

## SimForTree

Een beleidsondersteunend computermodel voor duurzaam bosbeheer gebaseerd op ecofysiologische analyse en simulatie van boomontwikkeling.

Valorisatie eindrapport IWT-SBO project 060032 – Periode 2007-2010

### *Uitvoerend onderzoeksconsortium*

Universiteit Antwerpen, Departement Biologie, Onderzoeksgroep Planten- en Vegetatie-ecologie, Universiteitsplein 1, 2610 Wilrijk. T: 03/265.2256 – fax: 03/265.2271. Prof. Reinhart Ceulemans, *coördinator en contact*.

Universiteit Gent, Faculteit Bioingenieurswetenschappen, Vakgroep Bos- en Waterbeheer, Coupure Links 653, 9000 Gent. Prof. Joris Van Acker.

Katholieke Universiteit Leuven, Departement Aard- en Omgevingswetenschappen, Onderzoeksgroep Ecologie en Beheer van Bossen, Celestijnenlaan 200<sup>E</sup>, 3001 Leuven. Prof. Bart Muys.

Datum: 24 februari 2011

## 1. Inleiding

Het SimForTree onderzoeksproject beoogde de ontwikkeling van een beleidsondersteunend werkinstrument dat de groei van bomen en bossen in Vlaanderen op een realistische wijze simuleert bij wijzigend beheer en klimaat, en dat resultaten onderling en doorheen de tijd kan vergelijken. Dit werkinstrument kreeg de naam Sim4Tree, en baseert zich op een mechanistisch proces-gestuurd model (ANAFORÉ) dat voorheen door de onderzoeksgroep Planten- en Vegetatie-ecologie van de Universiteit Antwerpen ontwikkeld werd.

Het belangrijkste objectief van het project was om zowel de socio-economische als de ecologische gevolgen van veranderende milieu-omstandigheden (o.a. *global climate change*, milieuvervuiling) en specifieke beleidskeuzes op bossen in Vlaanderen realistisch in te schatten. Het resulterende werkinstrument is met andere woorden een hulpmiddel voor duurzame ontwikkeling, en werd vanuit de filosofie van duurzaam beheer van bosccosystemen en natuurlijke hulpbronnen ontwikkeld. Sim4Tree is een beslissingsondersteunend systeem dat beheerders en beleidsmakers kan helpen om hun keuzes te maken aangaande duurzaam en multifunctioneel bosbeheer. Alhoewel het gebruik en de verdere ontwikkeling van Sim4Tree ook een industriële impact kan hebben op de bosbouw- en de houtverwerkende sectoren, heeft het niet als hoofddoel om economische omzetverbeteringen te realiseren.

Voor de ontwikkeling van het Sim4Tree werkinstrument werd een consortium opgericht van onderzoeksgroepen uit de Universiteiten van Antwerpen, Gent en Leuven. Het betrof de Onderzoeksgroep Planten- en Vegetatie Ecologie van het Departement Biologie, Universiteit Antwerpen (UA; Prof. Dr. Reinhart Ceulemans, tevens coördinator van het onderzoeksproject); het Laboratorium voor Houttechnologie van de Vakgroep Bos- en Waterbeheer, Universiteit Gent (UGent, Prof. Dr. ir. Joris Van Acker); en de Afdeling Bos, Natuur en Landschap van het Departement Aard- en Omgevingswetenschappen, Katholieke Universiteit Leuven (K.U.Leuven, Prof. Dr. ir. Bart Muys). Dit onderzoeksconsortium werkte gedurende de periode 2007-2010 gecoördineerd om samen dit werkinstrument te realiseren.

Bij de start van het project werd een uitgebreide gebruikerscommissie samengesteld, waarmee op regelmatige basis werd overlegd. Tijdens deze overlegmomenten en talrijke bilaterale contacten kreeg het projectverloop vorm, en konden belangrijke inhoudelijke en operationele keuzes gemaakt worden m.b.t. de ontwikkeling van het Sim4Tree werkinstrument. De gebruikers kozen uiteindelijk voor een gedifferentieerde ontwikkeling van het werkinstrument op drie verschillende schaalniveaus. Naast een onmiddellijk inzetbaar en gebruiksvriendelijk systeem (het uiteindelijke Sim4Tree, werknaam S1), worden zo ook twee bijkomende systemen ter beschikking gesteld (werknamen S2 en S3) met sterk gedetailleerde output en meer vrijheidsgraden voor de gebruiker –

en dus potentieel diepgravender resultaat – maar zonder de functionaliteit van S1. Deze systemen worden verder in dit verslag uitvoerig besproken.

Wij denken dat deze drie systemen praktisch bruikbaar zullen zijn voor:

-Het wetenschappelijk onderzoek op het gebied van landschaps- en bosecologie, bosbeheer, boomfysiologie, houtvorming, boom- en houtkwaliteit (systemen S2 en S3);

-Het geven van voorlichting met betrekking tot de impact van boomsoortenkeuzes, bosbehandelingstechnieken, huidige en toekomstige klimaatveranderingen (systemen S1 en S2);

-Het nemen van beleidsbeslissingen door de verschillende belangengroepen binnen de volledige bos-houtkolom (systeem S1).

Potentiële gebruikers zijn o.m. de actoren in het klimaat-, water- en natuurbeleid (zoals het Agentschap Natuur en Bos, drinkwatermaatschappijen en de Vlaamse Milieumaatschappij), de actoren van bosonderzoek en -educatie op verschillende niveaus (academisch, het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, hoger onderwijs en secundair onderwijs, landbouwscholen, permanente vorming INVERDE), en in de toekomst mogelijk ook diverse actoren van bosbeheer (zoals het Agentschap Natuur en Bos, de boseigenaars en bosgroepen).

Om de drie werkinstrumenten te realiseren was echter eveneens een uitgebreide experimentele ondersteuning noodzakelijk. Ook dit wetenschappelijke werk heeft geleid tot een aantal belangrijke outputs die ter beschikking worden gesteld. Deze omvatten onder meer een uitgebreide databank met meetgegevens en diverse publicaties in internationale peer-reviewed tijdschriften. Ook de ontwikkeling en in gebruik name van een CT-scanner die toelaat vernieuwende microdensitometrische analyses uit te voeren, kan aanzien worden als een belangrijk resultaat van het SimForTree project.

Dit valorisatierapport documenteert de intense samenwerking die in de loop van het SimForTree project plaats vond tussen de projectuitvoerders en potentiële gebruikers binnen het brede gebruikersveld (§2). Er wordt vervolgens ingegaan op de concrete ontwikkeling van de drie werkinstrumenten die inzetbaar zijn bij beslissingsondersteuning voor het Vlaamse bosbeleid en –beheer (§3). De resultaten van het experimenteel onderzoek worden hier niet besproken (zie daarvoor het wetenschappelijke eindrapport); wel wordt ingegaan op de diverse wetenschappelijke contacten die in het kader van dit project werden onderhouden en op de beschikbare eindproducten die hieruit voort kwamen (§4). Tenslotte wordt ingegaan op de opportuniteiten die zich aandienen in het kader van een natraject (§5).

## 2. Interactie met potentiële gebruikers

### 2.1. Gebruikerscommissie

Bij de aanvang van het onderzoeksproject werd een gebruikerscommissie opgericht waarin vertegenwoordigers van diverse actoren i.v.m. bosbeheer, boseducatie, natuurbeleid, alsook bosgroepen werd opgenomen. Er werd naar gestreefd actoren uit het volledige gebruikersveld op te nemen, om een zo breed mogelijke interesse voor het werkinstrument Sim4Tree te bewerkstelligen. De grote initiële respons en de blijvende deelname van een groot aantal leden toont aan dat dit gelukt is.

