

Wetenschappelijke Instelling van de  
Vlaamse Gemeenschap



Instituut voor Bosbouw  
en Wildbeheer



## **Verwerking van opgemeten schorsdiktes uit de eerste gewestelijke bosinventarisatie (1997-1999)**

**Rapport Bb R 2003.003**

**februari 2003**

**Klaartje Van Loy & Paul Quataert**

# Inhoudstafel

<b><u>INHOUDSTAFEL</u></b>	<b><u>2</u></b>
<b><u>INLEIDING</u></b>	<b><u>3</u></b>
<b><u>LITERATUURSTUDIE</u></b>	<b><u>4</u></b>
SCHORS METEN	4
RELATIE SCHORS EN DIAMETER	4
BEPALEN VOLUME ZONDER SCHORS	5
<b><u>GEGEVENS</u></b>	<b><u>6</u></b>
<b><u>METHODIEK VERWERKING</u></b>	<b><u>6</u></b>
INLEIDING	6
PROBLEEM 1: DE HETEROSKEDASTICITEIT VAN DE DATA	7
PROBLEEM 2: DE ONEVENWICHTIGE VERDELING VAN DE DATA	8
DE KEUZE EN CONSTRUCTIE VAN DE VARIABELEN	8
<b><u>ZOMEREIK</u></b>	<b><u>10</u></b>
<b><u>BEUK</u></b>	<b><u>14</u></b>
<b><u>GROVE DEN</u></b>	<b><u>19</u></b>
<b><u>CORSICAANSE DEN</u></b>	<b><u>25</u></b>
<b><u>DISCUSSIE EN BESLUIT</u></b>	<b><u>31</u></b>
<b><u>LITERATUURLIJST</u></b>	<b><u>33</u></b>

## Inleiding

Tijdens de eerste regionale bosinventarisatie (1997-1999) zijn een groot aantal schorsdiktes opgemeten. De bedoeling hiervan is om per boomsoort bij voldoende opgemeten waarden een relatie op te stellen tussen de schorsdikte en de omtrek op 1,5 m hoogte. Ook een inschatting van het volume zonder schors is met deze relatie mogelijk.

Informatie over schors is algemeen van secundair belang. Van slechts een aantal soorten wordt de schors commercieel gebruikt (Loetsch & al., 1973). Dit bijproduct heeft nochtans een aantal toepassingen in onder andere energieopwekking, tuinbouw (als bodembedekker of groeimedium), chemie (extractie van chemische substanties),... (Brack, 1999; Rondeux, 1999; Philip, 1994).

Ook het volume wordt in Europese landen doorgaans berekend als het volume inclusief schors (Eng: volume over bark), terwijl de houtverkoop zich baseert op volumes zonder de schors (Eng: volume under bark). Om een idee te krijgen van het verschil tussen gekapt en bruikbaar volume hout is het nodig om het volume van de schors te kennen (Loetsch & al., 1973). In deze optiek is een inschatting van de diameter onder de schors is dus meer gerelateerd aan het houtvolume dan de meting boven de schors (Brack, 1999).

In dit rapport wordt getracht de relatie schors - diameter te bepalen voor een aantal belangrijke boomsoorten in Vlaanderen. Eerst wordt een kort overzicht gegeven van literatuur inzake schorsmetingen en hun verwerking. Dan volgt een bespreking van de gegevens uit de bosinventaris en een methodiek om ze te verwerken. De resultaten per boomsoort worden daarna achtereenvolgens weergegeven. Tenslotte volgt een discussie en besluit.

## Literatuurstudie

### Schors meten

Het is niet eenvoudig om de schorsdikte van een staande boom correct te meten. Doordat het gaat om kleine afmetingen, betekent een afwijking van 1 mm op 15 mm al een fout van bijna 7 % in de schorsmeting (Loetsch & al., 1973). Bovendien is de schorsdikte een zeer variabel boomkenmerk, zelfs binnen één boom. De schorsdikte kan variëren met de hoogte en op vaste hoogte ook langsheen de omtrek (Brack, 1999; Orzel & Kulej, 1999; Philip, 1994).

Om de schorsdikte te meten, wordt het meest gebruik gemaakt van de Zweedse boor ('Barkmätare'). Hierbij wordt de top van de boor voorzichtig door de schors geduwd tot op het hout. De diepte (in mm) kan dan worden afgelezen. In de praktijk wordt gemeten op de plaats waar de diameter is gemeten. Meestal gebeuren twee metingen per boom en wordt de som van de twee genomen als de schorsdikte (Pardé & Bouchon, 1988; Loetsch & al., 1973; Meyer, 1946). Brack (1999) stelt voor om het gemiddelde van 4 metingen te nemen. Zowel over- als onderschatting komt voor, de eerste fout echter meer dan de tweede. Oorzaken van meetfouten zijn: het tijdstip van meting (in het voorjaar kan de boor gemakkelijk verder in het jonge hout geduwd worden), de kracht waarmee de meting gebeurt (enkele harde stoten in plaats van voorzichtig duwen, kunnen een meetafwijking tot 15 % veroorzaken) en een fout gebruik van de boor (Loetsch & al., 1973; Rondeux, 1999). Wie de schorsboor hanteert, heeft dus een belangrijke invloed op het resultaat.

De schorsdikte zonder afwijkingen bepalen, is mogelijk door met een bijl of zaag een klein stuk hout uit de boom te kappen en daarop de schorsdikte te meten. Gevelde bomen geven echter de beste kans om schorsdikte correct te meten (Brack, 1999). Deze tijdrovende en destructieve methode is echter niet geschikt om veel data te verzamelen, maar eerder ter controle (Loetsch & al., 1973).

### Relatie schors en diameter

In Tabel 1 wordt een kort overzicht gegeven van de gebruikte symbolen, definities en hun relaties.

**Tabel 1: Enkele definities**

Begrip	Symbool + definitie	Relaties
de diameter boven de schors	$d$	
de diameter onder de schors	$d_u$	
de dubbele schorsdikte	$B \square d - d_u$	
de schorsfractie	$S \square \frac{B}{d}$	$S = \frac{d - d_u}{d} = \frac{k - 1}{k}$
de schorsfactor	$k \square \frac{d}{d_u}$	$k = \frac{d}{d - B} = \frac{1}{1 - S}$

In de literatuur wordt de relatie schors - diameter in de meeste gevallen benaderd door een rechte en worden vergelijkingen opgesteld van de vorm (Loetsch & al., 1973; Orzel & Kulej, 1999; Meyer, 1946; Guero, 1986; Rondeux, 1999):

$$B = b_0 + b_1 \cdot d$$

met  $b_0$  en  $b_1$ : coëfficiënten van de vergelijking.

De verhouding diameter boven de schors ( $d$ ) en diameter onder de schors ( $d_u$ ), is de schorsfactor  $k$  die als volgt kan voorgesteld worden:

$$k = \frac{d}{d - B} = \frac{1}{1 - b_0/d - b_1}$$

Deze factor kan diameter-specifiek zijn of constant blijven voor verschillende diameters, afhankelijk of de coëfficiënt  $b_0$  respectievelijk verschillend is van 0 of niet (Loetsch et al., 1973).

Deze relaties kunnen verder afhankelijk zijn van: boomsoort, leeftijd, herkomst, beheer, sociale positie, klimaat, standplaats, boomhoogte (Philip, 1994; Loetsch & al., 1973; Guero, 1986; Orzel & Kulej, 1999). Zo kan bijvoorbeeld een betere standplaats ervoor zorgen dat de gemiddelde schorsdikte van een vergelijkbare boom dunner is dan op een minder goede standplaats (Guero, 1986).

Sommige van deze factoren zijn niet altijd eenvoudig meetbaar of onafhankelijk van elkaar. Uit bovenstaande blijkt ook duidelijk dat universele vergelijkingen voor de schorsdikte van een bepaalde soort niet zomaar toepasbaar zijn voor een kleiner gebied of regio. Het moet worden nagegaan of stratificatie naar leeftijd, standplaats enz. nodig is. Veel hangt dus af de doelstellingen waarmee de schorsdikte wordt bepaald en de gewenste mate van nauwkeurigheid.

### Bepalen volume zonder schors

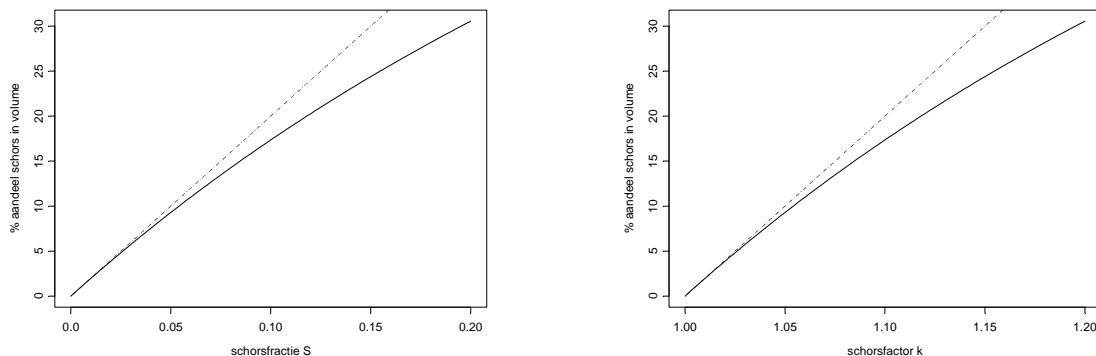
Om een goede inschatting te maken van het volume van een boom zonder de schors, zijn bij voorkeur ook metingen nodig op verschillende hoogtes. Het verloop van de schorsdikte over de ganse lengte van de boom kan daarmee in kaart worden gebracht. Over het algemeen wordt verondersteld dat het verloop van een boom hetzelfde is met en zonder schors (Rondeux, 1999). Dit geldt echter niet voor alle boomsoorten, in het bijzonder naaldbomen vertonen vaak een kleinere relatieve schorsdikte bij toenemende hoogte (Brack, 1999; Loetsch et al., 1973).

Het volume dat schors inneemt kan op verschillende manieren berekend worden; de relatie schors - diameter kan verrekend worden in tarievenformules of als het percentage schors in de diameter gekend is, kan ook het percentage in het volume worden berekend. Wanneer de schorsdikte verandert naargelang de hoogte, moet ook deze factor in rekening worden gebracht.

Het aandeel van de schors in het volume ( $S_v$ ) kan berekend worden als volgt:

$$S_v = 1 - \frac{1}{k^2} \leq 2k$$

Het laatste deel van de formule geeft een goede benadering van het aandeel schors in het volume wanneer de schorsfractie klein is. Het aandeel is dus ongeveer gelijk aan (maar kleiner dan) twee keer het aandeel van de schors in de diameter (zie ook Figuur 1).



**Figuur 1: Illustratie van de benadering van het aandeel schors in het volume ten opzichte van aandeel schors in de diameter.**

Voor een boomsoort waar 10 % van de totale diameter ( $S = 0.1$ ) bestaat uit schors betekent dat 17,4 % ( $S_v \cdot 100$ ) van het volume (of het grondvlak) bestaat uit schors. Het is dus zeker niet onbelangrijk om te kunnen inschatten wat het volume is dat de schors kan innemen in het totale volume van een stam.

## Gegevens

De bosinventarisatie van het Vlaamse Gewest bevat per opnameplot en per boomsoort van tenminste twee bomen de schorsdikte, gemeten met de Zweedse boor. In totaal gaat het om 16333 waarden.

Aan elke schorsdikte is ook een omtrekmeting van de boom gekoppeld. Andere gegevens die de schorsdikte kunnen beïnvloeden en uit de inventaris kunnen gehaald worden, zijn: bestandsleeftijd, fyto geografische regio (~standplaats), sluitingsgraad (~beheer), eigenaarscategorie (~beheer), boomhoogte (~standplaats).

De dataset is afkomstig uit een observationele databank. Zeer nauwkeurige informatie (exacte leeftijd, herkomst, gevoerde beheer, schorsmetingen op verschillende hoogtes, ...) is bijgevolg niet beschikbaar. Het is ook niet mogelijk om voor alle boomsoorten een relatie te bepalen omdat te weinig gegevens voorhanden zijn. De soorten besproken in dit document zijn Zomereik (*Quercus robur* L.), Gewone beuk (*Fagus sylvatica* L.), Grove den (*Pinus sylvestris* L.) en Corsicaanse den (*Pinus nigra* var. *corsicana* (Aiton) Melville).

De omtrek van elke boom wordt omgerekend naar diameter en de schorsdikte in mm wordt verdubbeld en gedeeld met 10 om de dubbele schorsdikte in cm te verkrijgen. Daarna wordt ook de schorsfractie  $S$  berekend (zie Tabel 1).

## Methodiek verwerking

### Inleiding

De data zijn verwerkt met het statistische pakket S-PLUS (S-PLUS, 2000). De methode is ontwikkeld op basis van de gegevens voor Zomereik en kon daarna op analoge wijze worden toegepast voor de andere soorten.

