



De **BATEN**

Resultaten van i-Tree Eco in Nederland

van **BOMEN**



Voorwoord

Als burgemeester van de gemeente Utrecht weet ik maar al te goed welke waarde inwoners hechten aan een groene leefomgeving. Een groene inrichting draagt bij aan het woongenot. Ook zijn we ons er in toenemende mate van bewust dat groen goed doet.



Een groene omgeving stimuleert de gezondheid en milieukwaliteit. En het is een belangrijk middel in de noodzakelijke klimaatadaptatie. Maar het is niet altijd eenvoudig om de groene waarde van de leefomgeving te meten. Daarom is het belangrijk dat i-Tree Nederland nu beschikbaar komt. Daarmee kunnen we een betere afweging maken in de discussie over de kosten en baten van een groen ingerichte leefomgeving.

I-Tree Eco laat zien dat een goed groeiende boom een betere grotere bijdrage levert aan de luchtkwaliteit, het koelen van de stad en de CO₂-opslag. Door de inzet van i-Tree kan de discussie worden verlegd van het aantal bomen naar de boomkwaliteit. Daarmee kunnen we ook aantonen dat het soms noodzakelijk is slecht groeiende bomen te verplaatsen of te vervangen.

Als voorzitter van Vereniging Nederlandse Gemeenten ben ik trots op deze publicatie omdat veertien gemeenten de krachten hebben gebundeld met partners uit onderzoek en onderwijs, betrokken adviesbureaus, de Vereniging Stadswerk Nederland en VHG, brancheorganisatie voor ondernemers in het groen. Een unieke en krachtige samenwerking met een resultaat waar alle VNG-leden hun voordeel mee kunnen doen. Maar i-Tree is er ook voor inwoners. Zij kunnen de informatie uit i-Tree gebruiken om een bijdrage te leveren aan een groenere leefomgeving. Zo bundelen we onze krachten voor een leefomgeving met toekomst.

Jan van Zanen
Voorzitter VNG



Albizia julibrissin

Inhoud

Over i-Tree Eco	6
Over Pilot 1 en 2	8
Baten in beeld: De Haagse Postzegelboom	10
THEMA 1 - i-Tree Eco: de benodigde input	12
THEMA 2 - i-Tree Canopy: een alternatief	16
THEMA 3 - i-Tree Eco en waterregulering	18
Resultaten per projectgebied	20
THEMA 4 - i-Tree Eco en koeling	24
THEMA 5 - i-Tree Eco en luchtkwaliteit	26
THEMA 6 - i-Tree Eco en gezondheid	30
THEMA 7 - i-Tree Eco en (bio)diversiteit	32
THEMA 8 - i-Tree Eco voor beheer en inrichting	34
De toepassing van i-Tree Eco in Nederland	40
Quotes	43



Rotterdam, Hovendaal

i-Tree Eco

Inzicht in de groene baten van bomen

Bomen zijn belangrijk voor een gezonde en klimaatbestendige stad. Ze verbeteren bijvoorbeeld de luchtkwaliteit, zorgen voor langdurige CO₂-binding en zorgen bij hevige regen voor een vertraagde afgifte van water naar de bodem. i-Tree Eco laat zien wat deze groene diensten van bomen waard zijn.

Wat is een boom waard?

i-Tree Eco is een in de Verenigde Staten ontwikkeld model dat inzicht geeft in de ecosysteemdiensten die bomen leveren. i-Tree Eco maakt die bijdrage van bomen voor het eerst concreet, door er een waarde in euro's aan te verbinden. Geïnspireerd door de i-Tree Eco rapporten van Londen en New York, is in Nederland Platform i-Tree in het leven geroepen: een unieke samenwerking tussen overheid, onderwijs en adviesbureaus. Veertien gemeenten hebben hun bomenbestand beschikbaar gesteld. Dit alles met één gezamenlijk doel: i-Tree Eco toepasbaar maken in Nederland.

Sturen op groene baten

i-Tree Eco biedt aanknopingspunten om met beleid, beheer én ontwerp gericht te sturen op de groene baten van bomen en deze ten volle te benutten. Of het nu gaat om een park, een woonwijk of een gehele stad, op ieder gebiedsniveau kunnen de baten berekend worden, zoals de hoeveelheid water die de bomen jaarlijks afvangen, de mate waarin de bomen de luchtkwaliteit verbeteren en de hoeveelheid CO₂ die wordt vastgelegd in het hout. Daarnaast kan het model de eigenschappen (inclusief kroon- en bladoppervlak) en de opbouw van een bomenbestand in kaart brengen. Op basis daarvan kan onderzocht worden hoe weerbaar een bomenbestand is tegen ziekten en plagen en hoe de eigenschappen van een bomenbestand optimaal kunnen worden benut om concrete maatschappelijke doelen te bereiken.

Indrukwekkende cijfers

Uit de i-Tree Eco-analyse in Utrecht is gebleken dat de gemeentelijke bomen in Utrecht voor ruim 1,5 miljoen euro aan groene baten opleveren. Daarbij is in het Utrechtse bomenbestand een hoeveelheid CO₂ vastgelegd ter waarde van bijna 5,5 miljoen euro. Indrukwekkende cijfers, die ook nog ieder jaar toenemen, en die de waarde van bomen in de stad benadrukken!

Deze publicatie geeft een overzicht van de resultaten van drie jaar onderzoek, dat inzicht heeft gegeven in de mogelijkheden en het gebruik van i-Tree Eco in Nederland. Belangrijke informatie, waarmee bomenbeleid en -beheer op een objectieve en wetenschappelijke manier onderbouwd kan worden, zowel voor de politiek als voor burgers.



i-Tree in Nederland

In februari 2019 is i-Tree gelanceerd in Nederland. Het programma is nu zo ver gered dat het kan worden ingezet in ons land. Daar zijn twee pilotfases aan vooraf gegaan, waarin het model getest is in 14 gemeenten, geoptimaliseerd is voor de Nederlandse situatie en waarbij verdiepend onderzoek is gedaan om het model verder te verfijnen en uit te breiden.

Waarom?

i-Tree Eco is ontwikkeld in de Verenigde Staten. Het model is niet zonder meer toepasbaar in Nederland: voor iedere locatie gelden andere weerstatistieken en luchtverontreinigingsgegevens, andere groeicurves van bomen en daarbij andere eenheidsprijzen om de financiële baten te berekenen. Platform i-Tree Nederland, een samenwerkingsverband van Stadswerk, Branchevereniging VHG, 14 gemeenten, Wageningen University & Research, Hogeschool Van Hall Larenstein en de boomadviesbureaus Bomenwacht Nederland, BTL Bomendienst, Cobra Adviseurs en Terra Nostra, werkt mee aan de Nederlandse versie door onder meer de benodigde input voor het model te verzamelen en het model te testen in Nederlandse gemeenten.

Pilot 1- verkenning: wat kan het model?

In 2015 gingen de eerste pilotprojecten van start om ervaring op te doen met het model. Voorafgaand aan pilot 1 is in Almere een eerste verkenning gedaan op basis van de Amerikaanse kengetallen, om een indruk te krijgen van de toepasbaarheid en de uitkomsten. In pilot 1 zijn in de gemeenten Amsterdam, Rotterdam, Den Haag, Dordrecht en Heerhugowaard projectgebieden geselecteerd van ongeveer 500 bomen (meestal een wijk of een park) en doorgerekend met het i-Tree Eco-model.

Pilot 2- verdieping en optimalisatie

Pilot 2 bouwt voort op de ervaringen uit pilot 1. In 2017 zijn opnieuw pilotprojecten uitgevoerd, ditmaal in de gemeenten Rotterdam, Utrecht, Oss, Huizen, Haarlem, Eindhoven, 's-Hertogenbosch, Leidschendam/Voorburg, Wassenaar/Voorschoten en Papendrecht/Hendrik-Ido-Ambacht. Ook deze keer zijn in iedere gemeente één of twee bomenbestanden doorgerekend. Een overzicht van de belangrijkste resultaten per gemeente vindt u op pagina 20.

Daarnaast is extra verdiepend onderzoek gedaan naar (klimaat)-thema's waaraan i-Tree Eco een bijdrage zou kunnen leveren: waterregulering, koeling, luchtkwaliteit, gezondheid en (bio)diversiteit. Steeds is daarbij onderzocht wat met de i-Tree-tools nu al berekend kan worden en wat dat betekent, wat er uit wetenschappelijk onderzoek bekend is over de bijdrage van bomen op dit thema, wat dit betekent voor Nederland en of deze effecten gekwantificeerd en mogelijk toepasbaar gemaakt kunnen worden in i-Tree Eco.