De leden van de gebruikerscommissie waren: Maurice Hoffman (INBO), Peter Roskams (INBO), Johan Neyrinck (INBO), Linda Meiresonne (INBO), Bruno De Vos (INBO), Myriam Dumortier (INBO), Beatrijs Van der Aa (INBO), Jos Van Slycken (INBO), Paul Schreurs (IWT), Filip Agneessens (COBLO), Tom Anthonis (Vereniging van Bos-, Land- en Natuureigenaars – Landelijk Vlaanderen), Philippe Casier (Vereniging van Bos-, Land- en Natuureigenaars – Landelijk Vlaanderen), Dries Gorissen (Agentschap Natuur & Bos - Limburg / Houtvesterij Hechtel), Sander Jansens (Agentschap Natuur & Bos), Inge Serbruyns (Agentschap Natuur & Bos), Martine Waterinckx (Agentschap Natuur & Bos), Hugo Coppens (Technisch Centrum der Houtnijverheid (TCHN)), Gerrit Dedoncker (Unie Vlaamse Bosbouw), François De Meersman (Belgische Confederatie der bedrijven van de Eerste Houtverwerking), Carl De Schepper (Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap/ Aminal/ Afdeling Bos & Groen) , Christiaan De Schuijmer(Esher bvba), Rik De Vreese (Vereniging voor Bos in Vlaanderen), Jan Helsen (Houtbedrijf Helsen), Bart Holvoet (vzw Fair Timber / FSC Belgium), Geert Lejeune (WWF-België), Pieter Roovers (Arcadis Aeolus), Peter Suys (De Noordboom), Karolien Van Diest (Limburgse Bosgroepen), Guy Van Steerteghem (Febelhout), Pieter Vercammen (Vlaamse Landmaatschappij), Ward Vervoort (Sum Research), Bert Wierbos (Norbord)

De gebruikerscommissie – die als begeleidings- en adviesorgaan fungeerde – kwam in haar geheel gedurende de duur van het project verschillende keren samen, nl. tijdens een eerste vergadering in Antwerpen op 18 april 2007; tweede vergadering in Gent op 23 november 2007; derde vergadering in Leuven op 17 november 2008; vierde vergadering in Antwerpen op 22 juni 2009; en een vijfde vergadering op 19 oktober 2010 in Gent. Gemiddeld waren op elk van deze vergaderingen een 20-25 deelnemers aanwezig, incl. de projectuitvoerders. Tijdens de eerste vier vergaderingen werd een gezamenlijk parcours afgelegd waarbij gaandeweg de doelstellingen en concrete uitwerking van het Sim4Tree systeem verfijnd werden. Op de laatste vergadering van de gebruikerscommissie werd een demonstratie en een hands-on ervaring met een prototype van het beleidsondersteunend instrument Sim4Tree georganiseerd. De bemerkingen gemaakt tijdens deze hands-on werkvergadering en de suggesties die nadien werden overgemaakt, werden gebruikt voor het fijnstellen en verbeteren van het instrument naar de mogelijk relevante toepassingen van de gebruikers.

Naast de vergaderingen van de gebruikerscommissie vond ook regelmatig bilateraal overleg met individuele leden van de gebruikerscommissie plaats. Dit gebeurde in hoofdzaak met partners uit het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB) en het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO), die meermaals hun interesse in een operationeel beslissingsondersteunend systeem voor de bossector hebben geuit. Uiteraard waren er zeer frequente werkvergaderingen en overlegmomenten tussen de uitvoerende partners van het onderzoeksproject.

De gebruikerscommissie gaf tijdens de verschillende vergaderingen – o.m. de aanzet voor een aantal belangrijke inhoudelijke keuzes en beslissingen zoals: (i) de keuze voor drie systemen op verschillende schaalniveaus; (ii) het vastleggen van de ruimtelijke en temporele resoluties van de verschillende systemen; (iii) de keuze en prioriteit van de vraagstelling (hoe, waar, wanneer...) in functie van de beleidsthema's (zoals relatieve belang van houtkwaliteit, klimaat, biodiversiteit), (iv) de keuze van de verschillende beheersscenario's; en (v) de flow van de gebruikersinterface.

## 2.2. Externe communicatie

Behalve een intense en doorlopende communicatie met de gebruikerscommissie, werd ook uitgebreid aandacht besteed aan ruimere communicatie naar een breder publiek. De intentie was om via deze weg een breed (en vaak minder gespecialiseerd) publiek te bereiken, en hen te informeren over de mogelijkheden van het ontwikkelde werkinstrument.

### Website

Kort na de start van het onderzoeksproject (in maart 2007) werd de projectwebsite ([www.SimForTree.be](http://www.SimForTree.be)) beschikbaar gesteld. Deze website werd/wordt gebruikt als communicatiemiddel met de gebruikerscommissie, en tussen de uitvoerende partners van het consortium. De website tracht uiteraard een ruime bekendheid aan het project te garanderen; algemene informatie over het project, de doelstellingen en de partners zijn er gemakkelijk terug. Ook de presentaties en verslagen van de vergaderingen werden via de website ter beschikking gesteld van de leden van de gebruikerscommissie, evenals documenten ter voorbereiding van de vergaderingen en testversies van het model.

### Folder en poster

Bij de aanvang van het project werd er zowel een Nederlandstalige als een Engelstalige versie van een vulgariserende folder geproduceerd (op 2 x 2500 ex.). De folder werd verspreid bij het grote publiek, bij diverse agentschappen, op vergaderingen en symposia, enz..... Er werd ook een Engelstalige poster van het project aangemaakt. Deze poster werd op de website van het project gezet en werd gepresenteerd op internationale vergaderingen en symposia.

---

### Vulgarizerende publicatie

Een vulgariserend artikel met als titel “SimForTree geeft bosbeheerders een blik op de toekomst van hun bos” werd opgemaakt en gepubliceerd in de tijdschriften Bosrevue (uitgegeven door de Vereniging voor Bos in Vlaanderen) en Silva Belgica (uitgegeven door de Koninklijke Belgische Bosbouwmaatschappij).

### Projectvoorstelling op Vlaamse studiedagen met een breed publiek

Op het symposium ‘Interactie tussen Bosbouw en Houtverwerking’ georganiseerd op 27 November 2008 in 't Pand te Gent (organisatie UGent) werd de ontwikkeling van SimForTree onder de aandacht gebracht in presentaties van K.U.Leuven en UGent. Dit symposium bracht onderzoekers, boscijneren, -beheerders, -exploitanten en houtverwerkers samen om over bosbeleid, bosbeheer en houtkwaliteit van gedachten te wisselen. De geanimeerde paneldiscussie die hierbij aansluitend plaatsvond onderstreepte de noodzaak van het ontwikkelen van hulpinstrumenten voor beheer- en beleidsplanning binnen de Vlaamse Bos-Houtkolom.

Het SimForTree-project werd ook aan geïnteresseerd publiek voorgesteld op informele basis. Zo werd o.m. tijdens de 'Week van het Bos' op zondag 11 oktober 2009 (Vagevuurbos, Beernem) een bezoek gebracht aan een onderzoeksplot en uitleg gegeven over de projectdoelstellingen.

### Persaandacht

SimForTree kwam uitgebreid aan bod in de pers naar aanleiding van de opstart van het aanvullende project in Bosland (cf §5.1), waarin het Sim4Tree systeem voor het eerst wordt toegepast in reële terreinomstandigheden. Er verschenen artikels in Het Belang van Limburg (“Wetenschap voorspelt houtproductie Bosland”, 26/8/2010), de regionale editie van de Standaard (“Houtproductie Bosland gestuurd door unief”, 27/8/2010) en in het vakblad Houthandel en Houtnijverheid (“Houtproductie voorspellen en gericht bijsturen, SimForTree maakt het mogelijk”, 3/9/2010). Er werd eveneens een uitgebreide bijdrage over het project uitgezonden op TV Limburg tijdens het nieuws van 26/8/2010.

### Eindrapport: keuze voor brede verspreiding

Tenslotte werd door de uitvoerende projectpartners bewust gekozen voor een eenvoudige breed toegankelijke versie van het inhoudelijke eindrapport. Dit rapport wordt op een ruime oplage verspreid bij alle betrokken actoren van het project, en is ook vrij afluadbaar van de projectwebsite.

### 3. Beslissingondersteuning voor het Vlaamse bosbeleid en -beheer

Bosbeheer is in de laatste decennia sterk in complexiteit toegenomen. De voormalige eerder beperkte functievervulling met betrekking tot houtproductie heeft plaats gemaakt voor een multifunctionele aanpak waarbij ook (of zelfs voornamelijk) aandacht gaat naar uiteenlopende doelstellingen rond natuurontwikkeling, recreatie, bescherming, koolstofopslag en het leveren van diverse ecosysteemdiensten. Heel wat beheer- en beleidskeuzes hebben een rechtstreekse en lange-termijn invloed op de kwaliteit en veelzijdigheid van de functievervulling in bossen. Daarbij horen onder meer keuzes met betrekking tot boomsoort, snelheid en wijze van omvorming, sterkte en frequentie van dunningen, types van eindkapping, etc. Alleen is het in de besluitvorming bijzonder moeilijk een correct beeld te krijgen van de juiste impact van deze of gene keuzes, en spelen ook heel wat onbekenden een rol, zoals de ontwikkeling van de houtmarkt, de klimaatverandering, en de wijzigende maatschappelijke behoeften.

Het is vanzelfsprekend onmogelijk om een volledig correct beeld te krijgen van de toekomstige ontwikkeling van bossen, omwille van de zo net genoemde onzekerheden, maar even goed vanwege de complexiteit van het groei- en productieproces in bossen. Toch is het niet onmogelijk diverse toekomstscenario's bij benadering door te rekenen en onderling te vergelijken op hun performantie. Voorwaarde is wel dat een procesgestuurd model aan de basis ligt van zo een voorspelling, en dat de resultaten nooit in absolute maar enkel in relatieve zin (onderlinge vergelijking) geïnterpreteerd worden.

