

Gemeente Den Haag
De heer C. van Doesburg
Postbus 12600
2500 DJ Den Haag

Datum	10 december 2021
Ons kenmerk	LL / IH / 311.5461
Onderwerp	Groeiplaatsonderzoek 37 bomen en verplantbaarheidsonderzoek 3 bomen aan de Laan v.d. Mensen- rechten te Den Haag

Op 16 en 17 november 2021 is door Terra Nostra een onderzoek uitgevoerd naar 40 bomen en hun groeiplaats aan de Laan van de Mensenrechten te Den Haag. Voor u ligt een verslag van de bevindingen.

Aanleiding

Aan de Laan van de Mensenrechten zorgen de aanwezige bomen voor wortelopdruk. Uit eerder boomtechnisch onderzoek in 2014 is gebleken dat de groeiplaatsen van de bomen onvoldoende groot zijn waardoor de overlast wordt veroorzaakt. In 2014/2015 zijn daarom bij 5 bomen maatregelen getroffen om de opdruk te verhelpen. Dit door de bodem bij huisnummers 30-66 met circa 10-15 cm op te hogen.

De gemeente en de bewoners hebben nu behoefte aan een structurele oplossing voor de wortelopdruk in de hele straat. De gemeente denkt onder andere aan herinrichting. Uit het onderzoek moet duidelijk worden, wat de oorzaak en omvang van de problematiek is. Verder welk perspectief er voor de bomen is in de huidige situatie en bij herinrichting.

Doel

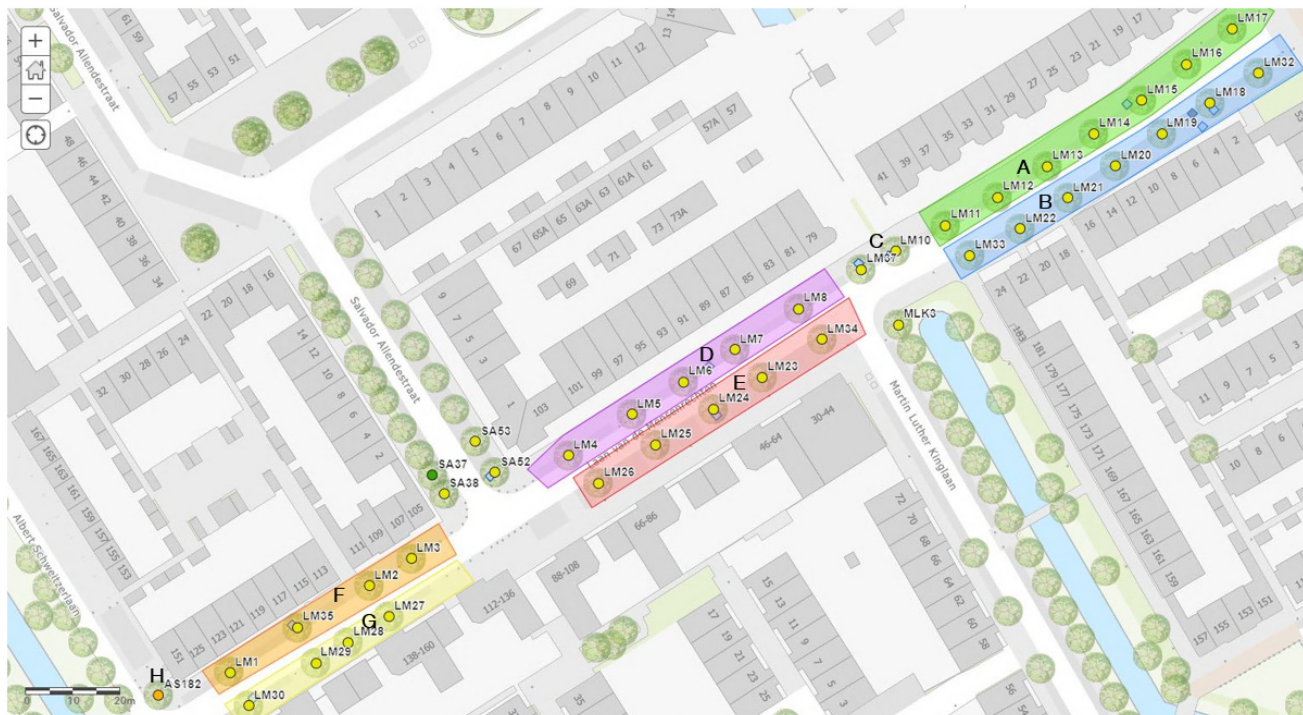
Uitgangspunt bij de herinrichting van de Laan van de Mensenrechten is dat de wortelopdruk minimaal 15 jaar moet worden voorkomen. De vraag is, of de huidige bomen kunnen worden gehandhaafd zonder dat deze schade toebrengen aan de omliggende woningen. Zo ja, aan welke voorwaarden het ontwerp van de herinrichting dient te voldoen om wortelopdruk en schade aan woningen voor minimaal 15 jaar te voorkomen. Verder moet bij 3 bomen de verplantbaarheid worden bepaald.

De volgende onderzoeksvragen zijn van toepassing:

1. Is er binnen het huidige wegprofiel voldoende ondergrondse ruimte beschikbaar om de bomen de komende 15 jaar te laten groeien? (wat hebben de bomen nodig?)
2. Wat zijn de gevolgen hiervan voor de omgeving van de bomen? (welke gevolgen zijn nu zichtbaar, en wat kan worden verwacht in de toekomst bij gelijkblijvende omstandigheden?)
3. Hoe kunnen, na de herinrichting, de wortelopdruk en schade aan woningen voor de komende 15 jaar worden voorkomen en welke maatregelen zijn hiervoor nodig? Met de herinrichting wordt het asfalt van de rijbaan vervangen door klinkerverharding. De gevolgen van deze aanpassing moet worden benoemd.
4. Kunnen 3 aangewezen bomen (LM10, LM37 en AS182) worden verplant?

Werkwijze

De 40 bomen zijn allemaal opgenomen in een digitale projectkaart (volgende pagina). In Bijlage 1 is een vergrote versie opgenomen.



Figuur 1: Overzicht projectgebied Laan van de Mensenrechten. Gekleurde stippen zijn de boompunten en komen overeen met de condities van de bomen: Groen normaal, geel verminderd, oranje sterk verminderd. Alleen boomhazelaars AS182 (linksonder) en SA38 hebben momenteel een levensverwachting van 10-15 jaar. Overige bomen hebben een levensverwachting van >15 jaar.

Alle bomen zijn visueel geïnspecteerd volgens de VTA methode. Per boom zijn o.a. boomgrootte, conditie, vitaliteit, boomspiegel afmetingen en mate van opdruk bepaald. De gegevens per boom zijn terug te vinden in bijlage 2 (tabel). Foto's van de bomen zijn bijgevoegd in een link.

Door bewoners gemaakte opmerkingen over ervaren overlast bij/door bomen zijn door Terra Nostra genoteerd voor zover relevant.

Er is bij het Kadaster een oriëntatieverzoek ingediend. Dit levert gegevens over ondergronds aanwezige kabels en leidingen op. De resultaten worden gebruikt om graafschades tijdens het onderzoek te voorkomen en de verplantbaarheid van bomen mede te bepalen.

Steekproefsgewijs is bij 8 bomen graafwerk verricht om bodem- en worteleigenschappen te bepalen. Bij 6 bomen is de grondradar ingezet, een apparaat dat het mogelijk maakt wortelstructuren op diverse diepten onder de verharding te kunnen zien. In bijlage 3 wordt de werking van het apparaat verder toegelicht.

Resultaten gemelde overlast

De bewoner van huisnummer 6 (vak B) geeft aan, ..*“dat circa 6 maanden geleden een huisaansluiting vanaf binnen de woning tot in het parkeervak voor de woning is vervangen. Dit naar aanleiding van een verstopping door boomwortels plus in pandige overstrooming van de riolering, welke eveneens een ‘sinkhole’ veroorzaakte direct buiten bij de voordeur. Er kwam een klein kind in de sinkhole terecht op het moment dat deze werd gevormd. Het kind kon eruit worden getrokken”*.

De bewoner van huisnummer 12 geeft aan, ...“dat hij 3 jaar geleden vuistdikke wortels uit de kruipruimte heeft verwijderd door deze weg te zagen. Er zijn nu geen sporen meer van te zien. Sindsdien heeft hij geen wortels meer verwijderd uit zijn kruipruimte”.

Er zijn aan de onderzoekers geen actuele, nog niet verholpen klachten gemeld over wortels in riolering of kruipruimten.

Bewoner van huisnummer 123 gaf aan, ...“vorige week ernstig te zijn gevallen ter hoogte van wortelopdruk in de straat”. Onduidelijk is, waar dit precies plaatsvond. De persoon vertoont tekenen van fysiek letsel.

Resultaten visuele boominspectie bovengronds

Onderstaand overzicht vat de voornaamste VTA onderzoeksresultaten samen. Details per boom zijn te vinden in bijlage 2. Boven maaiveld zijn geen gebreken aanwezig die in het kader van de boomveiligheid aandacht behoeven. Er zijn geen vaste rust – of verblijfplaatsen van fauna aangetroffen.

Vak/ID	Soort	Leeftijd	Conditie	Levensverwachting	Bijzonderheden
A	Plataan	50 jaar	Verminderd	>15 jaar	Ophoging 2014/2015
B		60 jaar			
C		40 en 18 jaar			
D		50 jaar			
E		50 jaar			
F	Honingboom	40 jaar	Sterk verminderd	10-15 jaar	
G		40 jaar			
H	Boomhazelaar	21 jaar			
SA37		18 jaar			
SA38	Zomereik	13 jaar			
SA53		28 jaar			
SA52		24 jaar			
MLK3	Esdoorn	40 jaar			

Tabel 1: samenvatting visuele beoordeling. Vakken C en H bevatten in totaal 3 bomen die moeten worden beoordeeld op verplantbaarheid.

In 2014/2015 heeft bij de platanen in vak E ophoging plaatsgevonden van de parkeervakken die aan weerszijde van de bomen zijn gelegen.

Resultaten visuele inspectie

Wortelopdruk

Er heeft per boom een inventarisatie plaatsgevonden om de ernst en omvang van wortelopdruk in kaart te brengen. Onderstaande tabel toont een overzicht. De opdruk is geclassificeerd aan de hand van door wortels veroorzaakte hoogteverschillen tussen aangrenzende verhardingselementen (b.v. tussen 2 tegels naast elkaar, of trottoirband versus tegel).



Foto 1. Links: Zeer ernstige opdruk bij plataan LM21 (huisnr. 16). Rechts matige opdruk van tegels (2-5 cm) in vak E.

Aanvullend is per boom het totale oppervlak geschat waarbinnen verharding vervormd is door wortel-opdruk. Dit is louter indicatief, waarbij plaatselijke verzakkingen door hoge verkeersbelasting/eerdere ontgravingen het beeld kunnen vertekenen.

Vak/ID	Boomsoort/ aantal aanwe- zig	Geen opdruk	Opdruk licht	Opdruk matig	Opdruk ernstig	Opdruk zeer ernstig	Gemiddelde oppervlakte opdruk/boom
		0 cm	<2 cm	2-5 cm	5-10 cm	>10 cm	
A	Plataan/7	Geen	Geen	2	3	2	19,7 m2
B	Plataan/7	Geen	Geen	Geen	2	5	25,8 m2
C	Plataan/2	Geen	Geen	1	1	Geen	9 m2
D	Plataan/5	Geen	Geen	2	3	Geen	20,2 m2
E	Plataan/5	Geen	3	1	Geen	1	10,4 m2
F	Honingboom/4	Geen	Geen	2	1	1	14,2 m2
G	Honingboom/4	Geen	Geen	Geen	2	2	17,7 m2
H	Boom hazelaar/1			1			2 m2
SA37	Boomhaze- laar/1		1				1 m2
SA38	Boomhaze- laar/1	1					0 m2
SA53	Zomereik/1			1			3 m2
SA52	Zomereik/1		1				5 m2
MLK3	Esdoorn/1		1				0,5 m2
Totaal	40	1	6	10	12	11	

Tabel 2: samenvatting resultaten beoordeling opdruk.