De conclusie: i-Tree Eco is goed toepasbaar onder Nederlandse omstandigheden voor de thema's luchtkwaliteit, waterafvang en CO₂-vastlegging. Verdere ontwikkeling van het instrument is veelbelovend.

i-Tree tools

i-Tree heeft verschillende tools ontwikkeld om de baten van bomen inzichtelijk te maken.

i-Tree Eco is de meest uitgebreide, die voor zowel grote als kleine bomenbestanden aan de hand van het bladoppervlak en de stamdiameter diverse groene baten kan berekenen, zoals waterafvang, afvang van luchtvervuilende stoffen, CO₂-vastlegging en CO₂-voorraad.

Aanvullend biedt i-Tree een aantal instrumenten, die dieper ingaan op één bepaald thema.

i-Tree Canopy geeft snel inzicht in de volledige groenbedekking van een gebied, op basis van gegevens uit Google Maps (zie ook pagina 16).

i-Tree Hydro geeft inzicht in de relatie tussen ondergrond, bodembedekking, hydrologie en de bijdrage van bomen aan hemelwaterregulering (zie ook pagina 19).

www.itreetools.org

De Postzegelboom in Den Haag

I-TREE ECO BOMENPASPOORT	
Standplaats	Den Haag, Paleis Noordeinde
Naam	Postzegelboom
Soort	
Paardenkastanje (<i>Aesculus hippocastanum</i> 'Baumannii')	
Diameter kroon	Leeftijd
23 m	138 jaar
Stamdiameter	Hoogte
107 cm	17,4 m

Waterafvang
5.700 liter per jaar

Kroonoppervlak 380 m²

Kroonbedekking in woonwijk
van 10% naar 25%
= 2 °C temperatuurdaling

Bladoppervlak 1.532 m²
= 1,7 miljoen postzegels

CO₂-vastlegging
45,5 kg/jaar =
uitstoot van een
autorit van 425 km

Filtert per jaar
1,6 kg
luchtvervuilende
stoffen
uit de lucht

570
emmers
van 10 liter

Stamdiameter
= **169** bomen
met een diameter van 4 cm

CO₂-voorraad
3.973 kg

De Postzegelboom staat in Den Haag, voor Paleis Noordeinde. Hij dankt zijn naam aan het feit dat er onder en om de boom jarenlang postzegels werden verkocht en geruild.

GROENE BATEN VAN DE POSTZEGELBOOM:

- waterafvang € 6,50 per jaar
- afvang luchtvervuiling € 111 euro per jaar
- CO₂-vastlegging € 16 per jaar
- CO₂-voorraad € 1.407

De 148.098 gemeentelijke bomen in Utrecht vertegenwoordigen een bedrag van ruim 1,5 miljoen euro aan groene baten per jaar.

De situatie in Utrecht

Utrecht heeft veel jonge bomen. Slechts 8% van de bomen is geschat op een stamdiameter van meer dan 40 cm. De dikkere bomen zijn vooral te vinden onder gewone essen (*Fraxinus excelsior*), Canada-populieren (*Populus x canadensis*) en zomereiken (*Quercus robur*); soorten die in Utrecht veel voorkomen.

De 3 soorten die het meeste bijdragen aan groene baten: essen, eiken en lindes. Samen zijn ze goed voor € 537.635 per jaar, dat is 35% van de totale jaarlijkse baten voor CO₂-vastlegging, luchtzuivering en waterafvang.

Op nummer 1: essen (*Fraxinus*). Met 17% van het bladoppervlak dragen ze het meeste bij aan de groene baten van de bomen in de gemeente.

- De essen verwijderen 4,5 ton luchtverontreinigende stoffen per jaar (de lindes en eiken nemen samen nog eens een kleine 5 ton per jaar voor hun rekening.)
- De essen vangen 9.349 m³ water af per jaar, weer gevolgd door lindes (5.205 m³ per jaar) en eiken (5.028 m³ per jaar).
- De essen vertegenwoordigen een CO₂-voorraad van 2.671 ton (17% van de totale voorraad) en leggen jaarlijks 99 ton vast. Op nummer 2 en 3 staan eiken en platanen.

Het grote aandeel essen is ook een risico. Essen staan bekend om hun gevoeligheid voor essentaksterfte; een ziekte waaraan een deel van het essenbestand uiteindelijk doodgaat. Je ziet in steeds meer gemeentes daarom de essen uit het straatbeeld verdwijnen. Als de Utrechtse essen verdwijnen gaat er € 945.417 aan CO₂-voorraad en € 252.957 aan jaarlijkse groene baten verloren!

De bomen in de binnenstad dragen per stuk het meeste bij. Iedere boom levert jaarlijks gemiddeld € 16,75 op aan groene baten. Dat is bijna drie keer zo veel als de bomen in de wijken Leidsche Rijn (€ 5,75) en Vleuten-de Meern (€ 6,05).

Dit is goed verklaarbaar: het bladoppervlak is het meest bepalend voor wat een boom bijdraagt, en dat hangt samen met de dikte van de stam en de leeftijd van de boom. De bomen in de binnenstad zijn gemiddeld bijna 50 jaar oud, in de Vinexwijken Leidsche Rijn is dat 15,7 jaar.

Het doorrekenen van een volledig bomenbestand

In de gemeente Utrecht is onderzocht of het mogelijk is om de baten van een compleet gemeentelijk bomenbestand te berekenen in i-Tree Eco. Juist dat maakt het voor veel gemeentes interessant, want alleen zo valt er, op het niveau van de gemeente, écht iets te zeggen over de bijdrage van bomen.

In de meeste pilotgemeentes is gerekend met bomenbestanden van ongeveer 500 tot 1000 bomen. In Utrecht is voor het eerst een compleet gemeentelijk bomenbestand van bijna 150.000 bomen ingevoerd in i-Tree Eco.

Dat is belangrijk, omdat de resultaten van een deel van de bomen niet zomaar geëxtrapoleerd kunnen worden naar het geheel. De baten die i-Tree Eco berekent zijn afhankelijk van boomsoort, boomgrootte, bladoppervlak en kroonoppervlak. Dit is voor iedere boom verschillend, ook bij bomen van dezelfde soort. Om op het niveau van de gemeente iets te kunnen zeggen over de groene baten van de bomen is het daarom nodig om het volledige bomenbestand te analyseren, of om een representatieve steekproef van plots te nemen, zoals bijvoorbeeld in Londen is gedaan.

De gemeente Utrecht heeft in 2009 een bomenbeleid opgesteld om duidelijke doelen te stellen en eenduidige beslissingen te kunnen nemen over bomen. Ook is Utrecht bezig met het thema *Healthy Urban Living*. Utrecht is dus zeer gebaat bij een objectief model om de baten van bomen op het gebied van water, klimaatadaptatie, biodiversiteit en gezondheid te kunnen berekenen.

De resultaten

Niet alle gegevens van de bomen zijn in het veld opgemeten. De stamdiameter ontbrak in het gemeentelijke databestand, daarom is deze waarde berekend met een formule, die aan de hand van de boomsoort en de leeftijd van de boom een schatting maakt. De berekende waarde kan natuurlijk afwijken van de werkelijkheid: niet iedere boom groeit even hard. Uit de gegevens van Rotterdam (zie ook pagina 15) blijkt dat de berekende stamdiameter over het algemeen zo'n 25% kleiner is dan de werkelijke diameter. Deze afwijking heeft overigens alleen invloed op de berekening van de CO₂-opslag in het hout.

Conclusie

De analyse van een compleet gemeentelijk bomenbestand levert indrukwekkende cijfers op (zie kader hiernaast). Daarbij maakt een analyse op dit niveau het mogelijk om concrete doelen te stellen, bijvoorbeeld een 'CO₂-norm' in plaats van een norm voor het aantal bomen per inwoner.

Utrecht, Oudegracht



Rotterdam, Oosterhagen

De beste invoer voor een betrouwbaar resultaat

De meest betrouwbare uitkomst geeft i-Tree Eco met zo veel mogelijk werkelijke, in het veld gemeten boomgegevens, maar een uitgebreide inventarisatie van een bomenbestand is duur en tijdrovend.

Welke gegevens heeft het model minimaal nodig om tot betrouwbare resultaten te komen? Kunnen metingen uit het veld vervangen worden door satellietgegevens of formules? Dit is onderzocht in de pilotgemeenten Rotterdam en Dordrecht.

Bij het invoeren van een bomenbestand in het i-Tree Eco-model moeten per boom twee parameters verplicht worden ingevuld: de boomsoort en de stamdiameter. Daarbij kunnen nog veel meer gegevens van de boom worden ingevoerd, zoals de boomhoogte en de kroondiameter, de kroonbasis en het percentage missende kroon. Gegevens die de uitkomst wellicht betrouwbaarder maken, maar die niet iedere gemeente paraat heeft.

