

Alterra, december 2007
Schelhaas, M-J, & R. Schulting

Inhoudsopgave

1. Inleiding
2. Literatuuronderzoek
3. Vooronderzoek beheerders
4. Selectie en beschrijving plots
5. Meetprotocol
6. Verwerking v
7. Voorlopige analyse
8. Voorlopige conclusies

Literatuur

Bijlage: Visualisatie van plot 6, douglas in Speulder-en Sprielderbos

1. Inleiding

Aanleiding

Dit voorjaar vonden de drie Pro Silva excursies plaats op het landgoed Majuba (Geldersch Landschap) met als thema "Storm 2007". Bij de voorbereidingsdagen bleek dat tijdens de storm van 18 januari 2007 -tegen de gedachte van de voorbereiders in- relatief vaak dikkere bomen waren omgewaaid met diepere kronen. Dit werd ondersteund door diametermetingen ter plekke (Schulting). Om te kijken welke ideeën de Pro Silva deelnemers hadden, is voorafgaand aan de excursie een korte vragenlijst aan hen voorgelegd, die door 70 mensen is ingevuld. Hieruit bleek o.a. dat de mensen die bij het blessen vooral een stabiel bos nastreefden hiervoor bomen vrijstelden die een diepere kroon hadden; vitaler zijn; en betere stamkwaliteit hebben dan het gemiddelde van de opstand. Ook waren zij duidelijk meer van mening dat menging en variatie in het kronendak een stabiel bos geeft (Schulting). Maar tijdens de excursie leek het dat de gemiddeld dikkere bomen, met diepere kroon, vaker om waren gewaaid. Dit zijn juist de bomen die normaal gesproken vaker als Toekomstboom aangewezen zouden worden.

Vraag- en Probleemstelling

Als houtproductie een van de doelstellingen is, wordt er geblest om enerzijds (A) opbrengst te genereren en anderzijds (B) het niveau van de lopende aanwas te verhogen (op de kwalitatief goede / de gewenste bomen). Bij het uitvoeren van de handelingen die tot A en B leiden, is de stabiliteit erg belangrijk (o.a. om de lopende aanwas blijvend hoog te houden). Bij het blessen worden daartoe meestal bomen bevoordeeld die vitaal zijn, een diepe kroon hebben en een gunstige hoogte/diameter verhouding. Een gunstige h/d verhouding betekent een dikkere boom bij dezelfde hoogte. Bij de recente storm is daarover echter twijfel ontstaan. De vraag is: is onze aanname dat dikkere bomen (met een lage h/d) stabiel zijn wel juist? Worden wel de juiste bomen aangewezen als toekomstboom? En indien dit niet zo is, zijn er andere strategieën denkbaar om de stabiliteit te vergroten, vertaald in eenvoudig toepasbare vuistregels?

Aanpak

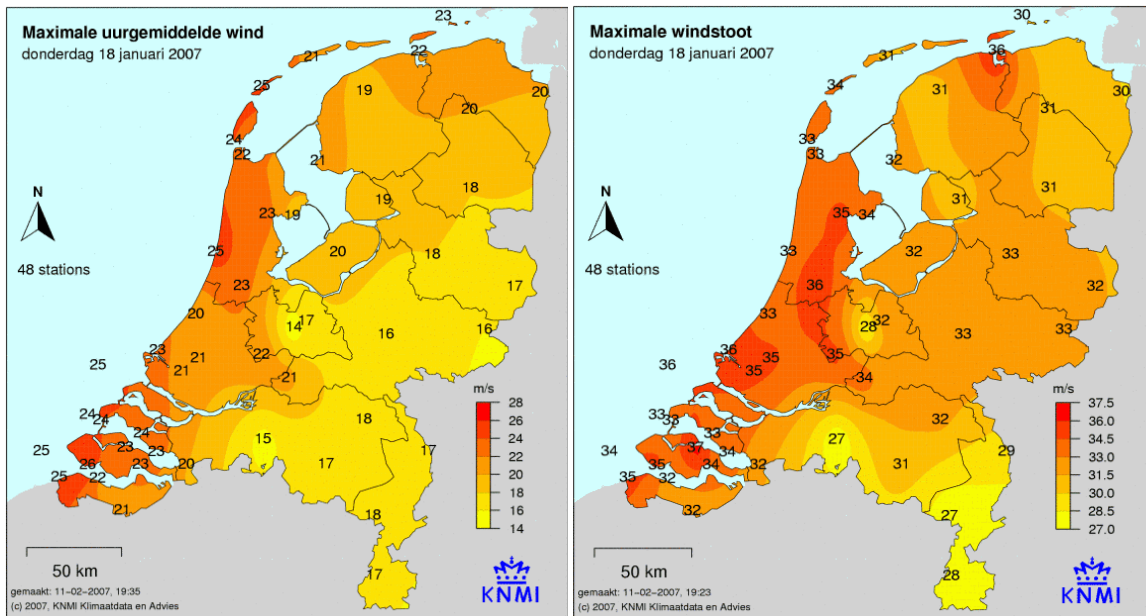
Hoogstwaarschijnlijk zal dit onderzoek voortgezet worden in het tweede en derde jaar (resp. 2008 en 2009) in een regulier project. De nadruk in 2007 lag daarom op het in kaart brengen en evalueren van schadepatronen in bossen waar het gevallen hout op korte termijn geruimd zou gaan worden. Er is een kort literatuuronderzoek uitgevoerd naar de omstandigheden tijdens de storm, en naar vergelijkbare studies (zie hoofdstuk 2). Met verschillende beheerders zijn oriënterende gesprekken gevoerd over storm, stabiliteit en blesstrategieën, en voor het uitzoeken van potentiële te meten plots (hoofdstuk 3). Vervolgens zijn acht opstanden geselecteerd (zie hoofdstuk 4) waar gedetailleerde metingen uitgevoerd zijn aan zowel de staande als liggende bomen (hoofdstuk 5 en 6). Deze gegevens zijn onderworpen aan een eerste analyse (hoofdstuk 7), waaruit enkele voorlopige conclusies getrokken kunnen worden (hoofdstuk 8).

