



**IEPEN
PARADIJSVOGELWEG
en
GOUDPLEVIERWEG**

Vervolgonderzoek naar de stabiliteit van de bomen

**IEPEN
PARADIJSVOGELWEG
en
GOUDPLEVIERWEG**

Vervolgonderzoek naar de stabiliteit van de bomen

Opdrachtgever:
Gemeente Almere
De heer E. Fidder

Projectnummer : 22127
Datum : 31 januari 2023

Projectleider : N.J. Vernooy
Controle : P.M.A. van der Wielen
Paraaf :



Postbus 36233
1020 ME AMSTERDAM
Telefoon: 06-50523935
E-mail: info@groenadviesamsterdam.nl



INHOUDSOPGAVE :

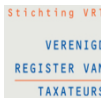
SAMENVATTING	3
1 INLEIDING.....	4
2 WIJZE VAN ONDERZOEK.....	6
3 RESULTATEN TREKPROEVEN.....	9
3.1 Gehanteerde normen	9
3.2 Meetresultaten.....	9
4 RESULTATEN PROEFSLEUVEN	11
5 RESULTATEN ONDERZOEK WORTELKLUITEN	12
6 CONCLUSIES EN ADVIES	17
6.1 Conclusies	17
6.2 Advies	19

BIJLAGEN:

- 1 Overzichtstekeningen
- 2 Resultaten trekproef
- 3 Bodemstaten



SAMENVATTING



Langs de Paradijsvogelweg en Goudplevierweg staan over een lengte van 5,8 km 835 iepen van de cultivar 'Lobel'. Al geruime tijd vallen er regelmatig bomen om. Na een visuele inspectie hebben wij uitgestelde onverenigbaarheid als hoofdoorzaak aangewezen. Wij adviseerden 531 bomen met een afwijkende en twijfelachtige stamvoet te kappen, bijna 2/3 van het totaal.

Bij de 304 bomen met een visueel als goed beoordeelde stamvoet is vervolgonderzoek uitgevoerd om vast te stellen:

1. Of deze bomen voldoende windvast zijn.
2. Welke maatregelen nodig zijn om het risico te beheersen.

Als steekproef is bij veertien bomen een trekproef uitgevoerd en een proefsleuf gegraven om een indruk te krijgen van de wortelgroei in de bodem. Daarna de kluiten zijn geroid, doormidden gezaagd en is de kwaliteit van de wortelaanzetten onderzocht.

Resultaat trekproeven

13 van de 14 bomen voldoen niet aan de veiligheidsnorm voor de windvastheid. Bij tien bomen kan met snoei de kroon worden verlaagd, zodat de windbelasting afneemt en de windvastheid wordt gecorrigeerd. Bij drie bomen is de vereiste snoei te sterk om ze redelijkerwijs te kunnen handhaven.

Resultaat proefsleuven

De hoeveelheid en de kwaliteit van de beworteling is ogenschijnlijk voldoende om onder normale omstandigheden een goede verankering te bieden aan de bomen. Wel valt de oppervlakkige ligging van zeer zware wortels op.

Resultaat beoordeling wortelkluiten

De op het oog goed verspreide wortelaanzetten blijken niet de kwaliteit te hebben die bij de visuele inspectie werd verondersteld. Afstoting van de onderstam en vorming van adventiefwortels is bij alle bomen aan de orde. Bij slechts één van de veertien bomen zijn de adventiefwortels in staat voldoende windvastheid te genereren.

Conclusie

13 van de 14 bomen met als goed beoordeelde stamvoeten zijn onvoldoende windvast als gevolg van uitgestelde onverenigbaarheid. Maatregelen zijn noodzakelijk om het risico voor de omgeving te beheersen.

Advies

Na afweging van alternatieven adviseren wij alle iepen in het onderzoeksgebied te kappen en nieuwe bomen te planten. Hoewel dit een rigoureuze ingreep is, is het de enige maatregel waarbij de veiligheidsrisico's voor omwonenden en weggebruikers in voldoende mate en tegen acceptabele kosten worden beheerst.

Een quickscan in het kader van de Wet natuurbescherming is noodzakelijk om verstoring van beschermde soorten te voorkomen.

1 INLEIDING

Aanleiding

De gemeente Almere heeft het gebied rond de Paradijsvogelweg en Goudplevierweg overgedragen gekregen vanuit Rijksvastgoed. Langs deze wegen staan over een lengte van 5,8 km 835 iepen van de cultivar 'Lobel'. Deze bomen zijn zo'n dertig à veertig jaar oud.

Al geruime tijd vallen er regelmatig bomen om waardoor er gaten zijn ontstaan in de beplanting. In het verleden hebben er dus meer iepen gestaan. In ons eerdere rapport d.d. 23 maart 2022, aangevuld d.d. 27 januari 2023, hebben wij uitgestelde onverenigbaarheid als hoofdoorzaak aangewezen. Wij adviseerden 531 bomen met een afwijkende en twijfelachtige stamvoet te kappen.

Bij de 304 bomen met een visueel als goed beoordeelde stamvoet is vervolgonderzoek uitgevoerd om de juiste maatregelen vast te stellen. Bij uitgestelde onverenigbaarheid is een bovengronds normaal ogende stamvoet namelijk ondergronds niet per definitie voorzien van voldoende stevige wortels.

Eenzijds is er de wens om zo veel mogelijk bomen te behouden vanwege de waarden van deze bomen voor de natuur, het (leef)klimaat en het landschapsschoon. Anderzijds moeten verkeersdeelnemers er vanuit kunnen gaan dat bomen langs de weg veilig en dus voldoende windvast zijn. Dit is niet alleen een morele verplichting, maar ook een door de rechter vastgestelde: als een boombeheerder weet heeft van gebreken die de veiligheid voor omstanders in gevaar kunnen brengen, dan dient er gehandeld te worden om het risico te beheersen.



Een indruk van het onderzochte bomenbestand.

Vraagstelling

De hoofdvragen bij dit onderzoek zijn daarom:

1. Zijn de iepen met een visueel als goed beoordeelde stamvoet inderdaad voldoende windvast?
2. Welke maatregelen zijn nodig om voldoende veiligheid voor weggebruikers te waarborgen?

Leeswijzer

Het volgende hoofdstuk beschrijft het uitgevoerde onderzoek. De daaropvolgende hoofdstukken behandelen de bevindingen bij de verschillende onderdelen van het onderzoek. In hoofdstuk 6 geven wij de conclusies en benoemen wij beheermaatregelen om de bomen veilig te kunnen behouden. Tot slot geven wij ons advies met betrekking tot de best passende beheermaatregel.

Om het fenomeen uitgestelde onverenigbaarheid en de daarmee samenhangende begrippen te begrijpen, adviseren wij het eerdere rapport van de visuele inspectie te lezen. Het nu onderzochte gebied is aan beide uiteinden groter dan bij de eerste fase van het onderzoek. Zie de kaart op de volgende pagina.



Het onderzoeksgebied.



2 WIJZE VAN ONDERZOEK

Onderzocht zijn alleen de 304 iepen waarvan de stamvoet bij de visuele inspectie als goed is beoordeeld. Om de hoofdvraagstelling te kunnen beantwoorden hebben wij een antwoord gezocht op vier deelvragen:

1. Realiseren de zichtbare wortelaanzetten voldoende windvastheid?
2. Is ook bij de bomen met een goede stamvoet sprake van afstoting van de onderstam?
3. Zijn de zichtbare wortelaanzetten adventiefwortels?
4. Tot welke diepte zijn levende boomwortels aanwezig?

De vragen 2 en 3 konden alleen worden beantwoord met destructief onderzoek. Hierbij moet namelijk dicht bij de stamvoet worden gegraven waardoor veel wortelschade wordt aangericht om de onderstam in beeld te krijgen. Voor dit onderzoek zijn dus enkele bomen met goede stamvoeten opgeofferd. Wij hebben vooraf veertien iepen met een goede stamvoet geselecteerd die werden omringd door (eerder al afgekeurde) bomen met een afwijkende of twijfelachtige stamvoet. Door de veranderingen rond deze bomen is de toekomstverwachting namelijk toch al onzeker. Tijdens uitvoering van het onderzoek is niet van de gemaakte keuze afgeweken.

Het aantal van veertien bomen betrof 5% van de aanvankelijk 277 iepen met als goed beoordeelde stamvoeten. Een uitbreiding van het onderzoeksgebied met 154 vergelijkbare iepen, gelijktijdig met het hier beschreven onderzoek, leverde uiteindelijk de populatie op van totaal 304 iepen met een als goed beoordeelde stamvoet. Vanwege de vele overeenkomsten tussen de oorspronkelijke populatie en de uitbreiding, hebben wij de uitbreiding bij dit onderzoek betrokken.

De onderzochte bomen zijn:

Boomnummer Almere	Boomnummer rapport
159391	1
150774	2
150780	3
150634	4
166417	5
158748	6
150608	7
151094	8
150706	9
151470	10
151696	11
150793	12
151336	13
151273	14

Op de overzichtstekeningen in bijlage 1 zijn de geselecteerde bomen gemarkeerd. Voor de leesbaarheid gebruiken we in dit rapport de boomnummers 1 tot en met 14.

Deelvraag 1: Realiseren de zichtbare wortelaanzetten voldoende windvastheid?

Deze vraag is beantwoord door als eerste stap een trekproef uit te voeren bij de veertien geselecteerde bomen.

Bij de proef worden de hoogte van de boom, de trekhoogte en de trekkracht gemeten. Het verband tussen de uitgeoefende trekkracht en de daaruit resulterende hellingshoek wordt in de computer vastgelegd. Uit dit verband wordt het moment berekend van de kracht die de boom maximaal kan verdragen vóórdát hij bezwijkt (bezwijkmoment). Met behulp van een digitale foto wordt het kroonoppervlak berekend en de belasting die de wind maximaal kan uitoefenen op de boom (het windbelastingsmoment).

Met behulp van een digitale foto wordt het kroonoppervlak berekend en de belasting die de wind maximaal kan uitoefenen op de boom (het windbelastingsmoment). Uit een vergelijking van het bezwijkmoment en het windbelastingsmoment volgt of de betreffende boom wel of niet over voldoende standvastheid beschikt (de mate van verankering van de boom in de grond).

Om te zien welke invloed de wind heeft op de bomen is het van belang om te weten wat het windklimaat rond die bepaalde boom is. Om op een willekeurige plaats informatie te hebben over het windklimaat is het noodzakelijk om de ruwheid van de plaatselijke omgeving in beeld te brengen. Hiervoor wordt de Davenport's-klassering gebruikt. De Z_0 -waarden worden toegekend in overeenstemming met de aangetroffen ruwheden, die op de Nederlandse windstations zijn bepaald voor de genoemde terreintypen (zie KNMI/ J. Wieringa, 1980).

Hiernaast is de uitvoering van een trekproef schematisch weergegeven. De lier is bij het uitgevoerde onderzoek bevestigd aan de stamvoet van een buurboom. Door het bevestigingspunt laag bij de stamvoet te kiezen en door een inclinometer (hoekmeter) te plaatsen op de stam van de te onderzoeken boom, wordt voorkomen dat beweging van de 'ankerboom' de meetresultaten beïnvloedt.



De trekproef is een momentopname en geeft dus de actuele situatie weer. Er kunnen geen conclusies worden getrokken over de toekomstige ontwikkeling. Hiervoor dienen de deelvragen 2 tot en met 4.

Deelvraag 2: Is ook bij de bomen met een goede stamvoet sprake van afstoting van de onderstam?

Deelvraag 3: Zijn de zichtbare wortelaanzetten adventiefwortels?

Deze vragen zijn beantwoord door:

- de veertien bomen te kappen;
- met een kraan de wortelkluit op te graven;
- de wortelkluit door te zagen.

Door de kluiten te rooien en door te zagen kon de kwaliteit van het ondergrondse deel visueel worden onderzocht.

Wij verwachtten dat ook bij de bomen met een 'goede' stamvoet de oorspronkelijke onderstam afgestorven is en dat de wortelaanzetten van adventiefwortels zijn. Bij de storm in februari 2022 (kort na de eerste visuele inspectie) is gebleken dat eenzijdig geplaatste wortelaanzetten van adventiefwortels onvoldoende breukvast zijn. Bij een goede verdeling van de wortelaanzetten over de stamvoet wordt de windbelasting in theorie echter gelijkmatiger verdeeld. Dit zou ook moeten blijken uit de resultaten van de trekproef.

**Deelvraag 4: Tot welke diepte zijn levende boomwortels aanwezig?**

Nu er zicht is op de actuele windvastheid van de bomen en de kwaliteit van de onderstam en de wortelaanzetten, is de diepte van de wortelgroei nog van invloed op de toekomstige ontwikkeling van de windvastheid. Wij willen onderzoeken tot welke diepte de (vermoedelijk) adventiefwortels in staat zijn de bodem te doorwortelen. Blijft de wortelgroei oppervlakkig, of is de bodem tot grote diepte beworteld? Intensieve en diepe beworteling geeft een grotere windvastheid dan extensieve en oppervlakkige wortelgroei.

De diepte en intensiteit van de beworteling is onderzocht door op één á twee meter afstand van een wortelaanzet een profielkuil te graven. Op deze wijze is inzicht verkregen in de bodemopbouw, het grondwaterregime en de verspreiding en kwaliteit van de beworteling.



3 RESULTATEN TREKPROEVEN

3.1 Gehanteerde normen

Een (zware) storm is in Nederland niet ongebruikelijk. Schadeverzekeraars gaan er vanuit, dat een boom minimaal een windkracht van 10 Beaufort (24,5 tot 28,4 m/s) moet kunnen weerstaan; dit is 75% van windkracht 12 en wordt als ondergrens gezien. Windkracht wordt echter gemeten als gemiddelde over een tijdsduur van tien minuten. Kortdurende windstoten kunnen hier ver boven uitschieten. Daarom wordt gesteld dat een boom voldoende windvast is als deze 40% boven windkracht 12 kan weerstaan*.

Bomen met een bezwijkmoment van 140% of meer zijn veilig. Bij gezonde bomen meten wij doorgaans een bezwijkmoment van 150 á 160%, met uitschieters naar 200%. Tussen 75% en 140% is snoei van de kroon noodzakelijk om de boom voldoende standvast te laten zijn. Bij minder dan 75% is, uit veiligheidsoverwegingen, kap de meest voor de hand liggende maatregel. In principe is het dan soms nog mogelijk een dergelijke boom zo sterk te snoeien dat de windlast op het restant van de kroon voldoende afneemt, bijvoorbeeld door de boom te kandelabereren. Maar dit is vanuit esthetisch en beheer technisch oogpunt weinig aantrekkelijk.

In de tabel hiernaast is weergegeven hoe de windkracht zich verhoudt ten opzichte van het bezwijkmoment:

Windkracht (Bft)	Beziijkmoment
1	1% - 4%
2	5% - 10%
3	11% - 16%
4	17% - 24%
5	25% - 32%
6	33% - 42%
7	43% - 52%
8	53% - 63%
9	64% - 74%
10	75% - 87%
11	88% - 99%
12	100% +

* Deze overcapaciteit komt voort uit een Duitse bouwnorm, omdat de trekproef in Duitsland is ontwikkeld. De Nederlandse norm is zelfs 150%.