Twee parken in Dordrecht en twee woonwijken in Rotterdam zijn doorgerekend met verschillende sets van invoergegevens, om zo te bepalen waar het optimum ligt in kosten en baten. Van deze projectgebieden waren in pilot 1 al gedetailleerde boomgegevens in het veld opgenomen. Het model heeft eerst deze gedetailleerde datasets doorgerekend; deze uitkomsten dienden als referentiewaarde. Vervolgens zijn deze dataset steeds iets 'afgepeld' – door parameters weg te laten of te vervangen door formules, standaardwaarden of satellietgegevens – en is gekeken naar de invloed op de uitkomsten.

De resultaten

- **De parameters boomsoort en stamdiameter** zijn essentieel voor een i-Tree Eco-analyse. Als de boomhoogte en kroondiameter daaraan nog worden toegevoegd geeft dit de meest nauwkeurige uitkomsten.
- **De stamdiameter** kan ook berekend worden met een formule, maar het resultaat daarvan is dan wel structureel zo'n 25% te laag. Dit leidt tot een lagere inschatting van de CO₂-voorraad van de boom én van jaarlijkse CO₂-vastlegging door groei. Bij het berekenen van de baten moet daar rekening mee gehouden worden. Op de andere groene baten heeft deze afwijking geen effect.
- **De kroondiameter** kan heel goed afgeleid worden uit satellietgegevens. Hierdoor wordt hij over het algemeen 13% te groot ingeschat. Dit heeft alleen effect op de berekende waterafvang, die dus ook iets te hoog wordt ingeschat.
- **De kroonbasis** (hoogte van de eerste takaanzet) kan berekend worden volgens de formule die bepaald is met de bomen uit pilot 1. De uitkomst wijkt nauwelijks af van de werkelijke kroonbasis.
- **Voor het percentage missende kroon** (afwijking van de optimale kroon, door afgebroken takken et cetera) kan standaard overal 5-10% worden ingevuld.
- **Niet in de i-Tree-database voorkomende cultivars** kunnen – mits grootte en groeiwijze niet afwijken – de boomsoort of zelfs het geslacht gebruikt worden, óf een andere soort die vergelijkbaar is qua grootte en groeiwijze.



USDA Forest Service heeft verschillende tools ontwikkeld om de baten van bomen inzichtelijk te maken, met i-Tree Eco als vlaggenschip. i-Tree Canopy is een alternatieve tool om een aantal groene baten van een grote hoeveelheid bomen te berekenen. i-Tree Canopy heeft veel minder input van gegevens nodig. In Rotterdam en Dordrecht zijn de groene baten van twee projectgebieden berekend met zowel i-Tree Eco als i-Tree Canopy.

i-Tree Canopy: een alternatief?

i-Tree Eco heeft een aantal voordelen ten opzichte van i-Tree Canopy. i-Tree Eco geeft een uitgebreide analyse op basis van de invoer van nauwkeurige data van een specifiek bomenbestand. Maar zo'n analyse is alleen mogelijk als die data ook voorhanden zijn. Het compleet maken van de gegevens voor i-Tree Eco is vaak tijdrovend en arbeidsintensief. Het grote voordeel van i-Tree Canopy is dat er geen database met boomgegevens nodig is.

i-Tree Canopy neemt de volledige groenbedekking binnen een afgebakend gebied als uitgangspunt. Binnen de grenzen van het projectgebied pikt het model *at random* 500 tot 1000 punten, waarbij handmatig moet worden aangegeven of het om een boom gaat of niet. Hierbij wordt geen verschil gemaakt tussen bomen in gemeentelijk of particulier bezit. i-Tree Canopy rekent aan de hand van oppervlakten. De stamdiameter wordt geschat op basis van de kroonbedekking.

Om beide modellen te vergelijken zijn van twee projectgebieden in Rotterdam en Dordrecht berekend met zowel i-Tree Eco als i-Tree Canopy: de woonwijk Vreewijk in Rotterdam, waar ook veel particuliere bomen staan, en het Weizigtpark in Dordrecht, dat juist volledig uit openbaar groen bestaat.

De resultaten

In Vreewijk verschilden de uitkomsten van i-Tree Eco en i-Tree Canopy sterk van elkaar. Dat was ook te verwachten, omdat er in dit projectgebied veel particuliere bomen staan.

In het Weizigtpark, dat volledig uit gemeentebomen bestaat, verschilden de uitkomsten voor kroonbedekking veel minder van elkaar. Er was echter wel een groot verschil te zien bij de berekende CO₂-opslag: i-Tree Canopy schat deze bijna 22 keer hoger in dan i-Tree Eco.

Het is de vraag of deze afwijking in berekende CO₂-opslag zich lokaal voordoet, of altijd optreedt. Er is een aantal mogelijke verklaringen. Zo is er met slechts 500 punten gerekend: het minimum voor een betrouwbare uitslag. Ook is per punt alleen aangegeven of het wel of niet een boom is, terwijl ook aangegeven kan worden of het om water, gras, plantsoen of verharding gaat. Tot slot zijn de achtergrondgegevens waar i-Tree Canopy mee rekent (nu nog) volledig gebaseerd op de Amerikaanse situatie. Om het model in Nederland gericht in te kunnen zetten moeten deze aangepast worden naar de Nederlandse situatie.

Conclusie

- i-Tree Canopy is geschikt om snel inzicht te geven in de kroonbedekking, en daarmee in groene baten, van een bepaald gebied.
- Om i-Tree Canopy goed toepasbaar te maken in Nederland is het nodig om Nederlandse parameters vast te stellen, net als bij i-Tree Eco.

Meer bomen, minder wateroverlast

Wat meet i-Tree Eco?

Steeds vaker komen hoosbuien voor, waarbij het water niet meteen kan worden opgenomen door de grond of worden afgevoerd door het riool. Bomen kunnen een belangrijke rol spelen bij tijdelijke waterberging: ze vangen hemelwater af in hun kroon, waardoor het niet direct op de grond terecht komt, maar verdampt of vertraagd wordt afgegeven aan de bodem. Daarbij maken ze met hun wortels de bodem ook nog eens beter doordringbaar.

Met i-Tree Eco kan berekend worden hoeveel water bomen kunnen afvangen. Dit is een indicatie voor hoeveel water er minder door het riool hoeft te worden afgevoerd dan in een situatie zonder bomen. Bij de berekening van de financiële baten wordt de gemeentelijke rioolheffing als uitgangspunt genomen. In de gemeente Haarlem is de bijdrage van bomen aan waterregulering onderzocht. Haarlem heeft – zoals veel gemeenten – te maken met wateroverlast tijdens hoosbuien waarbij heel veel regen valt in een korte periode. In 2016 heeft de gemeente een stresstest laten uitvoeren om de wateroverlast in kaart te brengen. Op basis daarvan zijn twee locaties geselecteerd waar zich water verzamelt na hevige regenbuien: de Zijlweg en omgeving en een deel van de Europawijk.

De resultaten

Met i-Tree Eco is berekend hoeveel water de gemeentelijke bomen in deze gebieden afvangen:

Baten per jaar	Zijlweg e.o.	Europawijk
Aantal bomen	301	362
Bladoppervlak	40.000 m ²	58.000 m ²
Kroonoppervlak	9.931 m ²	9.488 m ²
Waterafvang per jaar	161.000 liter	176.000 liter
Besparing per jaar	€ 137	€ 150

Soort die het meeste bijdraagt per jaar:	Gewone es	Hollandse iep
	23.000 liter	68.000 liter



Haarlem, Leidsevaart

Meer inzicht met i-Tree Hydro

De tool i-Tree Hydro is speciaal ontwikkeld om specialistische vragen te beantwoorden over de functie van bomen voor tijdelijke waterberging. Het model is een aanvulling op i-Tree Eco.

i-Tree Hydro geeft ook een inschatting van de hoeveelheid vervuulende stoffen in het afstromende water en berekent de invloed van het wortelgestel op de infiltratie van water in de bodem. Om inzicht te krijgen in de mogelijkheden van dit model is het toegepast op een derde projectgebied in Haarlem: de Grote Markt.

i-Tree Hydro heeft als input drie parameters nodig: maaiveldhoogte, locatiedata (en daaraan gekoppeld gegevens over het weer) en landbedekking (bomen, heesters, asfalt, etc. - deze gegevens zijn beschikbaar voor heel Nederland). Op basis van deze parameters berekent het model het waterstroomvolume (*runoff*) en de waterkwaliteit. En, heel interessant, het biedt de mogelijkheid om parameters te veranderen en zo verschillende scenario's te simuleren. Zo kunnen fictief meer bomen worden geplaatst, of kan gespeeld worden met de soort landbedekking. Het model laat goed zien wat er gebeurt in het gebied, op welk effect ingespeeld moet worden en welke maatregel zou kunnen werken.

