



Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen
TECHNISCH RAPPORT

Hoofdstuk 13

Ecosysteemdienst houtproductie

*Kris Vandekerkhove, Luc De Keersmaeker, Heidi Demolder,
Marc Esprit, Arno Thomaes, Toon Van Daele,
Beatrijs Van der Aa*

Auteurs:

Kris Vandekerkhove, Luc De Keersmaeker, Heidi Demolder, Marc Esprit, Arno Thomaes, Toon Van Daele,
Beatrijs Van der Aa
Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek

Het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek (INBO) is het Vlaams onderzoeks- en kenniscentrum voor natuur en het duurzame beheer en gebruik ervan. Het INBO verricht onderzoek en levert kennis aan al wie het beleid voorbereidt, uitvoert of erin geïnteresseerd is.

Vestiging:

INBO Brussel
Kliniekstraat 25, 1070
www.inbo.be

e-mail:

Kris.Vandekerkhove@inbo.be

Wijze van citeren:

Vandekerkhove K., De Keersmaeker L., Demolder H., Esprit M., Thomaes A., Van Daele T., Van der Aa B. (2014). Hoofdstuk 13- Ecosysteemdienst houtproductie. (INBO.R.2014. 1993289). In Stevens, M. et al. (eds.), Natuurrapport - Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen. Technisch rapport. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.M.2014. 1988582, Brussel.

D/2014/3241/163

INBO.R.2014. 1993289

ISSN: 1782-9054

Verantwoordelijke uitgever:

Jurgen Tack

Druk:

Managementondersteunende Diensten van de Vlaamse overheid

Foto cover:

Kris Vandekerkhove

De andere hoofdstukken van het Natuurrapport 'Toestand en trend van ecosystemen en ecosysteemdiensten in Vlaanderen - Technisch rapport' kunt u raadplegen op www.nara.be.

Hoofdstuk 13 – Ecosysteemdienst houtproductie

**Kris Vandekerkhove, Luc De Keersmaeker, Heidi Demolder
Marc Esprit, Arno Thomaes, Toon Van Daele, Beatrijs Van der
Aa**

Hoofdlijnen

- Onder de ecosysteemdienst 'houtproductie' wordt in dit rapport verstaan : de capaciteit van een vegetatie (bv gesloten bosbestand) of landschapselement (bomenrij, boomrijke tuin, houtkant,...) om op recurrente wijze (dus uitgedrukt in m³/ ha en per jaar) 'bruikbaar hout' te leveren. Onder 'bruikbaar hout' wordt bedoeld hout dat een directe nutsfunctie vervult. Dit kan zijn onder de vorm van basisgrondstof voor industriële verwerking alsook voor de productie van energie onder de vorm van brandhout.
- Slechts een beperkte oppervlakte van Vlaanderen bestaat uit een landgebruiksvorm (bos en ander hoog groen) dat potentieel de ecosysteemdienst kan leveren. Bovendien wordt een belangrijk deel van dit potentieel bewust of onbewust niet benut. Binnen de formele markt (= vooral de industriële houtmarkt) overtreft de omzet zeer sterk het lokale aanbod. Deze markt is heel sterk geglobaliseerd (import/export). Daarnaast bestaat echter ook een grote informele markt van particulier brandhout, die veel groter blijkt te zijn dan de formele markt. Het belang van de ecosysteemdienst houtproductie in Vlaanderen is dus groter dan wat uit het formele marktgebeuren kan worden afgeleid.
- Zowat 250.000 m³ hout wordt per jaar via de formele kanalen (openbare houtverkopen, gecoördineerde houtverkopen van bosgroepen) aangeboden. Dit aanbod bestaat voor zowat 2/3 uit hout voor industriële verwerking en 1/3 uit brandhout. Daarnaast is er ook rechtstreekse particuliere verkoop aan professionele houtkoopmannen, vermoedelijk met dezelfde verhoudingen. Deze volumes worden geschat op 200.000 m³/j. Tenslotte is er de zeer grote informele markt van particulier brandhout. Deze wordt geschat op ruim 500.000 m³ hout per jaar.
- We kunnen dus besluiten dat er in Vlaanderen jaarlijks zowat 1 miljoen m³ hout wordt geoogst, en dat ruim drie kwart van dat hout wordt aangewend voor particuliere (bij)verwarming.
- Het beleid zet in op behoud en uitbreiding van landgebruiksvormen met potentieel voor houtproductie. De beleidsinstrumenten binnen deze landgebruiksvormen zetten niet zo zeer in op het stimuleren van houtproductie maar eerder op optimalisatie binnen andere ecosysteemdiensten, landschaps- en natuurdoelen (reservaten, ...). Dit ligt in de lijn van de veranderde maatschappelijke verwachtingen naar bos en KLE's. Dit leidt wel tot een verminderd potentieel en lagere benuttingsgraad voor houtproductie.
- Zowel bossen, bomenrijen, houtkanten en opgaand groen in woon- en recreatiegebieden leveren de ESD houtproductie. De totale oppervlakte van deze 'houtproducerende' ecosystemen is de laatste decennia (ondanks beleidsinstrumenten om ze te behouden) afgenomen. Onder andere urbanisatie, industrialisatie, rationalisering en schaalvergroting in de landbouw spelen hierbij een rol.
- De ontwikkeling van de markt voor groene energie kan in de toekomst leiden tot belangrijke verschuivingen in de invulling van de ecosysteemdienst houtproductie. Deze toegenomen vraag naar energiehout kan in competitie treden met traditionele afzetmarkten (pulp, brandhout) wat zich kan vertalen in verhoogde prijs en toegenomen oogst van houtproducten die in het verleden ongebruikt in het bos achterbleven. Actueel stelt zich dit nog niet uitgesproken in Vlaanderen.
- Een hogere biodiversiteit (boomsoortenmenging, structuurheterogeniteit, ...) kan zorgen voor een hogere resistentie en veerkracht tegen verstoringen die de ecosysteemdienst hypothekeren. Het directe effect van hogere diversiteit (menging) op de productiviteit is echter niet eenduidig, en hangt sterk af van verschillen in groeikracht tussen boomsoorten.
- De ecosysteemdienst houtproductie kan goed samen gaan met biodiversiteitsdoelen op voorwaarde dat voor een multifunctioneel, natuurgericht, bosbeheer wordt gekozen. In bepaalde uitgangssituaties kan een toegenomen houtproductie zelfs samen gaan met meer biodiversiteit, maar vaak is de relatie eerder tegengesteld : een verdere maximalisering van de houtproductie zal een negatieve tot zeer negatieve invloed hebben op de biodiversiteit (en vice versa).
- De ESD houtproductie kan goed samengaan met andere ESD (groene ruimte voor buitenactiviteiten, regulatie van luchtkwaliteit, regulatie van het globaal klimaat, waterproductie, wildbraadproductie, regulatie van erosierisico, waterbeheersing,...). Deze positieve interactie is vaak minder uitgesproken wanneer ingezet wordt op maximalisatie van de houtoogst.

- Het gebruik van hout heeft rechtstreekse effecten op gezondheid en welzijn (beter woonklimaat, ...). Ook aan de landgebruiksvormen die onlosmakelijk verbonden zijn met houtproductie (bossen en opgaand groen) worden heel wat gunstige gezondheidseffecten en andere (ook onrechtstreekse financiële) baten gekoppeld.

Inhoudsopgave

Hoofdpijnen.....	4
Inhoudsopgave	6
1. Inleiding	7
2. Omschrijving van de ESD Houtproductie	9
2.1. Definitie	9
2.2. Gradiënt natuurlijk-technologisch	9
2.3. De ESD cyclus	10
2.4. Het ecosysteem en de ecosysteefuncties	12
2.5. Actoren.....	14
2.6. Het belang van de Ecosysteemdienst Houtproductie in Vlaanderen	16
3. Actuele Toestand ESD	17
3.1. Kwantificering op basis van statistieken en cijfermateriaal.....	17
3.2. Berekeningen van fysische mogelijkheden, potentieel aanbod en actueel aanbod op basis van kaartmateriaal	20
4. Trend in vraag en aanbod van de ESD	28
4.1. Trend in de vraag naar hout in Vlaanderen	28
4.2. Trends aan de aanbodzijde.....	31
5. Drivers voor vraag en aanbod van de ESD.....	34
5.1. Mechanisme drivers : hoe bepalen de belangrijkste directe en indirecte drivers vraag en aanbod van de ESD	34
5.2. Impact van Indirecte drivers.....	35
5.3. Impact van de directe drivers	38
6. Impact biodiversiteit op de ESD, en vice versa	42
6.1. Effect van biodiversiteit op de ecosysteemdienst	42
6.2. Effect van houtproductie op biodiversiteit.....	46
7. Maatschappelijk welzijn en waardering	49
7.1. Well-being geassocieerd met bossen en bomen :	49
7.2. Waardering en financiële waarde geassocieerd met bomen en bossen.....	49
7.3. Well-being en waardering geassocieerd met gebruik van hout	51
8. Interacties huidig en toekomstig ESD gebruik	53
8.1. Impact van het gebruik van de dienst op de toekomstige levering van diezelfde dienst in de toekomst.....	53
8.2. Impact van het gebruik van de dienst op de levering van huidige en toekomstige levering van andere diensten	53
8.3. Impact van de vraag naar en gebruik van de dienst op diensten elders in de wereld.....	58
8.4. Hoe is de gradiënt natuurlijk-technologisch gelinkt met de hierboven beschreven impact?.....	59
8.5. Hoe zouden -theoretisch gezien- de limieten en voorwaarden voor gebruik van deze dienst kunnen worden bepaald, gekwantificeerd en/of geëvalueerd in de toekomst, en welke criteria, data of onderzoeken (ook buiten het diensten-concept) zouden hiertoe kunnen bijdragen?.....	59
8.6. Hoe kunnen positieve impacts worden vergroot en negatieve impacts worden verkleind in de praktijk?	61
9. Kennislacunes.....	63
Lectoren	64
Referenties.....	65
Bijlage 1 Karteringsmethode	72

1. Inleiding

De volgende natuurrapporteringen vormen samen een ecosysteem assessment voor Vlaanderen, dat in drie fasen wordt uitgewerkt. In een eerste fase wordt een synthese gemaakt van de beschikbare kennis over ecosystemen en de diensten die ze leveren in Vlaanderen (NARA-T). In fase 2 worden bestaande beleidskaders kritisch geëvalueerd i.f.v. ecosysteemdiensten (NARA-B) en in de laatste fase worden mogelijke toekomstscenario's voor groene infrastructuur en ecosysteemdiensten verkend (NARA-S). Elk van die fasen leidt tot een afzonderlijk product, maar worden inhoudelijk zo goed mogelijk op elkaar afgestemd.

NARA-T biedt een overzicht van de voordelen die we als maatschappij van de natuur ontvangen, hoe die voordelen gewaardeerd worden en welke mechanismen de levering van die voordelen beïnvloeden. De focus in deze eerste fase ligt op het ecosysteemdienstenconcept. Ecosysteemdiensten (ESD) zijn de voordelen die de samenleving van ecosystemen ontvangt onder de vorm van materiële en immateriële goederen en diensten. De maatschappelijke effecten van die stroom van goederen en diensten (bv. voedsel, veiligheid, gezondheid) beïnvloeden de omvang en de verdeling van onze economische welvaart en ons maatschappelijk welzijn.

De rapportering van NARA-T bestaat uit een uitgebreid technisch rapport en een synthesesrapport. Het technisch rapport is een wetenschappelijk achtergronddocument en bestaat uit twee delen: 16 ESD-hoofdstukken en 10 overkoepelende hoofdstukken. In de 16 ESD-hoofdstukken worden de belangrijkste ecosysteemdiensten in Vlaanderen besproken: voedselproductie, wildbraadproductie, houtproductie, productie van energiegewassen, waterproductie, bestuiving, plaagbeheersing, behoud van bodemvruchtbaarheid, regulatie van luchtkwaliteit, regulatie van geluidsoverlast, regulatie van erosierisico, regulatie van overstromingsrisico, kustbescherming, regulatie van het globaal klimaat, reguleren van waterkwaliteit en groene ruimte voor buitenactiviteiten. Deze 16 ESD-hoofdstukken vormen de kennisbasis voor de 10 overkoepelende hoofdstukken, waarin antwoorden worden gezocht op de belangrijkste onderzoeksvragen van NARA-T. Het synthesesrapport vat voor een brede doelgroep de belangrijkste bevindingen van het technisch rapport samen en formuleert de aanbevelingen voor het beleid.

NARA-T is opgebouwd rond een conceptueel raamwerk, de ESD-cyclus, dat de interacties tussen mensen en ecosystemen en het belang van ecosystemen voor welvaart en welzijn duidelijk maakt. Dit raamwerk moet helpen de logica en de verhaallijn van NARA-T duidelijk te maken en moet daarnaast een zekere eenvormigheid in de ESD-hoofdstukken tot stand brengen om de analyses in de overkoepelende hoofdstukken te faciliteren. Elk van de 16 ESD-hoofdstukken wordt dan ook uitgewerkt a.d.h.v. dit raamwerk. Daarbij wordt echter de ruimte gelaten om, afhankelijk van de beschikbare kennis en data en gangbare visies op het onderwerp, per hoofdstuk aparte accenten te leggen. Dit raamwerk en de voornaamste begrippen worden uitvoerig besproken in hoofdstuk 2 van het technisch rapport.

Het voorliggende hoofdstuk is een onderdeel van het technisch rapport en bespreekt de **ESD 'houtproductie'**. Onder houtproductie verstaan we de capaciteit van het ecosysteem om recurrent de hernieuwbare grondstof 'hout' te produceren.

De ecosysteemdienst wordt enkel vervuld als het hout niet alleen wordt geproduceerd (dus bijgroeit), maar ook wordt 'geoogst' om te worden gebruikt, en dus een directe nutsfunctie vervult. Dit kan zijn onder de vorm van basisgrondstof voor industriële verwerking (zaaghout, pulp, ...) alsook voor de productie van energie (warmte) onder de vorm van brandhout.

Inhoudelijk steunt dit hoofdstuk op de ESD-cyclus en het begrippenkader dat gepresenteerd wordt in hoofdstuk 2. De verschillende onderdelen van het conceptueel raamwerk worden in dit Hoofdstuk Houtproductie verder gespecificeerd voor de ESD Houtproductie.

In de **eerste paragraaf** wordt de ecosysteemdienst omschreven en gekaderd in de Vlaamse context en wordt de ESD-cyclus kort toegelicht i.f.v. de besproken dienst. Daarbij worden de structuren en processen binnen de ecosystemen besproken die de levering van de dienst bepalen en worden de beheerders en gebruikers van de dienst geïdentificeerd.

Paragraaf 2 beschrijft op basis van de beschikbare statistieken en literatuur de actuele toestand van vraag (gebruik) en aanbod van de ecosysteemdienst in Vlaanderen en confronteert vervolgens deze bevindingen met een aantal simulatie-oefeningen op basis van een aantal vooraf gedefinieerde kaartbeelden van actueel en potentieel landgebruik.

Paragraaf 3 bespreekt, waar de beschikbare gegevens het toelaten, de trend in het aanbod, vraag en gebruik van de ecosysteemdienst in Vlaanderen.

In **paragraaf 4** bespreken we hoe en in welke mate directe en indirecte drivers het aanbod van en de vraag naar de ecosysteemdienst beïnvloeden. Directe drivers werken rechtstreeks in op ecosysteemprocessen en veroorzaken meestal een meetbare fysische verandering in het ecosysteem en via deze weg op het aanbod van diensten door die ecosystemen. Indirecte drivers zijn factoren die weliswaar geen rechtstreeks effect op de ecosysteemprocessen hebben, maar deze wel beïnvloeden doordat ze veranderingen genereren in de directe drivers.

Het gebruik en optimalisering van ecosysteemdiensten kan via de directe drivers een impact hebben op het milieu en de biodiversiteit. **Paragraaf 5** bespreekt in welke mate het gebruik van de ecosysteemdienst de biodiversiteit beïnvloedt.

De baten die ecosysteemdiensten genereren, dragen bij aan onze economische welvaart en aan het maatschappelijk welzijn. Aan die baten wordt een zeker belang, of een bepaalde appreciatie of waarde toegekend. In **paragraaf 6** worden de belangrijkste baten van de ecosysteemdienst geïdentificeerd en wordt besproken in welke mate ze een bijdrage leveren aan de verschillende welzijns- en welvaartscomponenten. Daarnaast wordt ook besproken hoe dit welzijnseffect kan ingeschat worden (monetair/niet-monetair) en wat de gevolgen zijn van een keuze voor één bepaalde waarderingmethode voor de interpretatie van het belang van de ecosysteemdienst.

In **paragraaf 7** wordt onderzocht of en in welke mate het gebruik van de dienst een impact heeft op de huidige en toekomstige levering van zowel dezelfde als andere ecosysteemdiensten. Hierbij wordt gekeken naar interacties tussen de besproken en andere ecosysteemdiensten op verschillende ruimtelijke schaalniveaus en doorheen de tijd.

Paragraaf 8 tenslotte geeft een overzicht van de kennis die ontbreekt voor het kwantificeren, in kaart brengen en waarderen van de ecosysteemdienst.

2. Omschrijving van de ESD Houtproductie

2.1. Definitie

Onder de ecosysteemdienst 'houtproductie' wordt in dit rapport verstaan :

de capaciteit van een houtige vegetatie (bv. gesloten bosbestand, bomenrij, boomrijke tuin, houtkant,...) om op duurzame en recurrente wijze 'bruikbaar hout' te leveren.

Onder 'bruikbaar hout' wordt bedoeld hout dat een directe nutsfunctie vervult. Dit kan zijn onder de vorm van basisgrondstof voor industriële verwerking (zaaghout voor constructie, meubelhout en verpakking, plaatmateriaal, houtpulp, ...) alsook voor de productie van energie voor residentiële (bij)verwarming (brandhout).

Hieronder worden expliciet niet begrepen :

- houtproducten die éénmalig voortkomen uit de verwijdering van deze houtproducerende vegetatievormen (ontbossing, verwijderen van bomenrijen,...)
- Houtproducten die worden aangewend voor industriële energieproductie (energie-opwekking uit biomassa) : deze worden behandeld in het hoofdstuk 14

Bij de opsplitsing van de ecosysteemdiensten 'Houtproductie' en 'Productie van energiegewassen' werd beslist om het luik 'brandhout' (zijnde stukhout afkomstig van kap- en snoeiwerken, dat direct gebruikt wordt voor residentiële verwarming) bij de ecosysteemdienst 'Houtproductie' te behandelen. Uit de aangeboden houtsortimenten op de formele houtmarkt kan immers niet op een zinvolle wijze worden opgemaakt welk aandeel hiervan uiteindelijk voor industriële verwerking, dan wel voor warmte-opwekking zal worden gebruikt. Zelfs wanneer onderscheid wordt gemaakt in zaag- en brandhoutloten (bv. bij openbare houtverkopen) zegt deze opsplitsing weinig over het uiteindelijke gebruik : takhout en laagkwalitatieve stammen in zaaghoutloten kunnen uiteindelijk toch als brandhout worden gebruikt, en bepaalde brandhoutloten vinden een afzet als grondstof voor papier of spaanplaten.

Het fijne tak- en snoeihout dat (eventueel na verhakselen) via industriële verbranding of vergisting wordt omgezet in groene energie wordt in dit rapport bewust niet besproken of in rekening gebracht bij de berekeningen en de kaarten, dit om de overlap met de ESD Productie van energiegewassen zoveel mogelijk te vermijden.

Voor de kwantificering wordt de indicator 'geproduceerd houtvolume per jaar' uitgedrukt in m³ hout/ha/jaar, gebruikt.

2.2. Gradiënt natuurlijk-technologisch

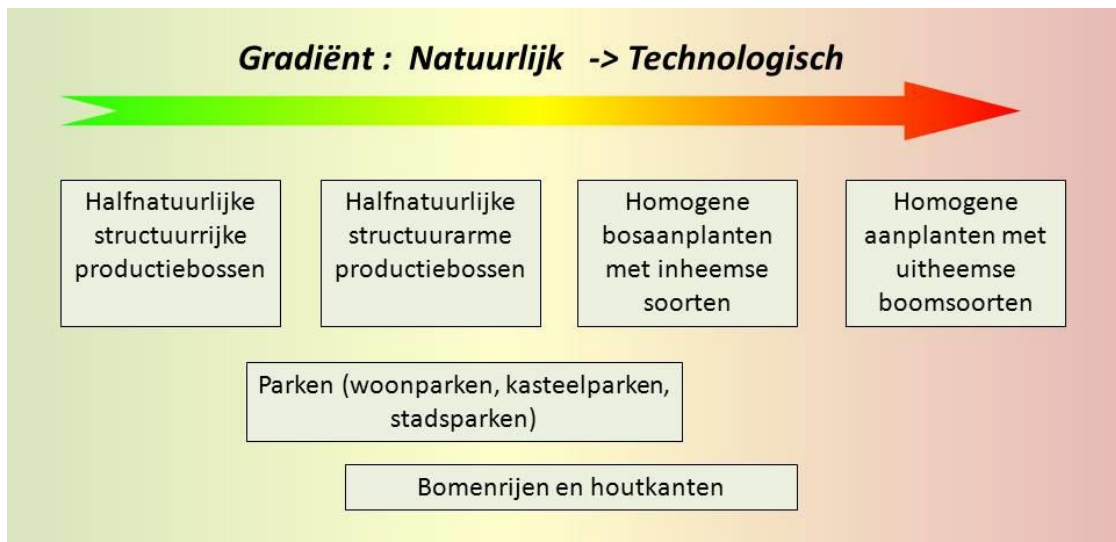
De gradiënt natuurlijk-technologisch beschrijft in welke mate de ecosysteemdienst kan geleverd worden op basis van meer natuurlijk werkende ecosystemen of via door de mens beïnvloede ecosystemen.

Alle houtige gewassen produceren in principe houtige biomassa. Enkel wanneer deze evenwel wordt geoogst en benut is sprake van de ecosysteemdienst zoals hier bedoeld. Dit betekent dat volledig onbeheerde en natuurlijke bosccosystemen in reservaatgebieden deze ecosysteemdienst niet vervullen : daar wordt wat geproduceerd wordt aan hout, ook weer van nature afgebroken.

In bepaalde ecosystemen waar bomen een marginale rol spelen zal ook deze functie een marginale invulling kennen (heide-ecosystemen, struweel, stuifduinen). Deze worden daarom hier niet behandeld. Vegetaties die in de analyse wel worden meegenomen zijn de volgende :

- Bossen: verder ingedeeld (zie verder)
- Ander hoogopgaand groen dat niet aan de wettelijke definitie van bos voldoet, maar ook een niet onbelangrijke houtproductie kan vertegenwoordigen:
 - Bomen in tuinen, woonparken, recreatieparken,...
 - Agrarisch gebied : boomgaarden, (knot)bomenrijen en houtkanten
 - Infrastructuurgroen (langs wegen en spoorwegen)

De gradiënt natuurlijk – technologisch kan als volgt schematisch worden voorgesteld :

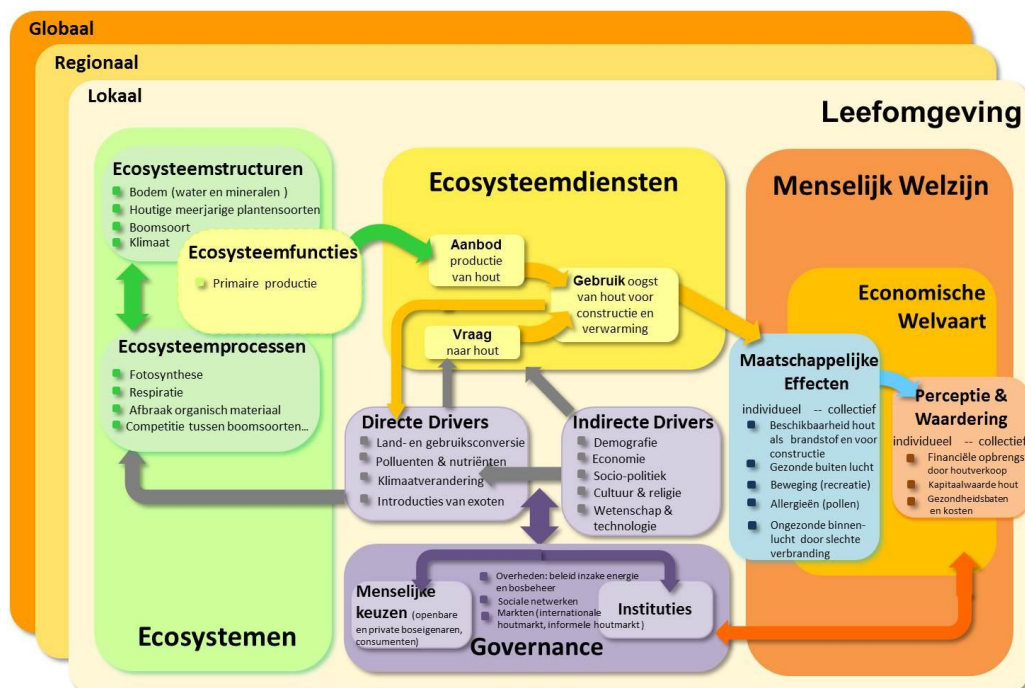


Figuur 1. de positie van houtproducerende landgebruiksvormen op de gradiënt natuurlijk-technologisch

Deze gradiënt hoeft niet recht evenredig te zijn met de grootte van de ecosystemedienst : deze zal worden bepaald door het vermogen van een ecosysteem om hout te produceren (de 'productiviteit'). Daarbij spelen naast bodemvruchtbaarheid ook boomsoortspecifieke groeikracht en beheerregrepen een belangrijke rol.

2.3. De ESD cyclus

De ESD-cyclus in Figuur 2 beschrijft schematisch hoe ecosystemen en hun diensten bijdragen aan ons welzijn en onze economische welvaart, en hoe de waardering van die bijdragen een invloed heeft op hoe we als individu of maatschappij met die ecosystemen omgaan. Deze cyclus wordt in detail besproken in hoofdstuk 2 van het technisch rapport. Hieronder wordt de cyclus enkel bondig besproken.



