

Meten van bomen en bossen



Een uitgave van

Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap
AMINAL - Afdeling Bos & Groen
Koning Albert II laan 20 bus 8
1000 Brussel

Tekst

Frederik Vaes, Educatief Bosbouwcentrum
Oorspronkelijke tekst: Lieve Put

Vormgeving

Patrick Van den Berghe

Druk

Uitgave

Oktober 2001

Depotnummer

D/2001/3241/213

Inhoud

1. Meten van bomen

1.1. Volume van gevelde bomen

1.1.1. Meting van dikte

1.1.2. Meting van de lengte

1.1.3. Volumeberekening

A. Afzonderlijke stammen

B. Gestapelde stammen

1.2. Volume van bomen op stam

1.2.1. Meting van de dikte

1.2.2. Meting van de hoogte

A. Hoogtemeter van Franck

B. Hoogtemeter van Blume-Leiss

C. Suunto-hoogtemeter

1.2.3. Berekening van het volume

A. Vormgetal

B. Verloopcoëfficiënt

C. Verloop

2. Meten van een bestand

2.1. Oppervlaktebepaling van een bestand

2.2. Bestandsopname

2.3. Methode van bestandsvoorraadbepaling

2.3.1. Bestandsgewijze

A. Klassieke methode

B. Vereenvoudigde methode voor homogene, gelijkjarige bestanden

2.3.2. Steekproefgewijze

A. Keuze van het proefvlak

B. Uitzetten van het proefvlak

C. Verwerking van de meetgegevens

2.4. Aftoppingsdikte bij kubering van commercieel houtvolume

3. Aanwasbepaling

3.1. Begrippen

3.2. Bepaling van de volume-aanwas

3.2.1. Vergelijking van bestandsvoorraden

3.2.2. Presslerboor

3.2.3. Gebruik van opbrengst- of productietabellen

A. Wat zijn productietabellen

B. Interpretatie van productietabellen

C. Voorbeeld

3.4. Andere aanwasbepalingen

3.4.1. Hoogte-aanwas

3.4.2. Diameteraanwas

3.4.3. Grondvlakaanwas

Bijlage: kubering of volumebepaling van een boom

Meten van bomen en bossen

Het meten van bomen en bestanden wordt in de vakterminologie *dendrometrie* genoemd. Metingen gebeuren om de grootte en de aanwas van de bestandsvoorraad te kennen; dit is het volume hout aanwezig in een bestand. Bij de verkoop van hout wordt het volume van de te kappen bomen bepaald. Doorgaans wordt in Vlaanderen hout op stam verkocht.

1. Meten van bomen

Om het volume van een boom te berekenen, is het nodig zijn dikte en zijn hoogte (bij bomen op stam) of lengte (bij gevelde bomen) te kennen.

Als slechts het voor de industrie bruikbare volume van de boom wordt gemeten dan spreekt men van het commercieel volume. Bij naaldbomen is dat in theorie alleen het stamgedeelte tot waar zijn diameter nog 7 cm bedraagt, bij loofbomen komen naast de stam ook de zware takken met diameter groter dan 7 cm in aanmerking.

1.1. Volume van gevelde bomen

1.1.1. Meting van de dikte

Om de dikte van een boom te kennen, kunnen zowel de diameter als de omtrek gemeten worden. Deze metingen gebeuren op halve lengte van de te meten stam.

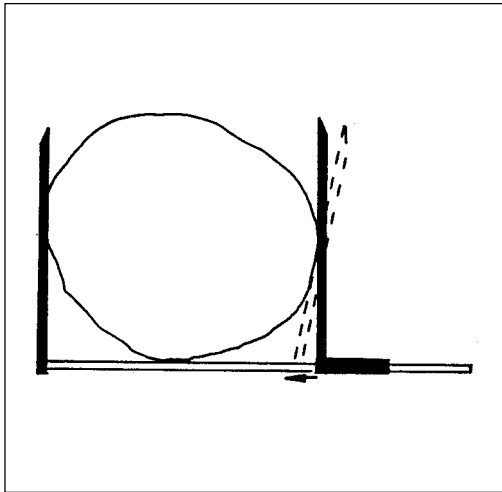
Meting van de diameter gebeurt met een meetklem (fig. 1). De meetklem bestaat uit een lat van ca. 1 meter lang die in centimeters verdeeld is. Op sommige meetklemmen staat zowel een verdeling voor diameter als voor omtrekken vermeld (uitgedrukt in cm). Loodrecht op de lat zijn twee benen bevestigd waarvan één been vast zit en het andere over de lat kan geschoven worden.

Bij het meten wordt het meetvlak loodrecht op de lengteas van de boom gehouden. De lat wordt tot tegen de stam gedrukt.

Om nauwkeuriger te werken kan je twee diametermetingen loodrecht op elkaar uitvoeren, waarvan het gemiddelde wordt berekend. Er bestaan ook elektronische meetklemmen, waarbij meteen het gemiddelde van de twee metingen wordt berekend. Het voordeel van een elektronische meetklem is bovendien dat de metingen niet meer manueel moeten genoteerd worden.



figuur 1 - meetklem



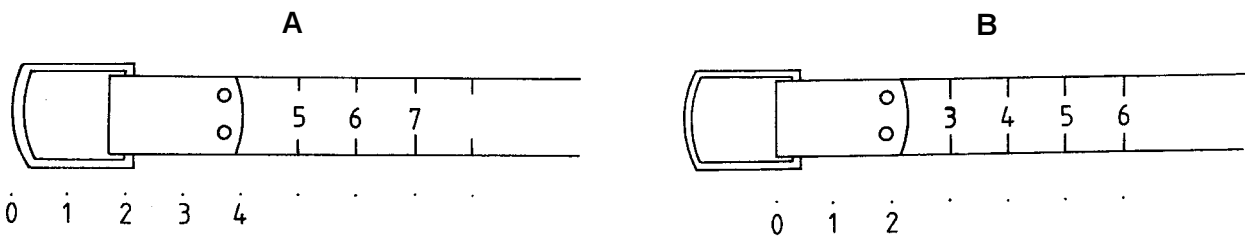
Een goede meetklem voldoet aan de volgende eisen:

- de meetlat moet recht, voldoende lang en onvervormbaar zijn;
- de centimeterverdeling moet nauwkeurig en goed afleesbaar zijn;
- de benen moeten evenwijdig zijn en loodrecht op de lat staan en in hetzelfde vlak liggen;
- het beweegbare been moet gemakkelijk te verschuiven zijn, maar er mag geen speling op zitten waardoor van de loodrechte stand wordt afgeweken (fig. 2).

figuur 2 - Fout op de meting door speling op het beweegbare been

De meetklem kan niet gebruikt worden bij zeer dikke bomen. Bij liggende bomen is de meetklem ook niet altijd even handig. In deze gevallen wordt beter de omtrek gemeten.

De omtrek wordt gemeten met een meetlint. Aan het begin van het meetlint zit een metalen ring, die in de centimeterverdeling is opgenomen (fig. 3A) of vanwaar de centimeterverdeling begint (fig. 3B).



figuur 3 - Meetlint met ring.

1.1.2. Meting van de lengte

De lengte van geveldde bomen wordt gemeten met een meetband (fig.4). Dit is een stevige lat van 1 m lengte met metalen punten aan de uiteinden.

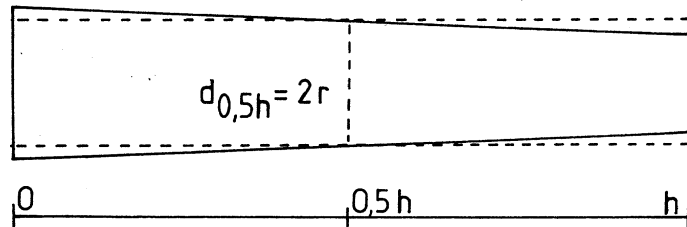


figuur 4 - Meetband.

1.1.3. Volumeberekening

A. Afzonderlijke stammen

De vorm van een boomstam is te vergelijken met een afgeknotte kegel. Bij het bepalen van zijn commerciële volume wordt hij beschouwd als een cilinder die een omtrek heeft die even groot is als de omtrek van de stam in de helft van zijn lengte. Volgende figuur maakt dit duidelijk:



Het volume van een cilinder met straal r en lengte h is:

$V = \text{oppervlakte grondvlak } g \text{ vermenigvuldigd met de lengte } h$

$$V = g \times h$$

$$V = p \times r^2 \times h$$

Het volume wordt uitgedrukt in m^3 .

