



In 2004 toonden experimenten op structureel sterk beschadigde bomen en palmen al aan, dat microscopische vervormingen haaks op de vezelrichting (splijten dus), torsie en het over elkaar glijden van de vezels, véél sterker kunnen zijn dan de eenvoudige vervorming in de lengterichting (compressie), zelfs bij gewone trekproeven. Combineer dit met het feit dat hout héél splijtgevoelig is en de volgende conclusie komt logischerwijze op: dat hedendaagse methodieken (voor het inschatten van het breken en ontwortelrisico) eigenlijk serieus in vraag hadden moeten gesteld worden. Daarenboven kan échte windbelasting zowel dynamische belastingen als draaibewegingen veroorzaken in de boom, wat eigenlijk de resultaten van huidige methodieken nóg meer in vraag zou moeten gesteld hebben.

Mythische boomverzorging, of... boomverzorgingsmythes?

METHODES VOOR BOOMBEOORDELING KRITISCH BEKEKEN

PETER STERKEN, ONAFHANKELIJK ONDERZOEKER BOOMSTABILITEIT

In 2006 publiceerde Sterken een non-profit visuele methode voor boomdiagnose waarbij het V-model¹ de hypothetische kritische windsnelheid berekent voor bomen. In De Wael (2007) en Sterken (2006b) werd aandacht besteed aan deze methode in Nederlandstalige artikels. De SIA-methode (Wessolly en Erb, 1998) berekent de hypothetische veiligheidsfactor van een boom tegenover een bepaalde windsnelheid, waarbij hun SIM-trekproeven de boom statisch belasten om zo het breken en ontwortelen hypothetisch in te schatten. In het zog van deze methodes werden nog andere, gelijkaardige methodes ontwikkeld. In de voorbije jaren zijn de belangrijke limieten en tekortkomingen van sommige methodes in onafhankelijk wetenschappelijk onderzoek aangetoond. De meeste van die onderzoeken zijn nog nooit vernoemd in boomverzorgingsliteratuur, reden om die in dit artikel grondig te bespreken.

Hypothese versus realiteit

Wij hebben geen wetenschappelijk gecontesteerde bewijzen gevonden die zouden aantonen dat de resultaten van SIA (SIA is een nadere invulling van de IBA-methode en staat voor *Statisch Integrierte Anschließung*; IBA staat voor *Integrierte Baum Analyse*) en bijhorende trekproeven en software, overeenkomen met de realiteit. De resultaten van deze methodes zijn dus hypothetisch, en moeten daarom met grote voorzichtigheid gehanteerd worden. In Sterken (2006) werd het volgende wél gevonden: 'It is acknowledged that there is no statistical evidence yet to show a comparison between predicted results from the model against real outcomes.'

Limieten

Er bestaat momenteel nog geen enkele methode die het falen (breken of ontwortelen) van een boom kan voorspellen (James et al., 2014). Geen enkele methode kan 100% garanderen dat een boom niet zal breken of ontwortelen. Dit is een wetenschappelijk feit dat afgewogen moet worden tegenover de soms zeer hoge prijs die betaald moet worden voor de gangbare instrumentele methodes. Ook Peltola (2006) toont aan dat de processen die aanleiding geven tot windschade van bomen nog niet voldoende begrepen zijn, en dat deze methodes dus slechts aanzien kunnen worden als een oriëntatie. De beoordeling van de stabiliteit van bomen door middel van een statische belasting (de trekproef dus) is niet aanvaardbaar, en ook de berekening van de windbelasting is op zijn minst zeer problematisch wanneer de flexibiliteit van de kruin niet gekend is (Peltola et al. 2006). Bomen kunnen ook ontwortelen of breken bij lagere windsnelheden dan voorspeld met behulp van trekproeven. Baanbrekende ontdekkingen omtrent bomen en wind (betreffende de onbetrouwbaarheid van trekproeven) werden in 1992 wel al gepubliceerd door Baker en Bell (1992) in een weinig gekend wetenschappelijk tijdschrift. Diezelfde bevindingen werden 18 jaar later opnieuw gepubliceerd door James (2010) en plots toegejuicht.