Figuur 2. Schematische voorstelling van de zogenaamde 'ESD-cyclus'. Zie hoofdstuk 2 (conceptueel raamwerk) voor een gedetailleerde bespreking van het schema (gebaseerd op Haines-Young & Potschin, 2013). Hier specifiek aangevuld voor de ESD Houtproductie

Alles begint met de kenmerken van ecosystemen en **ecosysteemsstructuren** die een invloed hebben op de productie van hout en met de **processen** die daarbij een rol spelen. De deelverzameling van proces-structuurinteracties in ecosystemen, die functies vervullen ten voordele van de mens, noemen we **ecosysteemfuncties**: houtproductie is terug te brengen tot specifiek deel van het fotosyntheseproces bij houtige meerjarige plantensoorten (= primaire productie), dat ook effectief door de mens wordt geoogst en benut voor uiteenlopende toepassingen. Enkel op dat moment wordt er effectief een ecosysteemdienst geleverd. .

Belangrijk daarbij is dat mensen integraal deel uitmaken van die ecosystemen. De mens interageert met zijn omgeving en bepaalt daardoor mee waar en hoe de ecosysteemdienst geleverd wordt.

Bij de benutting en de beoordeling van het belang van de ESD zijn de aspecten '**vraag**', '**aanbod**' en '**gebruik**' bepalend. Een inschatting van het belang en de grootte van deze verschillende aspecten wordt in paragraaf 2 uitgebreid behandeld. Daarbij zal duidelijk worden dat de markt (vraag en aanbod) van hout in Vlaanderen een formeel segment omvat (vooral industriële houtmarkt), maar ook een zeer groot informeel segment (vooral rond brandhout), en dat vraag en aanbod van industrieel hout zeer sterk geglobaliseerd is.

De grootte van vraag en aanbod van de ESD wordt in eerste instantie bepaald door de directe **actoren** (zijnde de producenten en consumenten van hout) maar worden ook mede bepaald door allerlei beïnvloedingsprocessen. Die beïnvloedingsprocessen wordt samengevat in een set van **directe en indirecte drivers**.

Directe drivers zijn factoren en processen die op lokale, regionale of globale schaal rechtstreeks veranderingen teweegbrengen in ecosystemen en in de daaruit voortvloeiende ecosysteemfuncties en -diensten (bv. verandering landgebruik, pollutanten en nutriënten, introductie van exoten). Aan de basis van die directe drivers ligt een complex van indirecte drivers (bv. marktverschuivingen, technologische ontwikkelingen, maatschappelijke ontwikkelingen) die op elkaar en op die directe drivers inwerken. De directe en indirecte drivers bepalen niet alleen het aanbod van, maar ook de vraag naar ecosysteemdiensten. Ook de interactie tussen ecosysteemdiensten speelt hierbij een belangrijke rol.

Zo kan de toename van de vraag naar hout voor energie uit biomassa (groene stroom) er voor zorgen dat er minder brand- en vezel hout beschikbaar is voor andere toepassingen, waardoor de schaarste op de markt voor dit type hout, en de prijs ervan gaat toenemen

Wanneer er op een bepaalde plaats voldaan wordt aan de vraag naar een ecosysteemdienst, wordt de ecosysteemdienst gebruikt (houtproductie) en worden er **baten** gegenereerd.

Voor houtproductie zijn de baten onder meer de opbrengst voor eigen consumptie of verkoop van een hernieuwbare grondstof, onrechtstreeks vormt houtoogst een bron van tewerkstelling en inkomensverzekering; verder blijkt opgaand groen (residentieel groen en stadsrandbossen) een positieve invloed te hebben op de lokale prijszetting in de immobiliënmarkt (Decuypere et al. 2005; Bervaes & Vreke, 2004).

In principe zijn socio-economische ontwikkelingen bepalend voor het belang van een ecosysteemdienst, en de **waardering (financieel)** en **appreciatie (niet-financieel)** die eraan gegeven wordt. Het aspect 'waardering' vertaalt zich concreet in de monetaire waarde die aan de ecosysteem wordt gegeven, waarbij marktprincipes de prijszetting bepalen.

Onze eigen persoonlijke kenmerken en de invloeden vanuit onze omgeving bepalen op welke wijze we de maatschappelijke effecten van ecosysteemdiensten waarnemen en appreciëren. Die waardering en appreciatie heeft een invloed op de keuzes die de actoren maken (**governance**).

Die keuzes bepalen hoe we de ecosystemen, al dan niet i.f.v. ecosysteemdiensten, beheren. De wisselwerking tussen alle actoren zal uiteindelijk bepalen welke oplossing de voorkeur krijgt en welke ingrepen op het terrein uitgevoerd worden. Onze keuzes hebben echter niet altijd een direct effect op de ecosystemen, maar kunnen ook indirect een invloed hebben. Zo kunnen nieuwe ontwikkelingen in de houttechnologie zorgen voor nieuwe toepassingsmogelijkheden voor laagkwalitatieve houtige biomassa (houtvezels), wat kan aanleiding geven tot verschuivingen in de vraag naar hout. Maatschappelijke veranderingen kunnen de uitkomst van dit proces ook beïnvloeden. Bij de bevolking blijkt een duidelijke appreciatie te bestaan voor bossen en kleine landschapselementen (bomenrijen, houtkanten) (Liekens et al., 2012a, 2012b), eerder omwille van hun esthetische en recreatieve waarde, en veel minder dan vroeger omwille van de puur productieve functies die ze vervullen. Deze appreciatie wordt ook beleidsmatig vertaald in regulerend en stimulerend beleid (verbod op ontbossing en verwijderen van KLE, kapmachtigingen, subsidies) die enerzijds een betere bescherming geeft (dus behoud van het potentieel van de ESD),

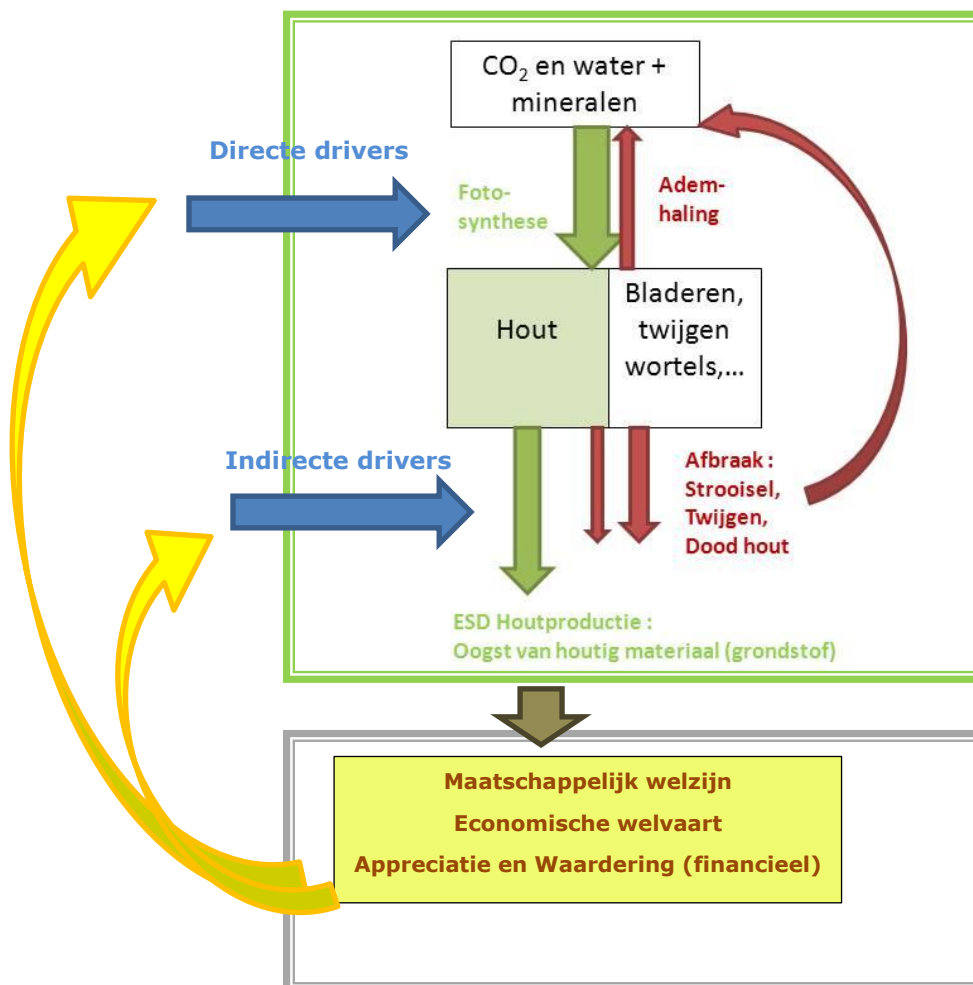
maar anderzijds ook beperkende bepalingen inhoudt in functie van behoud en ontwikkeling van de ecologische kwaliteit, wat het oogstpotentieel ook negatief kan beïnvloeden

2.4. Het ecosysteem en de ecosysteefuncties

Deze paragraaf legt de focus op het eerste deel van de ESD-cyclus: hoe dragen ecosystemen bij aan de houtproductie en welke structuren en processen spelen daarin een rol?

Houtproductie is terug te brengen tot dit specifiek deel van het fotosyntheseprocess bij houtige meerjarige plantensoorten, dat 'hout' oplevert, dat ook effectief door de mens wordt geoogst en benut voor uiteenlopende toepassingen. Binnen de typering van ecosysteefdiensten behoort het dus tot de 'producerende ecosysteefdiensten met als ecosysteefunctie 'primaire productie' en als ecosysteefdienst ' houtproductie').

Voor een meer gedetailleerde bespreking van de ecosysteefprocessen (primaire productie , fotosynthese) wordt verwezen naar het hoofdstuk 14 (Van Kerckvoorde et al., 2014).



Figuur 3. Schematische voorstelling van het mechanisme van de ecosysteemstructuren en processen (groen kader). De andere aspecten van de ESD-cyclus zijn hier schematisch nog eens overgenomen.

De houtproductie omvat zowel **kwantitatieve aspecten** (houtvolume) als **kwalitatieve aspecten**. Elke houtsoort heeft zijn kenmerken wat betreft chemische samenstelling en dichtheid (soortelijk gewicht), calorische waarde en houttechnologische eigenschappen (hardheid, buigzaamheid, sterkte), die bepalend zijn voor de toepassingsmogelijkheden van een houtsoort. Ook de kwaliteit van de stamvorm en de dimensies ervan zijn sterk bepalend voor de toepassingsmogelijkheden van het hout. Zij zullen immers bepalen of een boomstam ofwel voor hoogwaardige toepassingen (fineerhout, meubelhout) kan worden aangewend, of enkel voor brand- en vezelhout geschikt is. Deze toepassingsmogelijkheden kunnen ook een belangrijke invloed

uitoefenen op de mogelijke baten (uitgedrukt in opbrengst per m³) die aan de houtproductie kunnen worden gekoppeld.

Het gevoerde beheer kan een belangrijke invloed uitoefenen op de samenstelling en de stamkwaliteit van het geproduceerde hout, en dus op het kwalitatieve aspect van de houtproductie.

In dit rapport ligt echter vooral de nadruk op de kwantitatieve aspecten van de ESD houtproductie. De ecosysteemstructuren en processen die bepalend zijn voor de kwantitatieve invulling van de ESD worden in onderstaand schema aangegeven.

Bodemeigenschappen (water en mineralen) bepalen, samen met het klimaat en de boomsoort, de mate waarin een ecosysteem hout kan produceren. Een deel van de productie (bladeren,...) bestaat ook uit andere biomassa die geen 'oogstbaar hout' oplevert. Van het geproduceerde oogstbare hout (grijsgroen blokje) wordt vervolgens slechts een gedeelte ook effectief omgezet in de ecosysteemdienst : een deel van het hout blijft onbenut in het ecosysteem achter (rode pijl) en wordt afgebroken tot zijn elementaire bouwstenen (koolstofdioxide, water en mineralen).

Enkel het gedeelte van het door het ecosysteem geproduceerde hout, dat een utilitaire toepassing kent (brandhout, constructie,...) maakt de 'ecosysteemdienst houtproductie' uit (onderste groene pijl). De mate waarin (bewust en onbewust) een deel van het hout niet wordt geoogst is afhankelijk van het gevoerde beheer, dat weer wordt bepaald door beheerkeuzes van de eigenaar, en wettelijke restricties die deze keuzemogelijkheden mee gaan bepalen (directe en indirect drivers).

Directe drivers (veranderingen in het grondgebruik, pollutanten, introductie van exoten) zullen vooral ingrijpen op het productiepotentieel (bovenste groene pijl). Indirecte drivers (zoals marktverschuivingen, technologische ontwikkeling, beleidskeuzes ingegeven door verwachtingspatronen en socio-culturele veranderingen in de maatschappij) zullen vooral ingrijpen op het effectief gebruik (dus effectieve invulling van de Ecosysteemdienst). Deze worden uitgebreid besproken in paragraaf 4.

De realisatie van de ecosysteemdienst (productie van het gebruiksgoed hout) draagt dan weer bij tot maatschappelijk welzijn (well-being) en de daaruit voortvloeiende appreciatie (niet-financieel) en waardering (financieel) voor de ecosysteemdienst, en de ecosystemen die instaan voor de levering van deze dienst (bossen, bomen, houtkanten). Omgekeerd zullen socio-economische processen en veranderingen een invloed hebben op de levering van de ecosysteemdienst (gele pijlen). Dit kan zowel via directe drivers (bijvoorbeeld wetgeving die de beschikbare oppervlakte voor houtproductie of de soortensamenstelling van het bos mee gaat bepalen) als via de indirecte drivers (evolutie van de vraag naar hout of specifieke sortimenten, die de benuttingsgraad van die sortimenten of hout in het algemeen doet toenemen...).

De **grootte van de ecosysteemdienst** (geproduceerd én effectief geoogst houtvolume) zal afhankelijk zijn van een aantal factoren, met name aanwaspotentieel en intensiteit van gebruik.

Aanwaspotentieel : het potentieel van een bosesysteem (of ander ecosysteem dat houtige vegetatie bevat) om hout te produceren, is vooral afhankelijk van de bodemvruchtbaarheid, de boomsoortensamenstelling en de leeftijd van de aanwezige bomen.

- **Bodemvruchtbaarheid** : bodems met een gunstige vochtlevering, waterbergende capaciteit, en mineralogische samenstelling kunnen een hogere productie garanderen
- **Boomsoort** : de verschillende boomsoorten hebben een zeer uiteenlopend vermogen om hout te produceren op welbepaalde standplaatsen. Afhankelijk van de dominante boomsoort en de standplaats zal de jaarlijkse aanwas, dus ook de productie van bruikbaar houtvolume verschillend zijn.
- **Leeftijd van een bosbestand** : de primaire productie in een bosbestand is afhankelijk van de leeftijd van het bosbestand : er wordt onderscheid gemaakt tussen de 'gemiddelde jaarlijkse aanwas' : dat is het gemiddelde van de aanwas over de volledige leeftijd van het actuele bestand, uitgedrukt per jaar, en de 'lopende jaarlijkse aanwas', zijnde de aanwas in het afgelopen jaar. De gemiddelde jaarlijkse aanwas neemt aanvankelijk jaar per jaar toe, tot deze een vrij constant cijfer bereikt. Dat is wanneer het bosbestand zijn volle 'captatiecapaciteit' van zonlicht (gesloten kronendak) en bodemvocht (wortelstelsel) heeft ontwikkeld. Naarmate de bomen dan weer ouder worden neemt hun individuele capaciteit om aan fotosynthese te doen terug af, waardoor de gemiddelde aanwas afneemt. Tegen die tijd worden de bomen ook gekapt: zij hebben hun commerciële kapleeftijd bereikt. Het overgrote deel van de bosbestanden in Vlaanderen bevindt zich in een fase dat de lopende aanwas vrij constant kan geschat worden (middelloude, oude en ongelijkjarige bosbestanden)(Afdeling Bos en Groen 2001).

Via de **intensiteit van gebruik** kan de grootte van de ecosysteemdienst verschillen.

We vertrekken van de basispremissie van 'duurzame oogst' (sustained yield), een principe dat reeds 300 jaar geleden voor bosbeheer werd geïntroduceerd ('Nachhaltige Nutzung' in *Silvicultura Oeconomica* – Hans Carl von Carlowitz, 1713). Dit betekent dat (op niveau van het boscomplex) de gemiddelde jaarlijkse oogst de gemiddeld gerealiseerde jaarlijkse aanwas niet mag overschrijden.

Binnen deze limiterende factor zijn er echter nog sterk uiteenlopende mogelijkheden voor de invulling van deze functie, via het maximaliseren van de houtproductie of optimaliseren van deze oogst binnen trade-offs met andere doelstellingen (multifunctioneel duurzaam gebruik, zoals toegepast in 'sustainable forest management').

Bij een (kwantitatief) maximalistische invulling van de ecosysteemdienst zal men de 'verliezen' naar productie zoveel mogelijk proberen te beperken door te kiezen voor:

- maximale oogst van alle hout (geen dood hout of takken achterlaten in het bos)
- maximale omzetting van fotosynthetische activiteit in bruikbaar hout (door selectief kappen, op snoeien, ...)
- maximaal inzetten op boomsoorten met een hoge groei-kracht
- onderlinge concurrentie tussen bomen (die tot groeivertraging kan leiden) preventief te gaan elimineren door tussentijdse dunningen (cfr. Pretzsch, 2005a; 2009)
- onderlinge concurrentie tussen bomen (die tot groeivertraging kan leiden) preventief te gaan elimineren
- maximaliseren van de gerealiseerde gemiddelde aanwas door eindkap op de leeftijd dat de gemiddelde jaarlijkse aanwas culmineert ('volstrekke' kapbaarheid).

Dergelijke aanpak vindt zijn invulling in een klassieke intensieve plantage-teelt (zoals deze in bepaalde streken ook voor houtproductie wordt aangewend : bv. plantages van *Pinus radiata* of *Picea sitchensis*).

In het kader van 'duurzaam beheer' worden ook andere belangrijke aspecten en functies mee in rekening gebracht en zal men bewust kiezen voor een meer evenwichtige invulling van deze ecosysteemdienst. Andere diensten zoals behoud van de bodemvruchtbaarheid, ecologische stabiliteit, groene ruimte voor buitenactiviteiten, natuurbehoudswaarde,... worden in rekening gebracht. Daardoor gaat men bewust kiezen voor andere dan de meest productieve boomsoort, of menging van soorten, zal men bewust een deel van het hout ongeogst laten (habitatbomen¹, dood hout, ...), bewust kiezen voor langere omlooptijden...

Deze keuzes worden sterk bepaald door maatschappelijke verwachtingen, die mede bepaald worden door de economische context (afhankelijkheid van eigen productie voor de levering van de ESD) en associatie en appreciatie die aan de levering van deze en andere ESD worden gegeven. Deze vertalen zich in beleidskeuzes, regelgeving en stimulerende maatregelen. Deze maken deel uit van het socio-economisch mechanisme, dat aldus in belangrijke mate mee de invulling van de ecosysteemdienst bepaalt.

2.5. Actoren

De levering en het gebruik van ecosysteemdiensten wordt in belangrijke mate bepaald door keuzes die de belanghebbenden van de dienst maken.

Belanghebbenden omvatten zowel de individuen en groepen die de ecosystemen bezitten (eigenaars) en beheren (beheerders), als zij die een voordeel hebben van de dienst (begunstigden), er nadeel van ondervinden (benadeelden) of de levering en het gebruik van de dienst ondersteunen en faciliteren.

In hoofdstuk 2 van het technisch rapport worden de verschillende belanghebbenden en hun rol in de ESD-cyclus besproken. In de volgende paragrafen beperken we ons tot een opsomming van de belangrijkste begunstigden van de dienst (vraag naar de ESD) en van de groepen die de ecosystemen die de dienst leveren beheren of de levering van de dienst ondersteunen (levering van de ESD).

De kwantificering van vraag en aanbod komen dan uitgebreid aan bod in paragraaf 2.

¹ 'Habitatbomen' zijn bomen met een hoge natuurwaarde, omwille van specifieke microhabitats die ze vertonen : holtes, scheuren, epifyten, ... Voor een uitgebreide beschrijving zie o.a. Van Uytvanck et al., 2014.

Aan de **vraagzijde** vinden we zowel de industriële verbruikers van hout, als de particuliere verbruiker (vooral van brandhout).

De **industriële houtverbruikers** maken vooral gebruik van de formele houtmarkt, terwijl de particuliere gebruiker zich vooral bevoorraadt via de informele markt.

De formele vraagzijde naar industriële houtproducten wordt in Vlaanderen gekenmerkt door het feit dat dit een zeer open (internationale) markt is, die weinig of niet bepaald wordt door lokale mechanismen van vraag en aanbod, maar zeer sterk import-export-georiënteerd is, zowel voor de import als export van grondstoffen halffabricaten en eindproducten.

Deze industriële houtmarkt wordt slechts beperkt bevoorraadt vanuit lokale productie. Deze verloopt via een vrij kleine gemeenschap van professionele houtkopers en -exploitanten, die als tussenschakel fungeren naar de eigenlijke gebruikers van het hout : de houtverwerkende industrie (gegroepeerd in FEDUSTRIA, en FEBELPA voor wat betreft pulp, papier en karton) en uiteindelijk de consument.

De vraag naar **brandhout voor particulier gebruik** blijkt een zeer grote, en tot nu toe sterk onderschat gedeelte van de vraagzijde uit te maken. Ruim 1/5 van alle huisgezinnen in Vlaanderen blijkt consument van brandhout te zijn (zie uitgebreide bespreking in paragraaf 2). Dit segment van de markt bevoorraadt zich vooral via eigen productie (uit eigen tuin, houtkant of bosperceel) of via informele kanalen (cadeau, ruil, vergoeding in natura, ...)

Aan de **aanbodzijde** vinden we in eerste instantie (zeker voor de formele houtmarkt) **openbare en private boscijde** die via kappingen en formele houtverkoop opbrengst genereren. Deze opbrengst kan het hoofddoel zijn (bossen met hoofdfunctie productie), een nevenschikt doel (multifunctionele bossen) of ondergeschikt aan een andere doelstelling (bvb omvormings- of veiligheidskappen in functie van ecologische of recreatieve doelstellingen). Deze aanbodzijde is zeer sterk versnipperd : ruim 2/3 van het bos in Vlaanderen is versnipperd over duizenden kleine eigenaars, met eigendommen van gemiddeld ca. één ha (Van der Aa et al., 2005). Financiële opbrengst en productie zijn slechts voor een beperkt aandeel van deze eigenaars een belangrijke doelstelling, laat staan het hoofddoel voor hun bos (Van Herzele & Van Gossum, 2008).

De **aanbodzijde van de informele markt** (vooral van brandhout) is zeer divers en versnipperd. Het betreft oogst van brandhout voor eigen gebruik of rechtstreekse afspraken en handel tussen particulieren. Dit geldt zeker voor het overgrote deel van de oogst uit kleine boscijde, en nog meer voor hout afkomstig uit tuinen, (woon)parken, en groene infrastructuur. De aanbodzijde bestaat hier dus uit een zeer diverse groep van kleine private boscijde, eigenaars en beheerders van knotbomenrijen, infrastructuurbeheerders, ... Uit paragraaf 2 zal blijken dat dit segment van de markt zeer belangrijk is.

Als **begunstigden** van de ecosysteemdienst kan, naast de eigenaar of beheerder, die er de rechtstreekse baten van ontvangt, in principe elke commerciële als particuliere eindgebruiker van het lokaal geproduceerd hout (hetzij voor constructie, meubelen, papier, brandhout...) worden vermeld.

Als **benadeelden** kunnen in principe de begunstigden van andere concurrerende producten of (producerende of regulerende) ecosysteemdiensten, of landgebruiksvormen worden vermeld. Hoe meer hout gebruikt wordt voor industriële houtverwerking en brandhout, hoe minder houtige biomassa beschikbaar is voor andere toepassingen (groene stroom). Hoe meer ruimte voor houtproducerende vegetatie (bos, houtkanten) er wordt voorzien, hoe minder ruimte voor voedselproductie of infrastructuur. Hoe meer hout wordt gebruikt voor verwarming of constructie, hoe minder andere energiebronnen of constructiematerialen worden gebruikt.

De actoren die de benutting van de ecosysteemdienst **sturen of faciliteren** bestaan in eerste instantie uit de overheid, in het bijzonder beleidsmakers rond bos- en natuurbeheer en ruimtelijke planning. Door regelgeving en subsidiebeleid gaan zij enerzijds zorgen voor het behoud en stimulering van het potentieel naar houtproductie (o.a. wetgeving tegen ontbossing en verwijderen van KLE's, doelstellingen rond bosuitbreiding,...) en benutting. Anderzijds kunnen deze ook beperkend werken (regelgeving rond beheer en duurzaam gebruik van deze ecosystemen, natuurdoelen, ...).

Deze beleidskeuzes worden dan weer onrechtstreeks bepaald door maatschappelijke verwachtingen en appreciaties.

Andere actoren zijn particuliere organisaties die (al dan niet met overheidssteun) een duurzame oogst van hout mee gaan faciliteren (bv. SOCOFOR, bosgroepen).

2.6. Het belang van de Ecosysteemdienst Houtproductie in Vlaanderen

Zuiver markteconomisch speelt de ecosysteemdienst houtproductie in Vlaanderen slechts een beperkte rol. Voor heel België vertegenwoordigt de hutoogst een jaarlijkse turnover van slechts 50 miljoen Euro. Dat is minder dan 0,01% van het BNP (Vandekerkhove, 2013). Voor Vlaanderen, met zijn beperkte bosoppervlakte, is dat nog meer uitgesproken dan voor Wallonië : volgens Van der Aa (2010) bedraagt de opbrengst uit de formele houtverkoop in Vlaanderen iets meer dan 10 miljoen Euro.

De omvang van de informele particuliere houtmarkt is naar schatting minstens drie keer groter (zie paragraaf 2), maar is moeilijker in monetaire waarde uit te drukken. Gerekend met een gemiddelde waarde voor brandhout van 12 Euro/m³ (zoals ook gehanteerd in de FAO-statistieken) vertegenwoordigt deze informele markt een vergelijkbare financiële waarde.

Als we dit vergelijken met de totale omzet van de houtverwerkende industrie (inclusief import/export- sector), dan bedraagt de eigen productie slechts een fractie van deze omzet.