Voor de berekening van het volume van een boom gebruikt men de formule van HUBER. Het grondvlak is in deze formule de oppervlakte van de doorsnede van de stam op halve lengte. De straal is de helft van de diameter op halve lengte: $r = d_{0,5}/2$. De lengte van de boom is h .

$$V = g_{0,5h} \times h \quad (\text{formule van HUBER})$$

$$V = p \times (d_{0,5}^2 / 4) \times h$$

en $p/4 = 0,7854$, wat wordt afgerond naar $0,8$:

$$V = 0,8 \times d_{0,5}^2 \times h$$

Het volume kan ook worden uitgedrukt in functie van de omtrek op halve boomlengte $c_{0,5h}$:

$$c_{0,5h} = 2 \times p \times r$$

$$c_{0,5h} = 2 \times p \times d_{0,5} / 2$$

$$d_{0,5} = c_{0,5h} / p$$

Vorige formule wordt dan:

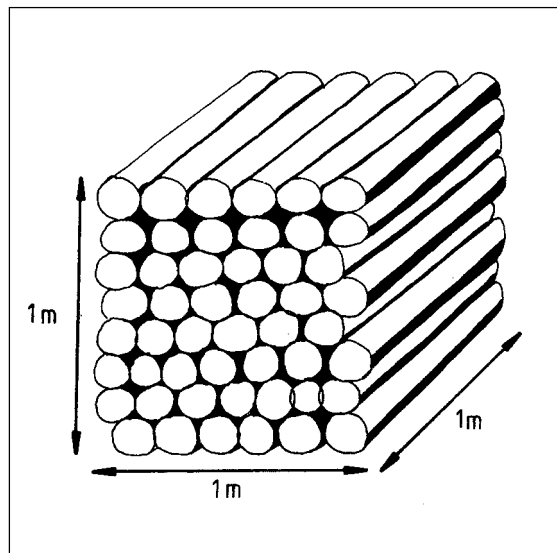
$$V = 0,8 \times (c_{0,5h} / p)^2 \times h$$

$$V = 0,08 \times (c_{0,5h})^2 \times h$$

Wanneer de stam zeer onregelmatig is in zijn lengte, kan hij worden ingedeeld in stukken die wel de vorm hebben van een afgeknotte kegel. Van elk van die wordt dan het volume bepaald volgens de bovenstaande manier.

B. Gestapelde stammen

De stère is een stapelmaat voor hout. Eén stère neemt een ruimte in van 1 meter hoog, 1 meter lang en 1 meter breed (fig. 5).



figuur 5 - Stapel van 1 stère.

Het werkelijke houtvolume is kleiner dan 1 m^3 , vermits niet het volledige volume door de stammen wordt ingenomen. Om te weten wat het werkelijke houtvolume is dat in één stère zit, wordt de stapelfactor gebruikt. De stapelfactor is de coëfficiënt waarmee het aantal stères vermenigvuldigd wordt om het werkelijke volume te bekomen:

$$\text{aantal stères} \times \text{stapelfactor} = \text{werkelijk volume.}$$

De stapelfactor is altijd kleiner dan 1. Gemiddeld bedraagt hij 0,62. De waarde van de stapelfactor is van meerdere factoren afhankelijk:

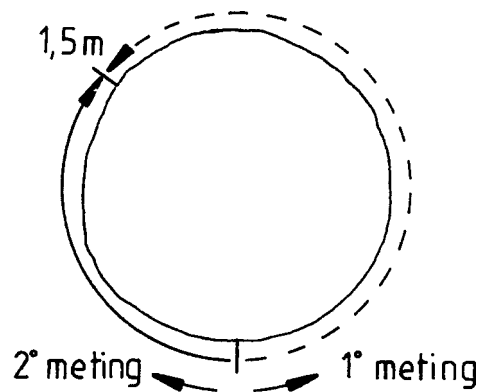
- als de stammen erg onregelmatig en krom zijn, verkleint de stapelfactor;
- als er stammen van verschillend diktes gestapeld worden, vergroot de stapelfactor als de stammen met zorg worden gestapeld: de open ruimtes worden beter opgevuld;
- lange stammen stapelen moeilijker dan korte, zodat de stapelfactor verkleint naarmate de stammen langer zijn;
- na verloop van tijd stijgt de stapelfactor omdat onder het eigen gewicht de stapeling beter zal worden en doordat het hout krimpt door uitdrogen; hiermee kan rekening gehouden worden door het hout 105 tot 110 cm hoog te stapelen, zodat de stapel uiteindelijk toch 1 meter hoog is.

1.2. Volume van bomen op stam

1.2.1. Meting van de dikte

Bij bomen op stam worden diameter en omtrek gemeten op 1,5 meter hoogte (borsthoogte) met meetklem of meetlint (in vele landen gebeurt dit op 1,3 m hoogte). Bij het meten van de omtrek van bomen op stam is het handig dat aan het begin van het lint zich een haak bevindt die in de boom kan geprikt worden, of een ring die aan een priem kan opgehangen worden. Voor dikke bomen zijn

anders twee personen nodig om de meting uit te voeren. Dikke bomen worden in twee keer gemeten, waarbij de tweede keer ook vanaf het haakje wordt gemeten maar dan in tegengestelde richting.



1.2.2. Meting van de hoogte

Voor de meting van de hoogte bestaan meerdere soorten hoogtemeters.

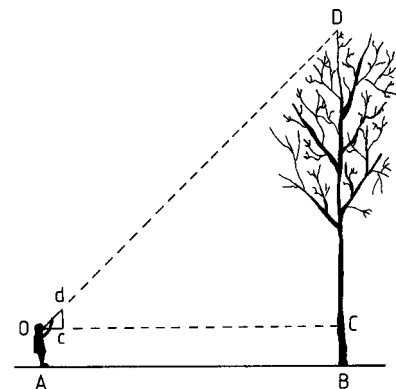
Hoogtemeter van Franck

Deze bestaat uit een metalen plaatje met als vorm een rechthoekige driehoek. De twee rechte zijden zijn van gelijke lengte. Het toestel is opgehangen aan een handvatje waardoor één rechthoekszijde horizontaal loopt en de andere evenwijdig met de boom. De horizontale en de schuine zijde zijn voorzien van een kijkbuisje. Om de hoogte van de boom te bepalen wordt het toestel aan het oog gebracht. Er wordt vooruit of achteruit gelopen totdat door de kijkbuis van de schuine zijde de top van de boom zichtbaar is. Eens dit punt gevonden, is de hoogte van de boom gelijk aan de afstand van dit punt tot aan de boom, vermeerderd met de hoogte van het oog van de waarnemer ten opzichte van de grond.

Het principe van deze hoogtemeting is de volgende:

In de twee rechthoekige driehoeken OCD en Ocd geldt de verhouding:

$$\frac{CD}{cd} = \frac{OC}{Oc}$$

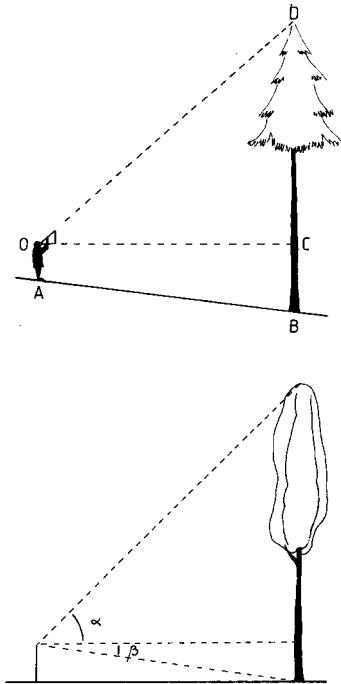


Aangezien $Oc = cd$ (gelijkbenige driehoek) is ook $CD = OC$.

$CD = OC = AB$, de afstand van de waarnemer tot de boom. De volledige hoogte van de boom is $CD + BC$.

$BC = OA$, de hoogte van het oog van de waarnemer t.o.v. de grond. De afstand tot de boom kan afgestapt worden of gemeten met een meetband.

Een andere uitvoering van de hoogtemeter van Franck bestaat uit de samenvoeging van twee kleine meters. Elke zijde bevat een kijkbuisje.



De hoogtemeter van Franck is moeilijk bruikbaar op hellingen omdat door de ophanging één zijde altijd horizontaal loopt.

De hoogte is dan niet meer gelijk aan de ooghoogte van de waarnemer en ook de afstand AB is niet meer gelijk aan de afstand OC .