De Grote Markt is een plein van 6.000 m², centraal in de stad en vrijwel geheel verhard. Er staan 29 leibomen, met sterk gesnoeide kronen die slechts 5% van het pleinooppervlak bedekken.

Er zijn twee alternatieve inrichtingen ingevoerd: een plein omringd door vrij uitgroeiende bomen (met 33% groen) en een plein met slechts 10% verharding en maar liefst 90% (winter)groen.

De resultaten

Zoals verwacht zorgt minder verharding voor een lagere (en schonere) afstroom van water. Bij scenario 1 verminderde de waterafstroom met de helft: zo'n 21.000 liter water dat niet door het riool hoeft te worden afgevoerd. Bij scenario 2 kon het plein zelfs 95% meer water opnemen. Overigens zijn dit indicaties: er is gewerkt met de gegevens van New York, dat qua omstandigheden het meest op Haarlem lijkt.

Conclusie

Het i-Tree Hydro model is geschikt om ontwerp-scenario's te toetsen en geeft inzicht in de effecten van inrichtingskeuzes. i-Tree Hydro moet nog wel verder voor Nederland ontwikkeld worden, met Nederlandse brondata en kaarten. Maar de mogelijkheden zijn veelbelovend!

14 Pilotgemeenten

In 14 pilotgemeenten zijn één of twee projectgebieden geselecteerd. Het gemeentelijk bomenbestand in deze gebieden is doorerekend met i-Tree Eco.



De resultaten in het kort

	Plaats	Naam projectgebied	Soort gebied *	Aantal bomen	Kroonbedekking (%)	jaarlijkse baten (€/jaar)	CO ₂ voorraad (€)
pilot 1	Amsterdam	Sarphatipark		439	62	1.341	6.365
		Oud-West		315	6	663	2.002
	Rotterdam	Vreewijk		499	9	24.376	115.170
		Groenenhagen		501	12,2	20.304	100.964
	Dordrecht	Weizigtpark		593	41,9	3.925	12.240
		Wielwijckpark		353	13,3	1.580	3.538
	Den Haag	Stadscentrum		1.040	39	3.451	13.721
	Heerhugowaard	Zandhorst		500	8	1.735	2.601
	Rotterdam	Vreewijk		499	9	24.376	115.170
		Groenenhagen		501	12,2	20.304	100.964
pilot 2	Utrecht	Gehele stad		148.098	7	1.522.094	5.429.649
	Oss	Stadscentrum		500	9,6	7.291	62.259
		Elzenhoekpark		500	32,1	16.954	155.802
	Huizen	Buurt 01		616	8	14.134	28.894
		Buurt 24		606	8,6	4.836	10.647
	Haarlem	Zijlweg e.o.		301	5,3	3.838	19.399
		Europawijk		362	4,4	5.093	23.824
	Eindhoven	centrum		1.490	25,8	21.132	219.533
	's-Hertogenbosch	Stationsgebied		1.672	7,6	35.274	151.865
	Leidschendam	Essesteijn		527	20,6	7.816	53.304
	Voorburg	Voorburg-Noord		523	10,4	6.808	56.911
	Wassenaar	Polanenpark		670	16,8	19.573	61.732
	Voorschoten	Noord-Hofland		575	10	16.602	51.928
	Papendrecht	Molenvliet		548	15	12.718	35.901
Hendrik-Ido-Ambacht	Burgemeester Baxpark		507	26	14.047	37.741	

* legenda: = Stedelijk gebied = Park = Industrieel gebied



Oss, Elzenhoekpark

Bomen hebben een verkoelend effect

In steden, vooral in de gebieden met veel 'grijs' oppervlak, warmt de omgeving snel op en koelt langzaam af: het hitte-eilandeffect. Verschillende wetenschappelijke onderzoeken tonen aan dat de aanwezigheid van groen dit effect vermindert en bijdraagt aan een prettig stadsklimaat. In drie pilotgemeenten, Huizen, Oss en Papendrecht/Hendrik-Ido-Ambacht is extra aandacht besteed aan dit thema.

Bomen zorgen voor schaduw en hebben daarmee invloed op de temperatuur in de stad, vooral als deze schaduw op verharding valt. Ook de weerkaatsing van zonlicht door de bladeren en het proces van evapotranspiratie (het resultaat van verdamping en transpiratie) zorgen voor koeling: grote bomen kunnen tot wel 370 liter water per dag verdampen. Ook indirect draagt evapotranspiratie bij aan koeling, doordat het de vorming van wind en wolken stimuleert. Uit onderzoek blijkt dat 7% toename van de kroonbedekking in een woonwijk zorgt voor een temperatuurdaling van 1°C.

i-Tree Eco rekent dit effect van bomen maar beperkt mee: het model berekent alleen het effect van schaduwwerking op gebouwen. Dit effect hangt onder meer af van de grootte van de boom en de positie ten opzichte van het gebouw. Om hier iets over te kunnen zeggen moeten deze gegevens dus voor alle bomen in kaart gebracht worden. Door de schaduwwerking van bomen gebruikt de airconditioning minder energie. Dit gegeven is de basis om de financiële waarde van schaduwwerking te berekenen. Daarbij wordt ook de vermindering van CO₂-uitstoot van elektriciteitscentrales (die deze energie dus niet hoeven op te wekken) meegerekend. Voor de Verenigde Staten is op deze manier berekend dat bomen gemiddeld zorgen voor een vermindering van het energieverbruik van 7,2%.

Voor Nederland is het nog niet zo ver. Dat bomen bijdragen aan verkoeling staat vast. Als in de pilotgebieden kaartjes van het bomenbestand over hitte-eilandkaarten worden heengelegd wordt dit beeld bevestigd, maar in Nederland is nog weinig gericht onderzoek gedaan om het effect te kwantificeren. De Amerikaanse gegevens zijn niet zonder meer te vertalen: de Nederlandse bouwstijl is anders, we hebben minder airco's en bomen staan hier over het algemeen verder weg van gebouwen. In Europese versies van i-Tree Eco is de functie daarom nog niet beschikbaar.

Huizen

In Huizen zijn twee gebieden vergeleken: **Buurt 01** heeft relatief dicht op elkaar staande bebouwing.

Buurt 24 is een woonbuurt met 606 gemeentelijke bomen en relatief weinig groen. De bomen worden hier over het algemeen niet erg groot, wat te zien is aan het bladoppervlak.

De Urban Heat Island-kaart (*Atlas natuurlijk kapitaal*) is vergeleken met de kaart met de afzonderlijke bomen én de kaart met de mate van kroonbedekking zoals i-Tree Canopy (*zie pagina 16*) die genereert. Het was goed te zien dat hittestress toeneemt naarmate het aantal bomen afneemt en er meer bebouwing en verharding is. In het centrum kan het bijvoorbeeld wel 2°C warmer worden.

	Buurt 01	Buurt 24
Aantal bomen	616	606
Bladoppervlak	171.240 m ²	50.651 m ²
Kroonbedekking	8%	8,6%

Aesculus hippocastanum

Oss

In Oss zijn twee uitersten vergeleken: In het **Elzenhoekpark** staan 220 volwassen bomen. Dat zijn er relatief veel. Het gaat vooral om platanen (*Platanus x hispanica*). Deze soort draagt in dit gebied dan ook het meeste bij aan groene baten. In het **stadscentrum** staan juist erg weinig volwassen bomen, slechts 74.

Een hittestkaart laat hetzelfde effect zien als in Huizen: In het stadscentrum valt op dat in de warmste gebieden geen bomen staan.

	Elzenhoekpark	Stadscentrum
Aantal bomen	500	500
Bladoppervlak	62.220 m ²	24.212 m ²
Kroonbedekking	32,1%	9,6%

Papendrecht / Hendrik-Ido-Ambacht

In Papendrecht en Hendrik-Ido-Ambacht is de invloed van bomen op de omgevingstemperatuur berekend met behulp van de 'leaf area index' (LAI): de verhouding tussen het bladoppervlak en de kroonbedekking. Uit onderzoek is bekend dat voor ieder heel punt dat de LAI hoger wordt, de oppervlaktetemperatuur met 1,2°C daalt.

Met dit gegeven is voor twee pilotgebieden de invloed van het bomenbestand op de temperatuur berekend: een gebied van 500 bomen in de wijk **Molenvliet** in Papendrecht en het **Burgemeester Baxpark** in Hendrik-Ido-Ambacht.

Omdat koeling nog niet wordt meegenomen in de i-Tree Eco-analyse is dit toch een manier om inzichtelijk te maken hoe bomen de temperatuur in een bepaald gebied beïnvloeden.