De opdruk op locaties B (platanen) en G (honingbomen) is als meest ernstig en omvangrijk beoordeeld. Boomspiegelmaten, opgenomen in bijlage 2, bieden in bijna alle gevallen onvoldoende ruimte voor actuele stamvoetafmetingen. Boomspiegelranden worden in de meeste gevallen opgedrukt of opzij gedrukt.

In vak E, waar in 2014/2015 is opgehoogd, is weer matige opdruk te zien in parkeerzones (2-5 cm).

Verplantbaarheid

Op basis van sterk verminderde conditie is boom AS182 bovengronds beoordeeld als zijnde niet verplantbaar. De boom zal het wortelverlies dat gepaard gaat met verplanten niet overleven. Er is hierom geen verder onderzoek verricht.

Op grond van bovengrondse kenmerken zoals kleine omvang, evenwichtige kroonopbouw, soorteigenschappen (plataan), conditie en vitaliteit zijn de bomen LM37 en LM10 beoordeeld als verplantbaar. Op grond van uitgevoerd bodem- en bewortelingsonderzoek komen de randvoorwaarden voor verplanting aan bod.

Resultaten en interpretatie bodemonderzoek

Hoogteverschil

Er is een hoogteverschil aanwezig in de straat. Bij de plataan met boomnummer LM17 (oostzijde projectgebied) is de maaiveldhoogte: 1,15 m +NAP. De maaiveldhoogte bij honingboom LM30 (westzijde): -0,1 m NAP. Aanwezige hoogteverschillen zijn van invloed op de resultaten van de grondwaterspiegelpositie ten opzichte van het maaiveld.

Inzet grondradar

Op 6 locaties aan de Laan van de Mensenrechten is de beworteling middels grondradar in beeld gebracht. Het gaat om bomen LM7, LM15, LM20, LM24, LM29 en LM35. De beworteling is middels een combinatie van cirkel- en lijnvormige scans in beeld gebracht. Bij alle gescande bomen is met zowel de 900 MHz als de 400 MHz antenne gewerkt.

De resultaten zijn per boom weergegeven in bijlage 4.

Visueel bodemonderzoek

Om het bodem- en bewortelingsprofiel in kaart te brengen zijn handmatig profielsleuven en grondboringen verricht. Op in totaal 11 locaties is de verharding opengelegd. Het betrof of één of meer locaties bij boomnummers LM15 (vak A), LM18 (vak B), LM 10 en 37 (vak C), tussen boom LM6 en LM7 (vak D), LM24 (vak E), LM35 (vak F), LM30 (vak G). Aanvullend is onderzoek gedaan bij SA52.

Onderstaande foto's geven een impressie van de aangetroffen situaties.

LM15 (Vak A) platanen



Foto 2. Links: graaflocatie bij plataan LM15 (voor huisnr. 21). Rechts: gestelwortels van de plataan drukken de trottoirband matig omhoog.

LM18 (vak B) plataan

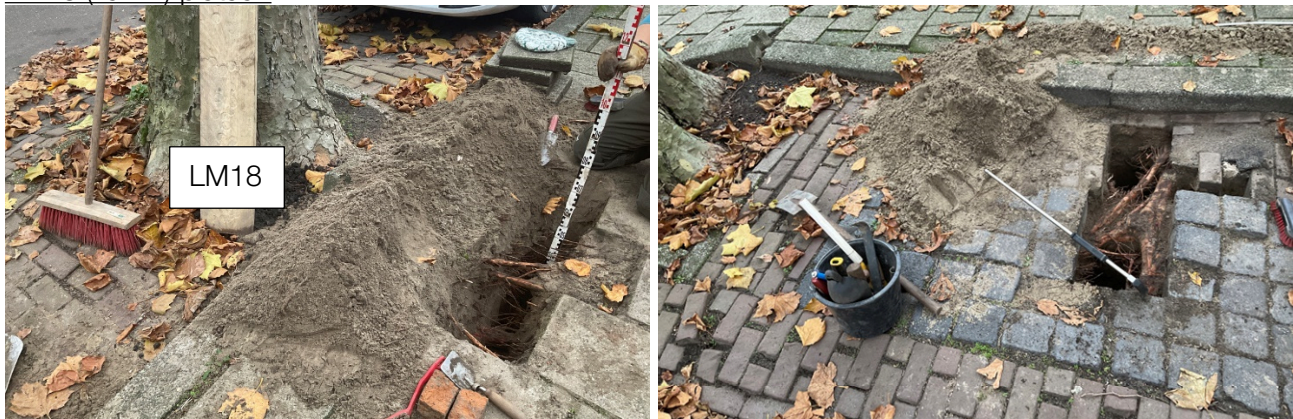


Foto 3. Links: graaflocatie bij plataan LM18 (voor huisnr. 2-4). Rechts: gestelwortels van de plataan direct onder de verharding van het parkeervak.

LM 10 en 37 (vak C) platanen



Foto 4. Links: graaflocatie bij plataan LM10 (nabij huisnr. 41). Rechts: alleen fijne wortels van de plataan aangetroffen, direct onder de verharding van het trottoir.



Foto 5. Links: graaflocatie bij plataan LM17 (nabij huisnr. 79). Rechts: de plataan wortelt met een intensieve mat direct onder de tegels.

Midden tussen boom LM6 en LM7 (parkeerstrook vak D) platanen



Foto 6. Links: graaflocatie bij blauwe hokje. Rechts: de platanen vullen de hele lengte op tussen boomposities met wortels.

LM24 (vak E) plataan



Foto 7. Links: graaflocatie bij blauwe hokje. LM24 is een plataan. Hier is in 2014-2015 opgehoogd met 15 cm. Rechts: wortels liggen nu hoog in het cunet en drukken tegels meer dan 2 cm omhoog (matige opdruk).

LM35 (vak F) honingboom



Foto 8. Links: graaflocatie honingboom LM35. Opdruk is >10 cm. Rechts: wortelbundel diameter 20x20 cm onder de opsluitband en hoog in het trottoir.

LM52 zomereik

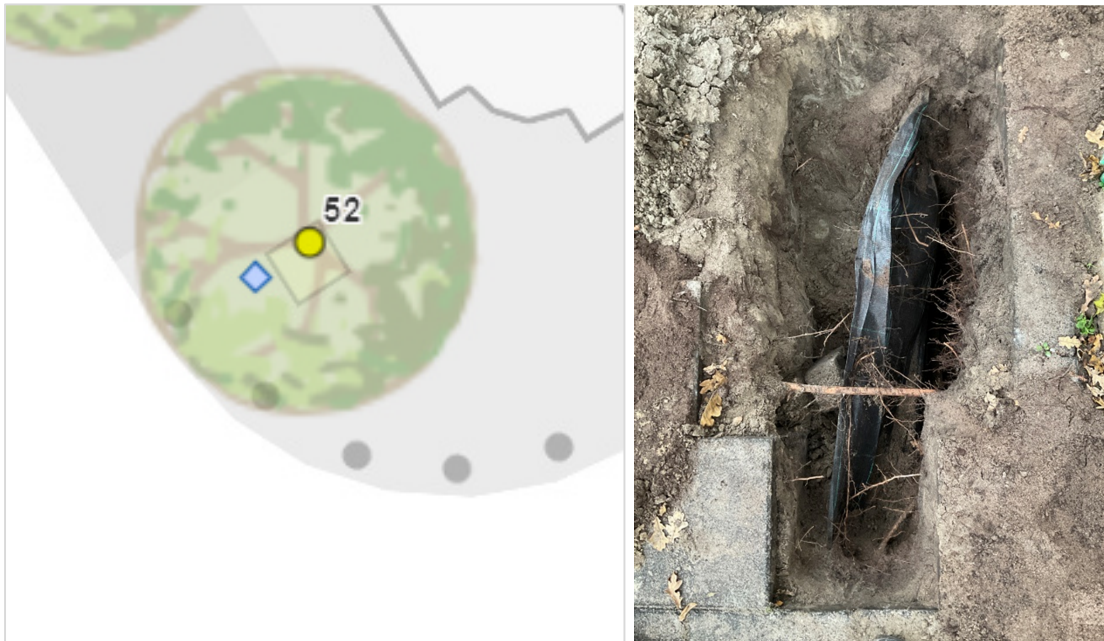


Foto 9. Links: graaflocatie bij blauwe hokje. Rechts: op circa 90 cm van de stamvoet is een wortelwerend doek aange- troffen. Aan boomzijde van het doek (rechts van de sleuf) is op 0-110 cm diepte matig humeus zand aanwezig. De boom heeft egaal verspreid over deze diepte wortels gevormd met een diameter van 1-10 mm.

LM30 (vak G) honingboom

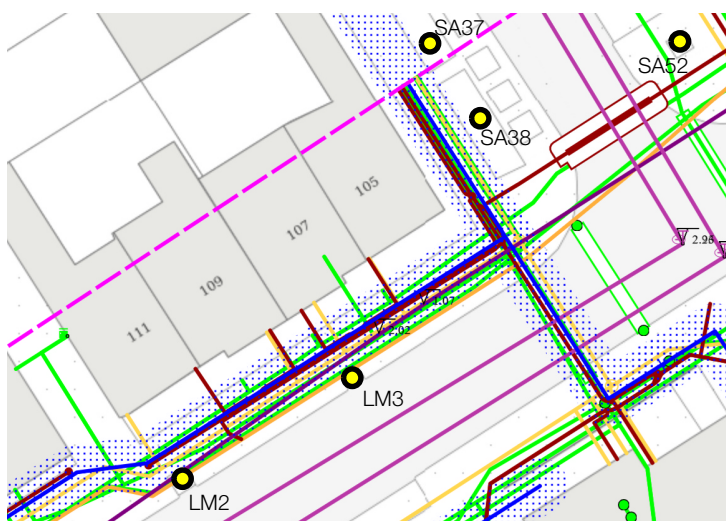


Foto 10. Links: graaflocatie bij blauwe hokje (in parkeervak). Rechts: in het parkeervak worden klinkers 5-10 cm omhoog gedrukt door gestelwortels van 8-10 cm doorsnee. Opdrukklasse: ernstig. De voegen van de klinkers zijn ruim: 4-6 mm, en gevuld met bladresten, hierdoor zwart gekleurd. Onder de klinkers is een laagje zwarte grond ontstaan op het gele duinzand. Er zijn regenwormen actief onder de klinkers. De boom neemt de voedingsstoffen uit de verterende bladmassa op door oppervlakkig en over grote lengte wortels te maken direct onder de verharding.

Kabels en leidingen

Bij het Kadaster is een oriëntatieverzoek ingediend met kenmerk 21O116066. De boomposities zijn digitaal vergeleken met de posities van kabels en leidingen. Over het algemeen kan worden gesteld:

- In vakken A, B, D, E, F en G zijn in bestaande parkeervakken (dus in de plantlijn) amper kabels en leidingen aanwezig. In trottoirs is een relatief hoge dichtheid aan kabels en leidingen.
- Honingbomen LM2 en LM3 staan in het trottoir, waar ook een hoge dichtheid aan kabels en leidingen is. Zie onderstaande figuur.



Figuur 2: Posities bomen LM2 en LM2 ten opzichte van kabels en leidingen. Boomposities bij gele stippen.

Samenvatting bodem- en beworteling platanen vak A, B, D en E

Bij aanplant lijkt te zijn voorzien in een plantgat van circa 1,8 x 1,8 m, waarin kennelijk een compost door duinzand heen is gemengd tot een diepte van circa 1 m. Bomen wortelen intensief in en buiten het oorspronkelijke plantgat, waarbij horizontale afstanden van 6-10 m overbrugd worden door volwassen bomen. Dit met name onder parkeervakken en trottoirs en tot aan gevels van panden. Uit bewonersmelding komt naar voren, dat wortels via riolering of kruipruimte de gevellijn incidenteel passeren en zodoende langer kunnen zijn dan 10 m (vak B, huisnr. 6 en 12).