De totale houtomzet (cijfers voor België, specifieke cijfers voor Vlaanderen zijn niet beschikbaar) voor het jaar 2010 van de FAO over productie, import en export van hout en houtproducten voor België (www.faostat.fao.org onder 'Forestry' – 'Forestry Trade Flows') geven een import van zowat 12 miljoen m³ aan (rondhout, verzaagd hout en afgeleide producten zoals vezelplaten, ...). Tegelijk is er een export van ruim 5 miljoen m³. De productie van houtproducten voor hetzelfde jaar lag om en bij de 7 miljoen m³. Dit vertegenwoordigt een financiële turn-over van 5,7 miljard Euro.

Bij deze cijfers zijn de volumes voor papier en karton nog niet meegerekend (nog eens resp. 6,4 en 6,7 miljoen ton) (cijfers : www.faostat.fao.org).

Het belang van de ESD houtproductie in Vlaanderen situeert zich dus niet zozeer op het vlak van de noodzakelijke bevoorrading van de lokale houtverwerkende nijverheid (enkele specifieke en gespecialiseerde deelsectoren en bedrijven, zoals verpakkingsindustrie op basis van populierenhout buiten beschouwing gelaten).

Anderzijds belangt deze ESD een groot deel van de bevolking aan, zeker als hier ook de informele markt bij wordt betrokken. Deze omvat immers een zeer groot aantal producenten (zowat 100.000 particuliere bouseigenaren, een onbekend aantal eigenaren van knotbomenrijen, grote boomrijke tuinen,...), en een nog groter aantal consumenten van lokaal geproduceerd (brand)hout (zie paragraaf 2).

Deze lokale aanbodmarkt (zowel informeel als formeel) biedt bovendien de mogelijkheid aan eindgebruikers om bewust te kiezen voor lokaal duurzaam geproduceerd hout, als alternatief voor andere grondstoffen en energiebronnen, én geïmporteerd hout.

3. Actuele Toestand ESD

3.1. Kwantificering op basis van statistieken en cijfermateriaal.

3.1.1. Actueel aanbod

Formele houtmarkt

Het is niet eenvoudig en eenduidig om, op basis van beschikbare statistieken en literatuur, een inschatting te maken van het effectieve houtaanbod in Vlaanderen.

Er zijn immers geen volledige statistieken beschikbaar van het volume hout dat via formele houtverkoop wordt aangeboden: rechtstreekse verkopen van particulier naar exploitanten worden niet geregistreerd in een centrale databank, en zijn enkel te achterhalen door het analyseren van de gemachtigde kapvergunningen (die echter zelden precieze gegevens bevatten naar volume).

Bij de openbare houtverkopen, georganiseerd door ANB, werd uit openbare bossen de laatste jaren gemiddeld ruim **190.000 m³** per jaar aangeboden (in de dienstjaren 2009, 2010, 2011 en 2012 werd respectievelijk 186.237 m³, 189.323 m³, 176.990 en 218.993 m³ hout verkocht - gegevens IVANHOE, opgenomen in Broekx et al., 2013)). Deze houtverkopen omvatten zowel verkoop uit eigen domeinbossen als uit domeinen van andere openbare eigenaren (gemeentes, provincies, militaire overheid, OCMW's), die ervoor opteren om via deze openbare houtverkopen te verkopen in deze bossen.

Voor particuliere eigenaren beschikken we enkel over de verkopen via de bosgroepen. Die bedroegen de laatste jaren ruim **70.000 m³** per jaar.

Van rechtstreekse particuliere houtverkoop zijn geen cijfers bekend. Deze bestaat voor een belangrijk deel uit eindkappen van populier. De Boever & Van Acker, (2003) schatten voor populier alleen al de jaarlijkse productie voor Vlaanderen (op basis van oppervlakte en aanwas cijfers) op zowat 350.000 m³. Als we er voorzichtigheidshalve van uit gaan dat daar minder dan 2/3 effectief van wordt geoogst, vertegenwoordigt dit toch een volume van **200.000 m³** per jaar, dat nauwelijks terug te vinden is in voorgaande formeel aangeboden volumes. Deze verkopen verlopen dus wellicht volledig via rechtstreekse particuliere aanbidding aan bosexploitanten.

Informele markt

Verder zijn er al helemaal geen cijfers voor het informele aanbod : kap van brandhout voor eigen consumptie , of als betaling in natura onder particulieren, door de particuliere bouseigenaars maar ook eigenaars van grote tuinen, houtkanten,....

Op basis van een berekening vanuit de consumptiezijde bekomen we een inschatting van de productie en consumptie van brandhout die veel hoger ligt dan klassiek werd ingeschat, op minstens **700.000 m³ per jaar** (voor de argumentatie, zie kaderstuk hieronder).

Dit betekent dat de totale jaarlijkse houtoogst in Vlaanderen (zowel in bossen als in ander opgaand groen) mag geschat worden op ruim **1 miljoen m³ per jaar**. Dat is heel wat meer dan de cijfers van 300.000 m³/ha die vroeger werden geciteerd, en enkel gebaseerd waren op de formele markt (o.a. Van der Aa, 2005; Meiresonne & Turkelboom, 2012).

De informele markt voor particulier brandhout : veel groter dan gedacht

In het kader van de berekeningen van het energieverbruik en de uitstoot van fijn stof, PAK's en dioxines worden reeds langere tijd inschattingen gemaakt van het particulier brandhoutverbruik in Vlaanderen. Voor deze berekeningen, werd in het verleden een inschatting gemaakt op basis van de methodologie gebruikt voor Wallonië en Brussel door ICEDD (Aernouts, 2010). Aan de hand van resultaten van andere studies (o.a. Beckers et al. 2009) en enquêtes in het kader van een onderzoek naar emissies door houtverbranding door gebouwenverwarming en landbouw (Renders et al., 2011) kon al vastgesteld worden dat de inschatting van het houtverbruik die tot nu toe werd gehanteerd te laag was.

In 2011 werd in het kader van de rapportering over energieverbruik in de huishoudens voor Eurostat een tweede uitgebreid enquête-onderzoek uitgevoerd (Jespers et al. 2012).

Op basis van deze nieuwe resultaten voerde VITO een analyse uit voor een verbeterde inschatting van het houtverbruik door de huishoudens (Dams et al., 2013). Dit resulteerde in een nieuwe

tijdsreeks (1990-2012) van het huishoudelijk houtverbruik in de energiebalans Vlaanderen (en HEB-inventaris) (Aernouts et al., 2013).

Het houtverbruik door huishoudens wordt volgens deze nieuwe berekeningswijze voor de jaren 2010 (koud jaar), 2011 en 2012 geschat op respectievelijk ruim 1 miljoen, 730.000 en 880.000 ton hout. Uitgedrukt in m³ hout (gebruik makende van de gehanteerde omrekenfactoren uit dit rapport) komt dit overeen met resp. ruim 1,8 miljoen m³, 1,3 miljoen m³ en 1,6 miljoen m³, of gemiddeld ruim 1,5 miljoen m³ hout per jaar.

Uit de beide enquêtes kwam verder naar voor dat ruim $\frac{3}{4}$ van al het hout dat wordt verbrand bij huishoudelijke verbranding bestaat uit houtblokken (57%) en snoeihout (20%). Slechts 15% bestaat uit afbraakhout, en minder dan 4% uit pellets (in pelletkachels) (Beckers et al; 2009; Renders et al., 2011).

We kunnen dus besluiten dat jaarlijks zowat 1 miljoen m³ 'boom'hout wordt verbruikt voor particuliere verbranding. Dit lijkt enorm veel, maar uit de enquêtes blijkt dat een groot aantal huishoudens (ook veel meer dan vroeger ingeschat) effectief hout gebruikt als warmtebron. De cijfers lopen naargelang de studies uiteen van 24 tot 28% van de Vlaamse huishoudens die hout gebruiken als (meestal neven-)verwarmingsbron. Voor 3,5% van de huishoudens is hout zelfs de hoofdverwarmingsbron (Renders et al., 2011, Aernouts et al., 2013).

Deze cijfers lijken in schril contrast te staan ten opzichte van de officiële aanbodzijde aan brandhout. Via de officiële houtvermarkting wordt jaarlijks in heel België 500-600.000 ton brandhout uit bossen aangeboden (www.faostat.fao.org). Indien we er van uit gaan dat Vlaanderen proportioneel overeenkomstig de bosoppervlakte hieraan bijdraagt, dan wordt er in Vlaanderen elk jaar zowat 150.000 m³ brandhout via de formele markt aangeboden. Dit zou betekenen dat ongeveer een derde van de formele houtmarkt (zie hoger) uit brandhout bestaat. Dit komt vrij goed overeen met de inschatting in de praktijk.

Daarnaast wordt er, ook volgens de officiële cijfers van FAOSTAT netto zo'n 35-45.000 m³ brandhout in België ingevoerd (www.faostat.fao.org onder 'Forestry' – 'Forestry Trade Flows'). Er nog van uitgaande dat deze volledige import, én de Vlaamse productie volledig in Vlaanderen wordt geconsumeerd, dan nog volstaat dit nauwelijks om een kwart van het totale berekende verbruik in Vlaanderen te voorzien.

De overige drie kwart zou dus volledig terug te brengen zijn tot de informele markt. Deze veronderstelling lijkt te worden bevestigd door de resultaten van de bevraging bij particulieren naar de herkomst van het verbrande hout (Renders et al., 2011) : 24% blijkt afkomstig te zijn 'uit de eigen tuin', 23% werd verkregen via vrienden en familie, en 10% werd gekocht bij particulier. Slechts 24% werd gekocht bij een houthandel en 4% bij doe-het-zelf-zaken.

De eerste drie categorieën behoren heel duidelijk tot de informele markt, en zijn niet opgenomen in om het even welke officiële houtstatistieken.

Bij deze enquêtering werd geen rubriek 'uit eigen bos' voorzien, deze cijfers zitten wellicht mee in de eerste drie categorieën.

We kunnen besluiten dat de brandhoutconsumptie in Vlaanderen zeer groot is, en voor een groot deel wordt bevoorradt via de informele markt. **Deze 'informele brandhoutmarkt' mag geschat worden op minstens 700.000 m³ per jaar**, en is dus ruim dubbel zo groot als de totale formele aanbodzijde (zowel brandhout als zaag- en industriehout) in Vlaanderen.

In tegenstelling tot de zeer 'mondiaal' georiënteerde formele houtmarkt in Vlaanderen (import, eigen consumptie en export), lijkt deze informele brandhoutmarkt wél een zeer lokaal en gesloten marktgebeuren te zijn : het hout wordt immers vooral 'geoogst' voor eigen gebruik, of directe afzet.

Bovendien lijkt deze markt ook duidelijk toe te nemen. Volgens de inschattingen in de energiebalans (Aernoudts et al; 2013) is dat verbruik toegenomen van ca. 7,5 PJoule eind vorige eeuw naar 10 tot 15 PJoule de laatste jaren, of omgerekend een gemiddelde toename van het 'boomhout'-verbruik, met zowat 35.000 m³ per jaar. Dit is vooral te wijten aan de verdere toename van het aantal huishoudens : de bovenstaande berekeningen gaan immers uit van een constant verbruik per huishouden, enkel gecorrigeerd voor het aantal koudedagen per jaar.

Het resulterende cijfer van ruim 1 miljoen m³ houtproductie per jaar lijkt zeer veel, wetende dat de bosoppervlakte slechts ca. 145.000 ha bedraagt. Hoewel voor houtproductie in de eerste plaats naar bossen wordt gekeken is de bijdrage van 'ander hoog groen' echter niet verwaarloosbaar. Dit

zijn opgaande bomen in parken, houtkanten, bomenrijen, woonparken en grote tuinen, ... Een berekening op basis van de hooggroen-kaart voor Vlaanderen (werkkaart AGIV ifv. De Boswijzer op basis van hogeresolutie LIDAR-metingen en hyperspectraalbeelden), toont aan dat het hier gaat over zowat 100.000 ha die niet is opgenomen in de bosreferentielaaag (= 145.000 ha). Na correctie voor overschattingen op de overgang bos vs. niet-bos (overwas van kruinen), bedraagt dit nog altijd zo'n 80.000 ha. M.a.w. zowat een derde van alle hoog opgaand groen in Vlaanderen is buiten het 'klassieke' bos gelegen. Ook deze vegetaties vormen een niet te onderschatten bron van hout.

Dit potentieel wordt uiteraard minder intensief gebruikt voor houtproductie dan een gemiddeld bosbestand. Het betreft hier immers infrastructuurgroen en esthetisch groen (bomen in tuinen en parken), waarbij houtproductie zelden een doel op zich is. Ook deze bomen worden echter gesnoeid, geknot en op een bepaald moment uiteindelijk ook geveld (omdat ze hinderlijk worden, of dood gaan, of aan vervanging toe zijn). Dit hout komt zelden of nooit in het reguliere houtverkoop-circuit terecht, maar vooral in het informele circuit van particulier brandhout (Mantau et al. 2010). Vandaar dat dit aandeel bij berekeningen van de houtproductie vaak wordt onderschat of zelfs volledig genegeerd. Volgens Mantau et al. (2010) werd nochtans in Europa in 2010 in totaal ongeveer 39 miljoen m³ brandhout geoogst uit zogenaamd 'landscape care wood'. Dat vertegenwoordigt zowat 5% van de totale houtomzet in Europa. Voor België wordt door Mantau et al (2010) het potentieel voor 'landscape care wood' berekend op 900.000 m³/jaar. Daar is het hout 'uit stedelijke gebieden' (tuinen, lanen) nog niet bijgerekend. Volgens dezelfde studie zou het potentieel van dit segment voor België oplopen tot 500.000 m³/jaar. In de veronderstelling dat van deze inschattingen voor België telkens ongeveer een derde in Vlaanderen wordt geproduceerd, dan betekent dit een potentieel van ruim 430.000 m³.

Zij gaan er van uit dat ongeveer 40% van het 'landscape care wood' effectief wordt geoogst. Vertaald naar de Vlaamse situatie betekent dit bijna 200.000 m³ per jaar, die uit hoog groen buiten het bos afkomstig zou zijn. Dit komt neer op een gemiddelde houtoogst uit hoog groen van 2,5 m³/ha.

De resterende 350.000 m³ per jaar zou dan afkomstig moeten zijn van particuliere, informele houtoogst in private bossen. Dat komt neer op een gemiddelde oogst van 3,5 m³ per jaar. Dit lijkt een hoog cijfer. Mantau et al (2010) wijzen er echter op dat ook de brandhoutmarkt uit bossen vaak veel groter is dan uit officiële statistieken naar voor komt, omdat hij zich vooral ook op deze informele markt situeert. Binnen de EU-27 wordt naar schatting elk jaar ruim 155 miljoen m³ brandhout geproduceerd en verbruikt (ter vergelijking : rondhout (loof- en naaldhout samen) : ca. 700 miljoen m³).

3.1.2. Actuele vraag

Zoals hierboven reeds aangegeven is de omzet van houtproducten op de industriële markt in Vlaanderen zeer groot, en is een veelvoud van het lokale aanbod. Het potentieel voor zelfbevoorrading voor industriële verwerking wordt geschat op nauwelijks 5% (Kint, 2013) Het overgrote deel van de industriële houtverwerking gebeurt op basis van geïmporteerd hout. Toch wordt ook een deel van het lokale aanbod niet door de lokale houtindustrie verwerkt, maar geëxporteerd als rondhout.

De vraagzijde, uitgaande van de industriële houtverwerking speelt zich dus volledig op de internationale markt af, met grootschalige import, export en doorvoer van onbewerkt hout tot eindproducten. De eigen productie speelt hierbinnen slechts een ondergeschikte (maar voor bepaalde marktsegmenten toch niet verwaarloosbare) rol.

De formele en informele markt van particulier brandhout is wél een sterk lokaal gebeuren, waarbij het overgrote deel van de omzet (zowat 1 miljoen m³/jaar) bestaat uit plaatselijk geproduceerd hout, voor drie kwart afkomstig uit de informele markt.

3.2. Berekeningen van fysische mogelijkheden, potentieel aanbod en actueel aanbod op basis van kaartmateriaal

Een inschatting van de fysische mogelijkheden voor houtproductie, het potentieel aanbod (binnen het huidige ruimtegebruik) en het realiseerbare aanbod binnen het huidige wettelijke en beleidsmatige kader werd bepaald via een GIS-matige oefening. Dit leverde drie rasterkaarten op (rastergrootte 10x10m) die toelaten deze inschattingen te berekenen. De gevolgde methodologie wordt hieronder besproken. De detailuitwerking is opgenomen in de bijlage.

3.2.1. Fysische geschiktheidskaart :

Op basis van de fysische bodemomstandigheden wordt aangegeven wat virtueel realiseerbaar is voor de ESD houtproductie in Vlaanderen, in de veronderstelling dat elke vierkante meter die hiervoor fysisch beschikbaar is, maximaal voor houtproductie wordt benut (dus met de meest productieve boomsoort voor die standplaats).

Daarvoor wordt van volgende basisprincipes uitgegaan :

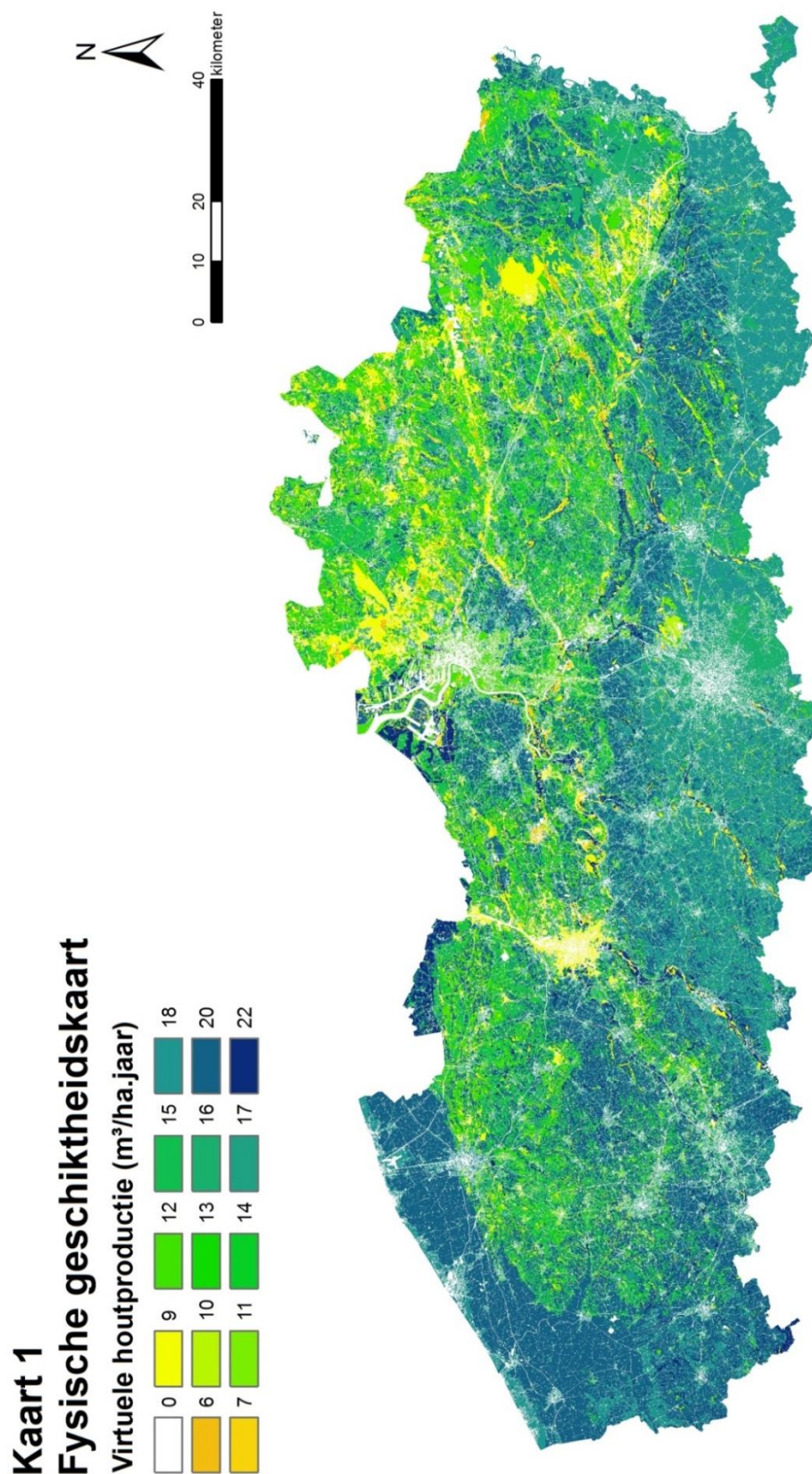
- het volledige Vlaamse grondgebied dat niet bebouwd is (infrastructuur, gebouwen), en in principe hout kan produceren (dus niet de waterlopen en stilstaande waters) is virtueel leverancier van de ecosysteemdienst.
- de bodemserie uit de bodemkaart (textuur en drainageklasse) geeft een belangrijke aanwijzing naar de groeikracht
- actief bemeste en bekalkte bodems (afgeleid uit de GIS-laag van de landbouwgebruikspercelen) hebben een hogere groeikracht dan onbemeste bodems, de fysische geschiktheid voor houtproductie moet er dan ook hoger worden ingeschat.
- op al deze bodems wordt de potentiële maximale invulling van de ecosysteemdienst bepaald op basis van de groeikracht van de meest productieve boomsoorten voor deze standplaats

Het resultaat van deze oefening is weergegeven in Figuur 4. De precieze werkwijze voor de productie van deze kaart is opgenomen in de bijlage.

Op basis van de fysische geschiktheid voor houtproductie van alle onbebouwde bodems in Vlaanderen, kan een (virtuele) totale houtproductie worden gegenereerd van ruim 19 miljoen m³ per jaar. Dit is in de veronderstelling dat elke m² onbebouwd terrein (dus inclusief alle landbouwgronden, tuinen en onbebouwd industrieterrein) zou worden bebost (= 1.170.000 ha) met de meest productieve boomsoort, met een benuttingsgraad van 100%.

Geconfronteerd met de geschatte actuele effectieve houtproductie voor Vlaanderen (zie hierboven : ca. 1 miljoen m³/jaar) is dit een 20-voud van de actuele productie.

Ruim 2/3 van deze productie in het model komt voort uit beboste landbouwgronden. Deze hebben relatief een hogere productie (door het bemestingseffect) en de betere bodemtypes (leem, zandleem) zijn er meer dan proportioneel vertegenwoordigd. De gemiddelde productie voor de landbouwgronden in het model bedraagt 17,7 m³/ha/jaar, voor de overige gronden is dat 14,2.



Figuur 4. Fysische geschiktheid voor houtproductie in Vlaanderen. Deze kaart geeft een virtueel beeld van het maximale potentieel voor houtproductie (in volume : m³/ha/jaar). Hierbij wordt rekening gehouden met de actuele bodemkwaliteiten en de groei­kracht van de meest productieve boomsoort op die groeiplaats. Enkel open water en bebouwing zijn hierbij uitgesloten van productie

3.2.2. Potentieel aanbod

Deze kaart geeft de potentie voor de Ecosysteemdienst mocht deze maximaal worden gerealiseerd binnen de huidige toestand van het landgebruik (bos vs. niet bos en ander opgaand groen, actuele boomsoortensamenstelling, enz....).

Voor de inschatting van deze potentie is uiteraard de potentiële invulling van de ESD binnen het huidige bosareaal zeer belangrijk, maar beperkt zich hier niet toe. Ook buiten de oppervlakte die voldoet aan de definitie van bos groeit immers heel wat houtige biomassa die potentieel een belangrijke bijdrage kan leveren aan de ESD. Het gaat hier over tuinen, stadsparken, woonparken, kasteelparken, bomenrijen, houtkanten, boomgaarden, enz.... Deze oppervlakte is niet verwaarloosbaar. Uit de kaart van hoog opgaand groen in Vlaanderen blijkt dat het hier gaat over een totale oppervlakte van 100.000 ha, die niet is opgenomen in de bosreferentielaag.

Voor de bossen die zijn opgenomen in de bosreferentielaag wordt de actueel dominante boomsoort (geclusterd in 4 categorieën naar groeikracht) meegenomen in de beoordeling van de potentiële ESD-levering. De dominante boomsoort zal immers, samen met de boniteit van de standplaats, sterk bepalend zijn voor het effectieve aanwaspotentieel, dus voor de potenties van de ESD.

Volgende categorieën worden onderscheiden :

- Hoogproductief loofhout = Aanplanten van populier
- Ander Loofhout = eik (incl. Amerikaanse eik)+beuk+gemengd en ander loofhout
- Hoogproductief naaldhout = alle andere naaldhoutsoorten dan gewone den (vooral Corsicaanse den, en verder ook Lork, Fijnspar, Douglas,...)
- Gewone den

De inschatting naar maximale houtproductie worden afgeleid uit de natuurwaardeverkenner (Liekens et al., 2013), die ook is gebruikt bij de batenstudie voor Natura2000 (Broekx et al. 2013), en gebaseerd is op Moonen et al. (2011) en Jansen et al. (1996). Deze groeicijfers werden gecorrigeerd voor een aantal categorieën die op basis van Van Slycken & Stevens (1994) te laag of te hoog waren ingeschat. De concrete werkwijze en aanwaswaarden zijn opgenomen in bijlage.

Voor het overig hoog groen buiten de bossen is geen differentiëring naar houtsoort mogelijk. Hier worden dezelfde waarden gehanteerd als voor 'ander loofhout'. Een belangrijk deel van deze elementen bestaat effectief uit gemengd loofhout, of boomsoorten uit deze groep (eik, beuk,...). Bovendien is dit een vrij gemiddelde score, die plaatselijke onderschattingen (bv. voor populierenrijen) en overschattingen (voor gewone den in woonpark) uitmiddelt.

Het resultaat van deze oefening is weergegeven in Figuur 5.