Het SimForTree project heeft gewerkt aan enkele instrumenten die beheerders en beleidsmakers kunnen helpen om hun keuzes te maken aangaande duurzaam en multifunctioneel bosbeheer: beslissingsondersteunende systemen die de lange-termijn ontwikkeling van bossen kunnen simuleren bij wijzigend beheer en klimaat, en die resultaten onderling en doorheen de tijd kunnen vergelijken. De drie systemen dat vanuit het SimForTree project ter beschikking wordt gesteld zijn prototypes, waarmee alternatieve beheerkeuzes over een lange termijn kunnen doorgerekend worden, rekening houdend met groeiplaats en klimaatwijziging. De resultaten laten toe om in te schatten welk van de alternatieven het beste scoort op een of meer criteria aangaande houtproductie, biodiversiteit, koolstofopslag en diverse ecosysteemdiensten.

De drie systemen zijn momenteel enkel beschikbaar als een prototype. Dat betekent dat nog niet de volledige functionaliteit aanwezig is, maar dat gestreefd werd naar een eerste (beperkt) operationele versie met een aanwezige basis voor verdere uitbouw. De ontwikkeling van dergelijke systemen op wetenschappelijke basis vergt immers veel tijd, en het aflopende SimForTree project voorzag enkel in de realisatie van de eerste stappen in dit proces. De eventueel verdere uitbouw van deze beslissingsondersteunende systemen is dan ook, geheel in de geest van IWT-SBO

projecten, afhankelijk van mogelijke interesse van en verdere investeringen door potentiële gebruikers. De opportuniteiten die zich hiertoe nu reeds aanbieden, worden toegelicht in §5.

De prototypes zoals ze vandaag beschikbaar zijn, voldoen strikt genomen nog niet aan de definitie van een beslissingsondersteunend systeem, maar bevinden zich eerder in de fase van een simulator. Dat wil zeggen dat momenteel nog geen optimalisatie mogelijk is tussen beheerscenario's. Het systeem kan met andere woorden wel verschillende alternatieve beheerkeuzes doorrekenen (simuleren), maar geeft nog niet weer welke van deze alternatieven het best scoort op een reeks door de gebruiker gedefinieerde criteria (optimaliseren). De basis voor optimalisatie is echter aanwezig, en een verdere uitbouw van de systemen in deze zin is dus haalbaar.

De drie systemen hebben elk een eigen resolutie en doelstelling, en een diverse vorm van gebruiksvriendelijkheid. De motor is in de drie gevallen steeds ANAFORE, het ecofysiologisch bosontwikkelingsmodel ontwikkeld door de Universiteit van Antwerpen. De drie systemen verschillen enkel in de verpakking, en de extra functionaliteit die toegevoegd werd. Voor een introductie van de drie systemen wordt verwezen naar het inhoudelijke eindrapport; hier wordt iets dieper ingegaan op de stand van zaken van het ontwikkelingsproces.

### 3.1. Systeem S1 – Sim4Tree

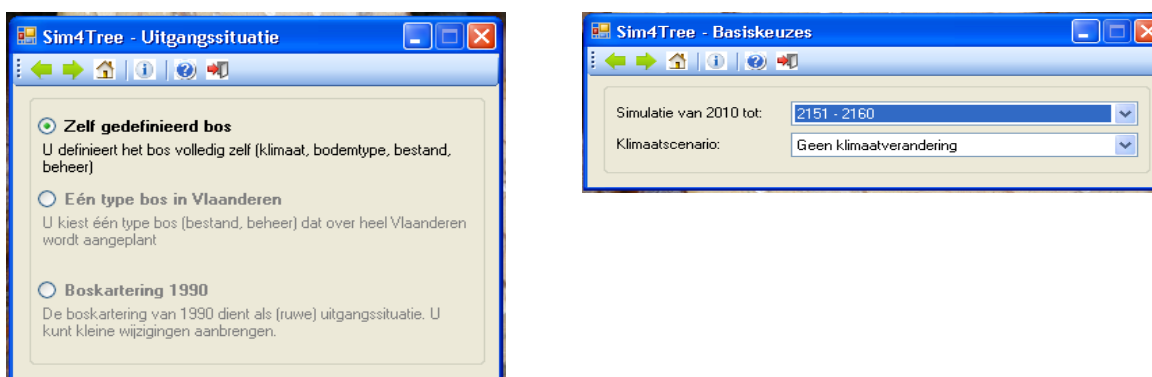
Systeem 1 (S1), ook aangeduid met de naam "Sim4Tree", is eigenlijk een gigantische databank met een groot aantal (625,000!) vooraf uitgevoerde runs van ANAFORE, voor vier verschillende boomsoorten, 36 bodemtypes, 3 klimaatzones, 3 klimaatscenario's en 20 beheerscenario's. De runs hebben een ruimtelijke resolutie van 1 hectare en een tijdsverloop van 2010 tot 2160 in stappen van 10 jaar. Omdat ANAFORE momenteel enkel ontwikkeld is voor vier boomsoorten (eik, beuk, grove den, populier), werden voor alle andere belangrijke bosbouwsoorten gegevens uit gepubliceerde opbrengsttabellen aan de databank toegevoegd. Systeem S1 staat door de toegevoegde functionaliteit (gebruikersinterface, eigen samenstelling van een virtueel bos en mogelijkheid tot combineren van beheer- en omvormingskeuzes) het dichtst bij een operationeel beslissingsondersteunend systeem. Omwille van de gebruiksvriendelijkheid werden een aantal keuzes gemaakt die de vrijheidsgraden van de gebruiker beperken. S1 is daardoor breed inzetbaar in Vlaanderen en relatief eenvoudig bruikbaar, maar met een beperktere en grovere output dan de andere systemen.

S1 werd volledig ontwikkeld in vrij beschikbare software (PostgreSQL 9.0, .NET framework), en het prototype (beperkte functionaliteit) draait momenteel als desktop applicatie op Windows PCs. Daardoor is gratis installatie op individuele PCs mogelijk. In de toekomst wordt voorzien om te schakelen naar een centraal beheerde database die via het internet raadpleegbaar zal zijn.

De Sim4Tree applicatie is gestroomlijnd door een opeenvolging van vensters waarin gebruikerskeuzes opgegeven worden. Een aantal van deze vensters is wel aanwezig maar nog niet

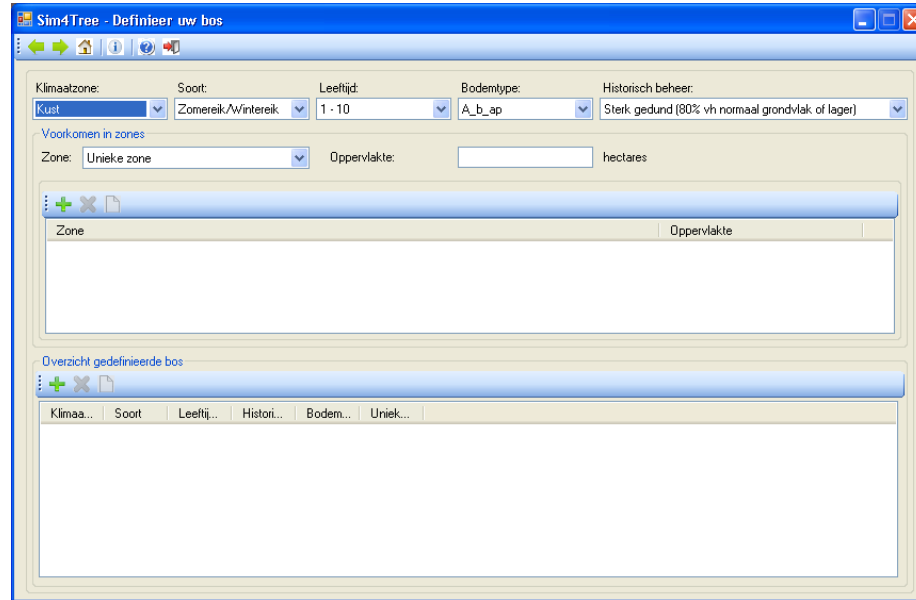
functioneel; ze zijn louter illustratief opgenomen (in grijs tint), zodat een beeld bekomen wordt van de mogelijke verdere uitbouw van het systeem. De applicatie doorloopt een 5-tal stappen:

Stap 1. Basiskeuzes met betrekking tot de simulatie (Figuur 1). Dit omvat de keuze van de uitgangssituatie. De gebruiker kiest of hij zelf een bos definieert (momenteel de enige mogelijkheid), dan wel of hij gebruik maakt van de actuele bossituatie in (delen van) Vlaanderen. Vervolgens de keuze van de simulatieduur (maximum 150 jaar) en van het al dan niet toepassen van een klimaatscenario. Er zijn twee scenario's van wijzigend klimaat voorzien, gebaseerd op de IPCC familie A en B scenario's (respectievelijk sterke en matige klimaatverandering), naast een scenario met het huidige klimaat.



