



Vlaanderen
is wetenschap

Bosonderzoek in Vlaanderen

Inventaris

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek
Universiteit Gent, KU Leuven & Universiteit Antwerpen

Eindredactie:

Kristine Vander Mijnsbrugge, Marijke Steenackers

E-mail:

kristine.vandermijnsbrugge@inbo.be, marijke.steenackers@inbo.be

Wijze van citeren:

Vander Mijnsbrugge K. , Steenackers, M. (Editors), (2017). Bosonderzoek in Vlaanderen. Inventaris . Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2017 (1)

doi.org/10.21436/inbom.13136425

D/2017/3241/20

ISBN: 7 040303 06

Foto cover:

Yves Adams, Vildaphoto

Verantwoordelijke uitgever:

Maurice Hoffmann, Administrateur-Generaal, Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek,
Kliniekstraat 25, 1070 Brussel

BOSONDERZOEK IN VLAANDEREN

Inventaris

Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek,
Universiteit Gent, KU Leuven & Universiteit Antwerpen
Juni 2017

Inhoud

1/ Bosonderzoek in het maatschappelijk kader

2/ Plaats van de Onderzoeksinstituten en Universiteiten in het Vlaamse bosonderzoeklandschap

3/ Infrastructuur

4/ Netwerken

5/ Bosonderzoek in Vlaanderen

5.1/ Forests for People

5.2/ Forests and Climate Change

5.3/ Forests and Forest-based Products for a Greener Future

5.4/ Biodiversity, Ecosystem Services and Biological Invasions

5.5/ Forest, Soil and Water Interactions

1/ Bosonderzoek in het maatschappelijk kader

Bossen en bomen hebben een belangrijke maatschappelijk belang omwille van de uiteenlopende producerende, regulerende, en culturele ecosysteemdiensten (ESD) die zij leveren. Het internationale, Europese en Vlaamse beleid leggen bijgevolg een sterke focus op het belang van bossen en talrijke beleidsdocumenten bevestigen dit. Wetenschappelijk onderzoek is van groot belang om het beleid hierin zo goed mogelijk te ondersteunen.

Enkele recente maatschappelijke ontwikkelingen zullen in belangrijke mate het bosbeleid en -onderzoek in Vlaanderen in de nabije toekomst bepalen:

- Er is recent een merkbare vernieuwde aandacht voor de ecosysteemdienst **houtproductie**, zowel op Europees niveau als in Vlaanderen. De vraag naar hout neemt immers verder toe, terwijl het aanbod binnen Europa deze trend niet kan volgen. Een belangrijke uitdaging vormt daarbij het duurzaam behouden en optimaliseren van de verschillende functies en diensten in de **multifunctionele bossen in de context van een wijzigend klimaat**. Dit blijkt onder andere uit volgende recent gepubliceerde beleidsdocumenten:
 - Beleidsnota ANB 'bosbeheer voor benutting en klimaatadaptatie' (juli 2013)
 - Briefadvies MINA-raad 'de economische functie van bos' en bijhorende oriëntatienota (mei 2014)
 - EU-Bossenstrategie (april 2014): inzetten op optimaliseren duurzaam multifunctioneel bosbeheer
 - Aanpassingsvermogen en veerkracht van bossen voor klimaatverandering vergroten (cf. Groenboek bosbescherming)
 - EU-Technology Platforms 2020: Strategic Research and Innovation Agenda for 2020 for the Forest Based Sector (maart 2013)
- De toekomstige realisatie van de **instandhoudingsdoelstellingen** (IHD-doelen) in uitvoering van de **Habitatrichtlijn** vormen een grote uitdaging voor de bossector en het bosonderzoek. Deze IHD-doelen omvatten onder andere:
 - Belangrijke bosuitbreidingsdoelen (6.000-9.000 ha, deels buiten speciale beschermingszones SBZ)
 - Omvangrijke omvormingsdoelen van populieren- en naaldhoutbossen (30.000-35.000 ha, deels buiten SBZ)
 - Ambitieuze ecologische kwaliteitsdoelen (ook voor private boseigenaars)
 - Aanzienlijke kwantitatieve en kwalitatieve doelen voor open habitat die vooral in bos gerealiseerd moeten worden (5.000 – 7.000 ha)
 - Om deze ambitieuze IHD-doelen binnen en buiten bossen te realiseren én duurzaam te onderhouden zullen extra ruimte en middelen nodig zijn. Opbrengsten uit productieve bossen zullen dan ook meer en meer noodzakelijk blijken om deze ingrepen duurzaam te blijven financieren. Een belangrijke uitdaging hierbij is om ook een belangrijk deel van deze productiedoelen te realiseren met inheemse, habitattypische boomsoorten, waarbij de ecologische en economische doelen (in beide gevallen zowel naar kwantiteit als kwaliteit) zo goed mogelijk kunnen worden gecombineerd
- In het buitengebied zijn er belangrijke waarden en potenties, gerelateerd aan **houtige landschapselementen**. Ook voor deze elementen is er een vernieuwde interesse, zowel vanuit landschapsecologisch en cultuurhistorisch oogpunt, als in kader van het nieuwe Europese landbouwbeleid (vergroeningspremies voor ecologische aandachtsgebieden). Deze strategie sluit aan bij de visie rond **multifunctionele groenblauwe netwerken** die het beleidsdomein RWO heeft geformuleerd in het groenboek 'Vlaanderen in 2050: mensenmaat

in een metropool?' (2012). Hierdoor is er ook buiten de traditionele bosgebieden een verhoogde vraag naar wetenschappelijke ondersteuning, zowel wat betreft ontwikkelen en beheren van ecologische verbindingen en leefgebieden van soorten als wat betreft het aanleveren van het vereiste uitgangsmateriaal voor bomen en houtige beplantingen, en korte omloophout.

- Verder wordt een verhoogde vraag voor **recreatief gebruik** van bossen vastgesteld (niet enkel wandelaars maar ook ruiters, mountainbike, ...) en is er een verhoogde interesse om bossen en bomen in te zetten voor **regulerende diensten** (luchtzuivering, waterbuffering en waterzuivering door moerasbossen, geluidsisolatie, beperken visuele pollutie) in en nabij dichtbebouwde gebieden.

2/ Plaats van de Onderzoeksinstituten en Universiteiten in het Vlaamse bosonderzoeklandschap

2.1/ Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO)

Door zijn specifieke statuut van Vlaamse onderzoeksinstituut, met relatief stabiele personeelsbezetting, is het INBO in het bijzonder geplaatst om lange-termijn experimenten en monitoring op te zetten en op te volgen. Dit laat toe om tijdsreeksen aan te leggen die lange tijdsvensters toelaten. Die zijn nodig om bepaalde ontwikkelingen te kunnen opvolgen en verklaren. Het verklaren is daarbij bijzonder belangrijk om tot gerichte beleidsmaatregelen te kunnen komen. We refereren hierbij aan monitoring van bos- en vegetatiedynamiek (bosreservaten), bosgezondheidstoestand en deposities (level I en II), maar ook aan langlopend selectie- en veredelingsonderzoek (aanleg zaadboomgaarden, selecteren van erkend uitgangsmateriaal). De resultaten van dit lange termijn onderzoek en de hieruit voortvloeiende meetreeksen vormen unieke informatie voor het toekomstig bosbeheer en -beleid. INBO beschikt over een unieke combinatie van (lange-termijn) ecologische en sociaal/economische onderzoekscapaciteit. Hierdoor is het INBO in staat complexe onderzoeksprojecten autonoom uit te voeren of vraagstellingen vanuit het beleid binnenshuis multidisciplinair aan te pakken. Het INBO streeft er evenwel ook naar om samen met andere spelers in Vlaanderen samen te werken, waarbij het zijn specifieke sterktes nog meer wil valoriseren.