Deze GIS-matige modellering levert volgende resultaten op :

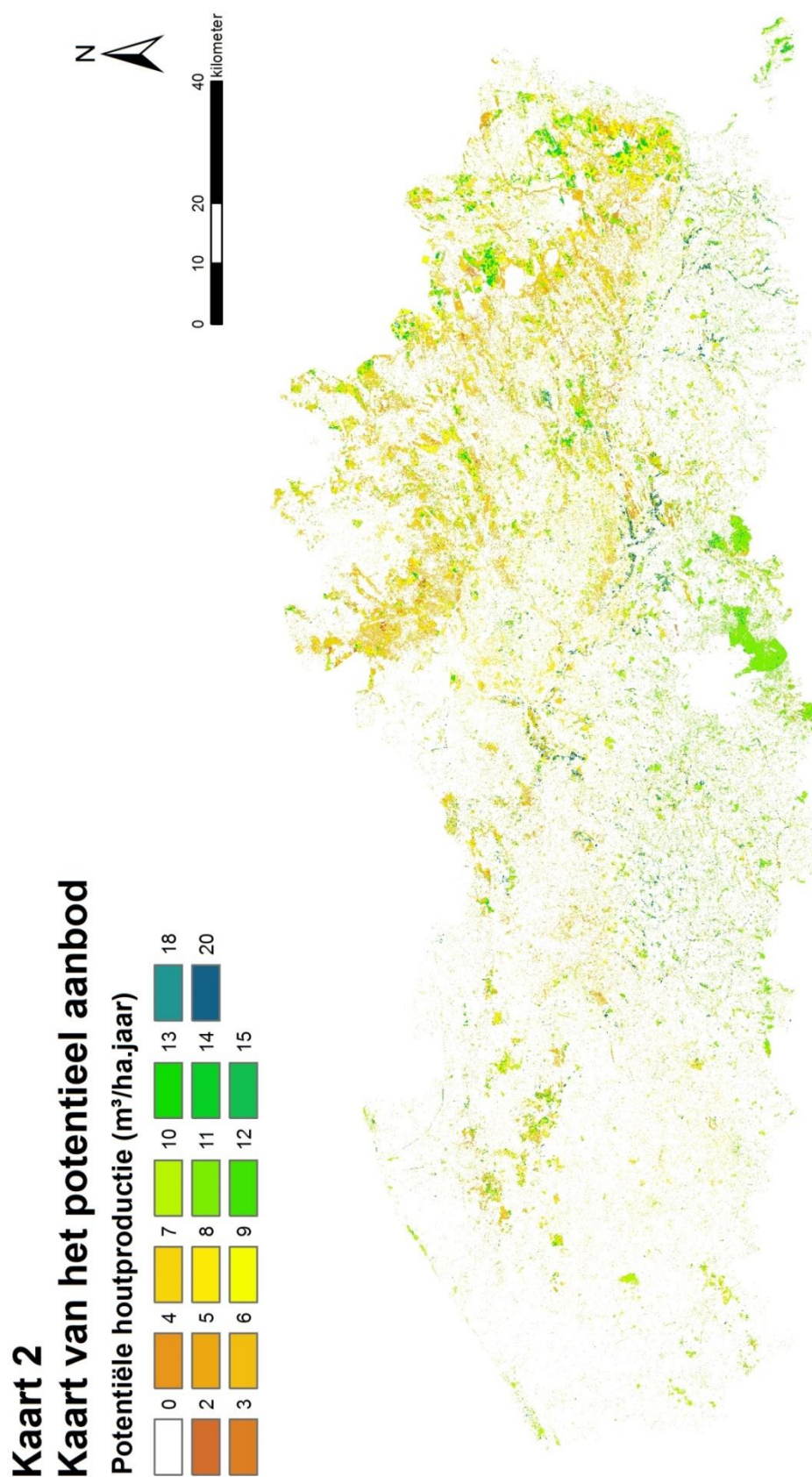
Tabel 1. Berekening van de potentiële houtproductie in Vlaanderen, uitgaande van het actuele landgebruik. Bij deze berekening wordt uitgegaan van gemiddelde aanwaswaarden voor de onderscheiden categorieën en 100% benutting van de aanwas.

	Oppervlakte (ha)	%	Potentiele productie (m ³ /jaar)	%
Hoogproductief loofhout	24.250	10,1	312.000	14,6
Ander loofhout	60.100	24,9	476.000	22,3
Hoogproductief naaldhout	20.700	8,6	253.000	11,9
Gewone den	36.150	15,0	297.000	13,9
Ander hoog groen buiten bos	99.800	41,4	792.500	37,2
TOTAAL	241.000	100,0	2.130.500	100,0

Op basis van de berekende potentiële productie van alle houtige vegetaties in Vlaanderen wordt de jaarlijkse netto productie (bijgroei) van hout gemodelleerd op **ruim 2 miljoen kubieke meter**.

Dat is dubbel zoveel als de totale potentiële aanwas die door Broekx et al. (2013) werd berekend voor Vlaanderen (1.071.607 m³ per jaar). Kint (2013b) stelde deze schatting nog verder naar beneden bij (30% lager o.a. correctie voor niet-normaliteit van de leeftijdsklassen, langere gehanteerde bedrijfstijden,...). Hij bekomt een potentiële houtproductie voor Vlaanderen (enkel de bossen) van 750.000 m³ per jaar, waarvan 500.000 m³ in privé-bos. Beide schattingen slaan echter enkel op houtproductie in bossen.

Deze wordt in onze modelberekening (die uitgaat van een optimale groei) geschat op ruim 1,3 miljoen m³ per jaar.



Figuur 5. Kaart van de potentiële houtproductie in Vlaanderen, uitgaande van het actuele landgebruik. Hierbij wordt gebruik gemaakt van gemiddelde aanwaswaarden voor de onderscheiden combinaties van groeiplaatskwaliteit en bodemgebruik en 100% benutting van de aanwas.

Bekijken we de bomen in bosverband verder naar boomsoort, zoals afgeleid uit de landgebruikskaart (op zich weer afgeleid van de bosreferentielaaag) dan blijkt de potentiële aangroei in belangrijkste mate afkomstig van loofhout (bijna 800.000 m³, waarvan ruim 300.000 m³ populier). Alle naaldbout samen bedraagt zo'n 550.000 m³. Dit totaalcijfer komt wel vrij goed overeen met inschattingen die klassiek worden gemaakt van de bijgroei in Vlaanderen (Broekx et al., 2013). Ook als we de rudimentaire berekeningswijze toepassen die in Nederland wordt gehanteerd door Kuiper & De Lint (2008) (standaardaanwas van 7,5 m³/ha/jaar voor spilhout + 20% bijtelling voor het takhout) bekomen we een vergelijkbaar cijfer.

Opvallend in Tabel 1 is echter het zeer hoge aandeel en volume dat wordt ingenomen door alle hoog groen buiten de perimeter van de bosreferentielaaag : meer dan 1/3 of bijna 800.000 m³ is afkomstig van 'hoog groen'. Zoals hierboven al aangegeven is de oppervlakte van al dit hoog groen zeer aanzienlijk en bedraagt bijna 100.000 ha. Alle 'hoog groen' dat niet is opgenomen in de bosreferentielaaag is hierbij wel in rekening genomen : (knot)bomenrijen, bomen in grote tuinen en (woon)parken, infrastructuurgroen, hoogstamboomgaarden,...

Dit resulteert uiteindelijk in een totaalcijfer dat dubbel zo hoog ligt als bij berekeningen van Broeckx et al. (2013), en drie keer hoger dan de inschatting van Kint (2013), beide weliswaar enkel rekening houdend met de productie in bossen.

3.2.3. Actuele invulling van de aanbodzijde van de ecosysteemdienst bij huidig beleid en beheer :

Bij deze kaartlaag wordt, uitgaande van voorgaand resultaat, een 'vermindering' toegekend, die gerelateerd wordt aan een aantal beleidsmatige beperkingen die al dan niet worden opgelegd, en de gekende of ingeschatte onderbenutting van de ecosysteemdienst.

Zo wordt door Broekx et al. (2013) voor de openbare bossen gerekend met een benuttingsgraad van 55%. Voor private bossen wordt deze gesteld op slechts 15% van de aanwas. Volgens Kint (2013b) ligt deze benuttingsgraad hoger, met name 80% in openbare bossen, en ruim 20% in private bossen. Zoals hierboven aangegeven schat hij de potentiële aanwas dan weer lager in, zodat beide inschattingen ongeveer op hetzelfde neerkomen. Beide gaan voor de berekening van de benuttingsgraad immers uit van de gegevens voor de formele en georganiseerde houtmarkt (houtverköpen ANB en bosgroepen).

Beide houden echter geen rekening met het informele gebruik (eigen gebruik van brandhout, vergoedingen in natura met brandhout,...), noch verköpen die niet via de bosgroepen gebeuren. Voor de openbare bossen zal het cijfer van de formele markt vrij dicht liggen bij het effectief geoogste volume. De meeste houtverköpen uit openbare bossen gebeuren immers via de wettelijk vastgelegde procedures van openbare verkoop (zoals vastgelegd in het Bosdecreet van 1990).

De formele markt uit private bossen (via de bosgroepen) bedraagt ca. 70.000 m³/jaar. De informele brandhoutoogst in private bossen moet echter (zoals hierboven gesteld) worden geschat op minstens 350.000 m³/jaar. De oogst van populier via rechtstreekse verkoop aan exploitanten maakt vermoedelijk nog eens 150-200.000 m³/jaar. Dat betekent dat de benuttingsgraad in private bossen een pak hoger ligt dan het cijfer dat door Broekx et al. (2013) en Kint (2013b) wordt gehanteerd, en ca. 50% zou bedragen. Dit is nog altijd lager dan voor de openbare bossen.

Deze algemeen gemiddelde benuttingsgraad voor openbare resp. particuliere bossen kan verder nog gedifferentieerd naar specifieke statuten :

- actuele bossen in reservaatstatuut : dergelijke bossen kennen per definitie een zeer beperkte oogst : in heel wat bossen is deze onbestaande (integrale reservaten), in andere beperkt het zich tot de oogst van individuele bomen in het kader van een geleidelijke bosomvorming, bij enkele wordt een natuurtechnisch beheer ingesteld dat wél nog houtoogst genereert, zoals hakhout en middelhoutbeheer. Eénmalige houtoogsten die samengaan met ontbossingen voor heideherstel worden hier niet in rekening gebracht. Voor de kaarten en berekeningen stellen we voorop dat de benuttingsgraad in bossen met reservaatstatuut gemiddeld slechts 10% van de aanwas zal bedragen.

Dergelijke bossen maken slechts 6% van het particuliere bos uit (erkende reservaten), en hebben dus weinig invloed op de inschatting van de gemiddelde benuttingsgraad voor de resterende particuliere bossen buiten de reservaten (35%). Dergelijke reservaatgebieden maken wel meer dan 10% van alle openbare bossen (domeinbos, gemeente, provincie) uit (Vandekerckhove, 2013). De gemiddelde benuttingsgraad in de overige openbare bossen moet dus nog iets hoger worden ingeschat dan de door Broekx et al (2013) gehanteerde 55 %, en wordt op 60% gesteld.

Voor bossen gelegen binnen Habitatrichtlijngebied en VEN gelden in principe ook strengere ecologische doelstellingen en normen qua bosbeheer (behalen Voldoende lokale staat van instandhouding resp. Criteria Duurzaam bosbeheer), die de mogelijkheden voor intensieve houtoogst kunnen beperken (Vandekerckhove, 2013). Momenteel vertaalt zich dit niet noodzakelijk in minder houtoogst, eerder in de sortimenten en soorten die worden geoogst. Gezien de onderbenuttingsmarge bij zowel openbare als particuliere bossen verwachten we gemiddeld weinig effect : in sommige bossen zal het nagestreefde omvormingsbeheer een tijdelijk hogere houtoogst genereren, in andere, actueel reeds habitatwaardige bossen kan dit leiden tot een verminderde oogst omdat een belangrijker aandeel van het hout niet meer zal worden geoogst (dood hout, habitatbomen,...). Bij de berekening en visualisering van de actuele invulling van de aanbodzijde wordt er dan ook niet gedifferentieerd voor bossen binnen en buiten VEN of Natura2000.

Op langere termijn evenwel zijn eventueel wel effecten te verwachten door verschuivingen in de aanbodmarkt, doordat bepaalde boomsoorten (snel groeiende exoten) uit deze gebieden zullen worden geweerd. Voor een bespreking van dit effect verwijzen we naar deel 4 (impact van directe drivers).

Tenslotte wordt ook de benuttingsgraad voor hoog groen (houtkanten, bomenrijen, parken...) ingeschat. Mantau et al. (2010) geven aan dat gemiddeld in Europa 45% van de aanwas uit 'landscape care wood' effectief gebruikt wordt als brandhout. De rest gaat naar compostering (20%) of blijft ter plaatse achter (35%).

We gaan er van uit dat in Vlaanderen deze benuttingsgraad lager ligt, omdat in de laag 'ander hoog groen' ook een belangrijk aandeel residentieel groen zit, dat minder intensief geoogst wordt dan knotbomen en houtkanten in een agrarisch cultuurlandschap. We stellen bij de berekeningen en kartering een benuttingsgraad van 25 % voorop. Deze kan als zeer conservatief worden beschouwd. Via toepassing van deze benuttingspercentages op de voorgaande kaart kunnen we de actuele invulling van de aanbodzijde berekenen en visualiseren.

Het resultaat van deze GIS-oefening is weergegeven in Figuur 6.

Het actuele aanbod (jaarlijks houtvolume dat effectief wordt aangeboden) dat kan worden bepaald op basis van de berekening uit de kaart bedraagt ruim **850.000 m³/jaar**.

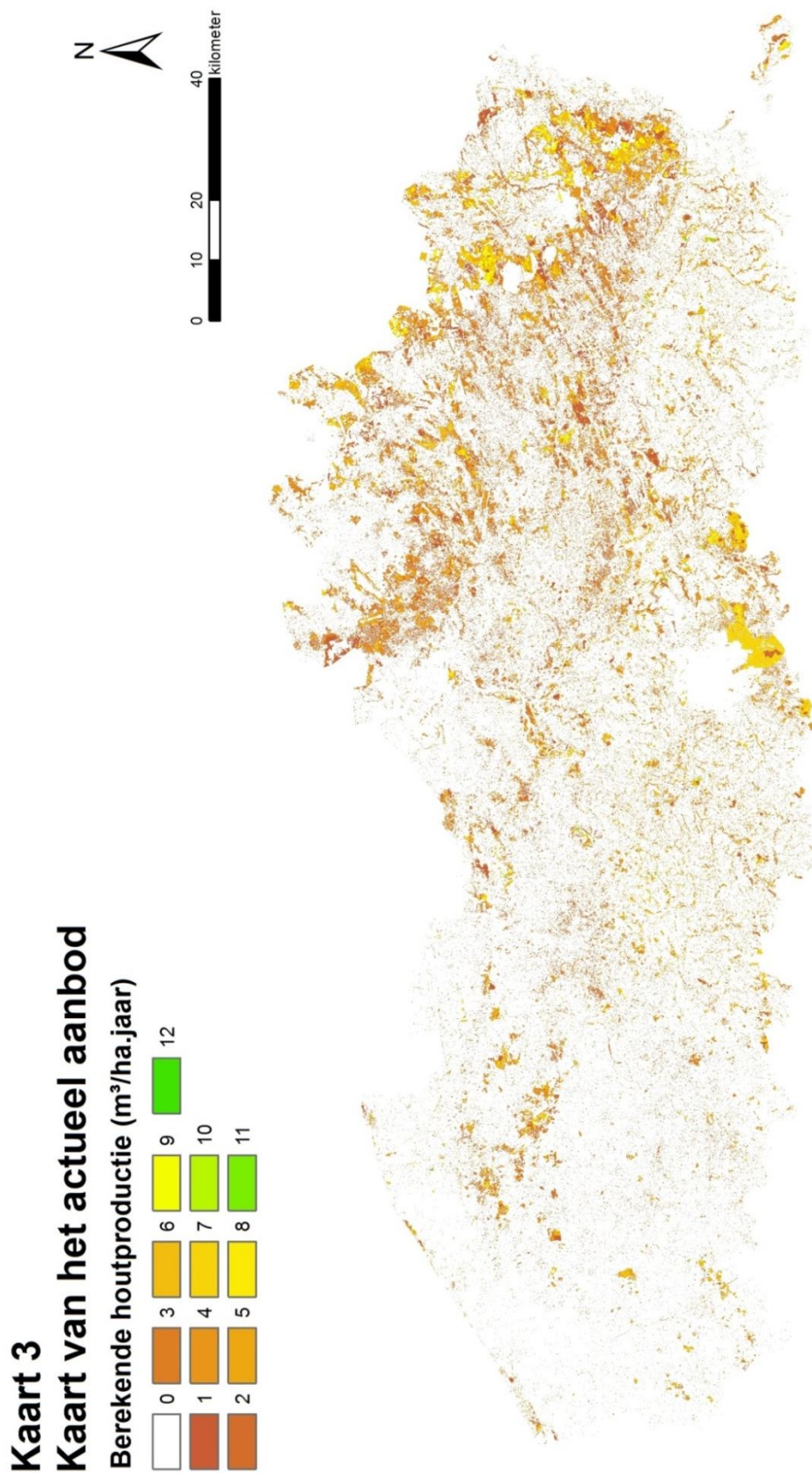
Dit totaalcijfer ligt in de lijn van de inschattingen hoger beschreven, aangezien de inschatting van de benuttingsgraad in deze kaart grotendeels gebaseerd is op deze waarden.

Uit de GIS-oefening leiden we een totale productie voor private en openbare bossen af van respectievelijk ruim 400.000 en 235.000 m³ per jaar. Dat komt voor de openbare bossen vrij goed overeen met de officiële marktcijfers, wat ook logisch is aangezien het overgrote deel van de houtproductie uit openbare domeinen via deze houtverkopen wordt vermarkt. Dit cijfer is heel wat hoger voor de private bossen, waar naar schatting slechts een vijfde van de oogst via de bosgroepen wordt vermarkt. De rest gebeurt via rechtstreekse verkoop aan exploitanten, of is voor eigen gebruik.

Ook de oogst uit 'ander hoog groen' vertegenwoordigt zowat 200.000 m³ per jaar, een hoog cijfer gezien de laag ingeschatte benuttingsgraad (25%), maar wel niet geheel onverwacht rekening houdend met de zeer belangrijke potentiële productie (zie hoger).

Bossen en hoog groen met hoofdfunctie natuur (= in reservaatstatuut of eigendom van terreinbeherende natuurvereniging) beslaan bijna 18.000 ha, of bijna 7,5% van de totale oppervlakte bos en hoog groen. Door de lage benuttingsgraad die er aan wordt toegewezen vertegenwoordigt deze oppervlakte slechts 2% (16.000 m³/jaar) van de totale geschatte productie.

In totaal bekomen we een **globale benuttingsgraad van gemiddeld net geen 40 %**. Een deel van deze onderbenutting is toe te schrijven aan bewuste strategieën in functie van andere ecosysteemdiensten (reservaten, behoud van dood hout, bodembescherming,...). Ook beperkingen naar mogelijkheid tot vermarkting (bereikbaarheid, commerciële rendabiliteit) kunnen hierbij een rol spelen. Door een overschatting van de potentiële oogst (door de vooraf vastgelegde vereenvoudigde benadering die geen rekening houdt met de eventuele onevenwichten in de leeftijdsverdeling), kan de effectieve benuttingsgraad ook hoger liggen dan het berekende cijfer. Niettemin geeft deze analyse aan dat er toch nog een niet onbelangrijke marge overblijft, die zich momenteel vertaalt in een verdere voorraadopbouw. Op locaties waar dit geen bosbouwkundige, ecologische of recreatieve meerwaarde inhoudt betekent dit dat er nog marge is voor verhoogde oogst, zonder het duurzaamheidsprincipe te raken. Wanneer hierbij met een aantal belangrijke randvoorwaarden wordt rekening gehouden kan deze hogere oogst plaats vinden zonder de ecologische kwaliteit of andere ecosysteemdiensten te hypothekeren (zie verder).



Figuur 6. Kaart van het actueel aanbod voor de ESD houtproductie in Vlaanderen, op basis van groeiplaats, actueel landgebruik en rekening houdend met verschillen in gemiddelde benuttingsgraad naargelang type, eigenaar en al dan niet reservaatstatus.

3.2.4. In kaart brengen van de actuele vraag en het effectief gebruik van de ESD.

Zoals we hierboven reeds gesteld hebben is de zelfvoorzieningsgraad voor industrieel verwerkt hout in Vlaanderen zeer beperkt. Het overgrote deel van deze markt wordt in belangrijke mate gestuurd via import en export. Deze houtverwerkende industrie is in heel Vlaanderen verspreid aanwezig, met een aantal sterkere concentraties ter hoogte van de (invoer)havens, en de waterwegen.

De actieradius voor de aanvoer van lokaal geproduceerd rondhout door exploitanten naar deze houtverwerkende industrie wordt gesteld op maximaal 300 km, dus ruim voorbij het gehele Vlaamse grondgebied, wat betekent dat de locatie van deze afzetmarkt dus weinig invloed heeft op de lokale vraag.

Verder is de informele particuliere markt voor brandhout zeer diffuus, en gelijkmatig verspreid over Vlaanderen (zie o.a. Renders et al., 2011). Deze markt voor brandhout is evenmin verzadigd : alle brandhout dat formeel of informeel wordt aangeboden vindt vlot een afnemer (met uitzondering misschien voor moeilijk bereikbaar zelf te oogsten kleine loten), ongeacht de locatie waar deze wordt aangeboden.

Gezien de zeer lage graad van zelfvoorziening voor industriële markt, en de diffuse lokalisering van de informele markt, en de ongelimiteerde vraag kan worden gesteld dat de vraag overal in Vlaanderen hoog is, en geen bepalende factor is in de lokale vervulling van de ecosysteemdienst.

Het aanmaken van dergelijke kaarten (kaart vraagzijde, kaart gebruik) heeft dus geen meerwaarde bij de inschatting van de vervulling van de ecosysteemdienst. In tegenstelling tot andere ESD-hoofdstukken werd een dergelijke kaart dan ook niet aangemaakt.

4. Trend in vraag en aanbod van de ESD

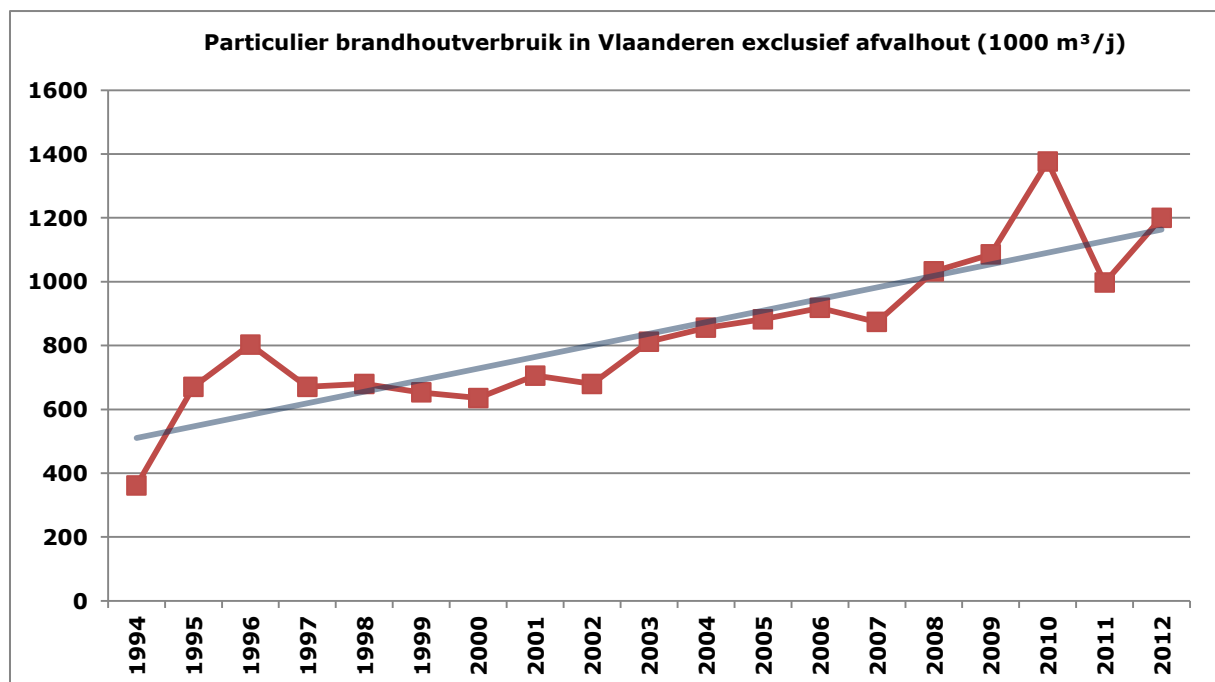
4.1. Trend in de vraag naar hout in Vlaanderen

Cijfermateriaal wat betreft de formele vraag naar hout is enkel beschikbaar voor België (FRA, 2010) en volgt de tendensen van hoog- en laagconjunctuur op de internationale houtmarkt. De vraag naar en de prijs voor lokaal geproduceerd hout volgen deze tendensen. Ook op momenten van overaanbod (bijvoorbeeld na de stormen van 1990 en 2000 in Frankrijk en Duitsland) is er tijdelijk minder vraag en dalen de prijzen, en wordt daaropvolgend door de producenten ook minder aangeboden. Wat wordt aangeboden vindt echter steeds vrij gemakkelijk een koper.

Binnen deze markt treden wel verschuivingen op : zo neemt de lokale verwerkende markt voor zaaghout af, en worden steeds meer ruwe stammen (beuk, populier) geëxporteerd naar het verre Oosten. Anderzijds neemt de markt voor halffabricaten en afgewerkte producten op basis van spaanplaten toe. Deze markt verwerkt echter ook in belangrijke mate gerecycleerd hout (recovered wood). Globaal kan gesteld dat de internationale vraag (en ook de lokale vraag) naar industriehout de laatste decennia vrij constant was.