3.2 Meetresultaten

Bij het onderzoek, uitgevoerd op 22 november 2022, zijn de volgende bezwijkmomenten vastgesteld:

Boomnummer Almere	Boomnummer rapport	Beziijkmoment	Windkracht (Bft)
159391	1	92 %	11
150774	2	79 %	10
150780	3	88 %	11
150634	4	63 %	8
166417	5	68 %	9
158748	6	83 %	10
150608	7	116 %	12
151094	8	84 %	10
150706	9	153 %	12 + toetsnorm
151470	10	76 %	10
151696	11	77 %	10
150793	12	130 %	12
151336	13	89 %	11
151273	14	71 %	9

De gedetailleerde resultaten van de trekproeven zijn opgenomen in bijlage 2.

Uit deze resultaten blijkt dat:

- 1 boom bezwijkt bij windkracht 8;
- 2 bomen bezwijken bij windkracht 9;
- 5 bomen bezwijken bij windkracht 10;
- 3 bomen bezwijken bij windkracht 11;
- 2 bomen bezwijken bij windkracht 12;
- 1 boom de toetsnorm van windkracht 12 + 40% behaalt.

De hierboven genoemde bezwijkmomenten gaan uit van een stabiele, gemiddelde windkracht. In werkelijkheid gaan stormen gepaard met rukwinden die de gemiddelde windkracht overstijgen. Daarom kan worden gesteld dat alleen boom 9 voldoet aan de gestelde veiligheidsnorm. Bij tien bomen kan met snoei de kroon worden verlaagd, zodat de windbelasting afneemt en de windvastheid wordt gecorrigeerd. Bij drie bomen is de vereiste snoei te sterk om ze redelijkerwijs te kunnen handhaven.

De kroonreductie moet periodiek worden herhaald om de windvastheid op peil te houden. De natuurlijke kroonvorm kan zich dus niet meer herstellen, tenzij uit een latere trekproef blijkt dat de boom weer voldoende windvast is. Of dit gebeurt, hangt af van de reden van de verminderde windvastheid.



De inclinometer op de stamvoet meet het kiepen van de stamvoet als er kracht wordt uitgeoefend op de boom.



De trekproef in voorbereiding (boom 13).

4 RESULTATEN PROEFSLEUVEN

De proefsleuven zijn gegraven voorafgaand aan het kappen en rooien van de bomen. De beschrijvingen per proefsleuf van de bodemopbouw en de beworteling zijn opgenomen in bijlage 3.

Het algemene beeld is als volgt:

- Er is een humeuze toplaag van lichte klei met een dikte die varieert van 15 tot 50 cm. Dit is de bodemlaag die de meeste voedingsstoffen bevat. In deze laag bevindt zich intensieve, overwegend grove beworteling (diameter tussen 2 en 5 cm). Bijna elke boom heeft daarnaast enkele zeer zware wortels ($\varnothing > 10$ cm).
- Onder de toplaag bevindt zich humusarme, lichte klei. De beworteling in deze laag is matig intensief met een maximale diameter van 5 cm.
- De gleyzone begint in de meeste proefsleuven tussen 70 en 90 cm minus maaiveld (cm-mv). Dit is de hoogste grondwaterstand; te herkennen aan de roestvlekken in de bodem. Normaliter stijgt het grondwater 's winters tot deze hoogte. 's Zomer zakt het grondwater uit deze zone, zodat er wel wortels in kunnen groeien. De beworteling in deze zone is extensief en overwegend fijn tot matig grof (\varnothing maximaal 2 cm). Er zijn slechts enkele zwaardere wortels aangetroffen. De dikste had een diameter van 7 cm. In enkele proefsleuven namen wij al vanaf 50 cm-mv gleyverschijnselen waar.
- De reductiezone (de grijze laag die vrijwel permanent met water is verzadigd) begint in de meeste proefsleuven op 90 á 115 cm-mv. Doordat alle lucht uit de bodemporiën is verdrongen door capillair opstijgend grondwater, is wortelgroei hier niet mogelijk. In de sleuven waar de gleyzone ondieper begon, werd de reductie vanaf 70 cm-mv waargenomen.
- Het grondwater volgt de diepte waarop wij gley en reductie aantreffen: in de meeste proefsleuven lag het grondwaterpeil op 105 á 115 cm-mv. De ondiepste grondwaterstand lag op 84 cm-mv. In de proefsleuf bij boom 6 werd overigens geen enkel teken van grondwater aangetroffen.

Conclusies bij de proefsleuven

- De bodem blijkt tot aan de gereduceerde zone begroeid met wortels van de iepen. Dit is de normale grens voor wortelgroei.
- Dat de meest intensieve beworteling in de humeuze toplaag groeit, laat zich verklaren door de goede beschikbaarheid van voedingsstoffen in deze laag. De aangetroffen hoeveelheid en kwaliteit van de wortels moet in staat zijn tot goede verankering van de boom in de bodem.
- De aanwezigheid van zeer zware wortels tamelijk dicht aan de oppervlakte is verrassend. Dit doet denken aan de snelle diktegroei van overmatig zware wortelaanzetten, zoals wordt waargenomen bij iepen met een afwijkende stamvoet.

Intensieve beworteling bij boom 4. Bij de pijl een zeer zware wortel nabij de oppervlakte (overigens is de hier aangerichte wortelschade niet gebruikelijk en alleen toegestaan omdat de boom al gekapt is).



5 RESULTATEN ONDERZOEK WORTELKLUITEN

Na het graven van de proefsleuven zijn de wortelkluiten gerooid, door midden gezaagd en tentoongesteld op de werf van P. de Vries Bos- en Landschapsverzorging. Op beide helften is het boomnummer geschreven.



Bij de inspectie van de stobben noteerden wij de volgende bijzonderheden:

Boom	Bevindingen
1	Onderstam onderontwikkeld/ aangetast; goede spreiding wortels, maar deels adventiefwortels.
2	Potloodverschijnselen*; 1 wortel afgestorven; 1 bundel adventiefwortels in tegennatuurlijke groeirichting (onder de kluit door).
3	Onderstam afgestorven; kernhout aangetast, spinhout en wortelaanzetten onaangepast; goede spreiding wortels; schorspatroon wijst op een zware wurgwortel; stamvoet is zonder zagen in vier delen gespleten.
4	Potloodverschijnselen; onderstam onderontwikkeld; rondom adventiefwortels (geen contact met kernhout).
5	Lichte potloodverschijnselen; onderstam afgestorven; adventiefwortels, o.a. onder de kluit door.
6	Lichte potloodverschijnselen; onderstam afgestorven; adventiefwortels; wurgwortel
7	Onderstam afgestorven; kernhout aangetast; adventiefwortels.
8	Onderstam aangetast; zware wurgwortel (adventiefwortel) knelde wortel vanuit onderstam af.
9	Onderstam onderontwikkeld; zware wortelaanzetten vanuit kernhout; adventiefwortels, o.a. onder de kluit door.
10	Ingegroeide bast in de onderstam, wortelaanzetten zowel vanuit de kern als vanuit het spinhout; wortelaanzetten ongelijkmatig verdeeld; adventiefwortels, o.a. onder de kluit door.
11	Potloodverschijnselen; onderstam afgestorven; vermoedelijk alleen maar adventiefwortels.
12	Onderstam ingesnoerd en afgestorven; vermoedelijk alleen maar adventiefwortels.
13	Onderstam ingesnoerd en aangetast; adventiefwortels in tegennatuurlijke groeirichting (o.a. onder de kluit door).
14	Potloodverschijnselen; onderstam aangetast; matige spreiding wortelaanzetten; adventiefwortels.

* Onder het maaiveld wordt de stam smaller, alsof deze is ingesnoerd. Soms spelen wurgwortels hierbij een rol. De potloodvorm die hierbij ontstaat wordt vaak waargenomen bij omgevallen iepen, zo ook in het onderzoeksgebied na de stormen in februari 2022.



Boom 1. Onder de streep is de ontwikkeling van de oorspronkelijke onderstam gestagneerd. De wortelaanzet links heeft geen contact met het kernhout en is een adventiefwortel.



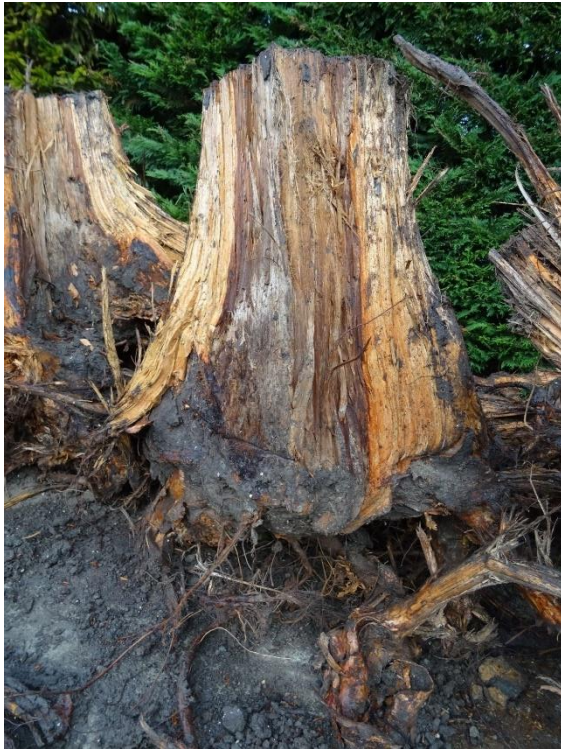
Boom 2. Bij de rode pijlen is de stam ingesnoerd ('potloodiep'). Bij de groene pijl een adventiefwortel die onder de kluit door groeit.



Boom 3. De onderstam is afgestorven en het kernhout van de stam aangetast. Het schorspatroon en de groeivorm bij de pijl wijzen erop, dat er een zware wurgwortel heeft gelopen.



Boom 4 heeft een potloodvorm. De wortel links is een adventiefwortel. De onderstam (bij de pijl) is onderontwikkeld.



Boom 5. De onderstam is afgestorven en de aanwezige wortels zijn adventiefwortels.



Boom 6. De onderstam is ingesnoerd en afgestorven (rode pijl). Een zware adventiefwortel groeit in een tegennatuurlijke richting (groene pijl).



Boom 7. De onderstam is afgestorven en het kernhout aangetast.



Boom 8. De onderstam is aangetast (rode pijl); een zware wurgwortel (adventiefwortel) knelde een wortel vanuit de onderstam af (groene pijl).



Boom 9. De onderstam is onderontwikkeld; er groeien wel zware wortelaanzetten vanuit het kernhout.



Boom 10. De wortelaanzet links is een adventiefwortel en heeft een stuk bast van de onderstam omsloten. De wortelaanzet rechts lijkt contact te hebben met de kern van de stam.



Boom 11 heeft potloodverschijnselen en de onderstam is afgestorven. Rechts een zware adventiefwortel.



Boom 12. De onderstam is ingesnoerd (rode pijlen) en afgestorven. Er zijn alleen adventiefwortels zichtbaar.



Boom 13. De onderstam is ingesnoerd en aangetast.



Boom 14 heeft potloodverschijnselen (rode pijl) en een aangetaste onderstam (groene pijl).

Conclusies bij de inspectie van de wortelkluiten

Hoewel ze bij de eerste visuele inspectie in orde leken, zijn na het roeien bij alle kluiten tekenen van uitgestelde onverenigbaarheid waargenomen:

- de oorspronkelijke wortelkluit is aangetast of afgestorven;
- wortelaanzetten blijken geen contact te hebben met de kern (het oudste hout) in de stam, maar vanuit het later gevormde spinhout te groeien (de zogenaamde adventiefwortels);
- meerdere stamvoeten worden of zijn in het verleden afgesnoerd door wurgwortels (potloodverschijnselen).

Wat van bovenaf gezonde en regelmatig verspreide wortelaanzetten lijken, blijken in veel gevallen dus adventiefwortels te zijn. De oorspronkelijk wortelkluit functioneert niet meer of in mindere mate.



6 CONCLUSIES EN ADVIES

6.1 Conclusies

Bij de trekproeven bleken 13 van de 14 bomen niet te voldoen aan de toetsnorm. Er is bij deze bomen dus sprake van een verminderde windvastheid. Maatregelen zijn noodzakelijk om de windvastheid te verbeteren en voldoende veiligheid voor weggebruikers te verkrijgen. Welke maatregelen nodig en zinvol zijn, hangt af van de oorzaak van de verminderde windvastheid.

Bij de proefsleuven is gebleken dat de hoeveelheid en de kwaliteit van de beworteling ogenschijnlijk voldoende is om onder normale omstandigheden een goede verankering te bieden aan de bomen. Wel valt de oppervlakkige ligging van zeer zware wortels op.

Bij het beoordelen van de gerooide en doorgezaagde wortelkluiten blijken de op het oog goed verspreide wortelaanzetten, niet de kwaliteit te hebben die bij de visuele inspectie werd verondersteld. Afstoting van de onderstam is, hoewel in wisselende mate, bij alle bomen aan de orde. Ook is bij alle stamvoeten vorming van adventiefwortels aangetroffen. Deze wortels maken dus geen deel uit van de oorspronkelijke wortelkluit, maar zijn naderhand vanuit de ent (het bovengrondse deel van de boom) gevormd. Bij slechts één van de veertien bomen (nummer 9) zijn de adventiefwortels in staat voldoende windvastheid te genereren.

Betrouwbaarheid van de visuele inspectie van stamvoeten

Uit de hierboven getrokken conclusies blijkt dat het niet goed mogelijk is om in het veld visueel vast te stellen of de zichtbare wortelaanzetten voldoende windvastheid genereren. Hoewel alle veertien bomen bij de visuele inspectie goed leken, doorstond alleen boom 9 de trekproef. Na doorzagen bleken de wortelaanzetten bij deze boom ook goed aan de stam gehecht. Bij de andere bomen was dit niet of minder het geval, hoewel het verschil met boom 9 in het veld niet zichtbaar was.

Het nu uitgevoerde onderzoek biedt dus onvoldoende handvatten om de werkelijk goede stamvoeten te onderscheiden van de goed lijkende. Wel blijkt dat de selectie zeer streng moet geschieden; coulance is niet zinvol. Op basis van deze bevindingen is het te overwegen de categorie 'twijfelachtig' te laten vervallen en al deze stamvoeten als afwijkend te beschouwen.

Met de visuele inspectie kan wel worden onderscheiden:

- welke stamvoeten met zekerheid afwijken en dus afgekeurd moeten worden;
- welke stamvoeten misschien voldoende windvast zijn.

Zouden we met de nu opgebouwde kennis de bomen met 'goede' stamvoeten nog eens langslopen, dan zou waarschijnlijk een deel alsnog worden afgekeurd. Maar zekerheid over de resterende groep wordt er niet door verkregen.

Hoe kan de windvastheid nu onvoldoende zijn, terwijl er voldoende wortels in de bodem groeien?

Dit wordt veroorzaakt doordat de aanhechting van adventiefwortels aan de stam het zwakke punt blijkt te zijn. De wortels zijn gehecht aan een relatief dunne wand hout (het spinthout), terwijl de basis (de afstervende onderstam) steeds zwakker wordt (zie de uitleg over adventiefwortels in de rapportage van de visuele inspectie). Deze wortels kunnen op een relatief gunstige groeiplaats als de Flevopolder voldoende vocht en voedingsstoffen opnemen zodat de boom lijkt te floreren, maar zijn niet in staat de krachten op te vangen die sterke wind op de kroon uitoefent. Omdat de wortels zelf goed in de bodem verankerd zitten, wordt de aanhechting van de wortels op de stam volop belast. Als deze aanhechting het begeeft, valt de boom om zonder noemenswaardige wortels mee te nemen; die blijven stevig in de grond vastzitten. Zie de foto's op de volgende pagina.

