124	136	149	162	175	189	203	217	232	247	262	277	20		
21			124	137	151	164	179	193	208	223	239	255	271	288	304	21		
22					166	181	196	212	228	245	262	279	297	314	332	351	22	
23					181	198	214	232	249	267	285	304	323	342	361	381	23	
24					197	215	233	252	271	290	310	330	350	371	392	413	24	
25					214	233	253	273	293	314	335	356	378	400	423	445	25	
26						273	294	316	338	361	384	407	431	455	479	26		
27							316	340	364	388	412	437	463	488	514	27		
28								364	390	415	442	468	495	522	550	28		
29									389	416	444	472	500	529	558	587	29	
30									415	444	473	503	533	563	594	625	30	
31											503	534	566	598	631	664	31	
32											534	567	601	635	669	704	32	
33											565	600	636	672	708	745	33	
34											598	635	672	710	748	787	34	
35												670	709	749	789	830	35	
36												706	747	789	831	874	36	
37												742	786	830	874	919	37	
38												780	825	871	918	965	38	
39													866	914	963	1012	39	
40														907	957	1008	1060	40
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23		



Boomhoogte (in m)	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
15																		15
16																		16
17																		17
18																		18
19																		19
20																		20
21																		21
22																		22
23																		23
24																		24
25	468																	25
26	504	528																26
27	540	566	593															27
28	578	606	634															28
29	616	646	676	706	736													29
30	656	687	719	751	783													30
31	697	730	764	798	832													31
32	739	774	809	845	881													32
33	782	819	856	894	932	970												33
34	826	865	904	944	984	1024	1065											34
35	871	912	953	995	1037	1080	1122											35
36	917	960	1004	1048	1092	1136	1181											36
37	964	1009	1055	1101	1148	1194	1241											37
38	1012	1060	1108	1156	1205	1254	1303	1352										38
39	1061	1111	1161	1212	1263	1314	1365	1417										39
40	1111	1164	1216	1269	1322	1376	1429	1484	1538									40
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	

## Populier (vervolg)

Boomhoogte (in m)	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
D (in cm)																	
41															1055	1109	41
42															1102	1158	42
43															1151	1209	43
44																	44
45																	45
46																	46
47																	47
48																	48
49																	49
50																	50
51																	51
52																	52
53																	53
54																	54
55																	55
56																	56
57																	57
	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	

D (in cm)	Boomhoogte (in m)																	
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	
41	1163	1217	1272	1327	1383	1439	1495	1551	1608									41
42	1215	1272	1329	1387	1444	1503	1561	1620	1680									42
43	1268	1327	1387	1447	1507	1568	1629	1691	1753									43
44						1635	1699	1763	1827									44
45						1703	1769	1836	1902									45
46						1772	1841	1910	1979	2049	2119	2190	2261	2332	2403	2475		46
47						1842	1914	1985	2058	2130	2203	2276	2350	2424	2498	2572		47
48						1914	1988	2062	2137	2213	2288	2364	2441	2517	2594	2671		48
49						1986	2063	2141	2218	2296	2375	2454	2533	2612	2692	2772		49
50						2060	2140	2220	2301	2382	2463	2545	2626	2709	2791	2874		50
51						2135	2218	2301	2384	2468	2552	2637	2722	2807	2892	2978		51
52						2212	2297	2383	2469	2556	2643	2731	2818	2907	2995	3084		52
53						2289	2377	2466	2556	2645	2735	2826	2917	3008	3099	3191		53
54						2368	2459	2551	2643	2736	2829	2922	3016	3111	3205	3300		54
55									2732	2828	2924	3021	3118	3215	3313	3411		55
56														3321	3422	3523		56
57														3428	3532	3637		57
	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	

## Berekeningen

Alle werkhoutvolumes gaan uit van een spilhoutvolume min een houtverliesvolume door een aftopdiameter van 10 cm en stobhoogte van 10 cm. Voor de berekening wordt per boomsoort gebruik gemaakt van twee formules. Eerst de formule voor de berekening van het spilhoutvolume (zie tabel B4.1) en vervolgens de berekening voor het werkhoutvolume (zie tabel B4.2).

Voor de populier staan beide formules op pagina 83.

