

Identificatie van boomwortels

AUTEURS: KRISTIN MOLDESTAD EN OLVE LUNDETRÆ

VERTALING: BAS POUTSMA, UIT ARBORIST NEWS VOL 32 NR 4, AUGUSTUS 2023

Het kunnen identificeren van bomen aan de hand van wortels kan bijzonder nuttig zijn. Bijvoorbeeld bij graafwerkzaamheden in de buurt van verschillende bomen waarvan er enkele zeker behouden moeten blijven. Met eenvoudige hulpmiddelen kan iedere boomverzorger eigen onderzoek uitvoeren, zo blijkt uit de ervaringen bij het sparen van een eik in Noorwegen.

Dit artikel beschrijft hoe een missie om een eik te behouden is geëvolueerd in een groter onderzoek naar boomwortels. Het betreft de vraag of het mogelijk is de wortelsoort te identificeren met behulp van eenvoudige hulpmiddelen als een vergrootglas en een snoeischaar. Wij hebben ontdekt dat het mogelijk is om onderscheid te maken tussen wortels van boomsoorten en vonden dat wortels net zo divers zijn als bladeren en takken (Figuur 1).

De toegenomen kennis van wortels kan helpen om meer bomen te sparen bij bouwwerken

Door nauwkeurig de anatomie van de wortels te onderzoeken kunnen we subtiel verschillen identificeren. Dit maakt het mogelijk om wortels van verschillende boomsoorten te onderscheiden. Kennis van hoe wortels eruit zien en tot welke boomsoorten ze behoren, kan voor boomverzorgers behulpzaam zijn bij het maken van beslissingen. De toegenomen kennis van wortels kan helpen om meer bomen te sparen bij bouwwerken en de status en de wortelzone beter te definiëren. Dit artikel geeft een algemeen inzicht van hoe wortelanatomie varieert tussen soorten.



Figuur 1. Dwarsdoorsnede van wortels van twaalf verschillende boomsoorten. De diameter bedraagt 1 centimeter. De karaktertrekken van de wortels worden duidelijk wanneer ze worden onderzocht met een vergrootglas.

Het nut van identificatie van wortels

Het conserveren van bomen in bouwprojecten is een multidisciplinair proces. De beslissing om een boom te behouden zou vroeg in het planingsproces gemaakt moeten worden. Wortels kunnen ver voorbij de boomkroon groeien. Het is niet altijd mogelijk een boom te behouden als een proefsleuf wortels heeft blootgelegd in gebieden waar een sloot of een gebouw moet komen. In zulke gevallen is het nuttig om wortelsoorten te kunnen identificeren om belanghebbenden goed te kunnen informeren.

Graven bij een boom gebeurt vaak in de laatste fase van een project (Figuur 2). Elke verandering waarbij het ontwerp dan nog gewijzigd moet worden, is ongewenst door tijdsdruk en toenemende kosten. Als een boomspecialist die toezicht houdt bij graafwerkzaamheden wortels kan identificeren, wordt het makkelijker om de gevolgen van wortelschade op korte en lange termijn duidelijk te maken. Hoe meer wortelschade, hoe groter het risico dat een boom onstabiel wordt of wordt aangetast door schimmels. Identificatie ter plekke bespaart tijd en kan nuttig zijn bij het bedenken van manieren om bouwwerkzaamheden te wijzigen in het voordeel van de boom.



Figuur 2. Een sloot met wortels van verschillende boomsoorten. Het is moeilijk om zonder nader onderzoek te bepalen welke wortel bij welke boom hoort.



Figuur 3. Het idee voor het identificeren van boomsoorten op basis van wortel ontstond toen deze zomereik bewaard moest blijven.