2.2/ Laboratorium voor Bos & Natuur (ForNalab, UGent)

De missie van het Labo Bos & Natuur is het verkrijgen van een beter begrip van de interacties tussen het functioneren en de samenstelling en structuur van ecosystemen. Meer specifiek richt het onderzoek zich op volgende vier thema's: (1) de relaties tussen de biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen; (2) de impact van 'global change'-factoren op de samenstelling en het functioneren van ecosystemen; (3) het onderbouwen van maatregelen voor het ecologisch herstel van ecosystemen; en (4) uitwerken van strategieën om ecosystemen optimaal te beheren voor een brede waaier aan ecosystemendiensten. Het onderzoek aan het Labo Bos & Natuur vertrekt steeds van concrete beheer- of beleidsvragen en de geografische focus ligt op bos en – in mindere mate – grasland in de gematigde streken.

2.3/ Laboratorium voor Houttechnologisch Onderzoek (Woodlab, UGent)

Woodlab heeft ruim 40 jaar ervaring in wetenschappelijk en technologisch onderzoek op hout en onderhoudt nauwe contacten met alle segmenten van de houtverwerkende industrie en onderzoeksgroepen die betrokken zijn bij de bos-hout kolom. Het labo heeft zijn onderzoeksactiviteiten uitgewerkt in verschillende onderzoeksdomeinen onder 3 grote pijlers. (1) De pijler Structuur omvat activiteiten rond houtbiologie, houtkwaliteit, hout- en boomeigenschappen, jaarringanalyse op materiaal uit zowel gematigde als tropische regio's. (2) Het topic Levensduur behandelt biologische duurzaamheid, houtmodificatie, houtverduurzaming, afwerkingsystemen en levensduurvoorspelling en (3) onder de titel Bosproducten wordt gefocust op de verwerking tot industriële producten zowel als materiaal (zaaghout, plaatmaterialen, pulp en papier, etc.) als voor bio-energie.

2.4/Afdeling Bos, Natuur en Landschap (dFNL, KU Leuven)

De Afdeling Bos, Natuur en Landschap van de KU Leuven beoogt de optimalisering van ecosystemendiensten in natuurlijke en menselijk beïnvloede landschappen. Ons academisch onderzoek en onderwijs focust op karakterisering van biodiversiteit, structuur en functie van landgebruiksystemen, op het beter begrijpen van het effect van menselijke interventies in deze

systemen, en op het ontwerp van natuurgebaseerde oplossingen. We hebben een stevige expertise inzake het gebruik van sensoren, methoden en instrumenten voor het monitoren, modelleren en beheren van complexe sociaal-ecologische systemen. Inzake bossen draagt de afdeling met onderzoek bij tot bosbehoud, bosherstel en duurzaam bosbeheer, via volgende onderzoekslijnen: (1) ontwikkeling van methoden voor **duurzaamheidsevaluatie** (criteria & indicatoren, levenscyclusanalyse, beslissingsondersteunende systemen) die kunnen antwoord bieden op vragen van planners en beleidsmakers, beheerders en consumenten; (2) **ontwikkeling van duurzame bosbeheersystemen**, onder meer door onderzoek naar de rol van boomsoortendiversiteit voor vitaliteit, groei, houtkwaliteit en stabiliteit van bossen; (3) **historische ecologie** van bossen, met onderzoek naar de consequenties van vroeger landgebruik op de plantendiversiteit en – samenstelling, en de invloed van fragmentatie op bosplanten; (4) rol van bomen en bossen in de stedelijke omgeving voor gezondheid en welzijn.

2.5/Onderzoeksexcellentiecentrum Planten- en Vegetatie-ecologie (PLECO, UAntwerpen)

Het huidige onderzoek (en onderwijs) van Planten- en Vegetatie-ecologie (PLECO) van het Departement Biologie (Campus Drie Eiken) situeert zich in de ecologie en de ecofysiologie van bomen en bossen, plantenecofysiologie, fysische ecologie, gewasmicrometeorologie, ecosysteempysiologie, plantensociologie en landschapsecologie. Experimenteel onderzoek wordt zo veel mogelijk gekoppeld aan bestaande of nieuw ontwikkelde modellen (ook op regionale tot Europese schaal). Volgende onderzoekstopics komen vooral aan bod: (1) Kwantificeren van de koolstofcyclus op niveaus van de individuele plant, de vegetatie en het ecosysteem. De ervaring van PLECO houdt o.a. expertise in met koolstoffluxmetingen van de vegetatie en van de bodem, evenals de ontwikkeling van aangepaste systemen voor blootstelling aan klimaatsveranderingen (open top kamers, gesloten begassingsruimten, klimaatskassen,); (2) Impactstudies van verhoogde CO₂ concentraties, verhoogde temperatuur en troposferische ozonconcentraties (globale klimaatsverandering) op individuele planten, vegetaties en ecosystemen; (3) Biodiversiteit: functionele aspecten van en veranderingen in biodiversiteit, manipulatie van diversiteit in geassembleerde graslandecosystemen ecosystemen voor de studie van diversiteit; (4) de impact van biologische invasie, modellering, ecosysteemresistentie; (5) Structuur van planten en vegetaties en hun invloed op stralingstransfer, en onderzoek naar structuren op landschapsniveau (kwantificeren van habitatfragmentatie); toepassing van landschapsindices op tropische ontbossing; (5) Ecologische modellering: koolstof- en stikstofcycli, stralingsinterceptie door gewassenbomen en bossen, biodiversiteit en productiviteit, lokale extinctie van soorten, voorspelling van productie, groei en houtkwaliteit van bomen en bossen, impact van verhoogd CO₂ en/of ozon op planten; (6) Ecologie, energie en koolstofbalans van gemengde, gematigde bossen; (7) Ecologie en fysiologie van populier in het kader van korte-omloop-hakhoutculturen voor bio-energieproductie (ecofysiologie, genomics, klonale variabiliteit).

3/ Infrastructuur

Voor de uitvoering van het bosonderzoek beschikt Vlaanderen over grootschalige onderzoeksinfrastructuren waaronder uitgebreide collecties van bomen en struiken, veldplots, serres, kwekerijen en laboratoria.

3.1. INBO

- Het INBO beschikt over een proefkwekerij van 30 ha, een goed uitgebouwde serre infrastructuur, en een analytisch, genetisch en fytopathologisch laboratorium.
- Verder beheert het INBO een groot aantal in situ en in vivo collecties van geselecteerde inheemse bomen en struiken en veredelde cultivars (*Populus* en *Salix*), waarover in de loop der jaren heel wat data werden verzameld. Verschillende collecties (o.a. populier, wilg, els, boskers, en collecties van inheemse struiksoorten) zijn uniek in Europa en zijn internationaal bekend.
- De goed uitgeruste onderzoekssites die al vele decennia worden opgevolgd (of recenter zijn ingericht, zoals de Level I, II en III-proefvlakken, de integrale bosreservaten, bosplanten-experimenten in bossen op voormalige landbouwgrond, ...) vormen een unieke onderzoeksinfrastructuur, die ook voor andere onderzoekers ter beschikking wordt gesteld.
- Via het statuut van LTER-site willen we hier ook internationaal en nationaal meer interesse en aandacht voor opwekken.