Een nieuwe internationale trend is een toenemende vraag naar 'resthout' (fijn kroonhout, exploitatieresten) : hier is immers recent een nieuwe markt ontstaan voor de opwekking van groene energie. Tot nu toe is de impact van deze nieuwe afzetmarkt in Vlaanderen nog beperkt : de relatief kleine en sterk versnipperde aanbodzijde maakt dat het momenteel nog niet duidelijk is in hoeverre deze markt economisch leefbaar is in Vlaanderen, in concurrentie met andere landen. In andere regio's (Scandinavië, Duitsland, Frankrijk, en zelfs Wallonië) is dit wel al een belangrijke factor die er voor heeft gezorgd dat belangrijke fracties 'resthout' die vroeger niet commercieel rendabel waren, dat nu wel zijn en effectief worden geoogst. Deze nieuwe 'markt' wordt uitgebreid behandeld in de ESD Productie van energiegewassen (Van Kerckvoorde et al. 2014).

De trends in particuliere brandhoutconsumptie worden afgeleid van de gerapporteerde cijfers zoals opgenomen in Aernouts et al. (2013). De cijfers zijn er uitgedrukt in MJoule per jaar. Gebruik makende van de omrekenfactoren naar m³ en ton van Renders et al. (2011) konden deze waarden omgerekend worden naar m³ per jaar. Na toepassing van een reductiefactor van 75% (¼ reductie voor gebruik recovered wood, overeenkomstig de enquêteresultaten van Renders et al., 2011) bekomen we volgende inschattingen voor het verbruik van 'nieuw' hout (dus afkomstig uit bossen en hoog groen) over de laatste twee decennia.

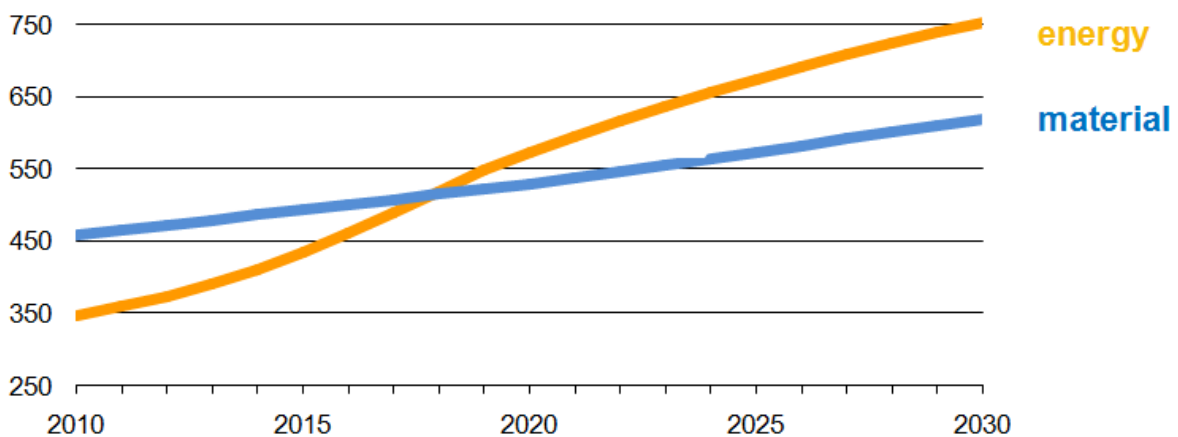


Figuur 7. Berekening van het jaarlijks residentieel brandhoutverbruik door particulieren, gebaseerd op de inschattingen van de Vlaamse Energiebalans (Aernouts et al. 2013)

De consumptie van brandhout vertoont een duidelijk stijgende trend. Volgens de inschattingen in de energiebalans (Aernoudts et al; 2013) is dat verbruik toegenomen van ca. 7,5 PJoule eind vorige eeuw naar 10 tot 15 PJoule de laatste jaren, of omgerekend een gemiddelde toename van het 'nieuw' hout-verbruik, met zowat 35.000 m³ per jaar. Dit is vooral te wijten aan de verdere toename van het aantal huishoudens : de bovenstaande berekeningen gaan immers uit van een constant verbruik per huishouden, enkel gecorrigeerd voor het aantal koudedagen per jaar.

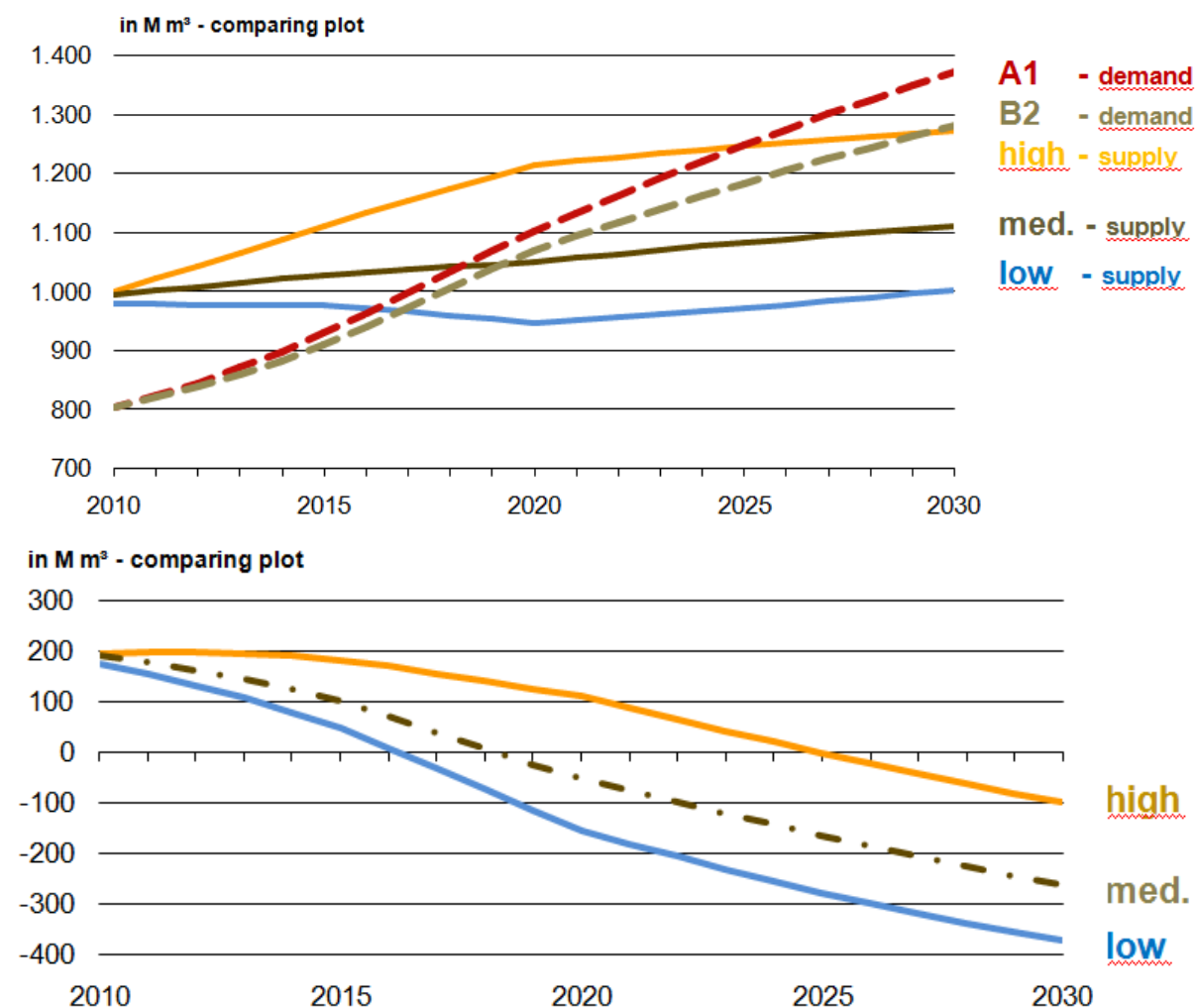
De te verwachten trends naar vraag en aanbod van hout worden in detail geanalyseerd in Mantau et al. (2010). Voor de 27 landen van de EU is er actueel nog een netto overschot op de balans : er wordt meer hout geproduceerd dan er wordt geconsumeerd. De verwachting is echter dat de vraag verder zal toenemen, in het bijzonder binnen de markt voor groene energie, in zoverre zelfs dat deze markt voor bio-energie (bij Mantau is dat inclusief brandhout) op vrij korte termijn zelfs de materiaalmarkt zal overstijgen.

in M m³ - comparing plot



Figuur 8. *Inschatting van de toekomstige vraag naar hout voor materiaal en voor energie voor de 27 EU-landen, uitgedrukt in miljoen m³ (Mm³). (bron : Mantau et al., 2010)*

Door deze toename is op korte tot middellange termijn een negatieve balans te verwachten, waardoor Europa een netto-importeur zal worden van hout.

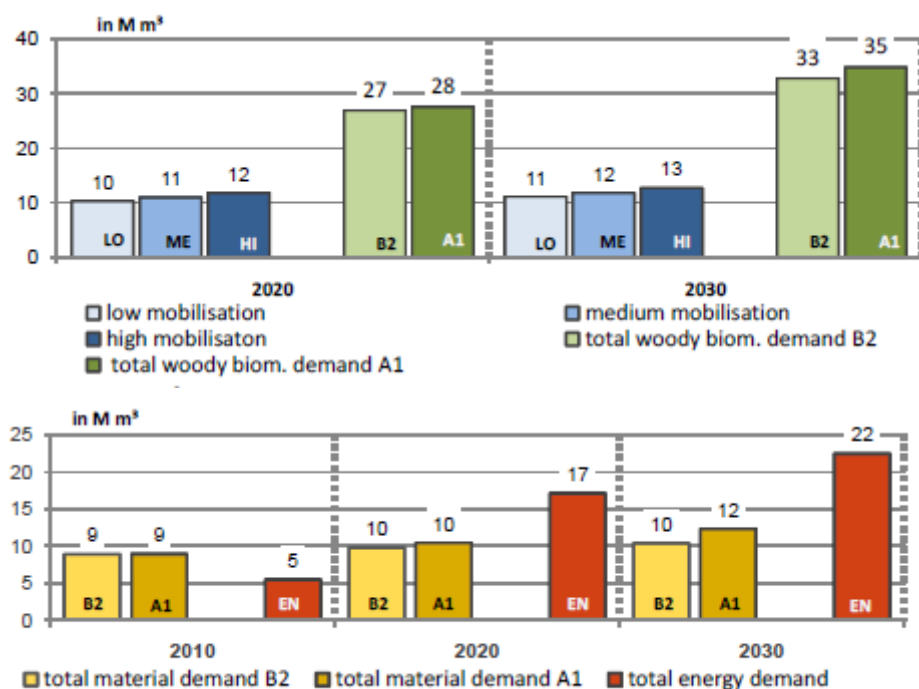


Figuur 9. Voorspelde trend in de handelsbalans voor de EU-27 bij verschillende scenario's qua vraag en aanbod aan hout bij IPCC scenario's A1 en B2², en dit bij een constant gebleven aanbod (medium supply), in geval van een lager aanbod dan nu (low) of indien maximaal wordt geoogst (high). De figuur onder geeft het 'break-even'-punt voor het A1-scenario bij de verschillende mobilisatiegraden (hoger-gelijkblijvend-lagere oogstintensiteit) (Bron : Mantau et al., 2010).

Uit de Figuur 9 blijkt dat, afhankelijk van het scenario en eventueel verhoogde oogst dit evenwichtspunt ten vroegste al in 2015 en ten laatste in 2030 zal worden bereikt.

² De IPCC-scenario's zijn een aantal scenario's waarbij hogere of lagere inspanningen worden geleverd naar gebruik van fossiele brandstoffen

De voorspellingen specifiek voor België uit het rapport van Mantau et al. (2010) worden in Figuur 10 weergegeven.



Figuur 10. Verwachte trends naar houtverbruik (en productie) in België onder IPCC-scenario's A1 en B2. (uit : Mantau et al., 2010).

Volgens Mantau et al. (2010) worden lichte toenames in de productie verwacht (met weinig verschillen tussen huidige, verhoogde of verlaagde oogstintensiteit), maar veel sterkere toenames in de consumptie. Zij voorzien een lichte toename in de vraag naar hout voor materiaal, maar vooral van hout voor energievoorziening, ten gevolge van de EU-20-20-20 doelstellingen rond groene energie en CO₂-uitstoot. De consumptie zou meer dan verdubbelen (van 15 miljoen naar 35 miljoen m³).

Deze cijfers voor energie omvatten zowel de bijkomende particuliere consumptie van brandhout alsook de bijkomende consumptie van hout voor energie uit biomassa (via industriële verbranding en vergisting). Deze nieuwe vraagmarkt interageert voorlopig nog maar weinig met de klassieke houtmarkt, en is er eerder complementair aan (draait vooral op geïmporteerde houtpellets en houtig materiaal buiten de traditionele houtmarkt - zie hoofdstuk 14. Bij een sterk stijgende vraag is het niet denkbeeldig dat ook deze nieuwe markt in concurrentie zal gaan met de traditionele afzetmarkten voor hout (competitief).

Samengevat kunnen we stellen dat de vraag naar hout in Europa (en in Vlaanderen) gestaag toeneemt, en dat daardoor de komende decennia een structureel tekort op de Europese markt zal ontstaan die zijn effect kan hebben op de prijszetting en de benuttingsgraad voor hout.

4.2. Trends aan de aanbodzijde

Een aantal elementen hebben ertoe geleid dat het potentieel voor houtproductie de laatste decennia duidelijk is afgenomen, en nog verder afneemt :

- er is een netto afname van de beschikbare oppervlakte met houtproducerende functie : de laatste decennia was de bosbalans in Vlaanderen negatief (ontbossingen werden niet volledig gecompenseerd door nieuwe bebossingen). Zo nam de bosoppervlakte tussen 1990 en 2000 nog met ruim 6000 ha af (Van de Genachte et al., 2003). De laatste 10 jaar was de balans licht positief (gegevens ANB). Heel wat nieuwe bebossingen en spontane bosontwikkeling (die in deze balans vaak niet zijn opgenomen) hebben echter zelden een productieve finaliteit (recreatiebos resp. reservaatgebieden)
- door een meer ecologisch georiënteerd bosbeheer, en vitaliteitsproblemen bij bepaalde boomsoorten (roest bij populier, *Brunchorstia* bij Corsicaanse den) neemt de gemiddelde potentiële

houtoogst per oppervlakte-eenheid ook af : snelgroeïende homogene bosbestanden worden geleidelijk aan omgevormd tot gemengde, en meer structuurrijke bossen die weliswaar stabiel zijn en een meerwaarde betekenen voor andere ecosystemendiensten (recreatie, beschermende functies) maar naar houtproductie over het algemeen lager scoren.

- veel landschappelijk groen (houtkanten, knotbomen,...) is de laatste decennia uit het landschap verdwenen.

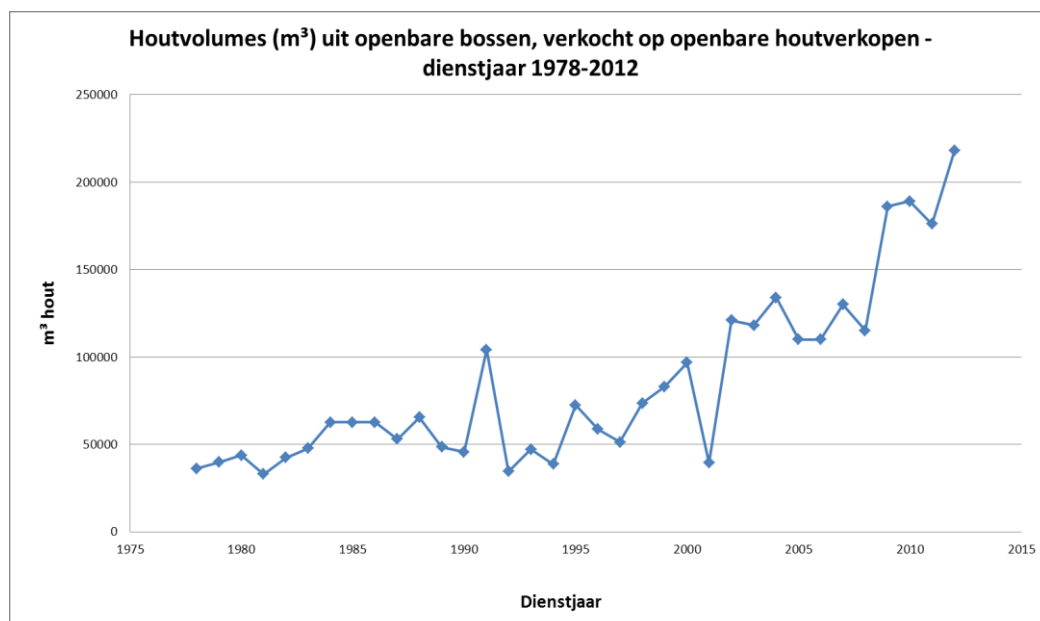
Hoewel het 'potentiële' aanbod duidelijk afgenomen is, en blijft afnemen, lijkt er de laatste jaren toch een toename in het effectieve aanbod te bestaan.

Dit kan wellicht ten dele worden verklaard door een verhoogd groeipotentieel van de resterende bosbestanden. Verschillende bronnen (zie o.a. Rehfuß et al. 1999; Spiecker, 1999) hebben een globale toename van de gemiddelde groeikracht van bossen vastgesteld, en relateren deze aan toegenomen rijping van de bosbestanden, verhoogde CO₂-concentratie in de lucht (carbon fertilization), langere groeiseizoen (gewijzigde fenologie), en depositie van nutriënten, in het bijzonder stikstof.

Een dergelijke verhoogd groeipotentieel kan voor Vlaanderen pas gekwantificeerd wanneer meerdere heropnames van de Vlaamse bosinventaris beschikbaar zijn. Dit is echter nog niet het geval. Voor Duitsland zijn dergelijke berekeningen wel mogelijk : daar is de netto aanwas toegenomen van 8 m³/ha/j ten tijde van de eerste NFI, naar 12 m³/ha/j bij de tweede inventaris (Mantau et al. 2010).

De doorslaggevende factor bij de verklaring van deze ogenschijnlijke tegenspraak tussen potentieel en effectief aanbod is echter wellicht eerder een toename in de benuttingsgraad. De vorige decennia werd terughoudend gekapt in onze bossen : het volume dat effectief geoogst werd, bedroeg wellicht minder dan de helft van de effectieve aanwas aan vermarktbaar hout (Van der Aa, 2010). Dit heeft geleid tot een sterke voorraadopbouw in onze bossen (wat de ESD koolstofopslag voor klimaatbuffering sterk ten goede komt). De laatste jaren lijkt de benuttingsgraad toe te nemen.

Voor openbare bossen zijn gegevens beschikbaar van de openbare houtverkopen. Waar dit volume in het verleden een licht stijgende trend vertoonde, en tot voor enkele jaren steeds schommelde rond 100.000 m³/jaar (Van der Aa, 2005; 2010), is dit cijfer de laatste 4-5 jaar sterk toegenomen. Dit lijkt te wijzen op een sterk toegenomen benutting, maar moet wel enigszins gerelativeerd worden. De laatste decennia is de oppervlakte domeinbos toegenomen, en sluiten ook steeds meer andere openbare bouseigenaren aan bij de openbare houtverkopen. Een berekening van de gemiddelde oogstvolumes per ha zou hier een betere inschatting mogelijk maken maar is helaas niet beschikbaar. Ook de inschattingen van de volumes gebeuren op een beter gestandaardiseerde manier.



Figuur 11. Verkochte houtvolumes (m³) per jaar bij de openbare houtverkopen (hout uit domeinbossen en andere openbare domeinen)(Bron : IVANHO-databanken ANB)

Een deel van de toename is ook toe te schrijven aan éénmalige vermarkting (ontbossingen en grootschalige intense omvormingen in kader van natuurontwikkeling). Ook deze mogen in principe niet worden meegenomen in de trendevaluatie.

Niettemin mag toch een licht stijgende trend worden vermoed, ten gevolge van efficiëntere vermarkting en activering van openbare besturen. Tenslotte wordt in de openbare bossen recent meer aandacht besteed aan bosbeheersystemen die een meer open bosstructuur en lagere voorraden vereisen, en wordt het jaarlijks kapkwantum in functie hiervan lokaal wat opgedreven.

Voor private bossen is het nog moeilijker om een trend vast te stellen. Wat betreft de formele houtmarkt is er via de houtverkoop van de bosgroepen een stijgende trend vast te stellen. Waar deze markt ruim 15 jaar geleden onbestaande was is deze gestaag toegenomen naar ca. 25.000 m³ per jaar voor de periode 2000-2005, tot ruim 70.000 m³ per jaar de laatste jaren (gegevens Bosgroepen). Deze cijfers geven uiteraard een overschatting van deze trend omdat zij nu ook de houtverkoop omvatten die particulieren vroeger zelf rechtstreeks regelden.

Via de bosgroepen worden heel wat kleine boseigenaren, die tot nu toe heel weinig in hun bossen kaptten, aangezet om meer actief hun bos te (laten) beheren.

De tendensen in de informele brandhoutmarkt zijn (uiteraard) veel moeilijker in te schatten. Uit de toegenomen consumptie, en het feit dat de import van brandhout vrij beperkt en constant blijft zou men kunnen afleiden dat ook het aanbod op deze informele brandhoutmarkt toeneemt.

We komen tot de (voorzichtige) conclusie dat ook het aangeboden volume hout (formele en informele markt) over de laatste decennia een stijgende trend vertoont. Deze conclusie ligt ook in de lijn van de gegevens die door Eurostat voor heel België worden gerapporteerd. (Volgens Eurostat is de totale houtproductie in België tussen 2000 en 2011 gestegen van 4,5 miljoen naar 5,2 miljoen m³).

Trend voor de toekomst :

Volgens Mantau et al (2010) worden de komende 20 jaar geen grote toenames verwacht in het aanbod van hout in België. De cijfers in Figuur 7 (zie onder 3.1) geven een geschatte productietoename van om en bij de 20% aan. Deze 'productie' omvat echter niet alleen de primaire productie, maar ook secundaire bronnen (afvalhout uit de houtverwerkingssector, recyclage-hout). De productietoename tegen 2030 zou vooral komen door meer hergebruik van hout (recovered-wood) en meer afvalhout uit de verwerkende industrie. De eigenlijke primaire productie voor België zou zo goed als ongewijzigd blijven.

Voor Vlaanderen is de actuele benuttingsgraad lager dan voor heel België (Van der Aa, 2010), en is er, zeker bij veel particuliere boseigenaren, nog marge voor verdere 'activering'. Naar verwachting zal deze hogere benuttingsgraad in de eerste decennia de verliezen aan productiepotentieel (zie hoger) kunnen compenseren, waardoor het aanbod (formele en informele markt) constant tot licht stijgend kan blijven.

De confrontatie van de verwachte trends in vraag (sterkte toename) en aanbod (constant tot lichte toename) laat vermoeden dat op langere termijn (2030-2050) uiteindelijk toch een schaarste zal ontstaan. Deze situeert zich zowel op de internationale markt (gezien de voorspelde ontwikkelingen) als op de lokale markt. Ook deze kan immers onder druk komen wanneer de benuttingsgraad zijn (ecologisch en sociaal inpasbare) limiet heeft bereikt, en de vraag verder toeneemt, zeker wanneer er ook toegenomen competitie voor de grondstof hout optreedt vanuit de sector van de energieproductie .

5. Drivers voor vraag en aanbod van de ESD

5.1. Mechanisme drivers : hoe bepalen de belangrijkste directe en indirecte drivers vraag en aanbod van de ESD

Zoals in het mechanisme van de ESD-levering is aangegeven (deel 1.2) zijn er socio-economische mechanismen en ontwikkelingen die rechtstreeks of onrechtstreeks een invloed uitoefenen op de grootte en de manier waarop de ecosysteemdienst (houtproductie) zich in de praktijk manifesteert. Deze processen worden 'drivers' genoemd.

Directe 'drivers' zijn o.a. veranderingen in landgebruik, input van polluenten en nutriënten of invasieve en transgene organismen. Ook klimaatverandering hoort hierbij.

Deze zullen allen een impact hebben op de productiecapaciteit van de ecosystemen in functie van de ecosysteemdienst (houtproductie). Vaak is deze impact dubbel (zowel positief als negatief), waardoor het totaaleffect niet altijd in te schatten is. Zo zorgt stikstofdepositie enerzijds mee aan verzuring van de bosbodem, wat de vitaliteit en productie negatief beïnvloedt, maar anderzijds heeft deze input ook een bemestend effect (zie o.a. Spiecker, 1999). De belangrijkste directe drivers worden één voor één in detail besproken in onderstaande paragrafen.

Tegelijk zijn er een aantal indirecte drivers die eerder van socio-politieke en macro-economische aard zijn : marktverschuivingen, maatschappelijke en culturele verwachtingen, die zich vertalen in beleidskeuzes en bijhorend wettelijk instrumentarium. Hun invloed op de ecosysteemdienst verloopt vaak onrechtstreeks (vandaar 'indirecte' drivers), bijvoorbeeld impact van klimaatbeleid op marktverschuivingen in de houtmarkt, of van een strenger emissiebeleid op de deposities, en zo op de houtproductie. De socio-politieke drivers (verhoogde aandacht voor ecologische aspecten van de houtproductie, vraag naar recreatie) kunnen ook rechtstreeks sturend optreden, en via restrictief en stimulatief wettelijk instrumentarium (vergunningen- en subsidiebeleid) een directe impact hebben op de potentiële en effectieve realisatie van de ecosysteemdienst.

5.2. Impact van Indirecte drivers

5.2.1. Demografische drivers : bevolkingstoename, migratie en veroudering

Bevolkingstoename zorgt mee voor een toename van de vraag, maar verhoogt ook de druk op ontbossing voor infrastructuur en bewoning. De veroudering van de bevolking heeft wellicht weinig invloed op de ESD, aangezien er geen opvallende verschillen in verbruikspatroon zijn voor hout tussen de generaties.

5.2.2. Economische drivers

Marktverschuivingen : er is globaal gezien een verschuiving van de houtmarkt van kwalitatief zaaghout naar enerzijds hout voor hoogkwalitatieve afwerking (fineerhout) en anderzijds meer houtmassa, zowel voor verwerking in plaatmaterialen, als voor biomassa voor energie (zie ook bij 'trends actuele vraag' en ESD Productie van energiegewassen). Deze hebben voorlopig vooral een invloed op de kwalitatieve vraag, eerder dan de kwantitatieve. De markt voor industriële houtverwerking is vrij stabiel tot licht stijgend, hetzelfde geldt voor de brandhoutmarkt (zie eerder).