Net buiten de plantgaten wortelen de bomen in een bodem die bestaat uit zeer humusarm tot humusloos duinzand vanaf onderkant verharding tot aan de grondwaterspiegel op 130-140 cm diepte. Aan de bovenkant van de bodem in parkeervakken, spoelt organische massa zoals verterend blad naar het onderliggende cunet door de ruime voegen van de keienverharding (circa 4-6 mm brede voeg). Dit geeft een zwarte kleur aan de bovenste cm van het cunet.

Vooraf in de eerste 30 cm van de bodem is een belangrijk deel van de platanenbeworteling aanwezig. De meeste wortels komen voor in het bodembereik tot 10 cm diepte. Worteldiameters aan de oppervlakte zijn regelmatig 10-15 cm. Bundels van dit formaat wortels komen ook voor, zeer ernstige opdruk van verharding (>10 cm) is dan doorgaans te zien.

Bij plataan LM 24 (voor huisnummer 50-58, vak E) is dit beeld afwijkend. Er heeft hier in 2014-2015 ophoging met circa 10-15 cm plaatsgevonden, om plaats te bieden aan hoog gelegen wortels. Momenteel blijkt uit radargegevens en bij het openleggen van de bestrating, dat sinds de ophoging wortels zijn gevormd in het verhoogde cunet, die nu een diameter hebben van 1-35 mm en verantwoordelijk zijn voor matige opdruk (2-5 cm).

Van 30 cm tot circa 60 cm diepte neemt de beworteling verhoudingsgewijs af bij de bomen waardoor dit de minst bewortelde laag is. Vanaf 60 cm neemt de hoeveelheid wortels weer toe met de meeste tot 90 cm diep. De grondradar en het graafwerk tonen wortels tot aan het grondwater op 1,3 m. -mv. Onder de rijweg is wortelaanwezigheid gedetecteerd, echter ligt het zwaartepunt van het wortelvolumen duidelijk onder de parkeervakken en het voetpad.

Samenvatting bodem- en beworteling platanen vak C

Bomen LM10 en LM37 zijn onderzocht door profielsleuven te graven ter hoogte van de beoogde kluitmaat bij verplanting en in de profielsleuven een grondboring te doen. Ter hoogte van de profielsleuven werd zeer sterke verdichting vastgesteld vanaf 20 cm -mv. en dieper. Wortels bleken alleen aanwezig in de bovenste 5 cm van de bodem, direct onder de tegels. Dieper werden geen wortels aangetroffen. Er werd bij een andere boom van een vergelijkbare stamdiameter een derde profielsleuf gegraven, om de opbouw van de oorspronkelijke plantgaten te achterhalen zoals gebruikelijk is toegepast in deze omgeving. Dit is gedaan bij boom SA52, een zomereik.

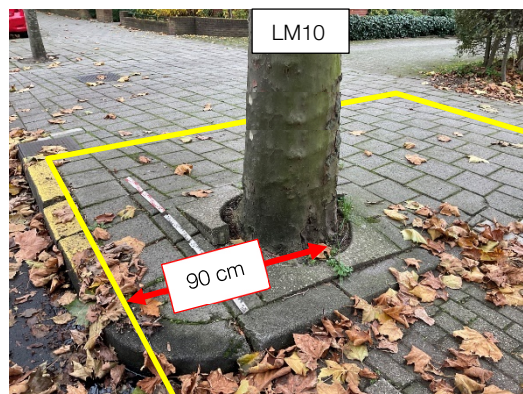
Enkele gegevens samengevat:

Vak/ID	Soort	Ø Stam	Positie sleuf	Afstand tot hart boom	Aangetroffen
C/LM10	Plataan	40 cm	zuidwest	165 cm	Duinzand, geel van 0-150 cm, grijsverkleuring bodem op 150 cm diepte. Wortels zeer intensief aanwezig in bovenste 5 cm. Diameters zijn 1-10 mm. Van 5-25 cm diepte extensieve beworteling, eveneens 1-10 mm doorsnee. Van 25-200 cm diepte: geen wortels.
C/LM37		18 cm	noordwest	75 cm	Duinzand, wortels zeer intensief aanwezig in bovenste 5 cm. Diameters zijn 1-20 mm. Van 5-20 cm diepte extensief. Van 20-100 cm diepte: geen wortels.
SA52	Zomereik	24 cm	zuidwest	70-110 cm	Antiworteldoek op 90 cm van het stamvoethart. Deze scheidt het oorspronkelijke, opgevoerde plantgat van kabels in de duinzandbodem erbuiten. Wortels zijn matig intensief aanwezig tot een diepte van 110 cm, en zijn 1-10 mm doorsnee. Dieper neemt de intensiteit van beworteling af.

Tabel 3: samenvatting resultaten bodem en beworteling LM10, LM37 en SA52.

De combinatie van bovenstaande resultaten uit visuele inspectie, grondradar en profielsleuven geeft aan dat de platanen LM10 en LM37 verplantbaar zijn. Te verwachten is bij beide bomen een grillige, en gelaagde vormgeving van de mee te nemen kluit bij verplanting. Mee te nemen kluit hoogte is circa 110 cm.

Door de positie van boom LM10 nabij de rijbaan (hart van de stamvoet is op 90 cm van de trottoirband) is, is een asymmetrische kluitvormgeving te voorzien omdat er



amper wortels onder het wegdek zullen zitten . De mee te nemen kluitomvang van LM10 heeft een indicatieve doorsnee van 3,5-4,0 m, te bepalen in het werk.

Bij LM37 moet men rekening houden met een kluitoppervlak van 1,5 x 1,5 m.

Kabels en leidingen

Er is een eis voorzorgsmaatregel bij uitvoering van graafwerkzaamheden van toepassing. Het gaat om het belang 'water' van netbeheerder Dunea.



Figuur 3: Posities bomen LM37 en LM10 ten opzichte van kabels en leidingen. Boomposities bij gele stippen. Met blauwe kaders zijn rond de bomen indicatieve maten van verplantkluiten weergegeven.

Op basis van de geregistreerde posities van belangen, zijn er in de verplantkuit (150 x 150 x 110 cm) van boom LM37 geen kabels en leidingen te verwachten.

Ten zuidwesten van boom LM10 is op circa 0,85 m van het hart van de stamvoet een gietijzeren aardgasleiding aanwezig, doorsnee 274 mm. De leiding is van Stedin Netbeheer BV. Stedin legt dit type leiding doorgaans aan op 80 cm diepte ('Stedin Criteria Kabels en Leidingen': www.stedin.net/kabelsen-leidingen). De locatie van de gasleiding is binnen de beoogde kluit bij verplanting. De kabel ligt naar verwachting in een laag intensieve beworteling (blijkt uit algemeen beeld grondradar van 60 tot 90 cm diepte). Het scheiden van de gasleiding van de mee te nemen kluit is specialistisch werk, maar lijkt op voorhand mogelijk door de losse samenstelling van het duinzand en werkruimte die kan worden gemaakt aan zuidwestzijde van de boom.

Samenvatting bodem- en beworteling honingbomen

Oorspronkelijke plantgaten van de bomen zijn ook hier opgewaardeerd zoals bij de platanen. De bomen zijn ook hier volwassen, en hebben het plantgat reeds decennia geleden met hun wortels verlaten. In de bodem komen ook bruine zandlagen voor, en wordt hier en daar veen aangetroffen op circa 1 m diepte.

Over het algemeen is rondom de stamvoeten met name in de eerste 15 cm een (zeer) sterk ontwikkeld wortelpakket aanwezig. De wortelontwikkeling van de honingbomen is sterk in de eerste 30 cm onder het voetpad en de parkeerstrook. Er komen onder de trottoirband en het trottoir gestelwortelbundels voor, die een gezamenlijke diameter kunnen hebben van circa 20x20 cm.

Direct onder de rijweg is beworteling minimaal aanwezig. Dit beeld zet zich in de diepte voort waarbij onder de rijweg het aantal worteldetecties sterk beperkt blijft. De beworteling onder het voetpad en langspaarkeervakken is in de laag 30-60 cm beperkt maar neemt in de laag 60-90 cm weer toe. Het bewortelingsprofiel is vergeleken met de platanen extensiever, wat passend is bij het bewortelingsgedrag van honingbomen.

Bomen wortelen tot aan het grondwater op circa 1 m - mv.

Analyse

De bomen hebben een doorgaans verminderde conditie, te zien aan afnemende scheutlengtevorming. Er is bij geen van de platanen of honingbomen een duidelijk verminderde vitaliteit vastgesteld. Snoeiwonden en oppervlakkige beschadigingen aan stamvoeten worden op normale wijze overgroeid. Gebreken en afwijkingen in het kader van boomveiligheid werden niet vastgesteld, er is geen sprake van achterstallig onderhoud. De bomen hebben zich toe nu toe kunnen handhaven, te verwachten is dan ook dat ze dit langer dan 15 jaar kunnen blijven doen.

De bomen maken met hun wortels gebruik van het grondwater, er is daarom sprake van een 'contactprofiel'. Voor de te voorziene boomontwikkeling is dit van belang. Een grove vuistregel is, dat bomen van de eerste grootte zoals platanen en honingbomen, per jaar 0,3 tot 0,5 m³ aan doorwortelbare ruimte nodig hebben voor optimale groei. Dit in de situatie dat er sprake is van een contactprofiel (Handboek Bomen 2018, p. 27). Hierbij geldt, dat wanneer de bomen zijn aangewezen op schrale groeiplaatsen, zoals het duinzand in de Laan van de Mensenrechten, een veel groter volume aan bodem moeten aanspreken om aan voldoende voedingsstoffen en mineralen te komen. Duidelijk is, dat de bij aanleg ingerichte voedzame groeiplaatsen relatief klein zijn geweest, minder dan 4 kubieke meter per boom. Met de vuistregel in gedachten, was dat bodemvolume hooguit voldoende voor circa 8-10 jaar. Met een boomleeftijd van circa 50 jaar, is af te leiden dat de bomen al sinds circa 40 jaar op zoek zijn gegaan naar alternatieve voedingsbronnen (organische stof). Deze zijn gevonden buiten het plantgat, in voortuinen maar ook direct onder omliggende parkeerplaatsen en trottoirs.

De opdruk wordt veroorzaakt doordat de bovenste bodemlaag (0-20/30 cm) een relatief lage verdichting kent, een hoog zuurstofgehalte en een voedingsbron. Het gaat om blad- en schorsresten, die in verkleinde vorm tussen de voegen van met name de oude parkeerstroken door spoelen en in het doorwortelde cunet terechtkomen. Diktegroei en wrijvingsreactie van worteloppervlak met verharding, maken dat tegels en banden steeds verder worden opgedrukt. Een toename van opdruk is gedurende de resterende levensduur van de bomen te voorzien, waarbij de opdrukklasse opschuift naar een ernstiger vorm. Te voorzien is ook, dat in de komende jaren vaker wortels zullen worden aangetroffen in kruipruimten van woningen. Dit is het eerste te verwachten ter hoogte van vak B, waar ook de eerste melding werd opgetekend. Verder is het zo dat (huis)-aansluitingen van riolering aantrekkelijk zijn voor bomen. In het geval van lekkages in dit buizenstelsel, al dan niet veroorzaakt door verzakkingen, ouderdom/slijtage of werkzaamheden, zullen de bomen onherroepelijk met hun wortels binnendringen. Vanuit boomtechnisch perspectief, is niet te voorzien dat wortels actief lekkage veroorzaken in gave buizen en waterdichte, intacte koppelstukken.

In vak E, waar in 2014/2015 ophoging werd toegepast om opdruk te verhelpen, wordt duidelijk dat tegels alweer meer dan 2 cm worden opgedrukt. Dit dus binnen een tijdsbestek van circa 6-7 jaar. De toename aan doorwortelbaar volume door ophogen is beperkt geweest tot enkele kubieke meter per boom, en bestond voor zover te achterhalen uit schraal duinzand.