3.2. ForNaLab

ForNaLab beschikt over verscheidene onderzoekssites, een chemisch laboratorium en een uitgebreide wetenschappelijke bibliotheek.

Onderzoekssites:

- Aelmoeseneiebos: dit 30 ha grote bos, gelegen op de grens van Gontrode en Landskouter ten zuidoosten van Gent, is sinds eind jaren '60 van vorige eeuw eigendom van de UGent. Begin jaren '90 werd in het bos een 2 ha grote wetenschappelijke zone afgebakend. Centraal in deze zone werd een 35m hoge meettoeren opgericht voor het uitvoeren van een breed gamma aan ecologische en ecofysiologische metingen. Meer info kan gevonden worden op: www.aelmoeseneiebos.ugent.be.
- FORBIO-experiment: drie grootschalige boomsoortendiversiteitsexperimenten (Zedelgem, Gedinne en Hechtel-Eksel) waar in totaal circa 90 000 boompjes in monoculturen, 2-, 3- en 4-soortenmengingen werden aangeplant (www.treedivbelgium.ugent.be). Dit experiment maakt deel uit van het wereldwijde TreeDivNet-netwerk (www.treedivnet.ugent.be).
- Agroforestry-experiment: experiment gelegen in Lochristi waarbij populier, notelaar, es en zoete kers in agroforestryverband werden aangeplant (zie ook: www.agroforestryvlaanderen.be)
- KOH-experiment: KOH-experiment gelegen te Zedelgem waar de effecten van menging op het functioneren van KOH wordt bestudeerd (zie ook: www.treedivbelgium.ugent.be).
- TREEWEB-platform: netwerk van 53 onderzoeksproefvlakken gelegen in bossen ten zuiden van Gent met als doel om de interacties tussen boomsoortendiversiteit en fragmentatie voor het functioneren van ecosystemen te bestuderen (zie ook: www.treedivbelgium.ugent.be).
- PASTFORWARD-platform: netwerk van circa 200 proefvlakken verspreid over Europa bedoeld om de interactieve effecten van voormalig landgebruik, klimaat en atmosferische stikstofdepositie op de ontwikkelingstrajecten van bosvegetaties te onderzoeken. Dit platform is tevens gekoppeld aan een grote databank met herbemonsterde

vegetatieproefvlakken verspreid over Europa en Noord Amerika (zie ook: www.forestreplot.ugent.be).

- smallFOREST-platform: netwerk van circa 200 kleine bosfragmentjes verspreid over 16 landbouwlandschappen in Europa. Dit platform heeft als doel om de biodiversiteit van en de ecosysteemdiensten geleverd door deze bosjes in kaart te brengen (zie ook: www.fleur.ugent.be).

Chemisch laboratorium:

Dit laboratorium is gespecialiseerd in de chemische analyse van plant-, bodem- en waterstalen. De focus ligt op de analyse van nutriënten (stikstof, fosfor, kalium, calcium, magnesium, ...) en jaarlijks worden enkele duizenden stalen verwerkt.

Wetenschappelijke bibliotheek:

De bibliotheek van het Labo Bos & Natuur omvat meer dan 4200 boeken en 110 tijdschriften die het volledige vakgebied van bos- en natuurbeheer omvatten.

3.3. Woodlab

Woodlab beschikt over een uitgebreid aantal toestellen die het laboratorium toelaten onderzoeksthema's i.v.m. zowel de variatie in houtstructuur en -eigenschappen aan te pakken als technologisch onderzoek uit te voeren op verschillende schaalniveaus en bij verschillende stappen in de bos-hout keten, gaande van de houtcelwanden tot afgewerkte houten producten.

- Om houtstructuur en -anatomie te onderzoeken zijn er microtomen en allerhande microscopen (licht-, fluorescentie-, reflectie-, scanning elektronenmicroscop). De door UGCT opgebouwde X-tralen tomograaf Nanowood laat toe interne structuren bij hoge resolutie in beeld te brengen. Verder is ook een microschaal Lintab meettafel voor handen voor jaarringanalyses.
- Woodlab beschikt over de infrastructuur en het materiaal voor het uitvoeren van duurzaamheidstesten voor wit- en bruinrotschimmels, zachtrotschimmels, oppervlakte- en blauwschimmels. De aanwezige toestellen voor kunstmatige bewedering laten toe esthetische veranderingen of de weerstand tegen veroudering versneld op te volgen. De vochtdynamiek, een belangrijke factor voor de levensduur, wordt behalve in labo-omstandigheden eveneens op een buitensite gecontroleerd door continue massa monitoring, gekoppeld aan een weerstation.
- Voor het onderzoek rond de materiaaltoepassingen van hout zijn een schrijnwerkerij, droogovens, labopers en een verduurzamingsinstallatie voorhanden alsook verschillende meettoestellen om de dimensionele stabiliteit en de sterkte-eigenschappen van hout en houten producten te bepalen. In het kader van de energietoepassingen wordt gebruikt gemaakt van een bomcalorimeter en een gekoppeld DSC-TGA toestel.
- Een meer uitgebreid overzicht is beschikbaar op www.woodlab.be.

3.4. dFNL

De **Afdeling Bos, Natuur en Landschap van de KU Leuven (dFNL)** beschikt over volgende onderzoeksfaciliteiten.

Universitaire domeinen voor veldstudie en veldexperimenten:

- Het universiteitsdomein Beverbeek in Hamont-Achel (165 ha waarvan de helft bos en natuur, FSC gecertificeerd, 2 erkende reservaten, InBevBaillet Latour milieuprijs), Zoötechnisch centrum Lovenjoel (waarvan ongeveer 30 ha bos), Langerodebos Neerijse (18 ha door Natuurpunt beheerd als deel van de Dode Bemde), Arenbergpark Leuven met dendrologische collectie

Langlopende veldexperimenten:

- KU Leuven maakt deel uit van het TreeDivBelgium consortium inzake biodiversiteit-ecosysteemfunctierelaties in bossen en beheert daarbij de Hechtel-Eksel site van het FORBIO experiment. Daarnaast is dFNL ook partner in het Europese FunDivEUROPE netwerk, in het Canadese IDENT netwerk (betrokken bij IDENT site in Sardinië en initiatiefnemer van de toekomstige IDENT site in Ethiopië), coördinator van een FWO onderzoeksproject over het effect van menging in eiken- en beukenbossen met een proefvlakkenet in Vlaamse bossen, en partner in het afgelopen SimForTree project, met een proefvlakkenet in eiken-, beuken- en dennenbossen in Vlaanderen.

Veldlab:

- de afdeling heeft een uitgebreid veldinstrumentarium dat deel uitmaakt van de materialenpool van het KU Leuven Geo-Instituut. Gesofisticeerde apparatuur voor bosinventarisatie (fieldmap, laserhoogtemeter, ground-based lidar, precisie GPS) zijn aanwezig en onder voorwaarden uitleenbaar. Ook een beperkte set aan meteorologische sensoren (thermale cameras, meteostation, lichtmeters, etc) zijn aanwezig, alsook een set sapflow meters. Zeer uitgebreide set voor bodemkundig en hydrologisch onderzoek staat ter beschikking.

