



**STAD ANTWERPEN: VTA + KROONINSPECTIE BIJ
AESCULUS SP. OP DE CHARLOTTALEI**

Specialisatie boomonderzoek

Datum onderzoek: 17 en 25 juni 2014

KVB 14.040

GROEN

INFRA

WATER

SPORT

Krinkels, afdeling boomverzorging, heeft zijn expertise onderverdeeld in vier sub-domeinen.

1. Onderzoek, advies en inventarisatie

- Groeiplaatsbeoordeling
- Boomtaxatie
- Conditie en vitaliteit
- Stabiliteit en veiligheid
- Blad- en jaarringanalyse
- Diagnose bij aantastingen en ziekten
- Wortel- en bodemonderzoek
- Boominventarisatie



2. Groeiplaatsverbetering

- Voedingssleuven
- Plantgatverruiming
- Bemesten en toedienen van water
- Levering boombeschermers en boomroosters
- Wortelgeleidingssysteem
- Levering speciale grondmengsels
- Levering bomengrond



3. Verplanten/Leveren en planten

- Boomaanplanting
- Boomverplanting
- In- en verkoop van zware bomen



4. Boomverzorging

- Vakkundige snoeiwerkzaamheden
- Ziektebestrijding
- Rooien van zieke of dode bomen



INHOUDSOPGAVE

1. OPDRACHT	1
2. WERKMETHODES I.V.M. BOOMONDERZOEK	2
2.1. VISUELE BOOMVEILIGHEIDSCONTROLE	2
2.2. DE TOMOGRAAF	2
2.3. TREKPROEF	3
3. VASTSTELLINGEN BIJ HET ONDERZOEK	5
3.1. HET ONDERZOEK	5
3.2. LEGENDE	6
3.3. PROBLEMATIEK	7
▪ GROTE SNOEIWONDEN MET STERKE INROTING	7
▪ OVER HET KNOTTEN VAN BOMEN	7
3.4. BLOEDINGSZIEKTE BIJ KASTANJE	8
3.5. EVALUATIE VAN DE WONDEN	9
▪ AFGRENDELING VAN WONDEN: HET CODIT-MODEL VAN DR. ALEX SHIGO	9
▪ REGELS VAN MATTHECK	12
3.6. STANDPLAATS BOMEN	15
▪ BEHOUD BOMEN	15
▪ VERVANGEN VAN BOMEN	16
4. CONCLUSIE	17
4.1. PROBLEMATIEK	17



4.2. EVALUATIE VAN DE WONDEN	17
4.3. NADER ONDERZOEK D.M.V. TREKPROEF	18
4.4. BEHEERSMAATREGELEN	18
▪ OPTIE 1: TOEPASSEN VAN HERSTELSNOEI	18
▪ OPTIE 2: KNOTTEN	18
▪ OPTIE 3: VELLEN EN VERVANGEN	19
4.5. TE VELLEN	19
4.6. CONDITIE	19
4.7. STABILITEIT	19
4.8. INSPECTIEFREQUENTIE	20
5. BIJLAGEN	1
5.1. BOOM 1	1
5.2. BOOM 2	2
5.3. BOOM 3	3
5.4. BOOM 4	4
5.5. BOOM 5	5
5.6. BOOM 6	6
5.7. BOOM 7	7
5.8. BOOM 8	8
5.9. BOOM 9	9
5.10. BOOM 10	10
5.11. BOOM 11	11



5.12. BOOM 12	12
5.13. BOOM 13	13
5.14. BOOM 14	14
5.15. BOOM 15	15
5.16. BOOM 16	16
5.17. BOOM 17	17
5.18. BOOM 18	18
5.19. BOOM 19	19
5.20. BOOM 20	20
5.21. BOOM 21	21
5.22. BOOM 22	22
5.23. BOOM 23	23
5.24. BOOM 24	24
5.25. BOOM 25	25
5.26. BOOM 26	26
5.27. BOOM 27	27
5.28. BOOM 28	28
5.29. BOOM 29	29
5.30. BOOM 30	30
5.31. BOOM 31	31
5.32. BOOM 32	32
5.33. BOOM 33	33
5.34. BOOM 34	34



5.35. BOOM 35	35
5.36. BOOM 36	36
5.37. BOOM 37	37
5.38. BOOM 38	38
5.39. BOOM 39	39
5.40. BOOM 40	40
5.41. BOOM 41	41
5.42. BOOM 42	42
5.43. BOOM 43	43
5.44. BOOM 44	44
5.45. BOOM45	45
5.46. BOOM 46	46
5.47. BOOM 47	47
5.48. BOOM 48	48
5.49. BOOM 49	49
5.50. BOOM 50	50
5.51. BOOM 51	51
5.52. BOOM 52	52
5.53. BOOM 53	53
5.54. BOOM 54	54
5.55. BOOM 55	55



1. OPDRACHT

De paardenkastanjes op de Charlottalei te Antwerpen hebben last van sterke inrotting aan hun snoeiwonden. Deze studie maakt een objectief verslag van de grootte en diepte van deze wonden en van het ermee verbonden risico.

Opdrachtgever: Stad Antwerpen

Contactpersoon: Jos Schenk



2. WERKMETHODES I.V.M. BOOMONDERZOEK

Is een boom veilig voor zijn omgeving? Kan de stabiliteit nog gewaarborgd worden? Vragen die zowel private eigenaars als beheerders van bomen op openbaar domein bezighouden, en waarop Krinkels door middel van wetenschappelijke methodiek een antwoord biedt.

2.1. *Visuele boomveiligheidscontrole*

Elk onderzoek begint met een visuele boomveiligheidscontrole waarbij de VTA-methodiek (Visual Tree Assessment) wordt gehandhaafd. Deze methode is ontwikkeld door de Duitse professor C. Mattheck.

De beoordeling begint met een visuele inspectie van de boom en van zijn symptomen van beschadiging. Gelet wordt op de stam, de takken, de kroon en eventuele schimmelvorming.

Belangrijke parameters zijn:

- boommorfologie
- standplaatskenmerken,
- groeibedreigingen,
- stabiliteitsindicatoren,
- ontbladering en verkleuring.