Bij 'normale' stormbomen zijn de wortelaanzetten juist stevig, zodat deze mee omhoog komen. De wortels breken dan verder van de stamvoet af, waardoor een plakkaat wortels en grond wordt meegetrokken. Kortom: uitgestelde onverenigbaarheid is de oorzaak van de verminderde windvastheid.

Onderstaande foto's zijn genomen in het onderzoeksgebied na storm 'Eunice' op 18 februari 2022. Dit waren overigens bomen die kort daarvoor bij de visuele inspectie al waren afgekeurd wegens een afwijkende of twijfelachtige stamvoet.



Boom 148505. Bij de roze pijlen is het restant van een zware adventiefwortel zichtbaar. De oorsponkelijke onderstam bij de rode pijl is afgestorven. Aan het ronde gat is zichtbaar dat alleen de adventiefwortel voor enige verankering zorgde, maar dat de kwaliteit van dit soort wortelaanzetten slecht is. Bij alle omgevallen iepen is dit zichtbaar.



Van boom 149796 was de stamvoet als twijfelachtig beoordeeld. Er was namelijk geen duidelijke wortelaanzet zichtbaar, maar wel een gelijkmatige verbreding van de stamvoet. Het grootste deel van de onderstam blijkt echter afgestorven.



Involed van wind bij handhaving van bomen met 'goede' stamvoet

Dat de visueel als goed beoordeelde bomen bij een volgende storm weer zullen standhouden, kan op basis van bovenstaande conclusies niet worden gesteld. Er zijn twee ontwikkelingen mogelijk:

- 1) door diktegroei van de stam en de wortelaanzetten neemt de windvastheid toe;
- 2) de verzwakking van de onderstam gaat sneller dan de toename van de sterkte van de adventiefwortels: de windvastheid neemt af.

Welke ontwikkeling zal plaatsvinden is niet te voorspellen.

Wel staat vast dat de bomen die overblijven na het kappen van de bomen met een afwijkende of twijfelachtige stamvoet, aan meer wind worden blootgesteld. Naar aanleiding van de visuele inspectie adviseerden wij 531 bomen met een afwijkende en twijfelachtige stamvoet te kappen. Dit is 64% van de aanwezige bomen, bijna 2/3. Er ontstaan dus grote gaten in de rij, waardoor de windstroming rond de resterende bomen sterk verandert. Door de flexibiliteit van de takken vervormen boomkronen bij sterke wind. Dit zorgt ervoor dat er relatief veel wind langs de kroon wordt geleid en er dus niet tegenaan drukt. Doordat de kronen meegeven, vermindert bovendien de belasting op de stam, stamvoet en wortelkluif. Als de bomen in een rij of groep staan, verzorgen ze deze functie gezamenlijk. Zie het als een rij mensen die arm-in-arm gehaakt staan. Geef je er één een duw, dan voorkomen de buren dat die persoon omvalt. Haal je de directe buren weg, dan staat die persoon los, of kan nog hooguit een vinger grijpen van een verdere buur. Daarbij kan je ook nog eens een duw geven van de kant waar eerst nog een directe buur stond. Hij of zij zal eerder omvallen.

De slechte resultaten van de trekproeven, en de waarneming dat bij alle onderzochte bomen de onderstam wordt afgestoten, voorspellen wat dit betreft weinig goeds.

6.2 Advies

Niets doen levert een onaanvaardbaar risico voor de omgeving op. Vergelijk de casus van de 'Zutphense tak': als de gemeente weet heeft van een risico (of hiervan zou moeten weten), dan moet er gehandeld worden om het risico tot een aanvaardbaar niveau terug te brengen.

Er zijn meerdere mogelijkheden om het risico voor de omgeving te beheersen:

Alle visueel als goed beoordeelde bomen aan een trekproef onderwerpen:

Op basis van deze kleine steekproef zou één op de veertien bomen met een goed ogende stamvoet voldoende windvast zijn.

Met € 150,- á € 175,- per boom (uitgaande van 304 te onderzoeken bomen; totaal € 45.000,- á € 53.000,-) is dit een dure methode en een grote aanslag op het groenbudget. Als vervolgens een groot deel van de bomen moet worden gekapt, gaan de groenwaarden van de laanbeplanting alsnog grotendeels verloren.

Daarnaast moet de meting op de resterende bomen periodiek worden herhaald om te monitoren of de windvastheid toe- of afneemt.

Kroonreductie bij alle resterende bomen

Er wordt geen trekproef uitgevoerd. In plaats daarvan worden alle kronen verkleind om het windvangend oppervlak ('het zeil') te verkleinen. Hanteren wij het laagst gemeten bezwijkmoment (63%) als norm, dan moeten de bomen worden gekandelaberd om voldoende reductie te realiseren. Hierbij worden de top en gesteltakken met de helft ingekort.

Het voordeel is, dat de bomen behouden blijven. De nadelen zijn:

- het verlies aan groenwaarden door het halveren van de kroon;
- het snoeien moet iedere 3 jaar worden herhaald om de kroon blijvend klein te houden, tenzij een nieuwe trekproef het tegendeel bewijst;
- dit vormt een grote aanslag op het groenbudget, terwijl de bomen niet meer op het beoogde niveau zullen functioneren;



- de inzet betreft niet alleen de financiën, maar ook energieverbruik en uitstoot van schadelijke stoffen;

Verankeren

Voor het adequaat stutten van dit formaat bomen is een zware en dure constructie nodig. De verankering is ook niet tijdelijk, maar blijvend voor de levensduur van de bomen. Sterker nog, eenmaal verankerd raakt het natuurlijke proces van wortelvorming voor verankering van de boom verstoord. Er ontstaat zo een blijvende behoefte aan de kunstmatige verankering. Wij achten het stutten van de bomen daarom praktisch niet uitvoerbaar en budgettair onverantwoord.

Kappen van alle bomen

Het kappen van alle bomen is een aderlating voor het landschapsschoon en de waarde voor de leefbaarheid in de wijk-in-ontwikkeling. De natuurfunctie van het boombestand dient onderzocht, maar bekend is dat bomenrijen door vleermuizen worden gebruikt voor oriëntatie. Of dat ook geldt voor deze bomen moet worden onderzocht.

De kille voordelen van kappen zijn de kostenefficiëntie en de eliminatie van het veiligheidsrisico voor bewoners en weggebruikers. Maar ook kan er weer worden gewerkt aan de opbouw van groenwaarden door een juiste boomsoortenkeuze. Met meer variatie in boomsoorten om de gebleken risico's van een monocultuur te voorkomen en om meer biodiversiteit te verkrijgen. Ook ten aanzien van de kroonvorm ligt er een keuze. *Ulmus* 'Lobel' heeft een slanke, strak opgaande groeivorm. Wellicht passen bomen met een vrijere en bredere kroonvorm beter in de beoogde uitstraling van de omgeving. Iepen hoeven daarbij niet uitgesloten te worden; tegenwoordig worden voldoende iepen op eigen wortel gekweekt.

Het kappen van de bomen kan in beperkte mate over langere termijn worden gespreid. De aan het onderzoek toegevoegde iepen aan het einde van de Goudplevierweg groeien in de luwte van bos en langs een wandelpad. Er is geen sprake van een noodzakelijke verkeersfunctie die onder 'alle' omstandigheden doorgang moet kunnen vinden. Hier kan een bord worden geplaatst om te waarschuwen voor betreding bij storm. Juist deze bomen hebben echter door het aangrenzende bos een minder unieke functie dan de iepen langs de weg.

Advies

Wij adviseren alle iepen in het onderzoeksgebied te kappen en nieuwe bomen te planten. Hoewel dit een rigoureuze ingreep is, is het de enige maatregel waarbij de veiligheidsrisico's voor omwonenden en weggebruikers in voldoende mate en tegen acceptabele kosten worden beheerst.

Een quickscan in het kader van de Wet natuurbescherming is noodzakelijk om verstoring van beschermde soorten te voorkomen.

