



## Gebruik van infrarood luchtfoto's bij het beheer van bomen in de stad

Stedelijke bomen worden voortdurend blootgesteld aan verschillende stressfactoren zoals luchtvervuiling, hydrologisch onevenwicht, temperatuursvariaties, gebrek aan voedingsstoffen, bodemverdichting, accumulatie van giftige metalen in de bodem, strooizout, uitlaatgassen, schade aan stam en wortels... Een goed beheer van het bomenbestand is noodzakelijk om te anticiperen op deze problemen, want de bevoegde overheden mogen de gevolgen van eventuele ongevallen - door bijvoorbeeld het omvallen van een boom langs een drukke verkeersader - niet onderschatten.

Auteur: Lies Steel

Via het gebruik van infraroodfoto's kan de gezondheidstoestand van bomen bepaald en opgevolgd worden. Deze techniek is complementair aan een mechanische VTA-analyse (Visual Tree Assessment) op het terrein. Sinds 1996 volgt Eurosense de gezondheidstoestand van bomen in het Brussels Hoofdstedelijk Gewest via infraroodluchtfoto's. Elk jaar wordt over één derde van het volledige bomenbestand (wat ongeveer 30.000 bomen bedraagt) heen gevlogen en wordt dit deel geïnterpreteerd. Op die manier is het mogelijk om hun gezondheid driejaarlijks op te volgen. Na een bijkomend terreinbezoek krijgt elke boom een beoordeling van 1 tot 5, waarbij 1 staat voor een dode, instabiele of zeer zieke boom en 5 voor een gezonde boom. Door deze werkwijze kan het Brussels Gewest uit het volledige bomenbestand alle bomen met een slechte

beoordeling selecteren voor een diepgaandere analyse die uiteindelijk tot de beslissing leidt welke werkzaamheden zullen uitgevoerd worden (snoeien, revitaliseren, vellen, ...). Een internetapplicatie laat burgers toe zich te informeren over de gezondheidstoestand van de bomen in hun wijk. Momenteel voert Eurosense een project uit voor de gemeente Alphen aan den Rijn waarbij de fysiologische gezondheid van de bomen wordt bepaald op basis van zomeropnames van 2006, 2008 en 2010. Deze vaststellingen worden vervolgens gekoppeld aan VTA-waarnemingen. Eurosense maakte in 2006 en 2008 een landsdekkende luchtfoto van Nederland met een resolutie van respectievelijk 40 en 25 cm (DKLN). Deze opnames werden in de zomer gemaakt en kunnen dus gebruikt worden om de evolutie van de gezondheid van de bomen in de tijd te volgen.

Door uitvoering van een nieuwe zomervlucht kan ook de koppeling met de huidige gezondheid van de bomen gemaakt worden.

### In de praktijk

Interpretatie in het infrarood laat toe een globaal beeld van de bomen te vormen, bepaalde gezondheidsproblemen te detecteren en de gezondheidsevolutie in de tijd te bepalen. Omdat de techniek van het infrarood anticipatief is, kunnen bepaalde zieke bomen op de foto's herkend worden, terwijl op het terrein nog geen duidelijke symptomen aanwezig zijn. Aan de hand van luchtfoto's alleen is het onmogelijk om de boomsoort, mechanische gebreken en eventueel verantwoordelijke factoren voor verzwakkingen in het infrarood vast te stellen. Een combinatie van infrarood luchtfoto's en VTA-analyse op het

terrein geven een vrij compleet beeld van de gezondheidstoestand van bomen: door zowel fysiologische (infraroodbeelden) als mechanische (terreinwerk) gebreken op te sporen kunnen potentieel risicovolle bomen geïsoleerd worden uit een volledig boombestand.

## Werkwijze

### Fotovlucht

Met een vliegtuig worden in de zomer luchtfoto's gemaakt van het projectgebied. De luchtfoto's worden verwerkt tot kleurenluchtfoto's en tot infraroodluchtfoto's. De infraroodfoto's worden gebruikt voor de fysiologische analyse. De kleurenluchtfoto's kunnen later in het project gebruikt worden voor visualisaties. De foto's worden opgenomen met minstens 60 procent overlap, zodat ze later in drie dimensies bekeken kunnen worden.