Een vaak gebruikt hulpmiddel is de houten klophamer, waarmee rotte plekken en holten, die niet altijd direct visueel zichtbaar zijn, kunnen worden opgespoord. Indien er twijfel bestaat over de stabiliteit na de visuele beoordeling kan er worden overgegaan tot een nadere analyse en/of een mechanische test.

2.2. *De tomograaf*

Met de tomograaf staat een modern onderzoeksapparaat tot onze beschikking om op een niet-destructieve manier de stabiele restwand van aangetaste bomen zeer nauwkeurig op te meten.



Figuur 1. Opstelling van de tomograaf.

Onderzoek van bomen met de tomograaf is gebaseerd op het principe dat gezond hout geluidsgolven beter geleidt dan aangetast hout. Door sensoren rond de stam te plaatsen, en geluidsgolven door de stam te leiden, kunnen verzwakte structuren of holtes worden gedetecteerd.

Op een 2D kleurentomogram zijn deze verzwakte structuren of holtes te onderscheiden van het gezond hout, door een verschil in kleur. Onaangetast hout is donkerbruin. Groen duidt op een beginnende aantasting. Blauwe en paarse structuren zijn ofwel hol ofwel volledig rot.

Met deze info kan men een nauwkeurige diagnose stellen over de inwendige toestand en de stabiele restwand van een boom. De interpretatie van een tomogram dient altijd te gebeuren samen met de uiterlijk zichtbare kenmerken van een VTA analyse: zwammen, barsten,

2.3. *Trekproef*

De boomtrekproef levert informatie over de veiligheidssituatie van de boom. De trekproef analyseert met behulp van gevoelige meetapparatuur de breukveiligheid van de stam en de standvastigheid van de wortelkluut. Deze proef geeft een indicatie over hoe de boom zich bij een storm zal gedragen.

Bij de trekproef wordt aan de boom getrokken met behulp van een lier. De krachten die bij de meting worden uitgevoerd zijn niet hoger dan de krachten die de boom ondervindt bij een normale harde wind (windkracht 6). Een elastometer, met een nauwkeurigheid van 1µm en

een resolutie van $0.1\mu\text{m}$, meet de compressie of de extensie van de houtvezels. Met de inclinometer meet men hoeveel de kluit kantelt bij een welbepaalde belasting en dit met een nauwkeurigheid van 0.005° en een resolutie van 0.002° .

Met de computer berekent men dan vervolgens op grond van de gemeten waarden hoeveel de boom zal overhellen of doorbuigen bij grotere krachten.

Voorafgaand aan de proef wordt van de boom een wind load analyse uitgevoerd. Deze analyse houdt rekening met factoren zoals de geografie, de boomhoogte, de kroonvorm, de omliggende bebouwing,... . Op deze manier bepaalt men de windbelasting die een boom bij een windkracht van 12 Beaufort ondervindt.



Figuur 2. Opstelling trekproef



3. VASTSTELLINGEN BIJ HET ONDERZOEK

3.1. *Het onderzoek*

Bij alle bomen werd al klimmend een krooninspectie uitgevoerd. Hierbij werd de gekandelaberde top gecontroleerd, alsook de knotten en de wonden op de stam. De diepte, breedte en hoogte van de wonden werden opgemeten. De grootste wonden of wonden die in clusters voorkomen werden als risicozone aangeduid. Een gedetailleerde neerslag hiervan vindt u in bijlage in de excelfiche “KVB 14.040 Stad Antwerpen - Charlottalei – Boomfiche *Aesculus hippocastanum*”. Hierin worden per boom de afmetingen (diepte, breedte en diepte) van de wonden aan respectievelijk de top, de takken en de stam weergegeven en de omtrek en diameter op die hoogte als de wonde(n) een risicozone vormen. Uit deze gegevens kunnen met de regels uit boommechanica conclusies gemaakt worden over de breukgevoeligheid van de boom. Clusters die een verhoogde aandacht vereisen (tweejaarlijkse controle) werden in het geel gemarkeerd, clusters die nader moeten worden onderzocht in het rood.



Figuur 3. Algemeen beeld Charlottalei

3.2. *Legende*

LEGENDE	
S	Stam
SV	Stamvoet
T	Top
TK	Tak
K	Knot
	Attentiezone
	Nader onderzoek
Diepte holte/diameter	Moet volgens de regels van de boommechanica kleiner zijn dan 0,83
Som van de verschillende hoekopeningen van de holtes	Een holte vormt een bepaalde hoek. De boommechanica zegt dat die hoek maximaal 120° mag zijn. Bij verschillende holtes tellen we de verschillende hoeken op. Behalve bij overstaande holtes mag de totale som slechts 100° graden zijn (zie p. 13). 



3.3. *Problematiek*

- **Grote snoeiwonden met sterke inrotting**

Op de Charlottalei zijn een tiental jaar geleden zware gesteltakken verwijderd. Hierbij zijn wonden tot 40cm groot gemaakt, hetgeen sterk is gaan inrotten. Paardenkastanjes zijn namelijk zwakke afgrendelaars waar volgens de regels van de kunst geen wonden groter dan 5 cm mogen worden gemaakt. Bovendien bevinden verschillende wonden zich vaak dicht bij elkaar hetgeen de verzwakkingen aanzienlijk vergroot. Op verschillende plekken zoals bijvoorbeeld bij boom 43 kan men langs twee tegenoverstaande wonden dwars door de stam prikken.

- **Over het knotten van bomen**

Indien men knotbomen wenst, moet daar reeds van bij de aanplant worden aan gedacht. Bij knotbomen geldt dezelfde basisregel als bij vrij uitgroeïende bomen: om inrotting te vermijden mogen in het geval van paardenkastanjes (zwakke afgrendelaars) geen wonden groter dan 5cm worden gemaakt. Dit betekent dat zodra de boom zijn gewenste grootte heeft bereikt, deze wordt gekandelaberd. Indien men eerst de boom laat uitgroeien tot een formaat dat groter is dan gewenst, dan moeten te grote wonden worden gemaakt.