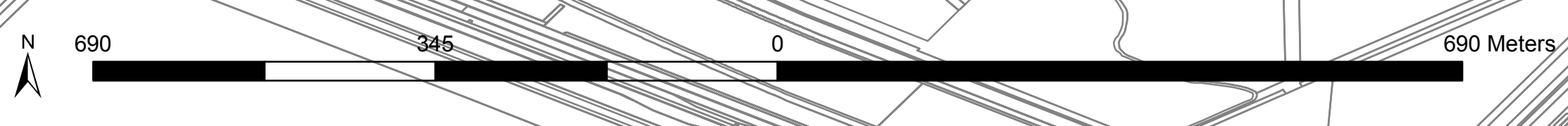
BIJLAGE 1

Overzichtstekeningen



Legenda
Bomen_GP&PV
Stamvoet

- goed
- twijfelachtig
- afwijkend
- Stormbomen
- ondergrond



159391
1

150774
2

150780
3

150634
4

166417
5

158748
6

150608
7

151094
8

150706
9

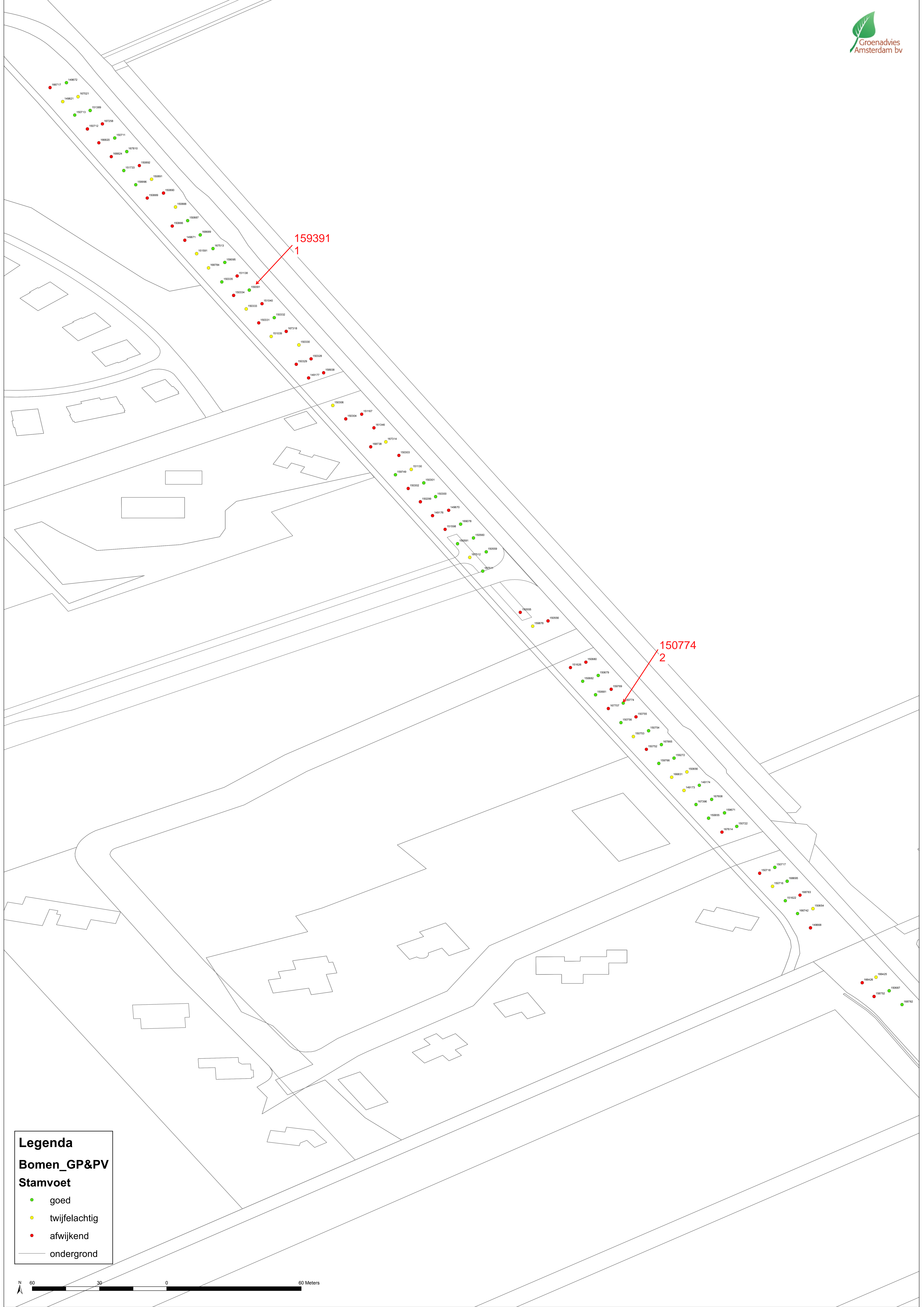
151470
10

151696
11

150793
12

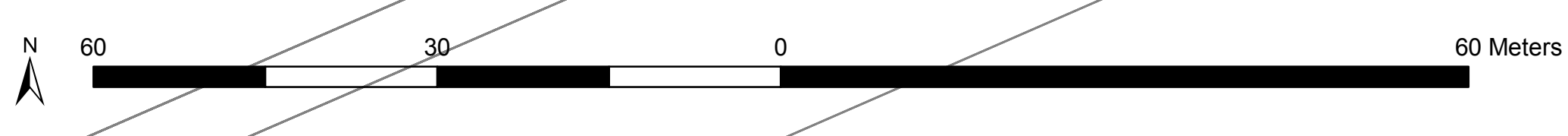
151336
13

151273
14



Legenda
Bomen_GP&PV
Stamvoet

- goed
- twijfelachtig
- afwijkend
- ondergrond



150780
3

150634
4

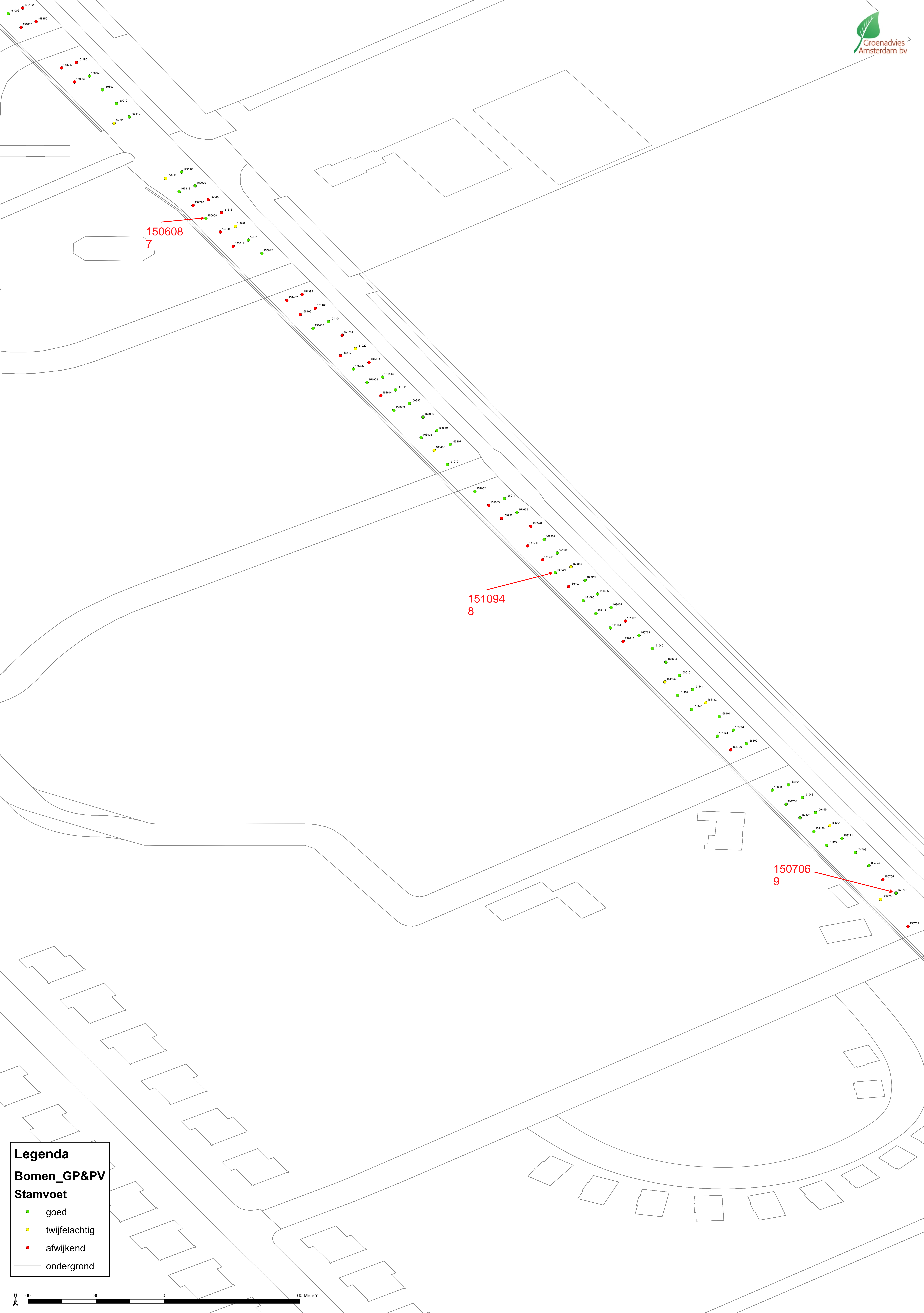
166417
5

158748
6

Legenda
Bomen_GP&PV
Stamvoet

- goed
- twijfelachtig
- afwijkend
- ondergrond





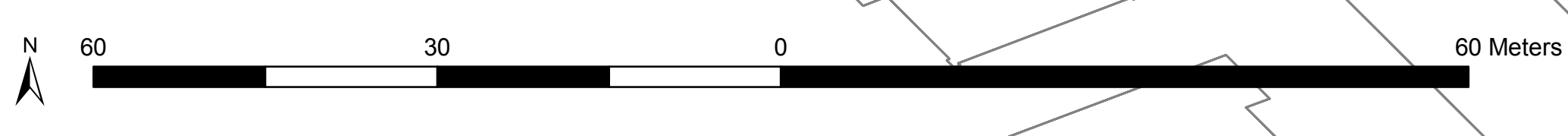
150608
7

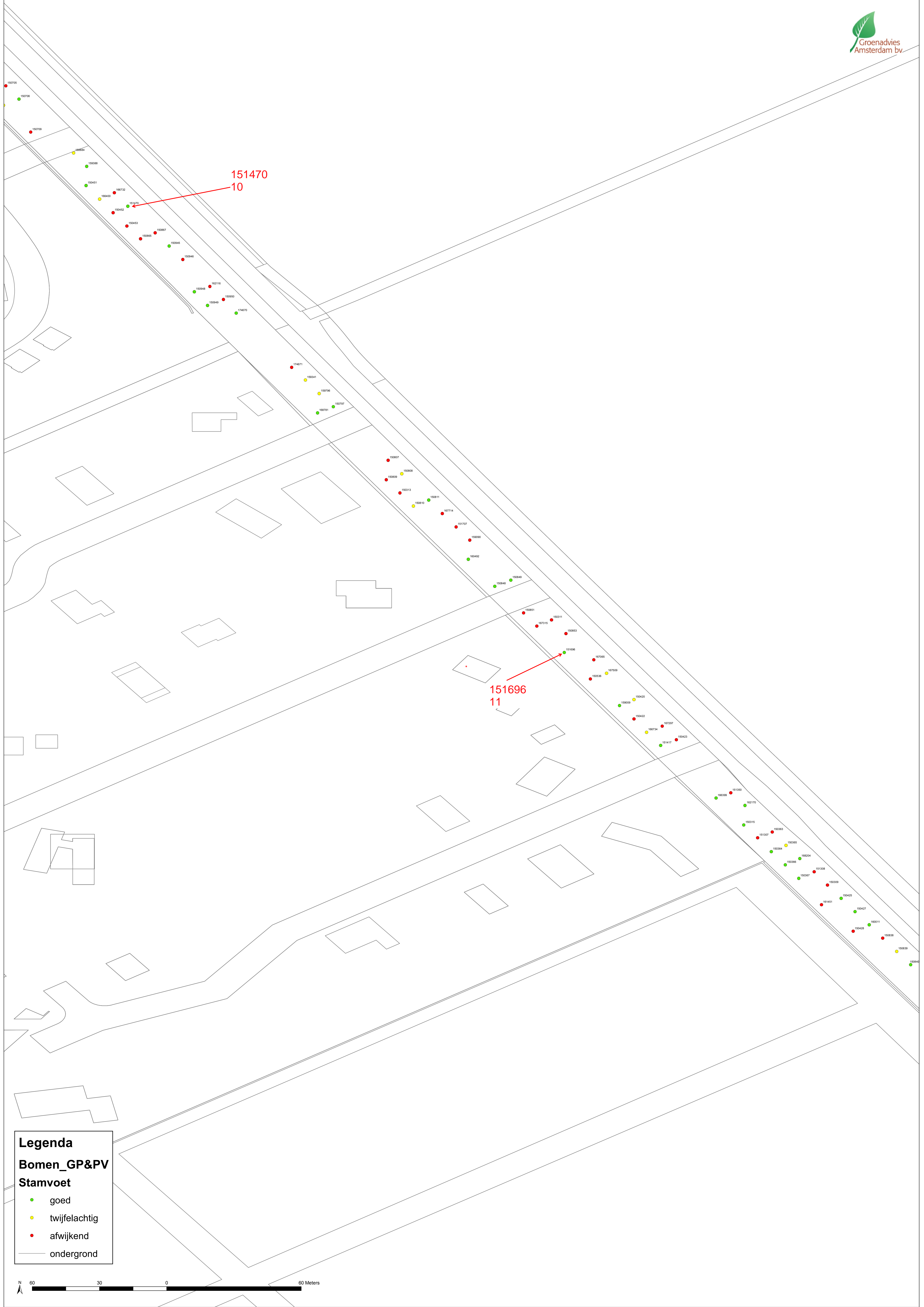
151094
8

150706
9

Legenda
Bomen_GP&PV
Stamvoet

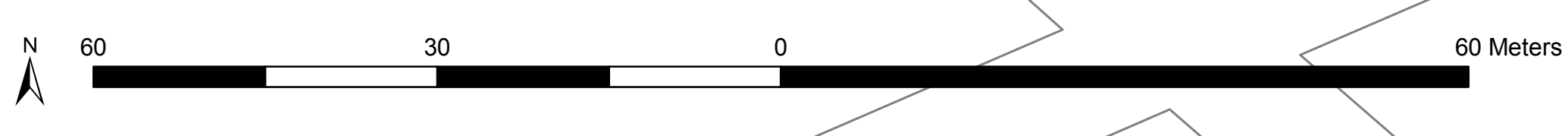
- goed
- twijfelachtig
- afwijkend
- ondergrond

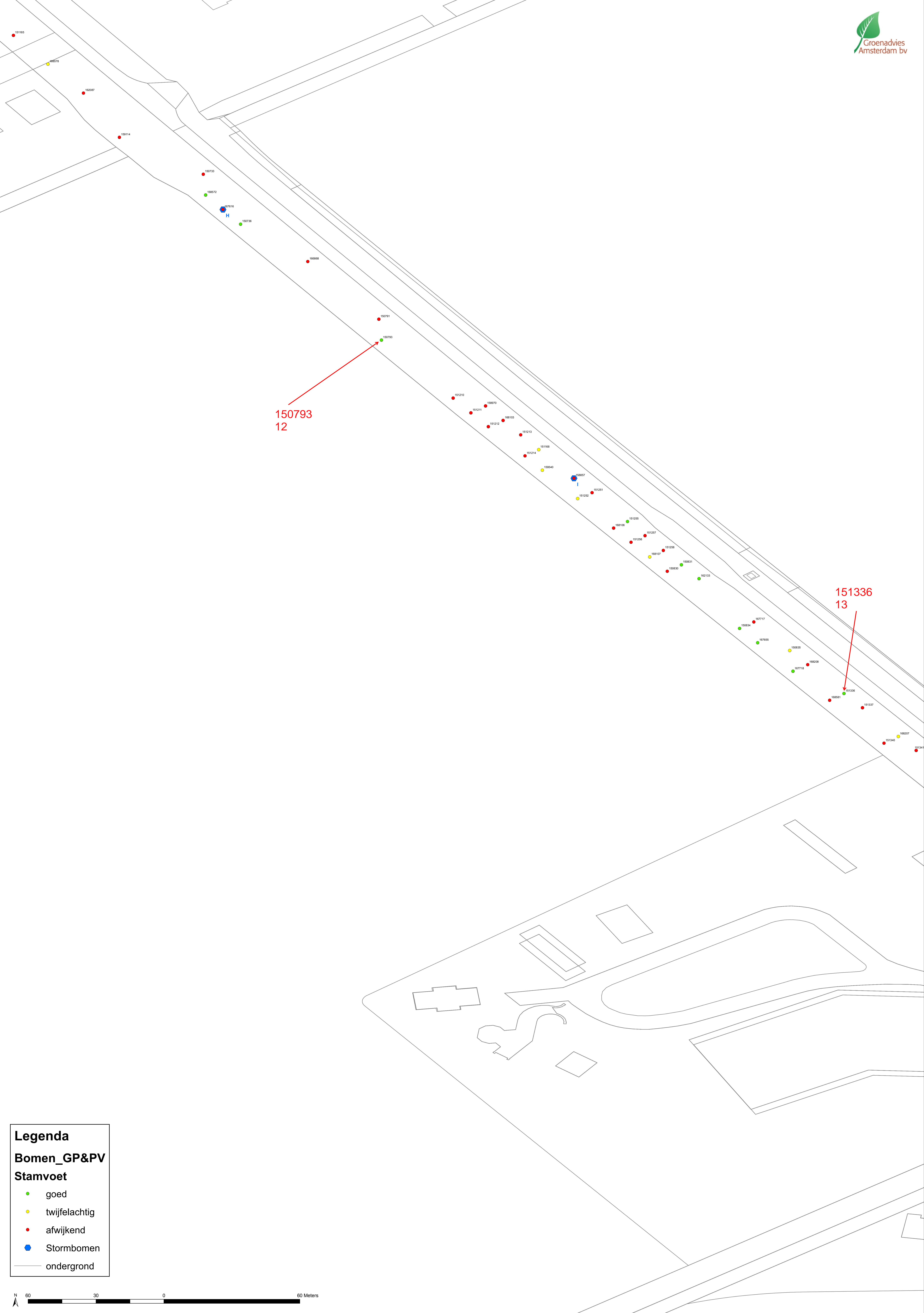




Legenda
Bomen_GP&PV
Stamvoet

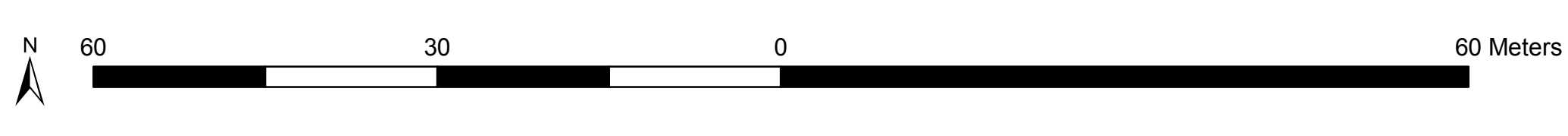
- goed
- twijfelachtig
- afwijkend
- ondergrond

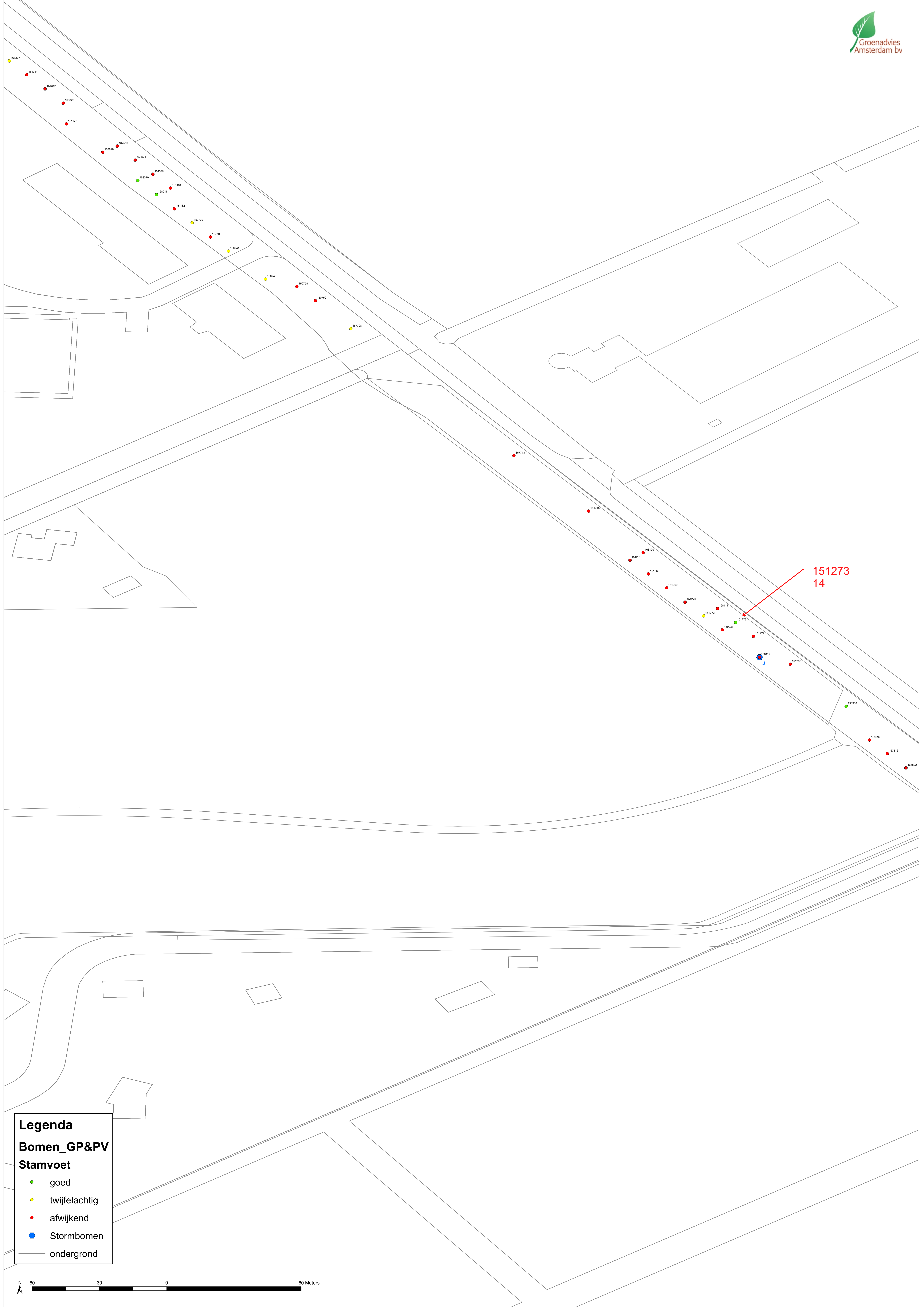




Legenda
Bomen_GP&PV
Stamvoet

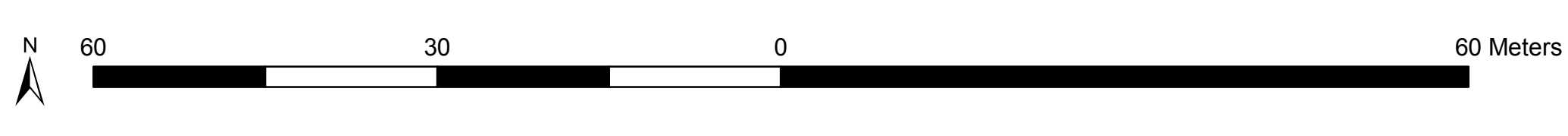
- goed
- twijfelachtig
- afwijkend
- Stormbomen
- ondergrond





