RAPPORTAGE

Stabiliteitsonderzoek bij 1 treurbeuk aan de Papenhoef te Oudewater

COLOFON

Opdrachtgever:
Gemeente Woerden
De heer B. Bontje

Opdrachtnemer:
Terra Nostra

Boomtechnisch adviseur:
De heer drs. R. Geerts

Controle:
De heer H.H.J.M. Kuppen

Projectnummer:
300.2429

Datum:
25 april 2017

INHOUDSOPGAVE

INLEIDING 3

1. METHODE VAN ONDERZOEK 4

1.1 OPZET INVENTARISATIE BOOMGEGEVENS 4

1.2 GEBRUIKTE MEETAPPARATUUR VOOR HET VASTSTELLEN VAN DE BREUKVASTHEID 6

2. INVENTARISATIE EN ONDERZOEK 7

2.1 SITUERING 7

2.2 BOOMGEGEVENS 9

2.3 RESULTATEN TREKPROEF 10

2.4 CONCLUSIE VISUELE INSPECTIE EN TREKPROEF 11

3. ADVIES 12

LITERATUURLIJST 13

BIJLAGE 1: RAPPORTBLADEN TREKPROEF 14

INLEIDING

In opdracht van de gemeente Woerden, is door Terra Nostra op 3 april 2017 een nader onderzoek uitgevoerd bij 1 treurbeuk aan de Papenhoef te Oudewater. De boom staat op een perceel tussen de Papenhoef en de Oude Hekendorpseweg.

In de onderstam van deze geënte boom is aantasting met korsthoutskoolzwam vastgesteld. Er heerst hierdoor twijfel over de stabiliteit van de treurbeuk en daarmee de veiligheid van deze boom.

Het doel van het nader onderzoek is het bepalen van de stabiliteit en breukvastheid van de boom. Vanuit deze resultaten wordt de opdrachtgever geadviseerd welke boomtechnische maatregelen er uitgevoerd dienen te worden.

Leeswijzer

In hoofdstuk 1 is de methode van onderzoek beschreven. De inventarisatie, het onderzoek en de interpretatie van de meetresultaten zijn te vinden in hoofdstuk 2. In hoofdstuk 3 vindt u het advies. Als bijlagen zijn een literatuurlijst en rapportbladen van de trekproef toegevoegd.

Heeft u naar aanleiding van dit rapport nog vragen of opmerkingen?

U kunt contact opnemen met Roel Geerts, telefoon 0184 – 698993.

Terra Nostra BV
Bleskensgraaf

Henry Kuppen
Directeur

1 METHODE VAN ONDERZOEK

1.1 Opzet inventarisatie boomgegevens

De onderstaande boomgegevens worden tijdens het onderzoek opgenomen.

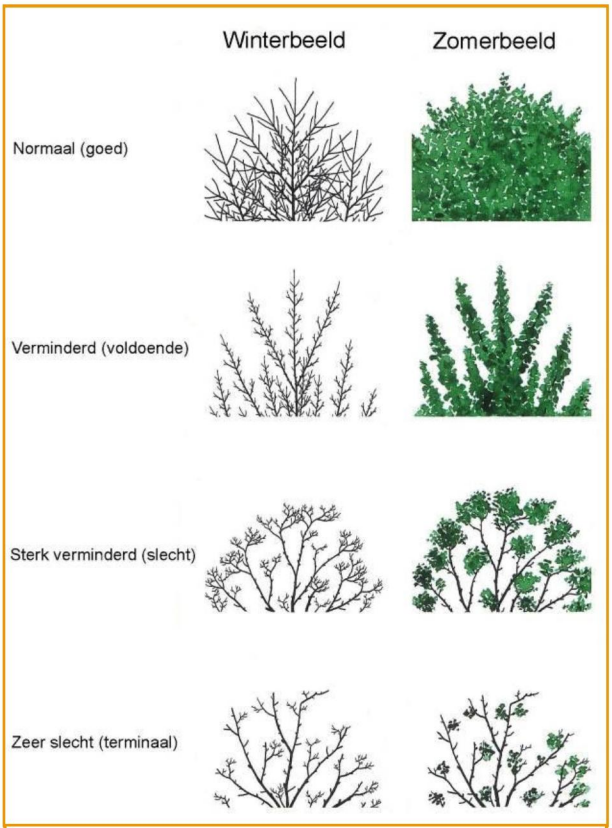
Boomsoort
Bepaald aan de hand van de soortkenmerken.

Stamdoorsnede
De diameter van de boom wordt gemeten op 1,30 meter hoogte in centimeters.

Boomhoogte
Bepaald in meters met behulp van een digitale hoogtemeter.

Soorteigenschappen
Op basis van de beschikbare literatuur en praktijkervaring is informatie verzameld over de eigenschappen en eisen aan de groeiplaats van de toegepaste boomsoorten. Hierbij is alleen relevantie informatie gegeven voor deze situatie.

Conditie
De conditie van de boom wordt bepaald aan de hand van de scheutlengte, knop- of bladbezetting en de knop- of bladgrootte en de kroonontwikkeling zie figuur 1.