Om toch hoogtemetingen op hellingen te kunnen uitvoeren bestaan er hoogtemeters gebaseerd op de meting van de hoeken a en b van de top en de voet van de boom tot de horizontale richting.

Bij de hoogtemeter van Franck lag de hoek tussen de top en de horizontale richting vast op 45° .

figuur 7

Hoogtemeter van Blume-Leiss

Deze hoogtemeter wordt gebruikt vanop een welbepaalde afstand van de boom. Er zijn 4 afstanden (15, 20, 30 of 40 meter) mogelijk, vrij te kiezen door de waarnemer. De beste meting gebeurt vanop een afstand die de hoogte van de boom benadert. Omdat deze afstand gekend is, kan de hoogte bepaald worden.

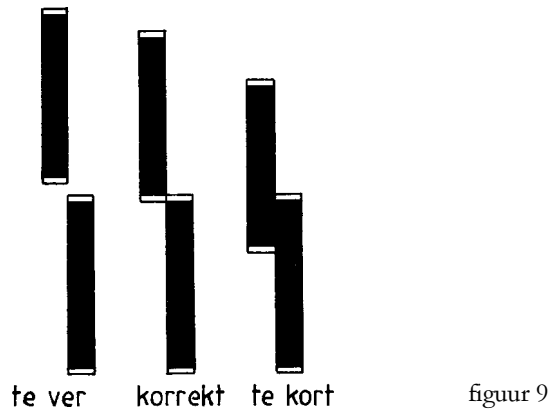


figuur 8 - Hoogtemeter van Blume-Leiss.

Een plooibare lat met witte banden, wordt verticaal op ooghoogte tegen de boom gehangen. Op de witte banden van de lat zijn aan één zijde de getallen 0, 15 en 30 aangebracht en aan de andere zijde 0, 20 en 40.

De lat wordt zo open geplooid dat de witte band zichtbaar is met het getal dat overeenstemt met de afstand waarop men wil gaan staan. Als daarbij ook de andere witte banden zichtbaar zijn kunnen deze bedekt worden zodat alleen de referentieband 0 en de band van de gekozen afstand te zien zijn. De lat wordt zo opgehangen dat het midden tussen de twee beschouwde banden op ooghoogte komt.

De waarnemer gaat op ongeveer de gewenste afstand van de boom staan. Hij kijkt door een prisma, ingebouwd in het toestel, naar de lat. Door het prisma ziet hij 4 witte banden, het beeld is verdubbeld. Hij gaat dan vooruit of achteruit totdat de twee centrale banden samenvallen.



Op dat moment is de juiste afstand tot de boom bereikt. Alle metingen die volgen moeten vanaf dat punt gebeuren.

Eerst wordt de hoek gemeten tussen de lijn (oog waarnemer/midden lat) en de horizontale met behulp van een pendel die zich in het toestel bevindt. Het midden van de lat wordt gevisieerd en de pendel wordt vastgezet door de ingedrukte knop los te laten. Als de hoek, die wordt afgelezen op de onderste schaal op het toestel, meer dan 4 graden bedraagt, wordt hij genoteerd. Er zal dan een correctie nodig zijn op de hoogte die gemeten wordt.

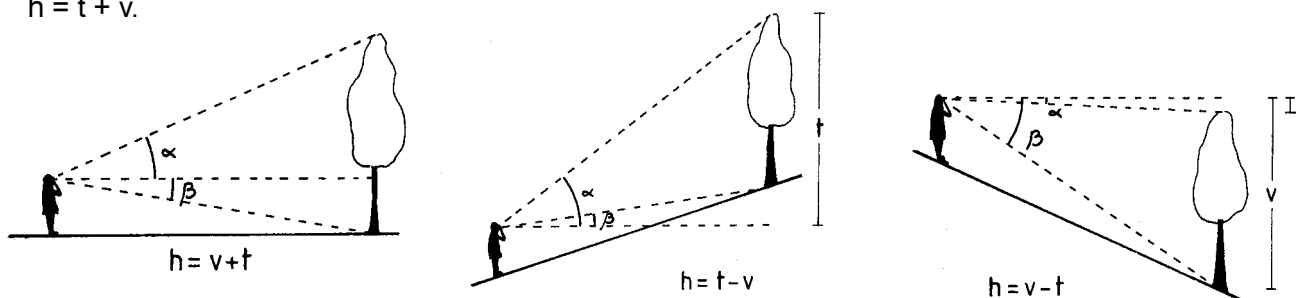
De waarnemer richt nu het toestel naar de voet van de boom, zet de pendel vast en leest de waarde v af op de schaal die overeenstemt met de gekozen afstand tot de boom. De meting wordt best nog een tweede keer uitgevoerd om fouten te vermijden. Dezelfde handeling gebeurt bij het viseren van de top van de boom waar de waarde t gemeten wordt.

Als beide waarden aan dezelfde zijde van de waarde 0 op de schaal liggen, worden ze van elkaar afgetrokken:

$$h = t - v \text{ of } h = v - t.$$

In het andere geval worden ze bij elkaar opgeteld:

$$h = t + v.$$



figuur 10

Op deze hoogte h wordt de eventuele correctie voor de helling uitgevoerd door gebruik te maken van de correctiefactor k . De juiste hoogte is dan $(h - h \times k)$. De waarde van k kan afgelezen worden op een tabel die bij het toestel gevoegd is.

Voorbeeld:

Gevonden waarden zijn: hellingshoek = 10° , $v = 2\text{m}$ en $t = 22$ meter afgelezen aan dezelfde zijde van de waarde 0 op de schaal van afstand 20.

$$\begin{aligned} h &= t - v \\ &= 22 - 2 \\ &= 20 \text{ m} \end{aligned}$$

$$k = 0,3 \text{ bij een hellingshoek van } 10^\circ$$

$$\begin{aligned} \text{echte hoogte} &= h - k \times h \\ &= 20 - 0,03 \times 20 \\ &= 19,4 \text{ meter.} \end{aligned}$$

Suunto-hoogtemeter

De Suunto-hoogtemeter is ook gebaseerd op meting van hoeken op gekende afstanden van de te meten bomen. In bepaalde uitvoeringen van de Suunto bevindt zich een gelijkaardig prisma als in de Blume-Leiss. Via de lat met witte banden wordt de afstand tot de boom bepaald.



figuur 11 - De Suunto-hoogtemeter.

Voor de hoogtemeting zelf kijkt men, terwijl men het toestel naar de top van de boom richt, met één oog in het vizier van het toestel en met het andere oog naar de top van de boom. Door het vizier zie je een schaalverdeling waarop de hoogte kan afgelezen worden. Vervolgens kijk je op een zelfde manier naar de voet van de boom. Optellen of aftrekken van de twee afgelezen waarden gebeurt volgens hetzelfde principe als bij de Blume-Leiss.

Er zijn slechts twee schaalverdelingen in het toestel, overeenkomend met een afstand tot de boom van 15 en 20 meter. Als men zich op een afstand van 30 of 40 meter bevindt, wordt de waarneming afgelezen op de schaal van 15 meter (of 20 meter) vermenigvuldigd met 2.

Ook hier wordt een fout gemaakt als de hoogte vanop een helling gemeten wordt. De hoek tussen de lijn (oog waarnemer/midden lat) en de horizontale lijn wordt niet in graden gegeven. Bij het viseren van het middelpunt op de lat, wordt de waarde in meter op de schaal overeenkomend met de afstand tot de boom afgelezen. Afhankelijk van deze afstand vind je in een bijgevoegde tabel de overeenkomstige correctiefactor k.

Voorbeeld:

Gevonden waarden: hellingsmeting 2 meter, v = 3 meter en t = 22 meter afgelezen aan weerszijden van de 0-waarde op de 20 meter schaal.

$$\begin{aligned}h &= t + v \\ &= 22 + 3 \\ &= 25 \text{ m}\end{aligned}$$

k = 0,01 voor een hellingsmeting van 2 meter op de schaal van 20 meter.

$$\begin{aligned}\text{De echte hoogte is dan} &= h - k \times h \\ &= 25 - 0,01 \times 25 \\ &= 24,75 \text{ m}\end{aligned}$$

1.2.3. Berekening van het volume

De berekening van het volume van een boom op stam kan met dezelfde formule gebeuren als voor de berekening van het volume van een geveld boom (formule van Huber). Het probleem is echter de diameter op halve hoogte $d_{0,5}$ te kennen.