	Molenvliet, Papendrecht	Burgemeester Baxpark (H-I-A)
Aantal bomen	548	507
Bladoppervlak	107.989 m ²	100.071 m ²
Kroonbedekking	33.141 m ² (30,7%)	28.584 m ² (28,6%)
LAI	3,4	3,5
Temperatuur t.o.v. situatie zonder bomen (LAI x 1,2)	4,0°C koeler	4,2°C koeler



Eindhoven, Crausplein, Platanus x hispanica

Bomen filteren de lucht

Slechte luchtkwaliteit in de stad wordt veroorzaakt door industrie en verkeer. Afvalstoffen in de lucht hebben allerlei nadelige effecten: van een slechte invloed op onze gezondheid tot schade aan gebouwen. Verkeer is de grootste boosdoener: dichtbij grote wegen is de luchtkwaliteit het slechtst en de concentratie vervuilende stoffen in de lucht het hoogst.

Bomen leveren een bijdrage aan het verbeteren van de luchtkwaliteit in de stedelijke omgeving. i-Tree Eco berekent de afvang van vijf schadelijke stoffen en welke financiële waarde dat vertegenwoordigt, maar wat betekent dat voor de manier waarop je in beleid en beheer kunt sturen op schone lucht?

Kunnen bomen strategisch ingezet worden om de luchtkwaliteit te verbeteren? Een literatuuronderzoek geeft meer inzicht in de effecten van bomen op de luchtkwaliteit.

Luchtverontreinigende stoffen slaan neer op de bladeren van bomen. Dat gebeurt ook op grijs oppervlak, zoals gebouwen, maar het bladerdek van een boom heeft erg veel oppervlak ten opzichte van de plek die de boom inneemt, zodat bomen relatief veel afvangen. Neergeslagen fijnstof kan door de wind weer verspreid worden of door regen afspoelen en zo alsnog in de bodem terechtkomen. De gasvormige stoffen worden opgenomen via het blad en daarmee uit de lucht gefilterd.

Als het gaat om de afvang van luchtverontreinigende stoffen is het vooral belangrijk dat er véél groen in de omgeving aanwezig is. Waar dat groen precies staat ten opzichte van de vervuilsbron doet er minder toe: het algemene effect is groot, maar het lokale effect is beperkt.

Dat betekent niet dat de locatie van het groen er helemaal niet toe doet. Bomen hebben ook nog een ander effect op de luchtkwaliteit: Groen beïnvloedt (net als gebouwen en andere elementen in de stad) de luchtstroming. De luchtkwaliteit verbetert als de juiste mate van turbulentie ontstaat, waarbij lucht met een hoge concentratie aan schadelijke stoffen gemengd wordt met schone lucht uit hogere luchtlagen. Bomen kunnen deze luchtdoorstroming bevorderen, maar ook tegenhouden. Zo kunnen groene hagen luchtverontreiniging buitensluiten of juist binnenhouden. Allemaal zaken om bij stedelijk ontwerp rekening mee te houden.

De resultaten

In de gemeenten Eindhoven en Leidschendam-Voorburg is extra aandacht besteed aan het thema luchtzuivering. i-Tree Eco berekent van vijf schadelijke stoffen hoeveel de bomen jaarlijks afvangen.

Eindhoven

1.490 bomen	verwijderen jaarlijks	waarde per jaar
Koolstofmonoxide (CO)	-	-
Stikstofdioxide (NO ₂)	121 kg	€ 4.702
Ozon (O ₃)	157 kg	€ 372
Fijnstof (PM _{2,5})	14 kg	€ 8.484
Zwavel dioxide (SO ₂)	24 kg	€ 689
Totaal	316 kg	€ 14.248

Naaldbomen dragen meer bij

In Eindhoven werd gevonden dat naaldbomen meer bijdragen aan schone lucht: de naaldbomen in het centrum vangen gemiddeld wel twee keer zo veel schadelijke stoffen af dan loofbomen. Waarschijnlijk komt dit door hun grotere bladoppervlak: de naaldbomen in het projectgebied hebben gemiddeld een twee keer zo groot bladoppervlak dan de loofbomen. Een andere mogelijke verklaring is dat naaldbomen het hele jaar groen zijn. Hetzelfde geldt overigens voor waterafvang: ook hieraan dragen de naaldbomen twee keer zoveel bij. Aan CO₂-opslag dragen juist loofbomen gemiddeld meer bij.



Voorburg, Halewijnstraat

Leidschendam-Voorburg

In Leidschendam-Voorburg zijn twee wijken met elk ongeveer 525 bomen vergeleken:

Voorburg-Noord ligt direct aan de A12 en heeft weinig groen, maar wel een groene corridor tussen snelweg en bebouwing. **Essesteijn** is een wijk uit de jaren '70 en '80 met veel groen.

Essesteijn

525 bomen	verwijderen jaarlijks	waarde per jaar
Koolstofmonoxide (CO)	-	-
Stikstofdioxide (NO ₂)	19 kg	€ 739
Ozon (O ₃)	82,8 kg	€ 197
Fijnstof (PM _{2,5})	7,9 kg	€ 4.761
Zwavel dioxide (SO ₂)	7,7 kg	€ 217
Totaal	117,4 kg	€ 5.914

Voorburg-Noord

525 bomen	verwijderen jaarlijks	waarde per jaar
Koolstofmonoxide (CO)	-	-
Stikstofdioxide (NO ₂)	15,6 kg	€ 610
Ozon (O ₃)	68,3 kg	€ 162
Fijnstof (PM _{2,5})	6,5 kg	€ 3.931
Zwavel dioxide (SO ₂)	6,3 kg	€ 179
Totaal	96,7 kg	€ 4.882

De bomenbestanden van beide wijken verschillen qua soorten. De gemiddelde stamdiameter is vergelijkbaar.

Als het gaat om de **afvang van luchtverontreiniging** scoort Essesteijn hoger dan Voorburg Noord. Dat was ook te verwachten omdat de bomen in deze wijk in totaal meer bladoppervlak hebben.

De CO₂-vastlegging en -voorraad is juist in Voorburg-Noord hoger; de bomen zijn hier gemiddeld vier meter hoger en hebben dus een groter volume aan hout. Ook staan in deze wijk blijkbaar boomsoorten die harder groeien. De bomen hebben daarbij een iets betere conditie, waardoor i-Tree Eco hun groei, en daarmee hun CO₂-vastlegging, hoger inschat.

De top 3 van boomsoorten in Essesteijn bestaat uit de gewone es (*Fraxinus excelsior*), beuk (*Fagus sylvatica*) en zomereik (*Quercus robur*). Dit zijn soorten die relatief veel luchtverontreiniging kunnen afvangen, maar die helaas niet erg toekomstbestendig zijn: essen zijn vatbaar voor essentaksterfte en beuken en eiken hebben relatief snel last van droogte.

Methodes om gezondheidseffecten te meten

Teeb.stad

Teeb.stad kan baten van bomen berekenen voor grotere gebieden, zoals minder zorgkosten en minder ziekteverzuim. Ook is het mogelijk om voor kleinere gebieden meer specifieke baten in beeld te brengen, zoals de afvang van fijnstof, en besparing op zorgkosten door de verbeterde luchtkwaliteit hierdoor.

Teeb.stad gebruikt geen specifieke parameters, zoals boomsoort of boomgrootte. Het model is goed bruikbaar om in de beginfase van een project verschillende scenario's te verkennen.

BenMAP-CE

BenMAP-CE (Benefits Mapping and Analysis Program - Community Edition) berekent veranderingen in luchtvervuilingsconcentraties. Vervolgens maakt het een inschatting van de gezondheidseffecten hiervan (zoals vermindering van het risico op voortijdige sterfte of hartaanvallen) én verbindt het een economische waarde aan die effecten. Het kan deze effecten ook op kaart laten zien.

EnviroAtlas

De Amerikaanse GIS-toepassing EnviroAtlas omvat meer dan 20 gegevenslagen, waarmee allerlei ruimtelijk verbanden gevisualiseerd kunnen worden aan de hand van de bedekkingsgraad van bomen. EnviroAtlas kan de invloed van bomen op luchtverontreiniging laten zien, en daarmee op diverse gezondheidsaspecten (luchtwegaandoeningen, ziekenhuisbezoek, zorgkosten, ziekteverzuim). De methode is (nog) niet beschikbaar in Nederland.

Relatie met i-Tree Eco

BenMAP-CE kan gebruikt worden als aanvulling op i-Tree Eco, waarbij eerst de mate van luchtvervuiling met i-Tree Eco berekend wordt. US Forest Service ontwikkelt manieren om BenMAP-CE en i-Tree Eco verder te integreren. Zo ontwikkelt het extra lagen voor de GIS-toepassing EnviroAtlas, door de uitvoer van de i-Tree-tools te combineren met BenMAP-CE.