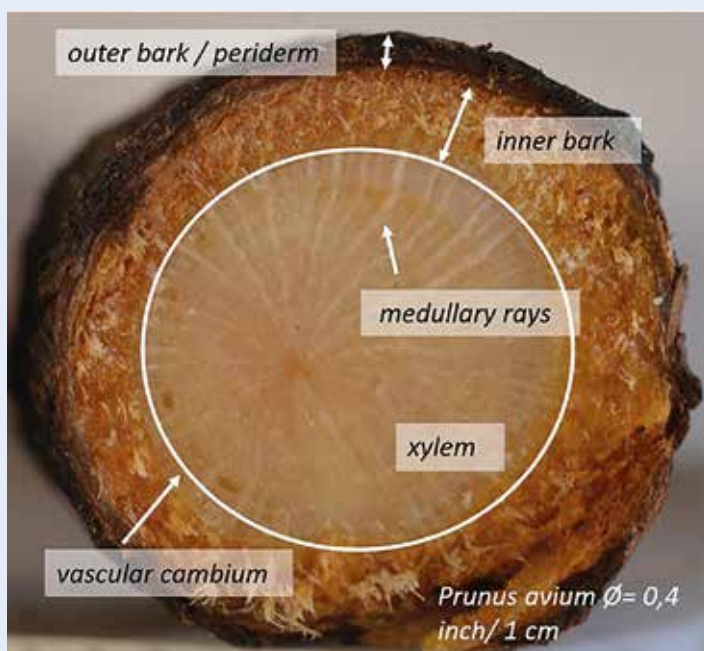
De inspirerende eik

Onze studie van wortels begon toen wij een onderzoek moesten doen naar het behoud van een oude eik in een gebied dat gemarkeerd was voor nieuwbouw (Figuur 3). De boom was architectonisch belangrijk voor het nieuw huisvestingsproject, maar het belangrijkste was dat het een door de Noorse wet beschermde boom was. In Noorwegen zijn alle inheemse eiken (*Quercus petraea* en *Quercus robur*) beschermd die een diameter van minimaal 63 cm hebben of die zichtbaar hol zijn en met een diameter van minimaal 30 cm. De reden voor deze wet is dat de eik zeer waarschijnlijk de boomsoort is met de hoogste diversiteit van geassocieerde soorten in Noorwegen. Omdat er steeds minder holle eiken zijn om in te wonen, wordt een deel van de 1.500 soorten schimmels, korstmossen en insecten die in de eiken leven in Noorwegen en Europa bedreigd. Deze eik was gelegen in een bosrijke omgeving waar andere bomen waren geveld. Bij graafwerkzaamheden dicht bij de boom werd een dicht netwerk van verschillende wortels ontdekt. Het was onmogelijk om te zeggen welke wortel van welke boom kwam. Een uitgebreide zoektocht naar literatuur en op internet leverde geen praktisch methode op om wortels bij veldwerk nauwkeurig te kunnen identificeren. Dat inspireerde ons tot een systematische studie naar wortels.

Worteltypen en anatomie

Om een wortel te kunnen beschrijven, is het noodzakelijk om iets te weten van terminologie. Fijne wortels zijn gelegen aan het einde van het wortelstelsel, waar de meeste voedingsstoffen en het meeste water worden geabsorbeerd. Deze hebben doorgaans een diameter van 2 mm of minder. Fijne wortels komen uit de wortels met secundaire verdikking, die de mogelijkheid hebben om in diameter te groeien. Wij hebben de wortels bestudeerd met secundaire verdikking.

De buitenste laag van een wortel met secundaire groei heet het periderm. Deze laag vervangt de epidermis,



Figuur 4. Dwarsdoorsnede van een kers (*Prunus avium*). Het vasculaire cambium is gemarkeerd met een witte cirkel, maar is niet zichtbaar. (outer bark = buitenste bast; inner bark = binnenste bast; medullary rays = houtstralen).

de buitenste laag van een fijne wortel. Het is een beschermende laag die waterverlies helpt te voorkomen. Tevens beschermt het tegen fysieke schade en invasies van ziekteverwekkers. Bij het identificeren van wortels kan het nuttig zijn om het periderm te verdelen in twee zichtbare lagen; de buitenste bast en de binnenste bast (Figuur 4).