Laboratorium:

- het ecolab van de afdeling heeft een basisuitrusting voor bosonderzoek (met onder meer Lintabtafel voor jaarringonderzoek, stereomicroscopen, droogstoof, precisieweegschalen, serre voor zaadbankonderzoek. Het lab maakt deel uit van de labocluster van het departement Aard- en Omgevingswetenschappen waar alle mogelijke fysische en chemische analyses op plant-, bodem- en waterstalen mogelijk zijn, inclusief stabiele isotopen.

GIS en remote sensing tools:

- de hardware en software, evenals de beschikbare geodatabases voor Vlaanderen en de wereld zijn state of the art. Er wordt zowel met commerciële als open source software gewerkt. Grote ervaring met hyperspectrale remote sensing in een context van biodiversiteitsonderzoek, ook met ontwikkeling van online sensoren, beslissingsondersteunende tools en databases.

3.5. PLECO

PLECO beschikt o.m. over volgende onderzoeksfaciliteiten:

- Drie volledig uitgeruste ecosysteem-metstations in Brasschaat (De Inslag; samenwerking INBO), in Lochristi (KOH-populierenplantage voor bio-energie) en in Maasmechelen (Nationaal Park Hoge Kempen). Deze meteorologische meetstations monitoren fluxen van koolstof, water, en broeikasgassen naast alle meteorologische parameters en een hele reeks bos- en plantgerelateerde parameters;
- In het Nationaal Park Hoge Kempen (Maasmechelen) worden intensieve broeikasgasmetingen van ICOS gekoppeld aan de manipulatie-experimenten van de Ecotron van ESFRI-AnaEE binnen het Field Research Centrum (samenwerking Universiteiten van Antwerpen en Hasselt). Daarbij wordt ook gebruik gemaakt van de exploratieve aanpak van LifeWatch (INBO en VLIZ);
- Een volledig uitgeruste terreinopstelling in het tropisch regenwoud van Frans Guyana, inclusief gasanalysatoren, bladoppervlakte-index-sensoren;
- Een volledig uitgerust labo- en een draagbaar, transporteerbaar gasuitwisselingslaboratorium, bestaande uit draagbare gaswisselingssystemen en –cuvetten, snelle-respons-gasanalysatoren, 12 sapstroominstrumenten en dendrometers, 12 linear variable displacement transducers (LVDT's), twee automatische porometers, digitale plant-

gewasanalyzers, digitale infrarood thermometers; digitale chlorofyl fluorescentieanalyser;

- Een volledig uitgerust experimenteel platform bestaande uit 16 klimaat- en CO₂-gecontroleerde plantengroei kamers, inclusief 36 water gecontroleerde mesocosms;
- Twee hoog-performante massaspectrometers voor continue en gefaseerde metingen van vluchtige organische koolstofverbindingen;
- Meerdere gesofisticeerde simulatiemodellen voor de groei en productie van bossen en bomen (boom- en bestandsschaal), voor de koolstofbalans van regio's en landen (land- tot Europese schaal).

4/ Netwerken

De verschillende Vlaamse onderzoeksinstituten en universiteiten zijn niet alleen actief op nationaal maar tevens op internationaal niveau. Nationale en internationale netwerken waarin boven vernoemde Vlaamse onderzoeksinstituten actief zijn:

- **Agentschap Onroerend Erfgoed** <https://www.onroerenderfgoed.be/> - Woodlab
- **CEN** European Committee for Standardization: <http://www.cen.eu> - Woodlab
- **CELC** European Flax and Hemp Confederation's scientific committee – Woodlab
- **CoRR** Centre of Renewable Resources: <http://www.corr.ugent.be> (external link) - Woodlab
- **COST Acties** : www.cost.eu – INBO, Woodlab, PLECO
- **EFI** European Forest Institute – dFNL, INBO
- **ERA-NET Biodiversa** – PLECO
- **ESFRI* ICOS** Integrated Carbon Observation System. (ICOS <https://www.icos-ri.eu>) – PLECO, INBO
- **FLEUR**: netwerk van Europese onderzoekers geïnteresseerd in de studie van de impact van 'global change' op bossen (www.fleur.ugent.be) - ForNaLab, dFNL
- **forestREplot**: netwerk van onderzoekers dat zich richt op de studie van langetermijnveranderingen in bosvegetaties (www.forestreplot.ugent.be) – ForNaLab
- **FunDivEUROPE** en **TreeDivNet**: internationale netwerken die het functioneel biodiversiteitsonderzoek in bossen samenbrengen (www.fundiveurope.eu en www.treedivnet.ugent.be) – ForNaLab, dFNL
- **ICP-Forests**: <http://icp-forests.net/> - UN/ECE ICP-Forests: oudste, grootste en meest systematische bosmeetnet in Europa (ca 5000 LI proefvlakken) en > 300 LII proefvlakken (intensive monitoring) voor de studie van effecten van luchtverontreiniging op bossen, klimaatsverandering en biodiversiteit. INBO huisvest het Forest Soil Coordinating Centre (FSCC) en levert de voorzitter voor het Expert Panel on Soil and Soil Solution - INBO
- **ILTER** www.ilternet.edu – INBO coördineert het LTER-Belgium (Long-Term Ecosystem Research Network in Belgium) netwerk dat deel uitmaakt van ILTER
- **LTER Belgium (Long-Term Ecosystem Research Network in Belgium)**: In het Belgische netwerk zijn (anno 2016) 33 onderzoekssites opgenomen waarvan 19 in Vlaanderen en 14 in Wallonië. Op 25 sites wordt voornamelijk bosonderzoek uitgevoerd. Betreffende de bossites, vormt de lange termijn bosmonitoring in het kader van het ICP-Forests programma een eerste pijler (13 sites in België). De monitoring van de bosreservaten vormt een tweede pijler (4 sites). Naast 2 ICOS sites in bos (Brasschaat en Vielsalm), maken de 3 FORBIO-sites eveneens deel uit van het netwerk. (<http://www.lter-belgium.be/>).
- **InnovaWood netwerk**: <http://www.innovawood.com> - Woodlab
- **InsideMatters**: microCT scan materiaalanalyse en diensten: <http://www.insidematters.eu> (external link) - Woodlab
- **IPC** International Poplar Commission : <http://www.fao.org/forestry/ipc/en> - INBO, Woodlab
- **IRG** International Research Group on Wood Protection: <http://www.irg-wp.com> (external link) - Woodlab
- **IUFRO** – PLECO, Woodlab
- **KMMA**: Koninklijk Museum voor Midden-Afrika: <http://www.africamuseum.be> (external link) – Woodlab
- **Projektgruppe Naturwaldreservate** – INBO
- **SBIC** – Soil Biodiversity Information Centre – INBO - Belgisch experten netwerk inzake bodembioïologie en bodembiodiversiteit (<https://sites.google.com/a/inbo.be/sbic/>) – INBO

- **treediv|Belgium**: nationaal netwerk dat het functioneel biodiversiteitsonderzoek in bossen samenbrengt (www.treedivbelgium.ugent.be) – ForNaLab, dFNL
- **UGCT**: Universiteit Gent Centrum voor X-stralen Tomographie: <http://www.ugct.ugent.be> (external link) – Woodlab
- **WOOD.BE**: vroeger TCHN, Technisch Centrum der Houtnijverheid: www.wood.be - Woodlab
- **XRE**: X-ray imaging hard- en software: <http://www.xre.be> – Woodlab

5/ Bosonderzoek in Vlaanderen

Het bosonderzoek uitgevoerd door de Onderzoeksinstituten en Universiteiten kan worden opgedeeld volgens de 5 thema's van de nieuwe IUFRO Strategy 2015-2019 – Interconnecting Forests, Science and People (International Union of Forest Research Organizations, <http://www.iufro.org>).