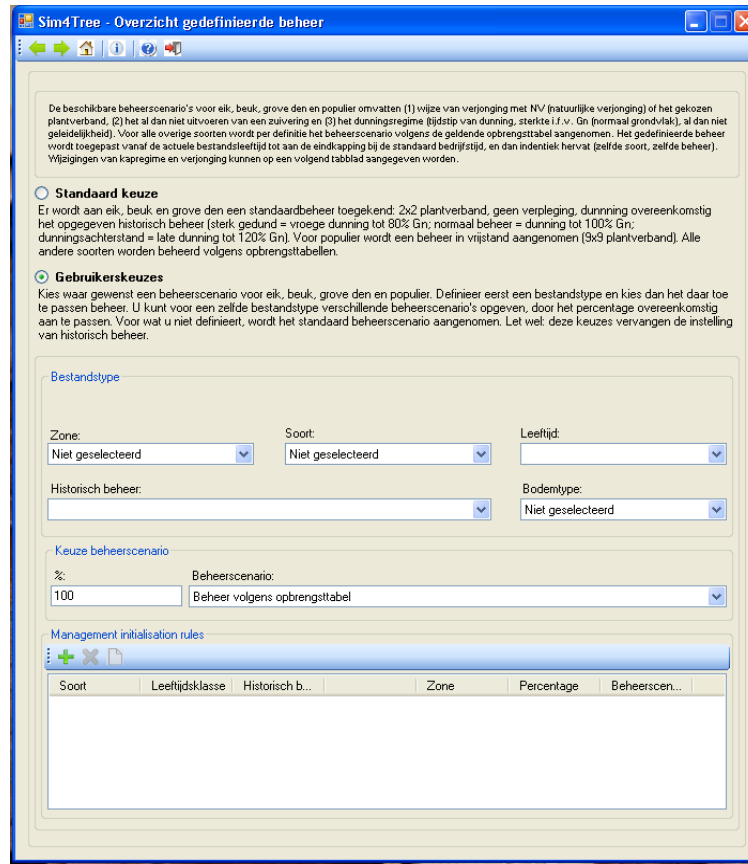
**Figuur 1.** Gebruikerskeuzes m.b.t. de uitgangssituatie en de simulatieduur.

Stap 2. Definitie van het bos (Figuur 2), met een resolutie van 1 hectare: klimaatzone, bodemtypes, soortensamenstelling, historisch beheer. Optionele opdeling van het bos in diverse zones.



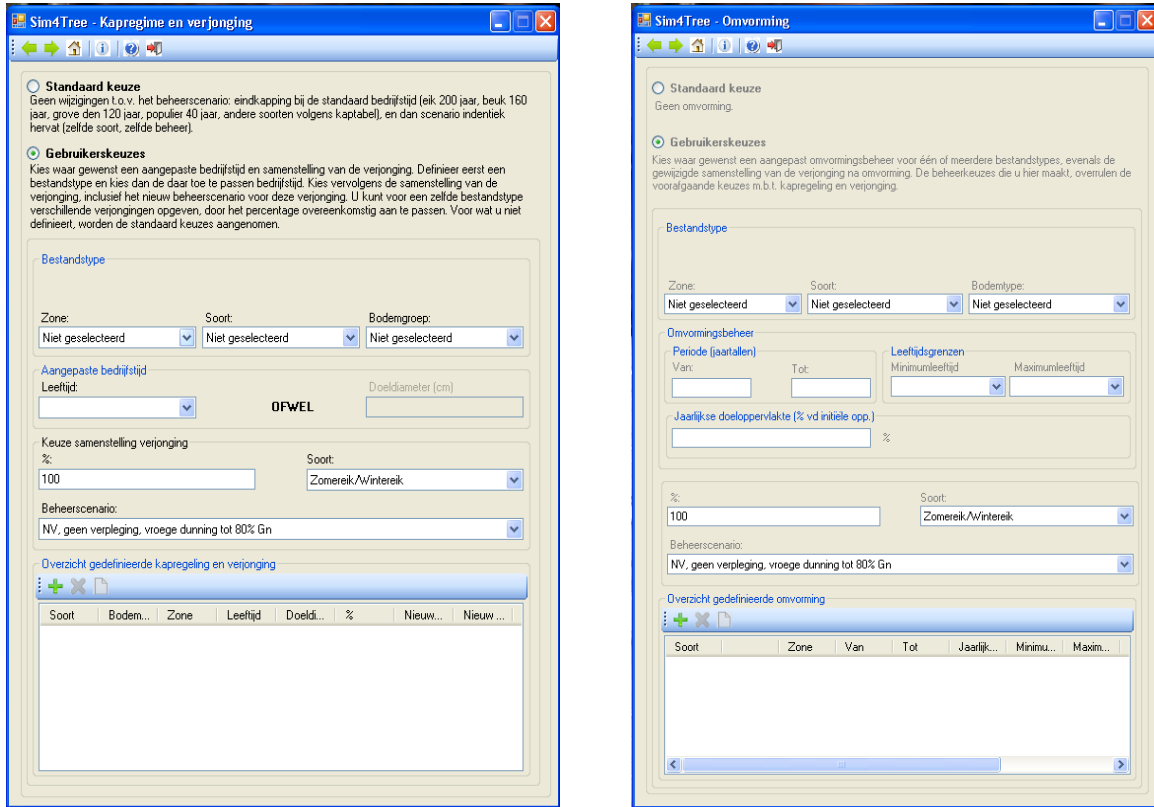
**Figuur 2.** Gebruikerskeuzes m.b.t. de definitie van een bos.

Stap 3. Definitie van beheer (Figuur 3). Afhankelijk van de soort staan een aantal voorgedefinieerde beheersscenario's ter beschikking, met combinaties van (1) plantverband, (2) al dan niet zuivering, (3) tijdstip van eerste dunning en (4) dunningssterkte. Voor soorten die opgenomen zijn uit een opbrengsttabel staat natuurlijk maar één beheersscenario ter beschikking. Beheerkeuzes kunnen variëren tussen leeftijdsklassen, bodemtypes of zones binnen het bos.



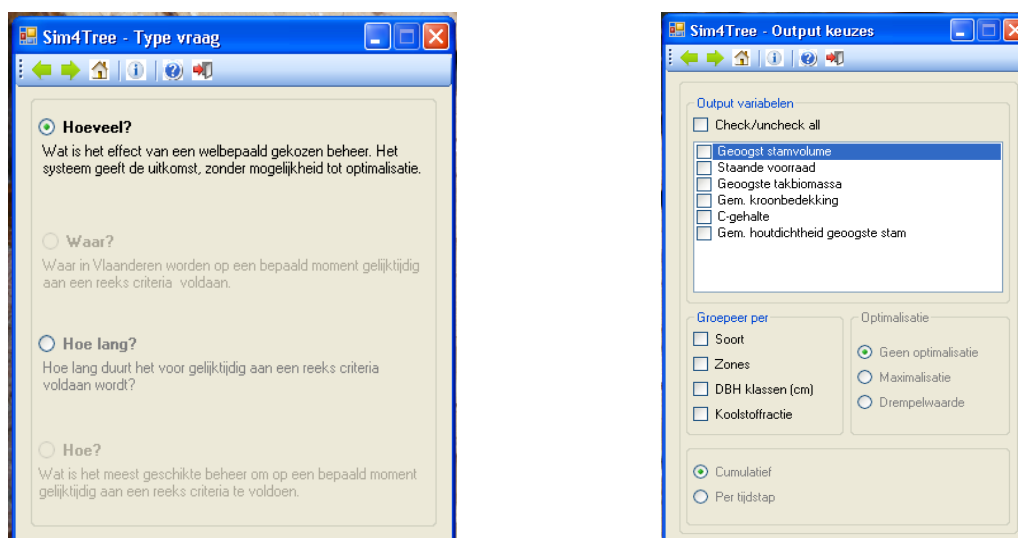
**Figuur 3.** Gebruikerskeuzes m.b.t. de definitie van beheer.

Stap 4. Afwijking van het beheertraject door middel van vroegtijdige kapping (kortere bedrijfstijd) en verjonging met (deels) andere soorten (Figuur 4). Enkele specifieke omvormingsstrategieën zijn voorzien, maar nog niet beschikbaar. Beheerkeuzes kunnen variëren tussen bodemtypes of zones binnen het bos.