De buitenste laag van wortels kan veel verschillende kleuren en texturen hebben. Sommige soorten zijn glad, terwijl andere een oppervlakte-textuur hebben die in lagen kan afbladderen. Wortels kunnen enkel- of meerkleurig zijn of een dunne laag hebben die de wortel grijsachtig kleurt. Als het nat is, is de kleur vaak helder. Bepaalde wortels hebben een metaalachtige glans op de buitenste schors. In een dwarsdoorsnede is de buitenste bast vaak donkerder vergeleken met de binnenste bast.

De binnenste bast herbergt de pericycle, kurk, kurk-cambium, secundair floëem en floëemvezels. Floëemvezels verschijnen

als lange snaren in deze laag en kunnen als kleine patronen worden waargenomen in de dwarsdoorsnede en als langere lijnen in een lengtesectie. Het vasculaire cambium is een dunne laag van cellen tussen de binnenste bast en het harde buitenste deel van de wortel. Het is een levend weefsel dat verschillende delen maakt zoals floëem, mergstralen en xyleem. Deze laag is te zien onder een microscoop.

Het xyleem bevindt zich in de binnenste deel van de wortel. Het bestaat uit xyleemvaten (of houtvaten), water-transportcellen (of tracheïden), houtstralen (medullary rays) en parenchym-cellen. De houtstralen zien er in een dwarsdoorsnede uit als witachtige lijnen die uitlopen vanaf het centrum van de wortel. Deze kunnen variëren in dikte en vorm. Sommige hebben een V-vorm die breder wordt richting de buitenste schors. Het aantal aanwezige houtstralen varieert per soort. Tracheïden en xyleemvaten liggen tussen de houtstralen. Tracheïden zijn klein en kunnen alleen gezien worden met de hulp van een microscoop. Xyleemvaten daarentegen kunnen nuttig zijn bij het identificeren van wortels, omdat zij verschillen in grootte en aantal. In ringporige bomen zijn de xyleemvaten vaak groot. In diffuusporige bomen zijn xyleemvaten vaak uniformer van formaat. Het is niet altijd mogelijk om de xyleemvaten te zien, zelfs niet met een vergrootglas.

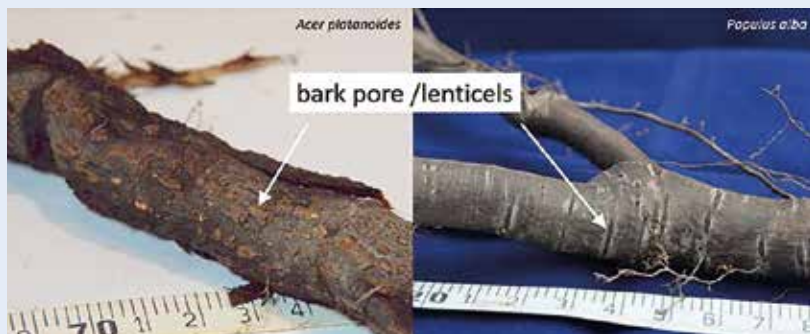
De meeste soorten hebben zichtbare lenticellen (Figuur 5). Deze kleine groepen van parenchym-cellen maken gasuitwisseling mogelijk. Deze kunnen zichtbaar zijn in cirkelvormig groepen of lijnen langs of dwars op de lengte groei van de wortel. Wanneer men een vinger langs de wortel laat lopen, is het mogelijk de verhoging van lenticellen te voelen. Lenticellen kunnen dezelfde kleur hebben als de buitenste bast, met donkere of lichtere variaties.