Amsterdam, Sarphatipark

Bomen zijn goed voor onze gezondheid, maar wat is dat waard?

Groen is gezond. Uit wetenschappelijk onderzoek blijkt dat een groene omgeving leidt tot een betere gezondheid van mensen. Groen heeft bijvoorbeeld een positief effect op de luchtkwaliteit, maar ook op het welbevinden van mensen. Daarbij zet een groene omgeving ook aan tot meer bewegen. Dit positieve effect op de gezondheid van mensen kan worden opgevat als een groene dienst van bomen. In pilot 2 is een verkennend literatuuronderzoek gedaan naar mogelijkheden om gezondheid als thema op te nemen in i-Tree Eco.

Gezondheidseffecten zijn vaak het resultaat van meerdere factoren. Het verband tussen deze factoren is daarbij vaak indirect en moeilijk te duiden. Zo dragen bomen bij aan gezond voedsel en onze voedselvoorziening doordat ze een leefomgeving vormen voor vogel- en insectenpopulaties, die onderdeel zijn van de voedselketen. Bomen dragen bij aan de gezondheid en het welbevinden van mensen. Uit onderzoek blijkt dat mensen minder stress ervaren, eerder herstellen en productiever zijn in de nabijheid van groen. En zo zijn er veel meer voorbeelden van indirecte effecten en complexe interacties.

Resultaten

Er zijn al een aantal methodes bekend om gezondheidseffecten van bomen te berekenen (*zie kader links*). De verschillende methodes focussen op verschillende aspecten van de gezondheid, maar er is vaak ook sprake van overlap, bijvoorbeeld met het thema luchtkwaliteit. De financiële waarde van de afvang van luchtverontreiniging wordt namelijk berekend op basis van de milieuprijzen uit het 'Handboek Milieuprijzen 2017' door CE Delft. Deze zijn gebaseerd zijn op de schadekosten: de kosten die moeten worden gemaakt om schade als gevolg van milieuvuiling te compenseren. Daarbij worden ook de negatieve gezondheidseffecten van luchtvervuiling meegerekend.

Conclusie

Het is niet eenvoudig om gezondheid als apart thema op te nemen in i-Tree Eco. Het is moeilijk om aan de hand van kenmerken als het aantal bomen, de boomsoorten of de kroonbedekking in een gebied te bepalen wat precies de bijdrage is aan welk aspect van gezondheid, en om daar een waarde aan te verbinden. Deels worden gezondheidseffecten al meegerekend in het thema luchtvervuiling.

Op dit thema is wel veel winst te behalen. Er wordt dan ook veel onderzoek gedaan naar de relatie tussen groen en gezondheid. Het is goed mogelijk dat er in de toekomst meer en betere manieren en modellen worden ontwikkeld om gezondheidseffecten te kwantificeren en er een waarde aan te verbinden.

i-Tree Eco en (bio)diversiteit

Klimaatverandering kan grote effecten hebben op bomen in de stad. Droogte en wateroverlast kunnen de conditie van een boom verslechteren. Ziekten en plagen profiteren mogelijk van een warmer klimaat. Reden genoeg om daarbij stil te staan en je als gemeente daarop voor te bereiden. In Utrecht is onderzocht of het bomenbestand divers genoeg is om risico's te spreiden. Ook is gekeken welke kansen er liggen om thema's als diversiteit, gevoeligheid voor ziekten en plagen en ecologische waarde op te nemen in het model.

Een divers bomenbestand

Een divers bomenbestand bestaat uit bomen van veel verschillende soorten, maten en leeftijden. Het is goed om als gemeente te streven naar een divers bomenbestand. Dat is vooral een vorm van risicospreiding: een divers bomenbestand is minder vatbaar voor ziekten en plagen, want veel daarvan, zoals essentaksterfte of kastanjebloedingsziekte, komen maar bij één geslacht voor. De gemeente Utrecht wil graag weten of het bomenbestand divers genoeg is, welke risico's er bij de huidige samenstelling zijn op ziekten en plagen en wat de impact daarvan kan zijn.

Er bestaan verschillende rekenregels op basis waarvan bepaald kan worden of een bomenbestand divers genoeg is. Een gangbare regel is de 10-20-30-regel van Santamour, waarbij de getallen verwijzen naar het maximale percentage van één familie (30%), geslacht (20%) of soort (10%) die het bomenbestand mag bevatten. In Utrecht is zelfs gerekend met de striktere (2)-5-10-20 regel. De percentages zijn verlaagd en naast de soorten, geslachten en families zijn hier ook de cultivars meegenomen, waarbij de maximale hoeveelheid cultivars gesteld is op 2%.

Resultaten

Op stadsniveau blijkt Utrecht redelijk goed te voldoen aan de (2)-5-10-20 regel. Niet helemaal: vooral essen (*Fraxinus*) zijn in verschillende categorieën te veel aanwezig.

Hoe groter een bomenbestand, hoe meer de lokale verschillen natuurlijk uitmiddelen. Daarom is het bomenbestand ook opgedeeld in wijken. In alle wijken blijkt tenminste één boomsoort, maar vaker drie of meer, niet aan de norm van maximaal 5% te voldoen. Ook opvallend is dat 47% van de totale bomenpopulatie jonger is dan 20 jaar. De oudere bomen staan vooral in de binnenstad (gemiddelde leeftijd bijna 50 jaar). De kroonbedekking in de binnenstad is 22%, één van de hoogste percentages in Utrecht.

Wat kan de gemeente Utrecht hiermee?

In de gemeente Utrecht zijn acht veelvoorkomende boomsoorten (matig) gevoelig voor droogte: de gewone es (*Fraxinus excelsior*), zomereik (*Quercus robur*), schietwilg (*Salix alba*), esdoorn (*Acer pseudoplatanus*), els (*Alnus glutinosa*), beuk (*Fagus sylvatica*), Canada-populier, (*Populus x canadensis*) en prunus (*Prunus avium*). Dat is bijna de helft van het aantal bomen. Van de Utrechtse bomen is 38% juist (matig) gevoelig voor wateroverlast.

Dit betekent dat veruit de meeste gemeentelijke bomen te lijden zullen hebben van de gevolgen van klimaatverandering. Het is daarom van belang om bij nieuwe aanplant soorten te kiezen die (matig) tolerant zijn voor droogte, en bij de keuze ook te zorgen dat de bomenpopulatie divers genoeg blijft. Het bomenbestand als geheel is dan beter bestand tegen klimaatverandering.

Ook is het belangrijk om in te zetten op het behoud van oude bomen, omdat die het meest bijdragen aan groene baten.

Ziekten en plagen

Een ziekten- en plagenanalyse maakt standaard deel uit van de i-Tree Eco-analyse. Voor 36 (in de Verenigde Staten voorkomende) ziekten en plagen beoordeelt het model hoeveel bomen er vatbaar voor zijn en het percentage bladoppervlak dat hierdoor wordt beïnvloed. Van deze 36 ziekten en plagen komen er vijf voor in Nederland en drie, zoals de essenprachtkever, nog niet in Nederland maar al wel in Europa. Er zijn ook ziekten waar het model niet mee rekent omdat ze in de Verenigde Staten niet voorkomen.

Is het mogelijk om de ecologische waarde van een boom te bepalen?

In Utrecht is vooral gekeken naar de ecologische waarde van bomen in de zin van hun bijdrage aan de diversiteit van het bomenbestand. 'Ecologische waarde' is ook op te vatten als de waarde van een boom voor andere plant- en diersoorten: als woon-, rust- of nestelplaats, als foerageergebied of leefomgeving. Maar is deze waarde van een boom te bepalen? Uit literatuuronderzoek blijkt dat dit in principe moet kunnen, al is de ecologische waarde van een boom sterk afhankelijk van de omgeving waarin hij staat en is het erg specialistisch werk. Verder zeggen cijfers per boom nog niets over het bomenbestand als geheel. In ieder geval is deze methode nog niet compleet en nog niet rijp om te implementeren in i-Tree Eco.

In i-Tree Eco is al wel de functie *Wildlife* beschikbaar, die vrij beperkt de geschiktheid van een gebied inschat voor een aantal (Amerikaanse) vogelsoorten. De beperktheid zit zowel in de geografische beschikbaarheid (10 steden) als het onderzoek waarop het gebaseerd is. De functie kan ook plannen voor habitatverbetering evalueren voor negen vogelsoorten (waarvan alleen de spreeuw in Nederland voorkomt). Op dit moment heeft de functie dan ook weinig waarde voor toepassing in Nederland.



Ostrya carpinifolia



i-Tree Eco helpt bij het maken van goede beheerkeuzes

Kun je in het beheer sturen op de groene baten van bomen? Uiteindelijk is dat de vraag waar dit project om draait: kan i-Tree Eco helpen bij het maken van goede beheer- en beleidskeuzes?