### VTA en infraroodfoto

Nadat een fotovlucht is uitgevoerd, wordt elke boom op het terrein geïnventariseerd en visueel geïnspecteerd. De kleur van de boom in het infrarood is soortafhankelijk. Daarom is het belangrijk om naast de locatie van de boom en eventuele afmetingen ook de boomsoort op te nemen in de inventaris. De mechanische diagnose wordt gesteld door een visuele inspectie van de boom aan de hand van de VTA-methode. Eurosense heeft een lijst opgesteld met VTA-waarnemingen die per boom geregistreerd worden. Elke waarneming met invloed op de vitaliteit van de boom is gekoppeld aan een score. De verschillende scores vormen vervolgens een totale VTA-score tussen 1 en 5 voor elke boom. Een gezonde boom krijgt score 5 en een dode, instabiele of zeer zieke boom krijgt score 1. Het terreinonderzoek biedt, naast de VTA-waarnemingen, ook de mogelijkheid om eventuele opmerkingen te registreren zoals het voorstellen van een bijkomend onderzoek, de naam van een vastgestelde ziekte of een mogelijke oorzaak van een verminderde vitaliteit.

Vervolgens wordt de gezondheidstoestand van elke boom geïnterpreteerd op de infraroodbeelden (fysiologische diagnose). Dit gebeurt met behulp van specifieke soft- en hardware die toelaten elke boom in drie dimensies te bestuderen. Infraroodfoto's laten toe verschillen in spectrale uitstraling van vegetatie te zien naargelang hun fysiologische gezondheidstoestand. Dit vertaalt zich op de beelden in verschillen in kleur en textuur. In het domein van het infrarood heeft een gezonde loofboom een felrode kleur en een

gezonde naaldboom een paarse kleur. Op de (infrarood) luchtfoto hebben licht aangetaste bomen een roosachtige kleur en zieke bomen een grijs-roze kleur. Voor elke boom wordt de verkleuring en de ontbladering beoordeeld. Het gebruik van infrarode beelden in de teledetectie biedt de mogelijkheid om verschillende bomen van eenzelfde soort in eenzelfde omgeving te vergelijken en om hun toestand op te volgen in de tijd. Een belangrijk voordeel van deze methode is dat gezondheidsproblemen op infraroodopnames vaak vastgesteld worden voordat symptomen zich op het terrein manifesteren. Dit biedt de mogelijkheid om in een vroeg stadium na te gaan wat de oorzaak is en een bijpassende beheersmaatregel zoals snoeien of groeiplaatsverbetering door te voeren. Door opnames van verschillende jaren te vergelijken kan nagegaan worden of deze beheersmaatregelen succesvol waren en of ze eventueel nog bijgesteld moeten worden. Elke boom krijgt dus een VTA-score en een infraroodscore. Combinatie van deze twee scores, waarbij de negatiefste de doorslag geeft, leidt tot een beoordeling tussen 1 en 5 per boom. Bomen met score 1 zijn risicobomen, maar ook bij score 2 en 3 wordt aangeraden om de bomen nauwkeurig op te volgen.

### Databank

Het geheel van gegevens wordt geïntegreerd in een Geografische Informatie Systeem (Gis)-databank waarin de data beheerd worden. In de Gis-databank kan eenvoudig worden bijgehouden welke de risicobomen zijn, bij welke bomen bijkomend onderzoek nodig is, bv. met instrumenten zoals een tomograaf of een resistoograaf en welke maatregelen er moeten genomen worden zoals kappen, snoeien of groeiplaatsverbetering. Het voordeel van een Gis-databank is de ruimtelijke component en de mogelijkheid om bevragingen te doen. Zodra er voldoende gegevens over alle bomen verzameld zijn, is het mogelijk om deze data te verwerken en hierop statistische analyses uit te voeren. Verder kunnen allerlei soorten kaarten gemaakt worden: kaarten met als achtergrond luchtfoto's voor kapvergunningen, kaarten waarmee de boomverzorgers op het terrein gaan, kaarten waarop de evolutie van de gezondheid van de bomen over verschillende jaren weergegeven wordt, enz.