Naaktzadigen en bedektzadigen verschillen van elkaar omdat naaktzadigen alleen tracheïden hebben en geen xyleemvaten (Figuur 6). De wortels van de meeste coniferen zijn vaak gemakkelijk te herkennen omdat ze een geur van hars hebben, de buitenste bast in lagen kan worden afgepeld en oranjeachtig kleuren. De hars wordt ook gevonden in harskanalen, die vaak duidelijk zichtbaar zijn in een dwarsdoorsnede als twee, vier of meer grotere openingen in het houtweefsel.

Wortels identificeren in het veld

Om wortels te kunnen identificeren in het veld zijn slechts eenvoudige hulpmiddelen nodig zoals een snoeischaar, een vergrootglas met een vergroting van 10 tot 15 keer, en water om de wortel te wassen. Voordat een stuk wortel verwijderd wordt, moet deze worden bestudeerd in het veld. Zoek naar kenmerken zoals de kleur van de buitenste schors, de binnenste schors en het xyleem. Is de wortel stijf of soepel? Wanneer men de overige blootgelegde wortels bekijkt, is het wellicht mogelijk deze te identificeren door vergelijking met het geïdentificeerde monster. Hierdoor hoeft het niet nodig zijn om een stuk af te knippen, maar alleen de schors te bekijken.

Het proeven van wortels wordt niet aanbevolen, omdat sommige giftig zijn. Ook kunnen bodems in stedelijke gebieden vervuild zijn. De geur van wortels varieert van vrijwel niet waarneembaar tot erg duidelijk. De meeste coniferen ruiken naar hars, terwijl breedbladige wortels meestal geen sterke geur hebben, met uitzonderingen zoals vlierbes (*Sambucus nigra*). Hoewel wortels afknippen niet een goede manier is om een boom te behouden, zorgt het verwijderen van stuk wortel voor identificatie niet noodzakelijk veel schade aan de boom. Indien grotere wortels moeten worden verwijderd moeten de gevolgen wel zorgvuldig overwogen worden.



Figuur 5. Op het oppervlak van de schors/periderm bevinden zich kleine groepen parenchym-cellen, genaamd lenticellen. Deze structuren maken gasuitwisseling mogelijk. Ze zijn zichtbaar als kleine circulaire groepen of lijnen.



Figuur 6. Naaktzadigen hebben geen xyleemvaten. De foto links toont een oostelijke witte den (*Pinus strobus*) met zichtbare harskanalen. De hars vormt druppels op het oppervlak in een vers gemaakte dwarsdoorsnede. De rechterfoto toont een bedektzadige Europese es (*Fraxinus excelsior*). Dit is een ringporige boom en sommige xyleemvaten zijn groot.

Hoe meer wortelschade, hoe groter het risico dat een boom onstabiel wordt of wordt aangetast door schimmels

Ginkgo biloba: de eigenaardige

De Japanse noot heeft een wortel die zich duidelijk onderscheidt. De wortel voelt zacht aan en geeft mee wanneer deze ingedeukt wordt met de vingers. De buitenste bast is grijsbruin en heeft een duidelijke structuur die lijkt op een stof of een geweven materiaal. De schorstextuur golft in de lengterichting en vormt een mooi patroon. Zowel zijwortels als fijne wortels zijn relatief kort en lijken niet ver van verankeringswortels te groeien. De dwarsdoorsnede onthult een dikke roze laag in de binnenbast, met witte stippen (figuur 7). Het houtweefsel is gelig, maar kan binnen dezelfde doorsnede variëren van witachtig tot geel. De houtstralen zijn erg dun en zijn zichtbaar als witte lijnen. Het vaatweefsel is niet zichtbaar zonder sterke vergroting. De wortels hebben een uitgesproken centrum met dicht hout (Figuur 7).

Juglans cinera: kleurverandering

Deze wortels hebben een bijna volledig zwart periderm. De lenticellen zijn zichtbaar als zwarte bultjes. Door een beetje van het periderm af te schrapen, komt de gele binnenbast tevoorschijn. De binnenbast en het xyleem wordt geel bij blootstelling aan buitenlucht. We hebben gekeken naar twee verschillende soorten walnoot: *Juglans cinera* en *Juglans nigra*. De zwarte walnoot (*J. nigra*) heeft een gelere periderm dan de witte walnoot (*J. cinera*). Beide soorten veranderen van kleur wanneer ze worden blootgesteld aan de buitenlucht (Figuur 8).