Vervolgens moeten de takken om de vijf tot acht jaar worden terug gezet op hun knot. De precieze frequentie hangt af van hoe snel de boom groeit en hoe goed hij afgrendelt. In de praktijk komt het erop neer dat voor een duurzaam beheer van knotkastanjes de takken moeten teruggezet worden op de knot zodra de kritieke diameter van 5cm is bereikt. Bomen op een slechte standplaats die niet veel groei vertonen zullen in principe minder vaak geknot moeten worden.

Bij de kastanjes op de Charlottalei was het oorspronkelijke gewenste eindbeeld waarschijnlijk geen knotboom en heeft men later vanuit veiligheidsoverwegingen of omdat de bomen tegen de huizen aan gingen groeien beslist om de bomen kleiner te maken, maar door de boom voor de helft te verkleinen en veel te grote snoeiwonden te laten, wordt de boom net onveiliger gemaakt en wordt deze zeer intensief in onderhoud.

Door de grote snoeiwonden vertonen zowat alle bomen in meer of mindere mate inrotting aan de top en de knotten. Dit is problematisch in combinatie met de hergroei op de knotten die door de dunne restwand een verhoogde kans op uitscheuren vertonen.



Figuur 4. Ingerotte top met hergroei

3.4. Bloedingsziekte bij kastanje

Symptomen van de bloedingsziekte zijn aanwezig bij 1 boom, nummer 51. De bloedingsziekte bij *Aesculus* wordt veroorzaakt door een bacterie (*Pseudomonas syringae* pv *aesculi*). Over de pathologie van de bloedingsziekte is nog weinig bekend en er is geen bestrijdingsmethode voorhanden. Er kunnen dus geen voorspellingen gedaan worden over mogelijke toekomstige aantasting in het bestand door deze ziekte. Over de agressiviteit en



dus de snelheid waarmee de bloedingsziekte de aangetaste kastanjes zal doen afsterven of zorgen voor een conditionele achteruitgang kan geen uitspraak gedaan worden. In de praktijk wordt wel waargenomen dat er een toenemende mate is van secundaire aantastingen waarde de risico's op stam- en takbreuk vergroot. Veel voorkomende secundaire parasitaire schimmels zijn de gewone oesterzwam (*Pleurotus ostreatus*), het Fluweelpootje (*Flammulina velutipes*) en verschillende korstzwammen. Deze schimmels veroorzaken houtrot waardoor de kans op breuk verhoogd.

3.5. *Evaluatie van de wonden*

- **Afgrendeling van wonden: het CODIT-model van dr. Alex Shigo**

Het algemeen aanvaarde CODIT-model over de afgrendeling van wonden werd ontwikkeld door dr. Alex Shigo. CODIT staat voor Compartmentalisation Of Decay/Damage In Tree en biedt een model voor de manieren waarop houtweefsel bacteriën en schimmels buiten sluiten. Een uitgebreide uiteenzetting hierover kunt u vinden in het Technisch Vademecum Bomen¹.

Een boom is in tegenstelling tot een mens niet in staat om beschadigd weefsel te herstellen. Beschadigd hout wordt afgesloten. Dit betekent dat de energiereserves die erin opgeslagen zitten niet meer toegankelijk zijn voor de boom, maar het betekent ook dat de boom niet meer toegankelijk is voor de belagers. Afgrendeling gebeurt enkel in de levende delen van de bomen.

CODIT bestaat uit twee delen: een eerste deel vindt plaats in de cellen van het spint die reeds aanwezig zijn bij de beschadiging. Er wordt in drie richtingen d.m.v. chemische reacties een reactiezone aangelegd: één in axiale, één in radiale en één in tangentiale richting die de micro-organismen verhinderen zich te verplaatsen in respectievelijk de lengterichting, van binnen naar buiten en ten slotte binnen de jaarringen.

¹ Het Technisch Vademecum kan gratis worden gedownload op volgende link: http://www.natuurenbos.be/nl-BE/over-ons/publicaties/2008/technisch_vademecum_bomen



Figuur 5. De drie richtingen waarin CODIT deel 1 wonden afgrendelt²

Deel 2 van CODIT bestaat uit het maken van een barrièrezone wanneer het cambium beschadigd wordt. Hierin worden effectief nieuwe cellen aangemaakt. Het fungeert als een soort schors ter hoogte van het cambium. Wanneer de andere reactiezones niet stand houden houdt de laatste barrièrezone meestal wel stand. Op die manier ontstaan holle stammen.



Figuur 6. CODIT deel 2 vormt een sterke afgrendelingszone ter hoogte van het cambium³

² Zie Technisch Vademecum p. 198

³ Zie Technisch Vademecum p. 199

Deze afgrendelingszones en het al dan niet doorbreken ervan is goed zichtbaar op de Charlottalei. Met uitzondering van 1 boom zijn overal holle toppen of takken vastgesteld. Het dode kernhout dat geen actieve weerstand kan bieden aan belagers is helemaal verrot en waarschijnlijk is ook het spinhout tot aan de barrièrezone beschadigd.

Of de koker dieper zal inrotten is afhankelijk van de mate waarin een boomsoort kan afgrendelen, maar ook van conditie en vitaliteit van de bomen en van de agressiviteit van de belager. Paardenkastanjes zijn slechte afgrendelaars. Bovendien is afgrendeling een nooit gewonnen proces. Het blijft voortdurend energie vragen en aangezien de bomen regelmatig geknot worden komen die energievoorraden regelmatig onder druk te staan. Wanneer bomen worden geknot gaat alle energie namelijk naar het opnieuw uitlopen van de scheuten. Daarom is het waarschijnlijk dat de koker nog dieper zal inrotten.