Aanvankelijk was het de bedoeling om net zoals in de literatuur een **regressiemodel** op te stellen tussen schors en diameter en na te gaan welke factoren eventueel een rol spelen en wat de impact ervan was. De dataverkenning (exploratory data analysis) bracht een aantal beperkingen van de gegevens aan het licht, die ons voor een meer bescheiden aanpak deed kiezen:

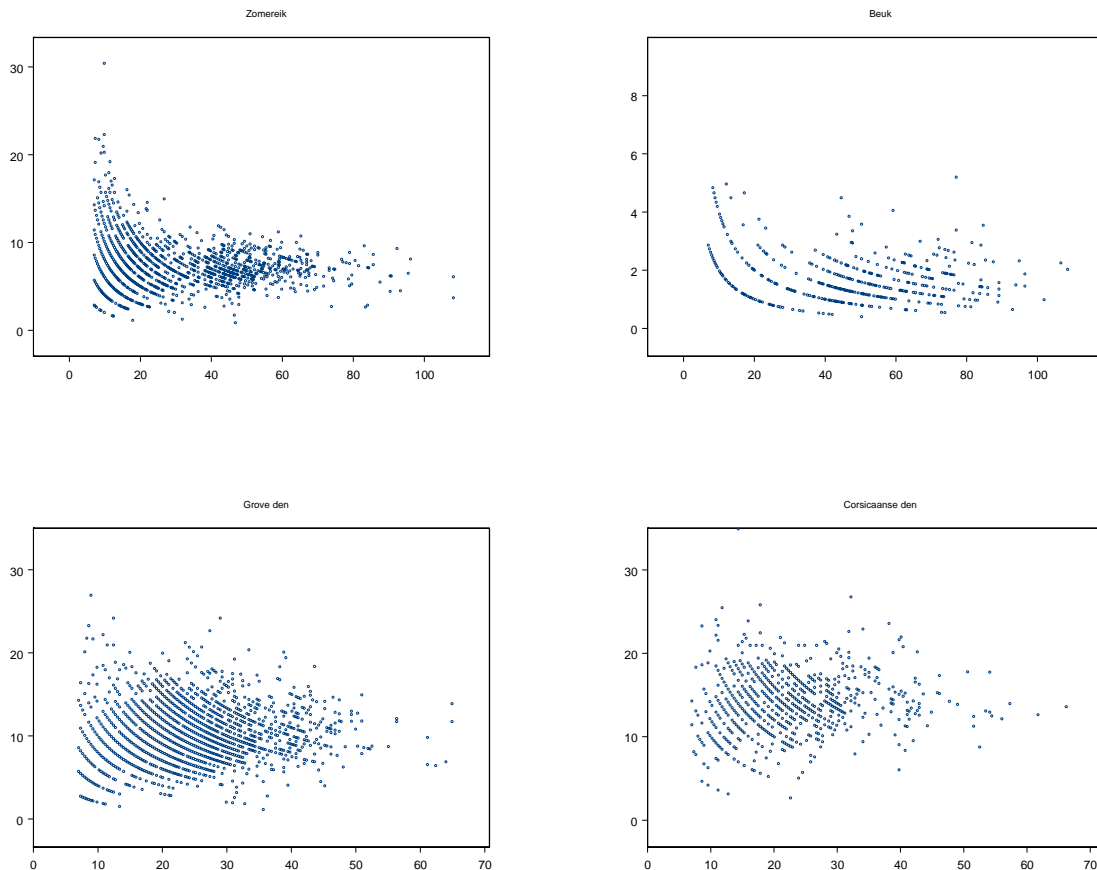
- Een eerste probleem was **heteroskedasticiteit** van de schorsfractie (een variabele spreiding van deze variabele). Er bleek dat bij de kleine diameters de schorsfractie een veel grotere spreiding vertoont dan bij de hogere diameters, vermoedelijk wegens meetproblemen.
- Een tweede knelpunt waren **de onevenwichten in de dataset**, namelijk de waargenomen bomen zijn op een heel ongelijke manier verdeeld over de waarden van de achtergrondvariabelen. Dit bemoeilijkt niet alleen *de schatting* van de regressie-coëfficiënten (minder precieze resultaten), maar ook de *interpretatie* van de modelparameters (confounding).

Deze vaststellingen waren een motivatie om niet met regressievergelijkingen te werken, maar de dataset op basis van de diameters in groepen van ongeveer gelijke grootte op te delen en voor elke groep apart een aantal karakteristieken te bepalen zoals gemiddelde, mediaan en spreiding. Deze samenvattende statistieken vormden dan de basis om eventuele systematische effecten van regio of diameter na te gaan.

Het voordeel van deze aanpak is dat we op die manier **geen a priori model** opdringen aan de data, maar gewoon per klasse de gegevens samenvatten. Pas daarna wordt gekeken of er geen relaties te vinden zijn. Het nadeel is dat informatie en nauwkeurigheid verloren gaat. Maar misschien is het beter **recht te doen aan de beperktheden** van de data, dan kost wat kost een allesomvattend model uit te werken die een geringe extrapolatiewaarde heeft.

## Probleem 1: de heteroskedasticiteit van de data

Figuur 2 toont dat de spreiding van de schorsfractie afneemt met stijgende diameter. Daarenboven zien we duidelijk “sporen” in de data: we kunnen de meetpunten visueel verbinden met denkbeeldige hyperbolen. Dit wekt de indruk dat de schorsfractie afneemt naarmate de omtrek van de bomen toeneemt. Misschien is er een ecologische verklaring hiervoor, maar het lijkt plausibeler dat dit een meetartefact is als gevolg van een gebrek aan nauwkeurigheid wanneer de schors nog dun is. Bij lage waarden komt slechts een beperkt aantal waarden voor wegens afrondingen en dat leidt na deling door de diameter tot hyperbolen. Vanaf een diameter van ongeveer 40 cm spelen dat geen rol meer en verdwijnen de patronen (zie Figuur 2).



**Figuur 2: Percentage van de schorsdikte ten opzichte van de diameter (cm) voor de besproken boomsoorten. Alle opgemeten schorsdiktes zijn weergegeven.**

Deze beperkte nauwkeurigheid ligt wellicht ook aan de basis van de grotere spreiding bij lage diameters. Omdat de schorsdikte over het gehele bereik dezelfde precisie heeft ( $\pm 1$  mm), weegt eenzelfde meetfout bij de kleinste diameters zwaarder door dan bij de grootste. Een numeriek voorbeeld: een schorsdikte van 4 mm op een diameter van 100 mm heeft dezelfde schorsfractie als een dikte van 20 mm op een diameter van 500 mm, namelijk 4 %. Voor een afwijking van 1 mm naar boven resulteert dit voor de schorsfracties in respectievelijk 5 % voor de kleinste diameter en 4,2 % voor de grootste diameter.

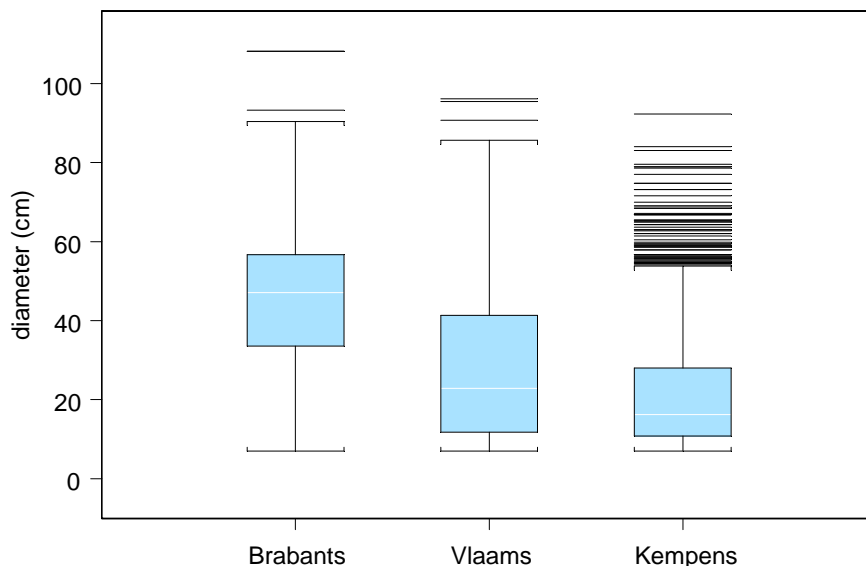
Overschatting van de schorsdikte komt daarenboven meer voor dan onderschatting (Loetsch et al., 1973). Dit leidt ertoe de meetprocedure systematisch hogere waarden geeft voor de schorsfractie bij kleine diameters. Of nog, het probleem van de beperkte nauwkeurigheid is niet alleen dat de variabiliteit bij lage diameters groter is maar ook dat er verhoudingsgewijs een grotere vertekening is naar boven. Vandaar de optie om niet met regressievergelijkingen te werken, maar afzonderlijk, per diameterklasse, de gegevens samen te vatten om eventuele “carry over” effecten te verhinderen.

## Probleem 2: de onevenwichtige verdeling van de data

Een klassiek probleem bij observationele studies (zoals de bosinventarisatie) is dat er weinig controle is over de verdeling van de steekprofeenheden over het bereik van de variabelen. Zeker aan de grenzen zijn soms heel weinig waarnemingen aanwezig. Bij regressie gedragen deze waarnemingen zich als hefboom punten: ze hebben een onevenredig grote invloed op de schattingen. Door een continue variabele in klassen op te delen, verdwijnt dit effect, maar gaat dit een beetje ten koste van het onderscheidingsvermogen. Concreet is hier de verdeling over het bereik van de diameters scheef naar rechts: de meeste bomen hebben een kleine tot middelmatige diameter en de rest is gespreid over een groot gebied.

Daarbij komt nog dat deze onevenwichtige verdeling zich bij meerdere variabelen kan voordoen, zodat wanneer deze variabelen samen in het regressiemodel voorkomen, er een heel sterk hefboomeffect ontstaat, sterker dan men zou vermoeden op basis van de variabelen op zich. Opdeling van de gegevens per combinatie van diameter en fyto geografische regio leidt in sommige gevallen tot een beperkt aantal metingen. Opdeling in klassen biedt hier maar een gedeeltelijke oplossing, want het probleem blijft dat voor bepaalde combinaties het aantal waarnemingen gering kan worden of dat zelfs bepaalde cellen leeg zijn. Deze situatie maakt het vooral moeilijk om na te gaan of er een interactie is. Bijvoorbeeld wanneer veel kleine diameters zijn opgemeten in een bepaald district, is het moeilijk uit te maken of de relatie diameter - schors beïnvloed wordt door de kleine diameters of het district.

Een bijkomende moeilijkheid is de samenhang tussen de variabelen die de schorsdikte kunnen beïnvloeden. Het fyto geografisch district bepaalt mee de groeikracht van de boom en dus hoogte en diameter (Figuur 3). Bij toenemende leeftijd nemen eveneens hoogte en diameter toe. Deze samenhang bemoeilijkt de interpretatie, want de impact van de factoren is nog moeilijk te onderscheiden.



**Figuur 3: Boxplots van de diameterverdeling van Zomereik voor de fyto geografische regio's.**

## De keuze en constructie van de variabelen

Alhoewel de literatuur de relatie schors – diameter meestal benadert met een lineair model (zie hoger), bleek uiteindelijk dat de schorsfractie  $S$  (dubbele schorsdikte gedeeld door de diameter) beter hanteerbaar was om te beschrijven. Uit een verkennende studie kwamen de diameter en het fyto geografisch district als belangrijkste variabelen naar voor. De diameter is rechtstreeks verbonden



met de schorsdikte en het fyto geografisch district geeft een aanduiding van zowel hoogte als diameter. Bovendien laat deze laatste factor een min of meer evenwichtige indeling toe (3 klassen) in tegenstelling tot sluitingsgraad (3 klassen, waarvan de meerderheid met de hoogste sluitingsgraad), leeftijdklasse (veelheid aan klassen met een zeer ongelijke verdeling) en hoogte (zeer variabel en niet afhankelijk van leeftijd).

Om de hierboven gesignaleerde problemen te vermijden worden de diameters opgedeeld klassen. Via 'trial and error' wordt een zo evenwichtig mogelijke verdeling van de waarden per diameterklasse nagestreefd. Per klasse wordt het gemiddelde, de mediaan, de standaarddeviatie en het aantal metingen van de schorsfractie berekend en met elkaar vergeleken. Indien nodig wordt een range bepaald waarbinnen uitspraken geldig zijn. Dan worden de factoren diameter en fyto geografisch district bekeken via grafische methoden en de Kruskal Wallis test (niet-parametrische distributie-vrije statistische testen). Deze testen baseren zich op de rangorde in de gegevens in plaats van de ruwe data om te bepalen of de groepen significant verschillend zijn. Al naar gelang het resultaat van deze testen, worden de uitkomsten zo compact mogelijk voorgesteld aan de hand van een gemiddelde schorsfractie en een range waarbinnen 90 % van de opgemeten waarden gelegen zijn ( $\neq$  betrouwbaarheidsinterval), eventueel per diameterklasse en/of fyto geografische regio.

Het volume zonder schors is evenmin nauwkeurig te bepalen, onder andere door het ontbreken van informatie over het verloop van de schorsdikte met de hoogte van de boom. Via het percentage schors per diameter kan wel een indicatie van het percentage schors in het volume of grondvlak gegeven worden.