Quercus rubra: prachtige stralen

Het periderm van *Quercus rubra* is licht grijsbruin, gekarteld en voelt ruw aan. Lenticellen hebben bijna dezelfde kleur als het periderm maar kunnen donkerder zijn. De dwarsdoorsnede is zeer karakteristiek. *Quercus rubra* heeft dikke en heldere witte stralen die oplichten in de dwarsdoorsnede en ze vormen een duidelijk zichtbare ster. De stralen zijn behoorlijk recht. *Quercus rubra* is een ringporige boom en de groot vaten zijn gemakkelijk zichtbaar, zelfs zonder vergrootglas (Figuur 9).



Figuur 7. *Ginkgo biloba* is een van de oudste boomsoorten ter wereld. De wortels onderscheiden zich van alle andere soorten.



Figuur 8. De zwarte periderm van *Juglans sp.* op linker foto. Op de rechter foto is de kleurverandering te zien van witachtig naar geel bij blootstelling aan lucht.



Figuur 9. Dwarsdoorsnede van een *Quercus rubra*. De stralen zijn duidelijk zichtbaar als witte lijnen die een ster vormen. Xyleemvaten zijn vindbaar tussen de stralen.



Figuur 10. Wanneer de binnen schors van *Ulmus glabra* is blootgesteld aan de lucht verandert de kleur snel van wit naar geel-bruin.

***Ulmus glabra*: slijmerig en van kleur veranderend**

Europese iepenwortels zijn grijsachtig van kleur. De buitenste bast is dun en vertoont een duidelijke structuur in de vorm van lange, golvende groeven. Schorsporiën steken uit iets van de schors en zijn gemakkelijk zichtbaar als donkeroranje ellipsen en kruislingse lijnen in lengte richting. De binnenbast is wit, maar wordt snel geelbruin wanneer blootgesteld wordt aan lucht. Een karakteristiek kenmerk is de afscheiding die vrijkomt wanneer de wortels zijn beschadigd of blootgelegd. De secretie is aanwezig in de binnenste schors. De dwarsdoorsnede onthult prominente witte stralen die uitstralen naar buiten vanaf het centrum van de wortel. De stralen zijn recht en relatief breed. Er zijn duidelijke afbakeningen tussen de buitenste schors, binnenste schors en houtweefsel (figuur 10). De iep is een ringporige boom en produceert grote vaten vroeg in het groeiseizoen die duidelijk zichtbaar zijn zonder vergroting. Wortels kleiner dan 1 cm zijn flexibel, maar dikkere wortels zijn naar verhouding gemakkelijk te breken (Figuur 10).

Jaarringen: wortels waren ouder dan we dachten

Een andere interessante bevinding was de leeftijd van de wortels. De wortels hadden veel meer jaarringen in vergelijking met een tak van vergelijkbare dikte. Een wortel met een diameter van 1 cm van een paardenkastanje (*Aesculus hippocastanum*) had negen zichtbare jaarringen. Een tak van dezelfde boom en dezelfde grootte had maar één jaar-ring. Door deze ontdekking realiseerden we dat wortels een langzamere diktegroei hebben. De boom moet negen jaar gegroeid hebben om deze wortel te ontwikkelen. Hoe lang duurt het dus voor een boom wortelschade heeft hersteld na graafwerkzaamheden?

Literatuur

Ministry of Climate and Environment. 2009. *Nature Diversity Act*. Oslo (Norway): Ministry of Climate and Environment. <https://www.regjeringen.no/en/dokumenter/nature-diversity-act/id570549>

De geur van wortels varieert van vrijwel niet waarneembaar tot erg duidelijk