Legenda
Bomen_GP&PV
Stamvoet

- goed
- twijfelachtig
- afwijkend
- Stormbomen
- ondergrond



BIJLAGE 2

Resultaten trekproef

Almere

Paradijsvogelweg

159391

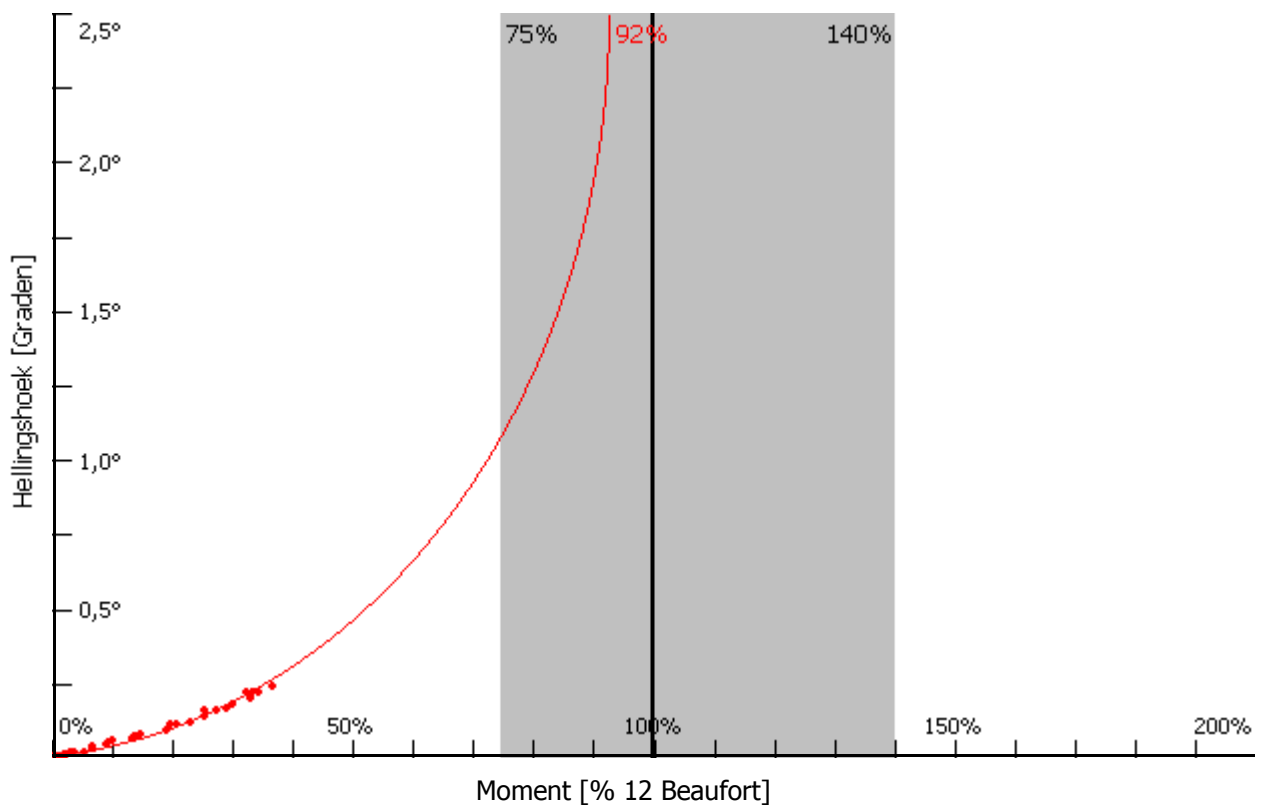
Boom 1

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	18,4 [m]
Stamomtrek	154 [cm]
Kroonoppervlak	76 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekrichting	Noord-West
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	72 [kNm]
Mbezwijk	167 [kNm]
M12bft	181 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	40 [%]
Mbezwijk	92 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

150774

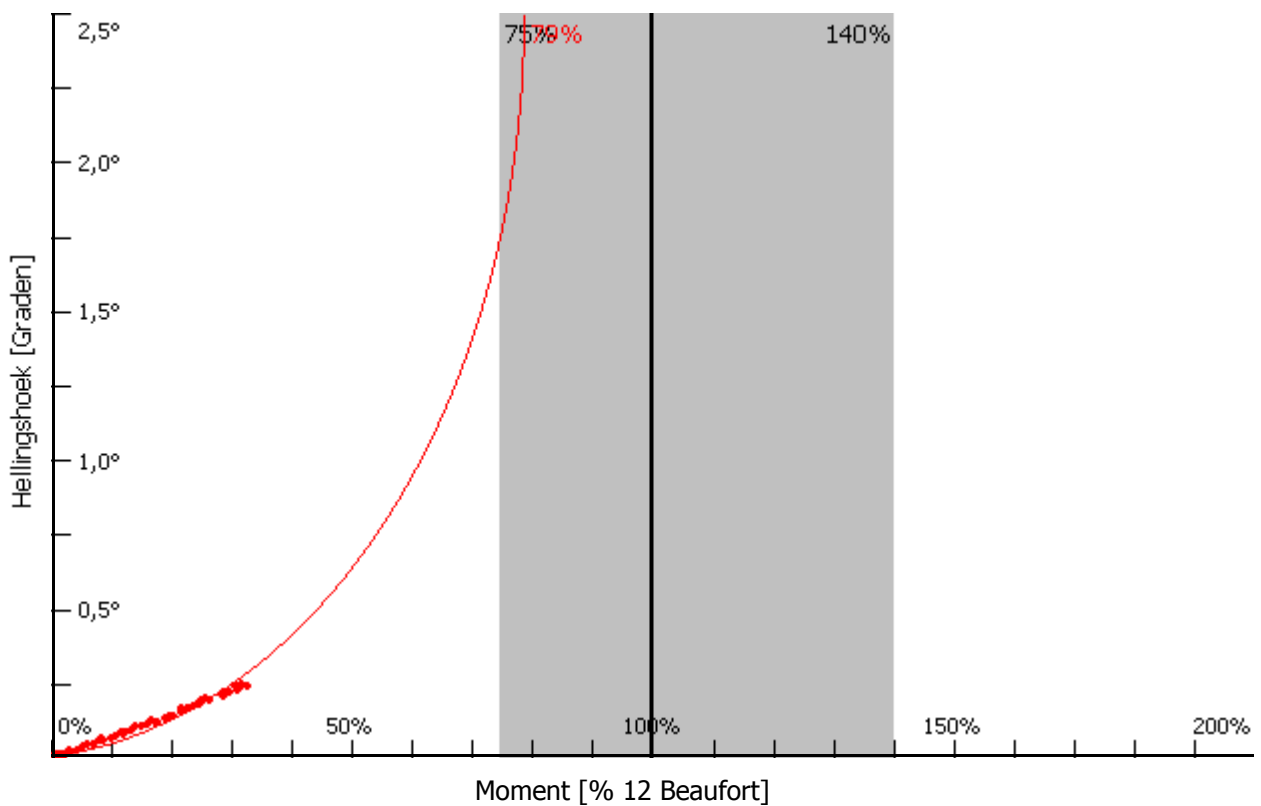
Boom 2

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsort	Iep
Boomhoogte	18,5 [m]
Stamomtrek	139 [cm]
Kroonoppervlak	70 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekrichting	Noord-West
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	67 [kNm]
Mbezwijk	155 [kNm]
M12bft	198 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	34 [%]
Mbezwijk	79 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

150780

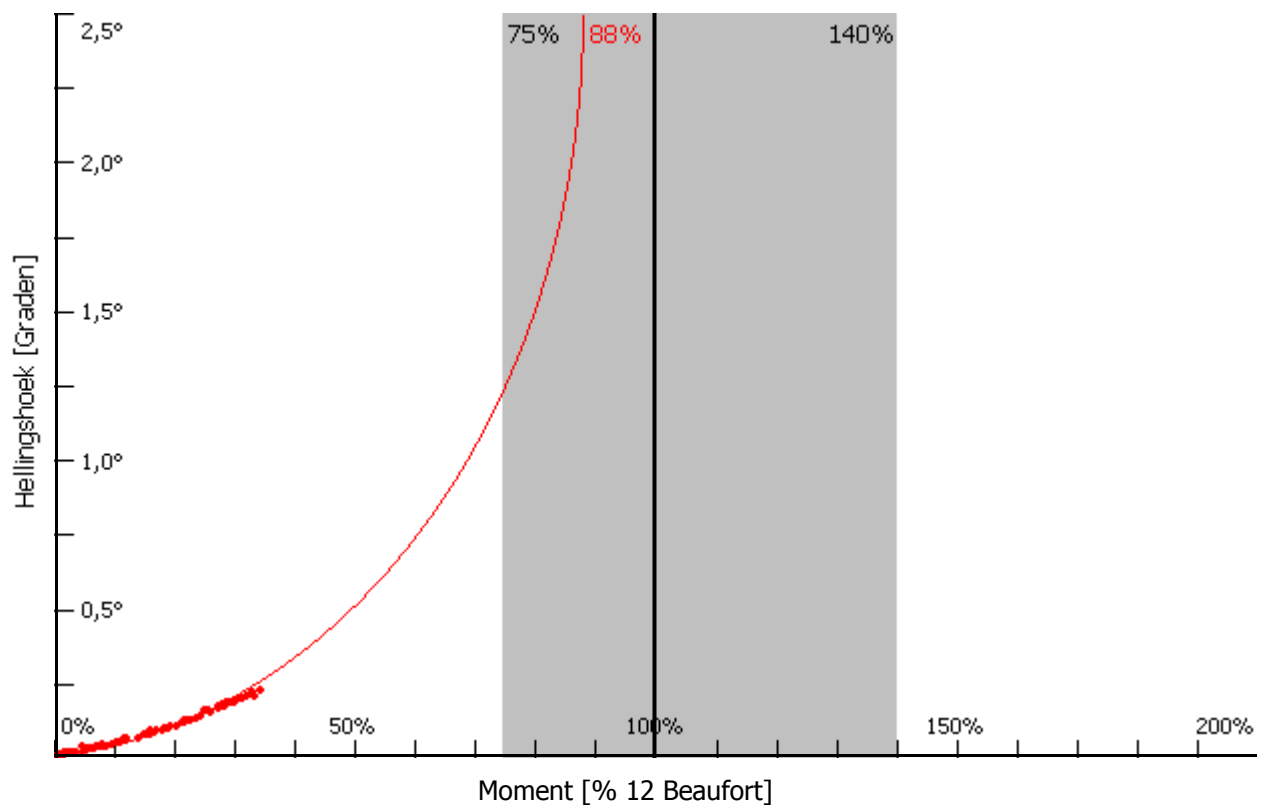
Boom 3

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	20,2 [m]
Stamomtrek	187 [cm]
Kroonoppervlak	139 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekriching	Zuid
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	87 [kNm]
Mbezwijk	222 [kNm]
M12bft	253 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	34 [%]
Mbezwijk	88 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

150634

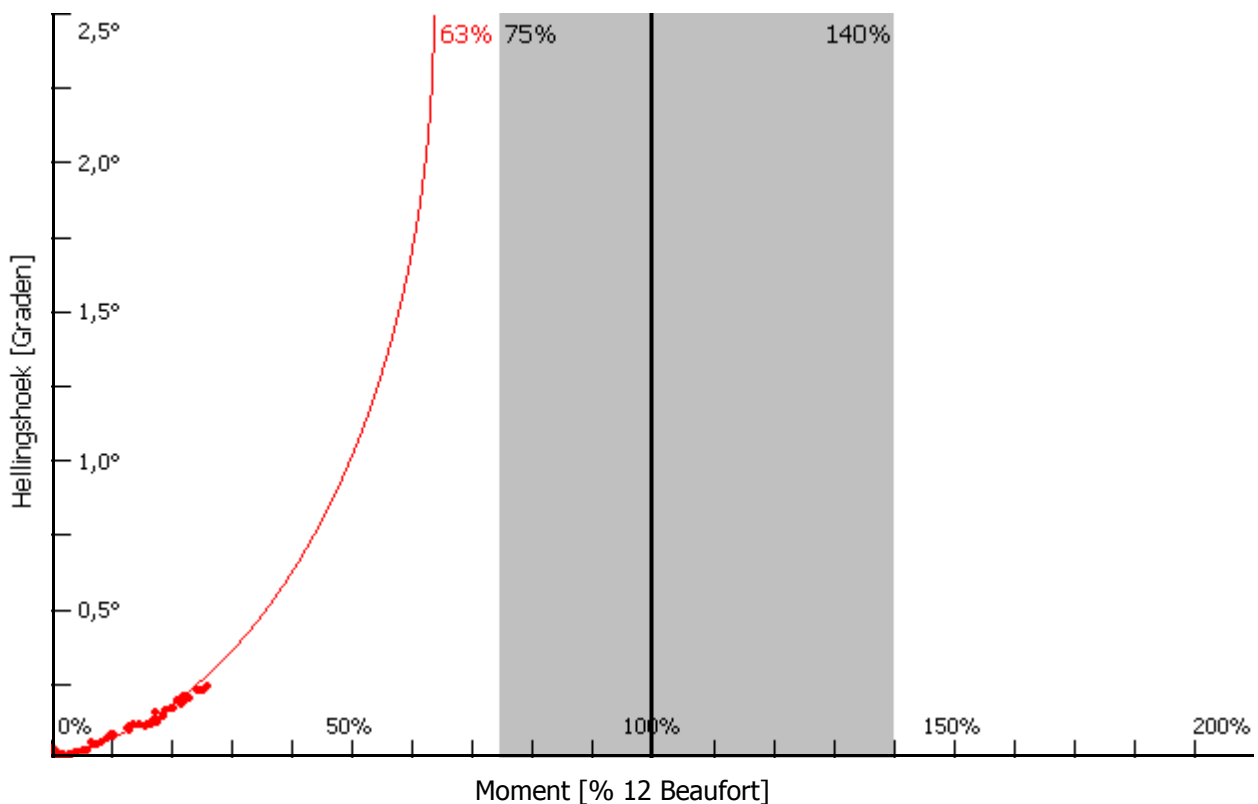
Boom 4

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	21,3 [m]
Stamomtrek	164 [cm]
Kroonoppervlak	113 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekriching	Noord
Z0	0,8
Mmaxuitgeoefend	47 [kNm]
Mbezwijk	116 [kNm]
M12bft	182 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	26 [%]
Mbezwijk	63 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