De wortelmasse en -diameter die hoog in de bodem wordt aangetroffen in vakken A, B, C, D, E, F en G heeft inmiddels ook een grote stabiliteitsfunctie ontwikkeld. In het licht van boombehoud, is de oppervlakkige wortelmasse onmisbaar voor groeiprocessen en stabiliteit van de boom. Het afzetten van dit type wortels leidt tot acuut verminderde boomstabiliteit en conditioneel verval. De snoeiwonden aan wortels vormen invalspoorten voor hout-parasitaire schimmels die binnen enkele jaren houtrot kunnen geven en daarmee boomstabiliteit verder verminderen.

Doordat de meeste dunne opnamewortels zich op grote afstand en verspreid van de stamvoet bevinden, zijn groeiplaatsverbeteringen in de directe omgeving van de stamvoet niet effectief als compenserende maatregel voor wortelverlies of het vergroten van doorwortelbare ruimte.

In vak B (platanen) is de opdruk als meest omvangrijk en meest ernstig beoordeeld in de straat. Dit valt samen met klachten over in riool en kruipruimte aangetroffen wortels. De urgentie van ingrijpen is hier het hoogst. Vakken G (honingbomen) en A volgen daarna.

Boomhazelaars AS182 en SA38 hebben nu een levensverwachting van minder dan 15 jaar, en zullen wortelschade die gepaard gaat met een eventuele herinrichting of verplanting niet verdragen door matige tot slechte vitaliteit.

Verplanten bomen

Plataan laat zich als soort goed verplanten, eventueel ook zonder voorbereiding. Plataan ML10 heeft als aandachtspunten de gasleiding in de kluit en de asymmetrische kluitvormgeving die zal ontstaan bij het opnemen van de kluit. Inpassing van een kluit van circa 3,5 x 3,5 x 1,1 / 4 x 4 x 1,1 m op een nieuwe locatie zal het beste gaan ter hoogte van vak E.

Bij plataan LM37 is plaatsing ter hoogte van andere huidige laanboomposities naar verwachting goed mogelijk doordat sprake is van een betrekkelijk kleine kluit (1,5 x 1,5 x 1,1 m).

Conclusie

De onderzoeksvragen beantwoord:

- 1. Is er binnen het huidige wegprofiel voldoende ondergrondse ruimte beschikbaar om de bomen de komende 15 jaar te laten groeien? (wat hebben de bomen nodig?)**
De platanen, honingbomen en de esdoorn MLK3 hebben de komende 15 jaar circa 15-20 kubieke meter bodem nodig om te voorzien in hun groeiprocessen. In de vakken A, B, C, D, E, F, G is deze ondergrondse ruimte beschikbaar, maar gesitueerd buiten het oorspronkelijke plantgat. De ophoging in vak E gaf een kleine toename aan doorwortelbaar volume per boom, welke momenteel opgebruikt raakt. Het resultaat is hernieuwde opdruk. Overige bomen SA38, SA53, SA52 en AS182 (vak H) hebben momenteel geleidelijk toenemende problemen met het betrekken van voldoende voedingsstoffen uit hun aangewezen groeiplaats. Ook voor deze bomen is bij aanplant niet voorzien in geschikte groeiruimte voor wortelontwikkeling de komende 15 jaar. De bomen zullen zich met wortels steeds sterker in het cunet ontwikkelen, op zoek naar alternatieve voedingsbronnen. Bij boom SA37 (boomhazelaar) en MLK3 (esdoorn) zijn de eerste 15 jaren geen ernstige problemen te voorzien doordat ze over voldoende bodemvolume kunnen beschikken in een plantvak.
- 2. Wat zijn de gevolgen hiervan voor de omgeving van de bomen? (welke gevolgen zijn nu zichtbaar, en wat kan worden verwacht in de toekomst bij gelijkblijvende omstandigheden?)**
Steeds meer wortelvorming in de bodemlaag 0-30 cm, onder parkeervakken en trottoirs. Toenemende wortelopdruk bij nagenoeg alle bomen, waarbij oneffenheden per jaar kunnen toenemen met 0,5 tot 1 cm. Samenvattend structureel aanwezige en toenemende wortelopdruk,

vaker incidenten met boomwortels die de gevelgrenzen passeren, ernstige overlast voor gebruikers van verhardingen (steeds verder afnemende begaanbaarheid).

- 3. Hoe kunnen na de herinrichting, de wortelopdruk en schade aan woningen voor de komende 15 jaar worden voorkomen en welke maatregelen zijn hiervoor nodig? Met de herinrichting wordt het asfalt van de rijbaan vervangen door klinkerverharding.**

Herinrichten met duurzaam boombehoud is voor de vakken A, B, C, D, E, F en G niet realistisch. Het vervangen van het asfalt voor klinkerverharding, geeft het risico op wortelgroei in het cunet waarop de tegels worden aangebracht. Er zijn voorzieningen noodzakelijk om het cunet af te schermen van wortelgroei indien bomen naast de rijbaan worden gebruikt. In de situatie dat oude bomen worden vervangen voor nieuwe, is het zaak per boom een goede, ruime groeiplaats te maken, afgestemd op de toe te passen boomgrootte en geplande boomlevensduur. De groeiplaats moet eveneens worden afgesloten van het te maken rijbaancunet. Daar zijn randvoorwaarden aan verbonden.

Ophoging van groeiplaatsen biedt bestaande bomen onvoldoende perspectief voor de komende 15 jaar als het gaat om verhardingsopdruk vermijden. Hierdoor resteert het vervangen van bestaande bomen in vakken A, B, D, E, F, en G en overige bomen SA52, SA53, SA38 en AS182.

Platanen LM10 en LM37 kunnen niet duurzaam worden behouden vanwege te klein bemeten groeiplaatsen en verwachte toename aan opdruk binnen 15 jaar.

Esdoorn MLK3 kan worden gehandhaafd met het inpassen van de stamvoet in het bestaande trottoir.

Boomhazelaar SA37 kan worden gehandhaafd zonder aanvullende maatregelen.

- 4. Kunnen 3 aangewezen bomen (LM10, LM37 en AS182) worden verplant?**

LM10 en LM37 kunnen onder randvoorwaarden worden verplant.

SA182 kan niet succesvol worden verplant. Door slechte vitaliteit wordt wortelverlies door verplanting niet verdragen.

Advies

Het advies is in eerste instantie gestoeld op het bereiken van een structurele oplossing voor de wortelopdruk gedurende 15 jaar. Op grond van de vastgestelde mate van opdruk en verwachte levensduur van bomen kan een prioritering worden aangebracht om maatregelen gefaseerd uit te voeren. Concessies die worden gedaan aan dit advies, leiden ertoe dat binnen 15 jaar een zekere mate van (herhaalde) opdrukproblematiek kan worden verwacht. Bij bomen die nu lichte opdruk veroorzaken (tot 2 cm hoogteverschil), is in 15 jaar toename naar ernstige opdruk (5-10 cm) realistisch.

Vervangen bomen en verbeteren groeiplaatsen

Advies is de bomen in vakken A, B, D, E, F en G en bomen SA52, SA53, SA38 en AS182 te gaan vervangen bij het uitvoeren van een herinrichting. Bij gefaseerde uitvoering starten met vakken B, G, A, F en E (in deze volgorde van prioriteit). Van belang bij herplant is de vraag of er weer 40 bomen op min of meer dezelfde locatie moeten terugkomen. Indien het antwoord ja is, bij soortkeuze van nieuwe aanplant opteren voor bomen van de tweede grootte, die bij volwassenheid een boomhoogte bereik van 8-15 m en een smalle habitus hebben. Indien wordt besloten tot minder bomen, kan er eventueel worden gekozen voor exemplaren die groter worden (>15 m hoog, eerste grootte zoals platanen) en hogere mate van functievervulling en kwaliteit kunnen bereiken. De plantafstand moet dan tussen bomen worden verruimd. Bewoners een stem geven in de soortkeuze.

Boomspiegelgrootte minimaal dimensioneren op 1,8 bij 1,8 m. Afhankelijk van de geplande boomlevensduur opteren voor het toepassen van een volume bomenzand, een draagkrachtig groeimedium dat onder RAG keurmerk moet worden betrokken. Per jaar dient voor bomen van de tweede grootte 0,3 m³

bomenzand beschikbaar te zijn. Concreet komt het bij een beoogde levensduur van bomen van 30 jaar, neer op circa 10 m^3 . Dit bomenzand is toepasbaar onder parkeerstroken en trottoir. Invullen in de bodem tot 20 cm boven de invloedssfeer van de grondwaterspiegel.

SA52 SA53 zomereiken (eerste grootte)

Indien er wordt gekozen voorlopig bomen te handhaven en later te vervangen, is er voor SA53 en SA52 de optie van het ophogen, zoals gedaan in vak E. Het zijn echter bomen in een trottoir dat doorloopt in de Salvador Allendestraat. Civieltechnisch is het laten ontstaan van een hoogteverschil met het noordelijker gelegen trottoir mogelijk niet acceptabel. Een structurelere oplossing is het vervangen van het huidige duinzand rond het plantgat voor bomenzand. Bij boom SA52 lijkt een oppervlak van $5 \times 2,4 \text{ m}$ beschikbaar tussen kabels en leidingen. Buiten het bestaande plantgat van $1,8 \times 1,8 \text{ m}$ is een aanvullende oppervlakte van circa 9 m^2 te verbeteren met bomenzand. Met een diepte van $0,9 \text{ m}$ is circa 8 m^3 in te brengen onder het trottoir en de parkeervakken ten noordwesten samen. Voldoende voor een redelijke groei gedurende meer dan 15 jaar. Bij boom SA53 kan op vergelijkbare wijze een oppervlakte van $8 \times 2,4 \text{ m}$ met bomenzand worden ingericht. Buiten het bestaande plantgat van $1,8 \times 1,8 \text{ m}$ is een aanvullende oppervlakte van circa 16 m^2 te verbeteren met bomenzand. Met een diepte van $0,9 \text{ m}$ is circa $14,5 \text{ m}^3$ in te brengen onder het trottoir en de parkeervakken aan weerszijden. Bij een verbruik van $0,5 \text{ m}^3$ per jaar, voldoende voor redelijke groei gedurende een periode van circa 30 jaar.

SA38 en AS182 boomhazelaars (eerste grootte)

Bij bomen SA38 en AS182 wordt geen ophoging geadviseerd omdat nu al te verwachten is dat ze binnen 15 jaar uitvallen en ophoging slecht zullen verdragen. Het vervangen van boom SA38 bij herinrichting wordt niet geadviseerd, door aanwezigheid van 3 afvalcontainers binnen $1,2 \text{ m}$ van de stamvoet. Er resteert dan ook voor de nieuwe boom te weinig bovengrondse ruimte. Boom AS182 kan bij herinrichting worden vervangen voor een nieuwe boom, nadat is voorzien in een goede groeiplaats in het trottoir. Hiervoor is tussen de kabels en leidingen een oppervlakte van circa 9 m^2 beschikbaar. Minus het huidige plantgatoppervlak van circa 3 m^2 , resteert een te verbeteren oppervlak van 6 m^2 . Het aanbrengen van bomenzand tot een diepte van $0,7 \text{ m}$ geeft een volume bomenzand van circa $4,2 \text{ m}^3$. Hiermee van een boom van de tweede grootte 12-15 jaar redelijke groei realiseren.

LM2 en LM3 (platanen)

Doordat LM2 en LM3 in kleine boomspiegels in het trottoir staan, nabij een grote dichtheid van kabels en leidingen, is het advies bij herinrichting geen bomen terug te planten op deze plekken.

Vakken A, B, C, D, E (platanen)

Ter hoogte van vakken A, B, C, D, E kan er tot een diepte van maximaal $0,9\text{-}1 \text{ m}$ worden ingevuld. Bij vakken F en G is dit $0,7\text{-}0,8 \text{ cm}$.

Praktisch is bomenzand het gemakkelijkst toepasbaar in bestaande parkeervakken doordat hier amper kabels en leidingen liggen. Bij vakken A, B en D is per boom circa 25 m^2 beschikbaar aan oppervlakte (boomspiegel plus parkeervakken aan 2 zijden). Het komt dan neer op $25 \times 0,9 = 22,5 \text{ m}^3$. Genoeg voor 50-70 jaar groei van bomen van de tweede grootte.

