

Hoge bomen vangen veel wind: verklaringen voor windworp van beuk in het Zoniënwoud

Stormschade is een van de belangrijkste verstoringsfenomenen in bossen van de gematigde streken. De ecologische gevolgen zijn groot. De plaatselijke toename van licht en de aanwezigheid van rottend hout creëren een aantal ecologische niches die worden bewoond door gespecialiseerde fauna en flora. Daarnaast heeft windworp ook economische en bosbouwkundige gevolgen. Het Zoniënwoud lijkt meer dan andere bossen gevoelig te zijn voor windworp. Er treedt jaarlijks, vooral bij Beuk, ernstige windworp op. In stormjaren kan dit oplopen tot meer dan 1000 bomen.

Dit artikel handelt over het fenomeen van windworp, waar vooral het Zoniënwoud met zijn kathedraalachtige beukenbestanden sterk onder te lijden heeft.

Windworp

Men spreekt over windworp wanneer een boom volledig is ontworteld. Verder maakt men dikwijls onderscheid tussen catastrofische en endemische windworp. **Catastrofische windworp** is het gevolg van dramatische stormen met aanhoudende windsnelheden vanaf 90 km/h. Deze stormen veroorzaken meestal grootschalige stormschade. Catastrofische windworp komt minder voor dan endemische en treedt op met intervals van enkele tot enkele tientallen jaren. **Endemische windworp** treedt jaarlijks op en is het gevolg van minder dramatische stormen. Eens endemische windworp is begonnen, kan deze snel uitbreiden via de gaten die in het kronendak werden geslagen (Savill et al. 1997).

Het Zoniënwoud: een bijzondere bodem

Het Zoniënwoud staat bekend om het kathedraalachtig uitzicht van zijn beukenbestanden. De oudste beuken die nu gekapt worden, zijn nog aangeplant in de Oostenrijkse periode, meer dan 200 jaar geleden (De Vos 2001). Het grootste deel van het bos bevindt zich op een vruchtbaar leemdek. Kenmerkend voor de bodem van het woud, is wel een ondiepe fragipan of harde bodemlaag, die vrijwel ondoordringbaar is voor plantenwortels. Deze fragipan bevindt zich op een diepte van 25-35 cm. Bovenop de

INGE VAN HEMELRIJCK, afdeling Bos en Groen

BART MUYS, K.U.Leuven, laboratorium voor Bos, Natuur en Landschap

BRUNO DE VOS, Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer

(foto's © Inge Van Hemelrijck)

fragipan ligt een verzuurde en arme bodemlaag met weinig microbiële activiteit (Kiggundu Ssali 1982). Dit maakt dat de bodem in het Zoniënwoud erg gevoelig is voor bodemcompactie. Daarbij komt dat door het eeuwenlange bosgebruik (jacht, ruitery, exploitatie en recreatie) de bodem op vele plaatsen sterk verdicht is in de bovenste 20-30 cm. Deze compactie is het meest uitgesproken op de plateaus. Onder deze compacte bodemlaag bevindt zich echter een vruchtbare laag. Via barsten in de harde laag slagen veel boomwortels er in om toch door te dringen tot de diepere vruchtbare lagen, wat meteen de goede kwaliteit en de aanzienlijke hoogte van de beuken verklaart (Van Middellem 1984, Kiggundu Ssali 1982, Langohr en Sanders 1984). Deze bodemeigenschappen, in combinatie met de van nature oppervlakkige beworteling van de Beuk, maken dat beuken hier weliswaar erg hoog worden maar wel een zwakke verankering in de bodem hebben (foto 1). Logischerwijze zijn deze bomen erg gevoelig voor windworp. Binnen het Zoniënwoud verschilt de gevoeligheid van de ene standplaats ten opzichte van een andere, net als de gevoeligheid van de ene individuele boom verschilt van die van een andere. Deze verschillen kunnen mogelijk verklaard worden door secundaire oorzaken als gevolg van specifieke bestands- en boomkarakteristieken (dimensies, leeftijd, vitaliteit, bosbehandeling, enzovoort).