166417

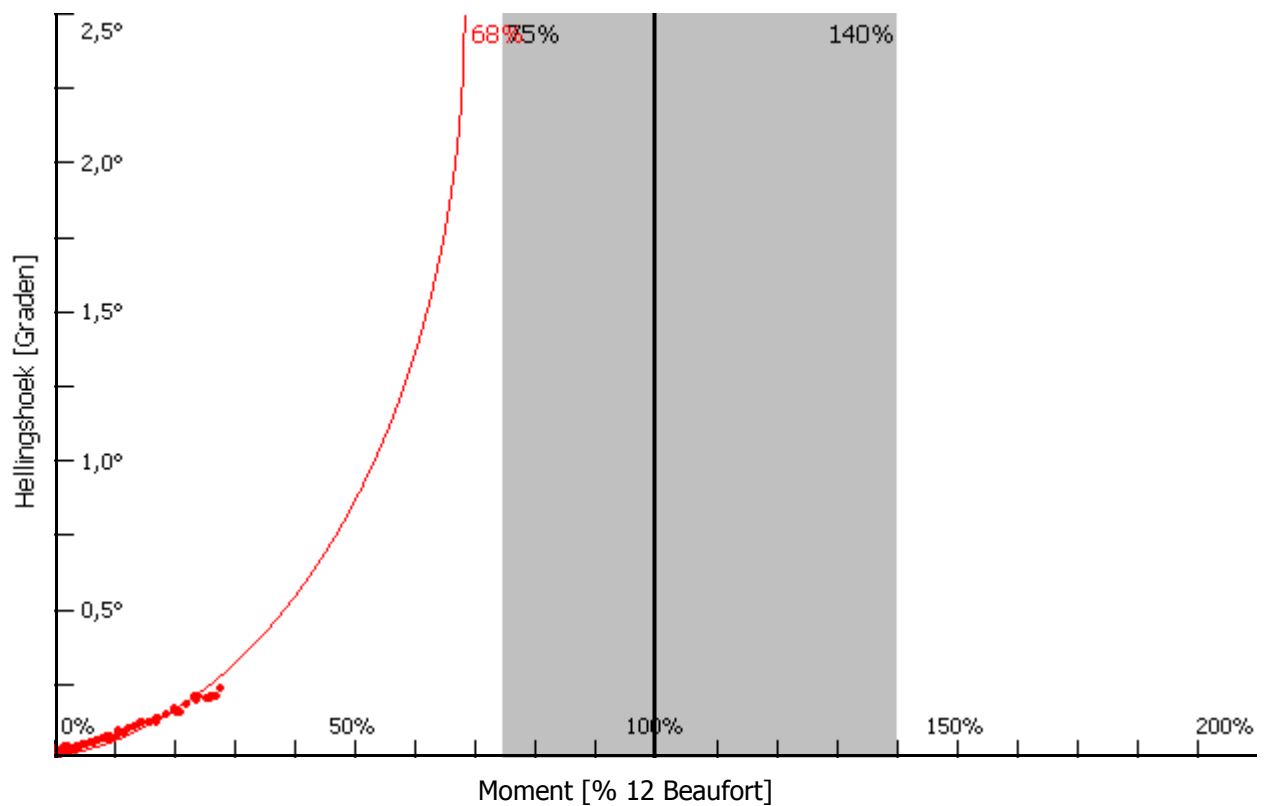
Boom 5

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	19,5 [m]
Stamomtrek	158 [cm]
Kroonoppervlak	92 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekriching	Noord
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	79 [kNm]
Mbezwijk	181 [kNm]
M12bft	266 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	30 [%]
Mbezwijk	68 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

158748

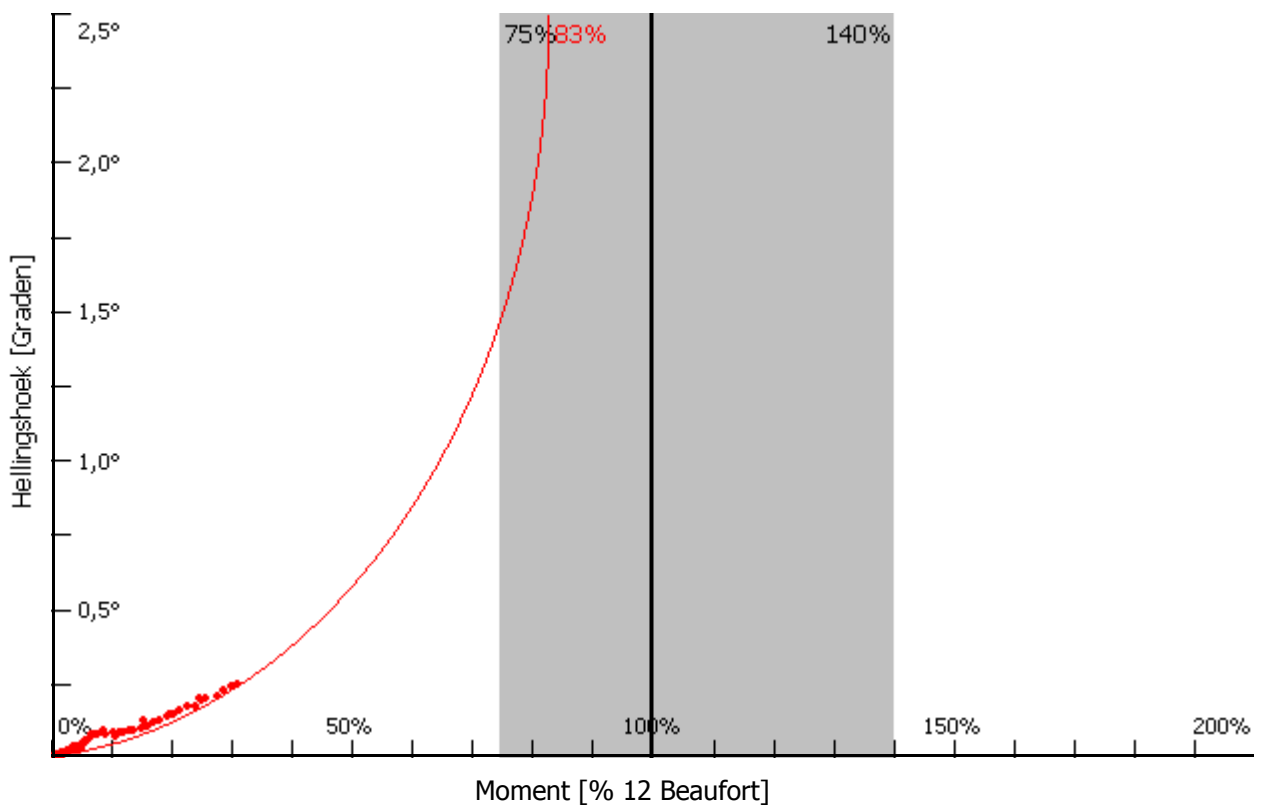
Boom 6

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	15,5 [m]
Stamomtrek	75 [cm]
Kroonoppervlak	53 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekriching	Noord-West
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	18 [kNm]
Mbezwijk	30 [kNm]
M12bft	36 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	49 [%]
Mbezwijk	83 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

150608

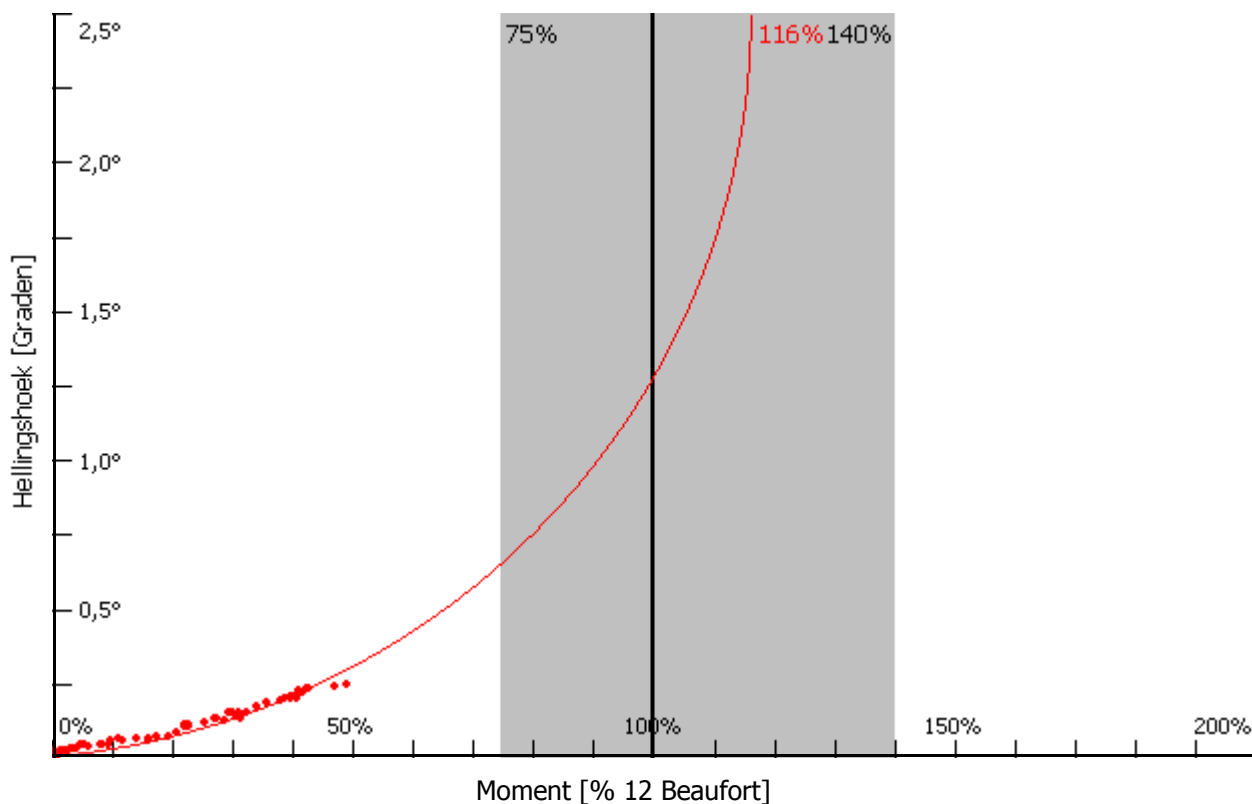
Boom 7

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	18,2 [m]
Stamomtrek	166 [cm]
Kroonoppervlak	76 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekriching	Noord-Oost
Z0	0,8
Mmaxuitgeoefend	86 [kNm]
Mbezwijk	190 [kNm]
M12bft	164 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	52 [%]
Mbezwijk	116 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

151094

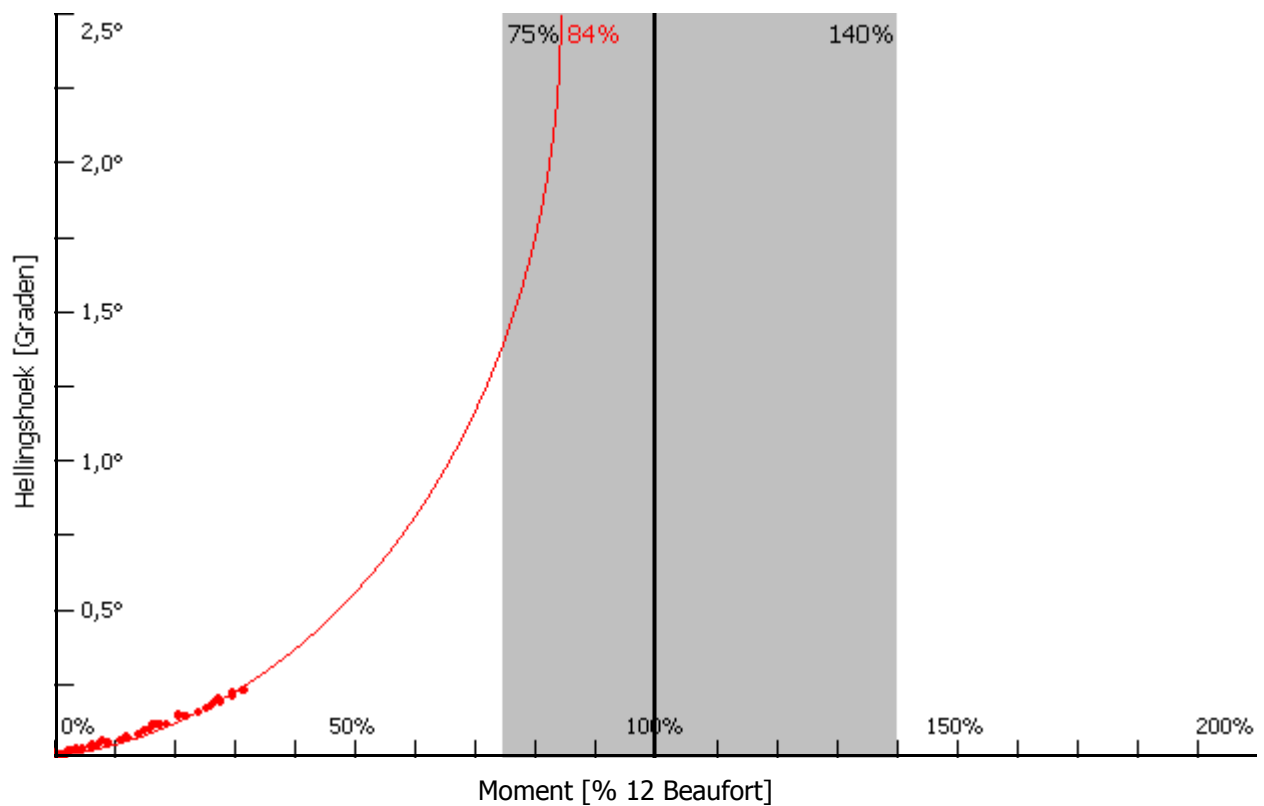
Boom 8

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	18,4 [m]
Stamomtrek	165 [cm]
Kroonoppervlak	87 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekrichting	Noord-Oost
Z0	0,8
Mmaxuitgeoefend	83 [kNm]
Mbezwijk	173 [kNm]
M12bft	206 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	40 [%]
Mbezwijk	84 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