Deze thema's zijn:

- Forests for People
- Forests and Climate Change
- Forests and Forest-based Products for a Greener Future
- Biodiversity, Ecosystem Services and Biological Invasions
- Forest, Soil and Water Interactions

Het huidige onderzoek, uitgevoerd door de hierboven vernoemde onderzoeksinstituten en universiteiten in het kader van de 5 IUFRO thema's, wordt hierna beschreven.

5.1/ Forests for People

Vlaanderen staat voor grote uitdagingen om multifunctioneel bosbeheer, gericht op het leveren van een breed pallet aan ecosystemendiensten en goederen, te optimaliseren.

Voor **INBO** behelst dit via een socio-economische benadering onder meer het identificeren van stakeholders (zowel langs de leverings- als gebruikerskant), van de vraag naar bepaalde ecosystemendiensten en goederen, zowel als onderzoek naar hoe deze op elkaar afgestemd kunnen worden, en waar er afwegingen gemaakt moeten worden. Meer bepaald wordt ingezet op de beleving door recreanten, typologie van bouseigenaren (met focus op motivaties), gewenste functies van bossen, relatie tot jacht, en dit in een aantal voorbeeldgebieden in Vlaanderen (Voeren, Haspengouw, ...).

Fornalab evalueert instrumenten ten behoeve van bosbehoud, bosuitbreiding en duurzaam bosbeheer in Vlaanderen, nu en in de toekomst (o.a. onderzoek naar 'governance'-structuur in Bosland, klimaatadaptatie bij bos- en natuurbeheer, percepties van bosbeheerders over meer of minder gemengde bossen, etc..

dFNL bekijkt bossen als complexe sociaal-ecologische systemen waarin de belangrijke rol van de mens erkend wordt, zoals de beheerintenties van bouseigenaren in het kader van klimaatadaptatie, of de adoptie van nieuwe boomsoorten en bosbouwtechnieken door bosbeheerders.

Projecten: (1) Forbio Climate: adaptation potential of biodiverse forests in the face of climate change; (2) Ondergewaardeerde boomsoorten integreren in het sociaal-ecologisch systeem bos op droge zandgronden; (3) Soilforeurope: visie van bosbeheerders op rol van bosbodem en bosbodemorganismen; (4) EcoPlan: Bos-ecosysteemdiensten in de landgebruiksplanning

PLECO coördineert of participeert in onderzoeksprojecten die gericht zijn op de ontwikkeling en de valorisatie van simulatiemodellen. Deze modellen laten toe verschillende functies en ecosystemendiensten van bossen te simuleren vb. koolstofsekwestratie, diversiteit, productiviteit, en andere. Daarnaast wordt intensief onderzoek verricht naar de stofkringlopen in tropische wouden van Frans Guyana waarbij vooral het wereldwijde belang van fosfor voor natuur, mens en maatschappij onderzocht worden.

Projecten: ECORISK, MASC

5.2/ Forests and Climate Change

Om de plaats van bossen bij wijzigend klimaat te kunnen garanderen (behoud, genetische diversiteit, productie en ecologische doelen), doet **INBO** onderzoek naar diversificatie en uitbreiding van het aanbod aan hoogkwalitatief uitgangsmateriaal van boomsoorten. Het betreft alle inheemse boomsoorten die in Vlaanderen worden aangeplant, waarbij nagegaan wordt of de verschillende

genetische entiteiten (soort, herkomst, afstamming, genotype) in staat zijn zich aan te passen aan een veranderend klimaat. Dit aanpassingsvermogen of plasticiteit is het vermogen van genetische entiteiten om verschillende fenotypes te ontwikkelen indien blootgesteld aan verschillende omgevingsfactoren. Er wordt gefocust op de adaptieve kenmerken fenologie, groei en ziekte-tolerantie. Streefdoel is het in de handel brengen van bosbouwkundig teeltmateriaal dat voldoet aan alle eisen om te kunnen opgenomen worden in de lijst van aanbevolen herkomsten. **ForNaLab** bestudeert de effecten van klimaatverandering op (planten-)populaties, (bos-)gemeenschappen en (bos-)ecosystemen in de gematigde streken met als doel het leveren van de nodige onderbouwing voor adaptatiestrategieën. Lopende en recent afgelopen project over dit thema omvatten: (1) FORBIO Climate: adaptation potential of biodiverse forests in the face of climate change; (2) PASTFORWARD: Development trajectories of temperate forest plant communities under global change: combining hindsight and forecasting; (3) The importance of microclimate for the prediction of forest plant responses to global warming; (4) Effects of climate change on *Acer* regeneration from seeds; (5) Seed ecology of common juniper (*Juniperus communis*) in the face of global change.

WOODLAB onderzoekt de reactie van bomen op veranderende omgevingsfactoren aan de hand van jaarringanalyses (o.a. CT scanning microdensitometrie). Uit het onderzoek van de jaarringbreedtes van bomen die onderhevig waren aan stresssituaties of veranderende omstandigheden kan men o.a. afleiden welke boomsoorten minder gevoelig zijn voor veranderingen of bij welke boomsoorten anderzijds het hout als een soort omgevingsmonitor gebruikt kan worden. Dendrochronologie wordt gebruikt om ecologische processen uit het verleden te begrijpen en te bestuderen hoe deze in de toekomst zouden kunnen werken.

dFNL KU Leuven heeft een lange onderzoekstraditie op het vlak van mitigadaptatie van bossen. De variatie van biomassa- en bodemkoolstof in Vlaamse bossen werd bestudeerd in samenwerking met INBO. Een tijds- en ruimte-expliciete sector-levenscyclusanalyse (LCA) van de Europese bos- en houtsector bepaalt het mitigatiepotentieel van bossen en houtproducten. Recente groeitrends van bossen worden in relatie gebracht met klimaat- en andere milieuveranderingen. Bijzondere aandacht gaat naar groeitrends en groeistabiliteit in gemengde bossen. Aardobservatietechnieken die de resiliëntie van terrestrische ecosystemen over lange tijdseries evalueren worden verder verfijnd. Projecten: (1) FORMIT: FORest Management Options for enhancing the MITigation potential of European forests; (2) FORBIO Climate Change: zie hoger; (3) Ecosystem stability indicators derived from Hyperspectral and thermal remote sensing time series

PLECO onderzoekt de impact van 'global change' (in de brede zin van het woord) op bomen en bossen. Daartoe worden zowel experimentele studies uitgevoerd m.b.t. de impact van klimaatopwarming, verhoogde atmosferische CO₂ concentraties en andere broeikasgassen, verhoogde atmosferische pollutie, e.a. op bomen en bossen. Daarnaast worden diverse aspecten van de biogeochemische cycli (stofkringlopen) gekwantificeerd en opgevolgd aan de hand van ecosysteem-observatiestations (De Inslag in Brasschaat, bio-energieplantage in Lochristi).