Een alternatief kan zijn om de bomen niet te knotten, maar om een herstelsnoei toe te passen. Hierbij worden slechts een deel van de scheuten verwijderd en krijgt de boom de kans weer uit te groeien. Zo komen de energiereserves minder onder druk te staan. De bomen verkeren bovendien in een vrij goeie conditie (0,6 op een schaal van 0 tot 1)⁴ en hebben op het moment van het onderzoek weinig last van vraatschade door de mineermot. Op dit moment produceren de bomen dus waarschijnlijk voldoende energie om de afgrendeling te verzorgen. CODIT deel 2 zal waarschijnlijk stand houden waardoor rot zich waarschijnlijk niet in de dikte (in de buitenste laag levend hout) zal verder zetten. Bovendien kan de restwand van de holle kokers nog terug verdikken door de jaarlijkse diktegroei. Dit neemt niet weg dat de inrotting in het kernhout zich waarschijnlijk zal verder zetten. Het dode kernhout kan namelijk slechts zwak en passief door oxidatie van chemische stoffen weerstand bieden. Het vermoeden is dus dat het houtrot zich axiaal door het dode kernhout verder zet, maar dat indien de energiereserves voldoende blijven de restwand onaangetast blijft en eventueel in dikte kan groeien.

Zolang de hergroei op de knotten tijdig wordt verwijderd zijn de holle kokers in principe geen probleem. Het is pas wanneer de takken te zwaar worden dat er een verhoogde kans is dat de koker het begeeft. Daarom moeten de kokers en de aanhechtingen goed worden gecontroleerd als er voor een herstelsnoei wordt gekozen. De takken die blijven staan moeten uitgelicht worden om de belasting op de kokers niet te groot te maken. Eenmaal de restwand

⁴ Conditiebepaling gebeurt zoals opgesteld door het VVOG en wordt gespecificeerd in SB250.

van de kokers voldoende verdikt is kunnen er zwaardere takken op blijven. Deze snoeiwerken zijn dan ook geen sinecure en moeten door gekwalificeerde boomverzorgers worden uitgevoerd.

Naast het hol worden van de knotten en de top wordt ook de stam een holle koker. Aangezien deze de hele kruin moet dragen is dit een groter probleem dan inrotting aan de knotten. Voor de evaluatie van de stamwonden hebben we het onderzoek van professor dr. C. Mattheck nodig.

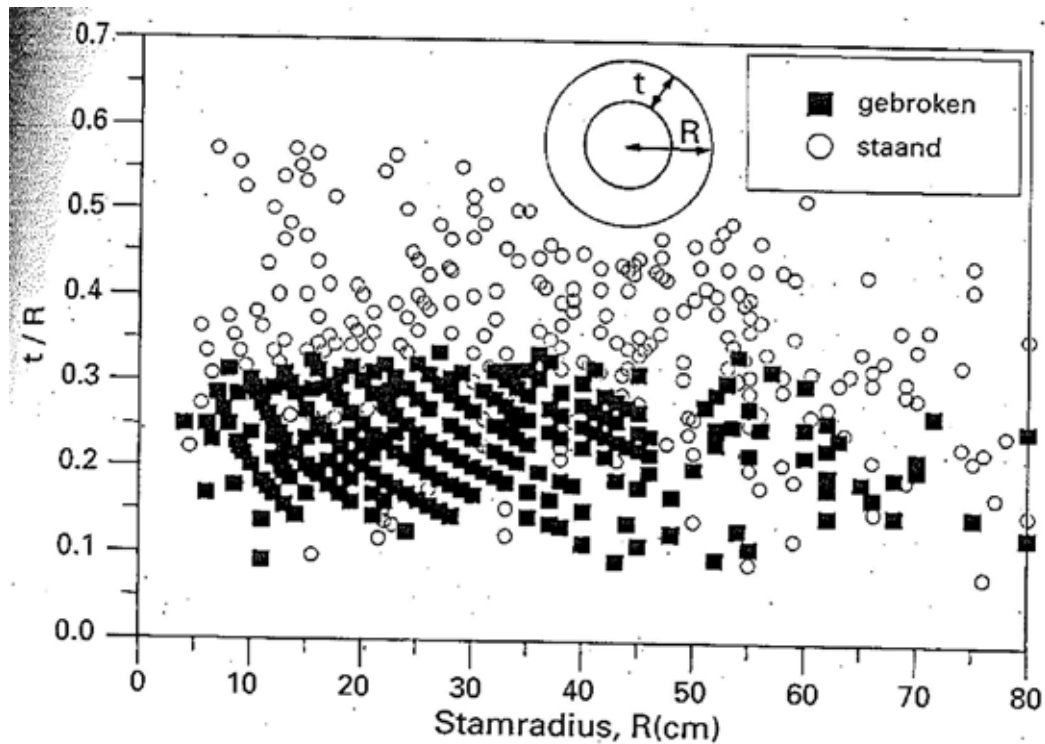
▪ **Regels van Mattheck**

Prof. Dr. Claus Mattheck heeft veel empirisch onderzoek gedaan naar het falen van bomen. Hij heeft honderden bezweken en staande bomen gecontroleerd op de grootte van hun holtes en de mate van holheid van de stam en heeft daaruit een aantal simpele conclusies afgeleid.

Mattheck stelde vast dat holle bomen uit zijn onderzoek waarbij de restwand dikker dan $\frac{1}{3}$ van de straal was in geen enkel geval bezweken. Omgekeerd hadden zijn onderzochte bomen die wel bezweken waren altijd een restwand dunner dan een $\frac{1}{3}$ van de straal. Deze gegevens worden theoretisch ondersteund door de indeuk- en uitstulpingstheorie van holle buizen waarbij voor alle elastische materialen geldt dat buiging aanzienlijk verhoogt bij een relatieve wanddikte tussen 0,2 en 0,3.

Op de Charlottalei werd de diepte van de wondes gemeten alsook de diameter van de boom op de plek die uit de VTA als risicozone naar voor kwam. Als de verhouding van de restwand tot op de straal $\frac{1}{3}$ moet zijn dan mag de verhouding van de diepte van de holte op de diameter van de boom niet groter zijn dan $\frac{5}{6}$ of 0,83. Deze verhouding kan in de boomfiche gevonden worden in de kolom M.