## Zomereik

De diameters van Zomereik worden opgedeeld in vijf klassen: 0-10, 11-20, 21-40, 41-60 en 60-120 cm. Tabel 2 vat samen welke waarden de schorsfractie heeft en hoe de verdeling is over de diameter- en fytogeografische klassen. In elke cel is achtereenvolgens weergegeven: gemiddelde, mediaan tussen het 5% en 95% percentiel, standaarddeviatie, aantal waarden en percentage per rij (schuingedrukt).

**Tabel 2: Overzicht van de indeling en waarden van S voor Zomereik.**

ZOMEREIK	0-10 cm	11-20 cm	21-40 cm	41-60 cm	61-120 cm	TOTAAL
<b>BRABANTS</b>						
gem	6,4	7,2	7,0	7,1	<b>6,1</b>	6,9
med	2,8-7,3-9,9	5,1-6,6-11,2	5,0-7,0-9,3	4,9-6,7-10,2	2,8-6,2-8,5	6,6
stdev	<b>2,7</b>	<b>2,2</b>	1,5	1,7	1,8	1,8
aantal	9	26	34	107	40	216
aandeel	4,2	12,0	15,7	49,5	18,52	100
<b>VLAAMS</b>						
gem	6,7	7,9	7,2	7,2	7,6	7,3
med	4,3-6,3-10,7	4,4-7,7-11,9	4,8-7,1-9,9	5,3-7,0-9,2	6,2-7,9-9,0	7,1
stdev	<b>2,2</b>	<b>2,5</b>	1,5	1,2	1,0	1,9
aantal	89	154	144	124	29	540
aandeel	16,5	28,5	26,7	23,0	5,37	100
<b>KEMPENS</b>						
gem	<b>9,2</b>	7,7	7,0	6,9	7,2	7,7
med	4,2-8,4-16,9	3,4-7,6-14,3	3,1-6,9-10,9	3,7-7,0-9,7	5,1-7,1-8,7	7,4
stdev	<b>4,2</b>	<b>3,3</b>	<b>2,5</b>	<b>2</b>	1,1	<b>3,2</b>
aantal	204	402	220	136	37	999
aandeel	20,4	40,2	22,0	13,6	3,7	100
<b>TOTAAL</b>						
gem	8,4	7,7	7,1	7,1	6,9	7,5
med	7,5	7,4	7,1	6,9	7	7,1
stdev	<b>3,9</b>	<b>3,1</b>	2,1	1,7	1,5	2,8
aantal	302	582	398	367	106	1755
aandeel	17,2	33,2	22,7	20,9	6,04	100

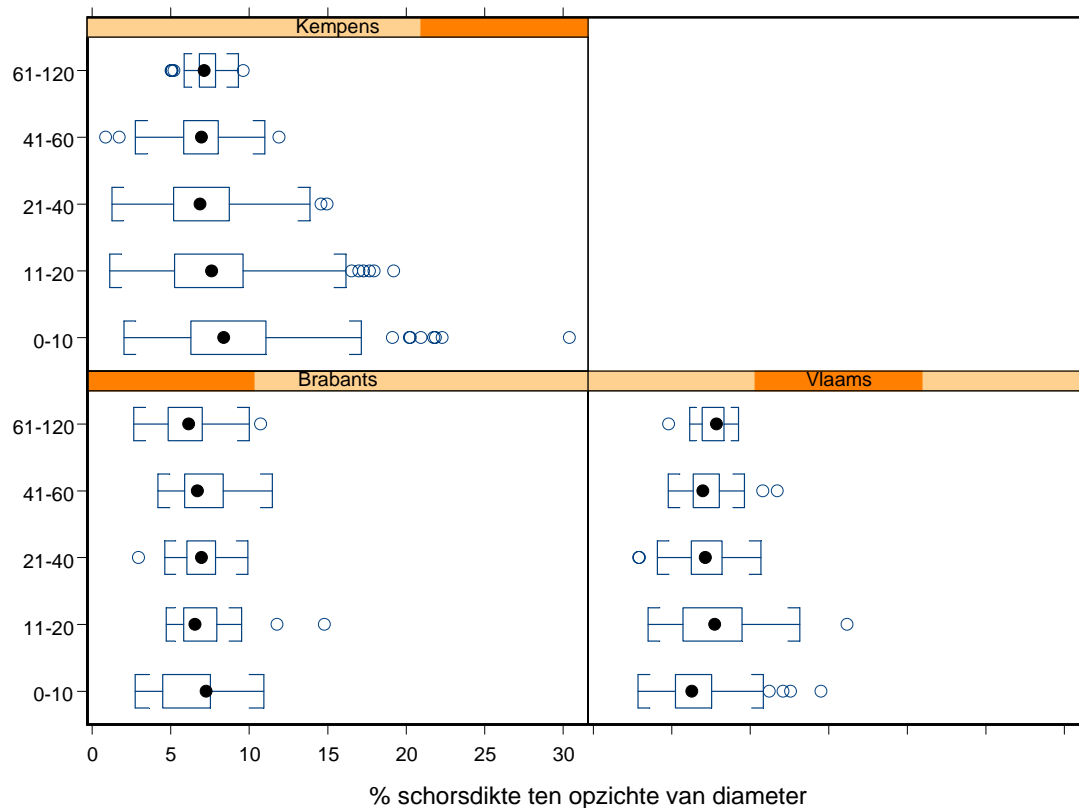
Elke diameterklasse heeft min of meer hetzelfde aandeel, behalve de klasse 61-120 cm, waar er te weinig gegevens zijn. Het zwaartepunt van de gegevens ligt in het Brabantse district bij de hogere diameters, terwijl dit in de Kempen net omgekeerd is. Het Vlaams district ligt tussenin.

De waarden voor de gemiddelde schorsfractie zijn ongeveer aan elkaar gelijk en variëren tussen ruwweg 6,5 en 7,5 %. In functie van de diameter is geen duidelijke trend zichtbaar (eventueel een afname), ook tussen de districten zijn geen systematische verschillen op te merken, tenzij voor het Vlaamse district dat per diameterklasse meestal de hoogste gemiddelde waarde bevat. Enkele outliers (vetgedrukt): voor de Kempen in diameterklasse 0-10 cm wordt een zeer grote waarde teruggevonden, in het Brabants district een kleine waarde bij diameterklasse 61-120 cm.

De mediaan geeft hetzelfde patroon, met iets minder extreme waarden. Uit de percentielen blijkt dat het Kempens district de meest variabele gegevens heeft, zeker voor de klasse 0-20 cm diameter. De resultaten voor de twee andere districten zijn vrij vergelijkbaar, de variatie naargelang de diameter is hier niet zo groot.

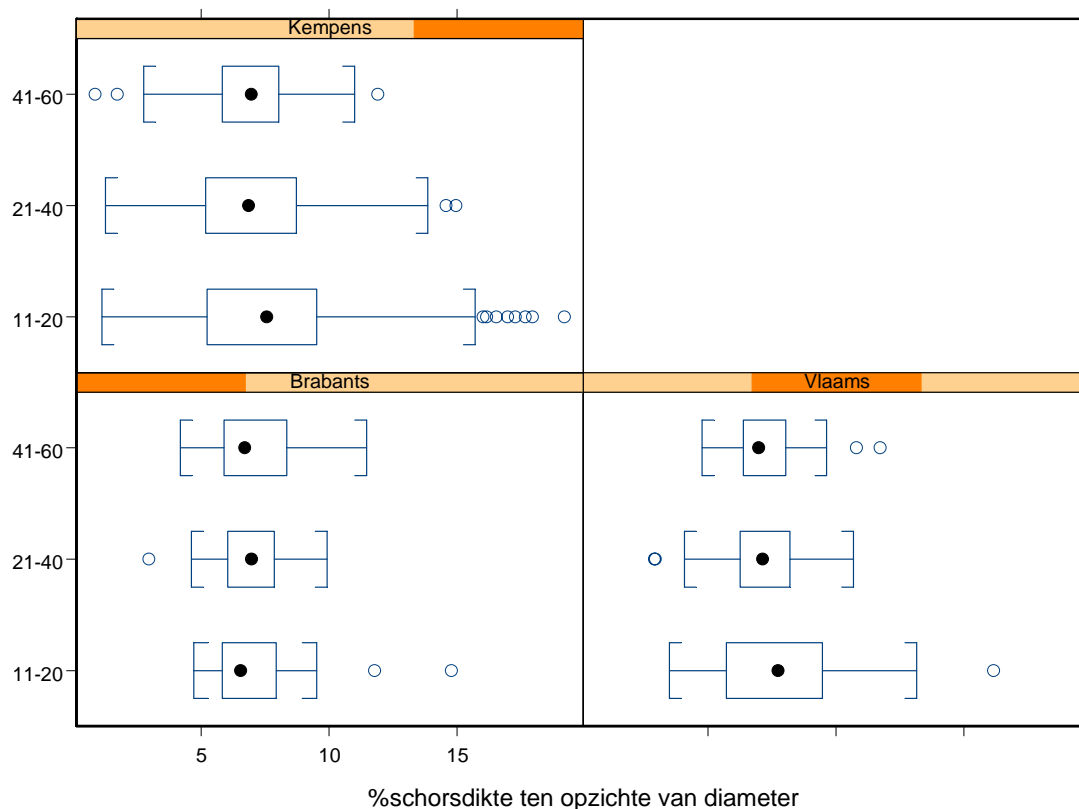
Binnen de standaarddeviatie is een duidelijk patroon zichtbaar (vetgedrukt): de grootste waarden vinden we terug bij de kleinste diameters en de waarden dalen met toenemende diameter. Dit is ook zichtbaar in Figuur 2. Het Kempens district heeft voor de standaarddeviatie zeer grote waarden voor de eerste 4 diameterklassen.

Grafisch voorgesteld geeft dit alles volgend beeld (Figuur 4).



**Figuur 4: Boxplots van de schorsfractie per diameterklasse en per fyto geografisch district voor Zomereik.**

Uit het voorgaande kan besloten worden dat het Kempens district voor Zomereik de grootste variabiliteit weerspiegelt, maar gemiddeld gezien wel vergelijkbare resultaten geeft wanneer de kleinste diameterklasse wordt uitgeschakeld. De variabiliteit neemt af van het Vlaams district naar het Brabants. Het Brabants en het Vlaams district hebben vergelijkbare resultaten voor het gemiddelde, behalve voor de grootste diameterklasse van het Brabants district waar duidelijk een lagere waarde is. Het interval 11-60 cm diameter wordt daarom meer in detail bekeken. Vorige figuur ziet er dan als volgt uit (Figuur 6).



**Figuur 5: Boxplots van de schorsfractie per diameterklasse tussen 11 en 60 cm en per fyto geografisch district voor Zomereik.**

De waarden van diameterklasse 0-10 cm en 61-120 cm worden uit de dataset verwijderd. De verschillen tussen fyto geografisch district en diameterklasse worden uitgetest via een Kruskal-Wallis test (niet-parametrisch,  $\alpha = 0,05$ ).

\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

data: schorsfractie and fyto geografisch district  
 Kruskal-Wallis chi-square = 4.69, df = 2, **p-value = 0.0958**  
 alternative hypothesis: two.sided

\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

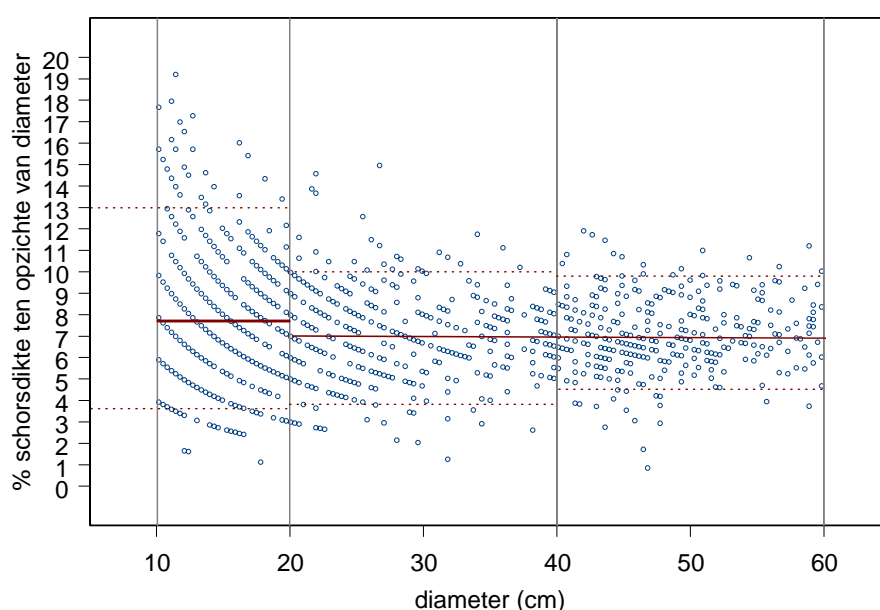
data: schorsfractie and diameterklasse  
 Kruskal-Wallis chi-square = 9.44, df = 2, **p-value = 0.0089**  
 alternative hypothesis: two.sided

Het fyto geografisch district heeft geen invloed op de schorsdikte, de diameterklasse daarentegen wel. Wanneer de waarden van de schorsfractie per diameterklasse worden bekeken (Tabel 3) is te zien dat de mediaan van de schorsfractie afneemt met de diameter, hoewel voor het gemiddelde deze trend minder duidelijk is.