De ontwikkeling van de markt voor groene energie kan in de nabije toekomst wel leiden tot belangrijke marktverschuivingen. Nu reeds neemt de vraag naar energiehout sterk toe, in zoverre dat dit zich in onze buurlanden en -regio's al vertaalt in een verhoogde prijs, en effectieve toegenomen oogst van houtproducten die in het verleden ongebruikt in het bos achterbleven. Actueel stelt zich dit nog niet uitgesproken in Vlaanderen, al zijn er wel al concrete situaties waar verhoogde oogst wordt vastgesteld (bv. ruimen van kroonhout van populier om te verwerken tot houtchips voor energiehout). Dit heeft vooral te maken met de sterke versnippering zowel van het bosareaal als van de eigendomsstructuur, wat zorgt voor een onzeker en kleinschalig aanbod. Door de traditie om bij exploitaties ook het kruinhout als brandhout op te werken is de hoeveelheid restfractie na exploitatie in Vlaanderen ook vaak veel kleiner dan in andere regio's (minder dan 10 m³/ha) (Vandekerckhove et al., 2012) Hierdoor is de kostprijs en het investeringsrisico nog te groot om deze oogst ook in Vlaanderen op grote schaal toe te passen.

Als de vraag verder sterk toeneemt (wat de verwachting is, zie Mantau et al., 2010) en er ook geïnvesteerd wordt in infrastructuur voor lokale groene-energieproductie, kan deze markt echter vlug aantrekken. Beleid en wetgeving kunnen hierbij een doorslaggevende rol gaan spelen. De mate waarin dergelijke verhoogde biomassa-oogsten (die ook ecologisch niet altijd onomstreden zijn) worden toegestaan, of zelfs gestimuleerd zullen bepalend zijn voor het aantrekken van deze afzetmarkt (meer hierover bij de bespreking van de ESD Productie van energiegewassen). Daardoor zou een deel van de huidige productie voor brandhout wel eens afgeleid kunnen worden naar deze industriële verwerking, waardoor uiteindelijk minder hout ter beschikking komt voor de traditionele afzetmarkten van brand- en vezelhout.

Globalisering : Zoals aangegeven is de houtmarkt (zeker de industriële markt) nu reeds een zeer internationaal gegeven in Vlaanderen : ruim 90% van het industrieel verwerkte hout komt van import. Veranderingen op de internationale markten hebben wel direct effect op de prijszetting : sterke stijging van de vraag in het Verre Oosten heeft vrij snel ook effect op de prijs in Vlaanderen.

5.2.1. Culturele drivers

Bossen, knotbomen, lijnbeplantingen en houtkanten hadden tot halverwege de 20^{ste} eeuw een sterk utilitaire functie, voor de productie van hout, en werden ook zo door de (rurale) maatschappij geconcipeerd. De laatste decennia is dit geleidelijk aan veranderd, en beschouwt de sterk verstedelijkte maatschappij bossen en (knot)bomenrijen minder en minder als leverancier van primaire grondstoffen (hout), maar eerder als leverancier van andere ecosysteemdiensten (groene ruimte voor buitenactiviteiten, natuur, regulatie luchtkwaliteit). Het milieubewustzijn neemt ook toe, evenals de kritische ingesteldheid en mondigheid van burgers.

Deze veranderingen in maatschappelijke visie op bos hebben zich ook vertaald in veranderde administratieve organisatie en beleidsvisies. In de 19^{de} en 20^{ste} eeuw maakte de bosadministratie nog deel uit van het Ministerie voor Financiën en Economische Zaken, en later het Ministerie van Landbouw (Tallier et al., in press) : overheidsbossen waren vooral een bron van inkomsten of van primaire productie. Sinds de regionalisering (1983) valt de bosadministratie onder de bevoegdheid leefmilieu, en sinds 2006 zijn de bevoegdheden bosbeheer en natuurbewoud samengevoegd. Houtproductie werd steeds minder een doel, en de focus lag de laatste jaren vooral op andere

diensten (groene ruimte voor buitenactiviteiten, natuurbehoud,...) (Vandekerckhove, 2013). Slechts recent werd een beleidsdocument bekrachtigd met een specifieke visie rond de rol van houtproductie (in openbare en private bossen) in relatie tot andere ecosysteemdiensten en doelen (Kint, 2013).

Uit een bevraging blijkt dat het maatschappelijk draagvlak voor meer toegankelijke bossen en parken en een behoud en ontwikkeling van een kwaliteitsvolle open ruimte groot is (IVox-enquête en 'Ruimte voor Morgen'-enquête van de Vlaamse Overheid, geciteerd in Bosplus, 2012). Voor houtoogst is het draagvlak bij de bevolking heel wat kleiner geworden. Over het algemeen is er een vrij negatieve beeldvorming bij de uitvoering van kappingen, zeker bij kaalkappen en sterke dunningen die worden geassocieerd met vernieling en ontbossing (Vandekerckhove, 2013).

Zelfs bij private boscijzenaars en beheerders blijkt houtproductie zelden de primaire doelstelling te zijn. Andere motieven (zoals persoonlijke genotswaarde) blijken vaak een grotere rol te spelen. (Van Herzele & Van Gossum, 2008,2009; Scheirlinck, 2013). Ook de vastgestelde lage benuttingsgraad in private bossen ligt in deze lijn.

Deze maatschappelijke ingesteldheid beïnvloedt mee het beleid en de beleidsinstrumenten die worden ontwikkeld. Deze zijn eerder gericht op het verzekeren en vervullen van andere ecosysteemdiensten dan op het stimuleren van houtproductie. In functie van deze andere diensten zullen zij vaak de keuzevrijheid bosbeheerder, en dus het potentieel voor de ESD houtproductie bewust beperken (cfr. infra).

5.2.2. Socio-politieke drivers

In de Vlaamse context kan gesteld dat de socio-politieke en culturele drivers wellicht de sterkste impact hebben op de realisatie van de ecosysteemdienst Houtproductie. Wettelijke bepalingen (uit het bosdecreet, het natuurdecreet en bijhorende uitvoeringsbesluiten, wetgeving op ruimtelijke ordening) werken immers sterk sturend in op de realisatie van de ecosysteemdienst.

Wetgeving en beleidskeuzes die sterk sturen op het landgebruik zullen bepalend zijn voor het potentieel voor houtproductie in de toekomst. Beleidskeuzes en wetgeving die inspelen op de benuttingsgraad zullen dan weer bepalend zijn voor de mogelijke en effectieve levering van de ecosysteemdienst.

In eerste instantie beperken en bepalen wetgeving en beleid in sterke mate de bewegingsvrijheid naar landgebruiksconversie : het bosdecreet en wetgeving op ruimtelijke ordening kunnen voorkomen dat bossen worden ontbost, dat houtkanten en knotbomen worden verwijderd, of dat woningen en weekendverblijven worden opgetrokken in bossen : zij spelen een belangrijke rol in het voorkomen van landconversies die ongunstig zijn voor de houtproductie. Voor het kappen van bomen buiten bosverband zijn er vaak gemeentelijke kapvergunningen en bouwvergunningen vereist. Bij het afleveren van vergunningen is het meestal verplicht om te voorzien in heraanplant.

Dit zou op korte en op lange termijn een garantie moeten bieden voor het behoud van de potentieel nuttige ruimte voor houtproductie

Binnen deze bestaande ruimte kunnen een aantal beleidsinstrumenten in het kader van het bos- en natuurbeleid (criteria voor kapmachtigingen, toepassing van het stand-still principe, toepassing van Criteria Duurzaam Bosbeheer, beheervisie voor de openbare bossen...) het potentieel en de benuttingsgraad, en dus de effectieve levering van de ecosysteemdienst op korte en langere termijn ook sterk gaan bepalen.

Zo is de wetgeving vrij restrictief naar de keuzemogelijkheden qua boomsoortensamenstelling (en bijhorend groeipotentieel). Een boscijzenaar mag inheemse boomsoorten niet vervangen door sneller groeiende exoten, of gemengde bestanden niet wijzigen in productieve plantages. Het (her)aanplanten van snelgroeiende uitheemse soorten en cultivars (populier) wordt niet gestimuleerd, en eerder afgebouwd. Zo zijn er in het kader van de G-IHD-doelen meer dan 30.000 ha omvormingen van niet-habitatwaardig bos (vaak hoogproductief naaldbout) naar inheems loofbos voorzien (Audenaert & Kint, 2013).

Verder stimuleren bepaalde beleidsinstrumenten een verdere extensivering van de houtproductie in functie van ecologische doelen : streven naar menging, meer open plekken, behoud van habitatbomen en dood hout.... Deze leiden er toe dat de potentieel beschikbare ruimte en de benuttingsgraad voor houtproductie bewust lager liggen dan (theoretisch en praktisch) mogelijk. Dit geldt eveneens en nog meer uitgesproken voor het beleidsinstrument 'reservaat'. De beleidsinstrumenten voor bosuitbreiding zouden op termijn dan weer tot een toename van dit potentieel moeten leiden. Bij dergelijke bosuitbreidingen wordt de boomsoortenkeuze en de aanleg

echter ook vaak bepaald door andere ecosysteemdiensten (groene ruimte voor buitenactiviteiten, natuur), en wordt zelden gekozen voor hoogproductieve boomsoorten. Tenslotte zullen ook beleidsinstrumenten die een hogere participatie van de particuliere boseigenaar nastreven (zoals de bosgroepen) zorgen voor een hogere benuttingsgraad en dus meer houtoogst.

Beleidsdoelen rond gebruik van groene energie, ook vastgelegd in de EU 2020 doelen rond CO₂-uitstoot en groene energie vinden voorlopig weinig weerslag in concrete beleidsinitiatieven bij de overheid rond inzet van houtige biomassa. Een eerste beleidskader hieromtrent is in ontwikkeling (Kint, 2013b). Afhankelijk van de beleidskeuzes die hierrond in de toekomst worden gemaakt kan dit zowel de lokale vraag- als aanbodzijde van de ESD-Productie van energiegewassen sterk gaan bepalen. Deze nieuwe afzetmarkt treedt in rechtstreekse concurrentie met de traditionele afzetmarkt van brand- en vezelhout, en kan de aanbodzijde van de ESD houtproductie gaan beïnvloeden.

Ook de beleidskeuzes rond de invulling van PDPO (vergroening van het agrarisch landschap) kunnen in belangrijke mate bepalen in hoeverre hier wel of niet sterk zal worden ingezet op aanleg en hernieuwd onderhoud van kleine landschapselementen (boomgaarden, houtkanten, (knot)bomenrijen, ...). Dit kan op termijn leiden tot een belangrijke toename van het aanbod van brand- en vezelhout uit landschapsbeheer.

Al deze beleidsinstrumenten en -keuzes (ingegeven door socio-politieke en culturele drivers) hebben een belangrijke impact op de verdere ontwikkeling van het volumepotentieel voor houtproductie.

Rekening houdende met de actuele benuttingsgraad is er op kortere termijn nog enige marge om andere doelen en ecosysteemdiensten te vervullen en toch eenzelfde globaal productieniveau te behouden. Bij een verdere doorzetting van de huidige trend, en toename van de lokale vraag zal op langere termijn deze marge verder afnemen waardoor bij een verdere realisatie van andere ecosysteemdiensten en doelen (groene ruimte voor buitenactiviteiten, natuurbehoud) het productieniveau toch zal terugvallen, en er effectief schaarste kan ontstaan, zeker binnen specifieke lokale nichemarkten.

5.2.3. Wetenschappelijke en technische drivers

Ontwikkelingen van nieuwe klonen en veredeling van bosbomen kan nieuwe, meer resiliente en sterker groeiende bomen opleveren, die de productiepotentie kunnen verhogen. Via biotechnologie (transgene organismen) kan hier eventueel nog een stap verder worden gezet, zowel naar absolute groei als naar samenstelling van het hout (bijvoorbeeld populier). Het sterke maatschappelijke debat dat rond deze GGO's bestaat heeft ertoe geleid dat deze nog niet in de praktijk worden toegepast. Het eventuele gebruik van dergelijke hoogproductieve soorten, herkomsten en klonen zal echter sterk bepaald worden door beleidskeuzes.

Nieuwe ontwikkelingen in de houttechnologie, zoals de ontwikkeling van composietmaterialen en nieuwe verduurzamingstechnieken zorgen voor nieuwe toepassingsmogelijkheden voor laagkwalitatieve houtige biomassa (houtvezels), wat kan aanleiding geven tot een toename van de vraag.

Aan de aanbodzijde kunnen nieuwe technologische ontwikkelingen (rond harvesters en uitrijcombinaties) ervoor zorgen dat bepaalde sortimenten gemakkelijker of sneller kunnen worden geoogst, wat zijn invloed kan hebben op de prijs, en zo ook op de afzetmogelijkheden.

Tenslotte is ook de technologie rond bio-energie in constante ontwikkeling, met nieuwe en verbeterde verbrandings- en vergistingsprocessen die leiden tot een efficiëntere energie-omzetting. Hierdoor kan de vraag naar houtige biomassa eveneens positief beïnvloed worden, wat ten koste kan gaan voor de traditionele afzet van houtige biomassa (vezels, brandhout), en aldus tot een hogere vraagdruk kan leiden.

5.3. Impact van de directe drivers

5.3.1. Habitatverandering

Bij de directe driver 'habitatverandering' spelen verschillende aspecten een rol. Verandering in het landgebruik (landconversie) is daarbij een voor de hand liggende factor. De totale oppervlakte aan 'houtproducerende' ecosystemen is de laatste decennia nog verder afgenomen (netto ontbossing, verdwijnen van bomenrijen, houtkanten, vermindering van het aandeel opgaand groen in woonparken en recreatiegebieden etc...).

Urbanisatie en infrastructuurontwikkeling speelt daarbij een niet te onderschatten rol, o.a. via uitbreiding van industrie, ontbossing in woonuitbreidingsgebieden, verdere verkaveling en uitbreiding van lage vegetatie en bebouwing in woonparken en verdere inbreiding en uitbreiding van de stedelijke omgeving.

Bovendien zijn de laatste decennia belangrijke oppervlaktes hoogproductief loof- en naalddhout (populier, Corsicaanse den, lork, douglasspar) omgezet naar gemengd (minder productief) bos of ontbost voor herstel van open habitats. Dit heeft geleid tot een belangrijke afname van het potentieel voor houtproductie.

Ook veranderend gebruik (gebruiksconversie) heeft een direct effect op de houtproductie. De omzetting van multifunctioneel bos naar natuurfunctie (bos- en natuurreservaat : actueel reeds meer dan 10.000 ha), en de omzetting van productiegerichte bossen naar multifunctioneel bos met meer structuur, menging, dood hout, etc... zullen het productiepotentieel ook in de toekomst verder negatief beïnvloeden.

Door de relatief lage maar toenemende benuttingsgraad van het resterende potentieel hebben deze processen zich nog niet vertaald in een verminderd aanbod. Op langere termijn is bij verderzetting van de huidige evolutie zeker een significant effect te verwachten. Rond de aanvoer van populierenhout wordt de problematiek van de toekomstige bevoorrading van de lokale verwerkingsindustrie nu reeds gesteld (Jansen & Kuiper, 2000; Meiresonne, 2006).

5.3.2. Polluenten en nutriënten

Verzurende deposities kunnen op termijn leiden tot vermindering van de vitaliteit en groei van bomen. Wanneer de bodem-pH onder kritische niveaus daalt (Al-bufferbereik), komen kationen vrij die toxisch zijn, wat de vitaliteit van de bomen, en dus ook de groei negatief beïnvloedt, en zelfs uiteindelijk onmogelijk maakt. Hoewel de deposities van verzurende deposities de laatste decennia is afgenomen blijft deze nog steeds in veel gevallen boven de 'kritische lasten' uitstijgen '(Wuyts et al., 2009). Bovendien wordt meer en meer duidelijk dat niet alleen de jaarlijkse depositie een rol speelt, maar ook en vooral het cumulatief effect van vele decennia van deposities.

Stikstofdeposities, maar ook andere droge deposities spelen hierbij een dubbele rol. Enerzijds zorgen zij (bij omzetting naar ammonium in de bodem) mee voor verzuring. Anderzijds hebben ze ook een bemestend effect. Het bemestend effect werkt de groei wellicht in de hand : er zijn aanwijzingen dat de aanwassen op armere bodems duidelijk zijn toegenomen door een combinatie van bodemrijping en atmosferische depositie van nutriënten. Dit effect is sterk boomsoortafhankelijk. Kint et al (2012) stelden bij eik en beuk eerder een negatief effect vast. Een onevenwicht in de nutriëntenstatus kan ook leiden tot verminderde vitaliteit, of onvoldoende afharding van knoppen in het najaar, wat tot vorstschade kan leiden. (Vanongeval et al., 1998). Het is dan ook moeilijk om het gezamenlijk effect in te schatten.

5.3.3. Overexploitatie

Onder deze directe druk vallen aspecten van bodemverarming en aantasting van het groeikapitaal (het voorraadpeil), rechtstreeks door afvoer van nutriënten ten gevolge van te sterke houtexploitatie of door versterkte uitloging van nutriënten door verzurende effecten van boomsoorten.

In principe is overexploitatie door houtoogst in Vlaanderen niet mogelijk : voor elke kapping, of het nu een dunning of eindkap betreft, moet de eigenaar beschikken over een kapvergunning of de kapping moet voorzien zijn in een goedgekeurd bosbeheerplan. Daarbij hanteert de vergunnende administratie (ANB) een aantal criteria die overexploitatie en degradatie van de standplaats in principe onmogelijk moeten maken. Het 'sustained-yield-principe' gaat uit van het basisidee dat er op boscomplexniveau nooit meer mag gekapt worden dan de jaarlijkse aangroei (het

kapkwantum), dus dat het voorraadpeil niet mag dalen. Bij gebrek aan concrete aanwasgegevens hanteert men hierbij zeer conservatieve inschattingen van de mogelijke aanwas, wat er in de praktijk toe leidt dat de voorraad gemiddeld toeneemt.

Toegepast op de verschillende landgebruikstypes uit de landgebruikskaart is er wel sprake van een 'overexploitatie' in de hoogproductieve loof- en naalddhoutaanplanten: door de versnelde omvorming van deze types naar andere bostypes wordt vaak meer gekapt in deze bossen dan wat er bijgroeit, met andere woorden, de voorraad aan populierenhout en hoogproductief naalddhout (Corsicaanse den, Lork, Douglas) neemt in bepaalde bosgebieden sterk af. Er zijn evenwel nog geen cijfers beschikbaar om na te gaan in hoeverre dit zich vertaalt naar de totale voorraad in Vlaanderen.

Wat betreft het mineralengehalte in de bodem zijn er geen metingen of indicaties die wijzen op bodemverarming door overexploitatie, wat op zijn beurt aanleiding kan geven tot verminderde houtproductie. Er bestaan integendeel cijfers voor Duitse bossen (Mantau et al., 2010) waaruit blijkt dat de productiekracht van de meeste bossen de laatste decennia is toegenomen door verdere bodemrijping : ontwikkeling van de humuslaag leidt immers tot een hogere capaciteit om nutriënten (in het bijzonder kationen) vast te leggen.

Een groot deel van de nutriënten bevindt zich bovendien in het strooisel en de houtige elementen die niet meer worden geoogst (wortels, fijn takhout). In het verleden was dit wel het geval (strooiselroof, houtsprokkel) waardoor bodemverarming effectief een probleem kon vormen.

Door de toegenomen vraag naar biomassa voor de productie van groene stroom neemt de vraag naar intensievere houtoogst echter weer toe. In Vlaanderen verkeert dit nog maar in een experimentele fase, maar in een aantal van onze buurlanden worden meer en meer exploitatieresten afgevoerd wat wel degelijk tot bodemverarming kan leiden. Vooral de afvoer van de schaarse basische kationen op arme bodems kan daarbij problematisch worden (Vandekerckhove et al., 2012; Kint 2013b). De verwachting is dat de druk ook bij ons groter zal worden voor de oogst van deze houtige biomassa. Indirecte drivers (beleidskeuzes en restricties) zullen sterk bepalend zijn voor de te verwachten trend.

Indirect kan ook verzuring van de bodem door gesloten homogene bestanden (naalddhout of verzurende loofhoutsoorten als Eik, beuk, Tamme kastanje) aanleiding geven tot versterkte uitspoeling van basische kationen, dus een verarming van de oppervlakkige bodem.

Compactatie van de bodem door onaangepaste exploitatie is tenslotte ook een belangrijke bron van bodemschade die kan leiden tot een slechtere waterhuishouding, en productievermindering (Goris et al., 2005)

5.3.4. Klimaatverandering

De effecten van klimaatverandering op de houtgroei en de mogelijkheden voor houtproductie situeren zich op verschillende deelaspecten (Campioli et al., 2012).

Een toename van de gemiddelde temperatuur zorgt voor een langer groeiseizoen. Dit heeft dus een positief effect op de groei, op voorwaarde dat de waterlevering voldoende gegarandeerd is. De verwachte toename van temperatuurextremen (lange hete periodes in de zomer) kan wel leiden tot vitaliteitsverlies en zelfs sterfte en heeft dus een negatief effect op de houtproductie (Campioli et al., 2010). Het is onduidelijk welk effect de overhand heeft dus of de balans positief of negatief is, het effect zelf neemt in alle geval toe.

De toename van de CO₂-concentratie in de lucht heeft een rechtstreeks positief effect op de productiviteit (zogenaamde 'carbon-fertilisation'), wat het groeipotentieel gunstig beïnvloedt. (zie o.a. Campioli et al., 2010).

Een ander aspect van de klimaatverandering is een toename in frequentie van extreme neerslag en piekneerslagen. Voor veel bossen in alluviale gebieden betekent dit dus een hogere frequentie aan overstroming. Eventuele schade, groeivermindering of sterfte door overstroming is sterk afhankelijk van de boomsoort, de frequentie, de periode (groeiseizoen of winter) en de tijdsduur van de overstroming (voor details: zie De Nocker et al., 2006). Voor de houtproductie in actuele bossen en houtige vegetaties in alluviale en overstromingsgebieden zal een verdere toename van de overstromingsfrequentie eventueel zorgen voor groeivermindering. Anderzijds wordt indirect meer houtproductie verwacht in het kader van maatregelen voor waterberging. Aangezien in functie van het opvangen van piekdebieten in waterlopen meer ruimte wordt voorzien voor waterberging, en deze gronden minder geschikt worden voor landbouw (o.a. wegens polluenten in

het overstromingswater), zal een deel van deze ruimte ook kunnen bebost worden of spontaan naar bos evolueren, en dus hout produceren.

Een verdere belangrijke factor in klimaatverandering is de toenemende impact van externe verstoringen op boscossystemen (hogere frequentie orkanen en valwinden, ziektes en plagen, brand), grotendeels ten gevolge van wijzigend klimaat (Seidl and Schelhaas, 2012; Campioli et al., 2012; Schelhaas et al., 2010). In Vlaanderen zijn zeker de homogene beukenbossen (storm) en dennenbossen (brand) hier gevoelig voor. Deze verstoringen kunnen éénmalig zijn, maar niettemin een bijzonder groot effect hebben.

Zowel nutriëntentoeename als klimaatverandering hebben dus zowel positieve als negatieve effecten op het groeipotentieel. In hoeverre de positieve dan wel de negatieve effecten overheersen zal sterk afhankelijk zijn van de lokale omstandigheden en de boomsoort. Niettemin stellen verschillende bronnen (Rehfuss et al. 1999; Spiecker, 1999, Mantau et al. 2010) dat de gemiddelde groeikracht van Europese (resp. Duitse bossen) significant is toegenomen de laatste decennia. Volgens Rehfuss et al. (1999) en Spiecker (1999) is dit hoger oogstpotentieel wel degelijk te danken aan het gezamenlijk effect van de verhoogde CO₂-concentratie in de lucht, langer groeiseizoen en depositie van nutriënten.

Voor Vlaanderen kan een dergelijke verhoogde aanwas pas gekwantificeerd wanneer meerdere heropnames van de Vlaamse bosinventaris beschikbaar zijn.

5.3.5. Introducties van exoten

Een aantal invasieve uitheemse soorten kunnen hinderlijk zijn voor de ecosysteemdienst houtproductie, omdat zij minder productief zijn, de kieming en ontwikkeling van meer productieve soorten hinderen, of hinderlijk zijn bij de bosexploitatie. We denken hier vooral aan houtige invasieven als Amerikaanse vogelkers en Pontische rhododendron. Deze invloed op de houtproductie is echter vrij beperkt aangezien ze vooral als onderetage voorkomen onder andere meer productieve soorten. Kruidachtige invasieven zoals Japanse duizendknoop en Reuzenbalsemien nemen ook meer en meer toe in bossen maar hebben geen directe invloed op de houtproductie. Wel kunnen zij de natuurlijke verjonging hinderen en vertragen, wat een beperkte groeivermindering kan inhouden.

Sommige niet-inheemse boomsoorten, die in welbepaalde omstandigheden invasief kunnen zijn, hebben dan weer een belangrijke positieve invloed op de ecosysteemdienst houtproductie, omdat zij veel hogere aanwassen vertegenwoordigen dan de inheemse soorten. Dit geldt in het bijzonder voor Amerikaanse eik, Douglasspar, Corsicaanse den en Lork. Ook soorten als Robinia kunnen hogere aanwassen realiseren en zorgen bovendien voor een aanrijking van de bodem (via stikstoffixatie) wat onrechtstreeks ook leidt tot een hoger productiepotentieel.

In de bosbouw worden herkomsten uit andere groeigebieden al heel lang verhandeld. De aanwezigheid van niet-inheemse herkomsten is dus zelden een 'issue'. De overheid tracht wel om de aanwezige autochtone herkomsten zoveel mogelijk te identificeren en te beschermen omdat vermoed wordt dat deze beter aangepast zijn aan de lokale klimaatomstandigheden en daardoor ook resiliënter zijn. Verder is cultuurhistorische waarde ook een belangrijk element in deze discussie. Er zijn voorlopig geen aanwijzingen dat uitheemse herkomsten minder snel groeien of gevoeliger zijn voor ziekten dan de inheemse, dus hebben zij geen invloed op de ecosysteemdienst. In bepaalde landen en regio's gaan zelfs stemmen op om zuidelijke herkomsten (en soorten) te gaan gebruiken om zo in te spelen op komende klimaatverandering. In Vlaanderen is dit (voorlopig) niet aan de orde.