Gras is geen hout

De hierboven vermelde methodes houden ook geen rekening met het splijten van de wortelaanlopen aan de stambasis. Dit is een zeer serieuze beperking, daar veel bomen net dáár breken. Claire et al. (2003) beschreven al in 2003 hetzelfde structureel falen dat leidde tot het onverwacht breken van een plataan met de trekproef in 2002.

Veelvoorkomende vormen van breuk in bomen kunnen niet voorspeld worden met de beschikbare methodes (Sterken 2006 en Sterken 2005). In dit verband reduceren Wessolly en Erb (2016, p. 233) alle mogelijke vormen van breuk van holle bomen tot één enkele breukwijze (op zich al een zeer twijfelachtige procedure): het ineenvlooiën van een holle grashalm. Door zo te werk te gaan, 'auto-valideren' ze de informatieve waarde van hun eigen trekproefmethode. Dit zou eigenlijk sterke twijfels moeten doen rijzen bij eenieder die een beetje weet hoé holle boomstructuren kunnen breken. Bovendien is

¹ Het V-model (Sterken 2006) was vanaf 2015 tot eind 2018 gratis downloadbaar van verscheidene websites. Vanaf nu moet men echter eerst de *End Users License Agreement* tekenen vooraleer men het V-model (verder) gebruikt. Meer informatie kan hier verkregen worden: <https://peterarboriculture.wordpress.com/v-model/>

gras geen hout. Tevens schrijven ze dat 'in areas where structural failure occurs earlier, it should be checked once more whether the tree cavity really maintains its regular shape over a greater length (sic.)'. Het is echter een feit dat veel beschadigde bomen géén holtes hebben met een mooie regelmatige vorm. Betekent dit dan dat de redenering van Wessolly en Erb (2016) niet kan gebruikt worden op bomen met onregelmatig gevormde holtes? Het niet in acht nemen van zulke bomen zou dan wél een serieuze limiet zijn.

De hier beschreven methodes gaan ervan uit dat de boom een perfect rechte paal is of een mooie holle buis zonder defecten, waarbij de veiligheidsfactor berekend wordt met de theorie van de elastische limiet van de vezels onder axiale druk. Dit alles zou de lezer eigenlijk moeten aansporen om zichzelf de volgende vraag te stellen (en daarbij de redenering van Wessolly en Erb (2016, p. 233) in acht nemende): 'De bomen die ik wil beoordelen met behulp van deze methodes, zijn dat écht perfect geschapen palen of buizen? Of, zijn er niet-gecentreerde of open holtes, scheuren, onregelmatige dwarsdoorsneden, een gebogen stam, enz.?' Het antwoord zal waarschijnlijk een krachtig 'nee' zijn voor de eerste vraag en een stevig 'ja' voor de tweede. Want indien onze boom niet zo structureel beschadigd was, dan zou het gebruik van deze methodes niet eens in ons opgekomen zijn.

Zijn deze methodes bruikbaar?

Grote voorzichtigheid is geboden, aangezien de fundamenteën van de methodes van Wessolly en Erb (2016) – de flexibiliteitsfactor (de reductie van het kruinoppervlak door de windkracht), de eigenschappen van het hout (hun *Stuttgarter Strength Catalogue*) en de fameuze ontwortelcurve – zouden moeten gebaseerd zijn op wetenschappelijke data. Wij hebben echter geen referenties gevonden in Wessolly en Erb (2016) die verwijzen naar peer-reviewed papers die wetenschappelijk aanvaardbare data en procedures voorleggen. Daarom twijfelen wij nog steeds of deze funderingen nu hypothetisch zijn of niet.

