

Stabiliteitsonderzoek twee volwassen iepen

→ Meeuwenlaan en Hoofdweg
Amsterdam

Colofon

Rapportage

Kenmerk klant	AI 2021-0134-049
Projectnummer	PRPOA25-00220-049
Datum	11 december 2025
Status	Definitief

Contactpersonen

ir. [REDACTED] (ETT)	Onderzoeker/auteur	d.degoederen@piusfloris.nl
[REDACTED] (ETT)	Onderzoeker	
[REDACTED]	Collegiale toets	



Opdrachtgever

Naam	Gemeente Amsterdam - Verkeer en Openbare Ruimte
Contactpersoon	[REDACTED]
Adres	Weesperplein 8
Postcode	1018 XA
Plaats	Amsterdam

Opdrachtnemer

Pius Floris Onderzoek & Advies
Postbus 75103
1070 AC Amsterdam
Nederland
Telefoon: 088-4262882
Web: www.piusfloris.nl
E-mail: pfoa@piusfloris.nl
KvK: 34116505
IBAN: NL84RABO0376173467

Inhoudsopgave

1. Inleiding	2
2. Onderzoeksmethode	3
3. Onderzoeksresultaten	4
3.1 Stadsdeel Noord	4
3.2 Stadsdeel West	5
4. Conclusie en advies	6
4.1 1091645 - Meeuwenlaan	6
4.2 1021220 - Hoofdweg 115	6
Bijlagen	
analyse trekproef Meeuwenlaan	
analyse trekproef Hoofdweg	

1. Inleiding

Als onderdeel van deelopdracht 49 van het contract trekproeven van de gemeente Amsterdam is een stabiliteitsonderzoek bij twee monumentale bomen uitgevoerd: in de Meeuwenlaan (stadsdeel Noord) en aan de Hoofdweg (stadsdeel West). De aanleiding is de significante scheefstand van beide volwassen Hollandse iepen (*Ulmus x hollandica* 'Belgica').



Figuur 1.1 boom 1091645 (voorgond) in de Meeuwenlaan (hoek Albatrospad)



Figuur 1.2 boom 1021220 voor Hoofdweg 115

Doelstelling

Het onderzoek is uitgevoerd om te bepalen of de stabiliteit van de bomen in het geding is. Het doel is het vaststellen van de stabiliteit en/of duurzaam behoud mogelijk is. Op basis van de onderzoeksresultaten is een conclusie getrokken en is een advies geformuleerd over de te nemen maatregelen.

Situatie

De gekandelaberde, scheve iep 1091645 staat in een recent aangelegde plantstrook (voorheen boomspiegels tussen stoeptegels) langs het recent gerenoveerde fietspad en de rijbanen van de Meeuwenlaan. Het hoge wooncomplex van het Albatrospad vormt sinds 2006 een hoge gevel aan de noordwestzijde van de bomenlaan waarlangs de wind kan versnellen. De scheefstand van de onderzochte iep, maar ook van de twee nevenstaande generatiegenoten is in noordoostelijke richting. Dit komt overeen met de heersende windrichting (zuidwest).

De scheve iep 1021220 staat aan een ontsluitingsweg waarbij de scheefstand in oostelijke richting haaks over de rijbaan is richting de Nickeriestraat. Hier komen de heersende windrichting (west) en de scheefstand exact overeen. In het fietspad aan de trekzijde is het wortelstelsel al 40 cm omhoog gekomen.

De plaatselijke abiotische (wind) en antropogene (bebouwing) omgevingsfactoren zijn meegenomen in de berekening van de veiligheidsfactor (zie bijlage voor de analyses).

2. Onderzoeksmethode

De boomtrekproef richt zich op de analyse van windbelasting, waarbij aan de hand van een proefbelasting de buiging van de stam en kanteling van het wortelstelsel worden gemeten. Door deze meetwaarden te extrapoleren kan een bezwijkmoment worden berekend. De procedure richt zich daarom op de twee meest voorkomende vormen van instabiliteit: stambreuk en windworp.