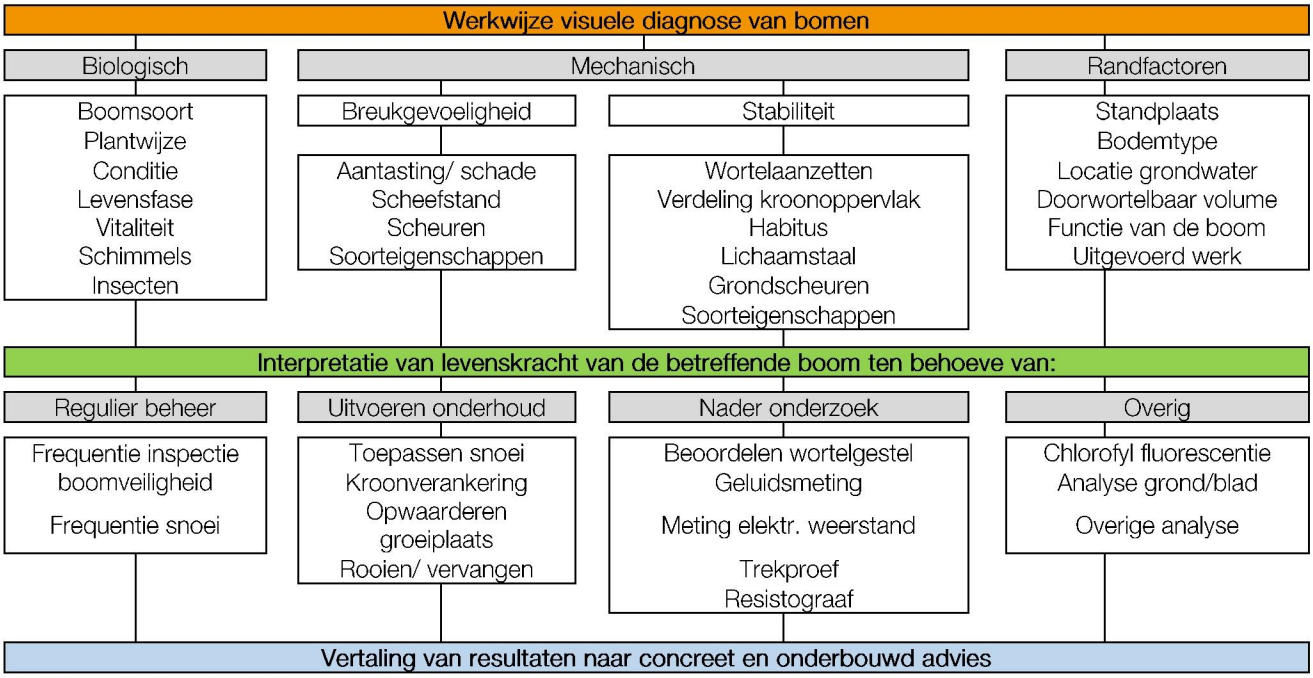


Figuur 1: Classificaties conditie naar Andreas Roloff.

Vitaliteit
De vitaliteit wordt bepaald door genetische eigenschappen en is soort specifiek. Wel is het zo dat een boom met een goede conditie, een hoger herstelvermogen heeft dan een boom met een slechte conditie. De vitaliteit van een boom is het vermogen om te reageren op de verandering in de omgeving, bijvoorbeeld herstel na een verbetering van de groeiplaats. Een vitale boom heeft een goede weerstand tegen ziekten en aantastingen, bijvoorbeeld door het afgrendelen van wonden of het snel herstellen van aantastingen door insecten.

Visuele boomcontrole

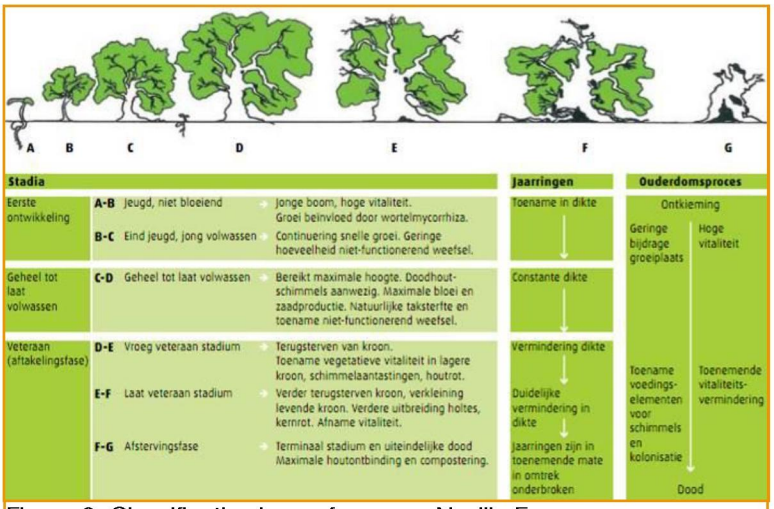
In tabel 1 is de werkwijze van de visuele boomcontrole weergegeven. Bomen worden zowel biologisch als mechanisch beoordeeld met inbegrip van randfactoren als standplaats en bodemtype. Hierbij wordt gebruik gemaakt van de VTA-methode (Mattheck & Breloer, 1995), SIA-methode (Wessolly, 1995, 1996, Wessolly & Erb, 2014), en IBA-methode (Reinartz & Schlag, 1996).