**Tabel 3: Waarden van S binnen het uitgekozen bereik voor Zomereik.**

ZOMEREIK	mediaan	gemiddelde	5 %	95 %
11-20 cm	7,4	7,7	3,6	13
21-40 cm	7,1	7,1	3,8	10
41-60 cm	6,9	7,1	4,4	9,8
TOTAAL	7,1	7,4	3,8	11,7

In Figuur 6 worden de waarden van S weergegeven ten opzichte van de diameter in het beschouwde interval. De volle lijn stelt de gemiddelde schorsfractie per klasse voor. Wanneer de waarden van het 5% en 95 % percentiel (stippellijnen) voor elke diameterklasse worden vergeleken, blijkt vooral de breedte van het interval af te nemen met toenemende diameter. Wellicht trekken de iets hogere en meer variabele waarden in de kleinste diameterklasse het gemiddelde in deze klasse naar boven. Tussen de twee volgende klassen is het verschil minder duidelijk. In de methodiek kwam reeds aan bod dat hiervoor geen eenduidige oorzaak kan worden gevonden, maar het plausibel is dat dit te maken heeft met meetproblemen.



**Figuur 6: Grafische weergave van de resultaten voor Zomereik.**

Uit voorgaande kan besloten worden dat voor Zomereik het gemiddelde percentage schors in de diameter **7,4 %** bedraagt en dat 90 % van de metingen tussen 3,8 en 11,7 % gelegen is. Voor het volume resulteert dit in een gemiddeld schorsaandeel van 13,3 %.

## Beuk

De diameters van beuk worden opgedeeld in vier klassen: 0-20, 21-40, 41-60, 60-120 cm. Tabel 4 vat samen welke waarden de schorsfractie heeft en hoe de verdeling is over de diameter- en fyto geografische klassen. In elke cel is achtereenvolgens weergegeven: gemiddelde, mediaan tussen het 5% en 95% percentiel, standaarddeviatie, aantal waarden en percentage per rij (schuin gedrukt).

**Tabel 4: Overzicht van de indeling en waarden van S voor Beuk.**

<b>BEUK</b>	0-20 cm	21-40 cm	41-60 cm	61-120 cm	TOTAAL
<b>BRABANTS</b>					
gem	<b>2,0</b>	1,3	1,6	1,7	1,7
med	1,0 - <b>2,0</b> - 3,1	0,6 - 1,0 - 2,7	0,8 - 1,4 - 2,7	0,8 - 1,5 - 2,7	1,5
stdev	<b>0,8</b>	0,7	0,7	0,6	0,7
aantal	49	26	91	70	236
aandeel	<i>20,8</i>	<i>11,0</i>	<i>38,6</i>	<i>29,7</i>	<i>47,4</i>
<b>VLAAMS</b>					
gem	<b>3,0</b>	1,7	1,7	2,0	2,2
med	1,4 - <b>2,8</b> - 4,7	0,8 - 1,6 - 2,7	0,9 - 1,5 - 2,8	1,1 - 2,0 - 3,0	1,9
stdev	<b>1,1</b>	0,7	0,7	0,6	1
aantal	44	20	34	32	130
aandeel	<i>33,8</i>	<i>15,4</i>	<i>26,2</i>	<i>24,6</i>	<i>26,1</i>
<b>KEMPENS</b>					
gem	<b>2,3</b>	1,6	1,4	1,3	1,6
med	1,2 - <b>2,2</b> - 3,7	0,7 - 1,6 - 2,8	0,7 - 1,4 - 2,2	0,6 - 1,1 - 2,1	1,4
stdev	<b>0,9</b>	0,7	0,6	<b>0,8</b>	0,8
aantal	18	33	41	40	132
aandeel	<i>13,6</i>	<i>25,0</i>	<i>31,1</i>	<i>30,3</i>	<i>26,5</i>
<b>TOTAAL</b>					
gem	<b>2,4</b>	1,5	1,6	1,7	1,8
med	<b>2,2</b>	1,4	1,4	1,5	1,6
stdev	<b>1,0</b>	0,7	0,7	0,7	0,9
aantal	111	79	166	142	498
aandeel	<i>22,3</i>	<i>15,9</i>	<i>33,3</i>	<i>28,5</i>	<i>100</i>

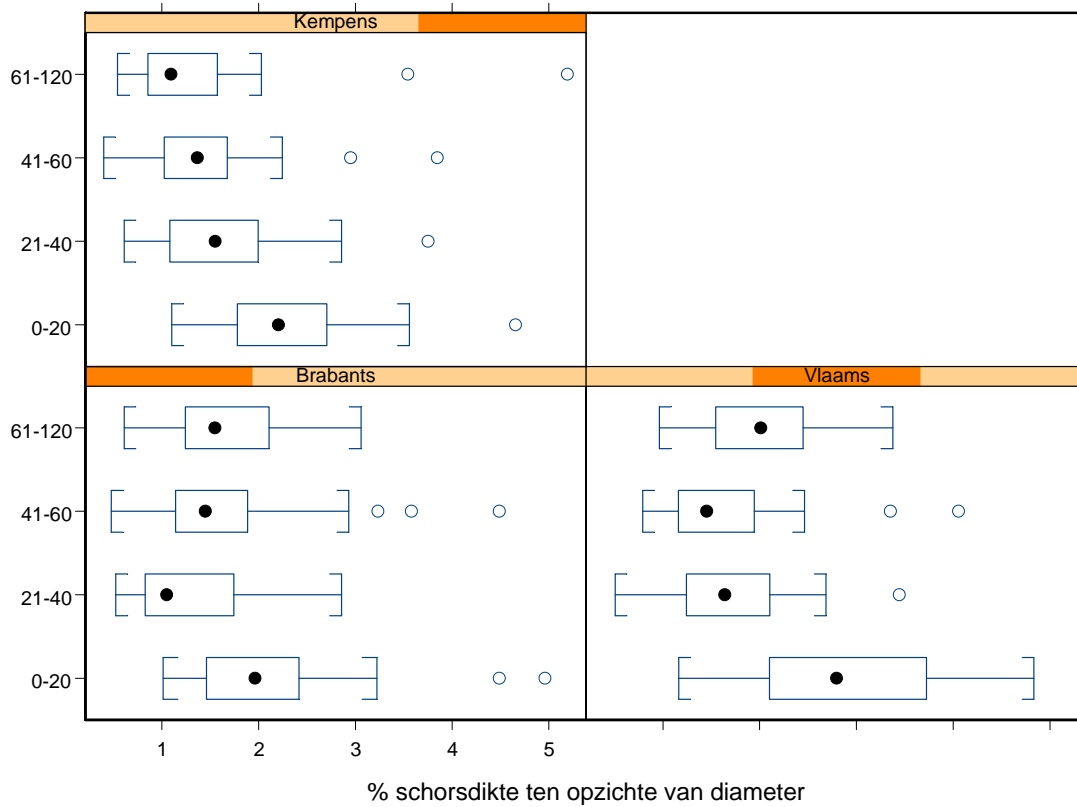
Elke diameterklasse heeft een vergelijkbaar aandeel. Het zwaartepunt van de gegevens ligt in het Brabantse district en ook het aandeel dikke bomen is daar groot. Het Vlaams district telt relatief meer dunnere bomen dan het Kempens.

De waarden voor de gemiddelde schorsfractie in elk fyto geografisch district variëren weinig en liggen tussen 1,3 en 1,7 %. Opvallend is dat de kleinste diameterklasse overal de hoogste gemiddelde waarde heeft. In functie van de diameter of fyto geografische streek is verder geen trend zichtbaar. Het Vlaamse district heeft over het algemeen de hoogste waarden voor de gemiddelde schorsfractie.

De mediaan ligt dicht tegen het gemiddelde en dezelfde opmerkingen als voor het gemiddelde gelden ook hier. Uit de percentielen blijkt dat de grootste variabiliteit ook samenhangt met de grote waarden in de kleinste diameterklassen. Vooral voor het Vlaamse district is de spreiding van gegevens zeer groot.

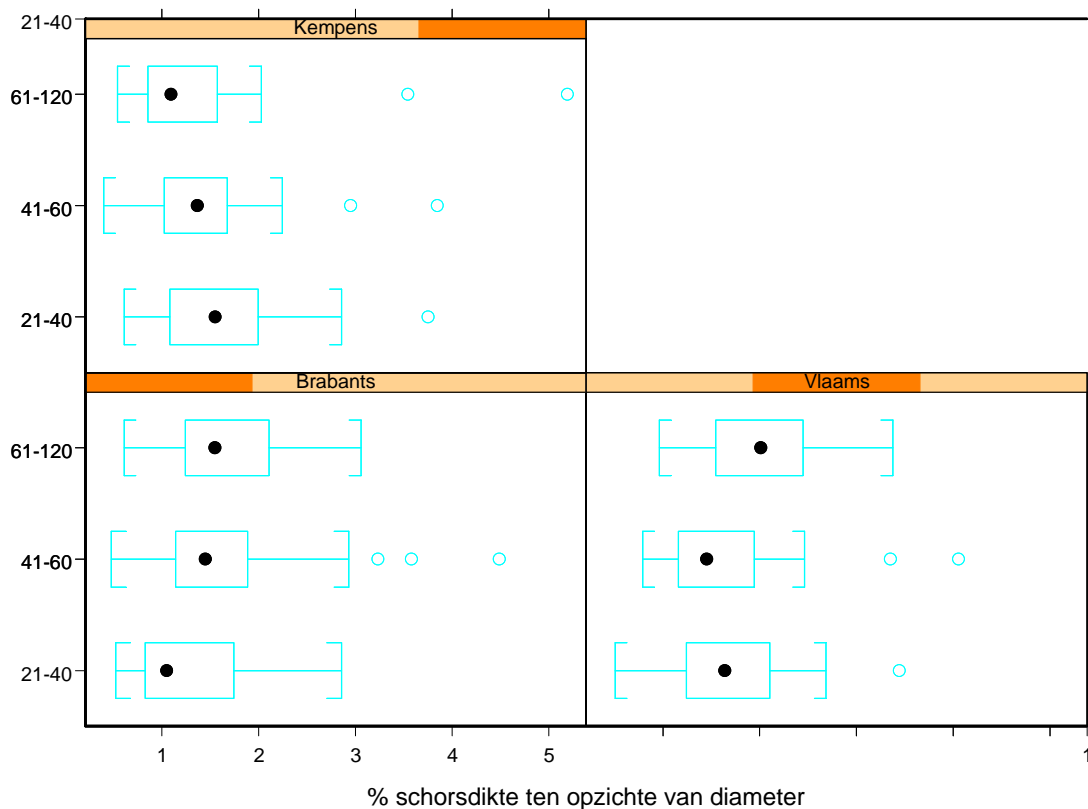
Bijgevolg is ook de standaarddeviatie grootste bij de kleinste diameters (vetgedrukt).

Grafisch kan tot volgend beeld gekomen worden (Figuur 6).



**Figuur 7: Boxplots van de schorsfractie per diameterklasse en per fyto geografisch district voor Beuk.**

De verschillen tussen de schorsfracties zijn bij Beuk relatief klein in vergelijking met de andere boomsoorten. De marge waarbinnen de waarden vallen is smal. Duidelijke patronen zijn niet zichtbaar. Omdat de kleinste diameterklasse er toch uitspringt wordt het interval 20-120 cm diameter meer in detail bekeken. Vorige figuur ziet er dan als volgt uit (Figuur 8):



**Figuur 8: Boxplots van de schorsfractie per diameterklasse tussen 21 en 120 cm en per fyto-geografisch district voor Beuk.**

De waarden van diameterklasse 0-20 cm worden uit de dataset verwijderd. Per fyto-geografisch district en per diameterklasse worden de waarden voor S herberekend en via een Kruskal-Wallis test (niet-parametrisch,  $\alpha = 0.05$ ) wordt getest of fyto-geografische regio of diameterklasse effect heeft.