De eigenschappen van het levende hout zoals gepubliceerd door Niklas en Spatz (2010) zouden de *Stuttgarter Strength Catalogue* (Wessolly & Erb, 1998) kunnen vervangen, aangezien de eerste wél een wetenschappelijke publicatie is. En het verrassende is, dat de zó fameuze ontwortelcurve van Wessolly en Erb, waarop de commerciële trekproeven gebaseerd zijn, zó zelden in vraag gesteld geweest is.

Bovendien kan een kromme stam, en dito takken, splijten in de lengterichting, vooraleer de vezels falen onder compressie (Ennos & Van Casteren 2009). Dit wil zeggen dat deze methodes (zélfs de elastometertrekproef) volledig nutteloos zijn voor het voorspellen van dit soort breuken, aangezien die methodes effectief gebaseerd zijn op het falen van de vezels onder compressie (Wessolly en Erb 2016). De hier vergeleken methodes gebruiken slechts één vaste waarde voor de elasticiteitsmodulus, druksterkte en densiteit per boomsoort. Wat dat betreft doen Spatz en Pfisterer (2013) goed met het suggereren van een veiligheidsfactor van 200% in plaats van de 150% zoals gebruikt in de trekproeven (SIM). Het is ook mooi om te zien hoe Spatz en Pfisterer (2013) uiteindelijk overeenkomen met



De verboden vrucht: iemand had mij verboden om de elastometers ooit horizontaal of schuin te plaatsen over structurele defecten... En toen deed ik dat maar in 2004. En toen was er nog maar eens het bewijs (alhoewel wat gezond verstand al voldoende had moeten zijn) dat vervormingen en belastingen in structureel sterk beschadigde bomen zeer complex kunnen zijn. En dat is net het tegenoverstelde van wat sommigen ons hebben doen geloven...

Foto 1 - In deze holle eucalyptus werd vastgesteld dat de randen van deze open holte zich gewoonweg zijwaarts openden, onder druk van de experimentele trekproef. Deze boom zou dus waarschijnlijk breken door het openbuigen en openspleten van de restwand: en dit kan niet voorspeld worden met de meest gebruikte softwareprogramma's. Enkel visuele diagnose en een degelijke kennis omtrent bomen zouden dit risico kunnen inschatten.

Foto 2 - In deze holle hoofdtak werden zeer complexe vervormingen opgemeten – zowel torsie, als vervormingen in de lengterichting en dwars over de holte – en dit onder de heel eenvoudige statische belasting met een kabel. Wat zouden krachtige windstoten dan niet bewerkstelligen? En is de veiligheid van deze tak dan eigenlijk wel nog berekenbaar?

Sterken (2006), waar de laatste duidelijk al gezegd had dat 'real trees and real winds usually do not fit themselves to the mathematics' en dat bomen eerder dynamische structuren zijn.

Het is belangrijk om te vermelden dat het niet onze bedoeling is om deze methodes onderuit te halen, maar dat het cruciaal is om aan te tonen dat het blind vertrouwen ervan kan leiden tot het onverwacht breken of omvallen van een boom. Daarom worden hierna richtlijnen en tekortkomingen beschreven. Het V-model (Sterken 2006) heeft trouwens dezelfde tekortkomingen.

De restwanddiscussie

Mattheck et al. (2008) bekritiseerden de SIA en trekproeven (SIM) en Wessolly's 'stormresistente' holle bomen, maar ze negeerden een zeer belangrijk element dat hun kritiek veel sterker zou gemaakt hebben.

In Detter et al. (2005) wordt letterlijk gezegd: 'They (the pulling tests with the Elasto-Inclino Method) also allow for determining the thickness of residual walls without the use of invasive instruments' en ze tonen een diagram dat, ogenschijnlijk, representatief is voor de restwanddiktes van 4807 bomen.

Daarbij suggereren ze dat holle bomen slechts minieme restwanden (t/R) zouden nodig hebben. Hetzelfde diagram werd later gepubliceerd door Bond (2006) via de ISA (*International Society of Arboriculture*) en ook Wessolly en Erb (1998) publiceerden een gelijkaardig diagram en boodschap.