Er bestaat wel apparatuur (bv. de relascoop van Bitterlich) om deze diameter te meten. Deze apparatuur wordt vooral bij wetenschappelijk onderzoek gebruikt.

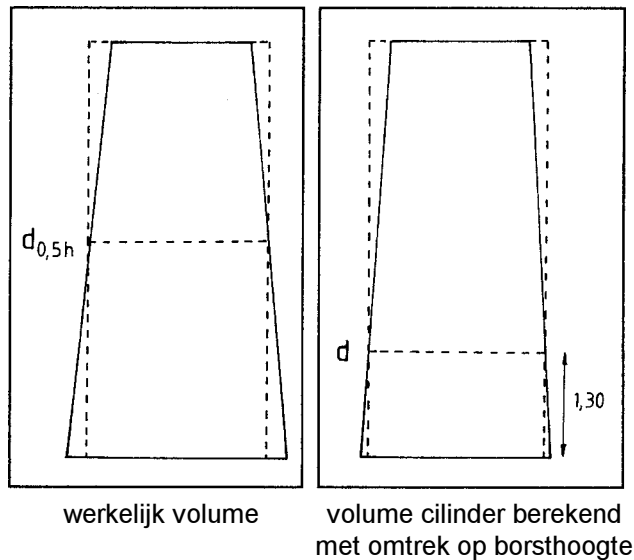
Door het uitvoeren van metingen op een zeer groot aantal geveld exemplaren heeft men tabellen samengesteld waarin een aantal coëfficiënten te vinden zijn die kunnen gebruikt worden om het volume van bomen op stam te berekenen. Deze coëfficiënten zijn het vormgetal, de verloopcoëfficiënt en het verloop.

A. Vormgetal

Het vormgetal geeft de verhouding weer tussen het werkelijke volume van de boom en het volume van een cilinder met als diameter (omtrek) van het grondvlak, de diameter (omtrek) op borsthoogte.

$$\text{Vormgetal } f = \frac{\text{werkelijk volume}}{\text{volume cilinder berekend met diameter op borsthoogte}}$$

De waarde van dit vormgetal is altijd kleiner dan 1 en ligt gewoonlijk tussen 0,50 en 0,95. Het vormgetal verschilt van boomsoort tot boomsoort en binnen een boomsoort nog eens met de hoogte. Als de hoogte stijgt, dan daalt het vormgetal. In de tabellen zijn dan ook gemiddelde waarden van het vormgetal te vinden, per boomsoort en per hoogteklaas. Ouderdom, standplaats, bedrijfsvorm en de plaats van de boom in het bestand beïnvloeden slechts in mindere mate het vormgetal.



figuur 12 - Volumes in het vormgetal.

Het volstaat, in de formule voor de volumeberekening, de diameter op borsthoogte en de hoogte in te vullen en de bekomen waarde vervolgens te vermenigvuldigen met het vormgetal om het werkelijke volume te vinden.

Als de kubering gebeurt met vormgetallen, bekomt men voor een volledig bestand de gemiddelde waarde van het houtvolume aanwezig in het bestand. Als een afzonderlijke boom gekubeerd wordt met behulp van het vormgetal, dat een gemiddelde waarde is voor een soort en een hoogteklasse, dan kunnen fouten van 15 % voorkomen ten opzichte van het werkelijke volume.

B. Verloopcoëfficiënt

De verloopcoëfficiënt is de verhouding tussen de diameter (omtrek) op halve hoogte en de diameter (omtrek) op borsthoogte.

$$\text{verloopcoëfficiënt } k = \frac{\text{diameter (omtrek) op halve hoogte}}{\text{diameter (omtrek) op borsthoogte}}$$

De diameter (omtrek) op borsthoogte vermenigvuldigd met de verloopcoëfficiënt geeft de diameter (omtrek) op halve hoogte die in de volumeformule wordt ingevuld.

Voorbeeld:

Voor een diameter op borsthoogte $d = 0,65$ meter en de verloopcoëfficiënt $k = 0,90$ is de diameter op halve hoogte

$$\begin{aligned} d_{0,5} &= d \times k \\ &= 0,65 \times 0,90 \\ &= 0,585 \text{ meter} \end{aligned}$$

De verloopcoëfficiënt wordt dikwijls uitgedrukt als de procentuele verhouding tussen het verschil van de diameter d (omtrek c) op borsthoogte met de diameter (omtrek c) op halve hoogte $d_{0,5}$ en de diameter d (omtrek c) op borsthoogte:

$$k\% = \frac{d - d_{0,5}}{d} \times 100$$

In het vorige voorbeeld is dan

$$k\% = \frac{0,65 - 0,585}{0,65} \times 100 = 10\%$$

Omgekeerd wordt de diameter op borsthoogte dan met k% verminderd om de diameter op halve hoogte te bekomen:

$$\begin{aligned} d_{0,5} &= d - d \times k\%/100 \\ &= 0,65 - 0,65 \times 10/100 \\ &= 0,65 - 0,065 \\ &= 0,585 \end{aligned}$$

De verloopcoëfficiënt wordt beïnvloed door dezelfde factoren als bij het vormgetal. Hij is trouwens gelijk aan de vierkantswortel uit het vormgetal.

k = vierkantswortel (f).

Vormgetal en verloopcoëfficiënten hebben daarom volgend verband:

f	k	k%
0.90	0.95	5%
0.81	0.90	10%
0.72	0.85	15%
0.64	0.80	20%
0.56	0.75	25%
0.49	0.70	30%

Volgens L. Brichet en J. Duterme in "Aide Mémoire du Forestier" gelden de volgende verloopcoëfficiënten voor de belangrijkste boomsoorten:

hoogte in m	eik, es en olm	beuk	popul.	gew.den	fijnsp.	lorik
5	5%	5%		10%	10%	15%
6	5%	5%		15%	10%	15%
7	10%	5%	15%	15%	10%	15%
8	10%	5%	15%	15%	15%	15%
9	10%	10%	20%	15%	15%	15%
10	10%	10%	20%	20%	15%	15%
11	10%	10%	20%	20%	15%	20%
12	15%	10%	20%	20%	15%	20%
13	15%	10%	20%	25%	15%	20%
14	15%	15%	25%	25%	15%	20%
15	20%	15%	25%	25%	20%	20%
16	20%	20%	25%	30%	20%	25%
17		20%	25%	30%	20%	25%
18			25%		20%	25%
19			25%		20%	25%
20			25%		20%	30%
21			25%		25%	30%
22			25%		25%	30%
23			25%		25%	30%
24			25%		25%	30%
25			25%		25%	30%

C. Verloop

Het verloop geeft de vermindering van de diameter of omtrek aan in cm per meter hoogte. De waarde is verschillend voor de diameter en de omtrek.

$$\text{Voor de diameter: } k'(d) = \frac{d - d_{0,5}}{h/2 - 1,5}$$

$h/2 - 1,5$ is de afstand tussen borsthoogte en de halve hoogte van de boom en dus de afstand waarover de diameterafname berekend wordt.

$$\begin{aligned} \text{Voor de omtrek: } k'(c) &= \frac{c - c_{0,5h}}{h/2 - 1,5} \\ &= \frac{(d - d_{0,5}) \times \pi}{h/2 - 1,5} \\ &= k'(d) \times \pi \end{aligned}$$

Volgens L. Brichet en J. Duterme in "Aide Mémoire du Forestier" geldt volgend verloop voor de belangrijkste boomsoorten:

omtrek op 1m50	eik, es en olm	beuk	pop.	gew.den	fijnspar	lork
21/30	1.5	1		1.5	1	2
31/40	1.5	1		2	1	2.5
41/50	1.5	1		2.5	1.5	2.5
51/60	2	1.5		2.5	2	3
61/70	2	1.5		3	2	3.5
71/80	2.5	2		3.5	2.5	4
81/90	2.5	2		4	2.5	4
91/100	3	2.5	4	4	3	4.5
101/110	3	2.5	4	4	3	5
111/120	3	2.5	4		3.5	5
121/130	3	2.5	4		3.5	5
131/140	3.5	3	5		3.5	5
141/150	3.5	3	5		4	5
151/160	4	4	5		4	6
161/170	4	4	6			6
171/180	4	4	6			6
181/190	5	5	6			6
191/200	5	5	7			6

In de veronderstelling dat de boom van het vorige voorbeeld 10 m hoog is, zal:

$$k'(d) = \frac{0,65 - 0,585}{5 - 1,5} = \frac{0,065}{3,5} = 0,0186$$

Het verloop bedraagt dus 1,86 cm per meter.