**Figuur 4.** Gebruikerskeuzes m.b.t. de afwijking van het beheertraject en omvorming.

Stap 5. Type vraagstelling en samenstelling van de output (Figuur 5). De gebruiker geeft aan hoe hij het systeem wil gebruiken: als een simulator (hoeveel? momenteel de enige mogelijkheid), of als een beslissingsondersteunend systeem (waar? hoe lang? hoe?). De gebruiker geeft ook weer op welke wijze de output moet samengesteld worden.



**Figuur 5.** Gebruikerskeuzes m.b.t. de samenstelling van de output.

Aansluitend kan het systeem de nodige berekeningen uitvoeren en de output genereren. In de huidige versie krijgt de gebruiker de keuze om samenvattende output te genereren op niveau van het hele bos met betrekking tot geogst stamvolume en takbiomassa, staande voorraad, gemiddelde kroonbedekking, koolstof fracties en gemiddelde houtdichtheid – eventueel opgesplitst per soort of diameterklasse. Daarnaast kan ook een meer uitgebreide output opgevraagd worden, die voorlopig enkel als ruwe data per 1 ha-pixel beschikbaar is. Deze omvat o.a. een reeks variabelen m.b.t. houtkwaliteit, bosstructuur, biodiversiteit, diverse ecosysteemdiensten en bodemkenmerken. Deze gedetailleerde output moet dus door de gebruiker zelf samengesteld worden tot gemiddelden of totalen voor het volledige bos. Ook hier zijn verdere uitbreiding en verbeterde functionaliteit voorzien. Alle output wordt geleverd in Excel formaat.

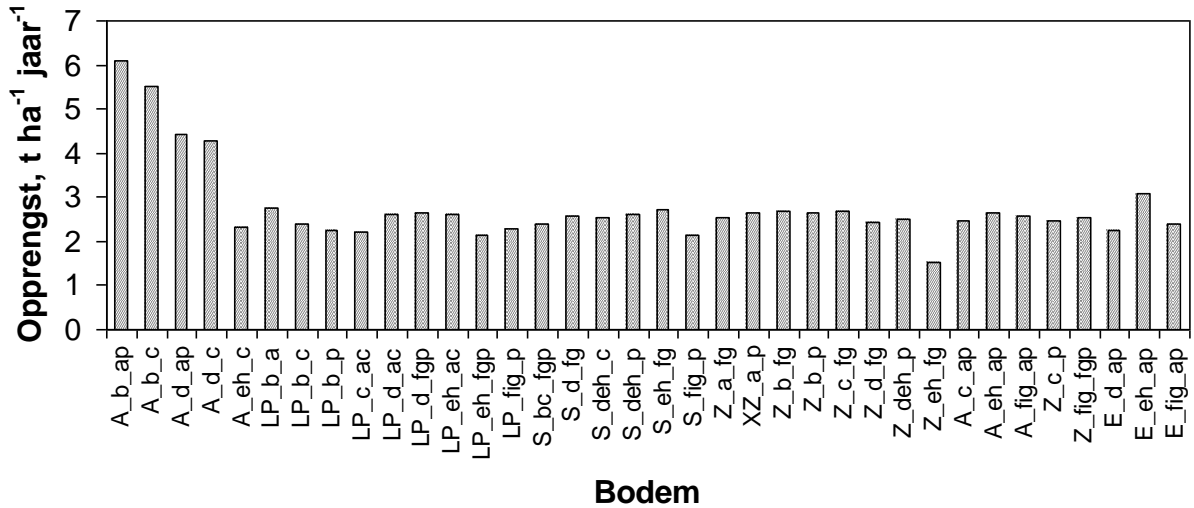
### 3.2. Systeem S2 – een gedetailleerde database voor Vlaanderen

De S2 output database is veel gedetailleerder dan de S1 database en omvat o.a.

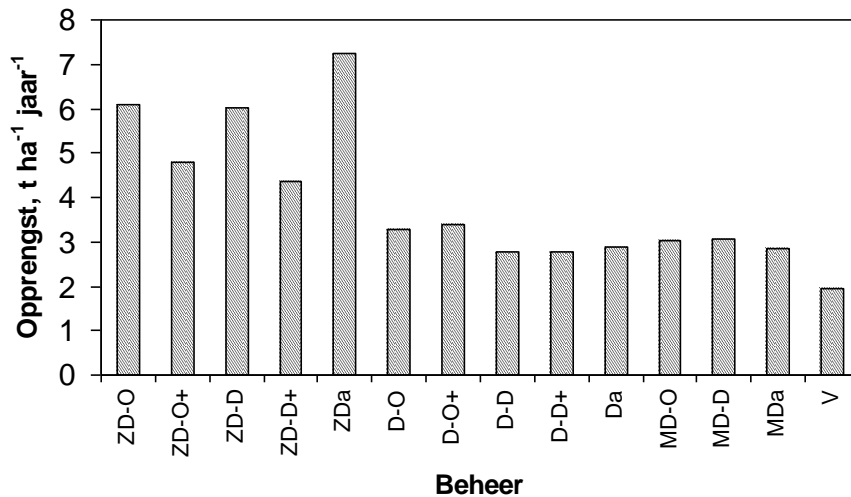
- Jaarverloop van CO<sub>2</sub> en H<sub>2</sub>O balans op bosniveau (bodemrespiratie, netto en bruto fotosynthese)
- Jaarverloop van stamontwikkeling en bladgroei
- Jaarlijkse C en N-inhoud van alle boom en bodem koolstof pools
- Jaarlijkse inventarisatie, oogst en houtkwaliteitsgegevens

Voor de invoergegevens (i.e. 625,000 runs zie 3.1) van het SimForTree project werd, tegelijkertijd met het aanmaken van de S1 databank een S2 databank aangemaakt. D.w.z. dat momenteel een databank van ongeveer 1.4 terabyte beschikbaar is waarin voor de 4 onderzochte soorten (beuk, eik,

den en populier) alle combinaties van klimaat/bodem/beheer/klimaatsscenario werden berekend over een volledige groeicyclus (40-200 jaar naargelang de soort) en dit voor aanplanting vanaf 1850 tot 2160. Een voorbeeld van een mogelijke analyse met deze data wordt hieronder weergegeven: de invloed van bodem en beheer op de opbrengst en enkel bijkomende kenmerken van eik en populier onder onveranderd klimaat worden vergeleken.



Figuur 6. Opbrengst van een homogeen eikenbos in dicht beheer op verschillende Vlaamse bodems.



Figuur 7. Opbrengst van eik bij verschillende beheerstypes. (ZD=zeer dens, O=open, V=vrijstaand)

*Tabel 1. Opbrengst, bosinventarisatie en enkele bijkomende kenmerken van populierenplantages op verschillende Vlaamse bodems*

bodem	stamtal	staande m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup>	basaal m <sup>2</sup> ha <sup>-1</sup>	Hout- kg m <sup>-3</sup>	Hoogte m	dood hout kg ha <sup>-1</sup>	SI	opbrengst t ha <sup>-1</sup> jaar <sup>-1</sup>
a-b-ap	123	349.08	20.73	548.26	22.01	0.53	27.65	4.78
a-b-c	123	282.19	17.28	543.36	21.00	0.57	27.93	3.83
a-d-ap	123	322.37	19.10	557.71	22.04	0.51	27.52	4.49
A-d-c	123	379.24	21.78	559.31	22.01	0.51	29.37	5.30
A-eh-c	123	378.98	22.17	560.60	22.13	0.52	28.92	5.31
LP-b-a	123	373.66	22.22	549.21	22.01	0.56	27.65	5.13
LP-b-c	123	288.15	17.59	541.54	22.07	0.52	27.47	3.90
LP-b-p	123	353.18	20.66	556.31	23.15	0.52	30.38	4.91
LP_c_ac	123	429.03	24.66	556.87	23.28	0.58	28.52	5.97
LP_d_ac	123	308.45	18.05	553.97	21.09	0.49	28.81	4.27
LP_d_fgp	123	311.54	18.91	547.89	22.02	0.54	27.24	4.27
LP_eh_ac	123	393.79	23.57	552.96	22.02	0.54	27.80	5.44
LP_eh_fgp	123	373.92	22.23	549.23	22.01	0.56	27.65	5.13
LP_fig_p	123	345.69	20.76	557.33	21.08	0.50	27.09	4.82
S_bc_fgp	123	332.05	19.52	554.45	22.29	0.53	29.85	4.60
S_d_fg	123	343.63	20.91	554.62	22.03	0.53	27.37	4.76
S_deh_c	123	278.18	17.15	542.83	22.04	0.61	27.44	3.78
S_deh_p	123	343.55	20.92	554.37	22.06	0.52	27.50	4.76
S_eh_fg	123	389.21	23.04	550.75	22.04	0.57	28.14	5.36
S_fig_p	123	367.06	22.38	553.01	22.04	0.54	27.72	5.07
Z_a_fg	123	308.63	18.44	554.01	22.06	0.50	27.73	4.27
XZ_a_p	123	342.50	20.83	558.39	22.09	0.56	27.00	4.78
Z_b_fg	123	358.25	20.83	553.91	22.29	0.56	29.59	4.96
Z_b_p	123	424.25	24.21	545.59	24.03	0.56	29.91	5.79
Z_c_fg	123	344.57	21.00	545.80	22.17	0.58	28.27	4.70
Z_d_fg	123	464.41	25.72	543.23	23.19	0.60	28.65	6.31
Z_deh_p	123	343.21	20.09	552.33	22.07	0.56	27.78	4.74
Z_eh_fg	123	268.74	17.48	550.02	20.04	0.56	27.72	3.70
A_c_ap	123	394.71	23.09	549.34	22.20	0.57	27.86	5.42
A_eh_ap	123	314.53	19.41	545.86	23.13	0.54	29.33	4.29
A_fig_ap	123	374.07	20.33	536.79	23.20	0.53	29.03	5.02
Z_c_p	123	367.13	21.47	557.76	22.01	0.54	27.56	5.12
Z_fig_fgp	123	306.28	19.16	550.17	22.01	0.54	27.30	4.21
E_d_ap	123	297.49	17.50	551.11	21.05	0.52	28.55	4.10
E_eh_ap	123	373.44	22.16	540.08	22.03	0.55	29.33	5.04
E_fig_ap	123	326.02	19.63	553.09	23.12	0.54	30.37	4.51