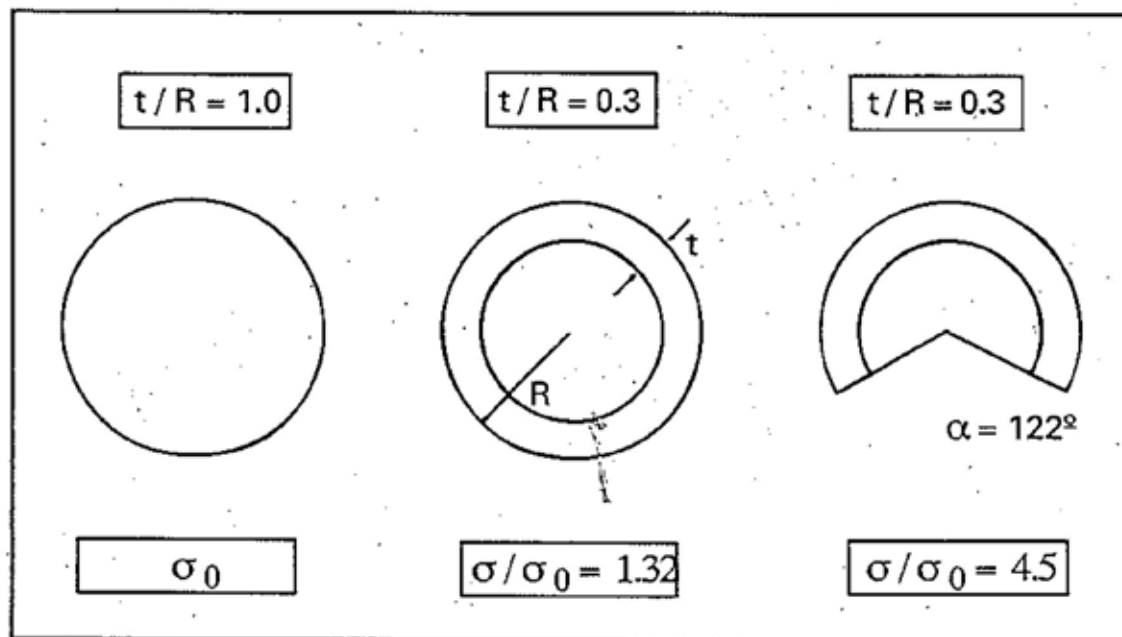


Figuur 7. Grafische voorstelling van Matthecks onderzoek⁵

Hij stelde bovendien aan de hand van berekeningen vast dat het risico op stambreuk pas echt zeer waarschijnlijk wordt bij holtes met een hoekopening van 120° (zie figuur hieronder). Een hoekopening van 120° is dus de kritieke waarde bij het beoordelen van een boom.

⁵ MATTHECK, C., BRELOER, H., *Handboek boomveiligheid*, Pius Floris Producties, Almere-Haven, 1995, kop 5.1.6.





Figuur 8. Een holte met een hoek tot 122° is toegelaten⁶

Met deze regels kan bij veel bomen na een korte visuele controle een vrij objectieve uitspraak gedaan worden over de breukgevoeligheid van de stam. De beoordeling wordt echter veel complexer wanneer er verschillende holtes naast elkaar staan (zoals bij ingerotte snoeiwonden door het verwijderen van dikke takkransen). Mattheck zegt namelijk niets over het optellen van de verschillende holtes. Een theoretisch sterk vereenvoudigde berekening van het verlies aan krachtmomenten bij een koker met een holte met een hoek van 120° die in de richting van de holte wordt belast ten opzichte van een koker zonder holte bedraagt 47,1%. Het verlies bij de zelfde belasting van twee tegenoverstaande holtes van 60° bedraagt 60,8%. Bij twee tegenoverstaande hoeken is het mogelijke verlies van krachtmomenten het grootst, waardoor de maximale afwijking bij het optellen van holtes tot een hoek van 120° 13,7% bedraagt. Hoewel in de literatuur over het optellen van holten niets wordt gezegd, hebben we voor dit onderzoek de verschillende hoeken toch opgeteld met dien verstande dat indien twee holtes overstaand zijn er geen hoekopening van 120° kan worden toegestaan. In dat geval werd een maximaal toelaatbare hoek van 100° graden gehanteerd.

De hoekopening van een holte werd bepaald door de verhouding van de breedte van de holte op de omtrek van de stam ter hoogte van de holte te vermenigvuldigen met 360°. De som van

⁶ MATTHECK, C., BRELOER, H., *Handboek boomveiligheid*, Pius Floris Producties, Almere-Haven, 1995, kop 7 van de conclusie.

de verschillende hoekopeningen die niet groter dan 120° of 100° mogen zijn, staat weergegeven in kolom L van de boomfiche.

Wanneer de restwand tegenover een holte S1 te dun is (verhouding diepte holte-diameter stam groter dan 0,83), beschouwen we die restwand conservatief als een holte (S2). S1 en S2 hebben daarbij dezelfde afmetingen. Dit betekent dat er op die plek wordt gerekend alsof er twee tegenoverstaande holtes van dezelfde grootte zijn en mag er dus een maximale hoekopening van 100° zijn.

Voor de evaluatie van de wonden hebben we door de complexiteit van de problemen en het ontbreken van hard onderzoek een aantal assumpties moeten maken, waarbij steeds aan de voorzichtige kant werd gerekend. Een boom blijft een levend organisme met een heterogene krachterspreiding waardoor uitspraken over zijn mechanica minder onfeilbaar zijn dan bij een stalen buis. Naast het voorzichtig rekenen bestaat er nog een verdere veiligheidsfactor: met de regels van Mattheck wordt geen rekening gehouden met de hoogte, dikte en soortspecifieke eigenschappen van de boom. Indien we de SIA-methode van Wessolly zouden gebruiken, zouden we vaststellen dat voor deze bomen die door het knotbeheer een kleinere hoogte op dikte verhouding hebben een dunnere restwand mogelijk is. Voor de zekerheid wordt hier toch een noodzakelijke restwand van 1/3 gehanteerd.

Als een boom op basis van deze waarnemingen wordt afgekeurd, betekent dit door de hoge veiligheidsfactor nog niet dat we effectief met een hoog risico op stambreuk te maken hebben. Bij deze bomen kan door middel van een trekproef extra informatie worden verkregen. In totaal wordt op basis van deze berekeningen voorgesteld om een trekproef te doen op vijf bomen.