Tabel B4.1

Berekeningen voor het **spilhoutvolume** uit diameter en boomhoogte:

Boomsoort	Functie voor het spilhoutvolume in dm <sup>3</sup> (Ln spilhoutvolume = ..)	N
Douglas	$1,83654 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,93879 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,61466$	1226
Grove den	$1,93255 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,85915 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,62597$	1220
Japanse lariks	$1,90915 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,97911 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,90775$	1079
Fijnspar en Sitkaspar	$1,86382 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,89826 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,48701$	890
Corsicaanse den (B)	$1,92141 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,88059 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,60556$	850
Corsicaanse den (K)	$1,99133 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,80303 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,62406$	596
Oostenrijkse den (B)	$1,96026 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,77149 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,45838$	987
Oostenrijkse den (K)	$1,95790 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,78659 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,50116$	599
Abiës grandis	$1,76271 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 1,19688 \times \text{Ln}(\text{H}) - 3,09672$	355
Thuja plicata	$1,77432 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 1,12385 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,94358$	165
Amerikaanse eik	$1,84466 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 1,00828 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,85029$	813
Zomereik	$1,86115 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 1,03900 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,95925$	833
Els (zwarte)	$1,88191 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,86641 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,55580$	450
Es	$1,77533 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 1,10728 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,96080$	411
Beuk	$1,84349 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 1,05527 \times \text{Ln}(\text{H}) - 3,01087$	317
Berk	$1,71218 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 1,05969 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,69661$	291
Esdoorn	$1,87605 \times \text{Ln}(\text{Dbh}) + 0,89030 \times \text{Ln}(\text{H}) - 2,65024$	196

Ln = natuurlijke logaritme (grondgetal e)

Dbh = diameterborsthoogte in centimeters

H = totale boomhoogte in meters

N = aantal sectiegemeten bomen waaruit de functie berekend is

B = binnenland

K = kustgebied

Tabel B4.2

Berekening van het **werkhoutvolume** uit het spilhoutvolume (zie tabel B4.1):

Boomsort	Functie voor het werkhoutvolume in dm <sup>3</sup>	N
▶ Douglas	-21,334 + 0,992660 x Vspil	1015
▶ Grove den	-17,620 + 0,994529 x Vspil	913
▶ Japanse lariks	-24,545 + 1,003643 x Vspil	657
▶ Fijnspar en Sitkaspar	-17,994 + 0,992405 x Vspil	629
▶ Corsicaanse den (B)	-17,097 + 0,992575 x Vspil	457
▶ Corsicaanse den (K)	-17,385 + 0,996392 x Vspil	382
▶ Oostenrijkse den (B)	-18,670 + 0,995483 x Vspil	405
▶ Oostenrijkse den (K)	-14,590 + 0,992948 x Vspil	384
Abiës grandis	-25,084 + 1,003654 x Vspil	216
Thuja plicata	-24,480 + 1,017500 x Vspil	79
▶ Amerikaanse eik	-23,542 + 0,993841 x Vspil	521
▶ Zomereik	-26,444 + 1,022380 x Vspil	254
Els (zwarte)	-30,480 + 1,027470 x Vspil	175
Es	-33,350 + 1,044670 x Vspil	114
Beuk	—	
Berk	—	
Esdoorn	-30,760 + 1,024690 x Vspil	160

▶ = opgenomen als tabel

N = aantal waarnemingen waaruit de functie berekend is

Vspil = spilhoutvolume in dm<sup>3</sup>Voor **populier** zijn de gebruikte formules (gebaseerd op N = 4502):

$$\text{Ln}(\text{spilhoutvolume}) = 1,788649 \text{ Ln}(\text{Dbh}) + 1,105970 \text{ Ln}(\text{H}) - 3,0719171$$

$$\begin{aligned} \text{Ln}(\text{verliesvolume}) &= -4,608923 \text{ Ln}(\text{Dbh}) + 3,005989 \text{ Ln}(\text{H}) - \\ &1,320900 (\text{Ln}(\text{H}))^2 + 1,605266 \text{ Ln}(\text{Dbh}) \times \text{Ln}(\text{H}) + \\ &5,410272 \end{aligned}$$

**Werkhoutvolume = spilhoutvolume – verliesvolume**

## Colofon

### Uitgave

Het Bosschap, Zeist

### Auteur

Renske Schulting, Arnhem

### Drukwerk

Drukkerij De Zuid, Den Haag

### Vormgeving

Karin Koevoet, Arnhem

### Illustraties

Ruud Jonker, Mariënberg

### Fotografie

Renske Schulting, Arnhem