2. Literatuuronderzoek

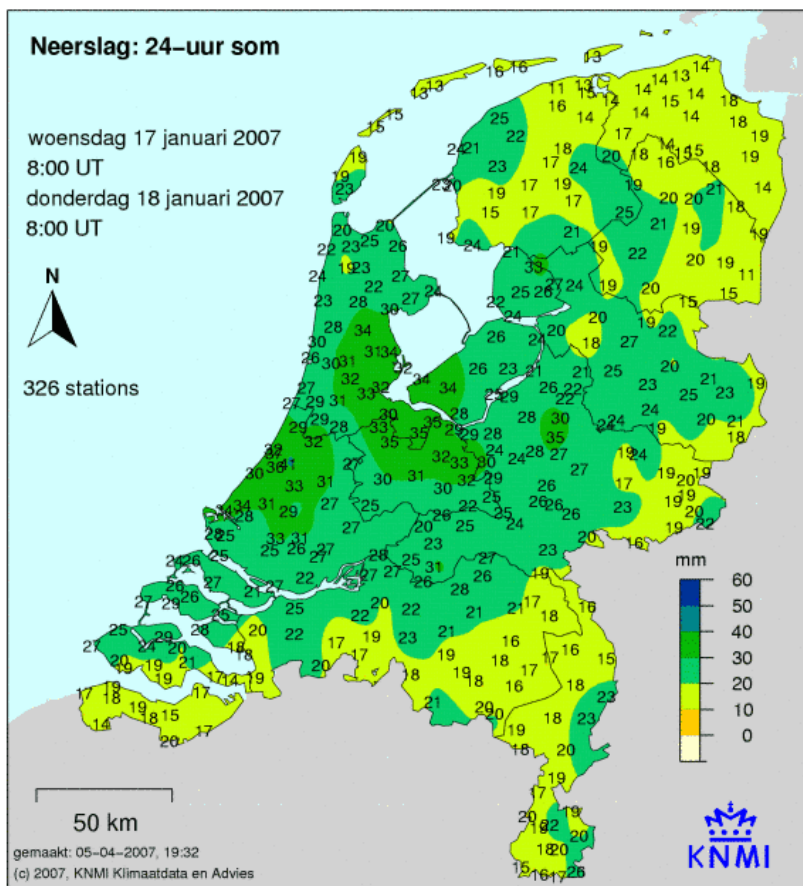
Storm

De storm van 18 januari 2007 was geen uitzonderlijk zware storm. De gemeten maximale uurgemiddelde windsnelheid varieerde langs de kust tussen 20 en 26 m/s (windkracht 9 tot incidenteel 10), terwijl dit meer landinwaarts varieerde van 14 tot 20 m/s (windkracht 7 tot 8; figuur 1). Ter vergelijking: de stormen uit de jaren zeventig en negentig behaalden in het binnenland uurgemiddelde windsnelheden tussen de 25 en 28 m/s (windkracht 10). Windstoten bereikten een snelheid tot 37 m/s aan de kust en tot 33 m/s in het binnenland (figuur 1). De overheersende windrichting vertoont globaal een gradiënt van zuid naar noord: In Maastricht was de overheersende windrichting 236°, in De Bilt 250° en in Den Helder 256°

(gegevens: KNMI). De storm ging gepaard met een grote hoeveelheid neerslag, met name in het westen en midden van het land (figuur 2). Hier vielen in een dag tijd hoeveelheden van 20 tot zo'n 35 mm.



Figuur 1. Maximale uurgemiddelde wind (links) en maximale windstoot (rechts) op donderdag 18 januari 2007 (bron: KNMI).



Figuur 2. Neerslag op 18 januari 2007 (bron: KNMI).