\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

data: schorsfractie and fyto-geografisch district  
 Kruskal-Wallis chi-square = 17.5, df = 2, **p-value = 0.0002**  
 alternative hypothesis: two.sided

\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

data: schorsfractie and diameterklasse  
 Kruskal-Wallis chi-square = 3.25, df = 2, **p-value = 0.197**  
 alternative hypothesis: two.sided

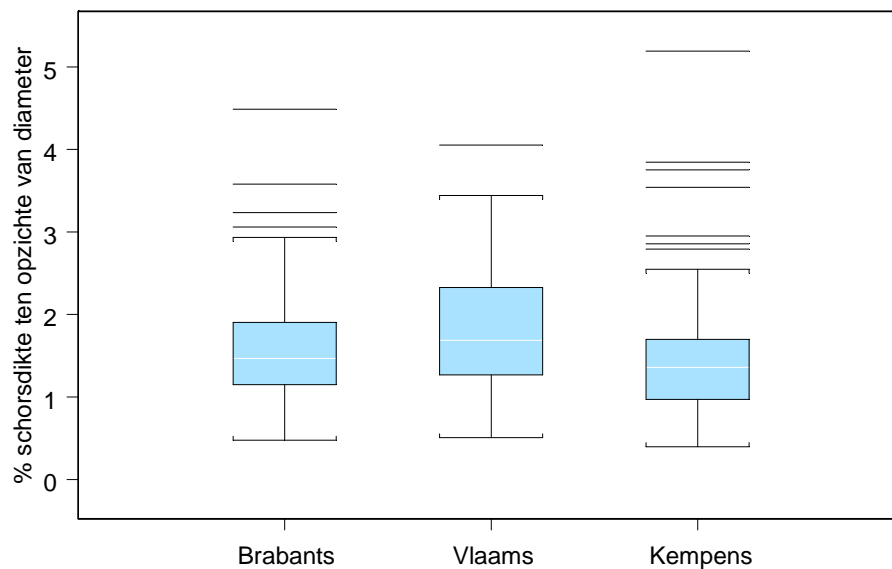
De diameterklassen van 21 tot 120 cm hebben geen invloed op de schorsfractie, het district daarentegen wel. Dit is wellicht te wijten aan de hogere waarden binnen het Vlaamse district. Wanneer het gemiddelde wordt gepooled per district (Tabel 5) is te zien dat de marges voor het Brabants district volledig binnen het Kempens district vallen en dat inderdaad het Vlaamse district de grootste waarden heeft, ook voor de grenzen van het interval.



**Tabel 5: Waarden van S binnen het uitgekozen bereik voor Beuk.**

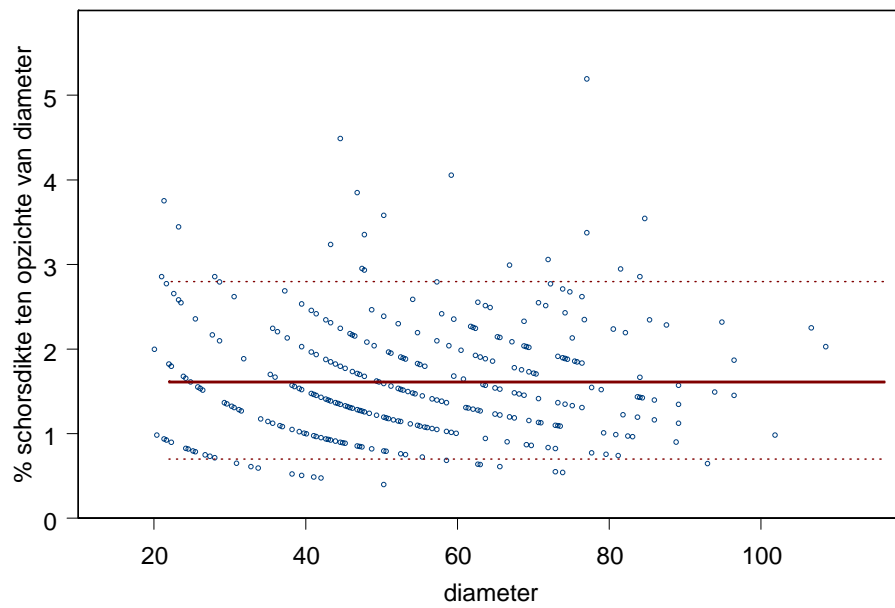
BEUK	mediaan	gemiddelde	5 %	95 %
Brabants	1,5	1,6	0,75	2,8
Vlaamse	1,7	1,8	0,9	3,0
Kempens	1,4	1,4	0,63	2,8
TOTAAL	1,5	1,6	0,72	2,8

Een andere weergave is te zien in Figuur 9. De verschillen blijven echter zeer klein in vergelijking met de andere boomsoorten. Er is geen plausibele verklaring voor de grotere waarden van het Vlaamse district. De tendens zet zich ook niet voort in de andere regio's. Mogelijk is het verschil te wijten aan het relatief grotere aandeel waarden in de kleinere diameters van het Vlaams district (Tabel 4).



**Figuur 9: Boxplots voor de verdeling van S binnen de fyto geografische regio's voor Beuk.**

In Figuur 10 worden de waarden van S weergegeven ten opzichte van de diameter in het beschouwde interval. De volle lijn stelt de gemiddelde schorsfractie voor. De stippellijnen geven het interval aan waarbinnen 90 % van de opgemeten waarden liggen.



**Figuur 10: Grafische weergave van de resultaten voor Beuk.**

Voor Gewone beuk kan gesteld worden dat het gemiddelde percentage schors gelijk is aan **1,6 %** en dat 90 % van de metingen tussen 0,72 en 2,8 % gelegen is. Voor het volume betekent dit een gemiddeld schorsaandeel van ongeveer 3 %.

## Grove den

De gegevens voor Grove den kunnen enkel worden bekeken voor het Vlaams en het Kempens district (slechts 7 waarden in het Brabants district). De diameters worden opgedeeld in vijf klassen; 0-10, 11-20, 21- 30, 31-40, 41-65 cm. Tabel 7 vat samen hoe de verdeling is van de schorsfractie over de verschillende diameterklassen en fyto geografische districten. In elke cel is achtereenvolgens weergegeven: gemiddelde, mediaan tussen het 5% en 95 % percentiel, standaarddeviatie, aantal waarden en percentages per rij (schuingedrukt).

**Tabel 6: Overzicht van de indeling en waarden van S voor Grove den.**

<b>GROVE DEN</b>	0-10 cm	11-20 cm	21-30 cm	31-40 cm	41-65 cm	TOT-AAL
<b>VLAAMS</b>						
gem	<b>12,0</b>	10,7	10,7	12	<b>14</b>	10,8
med	6,9 - 9,7 - 23	6,3 - 10,3 - 16	6,6 - 10,2 - 16	6,3- 11,3-17,4	11,2 - 14 - 15,6	10,3
stdev	<b>7,5</b>	3,0	3,1	3,5	1,7	3,2
aantal	6	314	401	53	7	781
aandeel	<b>0,8</b>	<i>40,2</i>	<i>51,3</i>	<b>6,8</b>	<b>0,9</b>	<i>27,3</i>
<b>KEMPENS</b>						
gem	8,9	9,5	9,9	10	10	9,8
med	2,6 - 8,4 -16,3	4,8 -9,1 - 15,7	5,8 - 9,7- 15	6,0 - 9,9- 14,6	6,6 - 11- 14,7	9,5
stdev	<b>4,1</b>	3,2	2,8	2,8	2,6	3,1
aantal	161	601	877	315	126	2080
aandeel	<b>7,7</b>	<i>28,9</i>	<i>42,2</i>	<i>15,1</i>	<b>6,1</b>	<i>72,7</i>
<b>TOTAAL</b>						
gem	9	9,9	10,2	10,4	10,6	10,1
med	8,4	9,7	9,8	10,	10,7	9,8
stdev	<b>4,3</b>	3,2	2,9	3,0	2,6	3,1
aantal	167	915	1278	368	133	2861
aandeel	<b>5,8</b>	<i>32</i>	<i>44,7</i>	<i>12,9</i>	<b>4,6</b>	<i>100</i>

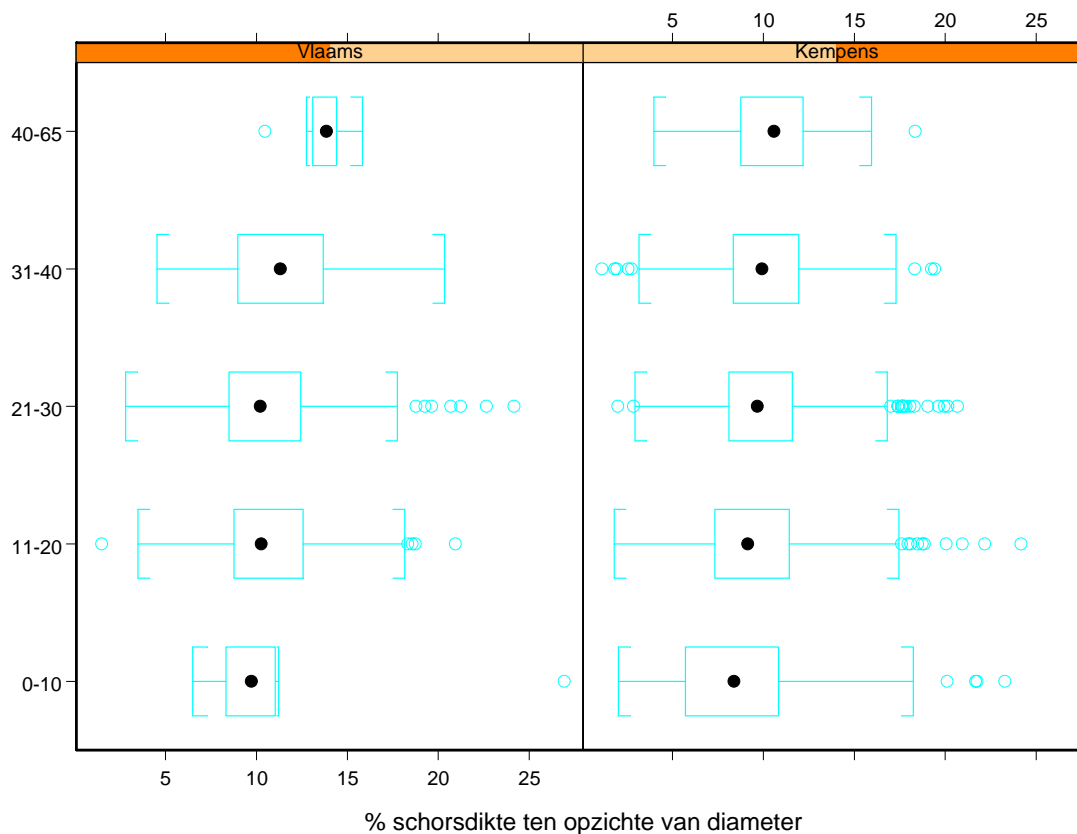
Het aandeel van elke diameterklasse is zeer ongelijk verdeeld.: zowel de bij kleinste als de grootste diameters zijn onvoldoende waarden beschikbaar, in vergelijking met de andere. In het Vlaamse district liggen praktische alle metingen geconcentreerd tussen 11 en 30 cm diameter. Ook het Kempens district telt de meeste waarden binnen dezelfde range.

De gemiddelde schorsfractie schommelt tussen 9 en 12 %. In functie van de fyto geografische streek liggen de waarden van het Vlaamse district duidelijk hoger dan bij het Kempense. Ook in de diameter is een duidelijke tendens merkbaar: de schorsfractie neemt toe met de diameter. Dit is minder evident in het Vlaams district, maar wel in het Kempens. Enkele outliers zijn terug te vinden in het Vlaamse district bij de uiterste diameterklassen. Hier zijn ook weinig gegevens voorhanden.

De mediaan vertoont hetzelfde patroon als het gemiddelde, hier is het meer uitgesproken dat de schorsfractie stijgt bij stijgende diameter. De grootste variabiliteit is terug te vinden bij de laagste diameterklasse. Voor de andere klassen is de variatie constant; er is geen trend.

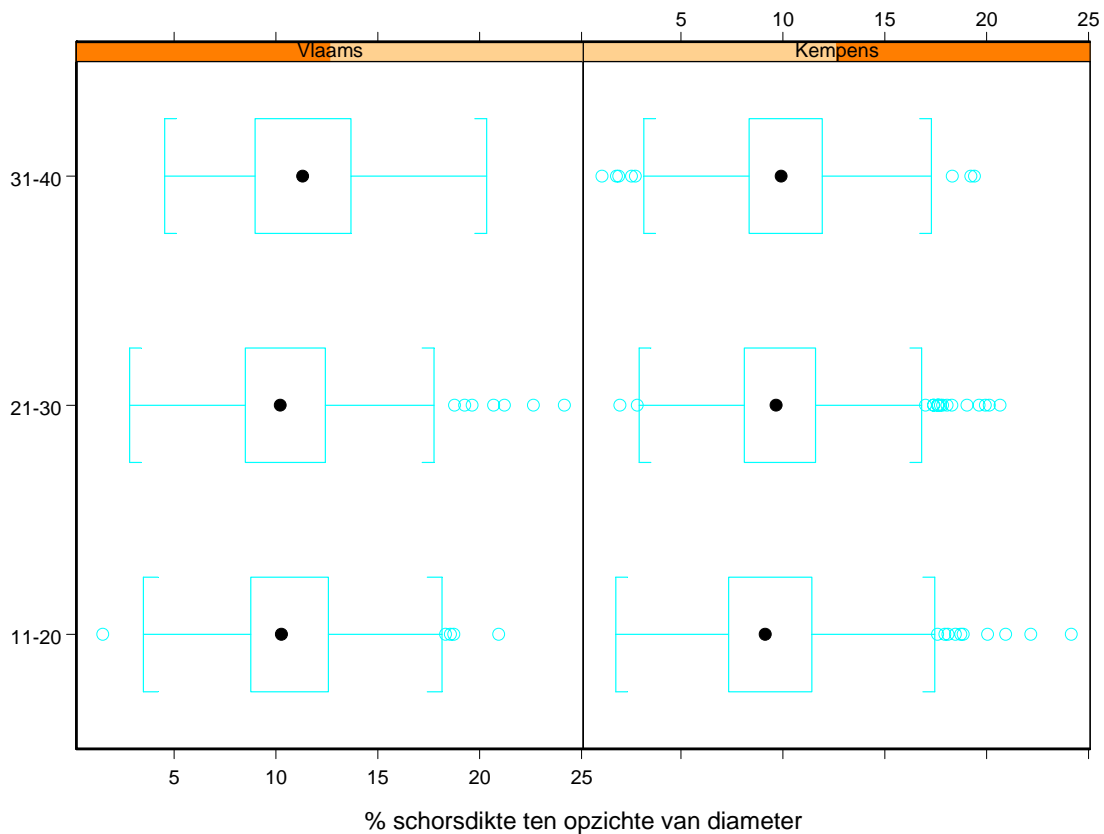
De standaarddeviatie is hoog bij de kleinste diameterklasse en neemt af naarmate de diameter toeneemt. Dit komt bij het Vlaams district minder tot uiting.