Dat bomen soms gekapt moeten worden is natuurlijk onvermijdelijk. Maar wat betekent het verwijderen van bomen voor CO₂-afvang en -opslag, luchtkwaliteit en waterafvang, en welke baten verlies je? Kan het verlies gecompenseerd worden met nieuwe aanplant? Hoe lang duurt het voordat de groene baten weer op het oude niveau zijn en is daarop te sturen?

Deze vragen zijn onderzocht in de gemeenten Rotterdam, Wasseenaar-Voorschoten en 's-Hertogenbosch, waar concrete herinrichtingsprojecten werden doorgerekend met i-Tree Eco.

i-Tree Eco is vooral interessant wanneer het gaat om kap van grotere omvang, bijvoorbeeld bij herinrichtingsprojecten waarbij een flink aantal bomen tegelijk gekapt moeten worden. Met i-Tree Eco is het mogelijk om verschillende scenario's te analyseren en de groene baten daarvan te berekenen. i-Tree Eco laat in de eerste plaats het verlies van groene baten zien en het prijskaartje dat daaraan hangt. Met de functie Forecast kunnen vervolgens verschillende scenario's voor het herplanten van bomen worden doorgerekend. Daarbij is het mogelijk om te variëren in nieuwe aanplant én om gericht doelen te stellen: bijvoorbeeld na hoeveel jaar bepaalde baten weer op peil moeten zijn. Dit inzicht in de waarde van bomen kan helpen bij een goede kosten- en batenanalyse (assetmanagement), het afwegen van plannen en het maken van beleidskeuzes. Daarbij geeft het handvatten om daarover met burgers te communiceren.

Rotterdam, Zuidershagen

Wassenaar / Voorschoten

In Wassenaar en Voorschoten is voor twee projectgebieden een aantal scenario's doorgerekend, waarbij steeds een bepaalde groep bomen moest wijken. i-Tree Eco maakt direct inzichtelijk welke groene baten daardoor worden misgelopen.

In Wassenaar bijvoorbeeld is een projectgebied van 700 bomen geselecteerd in de wijk Zijlwatering: Polanenpark. Hier zijn 30 jaar geleden bomen aangeplant die overlast beginnen te geven, zoals verhardingsopdruk en te veel schaduw. In 2018 en 2019 worden daarom verschillende hofjes heringericht, waarbij bomen worden gekapt en er op andere plekken nieuwe bomen worden aangeplant. Een aantal scenario's is doorgerekend.

Scenario's Wassenaar:

700 bomen waarvan te verwijderen:	Verlies aan baten (per jaar):
50 probleembomen (7%)	€ 613 (-1,7%)
187 structuurbomen	€ 2.815 (-7,6%)
237 probleem- en structuurbomen	€ 3.428 (-9,3%)

Als 187 structuurbomen worden gekapt (scenario 2) moeten er 286 nieuwe bomen van 22,5 cm stamdiameter worden aangeplant om direct het verwijderde deel van de vastgelegde CO₂ te compenseren. Dit is een relatief grote en dure maat. Bovendien is het een uitdaging om zoveel nieuwe plantlocaties te vinden.

In de praktijk is een dergelijke herplant natuurlijk niet realistisch. Wanneer gestreefd wordt naar compensatie over een langere termijn kan worden volstaan met kleinere of minder bomen, vanwege de verwachte groei van de bomen (en daarmee de baten). i-Tree Eco Forecast biedt mogelijkheden om hierin gerichte doelen te stellen en, door parameters te wijzigen, tot gerichte keuzes voor herplant te komen. In Rotterdam is hiermee geëxperimenteerd (zie hiernaast).

Wassenaar, Polanenpark

Rotterdam

In de gemeente Rotterdam zijn twee scenario's doorgerekend in de projectgebieden Vreewijk en Groenenhagen.

Scenario's:

Te verwijderen bomen:	Verlies aan baten (per jaar):
8 bomen in Vreewijk (planmatig onderhoud)	€ 620 (1%)
122 bomen (24%) in Groenenhagen (herinrichting)	€ 3.862 (19%)

- Zoals verwacht heeft het kappen van 8 bomen maar een klein effect op de totale baten van de bomen in het projectgebied. Voor dit soort 'kleine kap' is i-Tree Eco eigenlijk niet interessant.
- In scenario 2 (Groenenhagen) wordt bijna een kwart van het bomenbestand gekapt. Dit heeft een aanzienlijke invloed op de groene baten.

Met i-Tree Eco Forecast is bepaald of het verlies van 122 bomen in Groenenhagen gecompenseerd kan worden door de aanplant van 200 nieuwe bomen van diverse soorten. De functie Forecast berekent aan de hand van de te verwachten groei wat de bomen de komende 30 jaar zouden hebben opgeleverd als ze er dan nog zouden staan. Ook de nieuwe aanplant is op deze manier doorgerekend. Volgens deze berekening legt de nieuwe aanplant na 6 jaar jaarlijks dezelfde hoeveelheid CO₂ vast als het gekapte bomenbestand gedaan zou hebben. Na ruim 15 jaar zal de nieuwe aanplant dezelfde voorraad CO₂ bevatten.

Een Rotterdamse boom levert gemiddeld € 44,68 aan baten per jaar op. In pilot 1 was dit slechts € 5,20. Hoe kunnen dezelfde bomen opeens een factor 8,6 meer waard zijn?

In 2018 is met geactualiseerde eenheidsprijzen (*benefit prices*) gerekend, gebaseerd op de nieuwste versie van het Handboek Milieuprijzen, CE Delft (2017). In de vorige versie uit 2010 werd gerekend met preventiekosten, terwijl nu wordt uitgegaan van schadekosten. Preventiekosten zijn kosten die gemaakt worden om de uitstoot van luchtvervuilende stoffen te reduceren en te voorkomen. Schadekosten zijn kosten die moeten worden gemaakt om de schade als gevolg van milieuvuiling te herstellen, inclusief de gezondheidsschade. En dat levert een heel ander kostenplaatje op.

De milieuprijs voor CO₂ is zelfs een factor 14 hoger vastgesteld dan in pilot 1. Dit komt door de klimaatwet, waarin is vastgelegd dat het kabinet er naar streeft om in 2030 de uitstoot van CO₂ met 49% te reduceren: een forse doelstelling die maakt dat er aan CO₂-vastlegging een ander prijskaartje hangt!

's-Hertogenbosch

De gemeente 's-Hertogenbosch is bezig met de (her-)ontwikkeling van het stationsgebied. Binnen dit gebied staan ongeveer 1.700 gemeentelijke bomen. De toekomstplannen zijn op dit moment nog niet concreet genoeg om scenario's op te stellen en door te rekenen. Daarom is onderzocht hoe de baten van het huidige bomenbestand zich in de toekomst zouden kunnen ontwikkelen.

Ook daarbij zijn vier scenario's doorgerekend. Twee daarvan gaan uit van een uitbraak van essentaksterfte. Omdat 4,5% van het bomenbestand uit gewone essen (*Fraxinus excelsior*) bestaat, vormt deze ziekte een serieuze bedreiging.

Scenario's:

normale uitval van bomen,
geen nieuwe aanplant

normale uitval van bomen,
uitbraak van essentaksterfte,
geen nieuwe aanplant

normale uitval van bomen,
nieuwe aanplant van 50 bomen per jaar
(startend na 5 jaar)

Worst case scenario:
normale uitval van bomen,
uitbraak van essentaksterfte,
i-Tree-classificatie 'storm' na 10 jaar, waarbij 25%
van de bomen uitvalt

Wat valt op in 's-Hertogenbosch?

- Er staan veel platanen (*Platanus x hispanica*) in het stationsgebied: 321 bomen (19%), met een gemiddelde stamdiameter van 28 cm dragen veruit het meeste bij aan de groene baten van het gebied (31%).
- Ook de paardenkastanje (*Aesculus hippocastanum*) scoort hoog, met slechts 19 bomen (1%) zijn ze goed voor 3% van de groene baten.
- De Valse Christusdoorn (*Gleditsia triacanthos*) levert met 143 bomen (9%) maar 2% van de groene baten.

Dikke, oudere bomen zijn dus heel belangrijk. 6 bomen met een stamdiameter van 60 cm leveren net zoveel groene diensten als 143 kleintjes met een stamdiameter van 11 cm!