Naast deze database is het S2 niveau een systeem waarbij het aanmaken van een database met simulatieresultaten geautomatiseerd werd. De gebruiker kiest voor welke invoergegevens (beheer-bodem-klimaat-klimaatsscenario-soort) het model moet draaien. Dit kunnen de reeds bestaande invoergegevens zijn, maar de gebruiker kan ook aanpassingen doorvoeren (andere definitie van beheer, nieuwe soort, etc.). De invoergegevens worden in een PostgreSQL database opgeslagen, en door een stuurprogramma omgevormd om inlezen door ANAFORE mogelijk te maken.

De huidige versie van S2 (d.w.z. het aanroepen van ANAFORE over een combinatie van input files en het inlezen van alle output in een database) kan draaien op een PC. Echter, daar dit vrij traag

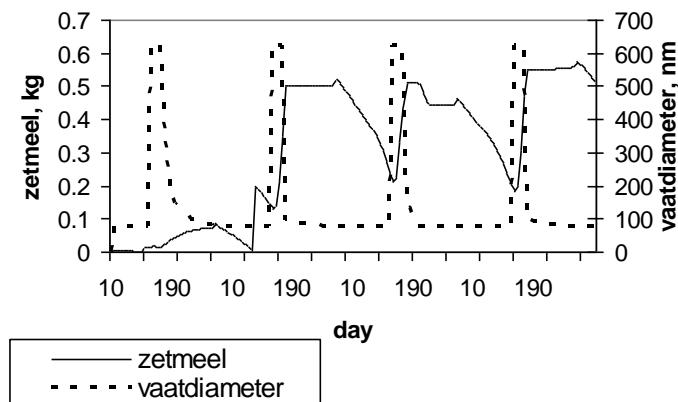
verloopt, is dat slechts haalbaar indien de totale hoeveelheid runs niet te hoog ligt (reken op 5 minuten per bos over 200 jaar). Een sneller alternatief is de berekening zoals die voor SimForTree gebeurde, waarbij de runs over een supercomputer verdeeld worden en simultaan verlopen. Voorlopig bestaat het stuurprogramma hiervoor enkel voor Linux (hetgeen gebruikelijk is voor supercomputers). Dit stuurprogramma kan relatief eenvoudig aangepast worden voor een nieuwe simulatie.

De verkregen resultaten (zowel indien via een supercomputer als indien op een PC berekend) worden opgeslagen in een PostgreSQL database en kunnen geraadpleegd worden met de standaard interface. Voor complexere vraagstellingen (o.a. hoogste waarde) is wel kennis van PostgreSQL queries noodzakelijk.

### 3.3. Systeem S3 – het ANAFORE model

Het ANAFORE model, zoals beschreven in §3 van het inhoudelijk eindrapport, is vrij beschikbaar. Het gebruik van het model vergt echter enig inzicht. Invoer van gegevens kan ofwel via .txt bestanden, of in een databank (PostgreSQL) waaruit dan .txt bestanden worden aangemaakt. Als gebruiker kan elk van de parameters aangepast worden d.w.z. 124 soortparameters, >100 bodemparameters, klimaatgegevens etc.

ANAFORE heeft een nog uitgebreidere output dan de versies gebruikt voor S1 en S2, waarbij bv. dichtheitsprofielen in de stam, vaatdiameter van het vroeghout, evolutie van het zetmeel gehalte etc. kan gesimuleerd worden. Bovendien kan een meer complex bos, bestaande uit verschillende leeftijdscategorieën en soorten gesimuleerd worden. De output is in eenvoudige txt-bestanden die in excell kunnen ingelezen worden. Als voorbeeld een simulatie uit het SimForTree project in Figuur 8.

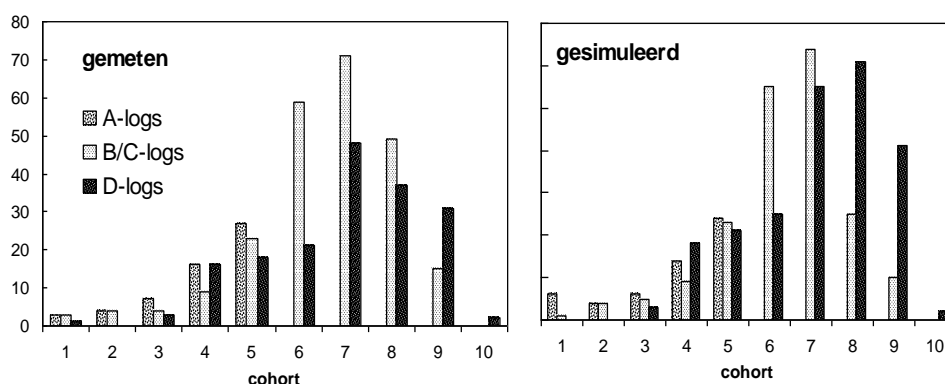


**Figuur 8.** Vaatdiameter en zetmeelgehalte over vier opeenvolgende jaren in eik.

Naast de manuele invoer van parameters is een geautomatiseerde optimalisatiemodule ontwikkeld. Dit houdt in dat op basis van gemeten waarden (dit kunnen bv. bosinventarisatiedata zijn) de parameters aangepast worden via een bayesiaanse methodiek (zie §3.3 van het wetenschappelijk eindrapport). Op deze manier kan vrij eenvoudig een nieuwe soort toegevoegd worden indien groeigegevens over een aantal verschillende bodems/beheren beschikbaar zijn. Deze optimalisatie vergt wel enig programmeerwerk om de gemeten data correct in te lezen. Daarnaast vergt het tot 10,000 runs om een stabiele parameterisatie te vinden, hetgeen op een PC enkele weken/maanden kan duren. Het ANAFORE model werd geschreven in Fortran en draait onder Windows, DOS en Linux.

Het ANAFORE model werd reeds geparametriseerd en toegepast voor verschillende situaties buiten het SimFortree project, incl. de simulatie van een korte-omloop houthakcultuur in Italië en Tsjechië, en de simulatie van beukenbossen in Slovenië (gepubliceerd door Deckmyn et al. 2009). Hiervoor werd nauw samengewerkt met buitenlandse collegae Dr. P. Paris (Italië), M. Fischer (Tsjechië), Prof. H. Kraigher en B. Mali (Slovenië). Twee van deze collegae (Dr. P. Paris en M. Fischer) verbleven ook gedurende een beperkte periode (< 3 maanden) binnen de Antwerpse onderzoeksgroep voor het aanleren en toepassen van het ANAFORE model op hun datasets.

Ter illustratie worden hier enkele resultaten van de simulaties voor de Sloveense beukenbossen weergegeven.



**Figuur 9.** Gemeten en gesimuleerde kwaliteit van beukenhout (A-klasse = hoogste kwaliteit volgens Europese normen) in beheerde, Sloveense beukenbossen voor verschillende diameter klassen (1: kleinste DBH-klasse; 10: grootste DBH-klasse).

## 4. Wetenschappelijke output

### 4.1. Wetenschappelijke interacties

#### COST

COST is een pan-Europees netwerk waarbinnen wetenschappelijke uitwisseling rond thematische acties gepromoot wordt. De SimForTree partners namen actief deel aan de volgende lopende COST acties.