### Software

Zodra de bomen geïnventariseerd zijn en hun gezondheidstoestand bepaald is, moet het verdere beheer van de bomen ingepland worden.

## De teledetectie:

Teledetectie kan omschreven worden als het geheel van technieken dat gebruikt wordt om de fysieke of biologische karakteristieken van objecten (levend of inert) te bepalen van op een afstand, dus zonder direct contact. Om deze informatie te verkrijgen wordt gebruik gemaakt van een vliegtuig, satelliet of een boot die over de nodige instrumenten beschikt (een fotografisch toestel, een camera, een laser, een radar, etc.). De teledetectie heeft zich voornamelijk ontwikkeld op de gebieden van de cartografie, landbouw en ruimtelijke ordening. Ze maakt gebruik van het meten van elektromagnetische straling die gereflecteerd wordt door de objecten. Afhankelijk van het object en de toestand waarin het zich bevindt, zal de afstand in de gemeten waarde verschillen. De reflectie van vegetatie is het meest uitgesproken in het infrarood, vandaar het belang om technieken te ontwikkelen die deze infrarode straling bestuderen.

## Infrarode teledetectie:

Infrarode straling (I.R.) is een elektromagnetische straling met een langere golflengte dan het zichtbaar licht, maar een kortere dan de microgolflengten. Ze situeert zich tussen 700 nm en 1 mm. Het domein van het infrarood dat gebruikt wordt voor de analyse van vegetatie is het nabij infrarood, gelegen tussen 700 nm en 1400 nm. Vegetatie reflecteert meer in het infrarood (zie figuur 2). Voor een gezonde boom ligt dit percentage een stuk hoger dan voor een sterk aangetaste boom. Het gebruik van infraroodbeelden laat dus een grotere precisie toe in de waardering van vegetatie dan beelden genomen in het domein van het zichtbaar licht. Wanneer een boom een gezondheidsprobleem heeft, zal zijn reflectie wijzigen. De fotosynthetische activiteit van planten / bomen laat toe om hun fysiologische toestand te bepalen; de fotosynthese ligt aan de basis van de aanmaak van voedingsstoffen van de plant. Planten met een gezondheidsprobleem (aantasting door zwammen, parasieten ed.) hebben niet dezelfde kleur als gezonde planten omdat ze niet hetzelfde chlorofylgehalte hebben. Het zijn juist deze chlorofylpigmenten die de vegetatie kleur geven: ze absorberen het merendeel van het zichtbare licht met uitzondering van het groene.



Specifieke beheerssoftware laat toe werkzaamheden te plannen, budgetramingen uit te voeren, personeelsinzet te berekenen en uiteraard de verdere opvolging van het boompatrimonium te verzekeren. Op basis van de scores die zowel de mechanische als de fysiologische toestand van de boom weergeven kan bijvoorbeeld ingeschat worden welke bomen extra aandacht nodig hebben, waar gesnoeid moet worden of groeiplaatsverbetering nodig is, hoeveel bijkomende onderzoeken er nodig zijn, welke bomen mogelijk gekapt of vervangen moeten worden. Bovendien kan door op tijd in te grijpen en de boom te revitaliseren, vaak het kappen worden vermeden.

### Website

Het internet is een handig instrument om de bevolking te laten kennismaken met de bomen in hun gemeente. De mogelijkheid bestaat om de boomgegevens online te plaatsen. Via enkele klikken kunnen de burgers zien welke boomsoorten er in hun straat / gemeente aanwezig zijn, hoe hoog ze zijn, wat hun omtrek is, wat hun gezondheidstoestand is, welke bomen geveld zullen worden, ... Dit kan eventueel gekoppeld worden aan sensibiliseringscampagnes of andere projecten. Bijvoorbeeld bij het stimuleren van het beplanten van de boomspiegel. Op de website kan dan een link staan met informatie zoals tips.