3.6. STANDPLAATS BOMEN

▪ Behoud bomen

Indien er voor gekozen zou worden om de bomen te behouden is het belangrijk dat hun wortelgestel niet onaanvaardbaar beschadigd wordt tijdens werken aan de weg of aan de nutsleidingen. De schade voor wortels wordt als onaanvaardbare aanzien als:

- er wortels moeten doorgestoken worden die meer dan 5 cm dik zijn;
- of**
- er meer dan 20 % van het haarwortelpakket wordt verwijderd.



Om te kunnen berekenen hoeveel 20% is, moet onderzocht worden hoe groot het wortelgestel in totaal is. Een bodem- en wortelonderzoek, door het graven van enkele proefsleuven (ook onder de verharding), kan hierover meer duidelijkheid geven.

Om de schade binnen de perken te houden is het nodig dat de ontwerper rekening houdt met de aanwezigheid van de wortels en dus niets voorziet waarvoor onaanvaardbare schade moet worden veroorzaakt aan het wortelgestel.

Als het ontwerp wordt uitgevoerd is het vervolgens nodig om de boom te beschermen tijdens de werken, om schade door een onvoorzichtige uitvoering te voorkomen.

▪ Vervangen van bomen

Als er voor gekozen zou worden om de bomen te vervangen door nieuwe bomen is het belangrijk om op voorhand uit te rekenen hoeveel m^3 doorwortelbaar volume de nieuwe bomen nodig hebben om te kunnen uitgroeien tot bomen met de gewenste grootte. Als gemiddelde mag men stellen dat bomen die geen contact hebben met het grondwater ongeveer 1.25 tot 1.5m^3 doorwortelbaar volume nodig hebben per m^2 kroonprojectie.

Een voorbeeld: als men zou willen dat een jonge boom gaat uitgroeien tot een boom met een ronde kroon met een diameter van 10 m heeft moet er gemiddeld 98.125 tot 117.75 m^3 doorwortelbaar volume voorzien worden. $(5 \times 5 \times 3.14 (= 78.50)) \times 1.25 = 98.125\text{m}^3$; $78.50 \times 1.50 = 117.75\text{ m}^3$).

4. CONCLUSIE

4.1. Problematiek

- Rotten toppen die waarschijnlijk steeds dieper zullen inrotten waardoor op termijn een lange holle koker ontstaat.
- Rotten knotten die waarschijnlijk steeds dieper zullen inrotten waardoor op termijn holle kokers ontstaan.
- Grote snoeiwonden door verwaarloosde begeleidingssnoei. De wonden zullen waarschijnlijk steeds verder inrotten waardoor op termijn een holle stam ontstaat.
- Veel snoeiwonden dicht bij elkaar verzwakken de structuur van de boom nog meer. Sommige wonden zijn via rottingskanalen in de stam met elkaar verbonden, soms dwars door de boom.
- De mate en snelheid van het verder zetten van het houtrot is afhankelijk van de vitaliteit van de boom, van de energiereserves en van de agressiviteit van de belager.
- CODIT deel 2 zal verder zetten van het houtrot in de restwand waarschijnlijk voorkomen. Als er genoeg energie voorradig is kan de restwand terug aandikken.
- Boom nr. 51 vertoont vermoedelijk symptomen van de bloedingsziekte

4.2. Evaluatie van de wonden

Een holte vormt een bepaalde hoek wanneer we de zijanten van die holte verbinden met het middelpunt van de stam. Deze hoek kan berekend worden door de verhouding van de breedte van de wonde op de omtrek van de stam te vermenigvuldigen met 360. De boommechanica zegt dat die hoek maximaal 120° mag zijn. Bij verschillende holtes tellen we de verschillende hoeken op. Behalve bij overstaande holtes mag de totale som slechts 100° graden zijn (zie p. 13).

Volgens de regels van de boommechanica moet de restwand bij een holle stam minstens 1/3 van de straal zijn. Omgerekend betekent dit dat de verhouding van de diepte van een holte op

de diameter van de boom op ter hoogte van de holte kleiner dan 1/6 of 0,83 moet zijn. Indien deze verhouding groter was werd deze te dunne restwand beschouwd als een tegenoverstaande holte. De som van de verschillende holtes mocht in deze gevallen dus niet groter zijn dan 100°.

Indien de som van de hoekopeningen groter was dan 120° of 100° in het geval van tegenoverstaande hoeken werd geadviseerd een trekproef uit te voeren.

4.3. Nader onderzoek d.m.v. trekproef

De bomen met nummer 14, 29, 43 en 53 voldoen niet aan de hierboven geschetste criteria. Om meer informatie te verkrijgen wordt geadviseerd een trekproef op deze bomen uit te voeren.

Boom 18 valt in de grijze zone. Uit voorzichtigheid wordt geadviseerd hier ook een trekproef op uit te voeren.

4.4. Beheersmaatregelen

▪ Optie 1: toepassen van herstelsnoei

Voordelen: - er blijft genoeg blad en dus energie voorradig voor de afgrenseling van de wonden, en het verdikken van de holle kokers

- de bomen krijgen de kans om weer natuurlijk uit te groeien

Nadelen: - er zullen zware takken uitgroeien op de holle gesteltakken. Indien men dit wenst moet de situatie goed gemonitord worden.

- intensief beheer

▪ Optie 2: knotten

Voordelen: - weinig belasting op de holle kokers

Nadelen: - de boom zijn energiereserves worden met regelmaat weggenomen. Dit kan problematisch zijn voor de afgrenseling van de wonden

- de boom kan niet natuurlijk uitgroeien



- intensief beheer

▪ **Optie 3: vellen en vervangen**

Voordelen: - er kan met een nieuwe lei begonnen worden en voor een duurzame boom worden gekozen, waarbij erop wordt gelet dat de bomen niet kapot worden gesnoeid

- eenmalig hoge kost voor de vervanging en begeleidingssnoei, daarna lage onderhoudscyclus

Nadelen: - zeer drastisch, mogelijke tegenstand publieke opinie

- tijdelijk zeer verstoord straatbeeld

- bomen die nog geen direct gevaar vormen voor de veiligheid (het merendeel) moeten worden verwijderd

4.5. Te vellen

Hoewel boom 55 geen direct gevaar vormt voor de veiligheid is hij dusdanig kapot gesnoeid dat men kan beslissen deze te verwijderen.