Over de scenario's

- Als alleen bomen worden aangeplant ter compensatie van uitgevallen bomen, is er al een flinke toename te zien van groene baten.
- Het effect van een grote storm is lastig te schatten. Er is uitgegaan van een uitval van 25% van de bomen. Dat is best veel en neemt ook een grote hap uit de baten van de bomen. Er zijn wellicht boomsoorten die door hun vorm of wortelgestel beter bestand zijn tegen hevige stormen. Dit is nu nog niet meegenomen in de toekomstverwachting.

i-Tree Eco in Nederland

de toepassingen in het kort

Kwantificeren van baten

Luchtzuiverende werking

i-Tree Eco berekent hoeveel luchtverontreinigende stoffen een boom jaarlijks afvangt, zoals fijnstof en stikstofdioxide. Op basis daarvan is concreet aan te tonen welke bijdrage bomen in een bepaald gebied leveren aan het verbeteren van de luchtkwaliteit.

Waterafvang

i-Tree Eco berekent de hoeveelheid regenwater die dankzij bomen wordt onderschept en met een vertraagde snelheid op de grond terecht komt. Daarmee dragen bomen bij aan het verminderen van de hoeveelheid afstromend water via verharde oppervlakken en riolen tijdens piekbuien. Dit resulteert in minder natte voeten en minder druk op de drainagesystemen, waardoor er kosten door regenschade worden vermeden. Dit wordt gekoppeld aan een bedrag die de baten van de bomen weergeeft voor wat betreft waterafvang.

CO₂-opslag

Een belangrijke doelstelling van het nationale klimaatbeleid is het verminderen van de uitstoot van broeikasgassen, waar CO₂ een groot aandeel in heeft. Bomen leggen CO₂ vast in hun hout en deze opslagcapaciteit neemt door de groei van de bomen elk jaar toe. i-Tree Eco berekent de hoeveelheid CO₂ die door de bomen wordt opgeslagen. Dat maakt het mogelijk om een concrete waarde te koppelen aan de bijdrage die bomen leveren aan het verminderen van de CO₂-uitstoot. Bomen kunnen hierdoor bijdragen aan het behalen van de doelen binnen het klimaatbeleid van een gemeente.

De informatie over deze specifieke baten geeft inzicht in de bijdrage van bomen aan de leefomgeving én biedt mogelijkheden om deze bijdragen te optimaliseren, bijvoorbeeld door groeiplaatsverbetering, behoud van oude bomen, de aanplant van extra bomen of het creëren van meer diversiteit.

Ontwikkelkansen

Met i-Tree Eco is een mooie basis gelegd om de groene baten van bomen te kwantificeren. In de toekomst is er nog veel meer te winnen: denk bijvoorbeeld aan de bijdrage van bomen aan gezondheid en welbevinden (en de waarde daarvan in termen van meer productiviteit en minder zorgkosten), de bijdrage van bomen aan koeling van de omgeving (en de energiebesparing die dat oplevert) of de invloed van bomen op de waarde van vastgoed. En dat zijn maar een paar van de vele diensten die bomen leveren, en waar in de toekomst mogelijk een concrete financiële waarde aan verbonden kan worden met i-Tree Eco.



Analyseren van een bomenbestand

De mate van kroonbedekking

De verhouding tussen verharding en groen is bepalend voor de mate waarin bomen met hun ecosysteemdiensten een positieve impact hebben op onze leefomgeving. i-Tree Eco berekent de mate van kroonbedekking van de bomen in een bepaald gebied, oftewel het percentage oppervlak van dat gebied dat bedekt wordt door boomkronen. Het berekende percentage kroonbedekking kan gebruikt worden als startpunt voor het stellen van een specifieke doelstelling en om tussentijds de voortgang te monitoren. Een goed voorbeeld hiervan is Londen, waar ze streven naar een kroonbedekking van 25% in 2025.

De potentiële impact van ziekten en plagen

Het is een ongeschreven regel dat diversiteit qua boomsoorten en qua leeftijd ervoor zorgt dat een bomenpopulatie beter bestand is tegen ziekten en plagen. Door een divers bomenbestand heeft uitval van een bepaalde boomsoort minder impact op het straatbeeld en de ecosysteemdiensten van het gehele bomenbestand blijven grotendeels behouden. Met i-Tree Eco kan worden berekend welke impact een bepaalde ziekte of plaag zal hebben op de bomen binnen een projectgebied. Hierbij wordt niet het verlies van baten beoordeeld, maar het potentieel verlies van bladoppervlak. Bladoppervlak is namelijk een van de meest bepalende factoren voor de hoeveelheid baten die een boom kan leveren. Een impactanalyse van ziekten en plagen is een handige tool om de duurzaamheid van een bomenbestand te bepalen.

Onderbouwen van besluitvorming

i-Tree Eco biedt een concrete basis voor goed assetmanagement. Bij een nieuw aan te leggen wijk, herinrichting van een bestaand gebied of civiele werkzaamheden kan i-Tree Eco een belangrijke rol spelen bij het opstellen en beoordelen van plannen en de daaropvolgende besluitvorming. Niet alleen de impact van het verwijderen, vervangen of de aanplant van bomen op de hoeveelheid ecosysteemdiensten kan worden bepaald, maar ook kan er een voorspelling worden gedaan over de ontwikkeling van de baten van de ecosysteemdiensten in de toekomst. Dit maakt een zorgvuldige belangenafweging mogelijk, waardoor ontwikkeling en ontwerp van een gebied of besluitvorming over de toekomst van bomen beter onderbouwd kunnen worden.

Vergroten van (politiek) draagvlak

Door de waarde van bomen zichtbaar te maken, helpt i-Tree Eco om het draagvlak voor bomen te vergroten, zowel bij bestuurders als bij burgers. i-Tree Eco maakt de bijdrage van bomen aan de leefbaarheid en het stadsklimaat heel concreet en zichtbaar. Dat maakt i-Tree Eco een uitstekend middel voor communicatie, zowel naar de raad als naar burgers. Het biedt mogelijkheden om politieke ambities op het gebied van klimaatdoelstellingen te vertalen naar concreet bomenbeleid en -beheer. En het kan ingezet worden om het belang van bomen voor burgers te onderbouwen en te benadrukken.

Colofon

'De baten van bomen. Resultaten van i-Tree in Nederland' is een publicatie van Platform i-Tree Nederland, een samenwerkingsverband van:

Stadswerk
Maarten Loeffen

VHG
Olivier Copijn, Marc Custers

Wageningen University & Research
Fons van Kuik

Hogeschool van Hall Larenstein
John Raggers, Hans Jacobse

14 pilotgemeenten
Amsterdam, Den Haag, Dordrecht, Eindhoven, Haarlem, Heerhugowaard, 's-Hertogenbosch, Huizen, Leidschendam/Voorburg, Oss, Papendrecht/Hendrik-Ido-Ambacht, Rotterdam, Utrecht en Wassenaar/Voorschoten

Bomenwacht Nederland
Michel van Ingen, Astrid Kwakkel, Nout Jansen, Florien Kuijper

BTL Bomendienst
Arnold Meulenbelt, David van Uden, Dorien Nooitgedagt, Tom Verstraten

Cobra adviseurs
Cor 't Lam, Koen Verhoeven, Evelien Droge

Terra Nostra
Henry Kuppen (projectleider),
Wendy Batenburg (projectcoördinator),
Ewout de Graaff

Met dank aan
USDA Forest Service en Davey Institute

Tekst
Florien Kuijper, Wendy Batenburg

Fotografie
Henry Kuppen

Vormgeving
Martine Janzen, Communicatiebureau de Lynx

Druk
Pascal Libertas



“Bomen in de stad zijn allang geen decoratie meer. Ze vangen fijnstof af, zorgen voor koelte, verrijken de biodiversiteit en geven de stad karakter. Bomen zijn onmisbaar in de kwaliteit van onze leefomgeving. Daarom hebben ze waarde. Economische waarde, maar daar hoort ook beheer bij. Met goed beheer kunnen bomen tot volle wasdom komen en groeiende maatschappelijke baten leveren. i-Tree is het instrument waarin waarde en beheer aan elkaar worden gekoppeld. Een tool voor opdrachtgevers én professionals. Voor VHG is i-Tree belangrijk om de waarde van bomen in de stedelijke omgeving én ons boomspecialisme nog hoger op de agenda te zetten.”

EGBERT ROOZEN
Directeur Branchevereniging VHG



“Stadswerk is erg trots op i-Tree Nederland. Door de samenwerking tussen gemeenten, bedrijven, onderwijs en onderzoek hebben we de afgelopen drie jaar vijftien gemeentelijke pilots gerealiseerd met concrete lokale resultaten. Door de pilots te bundelen ontstond een resultaat dat meer is dan de som der delen: i-Tree Nederland 1.0. Een open source software instrument dat de maatschappelijke en ecologische waarde van een boom in klinkende munt vertaalt. i-Tree legt het juiste gewicht in de schaal in de discussies rondom de realisatie van waardevol groen in onze leefomgeving. Dat hebben we nodig op weg naar Future Green City!”

MAARTEN LOEFFEN
Directeur Vereniging Stadswerk Nederland

