

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 m³;
- 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

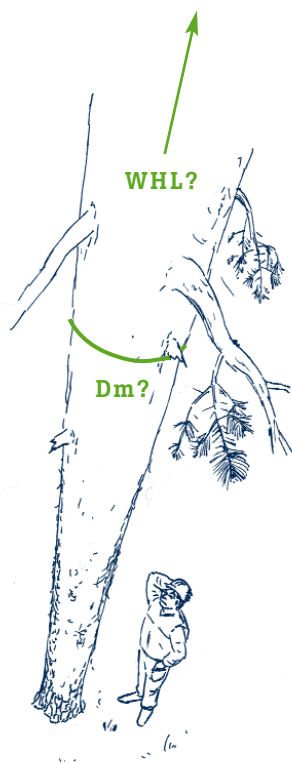
(zie paragraaf 5.3);

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.

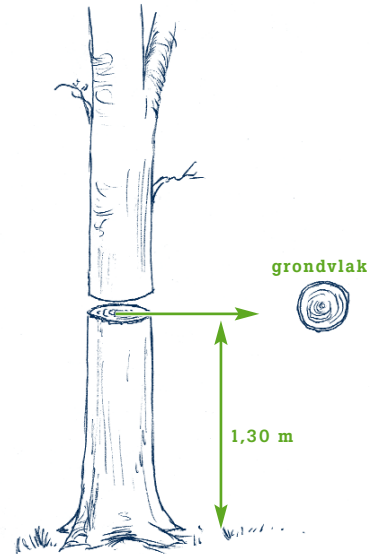
Tellen van de gebleste bomen

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)

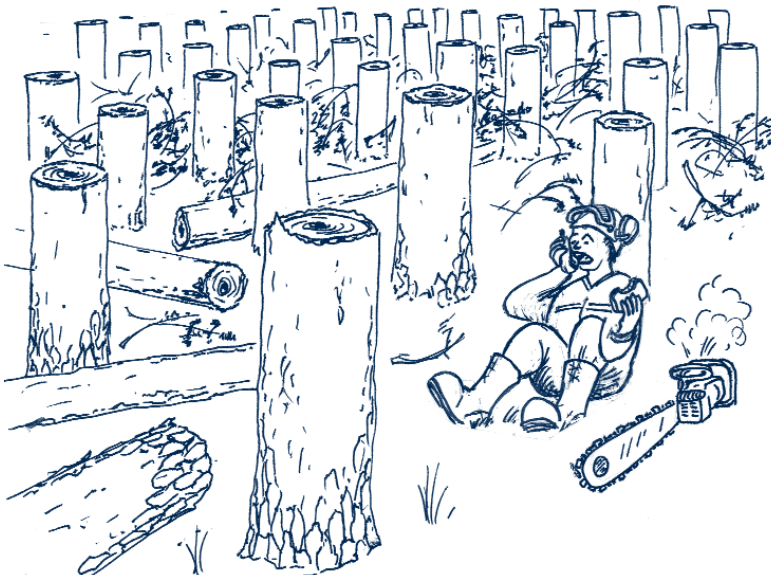
Om de modelbomen te kunnen selecteren, dient – van de te meten partij – de diameter die hoort bij de gemiddelde oppervlakte op Dbh, bekend te zijn. Deze oppervlakte wordt het grondvlak genoemd.

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.



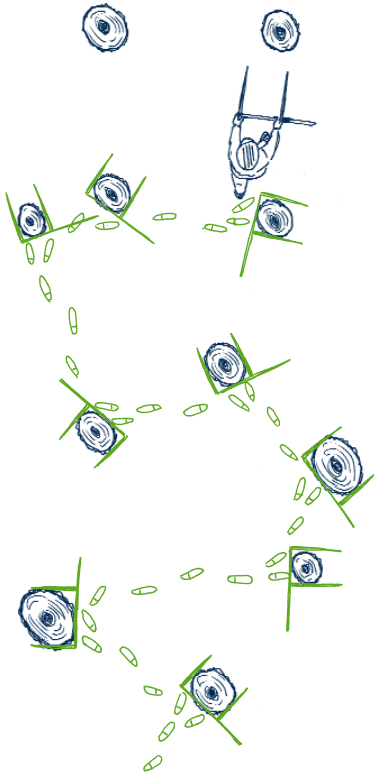
Illustratie 5.c:

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:

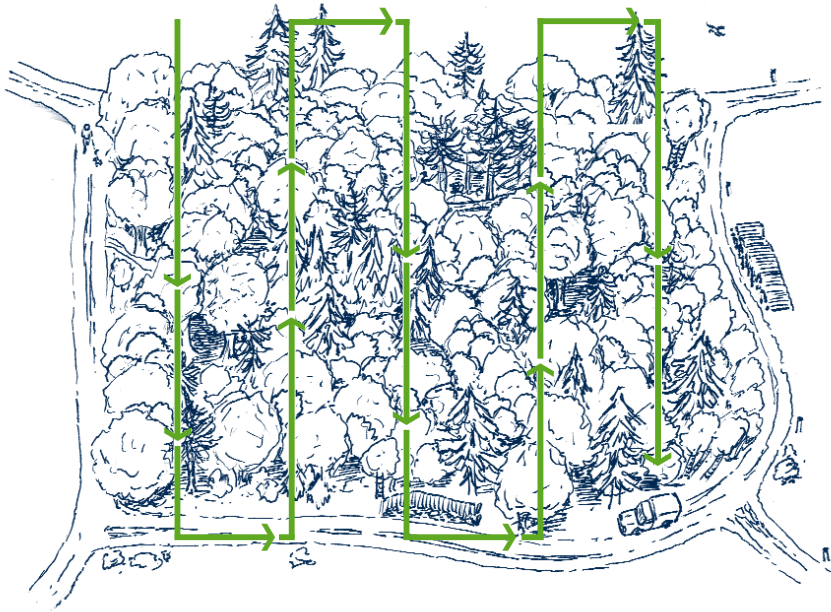
1. minimaal 200 bomen;
2. minstens 25% van het totaal aantal gebleste bomen meten;
3. de steekproef moet representatief zijn voor alle gebleste bomen.

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 cm² (10² x π / 4) en van boom B is 314,16 cm² (20² 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 (2² ⇒) 4 x zo groot. Als de diameter 3 x zo groot wordt dan wordt het grondvlak (3² ⇒) 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 Dhb'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 ²	N x Dbh ²
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
24		28	576	16128
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
		248		121098

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 (Dbh²);
- Met bovenstaande gegevens wordt de Dg berekend:

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

- 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 m³ 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 controleerbaarheid.

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 geveld boom vanuit een andere richting is gemeten dan toen deze nog stond (zie *illustratie 5.g*).

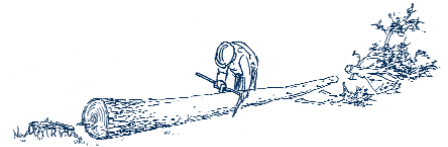
De Dbh van de modelboom moet aan die kant van de boom worden gemeten waar deze minder dan +1 of -1 cm afwijkt van de Dg.



"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 ± 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 m³ 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.