Schadebeeld

Op veel plaatsen waaiden in de bossen dunningsgewijs bomen om, maar lokaal werden ook grotere vlaktes geworpen. De meeste schade werd gemeld in Flevoland, de Noord Veluwe, en de Achterhoek, hoewel ook op de Zuid Veluwe en rondom Venlo aardig wat schade was. Meerdere bronnen meldden dat de schade in het bos opvallend vaak voorkomt in stroken, waarschijnlijk veroorzaakt door rukwinden. Ook wordt gemeld dat de boomkronen vaak extra zwaar waren door de overvloedige regenval. Als de boom uit het lood geblazen wordt, zorgt dit voor een extra kracht op de boom. Daarnaast heeft het wortelstelsel in een doorweekte bodem minder houvast. Naar schatting is in totaal in Nederland zo'n 250 duizend kuub hout omgewaaid (Neefjes, 2007). In de omringende landen was dit veel meer, met alleen in Duitsland al 26 miljoen kuub. In totaal was de schade in Europa waarschijnlijk meer dan 53 miljoen kuub.

Eerdere studies

Uit eerdere studies is gebleken dat windschade aan bossen een complex proces is. Het al dan niet optreden van schade hangt samen met een groot aantal factoren, ruwweg te verdelen in karakteristieken van de storm, standplaatsfactoren en opstandskenmerken. Naast de gemeten windsnelheden is het tijdstip van de storm belangrijk. De meeste stormen treden op in de winter, waarbij vooral naaldbomen gevoelig zijn omdat de meeste naaldbomen groenblijvend zijn. Een incidentele zomerstorm kan bij een geringere winkracht veel meer schade veroorzaken doordat loofbomen dan in blad staan en meer wind vangen. Ook de duur van de storm is van belang. Door de continue beweging van de boom kan de wortelkruit geleidelijk losraken, en ook treedt er een soort vermoeidheidseffect op in het stamhout. Verder kunnen stormen aanzienlijk verschillen in de hoeveelheid en sterkte van windstoten. Windstoten kunnen bomen omwerpen vooral als ze arriveren op het moment dat een heen en weer zwaaiende boom ver uit het lood staat. Uit een onderzoek met radar metingen tijdens de storm van 1999 (Schütz et al., 2006) blijkt dat het windveld binnen de storm zeer chaotisch en willekeurig was, en dat het al dan niet optreden van schade haast niet te voorspellen was aan de hand van standplaats- en opstandskarakteristieken. Standplaatsfactoren die van invloed zijn, zijn onder andere de ligging ten opzichte van andere opstanden (beschutting), de topografie en de bodem (bodems soort, doorwortelbaarheid).

Opstandskenmerken

Uit de literatuur komt een heel scala aan opstandskenmerken naar voren die een rol spelen of zouden kunnen spelen bij windschade aan bossen. Dit zijn onder andere boomsoort, menging, hoogte, diameter, verhouding tussen hoogte en diameter (de h/d verhouding), stamtal, kroonomvang, ruwheid van het kronendak, open plekken in het bos en recente dunningen. De afzonderlijke studies geven echter geen eenduidig beeld. Bekend is bijvoorbeeld dat een opstand direct na een dunning gevoeliger is dan een ongedunde opstand, maar na een aantal jaren is juist de gedunde opstand stabielere. Ook de rol van mengingen is niet geheel duidelijk. Sommige studies vinden een verhoogde stabiliteit in gemengde opstanden, terwijl andere geen effect vinden, of juist een negatief effect. Veel studies geven een verschil in stabiliteit aan tussen boomsoorten, waarbij fijnspar en sitkaspar vaak als gevoeligste soorten worden genoemd. Hierbij moet aangetekend worden dat er vaak meer factoren een rol spelen: niet alle boomsoorten komen op alle bodems evenveel voor. Een goed voorbeeld is de schade in het Kuinderbos, waarbij vooral een fijnsparrenopstand zwaar getroffen was. Bij de aanleg zijn de venige (dus onstabielere) bodems beplant met fijnspar, en de zandige (dus stabielere bodems) met lariks en zomereik. Tijdens de Pro Silva excursie op Majuba werd een gemengde opstand van grove den en fijnspar bezocht waar alleen de grove den schade vertoonde. Wel is duidelijk dat loofbomen in de winter minder gevoelig zijn doordat ze geen bladeren hebben.