Grafisch kan dit worden weergegeven als volgt (Figuur 11):



**Figuur 11: Boxplots van de schorsfractie per diameterklasse en per fyto geografisch district voor Grove den.**

Uit voorgaande kan besloten worden dat de metingen zich concentreren over een smalle diameterrange. Dit heeft te maken met de leeftijdsstructuur van bestanden met Grove den: de meeste zijn niet ouder dan 50 jaar en zeer jonge bestanden zijn schaars. Het Vlaams district heeft algemeen een hogere gemiddelde schorsfractie dan het Kempens district. Bovendien lijkt er een patroon te zijn in functie van de diameterklasse. Het interval 11 - 40 cm wordt hier meer in detail bekeken. De kleinste diameterklasse valt weg omwille van de grote variatie, terwijl het vooral de geringe aantallen zijn die de klasse van meer dan 40 cm doen wegvallen. Vorige figuur wordt omgevormd tot Figuur 12.



**Figuur 12: Boxplots van de schorsfractie per diameterklasse tussen 11 en 40 cm en per fyto-geografisch district voor Grove den**

De waarden van diameterklasse 0-10 en > 40 cm diameter worden uit de dataset gehaald. Per fyto-geografisch district en per diameterklasse worden de waarden herberekend en verschillen tussen district en diameterklasse uitgetest via een Kruskal Wallis test (niet-parametrisch,  $\alpha = 0,05$ ).

\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

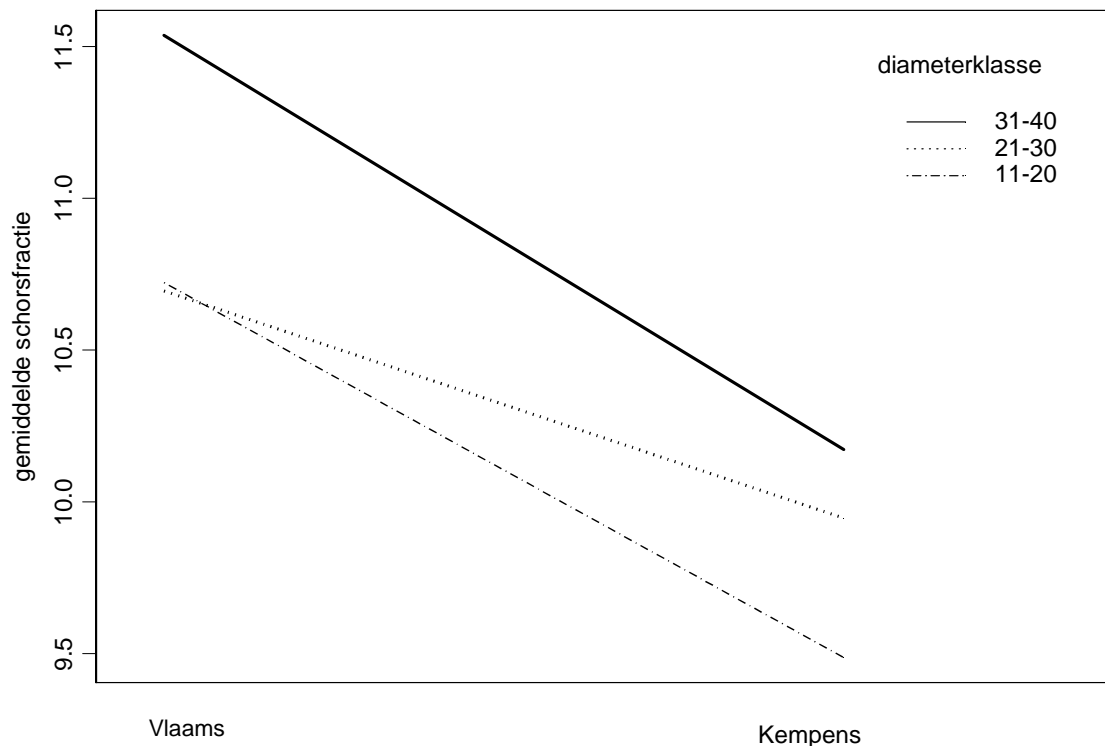
data: schorsfractie and fyto-geografisch district  
 Kruskal-Wallis chi-square = 47.18, df = 1, **p-value = 0**  
 alternative hypothesis: two.sided

\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

data: schorsfractie and diameterklasse  
 Kruskal-Wallis chi-square = 10.08, df = 2, **p-value = 0.0065**  
 alternative hypothesis: two.sided

Zowel het fyto-geografisch district als de diameterklasse hebben zoals verwacht een invloed op de schorsfractie. Er wordt nagegaan in hoeverre deze effecten met elkaar interageren. Een interactieplot van diameter en fyto-geografisch district is voorgesteld in Figuur 13. Hier wordt duidelijk dat het vooral het Kempens district is waar de schorsfractie toeneemt met stijgende diameterklasse. Wanneer dit apart wordt uitgetest (zie volgende output) blijkt dat voor het Vlaams district geen effect van de

diameterklasse kan worden vastgesteld. Een mogelijke oorzaak zijn de onevenwichten in de dataset voor het Vlaamse district (Tabel 6).



**Figuur 13: Interactieplot van fytogeografisch district en diameterklasse voor de schorsfractie van Groveden.**

\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

data: schorsfractie[Kempens] and diameterklasse[Kempens]  
 Kruskal-Wallis chi-square = 20.86, df = 2, **p-value = 0**  
 alternative hypothesis: two.sided

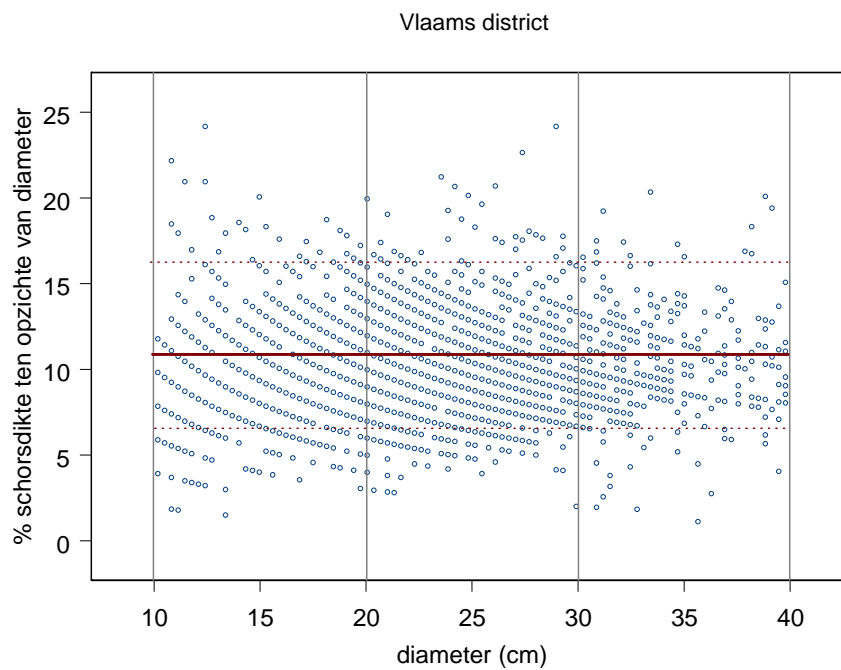
\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

data: schorsfractie[Vlaams] and diameterklasse[Vlaams]  
 Kruskal-Wallis chi-square = 2.826, df = 2, **p-value = 0.2434**  
 alternative hypothesis: two.sided

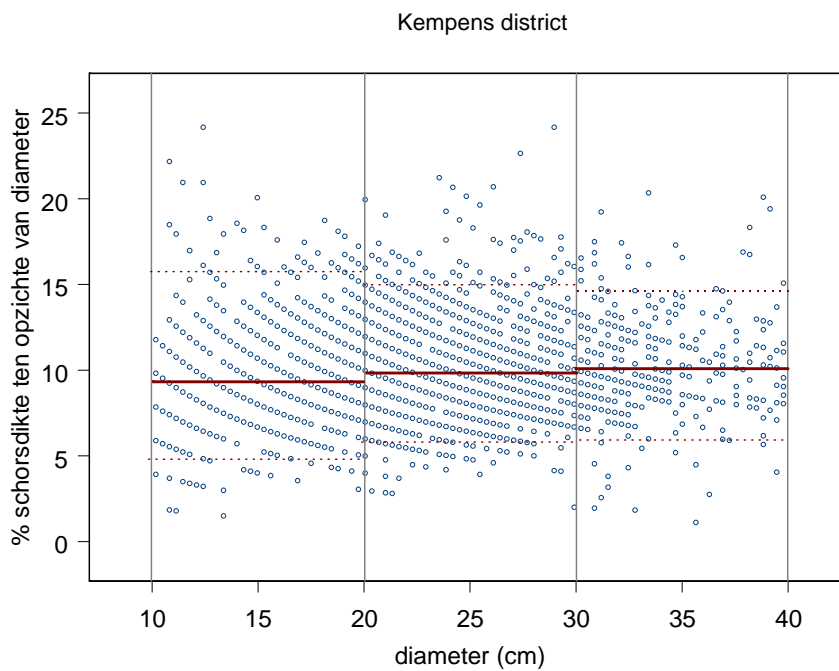
Uit voorgaande wordt besloten om per diameterklasse voor het Kempens district het gemiddelde te poolen en de fytogeografische districten verder apart te beschouwen. De schorsfractie neemt toe met stijgende diameterklasse in het Kempens district. In het Vlaams district wordt een hogere schorsfractie waargenomen. Al bij al zijn de verschillen niet zeer groot. Als de breedte van het 90 % interval in beschouwing wordt genomen, zijn alle waarden bijna even waarschijnlijk voor elke diameterklasse of district (Tabel 7). Bij vergelijken van Figuur 14 en Figuur 15 rijst ook de vraag of het praktisch nut heeft om een opdeling te maken naar district en diameterklasse.

**Tabel 7: Waarden van S binnen het uitgekozen bereik voor Grove den.**

GROVE DEN	mediaan	gemiddelde	5 %	95 %
Kempens 11-20	9,1	9,5	4,8	15,7
Kempens 21-30	9,7	9,9	5,8	15,0,
Kempens 31-40	9,9	10,2	6,0	14,6
Vlaams	10,3	10,8	6,5	16,2
TOTAAL	9,8	10,1	5,6	15,7



**Figuur 14: Grafische weergave van de resultaten voor Grove den in het Vlaams district (alle metingen binnen het uitgekozen bereik zijn weergegeven).**



**Figuur 15: Grafische weergave van de resultaten voor Grove den in het Kempens district (alle metingen binnen het uitgekozen bereik zijn weergegeven).**

Voor Grove den kan besloten worden dat de gemiddelde schorsfractie in de diameter **10,1 %** bedraagt en 90 % van de metingen gelegen is in het interval 5,6 en 15,7 %. Voor het gemiddeld volume of grondvlak betekent dit een gemiddeld schorsaandeel van 17,5 %.



## Corsicaanse den

Voor Corsicaanse den worden net als bij Grove den te weinig waarden (4) gevonden voor het Brabants district. Deze zijn uit de dataset gehaald. De diameters worden ingedeeld in vier klassen: 0-10, 11-20, 21-30, 31- 67 cm. Tabel 8 vat samen hoe de waarden voor de schorsfractie verdeeld zijn over de diameterklassen en de twee fytogeografische districten.