In vak E is in de rij circa 69 m^2 beschikbaar als wordt gerekend met een parkeervaklengte van 5 m en de gehele afstand tussen bomen wordt voorzien van bomenzand. Toepassing van bomenzand op beschreven wijze geeft een doorwortelbaar volume van $69 \times 0,9 = 62 \text{ m}^3$ per boom. Theoretisch voldoende voor groei van bomen van de eerste grootte gedurende afgerond 120 jaar. Bomen van de tweede grootte kunnen dan een theoretische leeftijd halen van 150-180 jaar.

Vakken F en G (honingbomen)

Bij vakken F en G wisselt momenteel de plantafstand tussen bomen. Als voorbeeld wordt een groeiplaatsberekening voor 2 bomen uitgeschreven. Bomen LM1 en LM 35 hebben samen 78m² aan parkeerstrook beschikbaar. Toepassing van bomenzand tot een diepte van 0,7 m geeft per boom de volgende rekensom: $78/2 = 39 \text{ m}^2$ per boom groeiplaatsoppervlak. $39\text{m}^2 \times 0,7 \text{ m} = 27,3 \text{ m}^3$ bomenzand per boom. Voor bomen van de tweede grootte voldoende voor circa 80 jaar.

Verplanten bomen

Omdat plataan een boom van de eerste grootte is, ligt hergebruik van de bomen LM10 en LM37 tussen geadviseerde kleinere soorten esthetisch gezien mogelijk niet voor de hand. In dat geval opteren voor verplaatsing naar alternatieve plantlocaties in de directe omgeving van de straat. Technisch gezien kunnen de 2 bomen worden ingepast in de straat. Dit na verwijdering van de huidige bomen.

LM37: bij herplaatsing in oorspronkelijk laanverband aan de Laan van de Mensenrechten dient de boom te worden geplaatst in bomenzand conform bovenstaande advies 'Vervangen bomen en verbeteren groeiplaatsen'.

LM10: indien de boom in de Laan van de Mensenrechten moet blijven: dan in vak E een groeiplaats creëren van minimaal 8 x 8 x 0,9 m. Afhankelijk van het herinrichtingsontwerp hiervoor overeenkomstig de oppervlakte parkeerplaatsen laten vervallen (circa 3 stuks) en de groeiplaats met bomengrond in te richten, te verwerven onder RAG keurmerk. Een alternatief voor bomengrond is het plaatsen van de boom in bomenzand. Dan is behoud van 1-2 parkeerplaatsen mogelijk.

Stabilisatie van de boom vergt mogelijk bovengrondse verankering, gedurende een periode van 3 jaar. De noodzaak hiertoe en de wijze waarop moet in het werk worden bepaald.

Afschermen cunet elementenverharding rijbaan

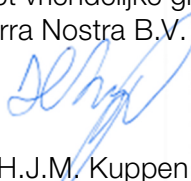
Het advies is het cunet van de rijbaan over de volle breedte en lengte te gaan inpakken in een geweven geokunststof. Een product hiervoor is TenCate Geolon PP100s. Dit is een alternatief voor een wortelscherm. Het is een biaxiaal (kruiselings) geweven geodoek, dat de standaard is voor wapening van wegfundering. Poriëgrootte is 200 micron, in combinatie met treksterkte van het materiaal is het sterk belemmerend voor wortelgroei. Verwerking is relatief eenvoudig en sneller dan het aanbrengen van een wortelscherm.

Op het Geolon een cunet van humusloos duinzand aanbrengen van 10-15 cm. Ter hoogte van wegrand of achter de opsluitbanden omhoog vouwen en direct boven de elementenverharding/opsluitband afsnijden. Hierdoor ontstaat een goed drainerende kuip van geodoek, waarbinnen het cunet wordt gescheiden van de omgeving eronder en ernaast.

Heeft u, naar aanleiding van deze rapportage, nog vragen of opmerkingen?

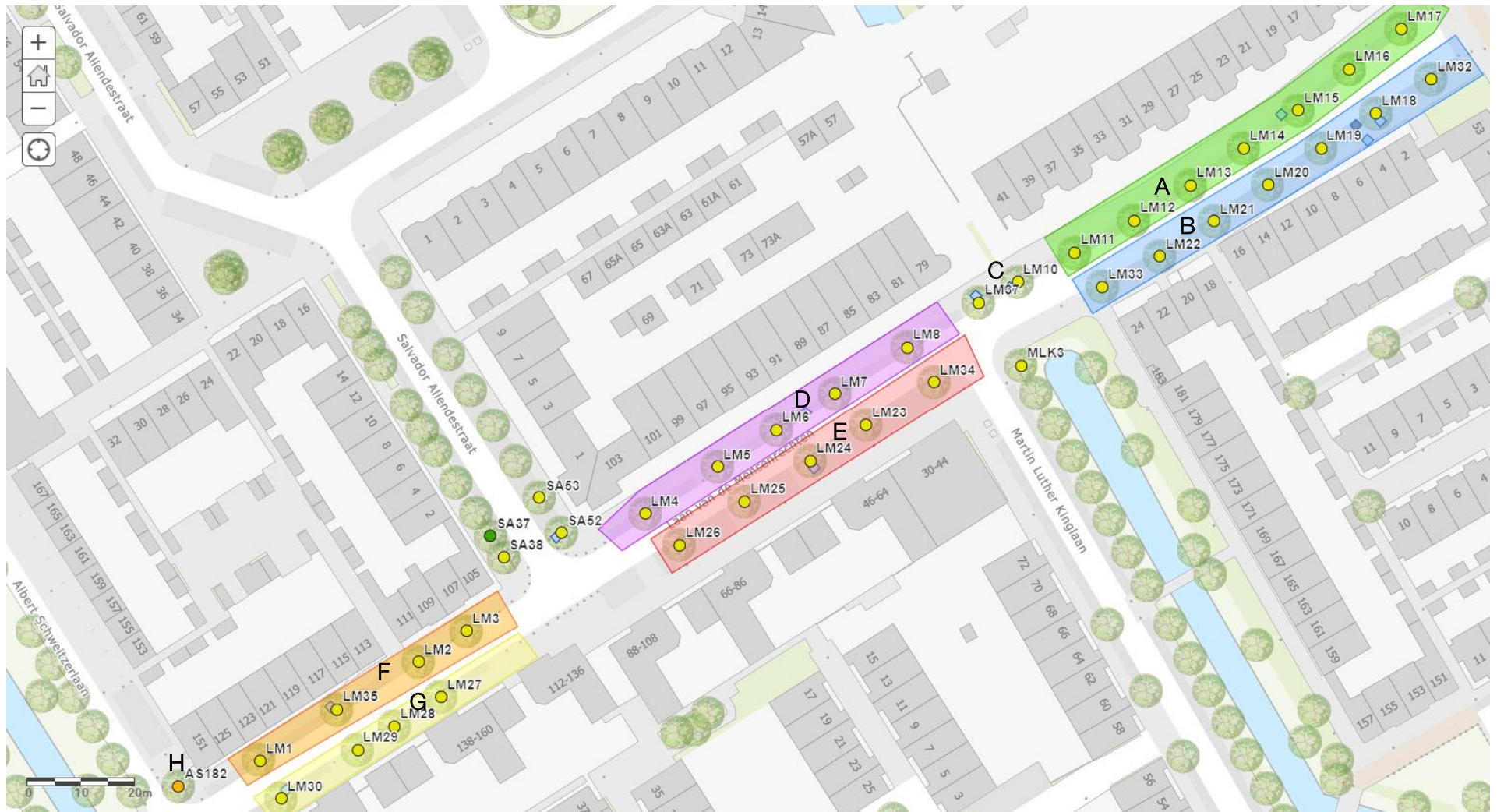
U kunt contact opnemen met Roel Geerts telefoonnummer 0184 – 69 89 93 of per e-mail info@terranostra.nu.

Met vriendelijke groet,
Terra Nostra B.V.



H.H.J.M. Kuppen
Directeur

BIJLAGE 1: SITUERING BOMEN, BOOMNUMMERS EN CONDITIE



BIJLAGE 2: BOOMGEGEVENS (EXCEL)

BIJLAGE 3: GRONDRADAR METHODIEK

Algemeen

De grondradar is een non-destructieve methode om het wortelgestel van bomen te visualiseren (Bassuk et al., 2011; Hruska et al., 1999; Stokes et al., 2002). De grondradar geeft zowel in open bodem als onder verharding de positie van beworteling op de centimeter nauwkeurig weer. De grondradar is inzetbaar bij groeiplaatsonderzoek (o.a. opdruk verharding of situatie met vervuilde grond), schadedetaxatie, Bomen Effect Analyses, verplantbaarheidsonderzoek en monitoren van wortelgroei.

Werkwijze

Het wortelgestel van een boom kan vanaf de stam geheel of gedeeltelijk in kaart worden gebracht aan de hand van lijnvormige scans, boogvormige scans of cirkelvormige scans. Tijdens het scannen wordt een elektromagnetische puls in de bodem gestuurd die reflecteert op water en metalen. Vanwege het relatief hoge vochtgehalte in wortels kunnen deze aan de hand van algoritmes uit de data worden gefilterd. De gevoeligheid van de radar wordt afgestemd op het bodemtype en vochtgehalte van de bodem. In onderstaande tabel is per antenne de scandiepte en worteldetectie weergegeven.



Antenne	Scandiepte	Worteldetectie
400 MHz	2-2,5 meter	Wortels vanaf 1,5-2,0 centimeter
900 MHz	1,0 meter	Wortels vanaf 1,0 centimeter of bundels fijnere wortels
1600 MHz	0,35 meter	Wortels vanaf 2-3 millimeter of bundels fijne wortels

Analyse meetgegevens

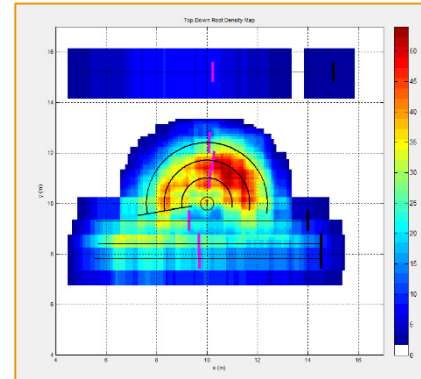
De in het veld opgenomen ruwe data wordt geanalyseerd met software die is afgestemd op het filteren van wortels vanuit de meetgegevens. Afwijkende signalen van stenen en metalen worden aanvullend handmatig geselecteerd en verwijderd uit de dataset. Tijdens de analyse wordt op basis van de reflectie een onderverdeling gemaakt in fijne, middelgrote en grote oppervlakken van worteldetecties. Uit elke scan is na analyse de locatie van worteldetecties en bewortelingsdichtheid af te lezen.

Bij meerdere boogvormige of cirkelvormige scans kan het oppervlak van worteldetecties afgezet worden tegen de afstand tot de boom, afwijkingen hierin duiden bijvoorbeeld op graafschade of wortelrot. Bij lijnvormige scans is dit niet mogelijk.

Presentatie

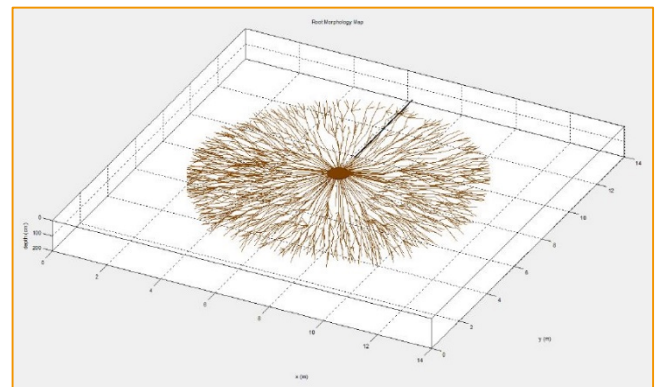
Per locatie worden de individuele scans samengevoegd waarna de resultaten kunnen worden gevisualiseerd in 2D presentaties. Dit kan zijn in een weergave van de daadwerkelijke worteldetecties of bewortelingsdichtheid waarbij een onderverdeling in 3 dieptezones kan worden gemaakt. De bewortelingsdichtheid wordt weergegeven in blauw, groen, geel en rood. Elke kleur geeft een bepaalde gradatie van worteldichtheid weer, uitgedrukt in het aantal wortels per meter. De hoogste worteldichtheid wordt weergegeven in rood.