Omgekeerd is de diameter op halve hoogte te berekenen:

$$\begin{aligned}
 d_{0,5h} &= d - k' (d) \times (h/2 - 1,5) \\
 &= 0,65 - 0,0186 \times (5 - 1,5) \\
 &= 0,65 - 0,0651 \\
 &= 0,585
 \end{aligned}$$

Veel gebruikte tabellen gebaseerd op het verloop, zijn de kubeertabellen in het boekje "Barème de poche" van R. Piette. Hierin kan rechtstreeks het volume worden afgelezen als verloop, omtrek op borsthoogte en hoogte van de boom gekend zijn.

DÉFILEMENT							
de 0,01 centimètre par mètre courant							
Circonférences à 1 m. 50 du sol							
Long.	0,28	0,29	0,30	0,31	0,32	0,33	0,34
4,00	0,0240	0,0258	0,0277	0,0296	0,0316	0,0336	0,0357
4,50	0,0265	0,0285	0,0308	0,0327	0,0349	0,0372	0,0396
5,00	0,0290	0,0312	0,0335	0,0358	0,0382	0,0407	0,0433
5,50	0,0312	0,0336	0,0361	0,0387	0,0413	0,0440	0,0468
6,00	0,0335	0,0361	0,0388	0,0416	0,0444	0,0474	0,0504
6,50	0,0358	0,0385	0,0414	0,0444	0,0474	0,0507	0,0540
7,00	0,0377	0,0406	0,0437	0,0468	0,0501	0,0535	0,0570
7,50	0,0394	0,0425	0,0459	0,0492	0,0526	0,0563	0,0600
8,00	0,0414	0,0447	0,0482	0,0517	0,0554	0,0592	0,0632
8,50	0,0430	0,0464	0,0501	0,0538	0,0577	0,0617	0,0658
9,00	0,0448	0,0484	0,0522	0,0562	0,0602	0,0645	0,0688
9,50	0,0463	0,0501	0,0539	0,0580	0,0623	0,0667	0,0713
10	0,0478	0,0518	0,0559	0,0602	0,0646	0,0693	0,0740
11	0,0504	0,0547	0,0592	0,0638	0,0686	0,0736	0,0788
12	0,0528	0,0573	0,0621	0,0671	0,0722	0,0776	0,0831
13	0,0547	0,0596	0,0647	0,0699	0,0754	0,0811	0,0870
14	0,0564	0,0615	0,0669	0,0725	0,0782	0,0843	0,0905
15	0,0578	0,0631	0,0688	0,0746	0,0807	0,0870	0,0936
16	0,0589	0,0645	0,0703	0,0765	0,0828	0,0894	0,0963
17	0,0596	0,0655	0,0716	0,0779	0,0845	0,0914	0,0986
18	0,0602	0,0662	0,0725	0,0791	0,0860	0,0932	0,1016
19	0,0605	0,0667	0,0732	0,0800	0,0871	0,0945	0,1022
20		0,0669	0,0736	0,0806	0,0879	0,0956	0,1035

Naast kubeertabellen bestaan er ook kubeertarieven. Deze tarieven zijn volumetabellen voor een bepaalde boomsoort, gebaseerd op gegevens uit een bepaalde streek. Zij zijn dan ook enkel bruikbaar in de streek waarvoor ze zijn opgesteld. Het principe van tarieven is dat binnen een bepaalde streek, bomen van een zelfde soort met een zelfde omtrek en hoogte ook een zelfde volume bevatten.

Door het bosbeheer worden gewoonlijk tarieven gebruikt met twee ingangen nl. omtrek en hoogte. De gebruikte hoogte is de totale hoogte. De volumes in een tarief zijn gemiddelde waarden. Het volume van een individuele boom afgeleid uit een tarief kan dan ook tot 15 % afwijken van het werkelijke volume van de boom. Voor een volledig bestand is er een compensatie van deze fouten op individuele bomen en kan het bestandsvolume met een nauwkeurigheid van 1 tot 3 % worden benaderd.

De tabellen die gebruikt worden voor de respectievelijke boomsoorten zijn deze van Dagnélie op basis van de totale hoogte. Voor de Corsicaanse den worden de tabellen opgesteld door het Lisec gebruikt.

2. Meten van de bestandsvoorraad

Bosbeheer is specifiek afgestemd op de bestanden. Bestanden zijn de eenheden van behandeling. De bestandsvoorraad is één van de bestandskenmerken die als karakteristiek voor de standplaats, de boomsoort en de productie kunnen gebruikt worden.

De bestandsvoorraad wordt uitgedrukt per ha. Om de voorraad op bestandsniveau te kennen moet de oppervlakte van het bestand gekend zijn.

Er wordt een bestandsopname gedaan waarin de bomen per boomsoort gerangschikt worden in diameter- of omtrekklassen. Om nauwkeurig te werken worden per omtrekklasse ook totale hoogtes gemeten.

In homogene bestanden kan met proefvlakken gewerkt worden met een oppervlakte van 10 are. Eén proefvlakmeting per ha volstaat dan meestal (zie verder).

2.1. Oppervlaktebepaling van het bestand

Als er voldoende kaartmateriaal ter beschikking staat, kan de oppervlaktebepaling gebeuren met de planimeter. Als er geen kaarten bestaan of een grote nauwkeurigheid nodig is, moet het bestand opgemeten worden. Ook kunnen luchtfoto's gebruikt worden.

2.2. Bestandsopname

Bij de bestandsopname is het de bedoeling de diameter of omtrek op borsthoogte (1,5 meter boven de grond) te meten van alle bomen, met uitzondering van de bomen die een bepaalde vooropgestelde omtrek of diameter niet halen.

De meetgegevens worden in een opnamestaat genoteerd, waarin de bomen gerangschikt worden per soort en binnen de soort per diameter- of omtrekklasse. De bomen worden rechtstreeks in diameter- of omtrekklassen opgetekend.

Een opnamestaat zou er als volgt kunnen uitzien:

Eigenaar	:.....									
Naam van het bos	:.....									
Bestandsnummer	:.....									
Bestandsoppervlakte	:.....									
Opnamedatum	:.....									
Omtrekklasse	Eik	Totale hoogte	Beuk	Totale hoogte	Grove den	Totale hoogte	Lork	Totale hoogte	Fijnspar	Totale hoogte
20-29										
30-39										
40-49										
50-59										
60-69										
70-79										
80-89										
90-99										
100-109										
110-119										
>120										

De bestandsopname gebeurt best na afloop van een groeiseizoen. De boom heeft dan een bepaalde diameter bereikt waaraan het jaartal verbonden wordt. Bij loofbomen is het voordeel dat op het einde van het groeiseizoen de zichtbaarheid groter is na de bladval.

Volledige bestandsopnames kunnen best door vier personen uitgevoerd worden. Drie personen doorlopen in evenwijdige stroken het bestand en meten de diameter of omtrek van de bomen uit hun strook. Zij roepen de soort en de meting. De vierde persoon loopt achter de eerste drie en noteert deze gegevens terwijl hij de soort en de meting herhaalt ter bevestiging. Hij controleert ook of er geen bomen vergeten worden. Voor de notering van de gegevens kunnen verschillende technieken dienen.

De meest gebruikte is de volgende:

- | | | | |
|-------|--------------------|-------|---------------------|
| • | staat voor 1 boom | ⦿ | staat voor 6 bomen |
| •• | staat voor 2 bomen | ⦿⦿ | staat voor 7 bomen |
| ••• | staat voor 3 bomen | ⦿⦿⦿ | staat voor 8 bomen |
| •••• | staat voor 4 bomen | ⦿⦿⦿⦿ | staat voor 9 bomen |
| ••••• | staat voor 5 bomen | ⦿⦿⦿⦿⦿ | staat voor 10 bomen |

2.3. Methode van bestandsvoorraadbepaling

2.3.1. Bestandswijze

A. Klassieke methode

De klassieke methode om de voorraad van een bestand te bepalen is de volgende:

Van alle bomen van het bestand wordt de omtrek op borsthoogte gemeten en genoteerd. Zo komt elke boom in een omtrekklasse terecht.

Van enkele bomen per omtrekklasse wordt de totale hoogte gemeten. Deze hoogtes worden in een grafiek uitgezet. Er wordt een curve getrokken die deze gegevens het best benadert.

Op deze curve kan de hoogte afgelezen worden die overeenkomt met het middelpunt van elke omtrekklasse. Dan spreken we van de gemiddelde hoogte per omtrekklasse.