150706

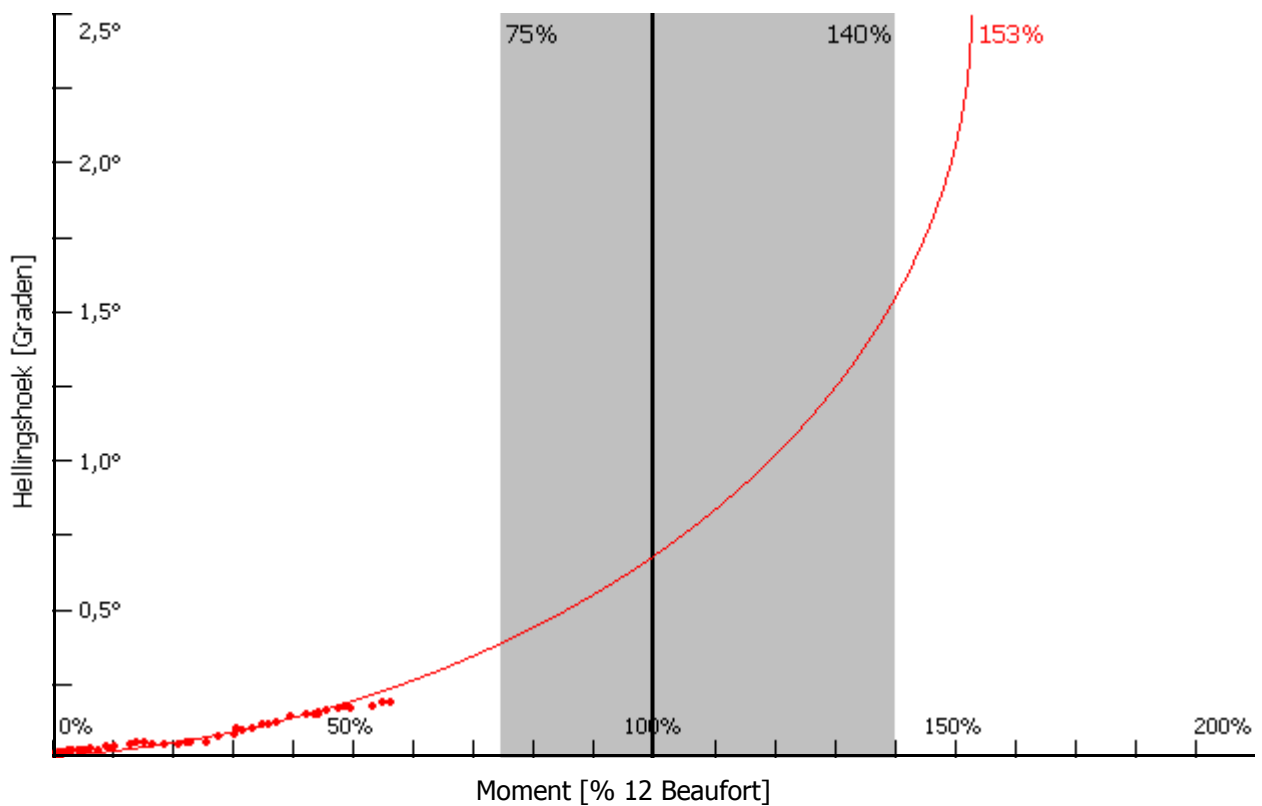
Boom 9

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	18,9 [m]
Stamomtrek	165 [cm]
Kroonoppervlak	96 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekrichting	Zuid
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	238 [kNm]
Mbezwijk	644 [kNm]
M12bft	422 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	56 [%]
Mbezwijk	153 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

151470

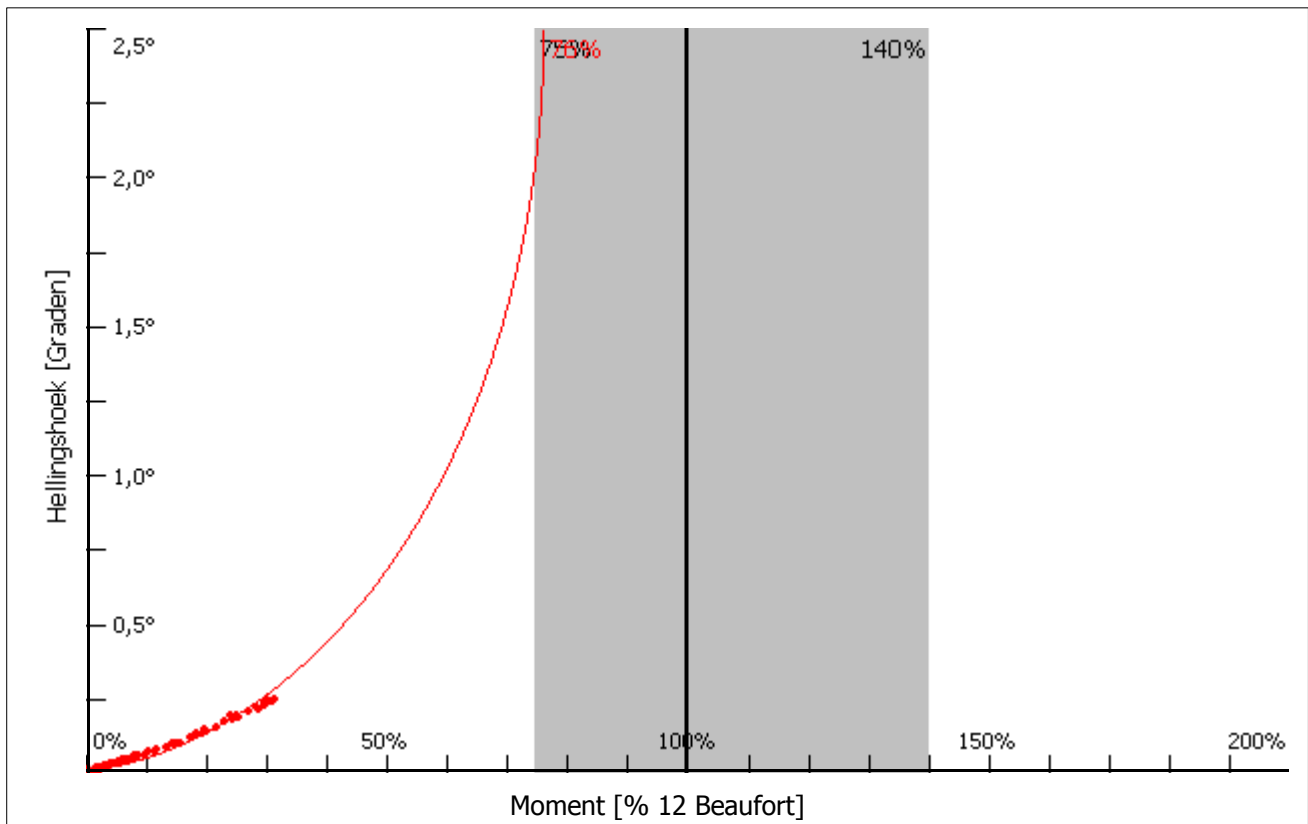
Boom 10

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsort	Iep
Boomhoogte	17,7 [m]
Stamomtrek	156 [cm]
Kroonoppervlak	84 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekriching	Noord-West
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	68 [kNm]
Mbezwijk	165 [kNm]
M12bft	217 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	31 [%]
Mbezwijk	76 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Paradijsvogelweg

151696

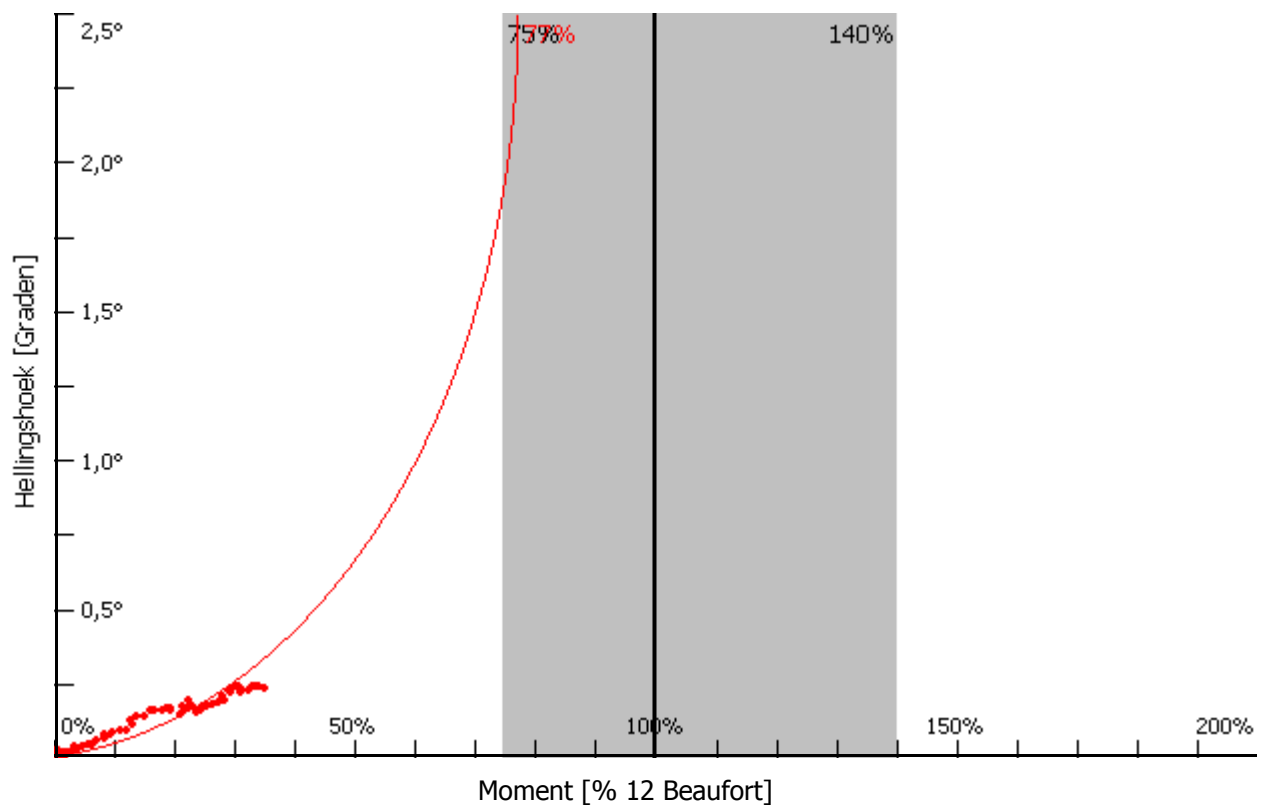
Boom 11

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	19,7 [m]
Stamomtrek	178 [cm]
Kroonoppervlak	110 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekriching	Noord-West
Z0	0,8
Mmaxuitgeoefend	84 [kNm]
Mbezwijk	184 [kNm]
M12bft	239 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	35 [%]
Mbezwijk	77 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Goudplevierweg

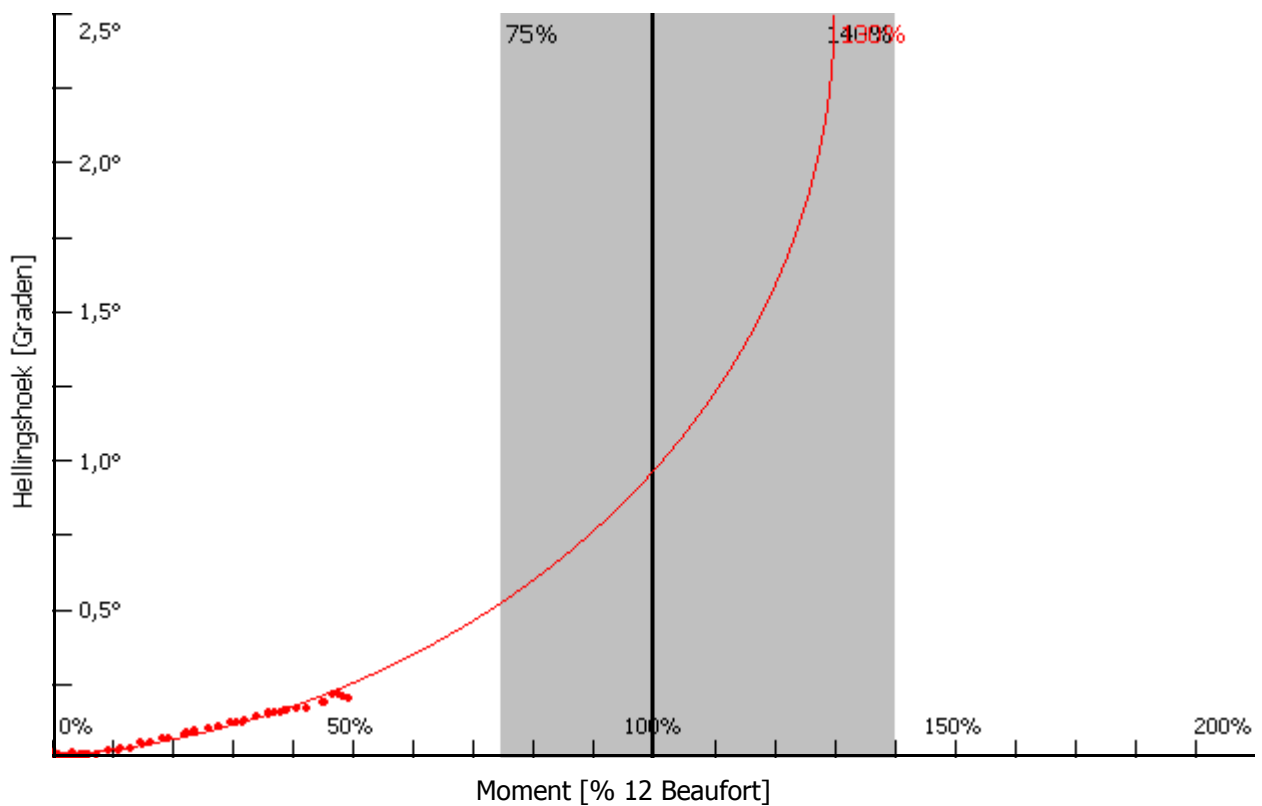
150793 Boom 12

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	17,6 [m]
Stamomtrek	177 [cm]
Kroonoppervlak	91 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekriching	Noord
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	95 [kNm]
Mbezwijk	252 [kNm]
M12bft	194 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	49 [%]
Mbezwijk	130 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Goudplevierweg