Uit de geraadpleegde literatuur is wel een algemeen beeld te schetsen. Het is bekend dat bomen hun groei aanpassen als ze blootgesteld worden aan bijvoorbeeld wind krachten. Een in een winderige omgeving opgegroeide boom vertoont vaak minder hoogtegroeï en meer diktegroeï dan een beschutte boom. Ook is het wortelstelsel vaak beter verankerd. Na de storm was dit duidelijk zichtbaar in enkele pas gedunde populierenopstanden in de Flevopolder. De buitenste twee rijen stonden nog overeind, terwijl dieper de opstand in meer dan de helft van de bomen beschadigd waren. Bomen kunnen echter ook elkaar helpen in een storm. Ze kunnen elkaar beschutten, en doordat kronen van zwaaiende bomen elkaar raken kan energie overgedragen worden. Volgens een studie van Milne (1991) wordt 50% van de energie die bomen opnemen door de wind overgedragen aan buurbomen door krooncontact. Ook kunnen wortelstelsels in elkaar groeien, waardoor een gezamenlijke verankering ontstaat. Na een dunning vangen individuele bomen meer wind, terwijl ze minder stevigheid ondervinden van buurbomen. Bomen passen zich geleidelijk aan de nieuwe situatie aan, mits er ondertussen geen storm voorbij komt. Verder is duidelijk dat de windsnelheid (exponentieel) toeneemt met de hoogte. Het aloude gezegde "hoge bomen vangen veel wind" is hierbij zeer toepasselijk. De mate waarin een boom wind vangt is echter ook afhankelijk van de kroon: een grote kroon vangt meer wind dan een kleine. Omgekeerd duidt een grote kroon vaak echter ook op een groter wortelstelsel, waarbij echter niet duidelijk is welk effect de overhand heeft. Verder is de diameter van de stam belangrijk. Een dikkere boom zal minder ver doorbuigen dan een dunne, en zal waarschijnlijk ook minder snel breken. Ook geeft de diameter van de stam bij veel soorten een goede correlatie met de wortelmasa. In veel studies is de verhouding tussen hoogte en diameter (h/d verhouding) een goede voorspeller van schade aan individuele bomen dan wel opstanden. Bomen met een lage h/d verhouding zijn daarbij stabielier dan bomen met een hoge h/d verhouding. Andere studies vinden echter geen verband, of soms zelfs een negatief verband. Een mogelijke verklaring zou kunnen zijn dat ook de hoogte een rol speelt. Een lage en hoge boom met een gelijke h/d verhouding lopen misschien wel verschillende risico's. Ook kan het stamtal in de opstand een rol spelen.

3 Vooronderzoek beheerders

Deelnemers Pro Silva voorjaarsexcursie 2007

Het idee voor dit onderzoek is ontstaan voorafgaand en tijdens de Pro Silva voorjaar 2007 met het thema "Stormschade". Bij de voorbereiding van de excursies leken juist de dikkere bomen te zijn omgewaaid. Dit verraste de voorbereiders. Daarom is voorafgaand aan de excursie met een kleine enquête gepeild hoe de deelnemers en discussieleiders dachten over de relatie tussen blessen, toekomstbomen en de stabiliteit (stormgevoeligheid) van bossen. De enquête is ingevuld door 70 mensen.

Uit de resultaten bleek onder meer dat de mensen die bij het blessen een stabielier bos nastreven met name de vitalere bomen met een diepere kroon en een betere stamkwaliteit vrijstellen. Ook waren zij duidelijk meer van mening dat menging en variatie in het kronendak het bos stabielier maken. De discussieleiders, die de excursie hadden voorbereid en vooraf al veel hadden gediscussieerd in het door storm getroffen bos, kozen daarentegen veel minder voor het gebruik van de toekomstbomen-methode en meenden dat bomen met ondiepe kronen minder snel omwaaien. De discussieleiders vonden het vooral belangrijk om ruimte te geven aan bomen die het bos stabiel maken en vitaler zijn dan de rest van de opstand.

Deelnemende beheerders aan dit onderzoek

Door de late start van dit project waren veel potentieel geschikte opstanden al geruimd en moest er meer tijd besteed worden aan het zoeken van beheerders met geschikte opstanden die nog niet waren geruimd. Daarom is meer tijd besteed aan het zoeken en meten van opstanden en minder aan het interviewen van de beheerders. Zij zijn in 2007 slechts kort geïnterviewd, de uitgebreidere interviews zullen in 2008 plaatsvinden.

Achterhalen van gegevens

Gegevens per opstand zoals leeftijd, wanneer toekomstbomen zijn aangewezen, hoe vaak er gedund is en wanneer de laatste dunning heeft plaatsgevonden, zijn ongeveer bekend bij de betreffende (MBO) beheerder. Als er een opstandlegger is, dan ontbreken vanaf ongeveer 1995 de gegevens. Om nauwkeurigere data te krijgen zullen volgend jaar ook bijvoorbeeld de jaarringen worden geteld, waarmee data kan worden gecontroleerd of aangevuld. Doordat de meeste gegevens uit het hoofd van de beheerders komen en er regelmatig personeelwisselingen plaatsvinden, moet er niet teveel tijd zitten tussen het eerste oriënterende gesprek, de meting in het bos en het interview met de beheerder.

Tijdens de gesprekken met de beheerders over het aanwijzen van toekomstbomen en het blesen wordt wel de stabiliteit genoemd, rechte en takvrije stammen maar niet de H / D verhouding en men blijkt ook geen (geschreven) blesinstructie te hebben. Meestal is men begonnen met het aanwijzen van toekomstbomen na een toekomstbomen / blescursus.

Opvallend was dat soms in het multifunctionele deel van het bos vrijwel al het stormhout bleef liggen maar toch blijft houtproductie in de doelstelling aanwezig. Bij een volgende dunningsronde is het de bedoeling dat weer geblest en geoogst gaat worden. Dus hout dat geveld is door de storm blijft liggen voor de natuur (deels begrijpelijk omdat door de wortelkluif het afstervingsproces langzamer gaat, maar meestal noemde de beheerder deze reden niet), staande bomen mogen wel geveld en geoogst worden. Het aanwezig zijn van boomstammen zal waarschijnlijk problemen geven bij een volgende oost, zeker als de stammen kris kras door elkaar liggen.