Tabel 1: werkwijze visuele boomcontrole.

Levensfase

Neville Fay deelt de levenscyclus van een boom in zes stadia in: van jonge spruit, halfwas, volgroeid, veteraan, zeer oude boom tot dode boom. De volgroeide boom heeft een gesloten paraplubladerdak. Bij een veteraan is de aftakeling begonnen: onder de hoofdkroon is een subkroon gevormd. Een zeer oude boom is in zwaar verval, maar voldoende vitaal.



Figuur 2: Classificaties levensfase naar Neville Fay.

Informatie van de opdrachtgever

De opdrachtgever heeft meegedeeld dat aan noord- en noordwestzijde van de monumentale treurbeuk recent bomen zijn verwijderd, inclusief stobben. Dit in het kader van beoogde nieuwbouw ten noorden en noordwesten van de boom.

1.2 Gebruikte meetapparatuur voor het vaststellen van de breukvastheid

Trekproef

De trekproef wordt ingezet om de stabiliteit en/of de breukvastheid van bomen te bepalen. De methodiek heeft een wetenschappelijke basis: als een boom bij een belasting van 40% van een kracht niet verder uit het lood komt dan 0,25°, dan is de boom sterk genoeg om 100% van die kracht te doorstaan (Wessolly & Erb, 1998: Baumstatik). De methode is uitgebreid met de klassieke sterkteberekening voor houtstructuren, met het verschil dat er parameters voor levend houtweefsel worden toegepast.

Werkwijze

De stabiliteit en/of breukvastheid van een boom wordt op gecontroleerde wijze getest:

- Met behulp van een lierkabel wordt een kracht op de boom uitgeoefend. De kracht op de lierkabel wordt geregistreerd met een elektronische krachtopnemer.
- Tijdens het uitoefenen van de kracht wordt met behulp van elektronische hoekmeters het kantelen van de stamvoet vastgelegd. De hellingshoeken registreren zowel de kanteling in de trekrichting als de zijwaartse uitslag.
- Gelijktijdig wordt de buiging van het stamhout gemeten met behulp van elastometers. De grootste strekking en samendrukking van houtvezels treedt op in de lijn van de trekrichting.
- De proef wordt volbracht door de stamvoet van de boom tot maximaal 0,25° uit het lood te brengen. De veiligheid wordt gewaarborgd door nooit verder te trekken dan 0,5° uitslag, omdat bekend is dat er dan onvermijdelijk wortelschade optreedt. De tweede grenswaarde is een maximale samendrukking uit uitrekking van houtvezels van 0,2 millimeter.

Analyse meetgegevens

Voor de analyse wordt gebruik gemaakt van het programma Arbostat, versie 2.2.

- De eerste stap in de analyse is benaderen van de daadwerkelijke windbelasting op de betreffende boom/bomen bij de kritische windsnelheid. Hiervoor wordt gerefereerd aan de Nederlandse Eurocode voor windbelasting; NEN_EN_1991-1-4/NB. Op basis van wetenschappelijk onderzoek worden correctiefactoren toegepast voor de standplaats, omgevingsfactoren en boomsoort specifieke eigenschappen. Het uitgangspunt voor de berekening is die van een 'worst case' scenario tijdens de bladperiode.
- De tweede stap is het inlezen van de data die tijdens de trekproef zijn geregistreerd. Het resultaat van het kiepgedrag van de kluit, buiging van de stam worden in grafieken gevisualiseerd. Meetwaarden worden weergegeven als reeks percentages van de kritische kiepkracht (stabiliteit) en breuksterkte (breukvastheid) van de stam.
- Het is in de normering (o.a. die van het bouwwezen) gebruikelijk om een veiligheidsmarge in te bouwen. Onder normale omstandigheden wordt een veiligheidsfactor van 1,5 toegepast (groene zone ≥150%).

Advies

Op basis van de boomtechnische kwaliteit, omgevingsfactoren en resultaten van de trekproef wordt een advies voor het verdere beheer omschreven.

2 INVENTARISATIE EN ONDERZOEK

2.1 Situering

De situering van de boom is weergegeven op luchtfoto 1, de kroonprojectie is indicatief aangegeven met een gele cirkel. De in het rode kader opgenomen beplanting is inmiddels verwijderd met het oog op te ontwikkelen nieuwbouw.

Luchtfoto 1: Situering van de boom aan de Papenhoef te Oudewater (bron: Google Earth).

De boom staat in open grond, nabij een vijver (foto 1). Het perceel is momenteel afgeschermd door aaneengesloten hekwerk.

Foto 1: Standplaats van de treurbeuk (rode pijl).

De boom is geënt op circa 1,58 m hoogte. Op de onderstam zijn rondom vruchtlichamen van korsthoutskoolzwam aanwezig, tussen en op wortelaanlopen.

Foto 2: Links beeld van de boom. Rechts: beeld van de stamvoet met aantastingslocaties (rode cirkels).

2.2 Boomgegevens

Het onderzoek is gestart met het visueel controleren van de boom conform de VTA methode. Hierbij zijn enkele boomgegevens opgenomen en verwerkt in tabel 2.