De boomtrekproef is gebaseerd op de vraag of de windbelasting gedurende een windstoot kritieke deformatie (vervorming) van de marginale houtvezels of de verankering van de wortelkluit veroorzaakt. Daarom wordt er ook rekening gehouden met de houteigenschappen.^[1] Het proces van windworp met verschillende boomsoorten en groeiplaatsaspecten is in talrijke proeven vastgelegd.^[2]

Als een stam in de wind beweegt strekken de houtvezels aan de trekzijde en worden de vezels aan de duwzijde samengedrukt. Deze spanning kan worden gemeten met gevoelige apparatuur, de elastometer genaamd. Onder belasting buigen de stabiliteitswortels vlakbij de stam, waardoor de stam en de gehele wortelplaat in staat zijn over te hellen. Gespecialiseerde hoekmeters (inclinometers) kunnen deze onzichtbare reactie/helling opmerken.^[2]

De breukveiligheid van de stam wordt bepaald door de spanning in de marginale houtvezels vast te leggen (elastomethode). Het kiepmoment van de wortelkluit kan worden bepaald door de helling van de wortelkluit te analyseren onder invloed van de toegepaste belasting (inclinomethode).^[2] De ArboStat software verwerkt de metingen van de krachtmeter, elastometers en inclinometers evenals algemene kenmerken zoals boomhoogte, stamdiameter, kroonoppervlakte en de hoek waaronder de last wordt toegepast.

De standaard veiligheidsfactor is 1,5 (is gelijk aan 150% veiligheidsmarge) om de windstoten tijdens een zomerstorm met windkracht 9 Beaufort (windsnelheid 32,5 m/s (117 km/u) = ondergrens 12 Bft) te kunnen doorstaan. Gemeente Amsterdam heeft veiligheidsfactor 1,4 als norm (voldoende) gesteld. De berekening gaat uit van een windbelasting tijdens het groeiseizoen (voor loofbomen), waarop de windweerstandsfactor is gebaseerd. De boomtrekproef is een momentopname, uitgevoerd op 26 november (Meeuwenlaan) en 5 december 2025 (Hoofdweg). De conclusies en adviezen zijn gebaseerd op het moment van opname.

Bij scheefstand ($\geq 15^\circ$) zullen andere krachten als gevolg van een overhangende kroonmassa bijdragen aan de hoekverdraaiing in de wind, vooral als de scheefstand haaks tot overeenkomend aan de heersende windrichting georiënteerd zijn. Bij een haakse scheefstand ten opzichte van de windrichting moet rekening worden gehouden met een torsie-momentum, naast het gebruikelijke momentum op het wortelstelsel dat wordt veroorzaakt door het buigen van de boom in de wind.

^[1] A. Detter, E. Brudi en F. Bischoff, 2005. Statics integrated methods: results from pulling tests in the past decades. Brudi & Partner TreeConsult, Gauting. ^[2] Zie L. Wessolly en M. Erb, 2016. Manual of tree statics and tree inspection, Patzer Verlag, Berlin-Hannover.

3. Onderzoeksresultaten

De iepen zijn onderzocht om eventuele instabiliteit te kunnen bepalen (kans op windworp of eventueel stambreuk). Per onderzochte boom zijn ook elastometers op de stam (-voet) gemonteerd. Het kantelen van het wortelstelsel is gemeten met meerdere inclinometers op maaiveldhoogte.

In de onderstaande tabellen staan de berekende basisveiligheidsfactor en de laagste veiligheidsfactor voor het wortelstelsel en de stam. Als de waardes lager zijn dan de gewenste veiligheidsfactor 1,5 (norm; zie paragraaf onderzoeksmethode) en lager dan de typische basiswaarde van (halfwas) stadsbomen 1,2 worden ze in rood (<1) of oranje (1-1,4) weergegeven. Alle resultaten zijn terug te vinden in de grafieken in de bijlage (zie *calculated tipping stability* voor de stabiliteit van het wortelstelsel (standvastheid) en *calculated fracture stability* voor breukveiligheid van de stam).

De basiswaarde toont de stabiliteit op basis van de theoretische windlastberekening. Deze waarde geeft de verhouding weer aan de hand van de boomhoogte, stamdiameter, kroonoppervlakte, krooneigenschappen en windprofiel. Hoe hoger dit getal ligt, hoe beter de boom theoretisch in balans staat (indicatie van stevigheid). Dit staat echter los van de werkelijke stabiliteit van het wortelstelsel en de stamvoet aan de hand van de meetgegevens. Wanneer de veiligheidsfactoren van wortels en stam onderling sterk verschillen en/of achter blijven ten opzichte van de basiswaarde is er (meestal) sprake van een afwijkende situatie.