Voor bepaalde (inheemse en) uitheemse boomsoorten zijn specifieke herkomsten (rassen) beschikbaar die een betere groeikracht en groeivorm lijken te vertonen ten opzichte van andere herkomsten. Een gekend voorbeeld is de 'Koekelare-den', dat zijn Corsicaanse dennen van de erkende herkomst Koekelare.

Bij deze driver nemen de cultuurpopulieren een bijzondere plaats in. Zij zijn duidelijk veel productiever dan de inheemse populieren, en andere boomsoorten die op dezelfde standplaatsen kunnen groeien. Naar houtproductie hebben zij dus een uitgesproken positief effect op de ESD. Volgens de inschattingen van De Boever en Van Acker (2003) zou de productie van populierenhout in Vlaanderen zowat 350.000 m³ per jaar bedragen. Dat is de helft van de totale loofhoutproductie in Vlaanderen (Meiresonne, 2006), ook al nemen populieren minder dan 20% van het bosareaal in. Ook buiten het bos nemen cultuurpopulieren een belangrijke plaats in als lijnbeplantingen. Het effect van deze driver op de ecosysteemdienst houtproductie is dus uitgesproken positief. Toch is er een duidelijke trend om minder populier te planten en worden populierenbossen in toenemende

mate omgevormd naar gemengd bos of ontbost. Ook in het open landschap worden populierenrijen meer en meer vervangen door andere boomsoorten (Jansen & Kuiper, 2000; Meiresonne, 2006).

In hun totaliteit hebben de drivers 'introducties van exoten en niet-inheemse cultivars' dus een uitgesproken positieve invloed op de potentiële levering van het volume houtige biomassa. Het is echter een beleidskeuze om het aandeel van uitheemse boomsoorten en populierenaanplanten terug te dringen, in eerste instantie de hinderlijke (zie vooral de grootschalige bestrijding van Amerikaanse vogelkers), maar in tweede instantie ook andere hoogproductieve soorten en cultivars. Zo stelt de beheervisie voor de domeinbossen voorop dat op lange termijn ruim 80% van alle domeinbossen uit gemengde inheemse bosbestanden moet bestaan, en voorzien de Criteria Duurzaam bosbeheer een bijmenging van minstens 30% inheems loofhout. Ook in het kader van de realisatie van de Gewestelijke Instandhoudingsdoelen (Natura2000) is de omvorming van ruim 20.000 ha naaldhout en ruim 10.000 ha populierenbos naar gemengde inheemse (habitatwaardige) bossen voorzien (Audenaert en Kint, 2013).

Naar verwachting zal dit op korte termijn weinig invloed hebben op de toekomstige levering van de ecosysteemdienst : de omvormingen zorgen tijdelijk zelfs voor een extra aanbod van deze sortimenten, en de lage benuttingsgraad zorgt ervoor dat hier nog marge is. Op langere termijn echter wordt het potentieel voor productie toch sterk beïnvloed, waardoor bij een verdere realisatie van andere ecosysteemdiensten en doelen (groene ruimte voor buitenactiviteiten, natuurbehoud) het productieniveau toch zal terugvallen. In het bijzonder voor populier wordt nu reeds gewaarschuwd voor een tekort in de bevoorrading van specifieke en lokale afzetmarkten (o.a. productie verpakkingshout) (Jansen & Kuiper, 2000). De recent toegenomen buitenlandse vraag naar populierenhout (o.a. voor export naar China) kan dit probleem nog versterken.

6. Impact biodiversiteit op de ESD, en vice versa

6.1. Effect van biodiversiteit op de ecosysteemdienst

6.1.1. Rechtstreekse effecten: hebben gemengde bossen een hogere houtproductie dan homogene bossen ?

Studies rond graslanden toonden al aan dat soortenrijkere graslanden een hogere productiviteit hebben (bij gelijke abiotische omstandigheden en beheer) dan soortenarme graslanden (zie o.a. Tilman et al. 1996; 2001).

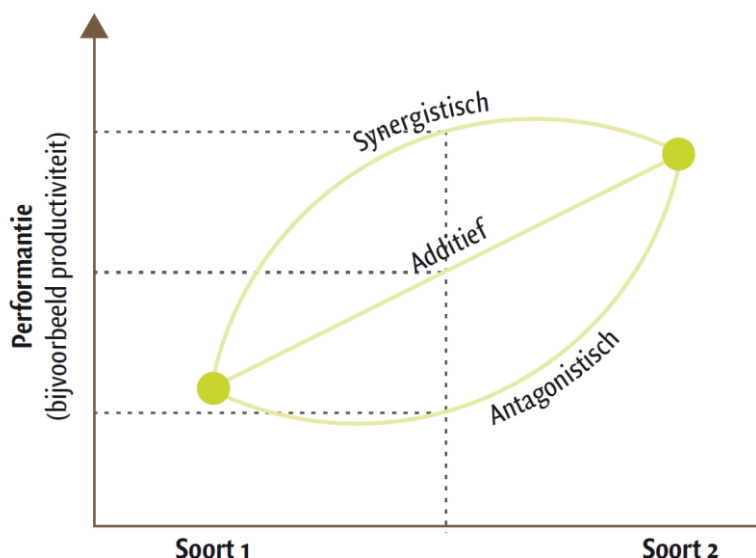
Ook voor houtproductie kan men zich de vraag stellen of bosbestanden met een grotere biodiversiteit ook een hogere groeikracht vertonen, dan soortenarme bestanden. Vooral het effect van boomsoortenmenging (zijn gemengde bosbestanden productiever dan homogene) wordt hierbij geanalyseerd, en hoewel deze vraag al heel lang gesteld heeft onderzoek eigenlijk nog niet tot een sluitend antwoord geleid.

Eind 18^{de}, begin 19^{de} eeuw waren de meningen onder bosbouwers al verdeeld : Hartig (1791) stelde dat 'het mengen van (loof- en naaldhout)soorten geen voordelen biedt, en dat geen gemengde bossen moeten worden aangelegd met de bedoeling de productie te verhogen'; von Cotta (1828) stelde daarentegen *'inspanningen om overal éénsoortige bosbestanden aan te leggen berust op een oud en zeer schadelijk vooroordeel... Aangezien niet alle boomsoorten de hulpbronnen op dezelfde manier benutten, is de groei beter in gemengde bossen, en noch insecten, noch stormen zullen veel schade berokkenen. Bovendien zorgen ze voor meer divers houtaanbod om te beantwoorden aan uiteenlopende vragen'*.

Sindsdien zijn reeds vele experimenten en analyses uitgevoerd waarbij monoculturen met gemengde bossen werden vergeleken, en de resultaten waren zeer uiteenlopend : in sommige gevallen waren de gemengde bestanden productiever, in andere dan weer de monoculturen (zie o.a. Muys et al., 2010).

Allesbepalend hierbij zijn de verhoudingen tussen beide (of meer) boomsoorten : deze kunnen gunstig of net ongunstig zijn voor de totale productiviteit. Dit wordt geïllustreerd in Figuur 12 (overgenomen uit Verheyen, 2010 en Muys & Aubinet, 2010).

De relatie van een menging op de performantie (in dit geval productiviteit) kan synergistisch, additief of antagonistisch zijn (zie o.a. Muys & Aubinet, 2010; Kelty & Cameron 1995).



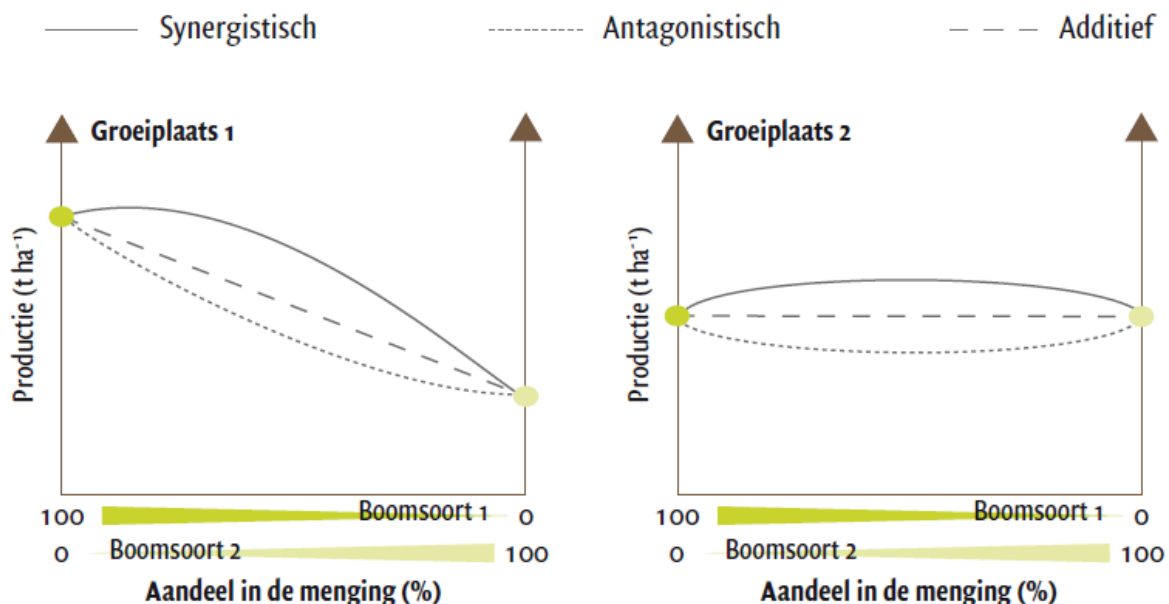
Figuur 12. Bij menging van twee boomsoorten kan het effect synergistisch zijn : in dat geval vertoont de menging een hogere productie dan ongemengde bestanden van de twee soorten in dezelfde oppervlakteverhouding. In het omgekeerde geval is het effect antagonistisch. Is er geen verschil tussen menging en ongemengde bestanden, dan is de relatie additief. (figuur overgenomen uit : Verheyen, 2010)

In het eerste geval zal een menging van soorten beter presteren dan de beide monoculturen. Dit kan verklaard worden omdat beide soorten bijvoorbeeld een ander deel van de hulpbronnen aanspreken (één diepwortelend, één oppervlakkig; één in de bovenetage, één schaduwminnende soort in de onderetage). In sommige gevallen is interspecifieke concurrentie minder uitgesproken dan intraspecifieke, waardoor groeivertraging of stem-exclusion pas later optreedt. Het kan ook onrechtstreeks : de bijgemengde soort kan door zijn beter afbreekbaar strooisel zorgen voor een betere humusontwikkeling en sneller afbreken van het totale strooiselpakket, waardoor de mineralen uit het bladstrooisel weer sneller in circulatie komen en beschikbaar voor de plantengroei. Zo stelden Pretzsch et al. (2005b, 2010, 2013) vast dat de productie van mengingen van eik en beuk en van fijnspar en beuk (in welbepaalde verhoudingen en op bepaalde standplaatsen) een duidelijk hogere groeikracht vertoonden dan gemengde bestanden.

In sommige gevallen zullen de beide gemengde soorten juist sterker in concurrentie treden (of één van beide wordt sterk weggeconcentreerd), waardoor de groei (van minstens één van de soorten) sterk vermindert, en de resulterende totale groei lager ligt.

In het geval van een additief effect is er geen verschil in performantie bij menging of monocultuur in dezelfde verhoudingen.

Belangrijk naar het uiteindelijke effect op de houtproductie is uiteraard ook de mate van bijmenging (50/50 vs. 10/90 bijvoorbeeld) en het verschil in specifieke groeikracht van de verschillende boomsoorten op een welbepaalde standplaats (zoals geïllustreerd in Figuur 13).



Figuur 13. : toepassing van vorig principe bij boomsoorten met een duidelijk verschillend productieniveau bij uiteenlopende standplaatsen. Op groeiplaats 1 is de groei van soort 1 veel beter dan die van soort 2. In dat geval is zelfs bij synergistische relatie het effect van de menging minimaal en is de bijgroei vergelijkbaar met of zelfs minder dan bij de monocultuur van soort 1. Op groeiplaats 2 groeien beide soorten even goed, en werkt het synergistisch effect het sterkst door. Bij antagonistische relatie (negatieve interactie) zal de groei bij menging altijd lager zijn dan bij de monoculturen. (Figuur overgenomen uit Muys & Aubinet, 2010, naar Pretzsch, 2005b)

Indien de groeikracht van soort 1 duidelijk hoger is dan die van soort 2, dan zal de performantie van de monocultuur van soort 1 steeds hoger zijn dan een 50/50-menging, zelfs al is er een synergetisch effect : de ruimte die ingenomen wordt door de traaggroeiende soort 2 zorgt voor minder groei van soort 1, en daardoor minder productie.

Een typisch voorbeeld hiervan zijn populierenbossen in valleigebied : de monocultuur van populier zal een veel hogere productie geven dan een gemengd natuurlijk bos van es, els, enz..., en ook een hogere productie dan een bos dat uit half zoveel populieren bestaat, met bijmenging van es en els. Nochtans is hier zeker een synergistisch effect van de menging van schaduwboomsoort (es),

lichtboomsoort (populier) en stikstoffixerende onderetage (els) te verwachten. Enkel in het geval dat de elzen de groei van de populieren niet hinderen (bijvoorbeeld enkel in de onderetage, en voldoende vocht- en nutriëntenlevering waardoor geen wortelconcurrentie optreedt) zal de menging een nog grotere productie aanleveren dan het pure populierenbos.

Een laatste element dat ook nog in rekening moet worden gebracht bij de uiteindelijke beoordeling van het effect van de menging op de ecosysteemdienst houtproductie, is de gebruikswaarde van het geproduceerde hout.

In feite mag voor de ESD houtproductie enkel rekening worden gehouden met de fractie die potentieel 'oogstbaar' en 'nuttig' is. Zo kan het onderplanten van een meidoornstruweel onder een bovenetage van populier mogelijks leiden tot een hogere globale houtproductie (de populieren groeien even goed, en er is extra houtproductie van de onderetage), maar deze onderetage levert weinig of geen bruikbaar (oogstbaar) hout op. De bijdrage tot de ESD van deze bijmenging is dus verwaarloosbaar klein.

Verder kan een menging van soorten ook een gunstig, dan wel ongunstig effect hebben op de houtkwaliteit en daarmee samengaan het nuttig en oogstbaar aandeel van de aangroei. Zo versnelt een onderetage onder eik de natuurlijke stamreiniging en bevordert de ontwikkeling van rechte stammen; anderzijds kan bij menging van eik en beuk de sterkere concurrentiepositie van de beuken aanleiding geven tot slecht gevormde onderstandige eiken met weinig kwaliteitshout.

6.1.2. Onrechtstreekse effecten : verhoogde resistentie en resiliëntie (veerkracht) van gemengde, structuurrijke bossen tegenover biotische en abiotische schade

Onderzoek heeft aangetoond dat gemengde bossen en structuurrijke bossen over het algemeen een hogere weerstand hebben tegen stormschade en biotische aantasting (zie o.a. Thomson et al., 2009).

Door de verschillen in architectuur (o.a. van het wortelstelsel), van de individuele structuurelementen (bomen) ontstaat een totaalstructuur die beter in staat is de energiestroom van storm te absorberen of af te wenden (bestandstabiliteit vs. boomstabiliteit). Al dient hier wel een kanttekening bijgemaakt : bossen met een onregelmatige 'canopy', door openingen in het kronendak, verschillen in opperhoogte van de uiteenlopende boomsoorten, ... zullen een grotere turbulentie creëren en daardoor grotere windschade genereren.

Verder blijken gemengde bosbestanden minder gevoelig te zijn voor biotische aantastingen dan monoculturen (zie o.a. Jactel et al. 2005; Pautasso et al., 2005; Watt, 1992;). Dit alles resulteert op langere termijn in een lagere frequentie en intensiteit van schadebeelden, en dus een hogere productiviteit.

Het uiteindelijke resultaat naar houtproductie vormt het gemengde resultaat van de eventuele verschillen in groeikracht vs. de verschillen in risicogrootte (frequentie) voor het optreden van belangrijke stormschade en ziektebeelden. Indien de groeikracht van de monocultuur (bv. populier) veel groter is dan bij het gemengde bos, en de schadefrequentie niet veel hoger dan het gemengde bosbestand, dan is de resultante hoger voor de monocultuur. In het omgekeerde geval is het gemengde bestand productiever.

Verder kennen gemengde bestanden met een lager risico op stormschade een meer gelijkmatige en beter in te plannen productie en oogst, wat voor veel bosbedrijven verkiesbaar is, ondanks de eventueel lagere groeikracht.

De uiteindelijke keuze zal daarbij dus niet alleen afhankelijk zijn van de effectieve houtproductie, maar ook van het economisch risicoprofiel van de producent (Knoke et al., 2006; 2008).

6.1.3. Effecten van 'flankerende maatregelen' voor biodiversiteit op de houtproductie

Behoud en ontwikkeling van de biodiversiteit is in bossen een steeds belangrijkere factor geworden die mee het beheer gaat bepalen (zie ook Criteria Duurzaam bosbeheer, Beheervisie domeinbossen) (Vandekerckhove, 2013).

Behoud van dood hout en oude bomen, ontzien van bepaalde zones (bronnen, beekvalleien, verouderingseilanden), en het voorzien van permanente en tijdelijke open plekken en gradiënten hebben echter ook een trade-off naar het oogstpotentieel, en dus op de ESD.

Dergelijke extensieve beheersystemen hebben een duidelijk lager potentieel voor houtproductie dan de oogstsystemen waarbij de oogst wordt gemaximaliseerd, en ook een lager oogstvolume dan de traditioneel gehanteerde multifunctionele natuurgetrouwe bosbeheervormen. Er wordt immers een belangrijke potentiële productie-oppervlakte bewust onbenut gehouden (kapvlaktes die blijven liggen, gradiënten, onproductieve open plekken en set-aside eilandjes), en een deel 'oogstbaar materiaal' wordt ook bewust in het bos achtergelaten (dood hout, habitatbomen).

Wat het concrete effect op de houtproductie is van deze 'flankerende ecologische maatregelen' is voor Vlaanderen nog niet berekend. In het gemeentebos van Freiburg werden gelijkaardige maatregelen ingevoerd, in het kader van een certificeringsproject, en wordt het 'verlies' aan houtproductie geschat op gemiddeld ongeveer 1 m³/ha per jaar (ForstBW-kreis Freiburg, pers.comm.). Gezien de relatief lage benuttingsgraad in Vlaanderen is er echter meestal nog marge om deze flankerende maatregelen te voorzien, en toch nog een vergelijkbaar oogstvolume te genereren.

6.1.4. Algemene conclusie : effect van biodiversiteit op de houtproductie

Een hogere biodiversiteit zowel naar soortenmenging, als naar structuurheterogeniteit, kan een gunstig effect op de houtproductie, door de synergistische effecten (betere ontsluiting van de hulpbronnen, betere nutriëntencycli) en de hogere resistentie en resiliëntie van het bosecosysteem.

Doorslaggevend echter zijn de eventuele verschillen in groeikracht van de (potentieel) aanwezige boomsoorten. Als deze verschillen zeer groot zijn, dan zal het eventuele positieve effect van de menging volledig overschaduw worden door de intrinsieke hogere groeikracht van de snelgroeende boomsoort. Alles wordt uiteraard ook bepaald door de concurrentieverhoudingen en hoe sterk deze spelen, en dat wordt weer in sterke mate bepaald door frequentie en intensiteit van menselijke interventies (dunningen).

Dennenbossen met bijmenging van berk kunnen dan ook een hogere houtproductie hebben dan homogene dennenbossen, op voorwaarde dat ze allebei dezelfde dunningsintensiteit vertonen. Hetzelfde geldt voor menging van Zomereik en zijn begeleiders.

Anderzijds zullen homogene Douglaaanplanten steeds beter presteren dan gemengde bossen van douglas, beuk en eik, en veel beter dan al dan niet gemengde gewone dennenbossen op dezelfde standplaats.

Hetzelfde geldt voor homogene populierenbestanden, met die randbedenking dat populierenbossen met bijmenging in de onderetage wellicht wel een hogere algehele productie kunnen realiseren dan dezelfde bestanden zonder onderetage.

Tenslotte is het ook belangrijk na te gaan in hoeverre de meerproductie van de menging ook effectief leidt tot een meerproductie van bruikbaar houtig materiaal. Enkel het geoogste of oogstbare deel van de productie mag immers in rekening worden gebracht in de ecosysteemdienst.

Een laatste aspect is de genetische diversiteit : ook hier spelen dezelfde elementen. Populaties (bossen) met een grotere genetische diversiteit zijn resistenter en resiliënter, wat de productie ten goede komt. Wanneer de groeikracht van één specifiek genotype echter beduidend hoger ligt dan van andere, zal ook hier dit aspect doorslaggevend zijn. Een monoklonale aanplant van één zeer performante cultuurpopulierenkloon zal een hogere houtproductie kennen dan een multiklonale aanplant met zowel snelgroeende als trager groeiende klonen, tenzij het verschil in schaderisico nog groter is.

Zoals in het laatste punt aangehaald zullen flankerende maatregelen met als doel om de biodiversiteit in een bos te behouden of te verhogen, ook het potentieel naar houtoogst verminderen. Door een doelmatige aanpak (en de aanwezige oogstmarge) kan de effectieve houtoogst wel gelijk blijven of zelfs toenemen (win-win-situaties).

In de praktijk zullen dus vaak homogene aanplanten (populier, hoogproductieve uitheemse naaldboomplantages) die gemiddeld armer zijn aan biodiversiteit dan hun gemengde pendanten, een beduidend hogere houtproductie vertonen.

De rol van biodiversiteit (zowel soortenrijkdom als structurele of genetische diversiteit) in de rechtstreekse levering van de ESD is dus beperkt, en is enkel in specifieke situaties positief. In de praktijk zal ze zelfs vaak negatief zijn : de omvorming van een homogene aanplant van Corsicaanse den naar een gemengd structuurrijk bos met veel dood hout en open plekken zal leiden tot een duidelijke afname van de houtproductie.

6.2. Effect van houtproductie op biodiversiteit

6.2.1. Effecten van de oogst van hout op de biodiversiteit

Rond de effecten van houtproductie op de biodiversiteit is reeds zeer veel onderzoek gebeurd. Heel wat van deze onderzoeken spitsen zich echter toe op het effect van een eerste ingreep op primaire, ongestoorde bossen, of van een intensivering en rationalisering van de houtoogst in bossen die voorheen slechts zeer extensief door de mens werden beïnvloed (vb. Siitonen, 2001)

In dat geval is het effect steeds negatief, aangezien bij dergelijke ingrepen belangrijke structuurvariatie en microhabitats verdwijnen. Bovendien worden een aantal belangrijke fases in de natuurlijke ontwikkelingscyclus van een bos, met name de verouderings- en aftakelingsfase, met bijhorende specifieke biodiversiteit, als het ware 'kortgesloten' en geëlimineerd. Deze specifieke 'oldgrowth'-gebonden diversiteit (van zwaar dood hout, vermolmd hout,...) maakt 1/3 tot de helft uit van de totale soortenrijkdom in een bos. (zie o.a. Müller et al; 2007; Siitonen, 2001, Stockland et al, 2013; Vandekerckhove et al., 2011).

In Vlaanderen zijn onze bossen al heel lang door de mens beheerd, en dit op een heel intensieve manier, waardoor de hierboven vermelde diversiteit al heel lang is verdwenen of herleid tot relictpopulaties (Vandekerckhove et al., 2011). Bij een dergelijke (verarmde of sterk antropogene) uitgangssituatie zijn de effecten van houtoogst genuanceerder en afhankelijk van de intensiteit van beheer, de mate waarin dit beheer invloed heeft op de structuurvariatie (dit kan zowel positief als negatief zijn), en of hierbij bepaalde elementen met een hoge natuurbehoudswaarde worden gespaard of niet.

We kunnen dus stellen dat het gemiddelde bos in Vlaanderen vertrekt van een relatief verarmde biodiversiteit, ook naar structuur- en procesmatige aspecten, waar momenteel vrij terughoudend in wordt geoogst (zie hoger). De meeste bestanden bestaan bovendien uit vrij gelijkjarige, jonge tot middeloude bosbestanden (Afdeling Bos en Groen, 2001). Hierdoor is, op bestandsniveau en afhankelijk van de uitgangssituatie en de beoogde doelsoorten, vaak zowel een vermindering en stopzetting van de houtoogst, als een verhoogde houtoogst een optie om een hogere biodiversiteit te bereiken.

Indien dergelijke bosbestanden onbeheerd worden gelaten zullen zij vaak lange tijd homogeen gesloten, donkere bossen blijven, waarbinnen weliswaar wel geleidelijk meer dood hout te vinden is, maar waar lichtminnende soorten geen mogelijkheden hebben. Voor epifytische mossen en korstmossen, houtbewonende fungi en niet-thermofiele kevers, typische vogels van oude bossen en bosgerelateerde slakken is een nulbeheer in dit geval gunstig, voor thermofiele en lichtminnende soorten en soorten van ijle bossen en open plekken (dagvlinders, bepaalde vaatplanten, thermofiele kevers, spinnen en zweefvliegen...) is dan weer een regelmatige aanvoer van licht (bijvoorbeeld door kapping) noodzakelijk.

Een beheer dat een combinatie van beide (hoge structuurrijkdom met permanente en niet-permanente lichtrijke plekken én veel dood hout en habitatbomen) integreert biedt belangrijke mogelijkheden om zowel behoud en ontwikkeling van biodiversiteit te combineren met behoud en zelfs verhoging van de levering van de ESD houtproductie.

Deze integratie kan zich op bestandsniveau maar ook op landschapsschaal situeren.

In het eerste geval gaat men op bestandsniveau streven naar integratie van productie en biodiversiteitsdoelen door het integreren van verouderingseilanden, habitatbomen, en voldoende dood hout (minstens 20 m³/ha) binnen de productiedoelen. In het tweede geval gaat men eerder (of daar bovenop) variëren op niveau van het landschap. De combinatie van verschillende bestands- en beheertypes (reservaatdelen, open plekken, gemengde loofhoutbestanden met geïntegreerd beheer, maar ook eerder productiegerichte snelgroeiende bestanden) kan eveneens aanleiding geven tot een grotere diversiteit op landschapsschaal (gamma-diversiteit) die een hogere biodiversiteit combineert met productiedoelen.