In elke klasse wordt het volume van de gemiddelde boom berekend. Deze boom is de modelboom van de klasse.

Voor elke omtrekklasse wordt het volume van de modelboom vermenigvuldigd met het aantal bomen per klasse. Deze resultaten worden opgeteld en zo bekomt men het totale volume van het bestand.

Voorbeeld van de methode:

Omtrek-klasse	Aantal bomen per klasse	Gemiddelde totale hoogte per klasse	Volume van de modelboom van de klasse	Totaal volume per klasse
80-89	35	14	0,6101	21,35
90-99	53	15	0,7639	40,49
100-109	86	16	1,0028	86,24
110-119	94	17	1,2416	116,71
120-129	130	17	1,4632	190,22
130-139	97	18	1,7581	170,54
140-149	70	18	2,1495	150,46
150-159	63	18	2,2382	141,01
160-169	38	18	2,6106	99,20
	666			1016,22

B. Vereenvoudigde methode voor homogene bestanden

In gelijkjarige, homogene bestanden kan de methode vereenvoudigd worden door minder hoogtemetingen uit te voeren. De omtrekken worden gemeten en van de boom met gemiddelde omtrek wordt de hoogte bepaald. Met deze gemiddelde omtrek en hoogte wordt het volume van de modelboom berekend. Dit volume wordt vermenigvuldigd met het totaal aantal bomen van het bestand. De methode is alleen in gelijkjarige, homogene bestanden bruikbaar omdat de variatie in de hoogte van de individuele bomen niet groot mag zijn. De overschatting van het volume van de bomen met een omtrek kleiner dan de gemiddelde omtrek moet ongeveer compenserend werken t.o.v. de onderschatting van het volume van de bomen met een omtrek groter dan de gemiddelde omtrek. Er zou dus moeten gewerkt worden met de modelboom van gemiddeld volume.

De omtrek van de modelboom van gemiddeld volume van een homogeen, gelijkjarig bestand heeft een waarde waar tegenover 60 % van de bomen van het bestand een kleinere omtrek hebben en 40 % van de bomen een grotere omtrek.

Als de opnamestaat gemaakt is, kan men nagaan welke de omtrek is van deze modelboom. Bijvoorbeeld als het bestand 200 bomen telt, is de omtrek van de modelboom terug te vinden in de omtrekklasse van de 120^{ste} boom (60 % van 200 = 120) op de opnamestaat.

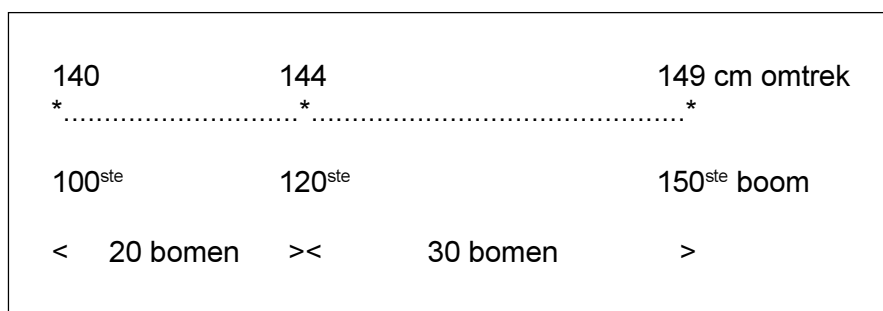
In de veronderstelling dat de omtrekken van de bomen uit deze klasse gelijkmatig verdeeld zijn over de klasse, kan de omtrek van de modelboom berekend worden.

Stel dat de omtrek van de 120^{ste} boom zich bevindt in de klasse 140-149. In deze klasse komen bijvoorbeeld 50 bomen voor, de 100^{ste} tot en met de 150^{ste} boom op de opnamestaat. 20 bomen uit de klasse hebben dus een omtrek kleiner dan de omtrek van de 120^{ste} boom en van 30 bomen is de omtrek groter (fig. 13).

De omtrek van de 120^{ste} boom is dan: $\frac{(140 \times 30) + (149 \times 20)}{50} = 144$ cm.

50

Met deze omtrek wordt het volume berekend uitgaande van tarieven waar het volume af te lezen staat voor bijvoorbeeld een omtrek van 135 en 145 cm.



figuur 13 - Spreiding van 50 bomen in omtrekklasse 140-149.

2.3.2. Steekproefsgewijs

Het is mogelijk de bestandsvoorraad te bepalen zonder daarbij elke boom op te meten. Het volstaat de bomen van een klein deel van de bestandsoppervlakte (in een proefvlak) te meten en deze gegevens te om te rekenen naar de volledige bestandsoppervlakte.

A. Keuze van het proefvlak

De keuze van het proefvlak moet met de nodige omzichtigheid gebeuren. Indien het bestand niet homogeen is kan het zelfs eenvoudiger zijn een volopname te maken in plaats van op zoek te gaan naar een representatief deel van het bestand. De vorm van het proefvlak speelt in principe geen rol. Een cirkelvormig proefvlak heeft echter een aantal belangrijke voordelen:

Er stelt zich vaak het probleem of de randbomen (op de grens van en met het proefvlak) bij het proefvlak horen of niet. Bij een cirkelvormig proefvlak is de omtrek het kleinst in verhouding tot de oppervlakte van het proefvlak zodat de kans op randbomen in deze proefvlakken het kleinst is. Als vuistregel geldt: als meer dan de helft van de boom buiten het proefvlak valt, dan wordt de boom niet opgemeten. Als meer dan de helft van de boom binnen het proefvlak valt dan wordt hij wel opgemeten. Van de bomen die precies voor de helft binnen of buiten het proefvlak vallen wordt 1 op de 2 niet gemeten.

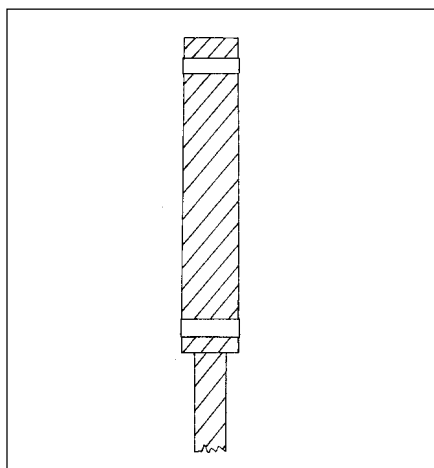
Een cirkel is makkelijk uit te zetten als er voldoende zichtbaarheid is.

De grootte van het proefvlak is afhankelijk van de aard en de samenstelling van het bestand dat men gaat opmeten. Het proefvlak wordt groter genomen als het bestand heterogener is. Kleinere proefvlakken sparen tijd en geld, maar een deel van de nauwkeurigheid gaat verloren. Er wordt aangenomen dat het proefvlak toch minstens 20-30 bomen dient te bevatten.

Het nauwkeurigst werkt men met proefvlakken van 10 are in homogene bestanden. Zijn de bestanden homogeen en jong, dan is de statistische nauwkeurigheid nog voldoende hoog in proefvlakken van 5 are groot. In het geval van heterogene bestanden zit er soms niets anders op dan een volopname uit te voeren. Wil men dat niet doen, dan kan men kiezen voor een transectopname waarbij een strook van 10 meter breed wordt geïnventariseerd, dwars door het bestand heen.

B. Uitzetten van de proefvlakken

Het uitzetten van een cirkelvormig proefvlak gebeurt met een Blume-Leiss of Suunto en een baak (fig. 14). Deze baak vervangt de plooibare lat omdat met de baak een afstand naar keuze kan uitgezet worden. Deze baak is voorzien van een verschuifbare (witte), band, die op een gewenste afstand van een referentieband kan ingesteld worden. De baak wordt in het middelpunt van het proefvlak geplaatst. Door het prisma kijkt men weer naar de banden op de baak totdat ze samenvallen en men op de gewenste afstand van het middelpunt terecht komt.



figuur 14 - Baak.

De afstand die wordt ingesteld tussen de witte banden op de baak is afhankelijk van de straal van het proefvlak.