**Tabel 8** Overzicht van de indeling en waarden van S voor Corsicaanse den.

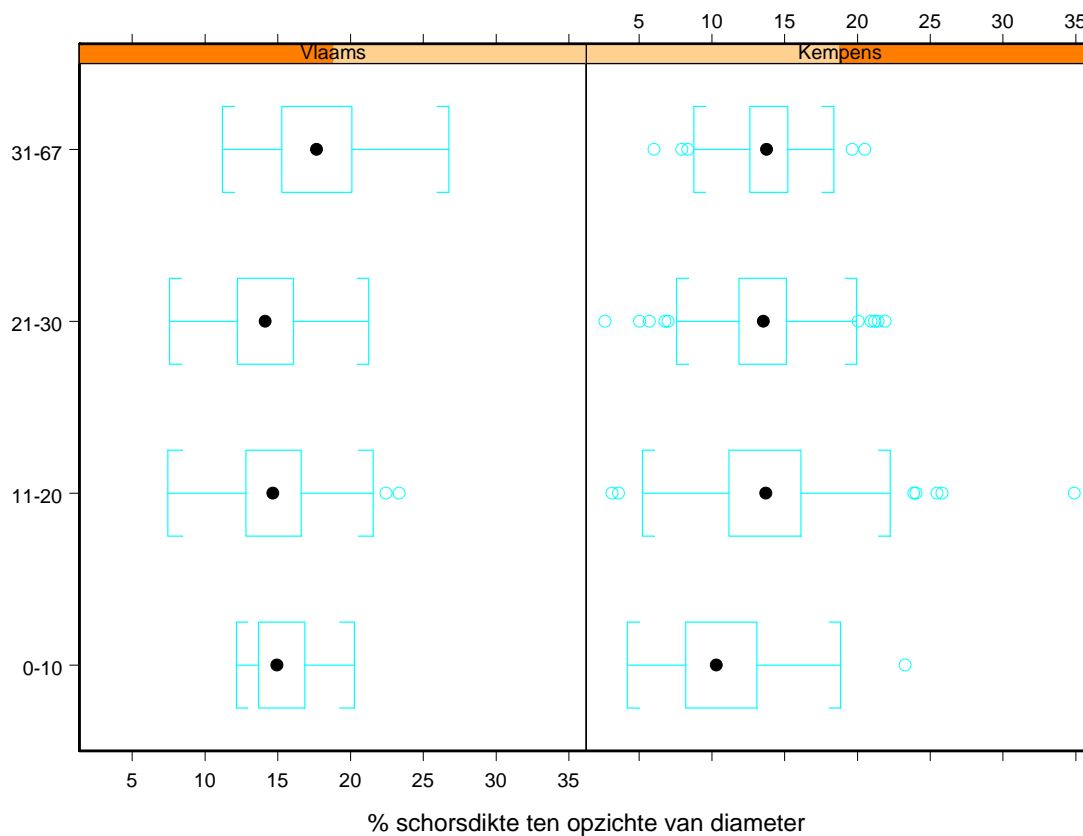
<b>CORSICAAN SE DEN</b>	0-10 cm	11-20 cm	21-30 cm	31-67 cm	TOTAAL
<b>VLAAMS</b>					
gem	15,6	14,8	14,2	<b>17,7</b>	15
med	12,5 - 14,9-19,6	10,6- 14,7 -20,9	9,5 - 14,1 - 18,7	12,2 -17,7- 23,1	14,8
stdev	<b>3,5</b>	3,0	2,7	3,6	3,2
aantal	4	100	94	36	234
aandeel	<b>1,7</b>	42,7	40,2	15,4	27,8
<b>KEMPENS</b>					
gem	11,2	13,8	13,6	13,8	13,6
med	5,6 - 10,3 - 18,7	7,5 - 13,7 - 19,3	9,0 - 13,5 - 18,5	9,4 - 13,7 - 17,8	13,5
stdev	<b>4,3</b>	<b>4,0</b>	3,0	2,5	3,5
aantal	32	245	231	100	608
aandeel	<b>5,3</b>	40,3	38	16,4	72,2
<b>TOTAAL</b>					
gem	11,6	14,1	13,8	14,8	14
med	11	14,1	13,7	14,3	13,8
stdev	<b>4,4</b>	<b>3,7</b>	2,9	3,3	3,5
aantal	36	345	325	136	842
aandeel	<b>4,3</b>	41	38,6	16,1	100

De diameters zijn geconcentreerd in het interval van 11 tot 30 cm. Dit heeft te maken met de leeftijdsstructuur van Corsicaanse den in Vlaanderen: de meerderheid bevindt zich in de leeftijdsklasse 21 - 40 jaar, zeer jonge en oudere bestanden ontbreken. Het zwaartepunt van de data ligt in het Kempens district. Het Vlaamse district telt ook in de grootste diameterklasse weinig waarden (16).

De gemiddelde schorsfractie varieert tussen 11,2 en 15,6 % met als uitschieter 17,7 % in de hoogste diameterklasse van het Vlaamse district (vetgedrukt). Tussen beide districten is in het Vlaams district de schorsfractie duidelijk groter. Naargelang de diameter is niet echt een trend op te merken.

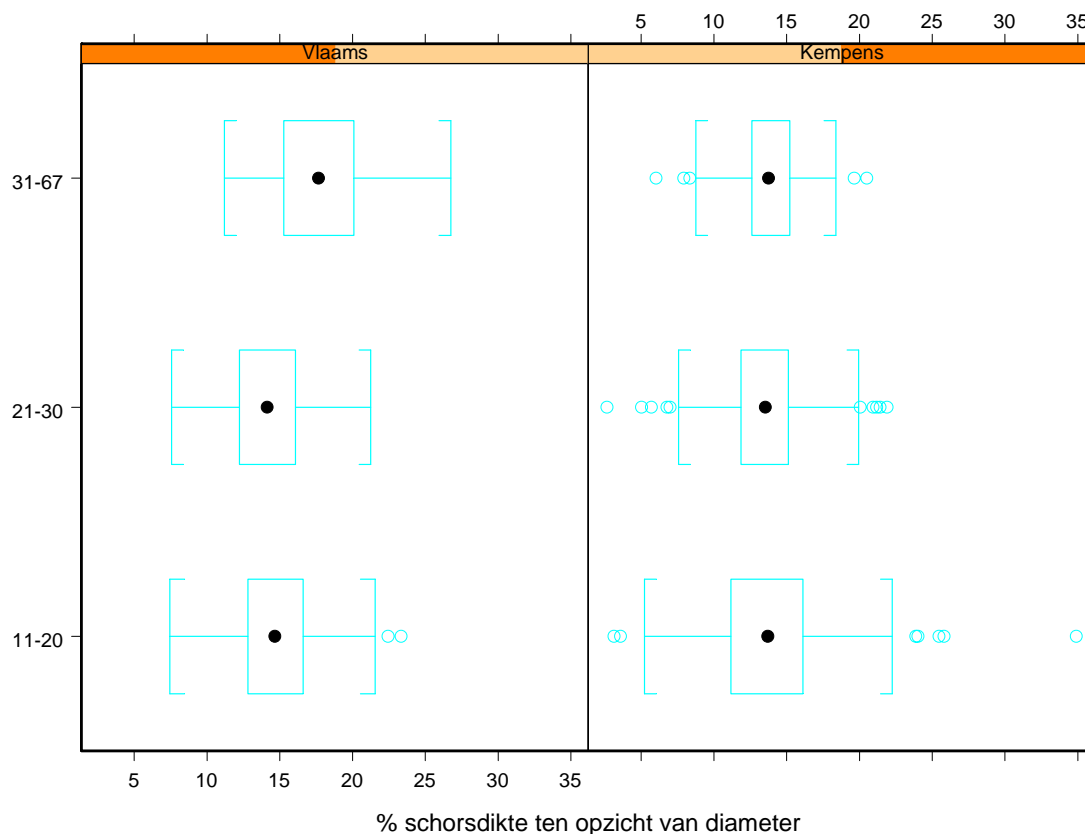
De mediaan wijkt weinig af van het gemiddelde en ligt doorgaans iets lager. De variabiliteit is het grootst in de kleinste diameterklassen. Het Kempens district heeft in deze klassen de grootste standaarddeviaties en de standaarddeviatie neemt hier ook af met toenemende diameterklasse.

Grafisch voorgesteld wordt tot Figuur 16 gekomen.



**Figuur 16: Boxplots van de schorsfractie per diameterklasse en per fyto geografisch district voor Corsicaanse den.**

Het Kempens district heeft een grotere variabiliteit in de kleinste diameterklassen. Wanneer de klasse 0-10 cm wordt uitgeschakeld zijn er vrij vergelijkbare resultaten, het Vlaams district heeft overal een hogere waarde voor de schorsfractie. Vorige figuur ziet er dan uit als volgt (Figuur 17):



**Figuur 17: Boxplots van de schorsfractie per diameterklasse en per fyto-geografisch district voor Corsicaanse den.**

De laagste diameterklasse wordt uit de data gehaald en de waarden voor S worden herberekend. Per fyto-geografisch district en diameterklasse wordt hun effect uitgetest via een Kruskal-Wallis test (niet-parametrisch,  $\alpha = 0.05$ ).

\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

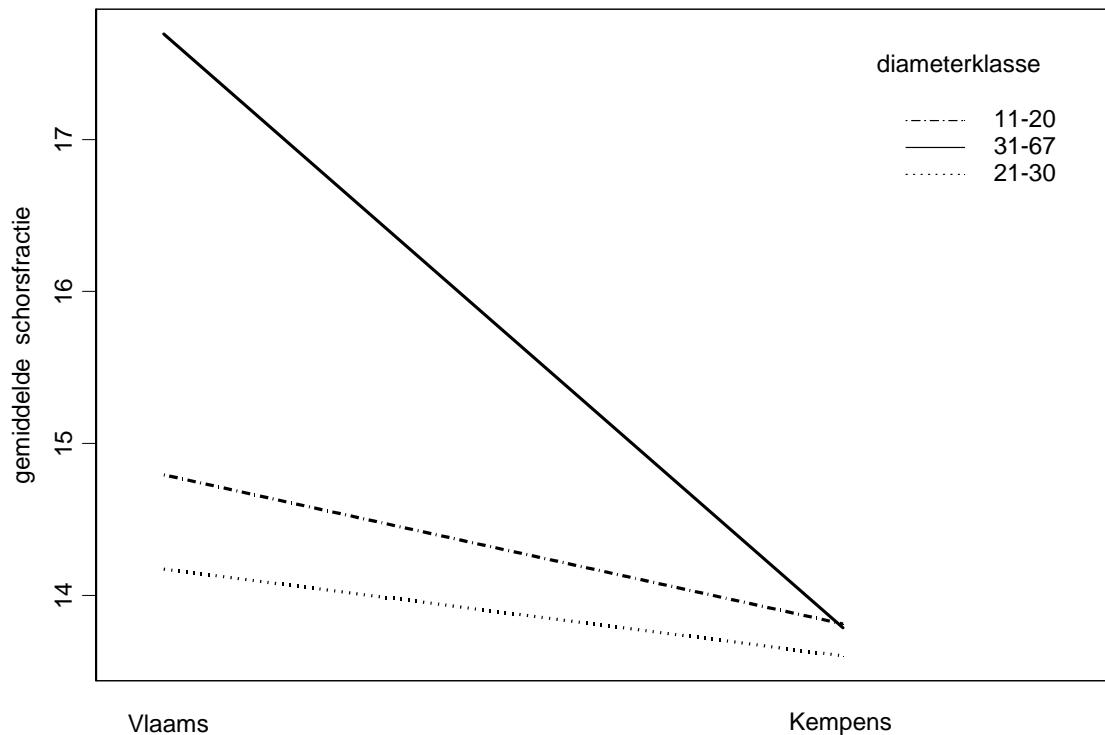
data: schorsfractie and fyto-geografisch district  
 Kruskal-Wallis chi-square = 22.43, df = 1, **p-value = 0**  
 alternative hypothesis: two.sided

\*\*\* Kruskal-Wallis rank sum test \*\*\*

data: schorsfractie and diameterklasse  
 Kruskal-Wallis chi-square = 7.641, df = 2, **p-value = 0.0219**  
 alternative hypothesis: two.sided

Hieruit blijkt dat zowel de diameterklasse als fyto-geografisch district hun effect hebben op de schorsfractie. Via een interactieplot wordt bekeken of beide ook met elkaar interageren. In Figuur 18 is te zien dat het effect van de diameterklasse enkel een rol speelt in het Vlaams district en dat voor het Kempens district nauwelijks een verschil is tussen de diameterklassen. Het is ook de uitschieter in de

hoogste diameterklasse van het Vlaamse district die het grootste verschil oplevert. Deze verschillen worden opnieuw uitgetest met een Kruskal-Wallis test.