4. Selectie en beschrijving van de gemeten plots

In september 2007 is gestart met het zoeken van geschikte objecten. Criteria voor de te meten opstanden zijn:

1. Locatie Veluwe om grote variatie in bodemsoort wat uit te sluiten, en reistijd te beperken;
2. Het stormhout ligt nog in het bos ten tijde van de meting;
3. Het betreft naaldbos (voornamelijk gelijkjarige monocultuur) bij voorkeur grove den en douglas;
4. Toekomstbomen zijn aanwezig en aangewezen vóór de storm van 18 januari 2007;
5. Leeftijd van de opstand minimaal dertig jaar, bij voorkeur al eens gedund;
6. Houtproductie is bij het toewijzen van de toekomstbomen één van de doelstellingen;
7. Voorkeur voor verschillende soorten eigenaren / organisaties.

Ongeveer 20 organisaties en beheerders zijn telefonisch benaderd. De beheerders met potentieel geschikte opstanden zijn bezocht. In het bos werden te meten opstanden geselecteerd. De voorkeur lag bij opstanden;

- met een dunningsgewijze stormschade (dus niet groeps- of vlaktegewijs);
- waar de opstand voldoende breed was zodat een cirkel meetbaar was (zonder randbomen);
- waar het meetwerk niet teveel werd belemmerd door struiken e.d.;
- met een beheerder wilde meewerken;
- die binnenkort geruimd zouden worden.

De start van dit project vond in september plaats. Dit was ná het broedseizoen en daardoor waren veel opstanden met stormhout al geruimd, vooral particulieren leken snel te ruimen. Een aantal beheerders gaf aan eerst alle douglassen en lariksen te ruimen daarna wellicht nog de dennen, omdat zij verwachtten dat daar blauwschimmel in aanwezig zou zijn en dus minder goed verkoopbaar zouden zijn. Opvallend was een beheerder die zijn grove dennen

nog voor een prima prijs had verkocht (het wordt geruimd begin 2008) en daar dus geen sprake leek van blauwschimmel. Daarom verwachten we dat na 2007 vooral de boomsoort grove den nog veel als stormhout kan worden gemeten. In beheereenheden waar al het stormhout blijft liggen zullen ook andere soorten nog kunnen worden gemeten.

Van de 5 geschikte beheereenheden om in 2007 te meten zijn in totaal 38 potentiële opstanden bezocht en op basis van de criteria 8 plots geselecteerd en gemeten. Van deze opstanden liggen er drie in de boswachterij de Sysselt en Majuba van de Stichting het Geldersch Landschap, drie in de boswachterij Noord Ginkel van de Gemeente Ede en 2 in de boswachterij het Speulder- en Sprielderbos van Staatbosbeheer.

5. Meetprotocol

1. Ieder plot is voorzien van een nummer met daarbinnen het nummer van iedere boom. Voorbeeld boomnummer 2014 betekent boom met nummer 14 gemeten in plot 2; 3120 betekent boom met nummer 120 gemeten in plot 3.
2. Gegevens per plot:
 - Naam bosgebied, vak en afdeling.
 - Middelpunt wordt ingemeten met GPS. Het meten onder het kronendak is niet nauwkeurig genoeg om het middelpunt goed te vinden. De oorzaak hiervoor is het slechte "zicht" door het kronendak. De ervaren nauwkeurigheid is ongeveer 10 meter. Daarom is de boom die het dichtst staat bij het middelpunt onderaan de stam voorzien van een roze horizontale streep. Dit wordt genoteerd op het formulier, zodat het middelpunt terug te vinden is. Vanaf 2008 zal het exacte middelpunt waarschijnlijk worden aangegeven met een klein houten paaltje.
3. Alle bomen worden gemeten in een cirkel van minimaal de hoogte van de bomen. Dit jaar is gebruik gemaakt van stralen van 20, 25, 30 of 40 meter.
4. Van alle bomen in de cirkel wordt genoteerd / gemeten:
 - opstandsnummer;
 - boomnummer (met specifieke aanwijzing van de gemarkeerde midden boom);
 - als een boom gebroken is (uit meerdere delen bestaat) dan worden die delen afzonderlijk inmeten maar wordt wel gebruik gemaakt van het zelfde boomnummer b.v. 1056,1 en 1056,2.
 - staand (S), dan wel liggend (L), gebroken (G) of scheef gewaaid (SS) in de betreffende storm.
 - boomsoort;
 - Toekomstboom (ja /nee);
 - hoek en afstand (vanaf het middelpunt) stamvoet;
 - hoek en afstand (vanaf het middelpunt) top;
 - hoek en afstand (vanaf het middelpunt) kroonaanzet;
 - Diameter overkruis meten;
 - Boomhoogte (= spilhoutlengte);
 - Kroonaanzethoogte;
 - Breukhoogte;
 - Valrichting;
 - Kroonstralen:
 - bij staande bomen in de richting N, O, Z, W;
 - bij liggende stammen links, boven, rechts;
 - De gemeten boom wordt voorzien van een merkteken met krijt, waarmee de kans op dubbel meten of overslaan wordt verkleind;
 - Omgeving van de cirkel welk effect kan hebben op de stormschade, b.v. recent gedund, aan de rand van een groepenkap.