Subject	Omschrijving/ beoordeling
Boomsoort:	*Fagus sylvatica* 'Pendula' (treurbeuk)
Standplaats:	Beplanting
Stamdoorsnede:	110 cm
Hoogte:	13,6 meter
Conditie:	Sterk verminderd
Bijzonderheden:	Ontgraving van het maaiveld aan noord- en noordwestzijde van de boom, op circa 6-7 meter afstand van de boom. Dit in het kader van het rooien van houtopstand. Op de rand van de kroonprojectie zijn afgetrokken wortels met een diameter van 4-5 cm zichtbaar in het maaiveld. Gezien de worteldiameter op deze afstand van de treurbeuk gaat het hoogstwaarschijnlijk om wortelrestanten van verwijderde bomen. Bastafsterving en houtrot in gesteltakken in de top die worden blootgesteld aan zonlicht. Dit is typerend voor de boomsoort in deze levensfase. Matige overgroeiing van de genoemde houtrotlocaties. Afgestorven en gebroken gesteltakken aanwezig in de kroonbasis en lager op de stam (foto 3a), met een diameter van 10-18 cm en een lengte van > 4 meter. Afgebroken twijgen en takken in de zone 0-2 m +mv, rondom. Dit door mechanische beschadiging bij recente werkzaamheden aan de rand van de kroonprojectie. Tussen nagenoeg alle wortelaanlopen zijn vruchtlichamen van korsthoutskoolzwam aanwezig, het betreft volwassen (zwartgekleurd) en jonge vruchtlichamen (wit/grijsgekleurd). Holte in de stamvoet aan zuidzijde, momenteel de rustplaats van een egel. De kwaliteit van de restwand kan niet met kloppen en prikken worden bepaald. Dit komt doordat hout dat aangetast is met korsthoutskoolzwam enige druksterkte behoudt. Kloppen en prikken geeft hierdoor geen goede mogelijkheden tot het herleiden van de omvang van houtrot. Dit type aantasting is daarom aanleiding tot uitvoeren van de trekproef.

Tabel 2: Boomgegevens treurbeuk.

Foto 3a: Gebroken tak onder de kroonbasis (gele cirkel). 3b: Locaties aangetast met korst houtskoolzwam (rode cirkels).

2.3 Resultaten trekproef

Algemeen

De boom is beproefd in noordoostelijke richting, richting de Papenhoef. Dit is in het verlengde van de overheersende windrichting.

De volgende aspecten van de boom zijn gemeten met sensoren: stabiliteit van de boom (met behulp van inclinometers), en de breuksterkte van de stam op diverse hoogten (met behulp van 3 elastometers). Exacte individuele sensorhoogten zijn terug te vinden in de rapportbladen in bijlage 1. Foto's 2 en 3 tonen de diverse posities van sensoren tijdens de trekproef.

Uitgangspunten en parameters analyse

Na het vastleggen van de ruwe data is een windbelastingsanalyse gemaakt. Uitgangspunt hierin is het doorrekenen van het 'worst case' scenario. De belangrijkste parameters hierin zijn:

- Boomsoort specifieke materiaaleigenschappen voor '*Fagus sylvatica*';
- Windweerstandsfactor '0,25';
- Vormfactor eigengewicht '0,80';
- Terreincategorie 'Buitenwijk';
- Een expositiefactor van '0,8' voor gedeeltelijk windbeschutting van bomen;
- De omgevingsfactor van '1,2', behorend bij de terreincategorie 'buitenwijk, is gehandhaafd. Dit betekent dat rekening wordt gehouden met een snelheidsverhoging van 20% door omgevingsfactoren;
- Windzone N2 conform de Nederlandse Eurocode voor windbelasting; NEN_EN_1991-1-4/NB, een ontwerp windsnelheid van 27 m/s;
- Luchtdichtheid bij een temperatuur van 10° Celsius.

Samenvatting en interpretatie uitslag trekproef

In tabel 3 is een samenvatting gegeven van de berekende stabiliteit en breuksterkte van de treurbeuk. Bijlage 1 bevat de rapportbladen met windbelastingsprofiel en grafieken met de berekende stabiliteit en breuksterkte. Ter berekening van de kroonoppervlakte is gebruik gemaakt van een foto vanaf de noordzijde.

Boomsoort	Basisveiligheidsfactor	Veiligheidsfactor Stabiliteit		Veiligheidsfactor Breuksterkte		
Kleurcode sensor						
Treurbeuk	15	1,89	2,05	5,13	5,05	3,43

Tabel 3: Overzicht veiligheidsfactoren huidige situatie.

Te zien is, dat de boom met name wat betreft stabiliteit veel lager scoort dan op basis van de boomverhoudingen verwacht mag worden. Dit komt tot uitdrukking in de lagere stabiliteitsscore (1,89 en 2,05) ten opzichte van de basisveiligheidsfactor van 15. Dit is te verklaren door jarenlange aantasting van stabiliteitswortels met korsthoutskoolzwam.

De boom voldoet op dit moment nog aan de eisen van de Nederlandse Eurocode voor windbelasting. De boom scoort op stabiliteit en breuksterkte waarden hoger dan 1,0. Rekenkundig is er geen verhoogd risico op windworp, de stabiliteitsafname is wel zodanig dat handhaven in de huidige omvang risicovol

wordt. De breuksterkte van de stam is ruim voldoende. De lagere waarde gemeten bij de rode elastometer kan worden verklaard door het verschil in stamdiameter ter hoogte van de entlocatie.