Extreme voorzichtigheid is echter geboden wanneer men deze resultaten ziet, aangezien de 'holtegraad' zoals gepubliceerd

door Detter et al. (2005) slechts gebaseerd is op vier veronderstellingen:

1. Een hypothetische elasticiteitsmodulus uit de Stuttgarter Strengt Catalogue,
2. Het berekenen van de buigresistentie van de dwarsdoorsnede, met behulp van schuifmaten, waarbij de dwarsdoorsnede vereenvoudigd wordt tot een mooie en perfecte ellips, in plaats van de onregelmatige dwarsdoorsnede die ze in werkelijkheid is,
3. Het meten van de verlengingen van de vezels met elastometers, terwijl een statische belasting wordt uitgevoerd met de trekproef,
4. Zeer eenvoudige formules uit ingenieurstechnische schoolboeken.

Klaarheid

De volgende redenering zou klaarheid moeten geven.

1. De materiaaleigenschappen, zoals de elasticiteitsmodulus, kunnen extreem verschillen zowel binnen dezelfde boomsoort, als in dezelfde dwarsdoorsnede als over de hele lengte van de stam. Ook twee bomen van dezelfde boomsoort kunnen verschillende eigenschappen hebben. Omwille van al deze feiten kan het dus perfect mogelijk zijn dat de waarde gebruikt in de trekproef enorm verschilt van de échte waarde van onze boom.
2. Vele bomen hebben een onregelmatige stambasis en wortelaanlopen die, gezien vanuit een dwarsdoorsnede, er absoluut niet uitzien als een mooie en perfecte ellips of cirkel. De elastomethode gebruikt schuifmaten om de

breedste diameters op te meten ter hoogte van de elastometer (die meestal geplaatst wordt daar waar een defect of holte verwacht is) en de berekeningen vervormen de realiteit in een ellips. De berekeningen gaan er dus vanuit dat er een veel grotere buigresistentie zou moeten zijn dan de reële (de reële is de onregelmatige dwarsdoorsnede met wortelaanlopen en niets ertussenin). Het als dusdanig overschatten van de geometrie leidt dus naar een vervormde visie van de reële stijfheid en sterkte aan de stam tegenover buigingsbelasting, en schat die bijgevolg in als veel lager dan die echt is.

3. De deformatie van de vezels onder spanning wordt gemeten met elastometers. Wanneer deze niet correct geplaatst zijn, bijvoorbeeld op gebogen oppervlaktes zoals wortelaanlopen, dan geven die ook veel hogere en misleidende waarden dan de echte microscopische vervorming.
4. De formules zijn heel eenvoudige formules uit gewone schoolboeken, waar de overschatte dwarsdoorsnede gecombineerd wordt met de hypothetische elasticiteitsmodulus (die gemakkelijk veel hoger kan zijn dan de echte van onze boom) en de opgemeten deformatie van de vezels onder de trekproef.

Dodelijke fout

Het resultaat is, dat de berekeningen van de trekproef een veel lagere stijfheid aanwijzen dan deze die er zou moeten zijn (de hypothetische van Wessolly dus). Nadien wordt daarmee de restwanddikte eenvoudigweg berekend met behulp van een simpele formule. Aangezien alle gegevens van bij de start verkeerd zijn (buiten de gemeten vezeldeformatie, en enkel indien de elastometers correct geplaatst werden), zijn de resultaten dat ook. Zodoende moet de 'holtegraad' zoals gepubliceerd o.a. door Detter et al. (2005), Bond en Wessolly en Erb, zéér voorzichtig benaderd worden.