6. Verwerking van de gegevens

Na de meting zijn alle gegevens ingevoerd in Excel, precies zoals genoteerd op het opnameformulier. Deze set gegevens is vervolgens gekopieerd, gecontroleerd op volledigheid en vreemde invoer, en geharmoniseerd. Vreemde invoer waren bijvoorbeeld uitschieters in boomhoogte ten opzichte van de rest, afstanden tot de stamvoet groter dan de straal van de plot, hoeken groter dan 360° , enzovoorts. Ontbrekende gegevens zijn achteraf alsnog verzameld. Spilhoutlengtes en kroonlengtes van liggende bomen zijn berekend door de afstand tussen stamvoet en top dan wel kroonaanzet en top te berekenen (allen aangegeven door een hoek en afstand t.o.v. het middelpunt). Bij hangende bomen is dit ook gedaan, maar dan gecorrigeerd voor de gemeten hoogte van deze punten boven de grond. Bij hangende en liggende bomen is de valrichting bepaald door de hoek tussen stamvoet en top te berekenen. Van liggende bomen zijn de gemeten kroonstralen (links, boven en rechts, kijkend vanaf de stamvoet) omgerekend naar kroonstralen in noordelijke, oostelijke, zuidelijke en westelijke richting. Dit is gedaan door de boom als het ware weer rechtop te zetten (met behulp van de valrichting). Bij de "teruggezette" boom zijn de gemeten stralen en hun hoek ten opzichte van de gewenste kroonstralen bekend. De gewenste kroonstralen zijn berekend door het gemiddelde te nemen van de twee dichtstbijzijnde gemeten stralen, gewogen naar de hoek die ze maken ten opzichte van de gewenste straal. Bij liggende bomen ontbreekt meestal de vierde gemeten kroonstraal (naar onderen), deze is dan geschat als het gemiddelde van de drie wel gemeten stralen.

Van iedere boom is het stamtal in zijn directe omgeving bepaald, in een cirkel met een straal van 2 maal de gemiddelde kroonstraal in het betreffende plot. Ook is het stamtal in 8 windrichtingen bepaald, waarbij uitgegaan is van een halve cirkel met dezelfde straal. Daarnaast is van iedere boom bepaald in hoeverre de kroon overlapt met naburige kronen voor de storm. Hiervoor is de kroonprojectie vereenvoudigd tot een cirkel (gemiddelde van alle gemeten kroonstralen). De kroonoverlap wordt steeds gemeten tussen twee bomen, waarbij eventuele overlap van drie kronen dus dubbel geteld wordt. De totale kroonoverlap van een boom zou dus hoger kunnen zijn dan 1. Dit is gedaan in de programmeertaal NSM. Statistische verwerking is verder gebeurd met het programma SPSS. Verder zijn alle plots gevisualiseerd met het programma SVS (Stand Visualization Software, McGaughey, 1999), voor en na de storm (zie bijlage).

7. Voorlopige analyse

Tabel 1 toont de gegevens per plot. Daarbij is vooral aandacht besteed aan de verschillen (binnen ieder plot) tussen de onbeschadigde en beschadigde bomen. De onbeschadigde bomen zijn de bomen die geen (uiterlijke) kenmerken vertonen van stormschade (van de storm van 18 januari 2007). De beschadigde bomen kunnen zowel scheef gewaaid, geknapt of omgewaaid zijn door de storm. In de laatste rij zijn de verschillen (per plot) in de gemiddelde Dbh, Hoogte, Kroonlengte en H / D verhouding aangegeven en of deze significant zijn. In totaal zijn 912 bomen gemeten waarvan 698 bomen geen stormschade hadden en 214 bomen (23%) wel.