2.4 Conclusie visuele inspectie en trekproef

De treurbeuk bevindt zich in een vroeg veteraan stadium, er is sprake van aftakeling. De belangrijkste indicator hiervoor is de toenemende omvang van houtrot in de stamvoet en het wortelstelsel. De sterk afgenomen stabiliteit en breukvastheid ten opzichte van de basisveiligheidsfactor kunnen hierdoor worden verklaard.

Als gevolg van de aantasting met korsthoutskoolzwam, is te verwachten dat deze boom de aftakelingsfase versneld doorloopt. Afsterving van gesteltakken kan een strategie van de boom zijn om kroonvolume te reduceren, dit dient dan gepaard te gaan met de vorming van een lagere secundaire kroon. Op basis van de waarnemingen op 3 april 2017 is slechts zeer beperkt sprake van de vorming van een secundaire kroon. De boom is hierdoor beoordeeld als zijnde matig vitaal.

De weefselsterfte en houtrot aan de bovenzijde van gesteltakken zijn toe te schrijven aan eigenschappen van de soort. Te verwachten is wel, dat naarmate de boom minder vitaal wordt, deze houtrotlocaties in gesteltakken een factor gaan worden voor de boomveiligheid. Het risico op takbreuk neemt toe, doordat de boom minder investeert in de vorming van compensatieweefsel.

Er is op dit moment nog geen acuut risico op windworp of stambreuk. Het actuele risico betreft het uitbreken/uitvallen van takken bij hogere windbelasting. Hierbij gaat het om nu aanwezige dode takken, maar ook om levende takken aan noord- en noordwestzijde van de kroon. Dit komt doordat na het verwijderen van aangrenzende bomen sprake is van een veranderde windbelasting.

Er is in deze situatie geen herstel te verwachten, wel een verdere afname in stabiliteit. Gezien het voorgaande is de verwachting dat de stabiliteit van de boom binnen 2-4 jaar een kritische grens bereikt. De levensverwachting van de boom is daarom gesteld op <5 jaar.

Door de kroonopbouw van treurbeuk als soort, leent deze zich niet voor kroonreducties in de top. Bij bomen met een reguliere kroonopbouw, geeft het verlagen van de boomhoogte rekenkundig gezien een verbetering van de stabiliteit. Dit door een verkleining van de hefboomwerking. Het verlagen van de top van de treurbeuk kan alleen geschieden door de spil van de top in te korten. Door de intensieve bezetting met takken rond de spil in de top, leidt een beperkte verlaging van de boomhoogte al tot een grote afname in tak- en bladmassa en forse snoeiwonden. Het effect op de hefboomwerking is beperkt, terwijl de biologische gevolgen voor de boom groot zijn. Het resultaat is een verdere verkorting van de levensduur door een impuls voor schimmelaantasting.
Uit het voorgaande volgt dat de boomveiligheid met betrekking tot stabiliteit niet met snoei kan worden gegarandeerd. In het advies worden de overige mogelijkheden besproken.

De gevaarzetting rond de boom is momenteel laag, dit komt doordat de boom vrij staat in omheind perceel. Gelet op de beoogde nieuwbouw, kan dit veranderen naar een hoge gevaarzetting.

3 ADVIES

Rond het verdere beheer van de boom zijn er 2 opties:

1. Behoud van de boom als afstervend monument. Hierbij wordt een resterende levensduur van minimaal 10 jaar beoogd.
   - Uitgaande van gelijkblijvende omstandigheden met betrekking tot gevaarzetting (instandhouding omheining), zijn de komende 2 jaar geen aanvullende maatregelen noodzakelijk. Na 2 jaar dient een voorziening te zijn getroffen om de boom te stabiliseren door middel van tuien. Gedacht kan worden aan een constructie met in totaal vier 10 tons staalkabels, gespannen verankerd in het maaiveld op de 4 windrichtingen, 2 meter uit de kroonprojectie. Het systeem dient de spil ter hoogte van de kroonbasis te omvatten, met behulp van een verstelbare stalen ringband met een voering van houten/rubberen blokken. Met de voering wordt drukverdeling beoogd, ter voorkoming van schuurschade aan de bast. Gedurende de resterende levensduur van de boom wordt de diktegroei van de stam als (zeer) beperkt beoordeeld. Hierdoor is verstelling van de ringband hoogstens iedere 3 jaar te voorzien. Een jaarlijkse visuele inspectie van de tuiconstructie is van toepassing. De tuiconstructie is van beperkte esthetische invloed op de boom, doordat de ringband en de staalkabels voor een groot deel aan het zicht worden onttrokken door de afhangende takken. Rond funderingslocaties van verankeringen kan beplanting worden geplaatst ter camouflage.