Meerdere boogvormige of cirkelvormige scans kunnen worden vertaald naar een 3D weergave. De software bevat de exportfunctie van worteldetecties met scan lijnen naar een DXF-bestandsformaat voor toepassingen met CAD en GIS. Aan de hand van deze gegevens kan het effect van ruimtelijke ingrepen zeer goed worden gevisualiseerd.



Beperkingen - doorontwikkeling

Verzadigde en bodemtypes met een hoog klei gehalte verminderen de reflectie van weerkaatste radargolven waardoor wortels minder makkelijk worden gedetecteerd. Deze beperking geldt in het algemeen voor toepassing van de grondradar. Het indelen van worteldetecties in diameter-grootte is behalve de globale onderverdeling in fijn-middel-groot op dit moment nog niet mogelijk, dit onderzoek loopt nog. In combinatie met andere gebruikers levert Terra Nostra een bijdrage aan dit project.



BIJLAGE 4: RESULTATEN GRONDRADAR

Ten behoeve van de leesbaarheid zijn alleen de resultaten van de 900 mHz antenne weergegeven.

Van iedere scanlijn zijn de individuele worteldetecties gebundeld en per bodemlaag verwerkt in een kaart. Daarnaast zijn de worteldetecties omgerekend naar bewortelingsintensiteit per strekkende meter. De aangetroffen beworteling is in 3 bodemlagen weergegeven;

- zone 1, 0-30 cm;
- zone 2, 30-60 cm;
- zone 3, 60-90 cm;

In iedere overzicht zijn met zwarte lijnen de gelopen scanlijnen aangegeven. Het startpunt van de scanlijn is met een oranje dwarsstreep aangeduid. De positie van de boom is weergegeven met een omcirkeling van de letter 'T'. Aan de linker en onderzijde is de maatvoering in meters aangeduid. Rechts is met een schaalbalk de bewortelingsintensiteit aangegeven, waarbij blauw voor een lage intensiteit en rood voor een hoge intensiteit staat.

Resultaten gewone plataan voor huisnummer 12 (LM20)

De boom en de gelopen scanlijnen zijn op onderstaande foto weergegeven. Op de figuur daaronder zijn de worteldetecties en is de bewortelingsintensiteit voor de 3 diepte zones weergegeven.

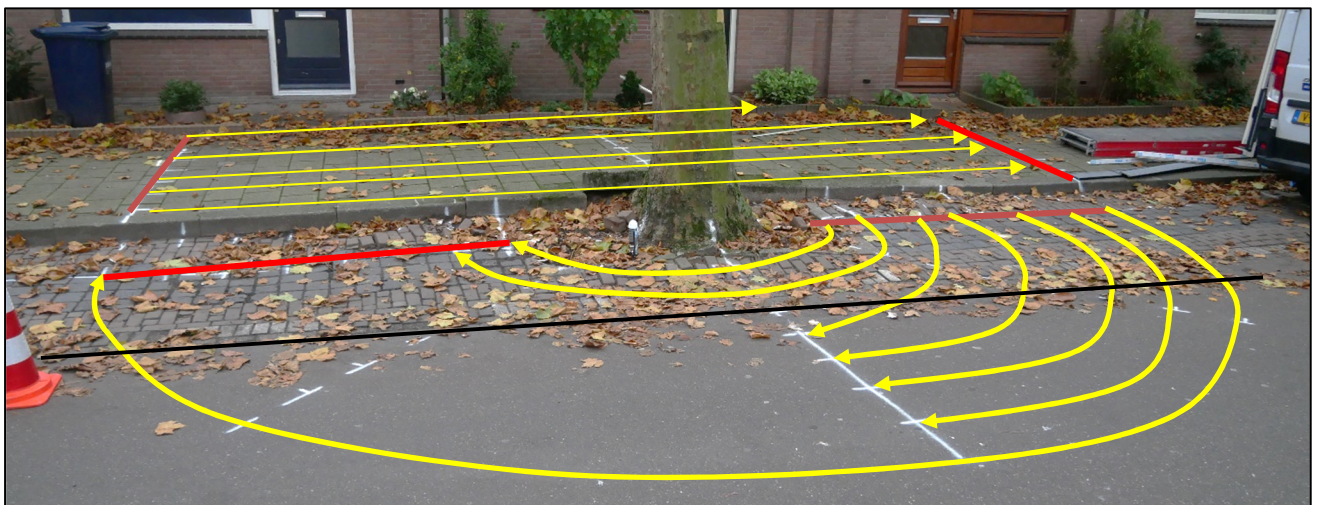
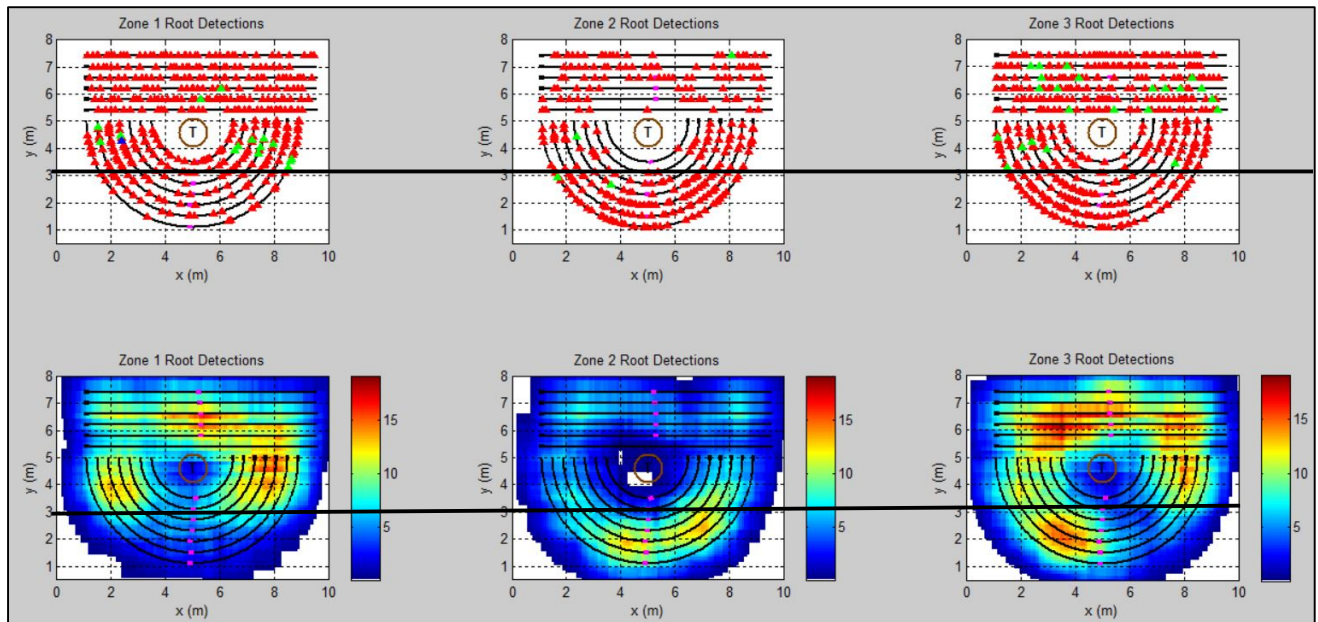


Foto A: Beeld van de gelopen scanlijnen bij de gewone plataan LM20. Met een oranje streep is het beginpunt van de scanlijnen en met een rode lijn het eindpunt aangegeven. De gele pijlen geven de scanrichting aan. Met een zwarte lijn is de overgang naar asfaltverharding weergegeven, deze lijn is op onderstaand figuur terug te zien.



Figuur A: Overzicht van de bodemlagen 0-30 cm (links), 30-60 cm (midden) en 60-90 cm (rechts). Boven zijn de individuele worteldetecties zichtbaar, waarbij kleine detecties met rood, middel detecties met groen en grote detecties met blauw zijn weergegeven. Onder is de bewortelingsintensiteit zichtbaar. Rood is een relatief hoge en blauw een lage worteldichtheid.

Interpretatie gegevens

De beworteling van deze plataan laat in de laag 0-30 cm een grote hoeveelheid detecties zien. Met name in de laag 0-10 cm zijn veel detecties aanwezig. Duidend op een sterk oppervlakkig aanwezige beworteling. Onder de rijweg is in de laag 0-30 cm nog maar beperkt beworteling aanwezig. Vanaf de laag 30-60 cm is hier duidelijk meer beworteling zichtbaar. De beworteling onder het voetpad is beperkt in de laag 30-60 cm. Vanaf 60-90 cm neemt het aantal wortels hier weer toe. In zijn algemeenheid is het een relatief extensief bewortelingspatroon. Het zwaartepunt van de beworteling bevindt zich onder de langsparkeervakken en het voetpad.

Resultaten gewone plataan voor huisnummer 21 (LM15)

De boom en de gelopen scanlijnen zijn op onderstaande foto weergegeven. Op de figuur daaronder zijn de worteldetecties en is de bewortelingsintensiteit voor de 3 diepte zones weergegeven.

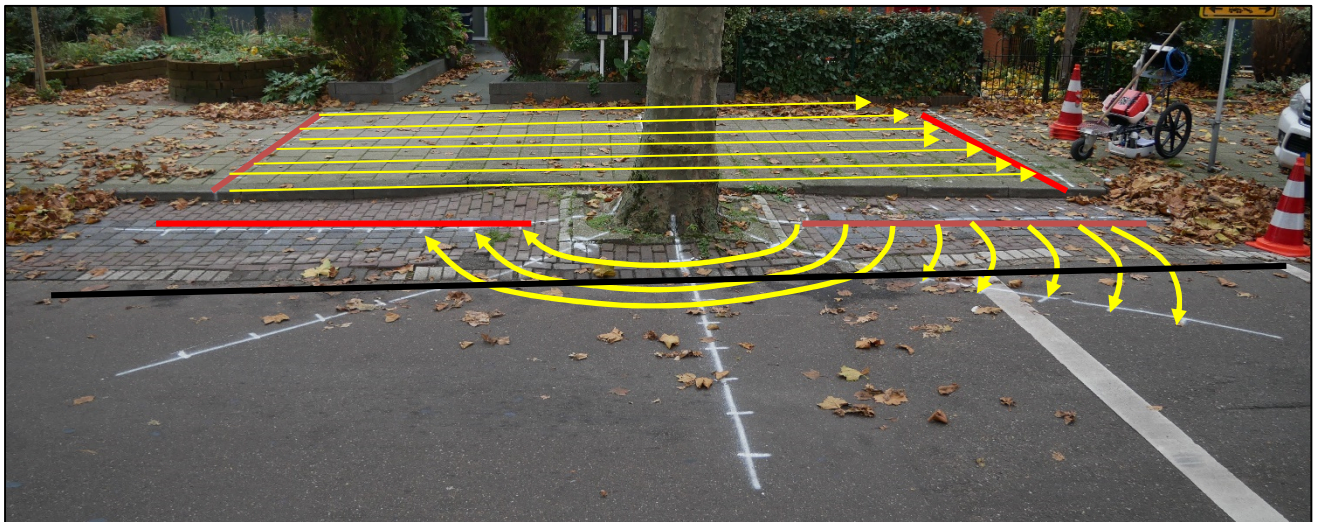
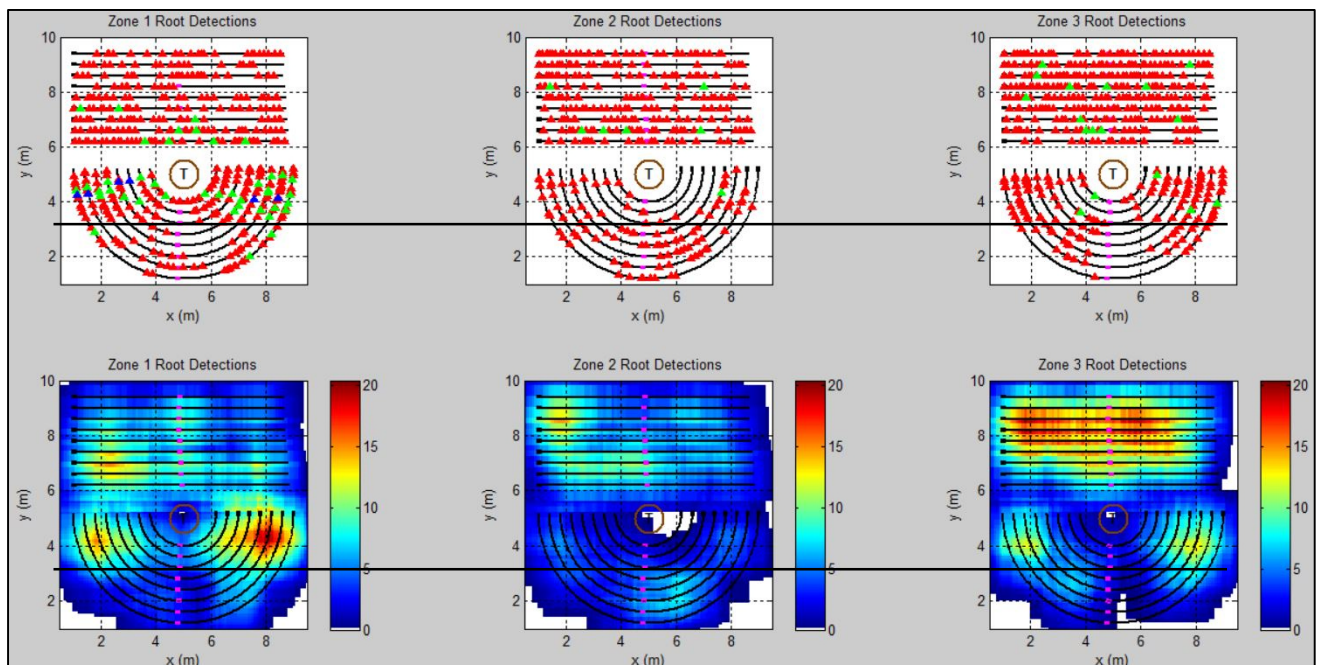