- COST FP0603: Forest models for research and decision support in sustainable forest management. Workshops en werkvergaderingen werden gehouden in Barcelona (Spanje) in september 2009, in Lissabon (Portugal) in april 2010 en in Praag (Tsjechische Republiek) van 23-24 september 2010.
- COST FP0703: Expected Climate Change and Options for European Silviculture (ECHOES; 2008-2012). Dr. M. Campioli is lid van het Management Committee en vertegenwoordigt de Vlaamse delegatie van ECHOES, in het bijzonder in de werkgroep over Climate Change Impacts on European Forests. Dr. Campioli is ook auteur van de publicatie (met lezerscomité) 'Current status and predicted impact of climate change on forest production and biogeochemistry in the temperate oceanic European zone – Review and prospective for Belgium as a case study' (Campioli et al. in druk in Journal of Forest Research).
- COST FP0804: Forest models for research and decision support in sustainable forest management. Deze COST actie draait volledig om het modelleren van bosecosystemen. De actie loopt bijna ten einde en de meeste doelstellingen werden bereikt. Dr. G. Deckmyn was actief in de werkgroep rond simulatie van houtkwaliteit, hetgeen resulteerde in een wetenschappelijke publicatie in een internationaal vaktijdschrift (Mäkela et al. 2010). Momenteel wordt nog gewerkt aan een grootschalige optimalisatie van 10 bosmodellen over Europa waarvoor ook het ANAFORE model wordt gebruikt.
- COST FP0803: Belowground carbon turnover in European forests (2008-2012). Deze COST actie omvat werkgroepen rond experimentele facetten (koolstofpools, fijne wortels en mycorrhizae) en een werkgroep rond modellering van bodemkoolstof. Dr. G. Deckmyn is werkgroepleider van WG4: 'Modellering van bodemprocessen'. Diverse publicaties omtrent vergelijking van bodemmodellen (waaronder ANAFORE) en implementatie van mycorrhizae simulaties in bodemmodellen worden voorzien.

#### Conferences en workshops

In het kader van het SimForTree project werd deelgenomen aan volgende internationale wetenschappelijke congressen en symposia:

- International conference: “Extending Forest Inventory and Monitoring over Space and Time”, 19-22 mei 2009, Quebec city, Canada. Kint, V., Aertsen, W., Wouters, J. & Muys, B.: Tree and wood quality assessment in national forest inventories.
- XIII° World Forestry Congress, 18-23 oktober 2009, Buenos Aires, Argentina. Aertsen, W., Kint, V., Van Orshoven, J., Öskan, K. & Muys, B.: Performance of modeling techniques for the prediction of forest site index: a case study for pine and cedar in the Taurus mountains, Turkey.
- Workshop on Fighting climate change: Adapting forest policy and forest management in Europe (Joensuu Forestry Networking Week) - Finnish Forest Research Institute, Joensuu, Finland - 24-29 mei 2009. Mondelinge voordracht ‘Impact of drought on C cycle of temperate deciduous forest: a modeling analyses of C allocation’ en deelname aan de werkgroep ‘Role of the forestry research on fighting climate change’.

#### Operationele samenwerking met andere wetenschappelijke partners

Naar aanleiding van de uitbouw van het SimForTree meetnet werd nauw samengewerkt met diverse collega’s aan het Instituut voor Bos en Natuuronderzoek (INBO). Met name voor het bodemkundige en het genetische luik kon beroep gedaan worden op de expertise en de laboratoria van het INBO. Ook werden zeer relevante meetgegevens m.b.t. de groei en productie van acht populierenplantages in Vlaanderen – die door het INBO tussen 1971 en 2000 opgevolgd werden – door ir. Linda Meiresonne ter beschikking gesteld van het project.

#### **4.2. Databank meetnet SimForTree**

Met het SimForTree project werd een uitgebreid netwerk van onderzoeksplots aangeduid en in detail opgemeten over gans Vlaanderen. Het betreft hierbij enerzijds 236 onderzoeksplots in volwassen bestanden van zomereik, beuk en grove den en anderzijds 60 onderzoeksplots in jonge bestanden van zomereik en beuk. Alle metingen werden samengebracht in één databank die op aanvraag beschikbaar is. Alle details over deze databank zijn opgenomen in annex 1 bij het inhoudelijk eindrapport.

De volledige databank van het SimForTree project is beschikbaar op aanvraag, en de gegevens kunnen in overleg met de eigenaars gebruikt worden. Vanzelfsprekend wordt in deze gevallen steeds correcte bronvermelding en in sommige gevallen – afhankelijk van het belang van deze gegevens voor het gebruikte doel – ook co-auteurschap van publicaties gevraagd.

Het SimForTree netwerk van onderzoeksplots werd reeds enkele keren gebruikt als basis voor nieuw onderzoek. Hierbij werden de bestaande gegevens aangevuld met nieuwe metingen in functie van specifieke onderzoeksdoelinden. Op deze wijze werden bvb. in alle volwassen bestanden intussen bepalingen van bladvalchemie uitgevoerd (INBO). Deze vorm van ‘recyclage’ en aanvulling van de bestaande gegevens wordt sterk aangemoedigd, in overleg met het SimForTree team. Deze bijkomende metingen worden echter niet aan de bestaande SimForTree databank

toegevoegd om auteursrechterlijke redenen. Een inventaris wordt uiteraard wel bijgehouden zodat deze gegevens, in overleg met de eigenaars, eventueel ook beschikbaar kunnen worden gesteld.

#### 4.3. Vernieuwende microdensitometrische analyse via CT

In de voormalige restaurantruimte van de Faculteit Bio-ingenieurswetenschappen (UGent) liet het Laboratorium voor Houttechnologie een controlekamer en een stralingsdichte betonnen, geklimatiseerde bunker installeren voor het plaatsen van de verworven unieke CT-scanning-infrastructuur die de onderzoekers van het UGent Centrum voor X-stralen Tomografie (UGCT) hebben gebouwd met behulp van de investeringsmiddelen voorzien in dit SBO project. Het UGCT ontwerp voorziet een luchtgedempte metalen tafel van ca. 2.0 m bij 1.4 m, een nanofocus X-stralenbuis (400 nm spot) met ernaast een high-power microfocus X-stralenbuis (3  $\mu\text{m}$  spot), een hoge-resolutie CT-detector en een large-scale detector voor radiografische en CT-scanning toepassingen, en verschillende rotatie- en verplaatsingsmotoren en -assen die de opstelling talrijke vrijheidsgraden in X, Y en Z-richting verschaffen. De installatie omvat ook randapparatuur zoals een geavanceerde PC-rekencluster en beeldopslagcapaciteit in het aanpalende facultaire serverlokaal, complexe bekabeling, persluchtcontrole-eenheden (o.a. voor de rotatiemotor en de luchtgedempte tafel), veiligheidssystemen en 3D-rendering, viewing en analyse software Octopus en Morpho+ met specifieke subroutines aangepast aan de toepassingen zoals geformuleerd door partner UGent.

Het Laboratorium voor Houttechnologie is sedert begin 2010 volwaardig lid van UGCT ([www.ugct.ugent.be](http://www.ugct.ugent.be)) en co-organiseerde in dit kader op 8 december 2010 de eerste academische workshop van het consortium (Van Acker *et al.*, 2010); de installatie werd *Nanowood* gedoopt. Eerder werden al formele en informele demo-sessies georganiseerd, o.a. tijdens de plechtige opening op 27 mei 2010 bij de integratie van de installatie in de UGent Bio-Imaging Facility van de faculteit Bio-Ingenieurswetenschappen en naar aanleiding van de laatste bijeenkomst van de SimForTree gebruikerscommissie werden de mogelijkheden van de installatie voorgesteld aan bezoekers. De mogelijkheden van *Nanowood* werden voorts op tal van wetenschappelijke internationale fora gepresenteerd door medewerkers van partner UGent en andere UGCT-leden, hetgeen talrijke opportunititeiten biedt voor wetenschappelijke samenwerking op het vlak van boom-, hout- en ander materiaalonderzoek.