   - Voorafgaande aan de start van nieuwbouw of verwijdering van de omheining dienen beheermaatregelen te zijn getroffen. Deze komen neer op:
     - het verwijderen van de dode takken uit de kroon. Met het oog op de kroonvormgeving en het voorkomen van structuurbederf in de kroonprojectie, dient snoei klimmend te geschieden. Uitvoer: door een European Tree Worker;
     - Het tuien van de boom op de bovenbeschreven wijze. Uitvoer: door een hiertoe uitgeruste partij met aantoonbare, ruime ervaring;
     - De boom dient daarna jaarlijks visueel geïnspecteerd te worden. Aandachtspunten zijn de voortgang van houtrot in de stamvoet en de staat van de tuien/verankeringen.

   Het alternatief voor snoeien en tuien vormt het instellen van een afgeschermde zone rond de boom. De zone dient dan minimaal het valbereik van de boom bij windworp te beslaan, gelet op de boomhoogte circa 14 meter. De zone dient op een zodanige manier te worden afgeschermd, dat betreding niet mogelijk is. Gedacht kan worden aan een hekwerk. Het risico op takbreuk en windworp worden niet weggenomen, de voorziening is erop gericht dat deze gebeurtenissen geen schade aan eigendommen of letsel bij personen kunnen berokkenen.
2. Vervangen van de boom, herplant van een nieuwe treurbeuk. Hierbij dient de boom te worden verwijderd voorafgaande aan de nieuwbouw of verwijdering van de huidige omheining.
   Gelet op de hoge grondwaterstand dient bij herplant een boom met een beperkte kluithoogte te worden toegepast. Bij een gelijkblijvende maaiveldhoogte is een maximale stamomvang van 20-25 cm acceptabel. Een grotere plantmaat kan worden toegepast, deze dient dan geplaatst te worden in een op te werpen terp. De terp dient te bestaan uit RAG gekeurde bomengrond. Deze licht doormengen met de oorspronkelijke bodem. Het advies is de kroonprojectie na aanplant af te werken met een 8-10 cm dikke mulchlaag.

   Vanuit vakmatig oogpunt heeft optie 2 de voorkeur. Dit omdat de huidige gesteldheid van de boom en effecten van de beoogde nieuwbouw zorgen voor een laag rendement van de beheerkosten bij behoud.

LITERATUURLIJST

Boeken

Jahn, H., Reinartz, H., & Schlag, M. (2005, 3e Auflage). *Pilze an Bäumen.* Berlin-Hannover, Duitsland: Patzer Verlag.

Mattheck, C. (2007, 1st edition). *Updated Field Guide for Visual Tree Assessment.* Karlsruhe, Duitsland: Forschungszentrum Karlsruhe GmbH.

Mattheck, C. (2010, 1. Auflage). *Denkwerkzeuge nach der Natur.* Karlsruhe, Duitsland: Karlsruher Institut für Technologie - Campus Nord.

Reinartz, H., & & Schlag, M. (1997). *Integrierte Baumkontrolle.* Berlin, Duitsland: Patzer Verlag.

Roloff, A. (2001). *Baumkronen, Verständnis und praktischde Bedeutung eines komplexen Naturphänomes.* Stuttgart, Duitsland: Rombach GmbH Druck- und Verlagshaus.

Schwarze, F. W. (2008). *Diagnosis and Prognosis of the development of wood decay in urban trees.* Rowville, Australia: Enspec Pty Ltd.

Wessoly, L., & Erb, M. (1998). *Handbuch der Baumstatik und Baumkontrolle.* Berlin, Duitsland: Patzer Verlag.

BIJLAGE 1: RAPPORTBLADEN TREKPROEF

Windbelastinganalyse conform NEN-EN 1991-1-4/NB

Boomnummer **1**

Project

Naam project	Trekproef treurbeuk
Projectnummer	3002429
Datum veldwerk	3-4-2017

Standplaats

Beplanting, Papenhoef

Oudewater, Nederland

Hoogte tov NAP	-1	m

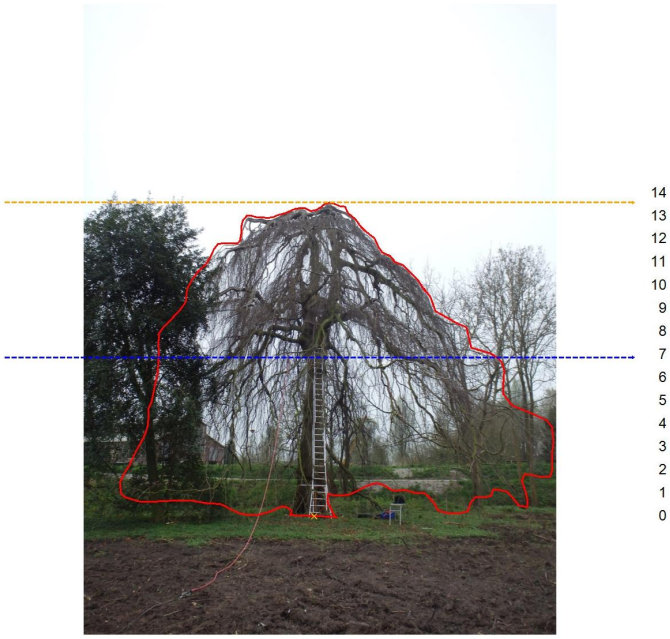
Boomgegevens

Boomsoort		Treurbeuk	
Stamomtrek		346	cm
Stamdiameter	||	114,5	cm
op 1 m hoogte	_|_	107,5	cm
Dikte bast en schors		1	cm
Boomhoogte		**13,6**	**m**