5.3/ Forests and Forest-based Products for a Greener Future

Het **INBO** beschikt over een zeer uitgebreide ex-situ collectie van naald- en loofboomsoorten waarvoor in het verleden veredelingsprogramma's werden uitgevoerd met het oog op een kwalitatief hoogwaardige houtproductie. Deze collecties worden systematisch onderhouden en verjongd met het oog op het op de markt brengen van teeltmateriaal. Deze collecties vormen eveneens de basis voor het onderzoek naar klimaatadaptatie en genetische diversiteit. Het **INBO** produceert, uitgaande van het veredelingsprogramma's, genotypes van populier en wilg met een tweevoudig doel: een hoogkwalitatieve houtproductie en een hoge biomassa-productie voor korte omloopteelt van houtige gewassen voor eerste en tweede generatie biobrandstoffen of als

grondstof voor de bioraffinaderij. Verder onderzoekt INBO de geschiktheid van beschikbaar plantgoed van diverse boomsoorten voor de ecosysteemdienst biomassa-productie onder de vorm van agroforestry, houtkanten en fyto-remediatie. In het kader hiervan verricht het INBO pathologisch en ziekteresistentie onderzoek voor pathogene schimmels en bacteriën die de kwaliteit van bosbouwkundig uitgangsmateriaal kunnen beïnvloeden. INBO bestudeert de pathogeniciteit van de schimmels en bacteriën die de ziekten veroorzaken, onderzoekt de resistentiemechanismen die maken dat bomen zich kunnen verdedigen tegen ziekten en plagen en ontwikkelt kunstmatige infectietechnieken voor het selecteren van ziekteresistente bomen.

De uitoefening van jacht op reewild in bosgebieden, zowel als recreatievorm, bron van inkomsten als beheerinstrument binnen een multifunctioneel bosbeheer, wordt opgevolgd en onderzocht binnen het INBO. De recente rekolonisatie van natuur- en bosgebieden in Vlaanderen door het **everzwijn** en de eraan gekoppelde beheervraagstukken vormen sinds enkele jaren hierbij een nieuw punt van aandacht.

Het onderzoek van **ForNaLab** richt zich op de duurzame voortbrenging van de grondstof hout in harmonie met de talrijke andere functies die bossen hebben. Lopende en recent afgelopen projecten rond dit thema omvatten:

- Quantifying understory responses to overstorey opening to better predict tree regeneration success;
- Ecological interactions between tree, soil, crop and environment in Flemish agroforestry-systems;
- Woody networks in agricultural landscapes: floristic diversity, conservation and management scenarios;
- Ecological and socio-economic optimization of nature-oriented measures on agricultural land;
- DYLCFAFO: DYnamic Life Cycle Assessment on Forestry;
- Relations between growth dynamics, forest management and wood characteristics of birch on sandy soils in Flanders;
- Smart land management for biobased economies, the Bosland case;
- Soil compaction due to mechanized forest harvesting.

Een belangrijk deel van het onderzoek van **WOODLAB** is gericht op kwaliteitshout productie voor een groene economie, met volgende projecten:

- Het bepalen van de hout-eigenschappen als basis voor vermarkting van nieuwe hybride populierenklonen. Zowel voor de groei-eigenschappen als densiteit en dimensionele stabiliteit wordt de variabiliteit onderzocht. Voor een snelle beoordeling van densiteit- en trekhoutverdeling en chemische samenstelling is een methode uitgewerkt waarbij in ongeveer 30 minuten per stamschijf data in het NIR, visueel en X-stralen spectrum worden verzameld. Een goedkope en snelle techniek om de fysische basiseigenschappen (o.a. schijfoppervlakte en densiteit) te bepalen, maakt gebruik van een *flatbed* scanner
- Hout van populier en wilg als bron voor fineer: mogelijkheden en beperkingen
- Hout van populier en wilg voor een breed spectrum van groene bouwproducten binnen de Europese Bosbouw houtketen
- Selectie van populier en wilg in functie van energietoepassingen
- Evaluatie van 'inheemse' populieren en wilgen als complementaire grondstof voor de houtindustrie (vb. grauwe abeel)
- Evaluatie van secundaire en '*lesser used species*' voor lokale 'KMO' verwerkers, specifieke bos-houtkolom ontwikkeling (vb. boskers)

- WOODLAB bestudeert eveneens beter gebruik van lokaal geproduceerd hout nu en in de toekomst voor de lokale houtindustrie (houtbouw, plaatmaterialen, pulp, bioenergie, biorefineries...) in functie van kwaliteit – kwantiteit en strategische doelstellingen voor Vlaanderen

dFNL focust sinds lang op duurzaamheidsanalyses. Daarbij werden indicatorensets ontwikkeld voor duurzame bosbouw, landbouw, en bioenergiesystemen. In Levenscyclusanalyses werden methodologische ontwikkelingen gedaan om LCA bruikbaar te maken voor bosbouw en houtproducten, zoals het integreren van een landgebruiksimpactcategorie, het expliciet maken van LCA in ruimte en tijd, het correct berekenen van de broeikasgasimpactcategorie, en het beter inschatten van materiaal- en energiesubstitutie van houtproducten. Tevens hebben we bijgedragen tot het ontwikkelen en operationeel maken van simulators en beslissingsondersteunende systemen voor bosbouw, bosaanleg, en bosgebaseerde bio-economie. Producten van dFNL zijn onder meer:

- AFFOREST sDSS, een ruimtelijk beslissingsondersteunend systeem om bebossing van landbouwgronden te optimaliseren in functie van koolstofopslag, waterkwantiteit en waterkwaliteit;
- ENCOFOR DSS, een toolbox voor het ontwikkelen van duurzame LULUCF projecten,
- SimForTree (ism UA en UGent), een beslissingsondersteunend systeem voor bosbeleidplanning in Vlaanderen,
- OSMOSE, een DSS generator voor duurzaam landgebruik (inc. bossen),
- OPTIMASS en t-OPTIMASS, optimalisatie-algoritmen voor het ruimtelijk plannen en spatio-temporeel organiseren van duurzame exploitatieketens van bossen.

Projecten:

- AFFOREST: Afforestation management in north-western Europe - influence on nitrogen leaching, groundwater recharge and carbon sequestration
- ENCOFOR: a decision support framework for environment and community base CDM afforestation/reforestation projects
- EDUBO - Ontwikkeling van integrale kwantitatieve indicatoren voor de Ecologische aspecten van Duurzaam Bosbeheer
- SimForTree: A decision support tool for sustainable forest management based on ecophysiological analysis and simulation of the variability in tree development
- Predictive modelling of forest site quality on landscape and regional scale
- BIOMase: Optimaliseren van de biomassa aanbod/vraag keten voor een duurzame omzetting naar energie en chemicaliën
- FORMIT: FORest management strategies to enhance the MITigation potential of European forests
- CASTLE: Mitigation options through innovative wood product use
- FOCUS: Advances in FOrestry Control and aUtomation Systems in Europe

PLECO voert sinds 1976 onderzoek uit naar de ecologie en ecofysiologie van snelgroeïende populieren, o.m. in het licht van de productie van hernieuwbare bio-energie. In 1996 werd de eerste bio-energieplantage van de onderzoeksgroep aangelegd in Boom, die vier maal geoogst werd. De onderzoeksgroep beschikt ook over de grootste bio-energieplantage van België op een 11 hectare groot terrein te Lochristi. Deze plantage werd aangelegd in het kader van het POPFULL-project. Een internationaal en multidisciplinair team van onderzoekers bestudeert er de efficiëntie van een biomassa cultuur met populier en wilg, zowel wat betreft de vermindering van broeikasgasemissies als de energetische en de economische efficiëntie. De opname en uitstoot van broeikasgassen door de bomen wordt gemeten vanop een meetmast boven de plantage en er wordt bepaald hoeveel biomassa de bomen en de bodem bevatten. Alle ingrepen die nodig zijn voor de aanleg en beheer

van deze plantage worden in kaart gebracht en verlopen op een operationele schaal. De verzamelde gegevens worden gebruikt om een levenscyclusanalyse uit te voeren over de hele duur van het project van bij de aanplant tot bij de conversie naar elektriciteit en warmte. Er wordt berekend hoeveel broeikasgassen er uit de lucht blijven door het vervangen van fossiele brandstoffen door energie uit houtige biomassa. Zo kan men op een goed onderbouwde manier inschatten wat het potentieel is van dergelijke biomassaculturen als hernieuwbare energiebron, en als middel om broeikasgasemissies te mitigeren.