Oppervlakte proefvlak	Straal proefvlak	Afstand op de baak
1 are	5,64 m	16,92 cm
2 are	7,98 m	23,94 cm
4 are	11,28 m	33,84 cm
5 are	12,62 m	37,86 cm
10 are	17,84 m	53,52 cm

Deze afstanden op de baak gelden enkel op vlak terrein. Als de cirkel wordt uitgezet op een helling is aanpassing van deze afstand nodig.

helling van het terrein in °	2 are	5 are
0	23,94 cm	37,86 cm
5	24,04 cm	38,04 cm
10	24,30 cm	38,44 cm
15	24,78 cm	39,19 cm
20	25,47 cm	40,28 cm
25	26,42 cm	41,79 cm
30	27,64 cm	43,72 cm
35	29,23 cm	46,23 cm
40	31,25 cm	49,42 cm

De randen bomen die nog net tot het proefvlak behoren, worden gemerkt. Op die manier wordt het proefvlak gemerkt en kan de opmeting beginnen.

C. Verwerking van de meetgegevens

De bomen van het proefvlak worden opgemeten en het totaal volume wordt berekend. Als de oppervlakte van het proefvlak gekend is, kan de voorraad per ha of van het bestand berekend worden uit dit resultaat.

Voorbeeld:

oppervlakte bestand S : 10 ha = 1000 are

oppervlakte proefvlak s: 10 are

volume proefvlak v : 20 m³

volume bestand $V = 20 \times \frac{1000}{10} = 2000 \text{ m}^3$

2.4. Aftopdikte bij kubering van commercieel houtvolume

In de praktijk wordt, behalve de dikte, de commerciële hoogte van de verkoopbare stammen bepaald. In de praktijk wordt dan vaak niet de totale hoogte maar een aftoppingshoogte gemeten. De kleinere stam- en takgedeelten die fijner zijn dan 7 cm diameter zijn in principe commercieel niet interessant. Voor populier wordt vaak een aftop hoogte bepaald waarop de omtrek 60 cm is of tot aan de eerste zware zijtak. Voor sommige houtkopers gaat de interesse slechts uit naar het stamgedeelte tot aan de kroonaanzet.

Vele kubeertabellen zijn opgesteld met vermelding van totale hoogte of dominante met weergave van het commercieel volume (aftoppingsdiameter 7 cm).

3. Aanwasbepaling

Om de productiecapaciteit van de standplaats en de boomsoort te kennen is het steeds interessant de gemiddelde en lopende jaarlijkse aanwassen van het bestand te kennen.

3.1. Begrippen

Onder *productie* verstaan we het volume dat gedurende een bepaalde periode aangroeit. De productie wordt uitgedrukt in m³ per ha. Voor een gelijkjarig homogeen bestand kan de leeftijd van het bestand als referentieperiode voor de productie genomen worden.

De *aanwas* van een bestand is het volume hout dat over een bepaalde aangegroeid is. De gemiddelde jaarlijkse aanwas wordt uitgedrukt in m³ per ha per jaar.

Er bestaat een verschil tussen gemiddelde en lopende aanwas:

De *gemiddelde jaarlijkse aanwas* is de gemiddelde aanwas over de totale bestandsleeftijd. Dit kan je berekenen door het totaal geproduceerde volume vanaf aanleg te delen door de leeftijd. Uiteraard is deze parameter alleen voor gelijkjarige bestanden te berekenen.

De *lopende jaarlijkse aanwas* is de aanwas uitgedrukt in m³ gedurende een bepaald groeiseizoen, of voor een bepaalde periode. Deze wordt in de praktijk bepaald door de aanwas tussen twee inventarissen te delen door het aantal jaren tussen de deze twee inventarissen.

3.2. Bepaling van de volume-aanwas

De aanwas kan op drie manieren bepaald worden:

- door vergelijking van de bestandsvoorraden op verschillende tijdstippen
- door staalname van de jaarringen met een Presslerboor (fig. 15).
- door het gebruik van productietabellen.

3.2.1. Vergelijking van bestandsvoorraden

Bij de eerste methode wordt de gemiddelde aanwas met volgende formule berekend:

$$I_{\text{gem}} = \frac{V_3 - V_1 + V_2}{t}$$

waarbij V_3 = bestandsvoorraad op het einde van de periode t
 V_1 = bestandsvoorraad aan het begin van de periode t
 V_2 = volume hout dat intussen in de periode t is weggehaald door bijvoorbeeld dunning
t = aantal jaren

Deze methode veronderstelt een regelmatige uitvoering van de bestandsopnames. Bij het gebruik van proefvlakken voor aanwasbepalingen moeten alle metingen in hetzelfde proefvlak en op dezelfde manier gebeuren, anders wordt het resultaat onbetrouwbaar.

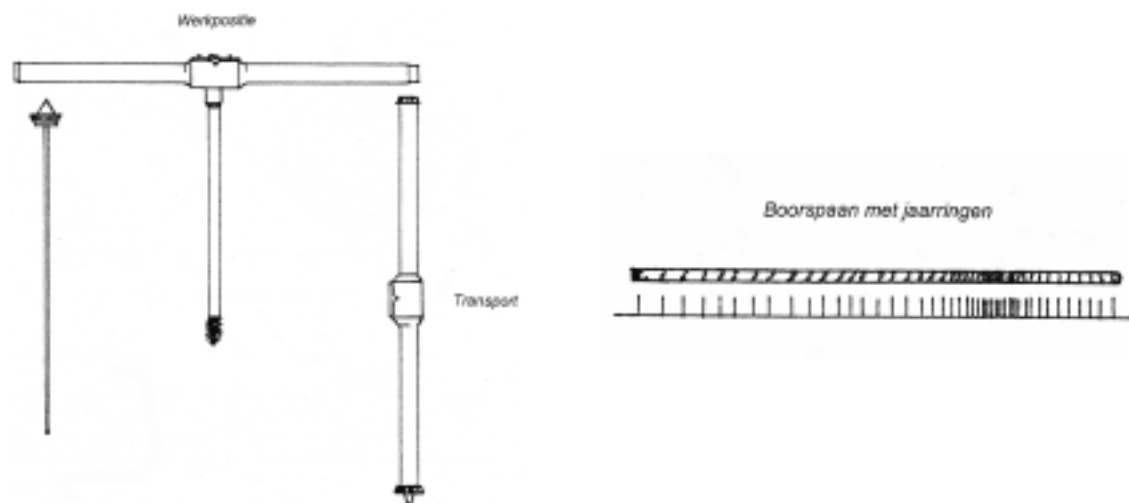
3.2.2. Presslerboor

Met de tweede methode kan ook de lopende aanwas bepaald worden. Er wordt een staal genomen met de Presslerboor. Een houtcilindertje, waarop de dikte van de jaarringen te meten zijn, wordt uit de stam geboord.

De boor wordt loodrecht op de jaarringen in de boom gedraaid, waarna met een platte naald het houtcilindertje uit de holle boor wordt getrokken.

Door telling van het aantal en meting van de dikte van de jaarringen kan je de diameteraanwas van de aangeboorde boom bepalen. Hiermee kan de volume aanwas bepaald worden als er gegevens over de hoogtegroeï gekend zijn.

Dit is een omslachtige en weinig nauwkeurige methode voor bomen in bosverband, omdat bomen een verschillend groeipatroon kunnen vertonen, al naargelang de sociale positie die ze in het bos hebben. Dominante bomen zullen veel bredere jaarringen hebben dan onderdrukke.



figuur 15 - De Presslerboor.

De Presslerboor wordt vaak gebruikt voor de bepaling van de leeftijd van bomen als deze niet gedocumenteerd is.

3.2.3. Gebruik van opbrengstabellen of productietabellen

A. Wat zijn productietabellen ?

Productietabellen zijn tabellen waarin aanwasgegevens staan vermeld voor bepaalde boomsoorten en voor bepaalde standplaatsen. Het is een tabel waarin voor bepaalde leeftijden van een bosbestand en een bepaalde dominante hoogte gegevens als lopende jaarlijkse volumeaanwas, gemiddelde volumeaanwas, grondvlakaanwas, gemiddelde diameter en vaak ook gemiddelde hoogte van het bestand staan vermeld (uitgedrukt per ha). Deze tabellen zijn het resultaat van zeer vele en herhaalde metingen van proefbestanden op verschillende standplaatsen. In deze tabellen worden meestal ook dunningen in de loop van de bestandsgroei opgenomen. Uiteraard hangen de productiegegevens af van de dunningsintensiteit en de omloop die bij deze dunningen

worden gehanteerd. Productietabellen zijn beperkt: ze zijn opgesteld voor homogene gelijkjarige bosbestanden en houden dus geen rekening met mengingen en leeftijdsverschillen in het bos. Niet voor alle boomsoorten zijn productietabellen opgesteld. In de gespecialiseerde literatuur kan je wel productietabellen terugvinden die als extrapolatie voor andere soorten kunnen dienst doen. Veel hangt af van de interpretatie van de opbrengsttabellen en van de behandeling die vooropgesteld werd voor de bestanden waarvoor productietabellen werden opgesteld.