4.6. Conditie

Alle bomen hebben een goeie conditie (0,6)

4.7. Stabiliteit

Aantal veilige bomen: 2 of 3,6%

Aantal attentiebomen: 46 of 83,6%

Ook de bomen die niet met een risicozone zijn aangeduid, maar die wel aanzienlijke wonden hebben, werden als attentiebomen aangeduid. Het verloop van de inrotting van de wonden moet immers in de gaten worden houden.

Aantal nader te onderzoeken: 7 of 12,8%

4.8. *Inspectiefrequentie*

De attentiebomen moeten tweejaarlijks worden gecontroleerd.

De overige bomen moeten vijfjaarlijks worden gecontroleerd.

Tijdens het najaar is het noodzakelijk dat er een mycologisch onderzoek wordt uitgevoerd met betrekking tot de screening naar vruchtlichamen van zwammen. Eenjarige parasieten waren namelijk niet meer te detecteren op het moment van de uitvoering van de VTA.



Het advies dat in dit verslag geleverd wordt, volgt uit de huidige waarnemingen en is geldig op het huidige ogenblik. Elke waarneming is immers een momentopname die geen verdere garanties biedt voor de toekomst. Bomen kunnen enkel succesvol behouden blijven indien hun standplaats voldoende wordt gerespecteerd.

Uitvoering van de VTA en opmaak van verslag uitgevoerd door Matthias Leuckens, Kjel Dupon en Dries Rooryck.

Kjel Dupon



Ir. Dries Rooryck

European Tree Worker

European Tree Technician



Krinkels



5. BIJLAGEN

5.1. Boom 1



Boomnummer	Plaats wonde	Som van de verschillende hoekopeningen van de holtes	diepte holte/diameter	Conclusie	Actie	Stabiliteit
1	Top			Voldoende restwand		AB
	Knot					
	Stam					
	Stamvoet					



Krinkels



5.2. Boom 2



Boomnummer	Plaats wonde	Som van de verschillende hoekopeningen van de holtes	diepte holte/diameter	Conclusie	Actie	Stabiliteit
2	Top			Voldoende restwand		AB
	Knot					
	Stam					

5.3. Boom 3



Nummer	Plaats wonde	Som van de verschillende hoekopeningen van de holtes	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
3	Top			Voldoende restwand aanwezig	AB
	Stam				

5.4. Boom 4



Nummer	Plaats wonde	Som van de verschillende hoekopeningen van de holtes	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
4	Top				AB
	Knotten				
	Stam				



Krinkels

5.5. Boom 5



Nummer	Plaats wonde	Som van de verschillende hoekopeningen van de holtes	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
5	Top				AB
	Stam				
		65,48	0,43	Voldoende restwand. Holte niet te groot	
			0,36		
			0,14		

5.6. Boom 6



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
6	Top				AB
	Tak				
	Stam				
		80,70	0,56	Voldoende restwand. Holte niet te groot	
			0,49		

5.7. Boom 7



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
7	Top				AB
	Stam	60,31	0,53	Voldoende restwand. Holte niet te groot	
			0,53		

5.8. Boom 8



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
8	Top				AB
	Stam	83,04	0,53	Voldoende restwand. Holte niet te groot	
			0,28		



Krinkels

5.9. Boom 9



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
9	Top				AB
	Knotten				
	Stam				
		52,09	0,68	Voldoende restwand. Holte niet te groot	
			0,30		

5.10. Boom 10



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
10	Top				AB
	Knotten				
	Stam	26,44	0,72	Niet genoeg restwand. Holtes bijna verbonden.	
			0,58	Som van de holtes niet te groot. Geen verhoogd risico.	



Krinkels

5.11. Boom 11



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
11	Top			Geen risicozone	AB
	Takken				
	Knotten				
	Stam				

5.12. Boom 12



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
12	Top				AB
	Knotten				
	Stam				

5.13. Boom 13



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
13	Top			Geen risicozone	AB
	Knotten				
	Stam				



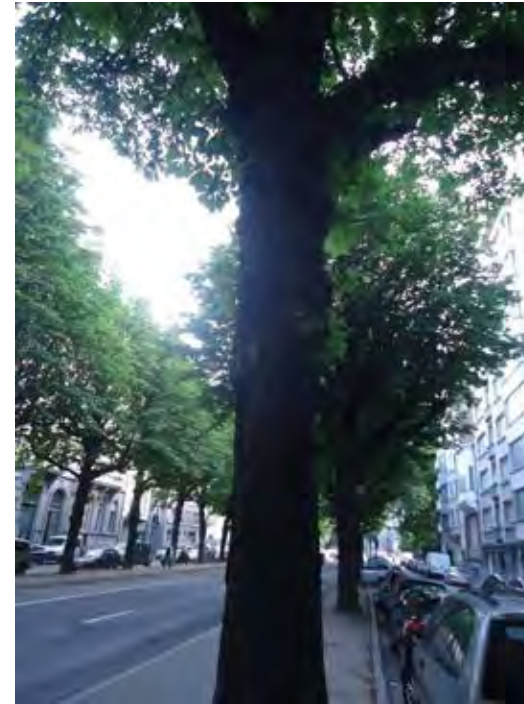
Krinkels

5.14. Boom 14



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
14	Top				NO
	Stam				
		123,16	0,41	Totale opening te groot	
			0,41	Trekproef noodzakelijk	
			0,41		
			0,50		
			0,41		

5.15. Boom 15



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
15	Top				AB
	Knotten				
	Takken	110,77	0,72	Te weinig restwand, tak reduceren	

5.16. Boom 16



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
16	Top				AB
	Knotten				
	Tak	48,00	0,42		
	Stam				

5.17. Boom 17



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
17	Top			Geen risicozone	VB
	Knotten				



Krinkels

5.18. Boom 18



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
18	Top				NO
	Stam				
		109,57	0,41	Som van de hoekopeningen van de holtes net niet te groot	
			0,68	Restwand net niet te klein	
			0,34	Uit voorzichtigheid toch een trekproef uitvoeren	
		33,49	0,80	Te weinig restwand op deze plaats	



Krinkels

5.19. Boom 19



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
19	Top			Geen risicozone	AB
	Tak				
	Stam				

5.20. Boom 20



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
20	Top				AB
	Stam				
		78,26	0,55	Voldoende restwand. Holte niet te groot	
			0,48		
			0,41		



Krinkels

5.21. Boom 21



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
21	Top				AB
	Stam				
		80,20	0,47		
			0,93	Te weinig restwand op deze plaats, maar mits dubbelrekening van deze holte nog steeds geen te grote totale hoekopening.	