3.1 Stadsdeel Noord

Tabel 3.1 Uitkomst boomtrekproef Meeuwenlaan

Boomnummer	Veiligheidsfactor					Bijzonderheden
	windlast kNm	torsie-moment kNm	basis	wortelstelsel	stamvoet	
1091645	132	23	6,1	1,0	4,9	gekandelaberd; 23° scheefstand

De iep is in het verleden gekandelaberd (~2016-2017). Op Google Street View is de scheefstand al sinds 2015 zichtbaar en dit is sinds het kandelaberen behoorlijk toegenomen. Het verwijderen van de totale bladmassa heeft wortelsterfte tot gevolg terwijl de kroon tijdens windstoten niet langer kan dempen en de natuurlijke frequentie van de boom als gevolg gewijzigd is (komt meer overeen met de windstoten). De huidige geringe standvastheid met veiligheidsfactor 1,0 (100%) is ondanks de geringe (ingenomen) kroonoppervlakte. De huidige scheutlengte is redelijk te noemen en dit betekent dat de windlast de komende jaren gaat toenemen, terwijl de standvastheid matig is en 40% achterblijft bij de norm (1,4).

De richting van de scheefstand (noordoost) komt overeen met een zuidwesterstorm maar omdat de boom in het verleden gekandelaberd is, is het effect van de overhangende kroonmassa gering. Het zwaartepunt van de stam zelf ligt echter wel buiten de positie van de stamvoet. De veiligheidsfactor is onvoldoende.

Bovendien, de iep resoneerde tijdens de eerste meting is de interpretatie (niet of nauwelijks tijdens de tweede test). Zowel de houtvezels gemeten door de elastometer (in de trekrichting geplaatst) als het wortelstelsel, gemeten door twee inclinometers (haaks op de trekrichting geplaatst) bewogen steeds afwijkender naarmate de kracht van de lier toenam. De elastometer registreerde vrij sterk schommelende spanning (toe- en afname). Beide inclinometers bewogen vooral met de lier mee terwijl er ook sterke dwars schommelingen waren (binnen de veiligheidsmarges). Dit wordt zelden waargenomen. De cadans van de lier is vermoedelijk overeengekomen met de eigen- of natuurlijke frequentie van de boom ($t \sim 2,5 \text{ sec} = 0,4 \text{ Hz}$). Het natuurlijke frequentiebereik van de meeste stadsbomen ligt op 0,25-0,65 Hz. De modelberekening kwam uit op een eigenfrequentie 0,59 Hz en dit is bijgesteld tot 0,4 Hz waardoor de uitkomst van de trekproef veiligheidsfactor 1,0 i.p.v. 1,1 wordt (zie bijlage).

3.2 Stadsdeel West

Tabel 3.2 Uitkomst boomtrekproef Hoofdweg 115

Boomnummer			Veiligheidsfactor			Bijzonderheden
	windlast kNm	torsie-moment kNm	basis	wortelstelsel	stamvoet	
1021220	248	82	3,3	1,3	2,8	16,5° scheefstand, inktzwammen

De stabiliteit van deze grote, scheve iep is gemeten met vier inclinometers en twee elastometers. De inclinometers aan de trekzijde, waar het wortelstelsel 40 cm omhoog gekomen is, geven de grootste uitslag. Er zijn [inktzwammen](#) aangetroffen tegen de stamvoet aan (duwzijde). Dit betekent dat deze saprotrofe schimmels op dode wortels of ondergronds hout groeien. Er zijn geen parasitaire schimmels zichtbaar.

De scheefstand van de iep richting het oosten is haaks op de rijbaan. Vanwege tramleidingen is het in principe niet mogelijk om de boom te testen in de richting van zowel de scheefstand als de heersende wind. Daarom is de trekproef richting het noorden uitgevoerd om enigszins overeen te komen met het scenario van een zuidwesterstorm. Het relatief grote torsie-moment zal vooral tijdens dit scenario kunnen voorkomen (of noordwesterstorm).

Omdat het effect van scheefstand (overhangende massa) met de trekrichting niet goed mogelijk is, ontstaat er een bepaalde onbetrouwbaarheid in de uitkomst van de trekproef. In verband met de twee onzekerheden is de norm voor deze boom verhoogt tot 2,0 (200%) in plaats van 1,4 (Amsterdamse norm). De berekende veiligheidsfactor 1,3 van het wortelstelsel (standvastheid) geldt voor loofbomen tijdens het groeiseizoen bij lagere windsnelheden (zomerstorm). Januari heeft gemiddeld de hoogste windsnelheden maar dan heeft de kroon minder weerstand en dit resulteert in een veiligheidsfactor van 1,4 gedurende de winter (norm 2,0). De veiligheidsfactor is in beide gevallen onvoldoende. Er is sprake van een verhoogd risico voor de omgeving tijdens een storm gedurende het hele jaar.