Enkele cijfers

Het Zoniënwoud heeft jaarlijks te lijden onder endemische windworp, waarbij zo'n 50 à 100 bomen per jaar kunnen sneuvelen. Maar ook catastrofische windworp treedt geregeld op. De eerste meldingen van zware stormschade in het Zoniënwoud dateren uit het jaar 1940, toen windsnelheden werden opgemeten van 155 km/h. Het recordjaar blijft echter 1990. De winter van dat jaar kende het grootste aantal stormen in een tijdspanne van een maand sinds het begin van de statistieken. De hoogst gemeten windsnelheid van 168 km/h op 25 januari 1990, is eveneens een recordopname. In oktober en december 2000 kende ons land ook veel stormschade. De windsnelheden liepen toen op tot 120 km/h. De laatste storm met aanzienlijke schade was deze van 27 oktober 2002 met windstoten tot 137 km/h (KMI, 2002).

Metingen en resultaten

In het najaar van 2002 werden een 100-tal ontwortelde bomen van zowel endemische als catastrofische windworp opgemeten (foto 2). Aan de hand van GPS-metingen werd de locatie van de individuele bomen vastgelegd. Vervolgens werden hieraan gegevens gelinkt: boomsoort, valrichting, stamdiameter, hoogte, kroonparameters, worteldimensies, standplaatskarakteristieken (bodem, vegetatie, topografie,...) en bestandskarakteristieken. Dit maakte een vergelijkende analyse van beide windworptypes mogelijk. De catastrofische windworp (bomen gevallen tijdens de storm van 27 oktober 2002) werd grotendeels opgemeten in één bestand. Tijdens een eerder onderzoek waren alle staande bomen in dit bestand opgemeten. Hierdoor kon een analyse worden gemaakt van het aandeel windworbomen dat slachtoffer werd van de storm.

Hierna worden de voornaamste resultaten beschreven, gegroepeerd volgens de aspecten die te maken hebben met de bodem, het bosbestand, de boomdimensies en de leeftijd van de bomen.

Bodemkenmerken

Uit de resultaten van de metingen bleek dat een grote meerderheid van de opgemeten bomen zich bevond op een Abc-bodem (83% bij de endemische windworp en 97% bij de catastrofische windworp). Een Abc-bodem is een leembodem met een harde, zowat ondoordringbare, gevlekte bodemlaag: een fragipan. Deze laag zal er ongetwijfeld toe bijdragen dat bomen op die plaatsen minder stabiel zijn. Bovendien blijft op deze bodemlaag gemakkelijker water

staan waardoor de wortels verstikken en gaan rotten (Randall et al. 1989). De arme top laag, de fragipan en de oppervlakkige compactie zijn het meest uitgesproken op de plateaus, waardoor deze plaatsen dus het gevoeligst zijn voor windworp (Kiggundu Ssali 1982, Langohr 1993). Uit de resultaten blijkt inderdaad dat 67% van de opgemeten bomen op een plateau lag.

Ruim 95% van de opgemeten bomen vertoont een wortelkluit met een herkenbare polygonestructuur (foto 3). De wortels liggen gegroepeerd volgens de lijnen van een veelhoek, wat wijst op de typisch gebarsten fragipan. De boomwortels dringen via deze barsten door naar de diepere vruchtbare laag. Het is een typisch kenmerk voor Abc-bodems.

Bestandskenmerken

Sommige studies beweren dat uniforme, vrij dense bestanden minder gevoelig zouden zijn voor windworp omdat de wind in dergelijke bestanden beter wordt verspreid en er dus minder turbulentie is. Bovendien zouden de wortels meer in mekaar verankerd zijn waardoor een individuele boom minder gevoelig is voor windworp (Smith et al. 1987, Savill et al 1997). Anderen beweren dan weer dat bestanden juist niet te dicht mogen zijn omdat anders de verhouding tussen boomhoogte en diameter (H/D-verhouding) te groot wordt (Munishi en Chamshama, 1994). Volgens Somerville (1980) bepaalt de onderlinge afstand tussen bomen in grote lijnen de groei en de vorm van de boom. De onderlinge afstand speelt ook een rol in de manier waarop de wind over het kronendek waait. Een grotere spreiding zorgt immers voor een bredere kroon waarop de wind meer impact heeft.



Figuur 1. Windval in het Zoniënwoud.

Anderzijds hebben wijd gespreide stammen een uitgebreider wortelstelsel, dat voor een stevigere verankering in de bodem kan zorgen. Nog volgens Somerville, ligt de oplossing om windworp te beperken, in een vroege dunning zodat er diepe kronen worden verkregen waarbij het zwaartepunt lager ligt.