Reeds van bij de aanvang van de bouw van *Nanowood* werd duidelijk dat de flexibiliteit van de modulaire UGCT opstelling een onschatbare meerwaarde zou bieden in vergelijking met de initieel beoogde investeringsoptie (i.e. de commerciële desktop nano-CT-scanning oplossing van Skyscan). Met de progressief ingebouwde onderdelen werden gedurende het project tests uitgevoerd waarbij diverse types, vnl. houten, objecten van heel uiteenlopende afmetingen (sub mm tot tientallen cm groot) werden ingescand, aanvankelijk vnl. in lage-resolutie en hoge-resolutie 2D radiografie-modus en later ook in 3D CT-modus. Met de bouwers van de CT-scanninginstallatie (UGCT) werd tevens een hoogst vernieuwend protocol uitgewerkt voor microdensitometrische analyse van dunne houten boorspanen. Hierbij kan de werkelijke verdeling van de absolute densiteit (in  $\text{g}/\text{cm}^3$ )

berekend worden, in samenhang met de ruimtelijke visualisering van de houtanatomische structuur, op hogere of lagere resolutieniveau's. UGCT testte verschillende scanprocedures uit, waaronder recombinatiescans langs de (radiale) z-richting en helix-scans, eveneens langs de z-richting, bij relatief lage voxelresoluties (20  $\mu\text{m}$  tot 40  $\mu\text{m}$ ). De helix-methode leverde niet alleen een zeer grote tijdswinst op in vergelijking met recombinatiescans en klassieke radiografische 2D-procedures, ze is bovendien voor het grootste deel volautomatisch, minder onderhevig aan klassieke conebeam scanning-artefacten en ze laat toe dichtheitsverdelingen en ruimtelijke structuren in zowel 1D, 2D als 3D te visualiseren of kwantificeren.

Boorweerstandsmetingen bieden eveneens een relatief snelle, niet-destructieve procedure voor de bepaling van radiale dichtheitsvariëaties, maar omwille van variëaties in de houtanatomische samenstelling, de relatief grote afmetingen van de boornaald (3 mm diameter) en de ongekende verdeling van het houtvochtgehalte zijn de bekomen profielen minder gedetailleerd en moeilijker te calibreren in vergelijking met deze gekwantificeerd d.m.v. de UGCT methode (De Ridder *et al.* 2011). Toekomstige inventarisatiecampagnes en verfijnde modelparametrisaties kunnen dankzij de ontwikkelde CT-scanningmethode gebruik maken van heel precieze en uitgebreide microdensitometrische data. Bovendien biedt deze procedure de mogelijkheid om een kwalitatieve en/of kwantitatieve terugkoppeling te maken naar de spatiale verdeling in 3D van houtanatomische elementen (houtcellen, weefsels, zones, jaarringen) of houtartefacten (scheuren, rot, aantastingen) die de dichtheid kunnen beïnvloeden.

#### **4.4. Wetenschappelijke publicaties**

Een lijst van peer-reviewed publicaties in internationale wetenschappelijke tijdschriften en van proceedings van wetenschappelijke congressen en symposia is opgenomen in Annex 2 bij het inhoudelijk wetenschappelijk eindrapport.

## 5. Natraject economisch-maatschappelijk valoriseerbare output

### 5.1. Toepassing Sim4Tree: project in Bosland

Nog tijdens de looptijd van het SimForTree project heeft het Agentschap voor Natuur en Bos een algemene offertevraag uitgeschreven voor de opdracht “Wetenschappelijk onderbouwing van een lange termijnplan houtproductie voor Bosland” (bestek nummer LNE/ANB/LIM-2009/19). De projectpartners uit K.U.Leuven en UA hebben samen een offerte ingediend, waarin het gebruik van het Sim4Tree systeem (S1) centraal staat, en kregen de opdracht toegewezen.

De Interlokale Vereniging ‘Bosland’ werd in 2006 opgericht door het ANB, de gemeenten Hechtel-Eksel en Overpelt en de stad Lommel. De partners binnen Bosland streven voor het circa 4500 hectare grote projectgebied naar (1) samenwerking ten behoeve van duurzaam bosbeheer en certificering, (2) behoud, herstel en ontwikkeling van natuurwaarden, (3) coördinatie van communicatie en participatie in functie van een maximale betrokkenheid, (4) uitwerking van een samenhangend recreatief aanbod en (5) versterking van de identiteit van het gebied (Jaarverslag Bosland 2008).

De opdracht “Wetenschappelijke onderbouwing van een lange termijnplan houtproductie voor Bosland” kadert binnen het uitwerken van een duurzaam bosbeheer voor het projectgebied. Bij de opmaak van bosbeheerplannen voor de diverse eigenaars binnen het gebied werd de nood aan gevoeld te beschikken over een overkoepelend en toekomstgericht houtproductieplan. Een dergelijk houtproductieplan moet doelstellingen formuleren en uitwerken ten behoeve van een continu en gediversifieerd houtaanbod, rekening houdend met de uitdagingen naar bosvorming van een uitgestrekt naaldbosmassief zoals Bosland, en met de randvoorwaarden zoals die opgelegd worden uit de diverse geldende wetgevingen en lokale gebiedsvisies. Het ontbreken van een dergelijke overkoepelende visie op houtproductie heeft ertoe geleid dat dit onderdeel in de huidige beheerplannen nog onderbelicht bleef.

Bij de start van dit project in Bosland hadden de opdrachthouders uitgebreid de kans om het Sim4Tree systeem toe te lichten aan de opdrachtgever (ANB) en aan de diverse partners in de stuurgroep en klankbordgroep van de opdracht (voornamelijk de boswachters, coördinator van de lokale bosgroep, lokale openbare bouseigenaars, diverse vertegenwoordigers van de houtverwerkende industrie).

Deze opdracht is meteen de eerste testcase voor Sim4Tree in reële terreinomstandigheden. De interactie met gebruikers is in deze bijzonder leerzaam om lacunes in het huidige systeem op te sporen en te verbeteren. Momenteel is deze opdracht in uitvoering, en kunnen nog geen concrete resultaten voorgelegd worden. Deze worden tegen eind mei 2011 verwacht.

## 5.2. Verdere ontwikkeling Sim4Tree

Tijdens de ontwikkeling van Sim4Tree en de toepassing ervan in Bosland kregen heel wat potentiële gebruikers van het systeem de kans om hun inbreng te doen m.b.t. de gewenste functionaliteit en beschikbaarheid. Op vandaag kon niet aan al deze wensen tegemoet gekomen worden. Een aantal fundamentele elementen die nu nog in het S1 systeem ontbreken en prioritair moeten worden toegevoegd omvatten:

- Toepassingsklaar maken voor andere uitgangssituaties (cf. Figuur 1)
- Implementeren van omvormingsregels en van kapping in functie van doeldiameters (cf. Figuur 4)
- Toevoegen van een optimalisatiemodule die alternatieve beheersscenario's onderling vergelijkt met multicriteria-analyse (cf. Figuur 5)
- Uitbreiden en verbeteren van de output, o.a. met grafieken en kaarten (cf. Figuur 5)
- Toevoeging van de mogelijkheid tot bebossen en ontbossen
- Verbeteren van operationele aspecten van het systeem: client-server applicatie, beveiliging, interne controle op consistentie
- Ontwikkelen van een handleiding voor installatie en gebruik van het systeem.
- Overwegen van koppeling van Sim4Tree met output van andere modellen dan enkele ANAFORE (bv b buitenlandse opbrengsttabellen).

Verschillende potentiële gebruikers hebben uitdrukkelijk laten weten geïnteresseerd te zijn in een verdere ontwikkeling van het systeem. Het betreft met name:

- Het Agentschap voor Natuur en Bos (ANB), zowel vanuit het centraal bestuur als vanuit de buitendienst in Limburg. Zij overwegen een gebruik van Sim4Tree voor lange termijn projecties van houtbeschikbaarheid in Vlaanderen, of zelfs grensoverschrijdend met Nederland.
- Gelijkaardige signalen konden onrechtstreeks opgevangen worden van Staatsbosbeheer, de Nederlandse tegenhanger van het ANB, evenals vanuit Wageningen Universiteit. Deze instanties kampen met dezelfde vraagstelling omtrent toekomstige houtbeschikbaarheid bij wijzigend beheer en klimaat, en overwegen daartoe op termijn het gebruik van Sim4Tree.
- Vanuit de houtsector kwamen veel aanmoedigende signalen m.b.t. de noodzaak van een werkinstrument als Sim4Tree voor de sector, met name bij de objectivering van beheerkeuzes en bedrijfsvoering en bij de planning van toekomstige houtstromen.

Een aantal van deze gebruikers heeft ook toegezegd de verdere financiering van Sim4Tree te overwegen. Momenteel zijn onderhandelingen aan de gang om dit ook te realiseren.

---

### 5.3. Verdere ontwikkeling ANAFORE

Afhankelijk van de personele en onderzoeksmiddelen zal het ANAFORE model in de toekomst verder ontwikkeld, verfijnd en toegepast worden. Daarbij wordt o.m. gedacht aan een uitbreiding van de database (bvb. met nog meer densitometrische data, met extra meetplots), aan een validatie in de richting van een realistische simulatie van S1, aan verder uitgebreide parametrisaties, aan een sterkere link met de verwerkende industrie, en aan een eventuele 'klonering' van SimForTree in een internationale context. Hiertoe zal – in het kader van een eventueel natraject – een degelijke validering van de modeloutput gegenereerd m.b.t. houtkwaliteitskenmerken voor bepaalde toepassingen misschien nog nodig zijn.