De 'nodige restwanddiktes' zoals beschreven in Detter et al. (2005) zijn geen reële waarden maar hypothetische, waardoor het interpreteren van de resultaten als 'echte restwanddiktes' kan leiden tot zeer gevaarlijke fouten en diagnoses in realiteit. Het is gewaagd om te zeggen, dat '2171 standing trees have a t/R between 0,0 and 0,3', aangezien wij geen duidelijke referenties gevonden hebben in Wessolly en Erb (2016) – die zouden duiden op peer-reviewed papers met wetenschappelijk aanvaardbare data en procedures.

Boomverzorgers kunnen hierdoor gemakkelijk misleid worden en denken dat holle bomen écht maar dunne restwanden nodig hebben. Dit kan een dodelijke fout zijn.

Indien de bomen van het fameuze diagram geveld geweest waren ná de trekproef, dan had men hun echte t/R (indien er echt een concentrische en gesloten restwand wás) kunnen opmeten en vergelijken met de veronderstelde t/R van het diagram. Zo zouden ze hard bewijs kunnen voorgelegd hebben om hun ambitieuze stelling als juist te kunnen aantonen.

Doordat in de bibliografie van Wessolly en Erb (2016) geen duidelijke verwijzing te vinden is naar eigen wetenschappelijke publicaties die procedures en formules duiden, is het onmogelijk om die over te doen of op een andere manier te verifiëren.

Vervalst diagram?

Indien Mattheck et al. (2008) dit in acht genomen hadden, dan hadden ze betere kritieken kunnen formuleren op de stellingen van hun historische tegenstander. Men kan zich ook afvragen wáárom deze eenvoudige redenering nog nooit gepubliceerd werd en waarom hun diagrammen nog nooit in vraag gesteld werden in de boomverzorging.

In Wessolly en Erb (2016) wordt hetzelfde diagram (tweemaal) opnieuw getoond, deze keer met de resultaten van hun trekproeven op 8140 bomen. Het diagram suggereert dat 3729 staande bomen een t/R -ratio hebben tussen 0,3 en 0,0. En alhoewel ze deze keer wél erkennen (in één zinnetje) dat het diagram het resultaat is van omgerekende elastometermetingen, is hun erkenning geen transparante uitleg, noch de nodige waarschuwing. Hierbij zouden wij Wessolly en Erb (en de andere auteurs die dit diagram gepubliceerd hebben) graag adviseren om zowel hun statements als hun diagram anders uit te drukken om te vermijden dat niet-experts (boomverzorgers) verkeerdelijk zouden kunnen afleiden dat bomen veilig kunnen zijn met t/R -ratio's die 0,0 benaderen. Wat logischerwijze zou kunnen leiden tot gevaarlijke situaties.

Aan de andere kant, Gruber (2008) suggereerde al dat zowel de VTA- $t/R=0,32$ -regel als het bijbehorende beroemde diagram van Mattheck vervalst waren. Wat maakt dat zowel het diagram van Mattheck als dat van Wessolly en Erb, die beide de basis voor boomverzorging vormen, sterk in twijfel zouden getrokken moeten worden.

De t/R -discussie

Bittere en publieke confrontaties omtrent de nodige restwandratio t/R hebben de boomverzorging sinds de jaren '90 beziggehouden. De discussie gaat altijd over hoé hol een boom mag zijn, wanneer de restwand volledig gesloten en concentrisch is. Maar, hoéveel holle bomen zijn er eigenlijk die lijken op een perfect holle en rechte buis? Exact: zeer, zeer weinig. De meeste holtes kunnen excentrisch zijn, onregelmatig, open en zelfs gecombineerd met andere structureel zwakke plaatsen zoals scheuren, spleten, ingesloten schors, inzet van de takken, enzovoort... Daarenboven is hout een orthotropisch materiaal: de eigenschappen in de drie anatomische richtingen (axiaal, radiaal, en tangentiaal) verschillen sterk, wat de kans op onverwacht splijten en breuk sterk verhoogt. Dit alles bewijst dat de tot nu toe gevoerde t/R -discussie eigenlijk zeer oppervlakkig is.