5.4/ Biodiversity, Ecosystem Services and Biological Invasions

INBO

Aan het INBO wordt onderzoek verricht naar:

- de status en trend van Europees belangrijke boshabitattypen
- algemene boskwaliteit van reguliere bosbestanden in Vlaanderen
- de aanbevolen herkomsten van inheemse bomen en struiken.

Daarnaast wordt onderzoek verricht om de bosstatus te verklaren, en optimalisaties van bosbeheer voor te stellen. De twee rapportageverplichtingen zijn: de **Habitatrichtlijn** (zesjaarlijks, http://ec.europa.eu/environment/nature/knowledge/rep_habitats/index_en.htm) en de **Forest Europe Indicators** (vierjaarlijks, <http://www.foresteuropa.org/criteria/assessment>).

- **Habitatrichtlijn**
Onderzoek naar de **staat van instandhouding van boshabitattypen** wordt in functie van de Habitatrichtlijn uitgevoerd. Via een in Vlaanderen overeengekomen 18-jarige cyclus wordt het areaal, de oppervlakte, kwaliteit en toekomstperspectieven van deze habitattypen bepaald. Om de IHD op een kwalitatieve en duurzame manier te realiseren is onderzoek naar de dynamiek en het functioneren van onbeheerde bossen (**bosreservatenonderzoek**) essentieel (kwaliteitsdoelen IHD). Onderzoek van de relatie boomsoort-flora en relatie bosontwikkeling-fauna (paddenstoelen en saproxy le kevers) maakt hier deel van uit. Om verdere inzichten te krijgen in de kwaliteit van boshabitattypen wordt sinds meer dan 25 jaar **standplaatsonderzoek** verricht. Aandacht gaat uit naar fysicochemisch bosbodemonderzoek en analyse van bodem-water-plant relaties (biogeochemie en hydrologie). Daarnaast moeten nieuwe bossen worden ontwikkeld (uitbreidingsdoelen IHD en natuur- en bosbeleid in het algemeen). Onderzoek naar hoe en waar (via landschapsecologische modellen, zoals zoekzonemodel en boscompensatie) zijn hier belangrijke factoren. Het beheer van bossen en van geassocieerde fauna hebben een directe impact op elkaar. Het onderzoek binnen het INBO richt zich ook op de **impact** die de aanwezige (**wild**)soorten hebben op het realiseren van bosbeheerdoelstellingen (houtproductie, IHD-doelstellingen, recreatie), en de wisselwerking tussen bosbeheer, boskenmerken en de functie van bossen als leefgebied voor tal van diersoorten (Habitatrichtlijnsoorten, wildsoorten).
- **Forest Europe Indicators**
In functie van de 4-jaarlijkse rapportage over duurzaam bosbeheer in Europa (Forest Europe Indicators), wordt een monitoring van bosvitaliteit uitgevoerd. De bosgezondheid wordt sinds meer dan 20 jaar opgevolgd in een representatieve steekproef van bestanden en bodemtypes in Vlaanderen (level I onderzoek, waarbij 72 proefvlakken worden opgevolgd). Hiermee wordt de algemene gezondheidstoestand van bossen opgevolgd en wordt nagegaan of beleidsmaatregelen impact hebben op het boscysteem, wat de evolutie is van de ontwikkeling van ziekten, plagen en andere schadefactoren, en hoe omgevingsfactoren (bodem, klimaat, luchtkwaliteit, bosbeheer, ...) de vitaliteit verklaren.
- **De bosvitaliteitsinventaris**

Jaarlijks wordt een inventaris gemaakt van de vitaliteit van de Vlaamse bossen. Dit onderzoek werd opgestart binnen het internationaal ICP-Forests netwerk. De data uit het meetnet worden onder meer gebruikt voor de opmaak van natuurindicatoren en indicatoren voor duurzaam bosbeheer (percentage beschadigde bomen). Het level II onderzoekt 11 proefvlakken, waarvan 5 intensief opgevolgde sites (bodemeigenschappen, groei, nutriëntencycli, geassocieerde floradiversiteit in alle sites, atmosferische depositie, strooiselval en bodemwater in de intensief opgevolgde). Het level III onderzoek gaat op één site zeer nauwkeurig bijkomend na wat de verklarende luchtcomponenten zijn. Andere variabelen en verklarende factoren die in acht worden genomen zijn: fenologie, gezondheidstoestand, nutriëntencycli-zware metalen (bodem-blad-strooisel-hout), bodemdiversiteit (humusclassificatiesystemen en de ontwikkeling van een standaardmethodologie ter bepaling van bodembiodiversiteit via het Belgisch Soil Biodiversity Information Centre), bosfloradiversiteit, bodemeigenschappen, luchtcomponenten, groei, beheer, ruimtelijke context. De level II en level III proefvlakken maken deel uit van het LTER-Belgium netwerk. Het aan het bosvitaliteitsmeetnet geassocieerde **diagnosecentrum** verleent praktisch en wetenschappelijk onderbouwd advies in verband biotische en abiotische factoren die de vitaliteit van de bossen beïnvloeden. Daarvoor centraliseert het centrum kennis over groei- en standplaats, aantasting door ziekten en schade door insecten, schade door mens, dier of natuurelementen.

INBO is voor Vlaanderen verantwoordelijk voor de **lijst van aanbevolen herkomsten** van bomen en struiken (EU-richtlijn 1999/105/EG). Deze lijst bevat officieel erkende herkomsten waarvan aanplant gepromoot wordt en heeft tot doel de lokale genetische diversiteit van bomen en struiken te vrijwaren. Deze lijst wordt op regelmatige wijze aangevuld met nieuwe, op wetenschappelijke basis geselecteerde herkomsten. Het adaptatievermogen van deze herkomsten aan klimaatsveranderingen vormt één van de belangrijkste wetenschappelijke uitdagingen bij het selecteren van nieuwe herkomsten. Deze lijst is bovendien een indicator voor de genenbronnen van bomen en struiken aanwezig in de Vlaamse bossen.