**Figuur 18: Interactieplot van fyto geografisch district en diameterklasse voor de schorsfractie van Corsicaanse den.**

```

*** Kruskal-Wallis rank sum test ***

data: schorsfractie[Vlaams] and diameterklasse[Vlaams]
Kruskal-Wallis chi-square = 25.32, df = 2, p-value = 0
alternative hypothesis: two.sided

*** Kruskal-Wallis rank sum test ***

data: schorsfractie[Kempens] and diameterklasse[Kempens]
Kruskal-Wallis chi-square = 0.4735, df = 2, p-value = 0.7892
alternative hypothesis: two.sided

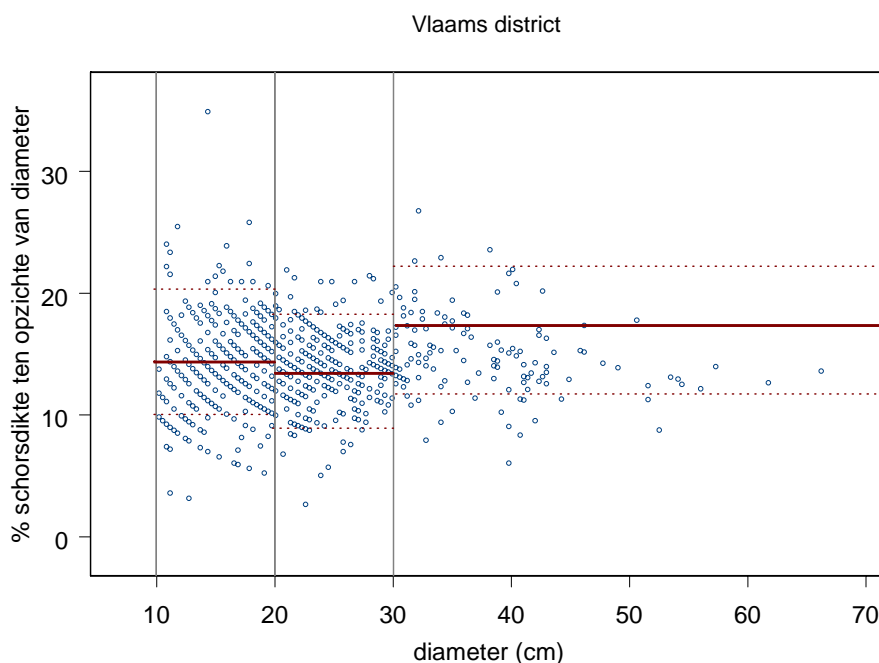
```

Uit voorgaande is duidelijk dat enkel in het Vlaams district de diameterklasse een rol speelt. Er wordt besloten te poolen voor de schorsfracties van het Vlaamse district opgesplitst naar diameterklasse. In de data zit evenwel geen logisch patroon: de middelste diameterklasse heeft de laagste gemiddelde waarde. Mogelijk zijn de onevenwichten in de data hier verantwoordelijk voor en telt de grootste diameterklasse te weinig gegevens om een correcte output te geven. Voor het Kempens district worden alle diameterklassen samen beschouwd. Al bij al zijn de verschillen binnen het Vlaamse district gering ten opzichte van de breedte van het 90 % interval. Het Kempens district heeft wel beduidend lagere waarden, maar ook hier valt de marge bijna samen met die van het Vlaams district.

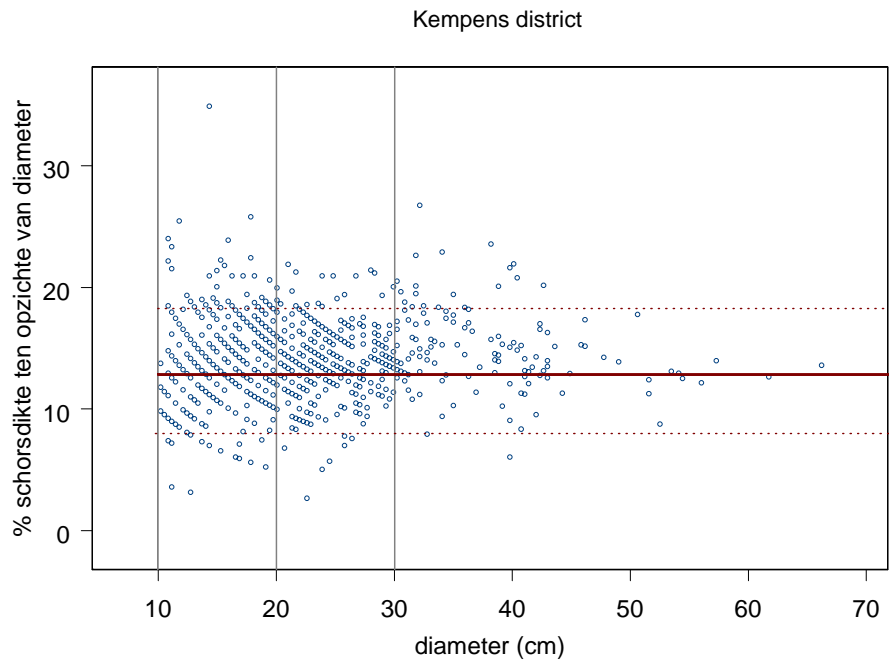
**Tabel 9: Waarden van S binnen het uitgekozen bereik voor Corsicaanse den.**

CORSICAANSE DEN	mediaan	gemiddelde	5 %	95 %
Vlaams 11-20 cm	14,7	14,8	10,6	20,9
Vlaams 21-30 cm	14,1	14,2	9,5	18,7
Vlaams 31-67 cm	17,7	17,7	12,2	23,1
Kempens	13,7	13,7	8,5	18,8
TOTAAL	13,9	14,1	8,9	19,5

In Figuur 19 en Figuur 20 is duidelijk te zien dat voor de grootste diameterklasse maar weinig opmetingen beschikbaar zijn om goede schattingen te maken. De vraag rijst ook of het nuttig is een opdeling te maken naar fytogeografisch district, het aantal waarden in het Vlaams district is misschien niet voldoende om tot een goede schatting van de gemiddelde schorsfractie te komen. Ook de opdeling naar de diameterklassen kan in vraag worden gesteld.



**Figuur 19: Grafische weergave van de resultaten voor Corsicaanse den in het Vlaams district (alle metingen binnen het uitgekozen bereik zijn weergegeven).**



**Figuur 20: Grafische weergave voor de resultaten van Corsicaanse den in het Kempens district (alle metingen binnen het uitgekozen bereik zijn weergegeven).**

Uit voorgaande wordt besloten dat voor Corsicaanse den de gemiddelde schorsfractie gelijk is aan **14 %** en 90 % van de metingen ligt binnen het interval 9 en 19,5 %. Voor het volume of het grondvlak resulteert dit in een gemiddeld schorsaandeel van 23,2 %.

## Discussie en besluit

De opgemeten schorsdiktes zijn afkomstig uit een systematische, observationele studie en niet gericht verzameld om een nauwkeurige relatie te vinden tussen de schors en de diameter van een bepaalde boomsoort. Dit heeft tot gevolg dat niet voor elke combinatie van diameterklasse, boomsoort of fytogeografisch district evenveel data beschikbaar zijn. Informatie over enkele parameters die van belang zijn voor de schorsdikte is niet aanwezig.

Voor de analyse schept dit een aantal problemen: de resultaten kunnen maar worden voorgesteld (1) voor de boomsoorten die algemeen voorkomen, (2) in de diameterklassen waarin ze voorkomen, (3) in de fytogeografische regio's waar ze terug te vinden zijn en (4) binnen de randvariabelen waar gegevens voor bestaan. Voor soorten, diameterklassen en regio's waar minder of geen metingen konden worden gedaan, is het niet mogelijk om uitspraken te doen.

Bijkomend zorgt dit voor een aantal beperkingen, die hun invloed hebben op berekeningen en teststatistieken. Om die reden is overgegaan tot een analyse waarbij de resultaten een ruwe indicatie zijn van de gemiddelde schorsdikte voor een bepaalde boomsoort. Deze methode bleek toepasbaar voor de belangrijkste soorten en leverde ook vergelijkbare conclusies op.

De opgemeten schorsdiktes in het Vlaamse district liggen dikwijls hoger dan in de andere districten. Een ecologische reden hiervoor is niet eenvoudig te vinden. Als het fytogeografisch district van invloed is op de schorsdikte van een boomsoort zou een daling of stijging van de schorsfractie te verwachten zijn van rijke naar minder rijke standplaatsen (Brabants => Vlaams => Kempens). Enkel bij Grove den en Corsicaanse den kan in deze optiek eventueel besloten worden dat rijkere standplaatsen in het Vlaams district een grotere schorsfractie hebben. Pardé & al. (1988) geeft echter aan voor Grove den dat de schorsfractie afneemt op betere standplaatsen (op goede bodems tot 10 % volume-aandeel).

Een mogelijke verklaring is een meetploeg-effect. Een groot deel van de metingen per regio zijn uitgevoerd door dezelfde ploeg. Wanneer tussen de ploegen een verschil bestaat in meetmethode, kan dit ook tot uiting komen in de resultaten. In het geval van schorsdiktes, waarbij kleine afwijkingen al een groot effect kunnen hebben, is dit zeker niet uitgesloten. De vraag blijft dan of de Vlaamse meetploeg systematisch te veel schorsdikte heeft opgemeten en/of de andere ploegen systematisch te weinig.

De Kempense bomen vertonen meestal meer variatie in de schorsdikte dan in de andere regio's. De meeste jonge bomen zijn hier gemeten. Wanneer grotere variatie bestaat binnen de kleinste diameterklassen, hetzij door meetmethode, hetzij doordat de schorsdikte meer variabel is bij een kleine diameter, kan dit de metingen voor het Kempens district meer variabel maken. Ook het aantal gegevens speelt wellicht een rol; in het Kempens district zijn meer bomen opgemeten dan in de andere districten, wat voor de data kan betekenen dat de waarden over een grotere range uitgespreid zijn.

Naargelang de diameter is enkel bij Grove den een duidelijk effect op de schorsfractie: ze neemt toe terwijl de diameter stijgt. De verschillen tussen de diameterklassen blijven echter zeer klein. Het is mogelijk dat voor Grove den dit verschil significant is omdat er veel waarden zijn. Omgekeerd kan voor de andere soorten dit verschil er ook zijn, maar ontbreken voldoende gegevens om dit duidelijk te onderscheiden. Trends in de data kunnen dus over het hoofd zijn gezien of onterecht als trend zijn beschouwd.

De variatie van de schorsfractie binnen de diameterklasse lijkt vooral bij de loofboomsoorten af te nemen bij stijgende diameterklasse (Figuur 2).

Door de beperkingen binnen de dataset worden de resultaten voorgesteld in Tabel 10, zonder rekening te houden met mogelijke invloed van diameterklassen of fytogeografische regio's. Waarden uit de literatuur worden meegegeven ter vergelijking. De meeste waarden liggen iets lager dan deze uit de literatuur. Dit kan zowel te maken hebben met verschillen in standplaatsen als meetmethoden. De range waarbinnen 90 % van de waarden worden teruggevond overlapt wel steeds met waarden uit de literatuur.

**Tabel 10: Overzicht van de resultaten per boomsoort.**

	gemiddelde schorsfractie bosinventaris (%)	gemiddeld volume schors bosinventaris (%)	literatuur	
BOOMSOORT			Rondeux (1999)	Pardé & al. (1988)
Zomereik	4-12	7,5 - 20,2	diameter: 10,7 % volume: 17,1 % en afnemend bij dikkere bomen	volume: 15 % en 10 % bij oudere bomen
Beuk	0,6 - 3	1,2 - 5,7	diameter: 2,3 % volume: 4,6 % en afnemend bij dikkere bomen	volume: 9 % en 5 % bij oudere bomen
Grove den	5,5 - 15,5	10,1- 25	diameter: 12 %	volume: 20 % en 15 % bij oudere bomen
Corsicaanse den	9-19,5	15,8 - 30		volume: 17 - 21 %

Om een nauwkeurige relatie te kunnen bepalen is een meer gericht onderzoek nodig, waarbij gecontroleerd kan worden voor een aantal factoren en kan gestreefd worden naar een goede verdeling van de gegevens over diameters, standplaatsen en andere variabelen die hier niet in beschouwing werden genomen. De resultaten zullen daardoor beter te interpreteren zijn. Fouten in de metingen met de Zweedse boor moeten geverifieerd worden met een beperkt aantal metingen op verse stamschijven. De stap naar inschatting van volume vraagt een nog grotere voorzichtigheid, omdat niet geweten is hoe de schorsdikte varieert over de totale hoogte van de stam. Het gebruik van de waarden voor de schorsfractie zal in grote mate bepalen hoeveel nauwkeurigheid vereist is.



## Literatuurlijst

- Bouchon, J., 1982. Tarifs de cubage a deux entrées pour le hêtre (*Fagus sylvatica*) en France. Revue Forestière Française, 34: 225-236.
- Guero, M.C., 1986. Epaisseur de l'écorce a 1,3 m (Chapitre 5). *IN: Utilisation des resultats et des données brutes de l'inventaire forestier national*. Montpellier, p 79-89.
- Krause A. & Olson M., 2000. The basics of S and S-plus. Second edition. Springer-Verlag, New York, 382 p.
- Lebourgeois, F., 1999. Les chênes sessile et pédonculé (*Quercus petraea* Liebl. et *Quercus robur* L.) dans le réseau RENECOFOR: rythme et croissance radiale, anatomie du bois, de l'aubier en de l'écorce. Revue Forestière Française, 51: 522-536.
- Loetsch, F., Zöhrer, F. & Haller, K.E., 1973. Forest Inventory, volume II. BLV Verlagsgesellschaft, München, p. 108-119.
- Meyer, H.A., 1946. Bark Volume Determination in Trees. Journal of Forestry 44: 1067-1069.
- Orzel, S. & Kulej, M., 1999. Bark thickness of larches of various Polish provenances in an experimental area of the Forest Experimental Station in Krynica. Folia Forestalia Polonica, Series A - Forestry, 41:25-35.
- Pardé J. & Bouchon J., 1988. Dendrometrie. 2<sup>e</sup> edition. ENGREF, Nancy, p 83-84.
- Philip, M.S., 1994. Measuring Trees and Forest, second edition. University Press, Cambridge, p 49-51.
- Rondeux, J., 1999. La mesure des arbres et des peuplements forestiers. Les Presses Agronomiques de Gembloux, p 51-56, 278.
- S-PLUS, 2000. Professional Edition for Windows, Release 2, Math Soft Inc.