Tabel 1. Gegevens per plot								
plot nummer	1	2	3	4	5	6	7	8
hoofdboomsoort	lariks	douglas	grove den	grove den	grove den	douglas	douglas	grove den
locatie	de Sysselt	de Sysselt	N-Ginkel	N-Ginkel	N-Ginkel	Speulderbos	Speulderbos	Majuba
jaar van aanleg	?	?	1953	1971	dezelfde opstand	1965	?	?
aanwijzen toekomstbomen	2005?	2005	<2001	?	?	1985	?	
laatste dunning	2005-2006	2005-2006	2005	2005	niet gedund	2005	?	?
straal plot		40	30	20	20	25	20	20
stamtal / ha		267	163	923	1130	438	1019	1416
totaal aantal bomen	56	134	46	116	142	86	154	178
- onbeschadigd (van totaal)	29	117	28	87	101	66	128	142
- beschadigd (van totaal)	27 (48%)	17 (13%)	18 (39%)	29 (25%)	41 (29%)	20 (23%)	26 (17%)	36 (20%)
totaal aantal toekomstbomen	0	17	26	10	1	11	12	7
- onbeschadigd (van totaal toekomstbomen)	0	15	18	10	1	7	9	6
- beschadigd (van totaal toekomstbomen)	0	2 (12%)	8 (31%)	0 (0%)	0 (0%)	4 (36%)	3 (25%)	1 (14%)
onbeschadigde bomen:								
- Dbh (cm)	31,8	34,9	32,2	15,4	16,4	32,0	18,5	14,8
- Hoogte, Spilhoutlengte (m)	21,6	25,4	19,3	15,2	14,9	29,0	19,3	14,3
- Kroonlengte (m)	10,0	11,7	5,6	5,4	5,5	11,4	8,6	5,1
- Hoogte / Dbh (m / cm)	69,5	75,1	61,1	102,1	97,5	93,6	109,7	100,5
beschadigde bomen:								
- Dbh (cm)	29,1	31,1	28,7	14,1	15,8	35,4	15,0	14,4
- Hoogte, Spilhoutlengte (m)	22,5	25,6	19,3	15,5	14,6	30,8	17,2	14,4
- Kroonlengte (m)	9,0	10,8	6,6	5,3	4,8	13,6	7,6	5,3
- Hoogte / Dbh (m / cm)	78,4	84,8	64,2	109,0	100,8	89,3	120,3	107,6
verschil beschadigde-onbeschadigde bomen*:								
- Dbh (cm)	-2,7	-3,8	<u>-3,5</u>	-1,3	-0,6	3,4	<u>-3,5</u>	-0,4
- Hoogte, Spilhoutlengte (m)	0,9	0,2	0,0	0,3	-0,3	1,8	<u>-2,1</u>	0,1
- Kroonlengte (m)	-1,0	-0,9	1,0	-0,1	-0,7	<u>2,2</u>	<u>-1,0</u>	0,2
- Hoogte / Dbh (m / cm)	8,9	9,7	3,1	6,9	3,3	-4,3	10,6	7,1

onbeschadigde boom = boom die geen schade heeft (scheef, geknakt of omgewaaid) door de storm

beschadigde boom = boom die wel scheef, geknakt of geheel omgewaaid is door de storm

Dbh = diameter (overkruis) gemeten op 1,30 boven maaiveld

Hoogte, Spilhoutlengte = totale lengte of hoogte van de stam

Kroonlengte = lengte vanaf onderkant kroon t/m top van de kroon

? = wordt nog uitgezocht

* verschil is significant als het getal:

vet en onderstreept is : **p<0,05**

alleen vet is : **0,05<p<0,10**

In tabel 1 valt te zien dat in de gemeten grove dennen plots meer schade (in aantal bomen) is dan in de gemeten douglas opstanden. Bij de grove den varieert de schade tussen 20% en de 39%; bij de douglas tussen de 13% en de 23%.

Bij de douglas is er procentueel evenveel of meer stormschade aan de Toekomstbomen dan aan de niet Toekomstbomen. Bij de grove den hebben de Toekomstbomen juist minder schade.

In de vier grove dennen plots lijkt de gemiddelde Dbh van de beschadigde bomen lager dan de onbeschadigde bomen en de H/ D verhouding hoger. Maar dit verschil is niet significant genoeg om een duidelijke uitspraak te kunnen doen.

Tussen de drie gemeten douglas plots is er grote variatie in de meetgegevens. Bij plot 7 en 2, zijn de onbeschadigde t.o.v. de beschadigde bomen: dikker, hoger, met een diepere kroon en een lagere H / D verhouding. Maar in plot 6 is dit juist (significant) andersom. Daar zijn de onbeschadigde bomen t.o.v. de beschadigde bomen: dunner, langer, met een ondiepere kroon en een hogere H / D verhouding.

Plot 6 heeft t.o.v. de alle andere 7 plots gemiddeld de hoogste bomen en de grootste kroonlengtes. Hierdoor ontstaat de indruk dat er een omslag punt in stormgevoeligheid bij een bepaalde hoogte (en daarbij kroondiameter) zou kunnen zijn. Een andere reden kan zijn de grote regenval tijdens de storm. Grote kronen kunnen veel meer regen vasthouden dan kleine kronen.

Opvallend

De meeste stormschade wordt door de beheerders verwacht één a twee jaar na een dunning. Op de Noord-Ginkel zijn in één opstand twee plots gemeten: plot 4 (wel gedund en Toekomstbomen aangewezen) en plot 5 (niet gedund). Verwacht werd dat door het hebben van gaten in het kronendak er met deze storm in de gedunde plot meer stormschade zou zijn. Maar na analyse blijkt dat er wat meer stormschade (29% van het aantal stammen) is in het niet gedunde bos t.o.v. gedunde bos (25%).

8. Voorlopige conclusies

Er spelen vele factoren mee in het al dan niet omwaaien van bomen. Op basis van de 8 gemeten plots kan nog niet geconcludeerd worden dat dikkere bomen, of de H/D verhouding of b.v. de kroondiepte een positief of negatief effect hebben op de stabiliteit. Wel lijkt er in de grove den veel minder variatie in de factoren te zijn dan in de douglas.