Methode

Huang et al. (2017) geven kritieke grenswaarden van t/R met betrekking tot Brazier buckling, *crosssectional flattening* en de breuk van een holle stam onder pure buigspanning. Zij tonen de volgende t/R -ratio's aan:

Brazier buckling (Mode I $0 < t/R < 0.06$) tangentiaal splijten gevolgd door het splijten in lengterichting (Mode II $0.06 < t/R < 0.27$) en conventionele buigbreuk (Mode III $0.27 < t/R < 1$). Deze grenswaarden zijn zeer waardevolle richtlijnen voor de diagnose van holle bomen.

Eenvoudiger gesteld: V, SIA, SIM en gelijkaardige methodes zouden enkel bruikbaar en betrouwbaar zijn wanneer de

Literatuur

- Baker, C.J. & Bell H.J. (1992) The aerodynamics of urban trees. *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*. Elsevier, 41-44: 2655-2666.
- Bond, J. (2006) Foundations of tree risk analysis: Use of the t/R ratio to Evaluate Trunk Failure potential. *Arborist News*. International Society of Arboriculture. December issue: 31-34.
- Claire, B., M. Fournier, M. Franc, O. Prevost, J. Beauchene & S. Bardet (2003) Biomechanics of buttressed trees. *American Journal of Botany* 90(9): 1349-1356.
- Detter A., E. Brudi & F. Bischoff. (2005) Statics Integrated Methods: results from pulling tests in past decades. *Congress Barcelona*. ISA Spain (Asociación Española de Arboricultura).
- De Wael, J. (2007) Over windbelasting van bomen, interview met Peter Sterken. *Groencontact* 33, 8-11.
- Ennos, R. & A. van Casteren (2009) Transverse stresses and modes of failure in tree branches and other beams. *Proceedings of the Royal Society B*. 277: 1253-1258.
- Gruber, F. (2008) Untenable failure criteria for trees: I. The residual wall thickness rule. *Arboricultural Journal*, 31:1, 5-18. DOI: 10.1080/03071375.2008.9747514.
- Hawking, S. W. (1988) *Historia del tiempo. Del big bang a los agujeros negros*. Editorial Crítica (Grupo editorial Grijalbo) Barcelona. ISBN: 84-7423-374-7.
- Huang Y.S., F.L. Hsu, Lee C.M. and J.Y. Juang (2017) Failure mechanism of hollow tree trunks due to cross-sectional flattening. *R. Soc. open sci.* 4:160972. <http://dx.doi.org/10.1098/rsos.160972>.
- James, K. R. (2010) A dynamic structural analysis of trees subject to wind loading. PhD thesis, Melbourne School of Land and Environments, The University of Melbourne.
- James, K.R., G.A. Dahle, J. Grabosky, B. Kane, & A. Detter (2014) Tree Biomechanics Literature Review: Dynamics. *Arboriculture & Urban Forestry* 40(1): 1-15.
- Mattheck C., K. Betghe & O. Kraft. (2008) Are the failure criteria of SIA (Statics Integrated Assessment) and pulling tests wrong? *Arboricultural Journal*. Vol. 31, pp. 181-188.
- Niklas, K.J & H. Spatz. (2010) Worldwide correlations of mechanical properties and green wood density. *American Journal of Botany*. 97(10): 1587-1594.
- Peltola, H.M. (2006) Mechanical stability of trees under static loads. *American Journal of Botany* 93(10): 1501-1511.
- Spatz, H.C. & J. Pfisterer. (2013) Mechanical Properties of Green Wood and Their Relevance for Tree Risk Assessment. *Arboriculture & Urban Forestry* 2013. 39(5): 218-225.
- Sterken, P. (2005) A guide for tree-stability analysis. Second and expanded edition. ISBN:9090193774.
- Sterken, P. (2006) Prognosis of the development of decay and the fracture-safety of hollow trees. *Arboricultural Journal*, 29:4: 245-267.
- Sterken, P. (2006b) Prognose van de breukvastheid van holle bomen. *KPB Nieuwsbrief*. Jaargang 10. Nummer 27: 1-10.
- Wagener, W.W. (1963) Judging Hazard from Native Trees in California Recreational Areas:- A Guide for Professional Foresters. USFS Research Paper PSW-PL. 29 pp.
- Wessolly, L. & M. Erb. (1998) *Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle*. PatzerVerlag, Berlin, Germany.
- Wessolly L. & M. Erb (2016) *Manual of tree statics and tree inspection* (English edition). PatzerVerlag. Berlin-Hanover, Germany. ISBN 978-3-87617-143-2.