Toegepaste materiaaleigenschappen

naar	Fagus sylvatica	
Bron	Stuttgart	
Druksterkte	22,5	MPa
Elasticiteitsmodulus	8500	MPa
Grenswaarde elasticiteit	0,26	%
Soortelijke massa	1,05	g/cm³

Kroonvorm



Belastingsrichting NO

Analyse kroonoppervlak

Opkroonhoogte	6,9	m
Effectieve hoogte	10,9	m
Totale oppervlakte	166	m²
Krooneccentriciteit	0,42	m

Toegepaste structurele parameters

Windweerstandsfactor	0,25	
Eigenfrequentie	1,51	Hz
Vermindering demping	0,17	
Vormfactor eigengewicht	0,8	

Toegepaste locale parameters

Windgebied	NL 2	
Toegepaste snelheid		
Ontwerp-Windsnelheid	27	m/s
Luchtdichtheid	1,24	kg/m³
Terreincategorie	Buitenwijk	
Exponent voor windprofiel	0,22	
Afschermingsfactor voor lage luchtstromen		
Windstroming boven maaiveld	1,2	
Expositiefactor van de kroon	0,80	

Resultaten

Windbelastinganalyse

Gemiddelde winddruk	12	kN
Factor windvlaag	2,76	
Aangrijpingspunt	5,9	m
Torsie-moment	14	kNm
Ontwerp-Windbelasting	**196**	**kNm**

Statische analyse van boom

Eigengewicht boom	10,6	t
Kritische waarde uitholling	95	%
Kritische waarde restwand	3	cm
Uitgaan van ononderbroken restwand		
Basisveiligheidsfactor	**15**	

Algemeen

Opmerkingen Korsthoutskoolzwamaantasting op de onderstam.

© ArboSafe

Berekende stabiliteit overeenkomstig trekproef

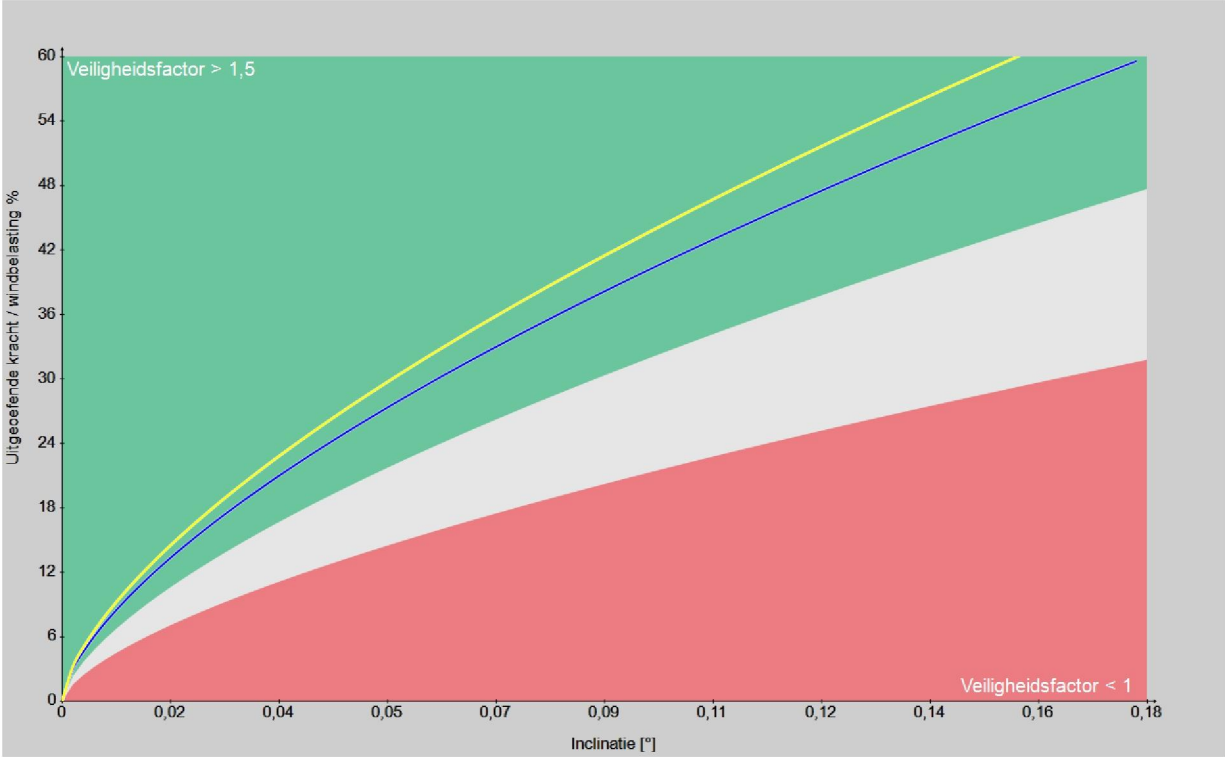
Boomgegevens

Project	Trekproef treurbeuk	**Boomnummer**	**1**
Boomsoort	Treurbeuk	Datum	3-4-2017