Kramer en Bjerg (1978) sluiten hierbij aan door te stellen dat vroege, intensieve dunningen of wijde plantverbanden zonder daarop volgende dunningen, het risico op windworp beperken. De H/D-verhouding wordt op deze manier laag gehouden. Te late dunningen leiden tot te hoge verhoudingen. De vraag is wel in hoeverre enkel de H/D-verhouding meespeelt in de weerstand van bomen tegen wind. Ook de vorm en het aandeel van de kroon spelen zeker een rol in de stabiliteit van de boom. Richter (1975) en Etverk (1971) kwamen tot de conclusie dat dichte bestanden, zelfs met zeer slanke bomen, minder gevoelig waren voor windworp. Het ging hierbij wel om standplaatsen waar enkel wind het probleem was, de bewortelingscondities waren daar bijvoorbeeld wel goed. Slanke bomen in wijde verbanden zijn sowieso uit den boze (Slodicak 1987).

Een bestand is het meest kwetsbaar vlak na een dunning (Cremer et al 1977). Het bestand waar de metingen van de catastrofische windworp plaatsvonden, was het jaar ervoor nog gedund. Bovendien was er in dit bestand een steile rand ontstaan nadat een aanliggend bestand zwaar te lijden had gehad onder endemische windworp. Deze windworp was op zijn beurt te wijten aan een steile rand die was ontstaan na de aanleg van een snelweg. Dergelijke steile randen veroorzaken windworp in de windafwaarts gelegen bestanden (Somerville 1980). Kramer (1980) stelt daarom voor om in randen intensief te dunnen om stabiele bomen met een goed verloop en diepe kronen te bekommen. De plantverbanden in de randen moeten ruim zijn zodat de wind er kan doordringen en niet op ondoordringbare randen botst.

Boomdimensies

Een kleine kroon ten opzichte van de boomhoogte verhoogt het zwaartepunt van de boom waardoor deze aan stabiliteit moet inboeten (Somerville 1980). Dit blijkt duidelijk uit de dataset aangezien de bomen van de endemische windval, die dus het snelst omwaaiden, ook effectief het kleinste kroonaandeel hadden. Iets diepere kronen werden gemeten bij de bomen van de catastrofische windval die dan ook pas na hevige wind tegen de vlakke gingen. De diepste kronen werden gemeten in het volledige bestand waarvan een groot deel bomen de stormen overleefden. Een gelijkaardige redenering bleek niet bruikbaar voor de H/D verhoudingen. De volgens de theorie minst stabiele bomen met een hoge H/D verhouding waren niet de slachtoffers bij zachte wind (endemische windval) maar vielen verrassend genoeg pas tijdens de stormen (catastrofische windworp). Men mag wel niet uit het oog verliezen dat op het ogenblik van de storm de bomen nog niet geheel kaal waren, waardoor de kronen een grotere impact op de stabiliteit van de boom hadden. Bebladerde kronen vangen immers meer wind, waardoor er meer krachten aangrijpen op de kroon. Bij een hoge en kleine kroon zal dit de hefboomwerking nog ver-



Figuur 2. De beuk heeft een heel oppervlakkig wortelstelsel.

groten. Bij bomen met diepere kronen is het oppervlak, waar de krachten op aangrijpen groter, waardoor het buigmoment verlaagd wordt en dus de stabiliteit verhoogt (Somerville 1980, Savill et al 1997).

Leeftijd

De mediane leeftijd van de bomen in het totale proefgebied ligt een stuk lager dan die van de windworpboomen. De gevoeligheid van Beuk voor windworp lijkt sterk toe te nemen van zodra de boom een leeftijd van 120 jaar heeft bereikt. De leeftijdsklassen tussen de 120 en de 160 jaar komen in verhouding het meest voor bij windworpboomen. De meeste bestanden waren gelijkjarig. Volgens Hengst en Schulze (1976) biedt een omvorming naar een mozaïek van verschillende leeftijden en boomsoorten een betere weerstand tegen windworp.

Besluit: hoe kan de bosbeheerder het risico op windworp beperken?

Naast de bodemkarakteristieken spelen ook bestandsvorm en boomvorm mee in de gevoeligheid voor windworp. Een opmerkelijk resultaat uit dit onderzoek is dat het kroonaandeel een betere verklaring lijkt te bieden voor windworp dan de hoogte-diameter verhouding. Diepe kronen geven een hogere stabiliteit dan korte kronen, zeker wanneer de kro-

nen nog bebladerd zijn. Het **creëren van diepe kronen** is dan ook geen overbodige luxe. Oude, homogene beukenbestanden zijn extra gevoelig voor windworp. Een omvorming naar **ongelijkjarige bestanden**, waarbij men de **bomen niet te oud** laat worden, kan de weerstand tegen windworp verhogen. Om windworp zo veel mogelijk te beperken in beukenbossen, wordt er best aandacht besteed aan volgende punten:

- **steile randen vermijden:** de randen intensiever dunnen zodat de wind er door kan
- best **vroeg en intensief dunnen** zodat stabiele bomen met diepe kronen en een goed verloop gevormd worden
- streven naar bestanden met een **mozaïek** van verschillende leeftijden en boomsoorten ■

Figuur 3. De wortelkluit van beuken in het Zoniënwoud vertoont een duidelijke polygonenstructuur.