### Integratie in de dagelijkse werking van de gemeente

De bovenstaande werkwijze kan perfect geïntegreerd worden in de dagelijkse werking van de gemeente. Heel wat van de verkregen data en informatie kunnen dienen als basis voor mogelijke projecten binnen de gemeente.

### Lokalisatie / Inventarisatie

Luchtfoto's zijn zeer geschikt om bomen te lokaliseren en een eerste inventaris aan te maken. Dit kan een eerste stap zijn om een beheerplan op te stellen voor het volledige boombestand van een gemeente.

### Stedelijke groenkaarten

Naast het individueel in kaart brengen van bomen kunnen alle groenelementen binnen een gemeente in kaart gebracht worden op basis van luchtfoto's via semiautomatische classificatie. Eenmaal alle groenelementen in kaart gebracht, kunnen groenbehoeftekaarten opgesteld worden. Dit zijn kaarten die rekening houden met de bevolkingsdichtheid en de hoeveelheid openbaar groen. Ze geven een indicatie van gebieden met



tekorten aan openbaar groen en gebieden met voldoende openbaar groen binnen een gemeente. Studies hebben aangetoond dat afstand tot een groene ruimte de belangrijkste factor is voor het bezoek van deze groene ruimte. Wanneer er wordt getracht om voor alle inwoners voldoende groen ter beschikking te stellen binnen bepaalde afstanden, zijn groenbehoeftekaarten een ideaal instrument. De kaart vormt dan een eerste aanzet om te bepalen in welke zones van de gemeente meer groene ruimte voorzien moet worden.

### Groendaken

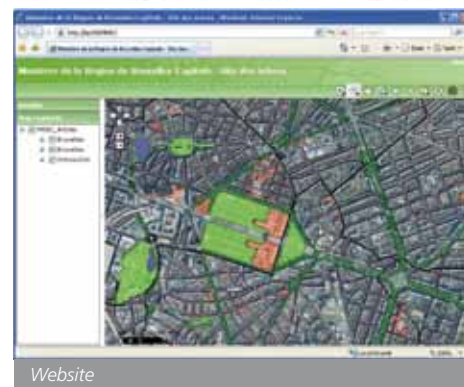
Infraroodfoto's geven een duidelijk beeld van alles wat vegetatie is: niet alleen groenelementen op de grond, maar ook groendaken kunnen in kaart gebracht worden. Op basis van deze informatie kunnen gemeenten hun subsidies voor groendaken opvolgen.

### Communicatiemiddel

Infrarode orthofoto's kunnen gebruikt worden om bomen te visualiseren en zijn aldus een zeer interessant communicatiemiddel. Een foto spreekt meer aan dan een tekening, een grafiek of een kaart. Dergelijke foto's kunnen gebruikt worden in het kader van informatiecampagnes bij nieuwe aanplantingen of plannen voor ruimtelijke ordening. De gegevens kunnen bovendien gemakkelijk geïntegreerd worden in databanken.

### Bepalen van kroondiameters

Door het infraroodbeeld om te zetten naar een NDVI-beeld (Normalized Difference Vegetation Index) kunnen de diameters van de kruinen



semiautomatisch berekend worden. Deze informatie is nuttig om afstanden van de kruinen tot de gevels te berekenen en eventuele snoeiwerken te plannen.

### Waarom infrarood

Niet alle gezondheidsproblemen zijn zichtbaar tijdens een terreinbezoek. Vaak treden er pas uiterlijke kenmerken op als de aantasting al verder gevorderd is. Door op tijd vast te stellen dat de boom een verminderde vitaliteit heeft kan vaak met eenvoudige ingrepen een oplossing geboden worden. Bij VTA ligt de nadruk op de stabiliteit en preventie van risico's. Door de combinaties van VTA en infrarood wordt een stap verder gegaan, waarbij vitaliteit en beheer een grotere rol krijgen.

Lies Steel is werkzaam als projectmanager binnen het bedrijf Eurosense, specialist op het gebied van geo-informatie.