Instellingen trekproef

Hoogte van trekpunt	7,6 m	**Meting nr.**	**1**
Trekhoek	16,7 °	Belastingsrichting	NO

Weergave grafiek (beste weergave van kiepcurve overeenkomstig meetgegevens)



Meten van inclinatie		80	81
Positie		y	x

Stabiliteit (gebaseerd op algemene kiepcurve)

Veiligheidsfactor		**1,89**	**2,05**

Referentiewaarde	in		
Standaardafwijking	%	3,06	2,46
Uitgeoefende kracht	%	59,9	59,9
Kanteling van inclinometer		y-As	x-As

Algemeen voor trekproef

Adviseur	R. Geerts
Assistent	M. Van der Kreeke

Opmerkingen bij meting

© ArboSafe

Berekende breuksterkte overeenkomstig trekproef

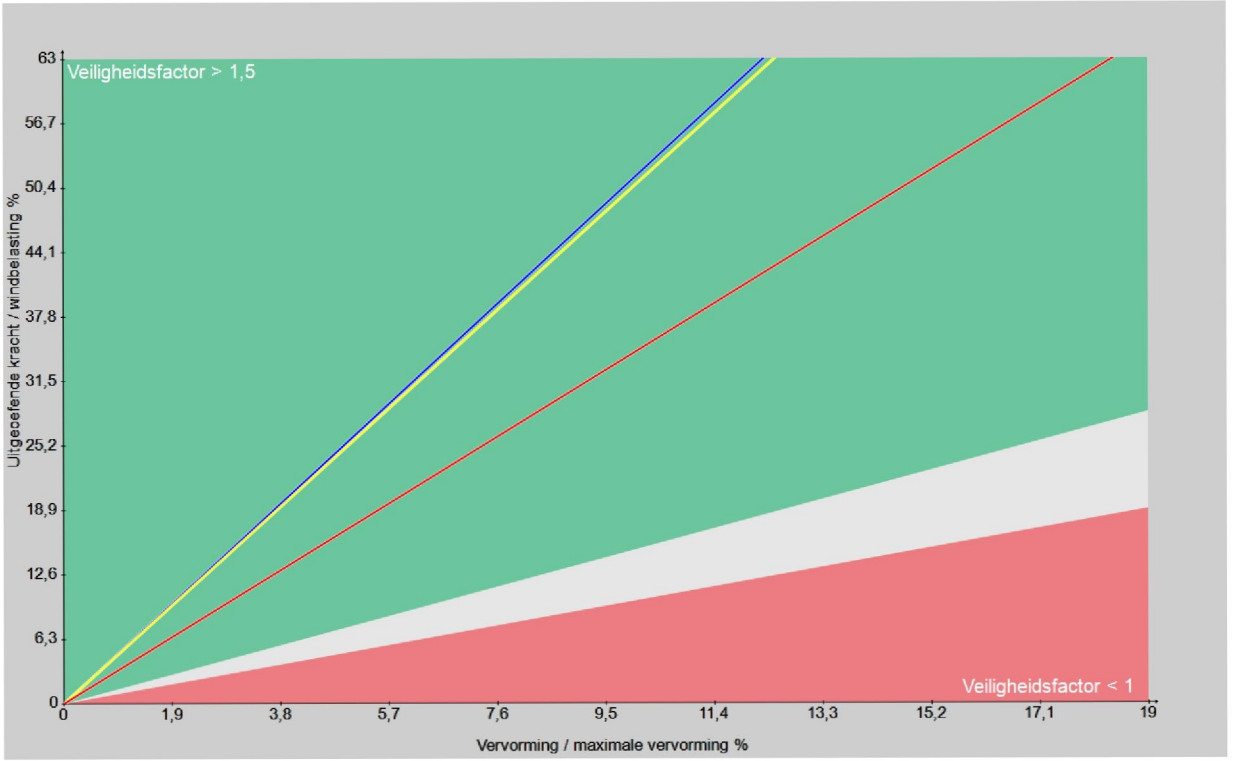
Boomgegevens

Project	Trekproef treurbeuk	**Boomnummer**	**1**
Boomsoort	Treurbeuk	Datum	3-4-2017

Instellingen trekproef

Hoogte van trekpunt	7,6 m	**Meting nr.**	**1**
Trekhoek	16,7 °	Belastingsrichting	NO

Weergave grafiek (beste lineaire weergave van meetgegevens)



Meting elastometer	in	90	91	92
Hoogte van meetpunt	**m**	**0,7**	**1,05**	**1,58**
Positie				
Stamdiameter 1	cm	124	114,5	132
Stamdiameter 2	cm	119	107,5	113
Dikte bast en schors	cm	1	1	1
Percentage belasting	%	100	100	100
Breuksterkte (afgeleid van best passende lineaire regressie)				
Veiligheidsfactor		**5,13**	**5,05**	**3,43**
Referentiewaarde				
Correlatiecoëfficient R^2		0,9996	0,9994	0,9952
Resterende stijfheid	%	24,1	28,8	12,7
Mate van uitholling	%	91,2	89,3	95,6
Vezelknik door				
Eigengewicht	%	2,3	2,3	4,2
Uitgeoefende kracht	%	58,4	61,5	62,5

© ArboSafe