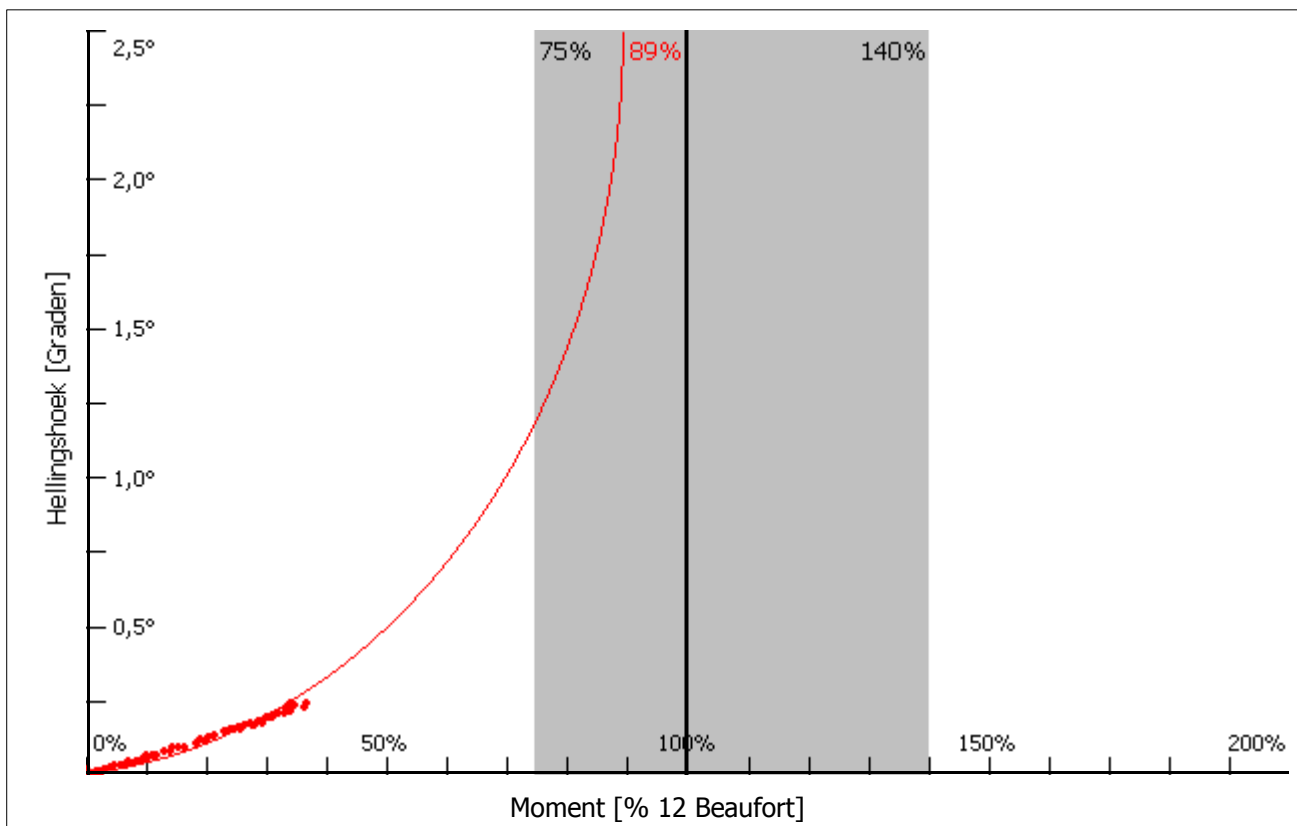
151336 Boom 13

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsort	Iep
Boomhoogte	18,7 [m]
Stamomtrek	152 [cm]
Kroonoppervlak	106 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekrichting	Noord-West
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	87 [kNm]
Mbezwijk	212 [kNm]
M12bft	238 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	37 [%]
Mbezwijk	89 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

Almere

Goudplevierweg

151273

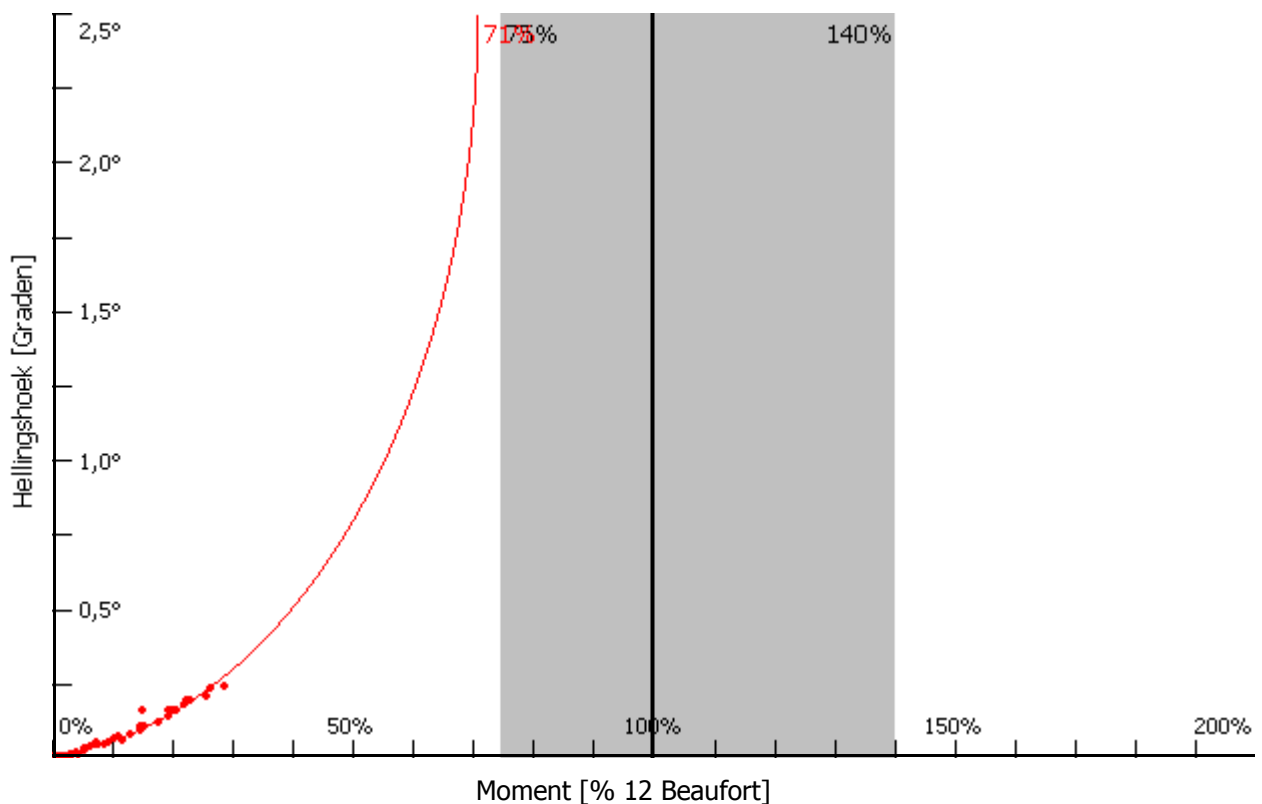
Boom 14

Boomgegevens

Datum	22-11-2022
Boomsoort	Iep
Boomhoogte	19,3 [m]
Stamomtrek	141 [cm]
Kroonoppervlak	90 [m ²]

Trekproefgegevens

Trekrichting	Noord-West
Z0	0,5
Mmaxuitgeoefend	60 [kNm]
Mbezwijk	129 [kNm]
M12bft	183 [kNm]
Mmaxuitgeoefend	33 [%]
Mbezwijk	71 [%]



De uitgeoefende momenten en het berekende bezwijkmoment zijn uitgedrukt in percentages van het moment dat de boom zou ondervinden bij windkracht 12 Beaufort [32,6 m/s]

BIJLAGE 3

Bodemstaten

Boom 1		
Noordoostzijde, 65 tot 100 cm van de stamvoet		
Diepte	Bodem	Beworteling
0-40 cm-mv	matig humeuze, lichte klei	matig intensief, grof (ø 4 cm) en zwaar (ø 10 cm)
40-85 cm-mv	humusarme, lichte klei	matig intensief, fijn tot grof (ø 3 cm)
85-120 cm-mv	idem met gley	85-110 cm-mv: extensief, 1 wortel ø 7 cm
Grondwaterkenmerken:		
Gley: 85 cm-mv		
Reductie: - cm-mv		
Grondwater: 115 cm-mv		

FOTO



Ligging van de sleuf.

Boom 2

Noordoostzijde, 120 tot 155 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-25 cm-mv	humeuze, lichte klei	zeer intensief tot \varnothing 12 cm
25-85 cm-mv	humusarme, lichte klei	matig intensief, fijn tot grof (\varnothing 4 cm)
85-105 cm-mv	idem met gley	extensief, tot \varnothing 3 cm
105-120 cm-mv	idem met gley/reductie	extensief, fijn tot \varnothing 0,5 cm

Grondwaterkenmerken:

Gley: 85 cm-mv

Reductie: 105 cm-mv

Grondwater: 105 cm-mv



Boom 3

Noordoostzijde, 100 tot 140 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-20 cm-mv	humeuze, lichte klei	zeer intensief, tot \varnothing 15 cm
20-80 cm-mv	humusarme, lichte klei	20-60 cm-mv: matig intensief, fijn tot grof (\varnothing 3 cm)
80-95 cm-mv	idem met gley	60-115 cm-mv: matig extensief, tot \varnothing 1 cm
95-115 cm-mv	humusarme, lichte zavel met gley	
115-120 cm-mv	idem met gley/reductie	

Grondwaterkenmerken:
Gley: 80 cm-mv
Reductie: 115 cm-mv
Grondwater: - cm-mv



Boom 4

Noordoostzijde, 200 tot 240 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-30 cm-mv	humeuze, lichte klei	0-20 cm-mv: intensief, tot \varnothing 10 cm
30-85 cm-mv	humusarme, lichte klei	20-50 cm-mv: matig intensief, tot \varnothing 3 cm
85-120 cm-mv	idem met laagjes veen	50-85 cm-mv: extensief, tot \varnothing 1 cm
		85-120 cm-mv: geen

Grondwaterkenmerken:

Gley: - cm-mv

Reductie: - cm-mv

Grondwater: 115 cm-mv



Boom 5

Zuidwestzijde, 105 tot 145 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-15 cm-mv	humeuze, lichte klei	matig intensief, \varnothing 3 a 5 cm)
15-90 cm-mv	humusarme, lichte klei (droog)	15-80 cm-mv: matig intensief, tot \varnothing 4 cm
90-120 cm-mv	idem met gley	80-100 cm-mv: extensief, fijn tot \varnothing 0,5 cm 100-120 cm-mv: geen

Grondwaterkenmerken:

Gley: 90 cm-mv

Reductie: - cm-mv

Grondwater: - cm-mv



Boom 6

Noordoostzijde, 0 tot 65 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-25 cm-mv	humeuze, lichte klei	0-40 cm-mv: matig intensief, tot \varnothing 2 cm
25-120 cm-mv	humusarme, lichte klei	40-70 cm-mv: matig intensief, tot \varnothing 5 cm
		70-120 cm-mv: extensief, tot \varnothing 1,5 cm

Grondwaterkenmerken:

Gley: - cm-mv

Reductie: - cm-mv

Grondwater: - cm-mv

**Opmerkingen:**

- boom is jonger dan de meeste andere, ca. 22 jaar;
- wortelgestel is fijner;
- bodem voelt tot 120 cm-mv zeer droog.

Boom 7

Oostzijde, 170 tot 210 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-20 cm-mv	humeuze, lichte klei	intensief, tot zwaar (ø 1x8/1x9/1x10 cm)
20-50 cm-mv	humusarme, lichte klei	matig intensief, tot ø 2 cm
50-80 cm-mv	licht humeuze, lichte klei	50-70 cm-mv: matig intensief, tot ø 0,5 cm
80-120 cm-mv	idem met gley	70-120 cm-mv: geen

Grondwaterkenmerken:

Gley: 80 cm-mv

Reductie: - cm-mv

Grondwater: 85 cm-mv



Op de bodem van de sleuf schittert het grondwater.

Boom 8

Zuidzijde, 195 tot 235 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-30 cm-mv	humeuze, lichte klei	0-20 cm-mv: intensief, tot \varnothing 10 cm
30-50 cm-mv	humusarme, lichte klei	20-50 cm-mv: matig intensief, tot \varnothing 2 cm
50-70 cm-mv	idem met gley	50-80 cm-mv: extensief, tot \varnothing 0,5 cm
70-85 cm-mv	idem met gley/grondwater	

Grondwaterkenmerken:

Gley: 50 cm-mv

Reductie: - cm-mv

Grondwater: 85 cm-mv



Boom 9

Zuidoostzijde, 200 tot 240 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-40 cm-mv	humeuze, lichte klei	intensief, tot \varnothing 3,5 cm
40-75 cm-mv	humusarme, lichte klei	40-80 cm-mv: extensief, fijn tot \varnothing 0,5 cm
75-100 cm-mv	idem met gley	80-100 cm-mv: geen

Grondwaterkenmerken:

Gley: 75 cm-mv

Reductie: - cm-mv

Grondwater: 100 cm-mv



Boom 10

Noordzijde, 170 tot 210 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-30 cm-mv	humeuze, lichte klei	0-50 cm-mv: intensief, tot \varnothing 3 cm
30-70 cm-mv	humusarme, lichte klei	50-70 cm-mv: matig intensief, tot \varnothing 2 cm
70-100 cm-mv	idem met gley	70-100 cm-mv: extensief, tot \varnothing 1 cm
100-125 cm-mv	idem met gley/reductie	100-125 cm-mv: geen

Grondwaterkenmerken:

Gley: 70 cm-mv

Reductie: 100 cm-mv

Grondwater: 125 cm-mv



Boom 11

Noordoostzijde, 170 tot 210 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-15 cm-mv	humeuze, lichte klei	intensief, tot \varnothing 4 cm
15-50 cm-mv	humusarme, lichte klei	intensief, tot \varnothing 2 cm
50-85 cm-mv	idem met gley	matig extensief, tot \varnothing 1,5 cm
85-90 cm-mv	idem met gley/reductie	geen

Grondwaterkenmerken:

Gley: 50 cm-mv

Reductie: 85 cm-mv

Grondwater: 90 cm-mv



Boom 12		
Zuidzijde, 170 tot 210 cm van de stamvoet		
Diepte	Bodem	Beworteling
0-50 cm-mv	humeuze, lichte klei	zeer intensief, tot \varnothing 8 cm)
50-84 cm-mv	licht humeuze, lichte klei met gley	matig extensief, tot \varnothing 2 cm
>84-cm-mv	idem, gereduceerd	
Grondwaterkenmerken:		
Gley: 50 cm-mv		
Reductie: 84 cm-mv		
Grondwater: 84 cm-mv		
		

Boom 13

Zuidzijde, 140 tot 180 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-20 cm-mv	humeuze, lichte klei	matig intensief, tot zwaar (ø 15 cm)
20-50 cm-mv	humusarme, lichte klei	matig intensief, tot ø 2 cm
50-84 cm-mv	idem met gley	extensief, tot ø 1 cm
84-105 cm-mv	idem met gley/reductie	geen
>105 cm-mv	idem, gereduceerd	

Grondwaterkenmerken:

Gley: 50 cm-mv

Reductie: 84 cm-mv

Grondwater: 105 cm-mv



Bij de pijl een zware wortel van ø 15 cm.

Boom 14

Noordwestzijde, 180 tot 220 cm van de stamvoet

Diepte	Bodem	Beworteling
0-30 cm-mv	matig humeuze, lichte klei	0-20 cm-mv: intensief, tot zwaar (ø 11 cm)
30-70 cm-mv	humusarme, lichte klei	20-70 cm-mv: matig extensief, tot ø 1 cm
70-90 cm-mv	idem met gley	70-90 cm-mv: matig extensief, tot ø 4 cm
90-115 cm-mv	idem met gley/gereduceerd	90-115 cm-mv: geen

Grondwaterkenmerken:

Gley: 70 cm-mv

Reductie: 90- cm-mv

Grondwater: 115 cm-mv