B. Interpretatie van productietabellen

Met behulp van bestaande productietabellen kan voor een aantal boomsoorten in homogene bestanden snel een schatting van de groeikracht en de aanwas van het bosbestand bepaald worden. De meeste productietabellen werken met dominante hoogtes. Theoretisch is de dominante hoogte de gemiddelde hoogte van de 100 hoogste bomen per ha in een homogeen bestand. In de praktijk zullen in de proefvlakken de totale hoogtes van de dikste bomen in het proefvlak gemeten worden. Meestal 2 tot 4 bomen per proefvlak van 10 are. De gemiddelde hoogte van deze bomen is dan de dominante hoogte.

Aan de hand van productietabellen kunnen ook stamtallen, grondvlakken, dunningsvolumes, lopende jaarlijkse aanwas en gemiddelde jaarlijkse aanwas bepaald worden.

Voor bepaalde dominante hoogtes gemeten op bepaalde leeftijden kan de aanwas van het bestand in een bepaalde groeiklasse afgelezen worden. Als dominante hoogtes gemeten worden in het proefvlak en de leeftijd gekend is, kan de tabel opgezocht worden welke overeenkomt met de bepaalde dominante hoogte en de bestandsleeftijd. Daarna kunnen eenvoudig de andere productiegegevens afgelezen worden.

C. Voorbeeld

Stel dat je volgende gegevens hebt opgemeten in jouw proefvlak: leeftijd 52 jaar, stamtal 550 stuks per ha, dominante hoogte 25 meter. Als je deze gegevens kent ga de bijkomende productietabel opzoeken met de overeenkomende dominante hoogte op de gegeven leeftijd:

Produktietabel 27/2.50
omtrekaanwas 2.50 cm

L	HDOM	Voor dunning				Dunning				Na dunning				Aanwas					L
		N	OMTR	G	V	N	OMTR	G	V	N	OMTR	G	V	LJGA	GJGA	LJVA	GJVA	VTOT	
25	16.5	1878	51	41.6	325	424	42	6.1	44	1454	54	35.5	281	2.38	1.66	24.88	12.99	325	25
28	17.8	1454	59	41.8	352	292	48	5.4	43	1162	61	36.4	309	2.10	1.71	23.65	14.14	306	28
31	19.0	1162	66	42.0	378	211	54	4.9	42	951	69	37.1	336	1.89	1.73	22.77	14.97	464	31
34	20.3	951	73	42.3	402	157	60	4.5	41	794	76	37.8	361	1.72	1.75	22.11	15.60	530	34
37	21.5	794	81	42.6	426	120	66	4.1	40	674	83	38.5	386	1.59	1.72	21.62	16.09	595	37
40	22.8	674	88	42.9	450	170	66	5.3	53	504	95	37.6	397	1.49	1.70	21.28	16.48	659	40
46	25.3	504	105	45.6	522	112	89	6.9	78	392	110	38.7	444	1.34	1.65	20.78	17.04	784	46
52	27.8	392	120	46.0	567	77	102	6.3	77	315	124	39.7	490	1.23	1.60	20.64	17.45	908	52
58	30.4	315	135	46.6	614	56	115	6.0	77	259	139	40.6	537	1.14	1.56	20.66	17.78	1031	58
64	32.9	259	150	47.1	662	42	129	5.7	79	217	154	41.4	583	1.07	1.51	20.81	18.07	1156	64

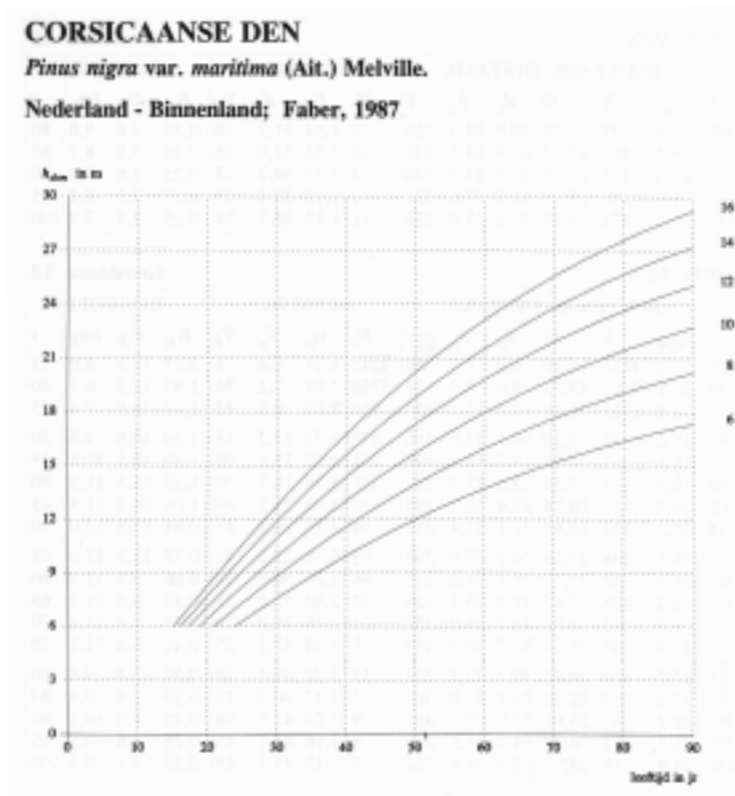
LISEC, 1991

figuur 16 - Productietabel Corsicaanse den voor Vlaanderen. (Lisec-1991)

Volgende gegevens kan je afleiden uit deze tabel:

Het stamtal gemeten in de referentieproductietabel ligt lager dan dat opgemeten in jouw proefvlak. Als in het proefvlak de omtrekken werden opgemeten kan ook het grondvlak berekend worden en vergeleken met dat uit de productietabel. De interessantste gegevens zijn vaak de productiegegevens en het al of niet aanwezig zijn van grote dunningsachterstanden. Deze laatste kan je afleiden aan de hand van de opgegeven stamtallen en het grondvlak in vergelijking met de opgemeten gegevens.

Indien per productieklasse (ook wel boniteitsklasse genoemd) curves werden opgesteld, kan je via deze curves (Fig. 16) ook de overeenstemmende productietabel opzoeken. Per boniteitsklasse werd in het geval van de Corsicaanse den de boniteitsindex I_0 berekend. Dit is de dominante hoogte bereikt op 50 jarige leeftijd.



figuur 17 - Dominante hoogte in functie van de leeftijd.

3.4. Andere aanwasbepalingen

3.4.1. Hoogteaanwas

De hoogteaanwas kan bij jonge naaldbomen (Pinussoorten) bepaald worden door de afstand te meten tussen twee takkransen, rechtstreeks of met een hoogtemeter.

Bij oudere naaldbomen en bij loofbomen kan de hoogteaanwas na het vellen gemeten worden op de volgende manier:

Een blok van 2 meter wordt uit de stam gezaagd; de jaarringen van het onderste snijvlak worden geteld bijvoorbeeld $N = 54$, en ook de jaarringen op het bovenste snijvlak worden geteld, bijvoorbeeld $n = 50$; $N - n = 54 - 50 = 4$, dus 4 jaar voor een lengte van 2 meter of een gemiddelde jaarlijkse hoogteaanwas van 0,5 meter.

Bij bomen op stam kan met de Presslerboor hetzelfde principe toegepast worden.

3.4.2. Diameteraanwas

De diameteraanwas is bij gevelde bomen makkelijk te meten. De boom wordt doorgezaagd op de plaats waar men de diameter wil meten. Men meet vervolgens de breedte van één of meer jaar-ringen al naargelang men de diameteraanwas van één of meerdere jaren wenst te kennen. Bij bomen op stam gebruikt men de Presslerboor.

3.4.3. Grondvlakaanwas

Het grondvlak g van een boom is de oppervlakte van de doorsnede van de stam op borsthoogte. Het grondvlak G van het bestand is de som van de individuele grondvlakken van alle bomen van het bestand. Om de grondvlakaanwas te kennen volstaat het de diameteraanwas te bepalen en deze te verwerken in de formule van het grondvlak:

$$\text{grondvlak: } g = \frac{\rho d^2}{4} = 0.8d^2$$

De gemiddelde jaarlijkse grondvlakaanwas is dan:

$$\frac{0,8 (d_2 - d_1)}{t_2 - t_1} \text{ (in m}^2\text{)}$$