Foto B: Beeld van de gelopen scanlijnen bij de gewone plataan LM15. Met een oranje streep is het beginpunt van de scanlijnen en met een rode lijn het eindpunt aangegeven. De gele pijlen geven de scanrichting aan. Met een zwarte lijn is de overgang naar asfaltverharding weergegeven, deze lijn is op onderstaand figuur terug te zien.



Figuur B: Overzicht van de bodemlagen 0-30 cm (links), 30-60 cm (midden) en 60-90 cm (rechts). Boven zijn de individuele worteldetecties zichtbaar, waarbij kleine detecties met rood, middel detecties met groen en grote detecties met blauw zijn weergegeven. Onder is de bewortelingsintensiteit zichtbaar. Rood is een relatief hoge worteldichtheid en blauw een lage worteldichtheid.

Interpretatie gegevens

De beworteling is in de laag 0-30 cm sterk aanwezig onder de langsparkeervakken. Hier zijn de meeste detecties. De overige detecties zijn voornamelijk onder het voetpad maar zijn extensiever. De beworteling in de laag 30-60 cm is relatief extensief en voornamelijk onder het voetpad richting de voortuin van huisnummer 21. De intensiteit van de beworteling neemt in de laag 60-90 cm toe, met name richting de voortuinen en onder de langsparkeervakken. Onder de rijweg zijn beperkte detecties aanwezig.

Resultaten gewone plataan voor huisnummer 89 (LM7)

De boom en de gelopen scanlijnen zijn op onderstaande foto weergegeven. Op de figuur daaronder zijn de worteldetecties en is de bewortelingsintensiteit voor de 3 diepte zones weergegeven.

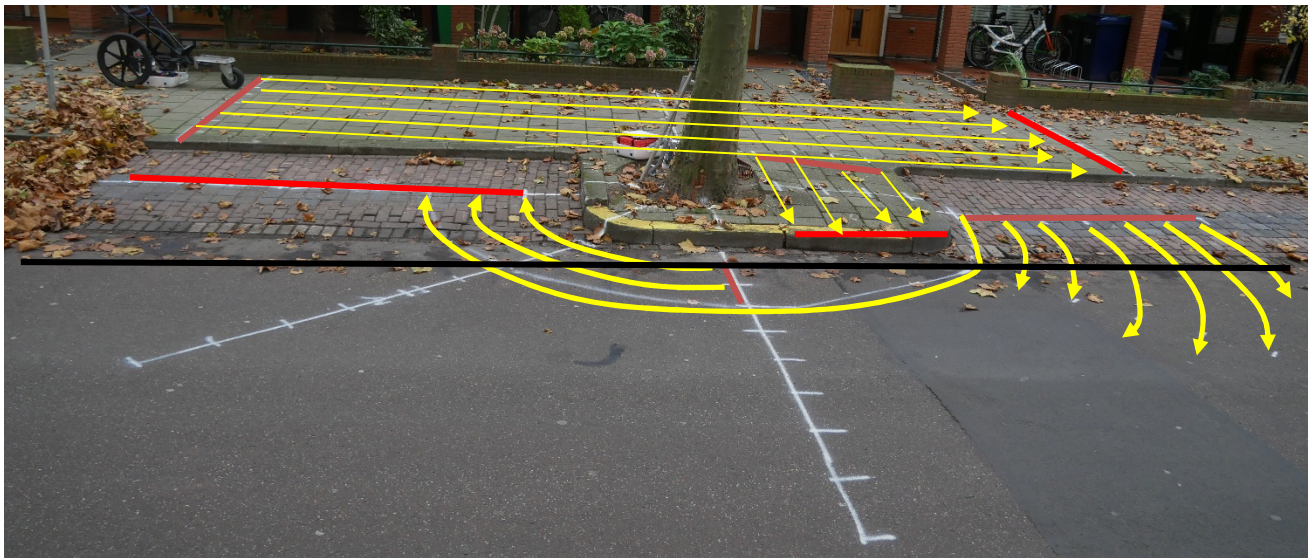
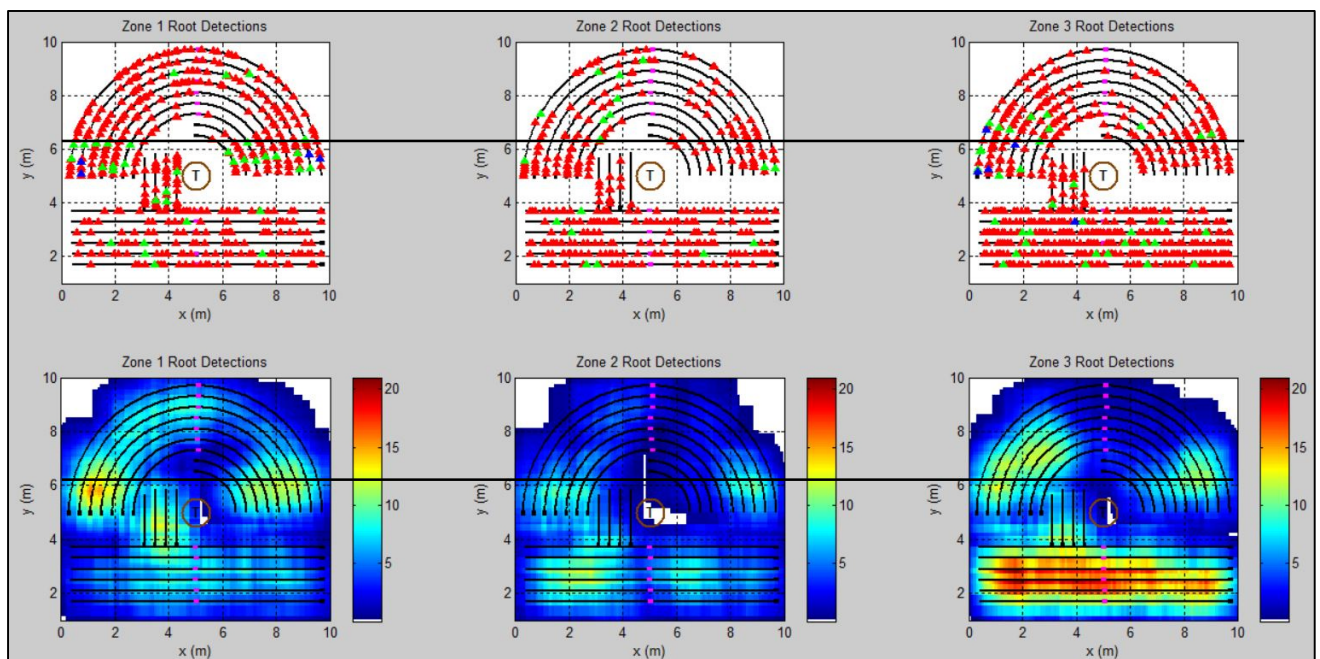


Foto C: Beeld van de gelopen scanlijnen bij de gewone plataan LM7. Met een oranje streep is het beginpunt van de scanlijnen en met een rode lijn het eindpunt aangegeven. De gele pijlen geven de scanrichting aan. Met een zwarte lijn is de overgang naar asfaltverharding weergegeven, deze lijn is in de resultaten hieronder terug te zien.



Figuur C: Overzicht van de bodemlagen 0-30 cm (links), 30-60 cm (midden) en 60-90 cm (rechts). Boven zijn de individuele worteldetecties zichtbaar, waarbij kleine detecties met rood, middel detecties met groen en grote detecties met blauw zijn weergegeven. Onder is de bewortelingsintensiteit zichtbaar. Rood is een relatief hoge worteldichtheid en blauw een lage worteldichtheid.

Interpretatie gegevens

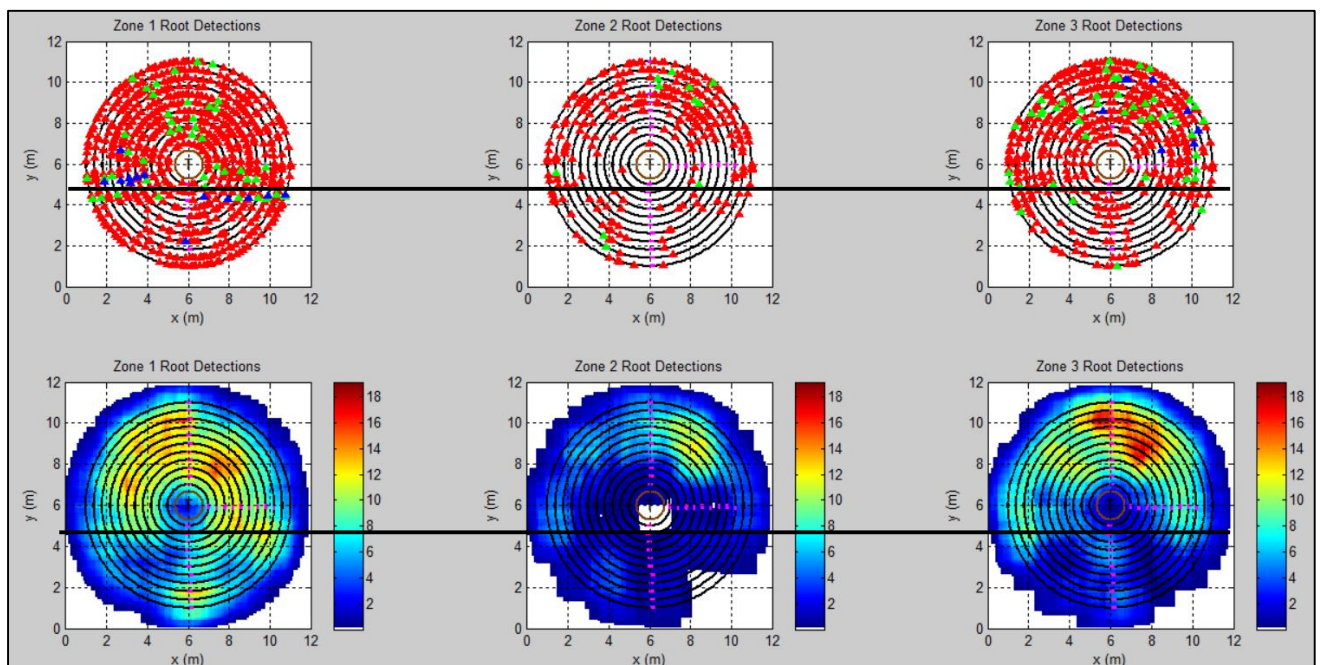
De beworteling is in de laag 0-30 cm het meest intensief onder de langsparkeervakken en direct naast de stamvoet. De meeste detecties bevinden zich in de laag 0-15 cm binnen deze laag. Duidend op een oppervlakkig onder de verharding ontwikkeld wortelgestel. De laag 30-60 cm laat relatief de minste beworteling zien. Wel is hier zichtbaar dat er onder het voetpad en langsparkeervakken de meeste detecties aanwezig zijn. De meeste detecties zijn in de laag 60-90 cm vastgesteld. Waarbij vooral richting de voortuinen de meeste wortels aanwezig zijn. Relatief gezien betreft het een extensief bewortelingspatroon.