t/R groter dan of gelijk is aan 0.27. Een waarde van minder dan 0.27 in de boom zou kunnen leiden tot het structureel falen, terwijl de bovengenoemde methodes die niet zouden kunnen voorspellen. Dit geeft iets meer geloofwaardigheid aan de bekende grenswaarde van 0.32 van Mattheck (alhoewel hij, volgens Gruber (2008), die eigenlijk overgenomen heeft van Wagener (1963).

Het is echter belangrijk om op te merken, dat deze grenswaarden blind zijn voor structurele defecten in de restwand, waarbij de laatste de boom kan breken nog vóór de voorspelde windbelasting bereikt is.

Een betrouwbare methode bestaat nog niet, maar op basis van de bovengenoemde bevindingen, zouden wij graag de volgende richtlijnen geven:

- Een minimum-t/R van 0.27 om de reeds beschreven vormen van breuk zoveel mogelijk te voorkomen.
- Deze restwand zelf zou moeten beschikken over een veiligheidsfactor tegenover windbelastingen van minstens 200%. Deze factor kan berekend worden met de hulp van formule 7 in Sterken (2006).

En dit wanneer de holle boom een gesloten en concentrische restwand heeft (een intact spinhout bijvoorbeeld, alhoewel dat niet altijd het geval is). Indien de dikte van de restwand onder de t/R-waarde van 0.27 blijkt te zijn, dan moet er rekening gehouden worden met mogelijks onvoorspelbare breuk. Natuurlijk moeten dan ook de limieten van onze methode en de complexe combinatie van krachten en structuren in acht genomen worden. Dit kan echter alleen visueel gedaan worden, aangezien geen enkele bestaande instrumentele methode of software dat kan doen. Ook is een deeglijke scholing in onze methode noodzakelijk.

Verankeren en snoeien

Toekomstig onderzoek op structureel beschadigde bomen zou de microscopische vervormingen van de stam of takken moeten opmeten in alle anatomische richtingen, terwijl de boom belast wordt. De combinatie van diverse spanningen (tangenciaal, torsie en het over elkaar glijden van de vezels) met de hoge splijtgevoeligheid van het hout, kan leiden tot het breken van de boom. En dat niet enkel omwille van axiale spanning (Sterken 2005 p. 42 en Clair et al. 2003).

Observaties zoals deze zouden gemakkelijk de zogenaamde tree-statics kunnen ongeldig verklaren (of toch tenminste ernstig in vraag stellen). En volgens Hawking (1988) moet een theorie ofwel verworpen ofwel aangepast worden, wanneer één enkele observatie deze als fout aantoonde. Desalniettemin trekken sommige mensen liever de competentie van de kritische waarnemer in twijfel dan het moeten toegeven dat hun theorie niet perfect is.

Het verankeren en snoeien kan overwogen worden, om het risico op uitbreken van takken te verlagen. Voorstanders (zoals Wessolly en Erb 2016) van sommige commerciële synthetische verankeringsystemen, stellen dat de schok-absorbers in hun systeem de boom helpen om zijn defecten te compenseren, dankzij de zachte en gedempte bewegingen. Deze stelling is echter nog nooit bewezen geweest in een wetenschappelijke publicatie en blijft dus ook een hypothese.

Meer info: www.peterarboriculture.wordpress.com

Hoéveel holle bomen lijken er eigenlijk op een perfect holle en rechte buis?