ForNaLab

Het biodiversiteitsonderzoek aan **ForNaLab** focust op de effecten van boomsoortendiversiteit op de geassocieerde biodiversiteit, waaronder kruidlaagsoorten en bodemlevende geleedpotigen, en op ecosysteemfuncties (waaronder nutriëntenrecyclage, weerstand tegen ziekten en plagen, etc.). Daarnaast wordt diepgaand onderzoek verricht naar de factoren die de natuurbehoudswaarde en functionele diversiteit van bossen bepalen en hoe deze evolueren doorheen de tijd. Onderzoek naar maatregelen en strategieën voor een succesvol ecologisch herstel van bossen (en graslanden) op voormalige landbouwgrond vormt eveneens een belangrijk thema. Lopende en recent afgelopen projecten rond dit thema omvatten:

- Present and future population dynamics of black cherry (*Prunus serotina* Ehrh.) in forests in its introduced range deposition;
- FORBIO: a large-scale field experiment on the effects of tree species diversity;
- Early tree diversity effects on tree growth, litter decomposition and herbivory;
- The interplay of biodiversity and environmental stress for ecosystem functioning;
- Impact of forest conversion on Lyme disease risk;
- Impact of neighbourhood diversity on the growth of oak and pine;
- Quantifying the overstorey-understorey diversity relationships in forests;
- SmallFOREST: Biodiversity and ecosystem services of small forest fragments in European landscapes;
- Ecosystem services of soil-dwelling arthropods in small forest remnants;

- The influence of small forest fragments on pollination services in an agricultural landscape;
- TREEWEB: Scaling up functional biodiversity research from individuals to landscapes and back;
- The impact of tree species diversity and forest fragmentation on tree growth and recruitment;
- Does tree leaf-out phenology influence timing and fitness of understorey plant species?;
- FunDivEUROPE: Functional significance of forest biodiversity in Europe.

dFNL

In het recente verleden is veel onderzoek verricht naar de consequenties van het vroeger landgebruik op de plantendiversiteit en –plantensamenstelling van bossen in het gematigd klimaatgebied. Hierbij werd niet alleen het fenomeen van oude vs. jonge bossen en de bijbehorende oudbosplanten onderzocht zowel op Vlaams niveau en daarbuiten, maar ook gekeken naar de achterliggende processen van verbreiding in ruimte en tijd en de relatie tussen bosbeheer en deze processen. De invloed van fragmentatie op bosplanten en het voorkomen van (oudbos)planten werd diepgaand bestudeerd. Er werd tevens een classificatie van bosplantengemeenschappen uitgewerkt in samenwerking met het INBO. Er is een recente focus op de rol van exotische en invasieve soorten. Sinds 2003 heeft de afdeling een focus op diversiteitsfunctie-onderzoek, waarbij de hypothesen getest worden dat gemengde bossen vitaler, productiever en stabiel zijn dan monoculturen, en betere houtkwaliteit zouden voortbrengen. Dit onderzoek gebeurt via experimenten, observaties in bestaand bos, en data-analyse van permanente inventarisatieproefvlakken via veldmetingen en aardobservatie. Wat betreft ecosysteemdiensten is er bijzondere aandacht voor klimaatmitigatie via koolstofopslag in bossen en houtproducten, en substitutie van energie en energie-intensieve materialen door houtproducten. Sinds lang hebben we interesse voor de afweging en optimalisatie tussen ecosysteemdiensten, met name tussen koolstof en waterkwaliteit/waterkwantiteit, of tussen klimaatmitigatie en natuurbehoud. Ten slotte hebben we groeiende interesse in de ecosysteemdiensten van bomen en stedelijk groen.

Projecten:

- Are mixed forests more resilient to environmental change? Analysis of recent growth trends along a gradient of tree species diversity.
- Detectie en impact van invasieve planten met behulp van remote sensing (ondermeer Amerikaanse vogelkers) (<http://diars.vgt.vito.be/>)
- FORMIT (zie hoger)
- FunDivEUROPE, FORBIO, FORBIO CLIMATE, TreeDivNet, Smallforests, Fleur, zie hoger
- RespirIT: Hoe beïnvloedt biodiversiteit de relatie tussen luchtkwaliteit, microklimaat en pollenconcentraties enerzijds en chronische en acute respiratoire aandoeningen anderzijds

5.5/ Forest, Soil and Water Interactions

INBO

INBO doet systematisch onderzoek naar de **toestand en evolutie** van Vlaamse én Europese **bosbodems** en beheert daartoe state of the art bosbodemdatabanken ter ondersteuning van Europese bosonderzoekers. Nutriëntencycli worden vooral onderzocht binnen de intensieve Vlaamse level II bosproefvlakken en ca. 200 Europese sites waar de bodemoplossing wordt gemonitord. ICP-Forests ambiert om de 10-15 jaar via het systematische LI meetnet over geheel Europa (ca. 5.000 proefvlakken) een geharmoniseerde bosbodemsurvey uit te voeren. Vanuit het Forest Soil Coordinating Centre (FSCC) coördineerde INBO de laatste Europese bosbodemsurvey (BioSoil 2004-2008), voerde het kwaliteitsprogramma uit en verwerkte ook een belangrijk deel van de gegevens. Op Vlaamse schaal wordt bosbodemonderzoek uitgevoerd binnen diverse meetnetten:

bosinventarisatie, level I en II, habitatkwaliteitsmeetnet onder natura 2000 en geassocieerde Habnorm survey. Het systematische level I meetnet is net als een subset van de VBI potentieel geschikt voor de lange-termijn monitoring van bovengrondse en ondergrondse koolstofstocks in het kader van post-Kyoto rapportering op regionale schaal. INBO brengt eveneens systematisch **bodemverontreiniging** (vooral zware metalen) in bos- en natuurgebieden in kaart en levert adviezen voor een verantwoorde aanpak en beheer van deze verontreiniging. Zo werden meer dan 700 ha baggergronden geïnventariseerd en alle actuele en toekomstige SIGMA overstromingsgebieden. INBO doet lange-termijn monitoring op drie verontreinigde focusgebieden baggergronden Menen en Meigem (> 20 jaar) en het GOG Tielrodebroek (sinds 2015). Via het Watina+ hydrologisch meetnet wordt bovendien in heel wat bosgebieden via peilbuizen **grondwaterniveaus gemonitord en de hydrochemie** opgevolgd. Op level II lopen onderzoeksinspanningen om samen met universiteiten de waterbalans van specifieke bostypes op te volgen en de waterhuishouding onder invloed van een veranderend klimaat te bestuderen.

ForNaLab

ForNaLab heeft een lange traditie m.b.t. biogeochemisch onderzoek in bossen. In de jaren '80 en '90 van vorige eeuw lag de nadruk voornamelijk op de invloed van verzurende en vermestende deposities op bosesystemen. Nadien is de focus verruimd van stikstof en basische kationen naar het verkrijgen van een beter begrip van de fosfordynamiek in bossen. Lopende en recent afgelopen project rond dit thema omvatten:

- N cycling and sequestration in temperate forest edges;
- Development trajectories in below-above-ground plant communities driven by nutrient availability and soil biota;
- Mechanistic modeling of aqueous nitrogen uptake by tree canopies;
- Monitoring of the above and below ground C sequestration potential of Belgian forests and short rotation coppice on former agricultural land;
- Nitrogen retention in contrasting temperate forest ecosystems in a region of high nitrogen.

dFNL

In het verleden heeft de afdeling veel onderzoek gedaan op het modelleren van waterbalansen van bossen, onder meer in samenwerking met INBO. Dit liet toe om trade-off's tussen koolstofopslag en waterinfiltratie te berekenen. Daarnaast bestudeert de afdeling verzurings- en ontzuringprocessen in bossen (Gaume, Kempen) als alternatieve stabiele toestanden, met bijzondere aandacht voor de rol van regenwormen bij strooiselafbraak en bioturbatie.

Projecten

- FunDivEurope: zie hoger
- Soilforeurope: Predicting European forest soil biodiversity and its functioning under climate change
- EcoPlan: Modelling van de opslag van bodemorganische koolstof onder bos

PLECO

Zie bijdrage bij 5.3. Forests and Forest-based Products for a Greener Future.