Referenties

- **Canham C.D., Papaik M.J. & Latty E.F.**, 2001. Interspecific variation in susceptibility to wind throw as a function of tree size and storm severity for northern temperate tree species. *Canadian Journal of Forest Research*, 31: 1-10.
- **Cremer J.W., Meyers B.J., van der Duys F. & Craig I.E.**, 1977. Silvicultural lessons from the 1974 windthrow in radiata pine plantations near Canberra. *Australian Forestry*, 40: 274-92.
- **De Vos B., Van der Aa B., Grulois C., Loyen S. & Quivy V.**, 2001. Natuurlijke verjonging in het Zoniënwoud. Onderzoeksproject gesteund door het fonds van de Generale Maatschappij van België voor het Zoniënwoud onder beheer van de Koning Boudewijnstichting. Literatuurstudie. Rapport 2B.
- **De Schrijver A., Nachtergale L. & Lust N.**, 1998. Windval: wat gebeurt er na de storm? *De Groene Band* 104.
- **Etverk I.**, 1971. Factors affecting the resistance of stands to storms. *Metsanduslikud Uurimused, Estonian SSR*, 9: 22-36
- **Hengst E. & Schulze W.**, 1976. Examples of spatial organization as a means of increasing the security of production in *Picea abies* forests. *Wissenschaftliche Zeitschrift der Technischen Universität, Dresden* 24: 313-314.
- **Kiggundu Ssali C.**, 1982. Survey and characterization of root-impeding horizons in loess soils under forest cover (Forest of Zoniën, central Belgium). Licentiaatthesis, Rijksuniversiteit Gent.
- **Kramer H. & Bjerg N.**, 1978. Biological aspects of tending young stands of Norway spruce. Forestry Faculty, University of Göttingen, West Germany.
- **Kramer H.**, 1980. Tending and stability of Norway spruce stands. In: *Stability of spruce stands: 51-429*. University of Agriculture, Brno, Czechoslovakia.
- **Langohr R. & Sanders J.**, 1984. Nieuwe bodemkundige gegevens betreffende het Zoniënwoud. Excursiegids voor de themadag van de Belgische Bodemkundige Vereniging, 20 september 1984, Rijksuniversiteit Gent.
- **Langohr R.**, 1993. Types of tree windthrow, their impact on the environment and their importance for the understanding of archaeological excavation data. *Helinium*, 23 (1): 36-49.
- **Munishi P.K. & Chamshama S.A.O.**, 1994. A study of wind damage on *Pinus patula* stands in southern Tanzania. *Forest Ecology and Management*, 63: 13-21.
- **Randall J.S., Johnson D.L., Burns S.F. & Small T.W.**, 1989. Tree uprooting: review of terminology, process, and environmental implications. *Canadian Journal of Forestry Research* 19
- **Richter J.**, 1975. Gale damage to spruce in Sauerland. *Forest- und Holzwirtz*, 30: 106-8.
- **Savill P., Evans J., Auclair D. & Falck J.**, 1997. Plantation silviculture in Europe. Bookcraft Ltd., Midsomer Norton, Avon: 177-190.
- **Slodicak M.**, 1987. Resistance of young spruce stands to snow and wind damage in dependence on thinning. *Communications Instituti Forestalis Cechosloveniae*, 15: 75-86.
- **Smith V.G., Watts M. & James D.F.**, 1987. Mechanical stability of black spruce in the clay belt region of northern Ontario, Canada, *Canadian Journal of Forestry Research* 17: 1080-1091.
- **Somerville A.**, 1980. Wind stability: forest layout and silviculture. *New Zealand Journal of Forestry Science*, 10 (3): 476-501.
- **Van Middelme I.**, 1984. De bodemverdichtingsproblematiek in het Zoniënbos, meer bepaald in verband met de bos-exploitatie. Ingenieursthesis, Rijksuniversiteit Gent.