Resultaten gewone plataan voor huisnummer 50-58 (LM24)

De boom en de gelopen scanlijnen zijn op onderstaande foto weergegeven. Op de figuur daaronder zijn de worteldetecties en is de bewortelingsintensiteit voor de 3 diepte zones weergegeven.



Foto D: Beeld van de gelopen scanlijnen bij de gewone plataan LM24. Met een oranje streep is het beginpunt van de scanlijnen aangegeven. De gele pijlen geven de scanrichting aan. Met een zwarte lijn is de overgang naar asfaltverharding weergegeven, deze lijn is op onderstaand figuur terug te zien.



Figuur D: Overzicht van de bodemlagen 0-30 cm (links), 30-60 cm (midden) en 60-90 cm (rechts). Boven zijn de individuele worteldetecties zichtbaar, waarbij kleine detecties met rood, middel detecties met groen en grote detecties met blauw zijn weergegeven. Onder is de bewortelingsintensiteit zichtbaar. Rood is een relatief hoge worteldichtheid en blauw een lage worteldichtheid.

Interpretatie gegevens

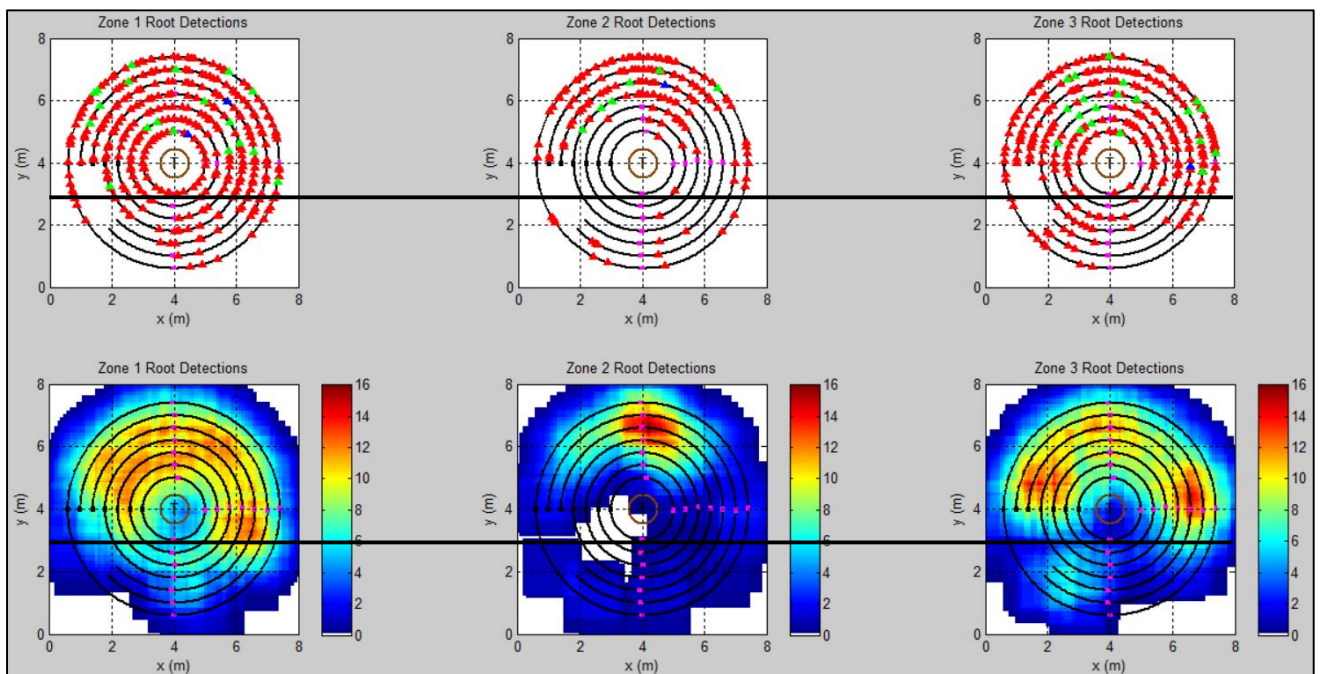
De meeste detecties zijn in de laag 0-30 cm aanwezig. Hierbij is onder de parkeerplaatsen de meeste worteldetecties aanwezig. Afwijkend van de andere gescande platanen is dat de meeste wortels niet in de laag 0-10 cm aanwezig zijn maar van 10-30 cm. De laag 30-60 cm laat relatief de minste worteldetecties zien. Vooral richting de woningen zijn de meeste worteldetecties aangetroffen. Dit beeld is ook in de laag 60-90 cm zichtbaar. Hier zijn relatief veel detecties richting de woningen zichtbaar. Aan de wegzijde is de intensiteit van de beworteling verhoudingsgewijs beperkt.

Resultaten honingboom voor huisnummer 162 (LM29)

De boom en de gelopen scanlijnen zijn op onderstaande foto weergegeven. Op de figuur daaronder zijn de worteldetecties en is de bewortelingsintensiteit voor de 3 diepte zones weergegeven.



Foto E: Beeld van de gelopen scanlijnen bij de honingboom LM29. Met een oranje streep is het beginpunt van de scanlijnen aangegeven. De gele pijlen geven de scanrichting aan. Met een zwarte lijn is de overgang naar asfaltverharding weergegeven, deze lijn is op onderstaand figuur terug te zien.



Figuur E: Overzicht van de bodemlagen 0-30 cm (links), 30-60 cm (midden) en 60-90 cm (rechts). Boven zijn de individuele worteldetecties zichtbaar, waarbij kleine detecties met rood, middel detecties met groen en grote detecties met blauw zijn weergegeven. Onder is de bewortelingsintensiteit zichtbaar. Rood is een relatief hoge worteldichtheid en blauw een lage worteldichtheid.

Interpretatie gegevens

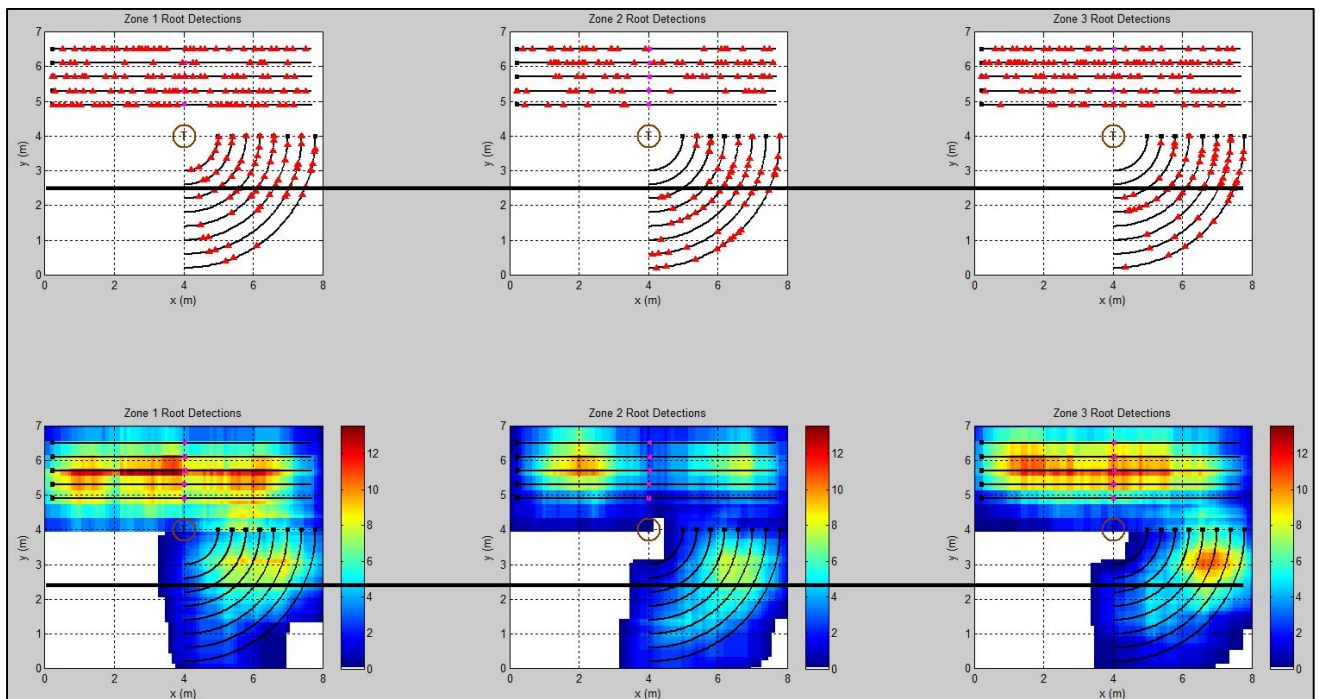
De beworteling is met name in de laag 0-30 oppervlakkig sterk aanwezig. In de ruwe beelden is met name in de laag 0-10 een groot deel van de detecties aangetroffen. Duidend op een oppervlakkig wortelgestel direct onder de verharding. In de laag 30-60 cm is met name richting de voordeur van huisnummer 162 een sterke aanwezigheid van wortels. In de rest van het gescande gebied is het aantal detecties beperkt. De beworteling in de laag 60-90 cm neemt weer toe, met name onder het voetpad, de rijweg heeft beperkte worteldetecties.

Resultaten honingboom voor huisnummer 117 (LM35)

De boom en de gelopen scanlijnen zijn op onderstaande foto weergegeven. Op de figuur daaronder zijn de worteldetecties en is de bewortelingsintensiteit voor de 3 diepte zones weergegeven.



Foto F: Beeld van de gelopen scanlijnen bij de honingboom LM35. Met een oranje streep is het beginpunt van de scanlijnen aangegeven. De gele pijlen geven de scanrichting aan. Met een zwarte lijn is de overgang naar asfaltverharding weergegeven, deze lijn is op onderstaand figuur terug te zien.



Figuur F: Overzicht van de bodemlagen 0-30 cm (links), 30-60 cm (midden) en 60-90 cm (rechts). Boven zijn de individuele worteldetecties zichtbaar, waarbij kleine detecties met rood, middel detecties met groen en grote detecties met blauw zijn weergegeven. Onder is de bewortelingsintensiteit zichtbaar. Rood is een relatief hoge worteldichtheid en blauw een lage worteldichtheid.

Interpretatie gegevens

De beworteling in de laag 0-30 is intensief onder zowel het voetpad als de langspaarkeerplaats. Onder de rijweg zijn beperkte detecties aanwezig. Dit beeld is ook bij de laag 30-60 aanwezig. In deze laag is de algehele hoeveelheid wortels minder in vergelijking met de laag 0-30 cm en de laag 60-90 cm. Verhoudingsgewijs betreft het een relatief extensief bewortelingspatroon.