In het onderzoek is voorzien dat in 2008 meer opstanden worden gemeten. Hierbij is het de bedoeling om de variabelen (factoren) niet uit te breiden, maar per variabele meer gegevens te verzamelen. Naast de data uit beheerde bossen zal ook data verzameld worden uit niet actief beheerde bossen (bosreservaten). Beheerders worden geïnterviewd over hun blesstrategie en hun verwachtingen ten opzichte van een storm. Met al deze gegevens wordt inzicht verschaft in de effecten van de storm en hoe er in het beheer hier mee gewerkt kan worden: Vuistregels om te komen tot een stabiel bos.

Vooruitblik

Vervolg 2008 en 2009:

- Meer plots meten, zowel in (voor de storm) bosbouwkundig beheerde bossen als in bosreservaten.
- Verdere uitwerking m.b.t. kroonstralen, kroonoverlap, strijkriching, effecten van buurbomen op stormschade.

- Interview beheerders, waar mogelijk in het veld om duidelijk zicht te krijgen hoe er wordt geselecteerd en welke doelen nagestreefd worden. Is b.v. stabiliteit een na te streven doel? Hoe wordt omgegaan met blesinstructies?
- Opstellen van o.a. regressie modellen voor het voorspellen van windworpgevaar voor individuele bomen.
- Vuistregels voor het beheer voor het nastreven van stabiel bos.

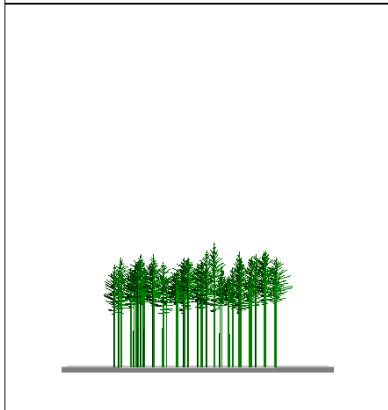
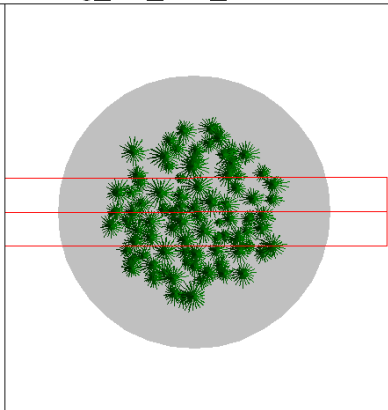
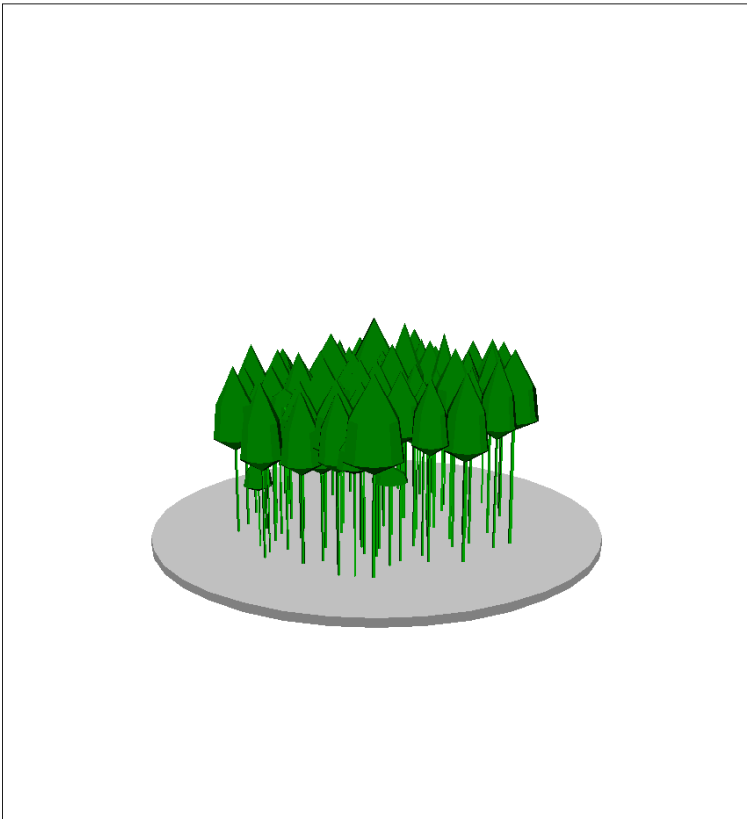
Literatuur

- McGaughey, R.J., 1999: SVS - Stand Visualization System. A product of the USDA Forest Service, Pacific Northwest Research Station. <http://faculty.washington.edu/mcgoy/svs.html>
- Neefjes, M., 2007. Krakende kronen en brekende bomen. Vakblad Natuur, Bos en Landschap 4, p. 10-12.
- Schütz, J.P., Götz, M., Schmid, W., Mandallaz, D., 2006. Vulnerability of spruce (*Picea abies*) and beech (*Fagus sylvatica*) forest stands to storms and consequences for silviculture. *European Journal of Forest Research* 125, 291-302.

Bijlage: Visualisatie van plot 6, Douglas in Speulder-en Sprielderbos

Douglas 02x18

dg_SS_26L_voor.svs



Douglas 02x18

dg_SS_26L_na.svs