4. Conclusie en advies

→ 4.1 1091645 - Meeuwenlaan

Er is onvoldoende stabiliteit waardoor de boom in zijn huidige vorm niet gehandhaafd kan blijven (risicoboom). Er is sprake van een verhoogd risico voor de omgeving want binnen het valbereik liggen een fietspad en een rijbaan (scheefstand niet parallel maar diagonaal over de Meeuwenlaan).

Het opnieuw kandelabereren lost het probleem niet op omdat alle takken dan verloren gaan en als gevolg wortelsterfte op zal treden. Het recent uitnemen van de verharding en het creëren van een doorlopende plantstrook (groeiplaatsverbetering) komt te laat omdat er geen veiligheidsmarge meer is (veiligheidsfactor 1,0). De iep zal ongetwijfeld oppervlakkige wortels gaan vormen in de plantstrook, maar voordat dit effect heeft op de stabiliteit zal er minimaal 3 jaar nodig zijn, als het neerwaartse proces überhaupt nog af te remmen is, want de ernstige scheefstand kan niet afnemen. Dat is voor de veiligheid van de openbare ruimte niet acceptabel.

Advies: vellen. Urgentie: < 3 maanden.

→ 4.2 1021220 - Hoofdweg 115

Er is onvoldoende stabiliteit waardoor een maatregel noodzakelijk is (risicoboom). Als de boom valt neemt hij de gehele breedte van de Hoofdweg in. De boom vormt een verhoogd risico tijdens een storm (bijvoorbeeld in januari).

Advies: vellen. Urgentie: < 1 maand (vanwege de grote onzekerheid).

Een te overwegen alternatief is niet het innemen van de kroon, want dan gaat de demping verloren en treedt er wortelsterfte op (zie casus Meeuwenlaan).

Omdat er nog sprake is van een veiligheidsmarge is de te overwegen maatregel: uitdunsnoei 20% over de gehele kroon, een gespecialiseerde snoei voor volwassen bomen waarbij de kroonvorm nauwelijks wijzigt (omtrek neemt licht af), maar aan de buitenzijde takken selectief gedund worden met als resultaat een transparantere kroon. Hierdoor ontstaat tijdelijk (enkele jaren) minder windvang.

Urgentie: < 1 maand.

PS: het is mogelijk om direct na de snoei een nieuwe berekening van de veiligheidsfactor uit te voeren om het resultaat van de maatregel te kunnen bepalen. Naar verwachting levert dit een geringe toename van de veiligheidsfactor op. Aanvullend onderzoek met *tree motion sensors* (TMS) kan het mogelijk maken dat de natuurlijke frequentie, de demping en de windweerstandsfactor nauwkeuriger bepaald kunnen worden zodat deze waarden kunnen worden toegepast in het rekenmodel van de trekproef (ijking), zodat er minder onzekerheid is omtrent de veiligheidsfactor.

Het is echter zeer onverstandig deze maatregel (uitdunsnoei) uit te voeren zonder de groeiplaats te compenseren, want de stabiliteit zal moeten herstellen om de boom op lange termijn duurzaam te kunnen handhaven (**voorwaarde**). Het vergroten van de groeiplaats ligt hierbij voor de hand. De ruimte die gevonden kan worden is het laten vervallen van drie parkeerplaatsen aan de duwzijde van de boom waarbij het asfalt en de fundering verwijderd worden en er tenminste 10 kubieke meter extra groeiruumte ontstaat. Aan de trekzijde mag geen wortelschade ontstaan (!) en ook hier moet bekeken worden of een verbetering mogelijk is. Urgentie verruimen groeiplaats: < 3 maanden.

Tenslotte, als het bovenstaande gerealiseerd is, zal de stabiliteit periodiek onderzocht moeten worden (trekproef). Urgentie: < 1 jaar / jaarlijks voor de periode 2026-2028 (of volgens conclusie toekomstig onderzoek).

In het vertrouwen u hiermee voldoende te hebben geïnformeerd,
met vriendelijke groet,

Pius Floris Onderzoek & Advies

ir. [REDACTED], sr. boomtechnisch adviseur.