Krinkels

5.22. Boom 22



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
22	Top			Geen risicozone	AB
	Stam				

5.23. Boom 23



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
23	Top			Geen risicozone	AB
	Stam				



Krinkels

5.24. Boom 24



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
24	Top			Geen risicozone	AB
	Stam				



Krinkels

5.25. Boom 25



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
25	Top				AB
	Stam				
		8,87	0,54	Voldoende restwand en holtes niet te groot	

5.26. Boom 26



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
26	Top				AB
	Takken	60,00	0,52	Voldoende restwand en holtes niet te groot	
		8,81	0,46	Voldoende restwand en holtes niet te groot	



Krinkels

5.27. Boom 27



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
27	Top				AB
	Stam	103,45	0,56	Voldoende restwand en holtes niet te groot	
			0,63		
			0,35		



Krinkels

5.28. Boom 28



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
28	Top			Geen risicozone	VB
	Stamvoet				



Krinkels



5.29. Boom 29



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
29	Top				NO
	Knotten				
	Stam	145,05	0,51	Voldoende restwand, maar holtes te groot	
			0,44	Trekproef noodzakelijk	
			0,25		
			0,57		
			0,25		



Krinkels

5.30. Boom 30



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
30	Top			Geen risicozone	AB
	Stam				

5.31. Boom 31



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
31	Top				AB
	Takken				
	Stam	59,86	0,52		
			0,60		
			0,90	Te weinig restwand, maar mits verdubbelen van deze holte nog steeds geen te grote som van de holtes.	
		51,31	0,97	Te weinig restwand, maar mits verdubbelen van deze holte nog steeds geen te grote som van de holtes.	
			0,30		



Krinkels

5.32. Boom 32



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
32	Top			Geen risicozone	AB
	Takken				
	Stam				

5.33. Boom 33



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
33	Top				AB
	Stam				
		61,70	0,31		
			0,38		

5.34. Boom 34



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
34	Top			Geen risicozone	AB
	Knotten				
	Stam				

5.35. Boom 35



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
35	Top			Voldoende restwand en hoek niet te groot	AB
	Stam	47,75	0,17		
			0,33		
			0,50		
			0,42		
		77,69	0,59		
			0,59		
			0,68		



Krinkels



5.36. Boom 36



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
36	Top				AB
	Stam				
		39,24	0,41	Voldoende restwand en holtes niet te groot	
			0,27		
		54,20	0,47	Voldoende restwand en holtes niet te groot	
			0,47		



Krinkels



5.37. Boom 37



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
37	Top				AB
		44,76	0,39		
			0,39		

5.38. Boom 38



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
38	Top			Geen risicozone	AB
	Stam				

5.39. Boom 39



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
39	Top				AB
	Knotten				
	Stam	57,30	0,57		
			0,79	Te weinig restwand, maar mits verdubbelen van deze holte nog steeds geen te grote som van de holtes.	
			0,43		



Krinkels

5.40. Boom 40



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
40	Top				AB
		33,70	0,74	Te weinig restwand, maar de holten zijn niet te groot	
			0,96		

5.41. Boom 41



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
41	Top				AB
		89,52	0,39		
			0,16		
			0,31		

5.42. Boom 42



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
42	Top				AB
	Knotten				
	Stam	30,16	0,59	Voldoende restwand	

5.43. Boom 43



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
43	Top				NO
	Stam				
		133,69	1,00	Te weinig restwand en som van de holtes te groot	
			1,00		
			0,83		
			0,92		



Krinkels

5.44. Boom 44



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
44	Top				AB
	Stam				
		63,66	0,49		
			0,56		



Krinkels

5.45. Boom45



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
45	Top				AB
	Knotten				
	Stam	52,77	0,53		
			0,33	Voldoende restwand en hoek niet te groot	
			0,66		
			0,59		

5.46. Boom 46



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
46	Top			Geen risicozone	AB
	Knotten				
	Stam				



Krinkels



5.47. Boom 47



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
47	Top			Geen risicozone	AB
	Knotten				
	Stam				

5.48. Boom 48



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
48	Top			Geen risicozone	AB
	Stam				

5.49. Boom 49



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
49	Top				AB
	Knotten				
	Stam	71,62	0,31	Voldoende restwand en holtes niet te groot	
			0,47		
		44,07	0,38		
			0,38		



Krinkels

5.50. Boom 50



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
50	Top				AB
	Stam	90,95	0,32	Voldoende restwand en holtes niet te groot	
			0,16		
			0,48		
			0,08		



Krinkels

5.51. Boom 51



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
51	Top			Geen risicozone	AB
	Knotten				
	Stam			Vermoedelijk symptomen van de bloedingsziekte	
		42,13	0,29	Voldoende restwand en holtes niet te groot	
			0,37		



Krinkels

5.52. Boom 52



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
52	Top			Geen risicozone	AB
	Knotten				
	Stam				



Krinkels

5.53. Boom 53



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
53	Top				NO
	Knotten				
	Tak				
	Stam	107,95	0,22	Omdat de wonden tegenoverstaand zijn, kan slechts een maximale holte van 100° graden worden toegelaten. Trekproef noodzakelijk.	
			0,58		
			0,51		



Krinkels

5.54. Boom 54



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
54	Top			Geen risicozone	AB
		40,21	0,26		
			0,26		



Krinkels

5.55. Boom 55



Nummer	Plaats wonde	Som hoekopeningen	diepte holte/diameter	Conclusie	Stabiliteit
55	Top			Boom getopt op 5m, gezonde scheuten komen los uit de stam	AB
	Stam			Veilige boom, maar door zeer sterke verminking heeft deze boom geen toekomst, waardoor kan beslist worden deze boom te vellen	of vellen



Krinkels



Krinkels