Voor bepaalde organismengroepen kan de soortenrijkdom zelfs groter zijn dan wanneer geen houtproductie plaatsvindt. In bossen met houtoogst treedt immers vaak een grotere variatie aan terreinsituaties op, met meer lichtrijke types dan in onbeheerde bossen, en bijhorende soortenrijkdom aan thermofiele en heliofile soorten. Ook typische verstoringsindicatoren komen meer voor, wat uiteindelijk resulteert in een hogere (kwantitatieve) biodiversiteit (zie o.a. Boch et al., 2013).

Dergelijke beheerconcepten zijn uiteraard niet gericht op het maximaliseren van de ESD, maar eerder op het optimaliseren van verschillende Ecosysteemdiensten (houtproductie, groene ruimte voor buitenactiviteiten, natuurbehoud, bodemvruchtbaarheid,...). Een dergelijke aanpak kan, indien doordacht en performant uitgevoerd het behoud van de aanwezige biodiversiteit verzekeren en toch nog een belangrijke productie realiseren (Gossner et al., 2012).

Door de huidige relatief lage benuttingsgraad van de ESD houtproductie, is hier in Vlaanderen nog vrij veel ruimte om via verstandige beheerkeuzes en diversificatie zowel voor houtproductie als voor de andere ESD een verbetering te realiseren, zonder dat belangrijke trade-offs moeten worden gemaakt.

6.2.2. Effect van het maximaliseren van de ESD op de biodiversiteit

Zoals in vorige paragraaf aangehaald zullen monoculturen van snelgroeiende boomsoorten (uitheems naaldbout, Amerikaanse eik, cultuurpopulieren) in veel gevallen een beduidend hogere houtproductie realiseren dan natuurlijke bossen.

Dergelijke monoculturen hebben meestal een veel lagere biodiversiteit dan hun structuurrijke en soortenrijke, halfnatuurlijke pendant.

Wil men de ESD maximaliseren, dan zal men halfnatuurlijke bossen omzetten naar plantages van snelgroeiende boomsoorten, die toelaten een maximale aangroei én een maximale oogst te realiseren.

Deze maximalisatie heeft invloed op alle aspecten van de biodiversiteit : de soortensamenstelling en soortenrijkdom wordt sterk gereduceerd, meestal tot één soort in de boomlaag.

Ook de structurele diversiteit wordt sterk teruggebracht : meerlagige verticale opbouw wordt vervangen door één étage (boomlaag). Ook de horizontale structuuropbouw met onregelmatige openingen in het kronendak wordt vervangen door een egale gelijkvormige structuur die vlaksgewijs via kaalslag wordt vernieuwd.

Ook op genetisch vlak kan deze maximalisatie leiden tot een sterke reductie van de genetische diversiteit: bij aanplanten van cultuurpopulier worden slechts één (monoclonaal) of enkele (multiclonaal) genotypes aangewend. Bij aanplanten van geselecteerd plantgoed wordt bij de samenstelling van de herkomstbron tegenwoordig wel erop toegezien dat deze voortkomt uit erkende zaadbestanden die weliswaar een verbeterde groeivorm of groeikracht vertonen, maar toch genetisch voldoende divers zijn. Onderzoek (vb. Thomas et al., 1999) toonde aan dat dergelijke aanplanten genetisch niet noodzakelijk minder divers zijn dan natuurlijke verjonging.

6.2.3. Conclusie : effect van de ESD houtproductie op de biodiversiteit

Vertrekkend van natuurlijke bossen zal elke invulling van de ESD een negatieve invloed hebben op de biodiversiteit. In de Vlaamse omstandigheden, waar we vertrekken van sterk antropogene en biologisch verarmde bossen, is dit niet noodzakelijk het geval.

Een verstandige en afgewogen invulling van de ESD (natuurgericht bosbeheer, geïntegreerd bosbeheer) zal in de meeste gevallen niet leiden tot een afname van de biodiversiteit, maar kan, afhankelijk van de uitgangssituatie, zelfs leiden tot een toename hiervan (bv. houtoogst in kader van omvorming van homogene naar gemengde bossen).

Een optimalisatie van de ESD, waarbij ook natuurbehoudsaspecten gelijkwaardig mee in rekening worden gebracht bij de houtproductie, hoeft dus geen negatieve invloed te hebben op de biodiversiteit in al zijn aspecten (soortenrijkdom, structuurrijkdom, genetische diversiteit).

Een verdere maximalisering van de houtproductie zal echter wel een negatieve tot zeer negatieve invloed hebben op de biodiversiteit omwille van volgende aspecten :

- de maximalisering van de houtproducerende oppervlakte door het elimineren van weinig of onproductieve terreingedeeltes die vaak een hoge biodiversiteitsfunctie vervullen (draineren van ongeschikte standplaatsen, bebossen van open plekken)

- het maximaliseren van de oogst, inclusief dood hout, habitatbomen...
- het maximaliseren van de groeikracht, door volledig in te zetten op hoogproductieve (vaak soortenarme uitheemse) boomsoorten in gelijkjarige monocultuur, soms met genetisch verarmd uitgangsmateriaal
- het maximaliseren van de uniformiteit van het eindproduct, waardoor de irregulariteit eigen aan de natuurlijke dynamiek van bossen wordt vervangen door een volledig antropogene opbouw en cyclus.
- Het hanteren van korte bedrijfstijden die de opbrengst maximaliseren, en daarbij belangrijke ontwikkelingsfasen kortsluiten

7. Maatschappelijk welzijn en waardering

7.1. Well-being geassocieerd met bossen en bomen :

Met bossen en bomen worden uiteenlopende positieve (en negatieve) effecten naar gezondheid en appreciatie geassocieerd. De ESD houtproductie is rechtstreeks afhankelijk van de aanwezigheid van bossen en bomen. Omgekeerd zullen bomen en bossen hun gezondheidseffecten ook vervullen wanneer geen houtproductie wordt gerealiseerd. Niettemin zullen ook de meeste bomen in parken, recreatiegebieden, tuinen en steden een bijdrage leveren aan de ESD, zelfs wanneer zij niet met die intentie zijn aangeplant of beheerd. Immers ook deze bomen zullen worden gesnoeid en uiteindelijk ook geveld, en meestal benut. Vandaar dat deze gezondheidsaspecten van bomen en bossen hier toch bij de bespreking van de welzijnsaspecten van de ESD houtproductie worden behandeld.

Rond dit thema gebeurde in het verleden reeds vrij veel onderzoek dat de gunstige effecten van bos en bomen op de gezondheid en het welbehagen aantonen. Daarbij zijn volgende aspecten belangrijk :

- gezondheidsaspecten geassocieerd met recreatie in bossen : fysieke activiteit en mentale relaxatie.

'Zicht op groen' in het algemeen heeft een helende en relaxerende werking op de mens. Het meest gekende voorbeeld daarvan is de studie van Ulrich (1984) gepubliceerd in Science, die aantoonde dat mensen in het ziekenhuis in kamers met uitzicht op groen sneller revalideerden dan zij die uitkeken op bebouwing.

Heel wat andere studies (voor een overzicht : zie o.a. Karjalainen et al. 2010; Nilsson et al. 2011) gaan hier verder op in en toonden aan dat, in het bijzonder voor een verstedelijkte bevolking een regelmatig verblijf in een groene omgeving (parken, stadsbossen) een gunstige invloed heeft op de gezondheidstoestand. Zowel fysieke als psychische aspecten spelen hierbij een rol: actieve recreatie vermindert gezondheidsrisico's verbonden aan inactiviteit, en de rust die hier van uitgaat werkt ook goed als middel tegen stress. Voor het mentale welzijn blijkt vooral het aspect 'rust', , en vooral dan het ontbreken van lawaai een belangrijke rol te spelen (Wurster et al., 2012). Het verbetert ook het concentratievermogen achteraf (Ten Wolde, 1999; Tennessen & Cimprich, 1995). Zelfs het puur visuele aspect van 'kijken naar groen', zelfs op film of foto, blijkt al een meetbaar effect te hebben op het stressniveau van mensen (Ulrich et al., 1993).

- gezondheidsaspecten geassocieerd met gezondere lucht, ten gevolge van de zuiverende werking van bossen en bomen (capteren van fijn stof, aerosolen).

Voor een bespreking wordt verwezen naar het ESD-hoofdstuk 25.

- negatieve gezondheidsaspecten : boompollen-allergieën

Boompollen, in het bijzonder hazelaar- en berkenstuifmeel kunnen bij personen met een allergie tot belangrijke gezondheidsproblemen leiden. Het aantal personen met een boompollenallergie neemt gestaag toe. Daarbij nemen veranderingen in de pollengehaltes in de lucht ten gevolge van klimaatverandering een rol, maar wellicht ook gecombineerde effecten met luchtverontreiniging (fijn stof). (D'Amato et al., 2007; Ziello et al. 2012).

7.2. Waardering en financiële waarde geassocieerd met bomen en bossen

7.2.1. Houtopbrengst

In de vorige paragrafen berekenden we reeds de potentiële en actuele houtoogst in Vlaanderen. Een deel van deze oogst, die effectief vermarkt wordt, kan ook uitgedrukt worden in financiële waarde.

Gebaseerd op de officiële cijfers van de houtverkopen, en gebruik makend van de gemiddelde opbrengstwaarde per m³ verkocht hout werden door Liekens et al. (2012) en Broekx et al (2013) berekeningen gemaakt van de financiële opbrengst van de houtverkoop.

Deze wordt geschat op 32,43 Euro/m³. Gerekend met zo'n 180.000 m³/jaar verkoop uit openbare bossen en 70.000 m³/jaar uit private bossen betekent dit een ruw geschatte financiële opbrengst van ruim 8 miljoen Euro. Daar is uiteraard alle oogst voor eigen gebruik en de hele informele markt (zie hoger) niet in rekening gebracht. Wanneer we deze inschatten op ca. 750.000 m³ per jaar, en

gerekend aan de gemiddelde brandhoutwaarde voor België van 12 Euro per m³ (Laurent et al, 2010; FRA 2010), vertegenwoordigt deze informele markt een (grotendeels virtuele) financiële omzet van nog eens 9 miljoen Euro, samen zowat 17 miljoen Euro.

Vertrekkende van een potentiële aangroei (zie hoger) van 2 miljoen m³/jaar, zowel in bos als ander opgaand groen, en gerekend met eenzelfde opbrengstniveau zou dat een jaarlijkse potentiële houtoogst ter waarde van ruim 30 miljoen Euro vertegenwoordigen.

7.2.2. Houtwaarde (kapitaalwaarde)

Voorgaande berekeningen gaan uit van de effectief verkochte of potentiële opbrengst uit jaarlijkse oogst. Daarin is de waarde van het hout dat niet wordt geoogst (de voorraad, of kapitaal), en ook de grondwaarde niet in rekening gebracht.

Uit de bosinventaris bestaat een vrij goed cijfer van de actuele houtvoorraad in Vlaamse bossen. Deze wordt geschat op ruim 31,5 miljoen m³ (Van der Aa, 2010). Deze voorraad vertegenwoordigt dus, rekenend met de gemiddelde houtprijs van 32.43 Euro/m³ (voor bossen) een financiële waarde van ongeveer 1 miljard Euro (Van der Aa, 2010).

Daar is het volume uit ander hoog groen buiten het bos nog niet bij in rekening gebracht. Daar zijn geen gegevens van de actuele voorraad. Uitgaande van een voorzichtige schatting dat de totale voorraad daar gemiddeld slechts 100 m³/ha bedraagt (minder dan de helft dan in het gemiddelde bosbestand), vertegenwoordigt dit een houtvoorraad van nog eens 10 miljoen m³, of ruim 300 miljoen euro houtwaarde. Zelfs indien hier enkel gerekend wordt met brandhoutprijzen is dit nog steeds ruim 100 miljoen euro.

Deze berekeningen houden enkel rekening met de zuiver monetaire waarde van het hout, en niet met de grondwaarde en andere aspecten van waardering, die al dan niet in geldwaarde worden uitgedrukt. Deze waarde kan veel groter zijn.

Voor laan- en parkbomen heeft de Vereniging voor Openbaar Groen de 'Uniforme Methode voor Waardebepaling van straat-, laan- en parkbomen behorend tot het openbaar domein' ontwikkeld, die ook algemeen wordt toegepast om de financiële waarde van een individuele boom te bepalen (bijvoorbeeld in geval van beschadiging) (www.vvog.be). Deze houdt naast de omvang van de boom (uitgedrukt in grondvlak) ook rekening met boomsoort, stedelijk of landelijk gebied, conditie van de boom en of het een solitaire boom is, of een boom in lijnbeplanting. Zo kan de waarde van één gezonde solitaire eik van 60 cm diameter in het stadscentrum oplopen tot ruim 10.000 Euro, daar waar de vermarktbare houtwaarde alleen slechts zowat 500 Euro zou bedragen.

7.2.3. Waardering van omgevingskwaliteit

Heel wat studies geven aan dat de gemiddelde burger/recreant een hogere appreciatie heeft voor een landschap met meer landschappelijk groen. Dit geldt zowel voor de stedelijke omgeving, waar er heel wat appreciatie is voor stedelijk groen (Decuyper et al., 2005) als voor de landelijke omgeving, waar de aanwezigheid van bos en kleine landschapselementen (zoals bomenrijen, houtkanten, ...) een hogere appreciatie krijgen dan een 'uitgekleed' open landschap.

Uit een grootschalige enquête (IVox in opdracht van Nieuwsblad en VTM) bleek vorig jaar dat een overgrote meerderheid van de Vlamingen behoefte heeft aan meer parken en toegankelijke bossen en mogelijkheden om zich te ontspannen in het groen. Uit deze opiniepeilingen blijkt dat bij een grote meerderheid van de Vlamingen de optie 'meer toegankelijke parken en bossen' voorrang krijgt op de keuze 'meer bedrijventerreinen' (Bosplus, 2012).

Concrete case-studies met keuze-experimenten en Willingness-to-pay toonden aan dat de gemiddelde burger een landschap met kleine landschapselementen hoger inschat dan zonder (Liekens et al. 2012a), en bereid zou zijn daarvoor een 'tax' te betalen (logit-model met marginale betalingsbereidheid). Het bewuste keuze-experiment gaf de keuze tussen een open agrarisch landschap zonder KLE, en allerlei alternatieven met houtkanten, poelen, enz.... Uit de waarderingfunctie, afgeleid uit de enquête blijkt dat een gemiddeld huishouden een voorkeur heeft voor agrarische gebieden met kleine landschapselementen. Ze hebben een lichte voorkeur voor knotbomen, hoogstamboomgaard en vooral het herstel van een holle weg (betalingsbereidheid resp. 101, 103 en 112 Euro per gezin). Indien door aanleg van de kleine landschapselementen ook bedreigde diersoorten zouden kunnen voorkomen wil een gemiddeld huishouden nog ruim 38€ extra betalen.

In groene stedelijke omgevingen wordt de levenskwaliteit eveneens hoger ingeschat dan in stedelijke gebieden met weinig of geen groen. Dit vertaalt zich onrechtstreeks in de huizenprijzen.

Uitgebreid onderzoek in Nederland toonde aan dat de waardeestijging van woningen met groen oploopt van 4 tot 33%. Voor het aspect 'uitzicht op groen' bedraagt de meerwaarde 8%, voor het aspect 'groenzone op loopafstand (<400m)' is dat 6% (Crompton, 2001; Luttik & Zijlstra, 1974; Van Leeuwen, 1997, Fennema, 1995).

Verder heeft infrastructuurgroen (groenschermen langs wegen en spoorwegen) ook een reëel of gepercipieerd effect op de geluidshinder afkomstig van stedelijk verkeer (zie o.a. Depauw et al., 2013; Jacobs et al., 2010).

Rond de appreciatie en waarde die aan toegankelijke bossen wordt gegeven voor ontspanning en recreatie werd onder andere een gedetailleerde case-studie uitgewerkt voor Meerdaalwoud (Moons et al., 2000). Daaruit bleek dat het boscomplex jaarlijks 750.000 bezoeken ontvangt, en dat dit een recreatieve waarde van ruim 10 miljoen Euro vertegenwoordigt. Dat is 30x de jaarlijkse opbrengst uit houtverkoop.

Tenslotte moet ook worden aangegeven dat bossen en stedelijk groen niet alleen baten maar ook kosten genereren : er is de kost voor aanleg en onderhoud, de ingenomen ruimte die niet beschikbaar is voor ander landgebruik, en gepercipieerde hinder van vallende bladeren, schaduw, ...

Samenvattend kan worden gesteld dat de rechtstreekse financiële baten uit houtopbrengst voor Vlaanderen relatief beperkt zijn (minder dan 20 miljoen Euro per jaar). De totale houtvoorraad van bossen en bomen vertegenwoordigt een financiële waarde van ruim 1 miljard euro. De grondwaarde die deze terreinen vertegenwoordigen (die zeer uiteenlopend kan zijn, en niet bekend) is in deze inschatting niet opgenomen.

De indirecte individuele baten (bv. hogere waarde voor huizen in een bomen- en bosrijke omgeving) en maatschappelijke baten (bv. recreatieve waarde) die niet in financiële baten worden uitgedrukt vertegenwoordigen echter een veelvoud van deze monetaire waarde.

7.3. Well-being en waardering geassocieerd met gebruik van hout

Well-being en waardering geassocieerd met hout en zijn eigenschappen bij de verwerking in constructie en interieur van gebouwen

Het gebruik van hout in constructie, afwerking en isolatie van een woning heeft een aantal voordelen die geassocieerd zijn met de eigenschappen van het hout zoals vochtregulatie en warmte-isolatie. Die kunnen sterk bijdragen aan een gevoel van welbehagen en zorgen voor een beter woonklimaat. Een uitgebreide studie van Simonson et al. (2001) naar de invloed van het gebruik van hout op het woonklimaat toonde aan dat wanneer meer hout aanwezig is op de wanden van een binnenruimte, deze efficiënter wordt "gebufferd" omdat de relatieve luchtvochtigheid duidelijk gestabiliseerd wordt en meestal binnen de grenzen van de "comfortzone" blijft. Verantwoordelijk voor deze stabilisering van het klimaat is het absorptievermogen van onbehandelde houten oppervlakken. Bij behandelde houtoppervlakken zwakt een toenemende dampdichtheid van het oppervlak het gunstige klimaateffect in evenredige mate af.

Hout wordt ook door een belangrijk deel van de bevolking geassocieerd met perceptiegebonden aspecten van welbehagen : hout 'straalt warmte en gezelligheid' uit. Dit positieve effect, dat zowel de natuur als natuurlijke producten (zoals hout) op de meeste mensen uitoefenen wordt door Ulrich, (1983) verklaard als het 'psycho-evolutionaire model' benoemd. Dit model neemt de schoonheidsbeleving als uitgangspunt voor het verklaren van de gezondheidsbaten van natuur. Wanneer we een bepaalde omgeving mooi of aantrekkelijk vinden, houdt dit onze aandacht vast zonder het totaal in beslag te nemen. Hierdoor zouden negatieve gedachten geblokkeerd of gereduceerd worden, waardoor we tot rust komen (Jacobs et al., 2010). De kleuren (groen, bruin-tinten) en vloeiende lijnen (in tegenstelling tot strakke rechte lijnen) die zowel met natuur en natuurlijke materialen wordt geassocieerd met rustgevende effecten (Decuypere et al., 2005).

Well-being én gezondheidsrisico's verbonden aan de verwarming met hout

Heel wat mensen gebruiken houtkachels en open haard als bron van bijverwarming, naast de fossiele brandstoffen. De cijfers lopen naargelang de studies uiteen van 24 tot 28% van de Vlaamse huishoudens die hout gebruiken als (meestal neven-)verwarmingsbron. Voor 3,5% van de huishoudens is hout zelfs de hoofdverwarmingsbron (Renders et al., 2011, Aernouts et al., 2013). Dergelijke secundaire warmtebronnen zorgen voor een 'aangename' stralingswarmte en sfeer, die bijdragen tot het welbehagen van de gebruiker.

Anderzijds zorgt de verbranding van brandhout ook voor bijkomende gezondheidsrisico's door de uitstoot van schadelijke stoffen, zowel binnenshuis als naar de omgeving. Zo zorgt de verbranding van hout voor uitstoot van fijn stof, vliegast, PAK's, stikstofoxides, zwaveldioxides en dioxines. Dit is zeer uitgesproken het geval bij de verbranding van chemisch behandeld hout (geverfd, geïmpregneerd, vezelplaat) en van onvoldoende gedroogd hout (wat leidt tot onvolledige verbranding).

Bij zeer regelmatig gebruik en onoordeelkundig gebruik van houtkachels en open haarden kunnen zeer hoge concentraties aan fijn stof en PAK's in de woonruimte optreden, wat belangrijke gezondheidsrisico's inhoudt (Tilborghs et al., 2009). Ook de impact van de residentiële verbranding van brandhout op de totale uitstoot van fijn stof, dioxines en PAK's is verhoudingsgewijs zeer groot (Renders et al., 2011).

Well-being voortvloeiend uit in de vrije keuze voor groene energie en CO2-neutrale en minder milieubelastende alternatieven in de bouw.

Houtproductie levert verder een belangrijke bijdrage aan het aspect van 'free choice' binnen de invulling van aspecten van welzijn, zowel rond energieverbruik als woningbouw.

In beide gevallen biedt hout een alternatief voor andere materialen. Lokale houtproductie zorgt er bovendien voor dat de consument, indien hij dat wil, ook bewust kan kiezen voor lokaal geproduceerd hout (bv. omdat hij bewust de lokale economie wil ondersteunen, meer vertrouwen heeft in lokaal geproduceerde producten of kiest voor een lagere ecologische voetafdruk).

8. Interacties huidig en toekomstig ESD gebruik

8.1. Impact van het gebruik van de dienst op de toekomstige levering van diezelfde dienst in de toekomst

Door de wettelijk bindende randvoorwaarden naar duurzaamheid (cfr MCPFE, 2003) die bij de houtproductie worden vooropgesteld zowel in Vlaanderen (zie uitgebreide bespreking hoger), als in de belangrijkste invoerlanden, is de levering van de dienst in principe ook naar de toekomst gegarandeerd.

De huidige onderbenutting van de ESD in Vlaanderen biedt nog groeimarge, die mee kan inspelen op de toenemende vraag, zonder het duurzaamheidsprincipe te ondergraven. Via beleidsmatige aansturing kan hier ook voorkomen worden dat een toename van de benutting van de ESD een negatieve invloed heeft op de biodiversiteit. Ook hier is nog ruimte, zodat win-winsituaties mogelijk zijn mits toepassing van slimme oplossingen.

8.2. Impact van het gebruik van de dienst op de levering van huidige en toekomstige levering van andere diensten

De mogelijke impact van de ecosysteemdienst 'houtproductie' op andere ESD wordt hieronder tabelmatig besproken.

<u>Water-productie</u>	Houtproductie heeft weinig invloed op het waterleverend vermogen van een terrein. De boomsoort speelt wel een rol. Snelgroeiende boomsoorten nemen (vooral in het voorjaar) meer water op, wat de beschikbare 'capaciteit' voor waterwinning beperkt negatief kan beïnvloeden. Afname van de houtproductie (door extensivering en omvorming van bossen) leidt tot een lichte toename van het waterbergend en waterleverend vermogen (o.a. Batelaan et al., 2003). Bij houtproductie worden bij ons geen pesticiden gebruikt die kunnen uitspoelen naar het grondwater, in tegenstelling tot landbouw (Blauwens et al., 2006). In bossen is er ook veel minder uitloging van nitraten. In loofbossen is dit bovendien beduidend lager dan in naaldbossen (Dumortier et al, 2003). Dit maakt bossen, in het bijzonder loofbossen, beter geschikt voor waterwinning dan landbouwgebied. Meer bos, dus meer oppervlakte voor houtproductie, betekent meer mogelijkheden voor waterwinning.
<u>Voedsel-productie</u>	Meer of minder houtproductie binnen het huidige ruimtebeslag heeft weinig of geen rechtstreekse invloed op de voedselproductie. De effecten van bos en KLE's aansluitend aan landbouwgronden zijn zowel positief (vermindering windwerking, bestuiving, ...) als negatief (bladval en beschaduwing, wortelconcurrentie). Meer ruimte voor houtproductie (bosuitbreiding, KLE's) in het agrarisch buitengebied leidt logischerwijze tot minder oppervlakte voor voedselproductie. Deze impact is momenteel vrij beperkt : in Vlaanderen is er de voorbije jaren (2009-2011) in totaal slechts 600 ha bebost (bosuitbreiding en boscompensatie samen), waarvan het overgrote deel op voormalige landbouwgronden. Dat is slechts een fractie van het verlies aan landbouwareaal door uitbreiding van industrie, infrastructuur en woonuitbreiding (STATBEL, 2011). De beleidsdoelen van 10.000 ha bosuitbreiding hebben, zelfs als deze zich volledig binnen het landbouwareaal situeren, komen overeen met minder dan 2% van de actuele oppervlakte.
<u>Energie-gewassen</u>	Voor éénjarige energiegewassen en korte-omloophout gelden dezelfde impacts als voor voedselproductie. Houtproductie omvat zowel hout voor materiaaltoepassingen als brandhout. Deze brandhoutfractie komt eveneens in aanmerking voor industriële energieproductie (groene stroom). De toegenomen vraag naar bio-energie zal ook leiden tot een toename van de vraag naar hout voor de productie van groene energie. Deze markt focust zich in principe vooral op het resthout, dat bij een klassieke exploitatie in het bos achterblijft, en hoeft dus geen concurrentie in te houden.

	Door de vrij grondige 'opkuis' die bij bosexploitatie bij ons echter gebruikelijk is (inclusief opwerken van de kruinen als vezel- en brandhout) is de fractie 'resthout' die in aanmerking komt voor industriële energieproductie, per oppervlakte-eenheid zeer klein. Het oogsten van deze restfractie (maximaal 8-10 m³/ha) is daardoor weinig rendabel, dit in tegenstelling tot andere regio's waar enkel de stammen worden geoogst en de restfractie veel groter is (tot 50 m³/ha) (Vandekerckhove et al., 2012). De industriële oogst van energiehout wordt dus wellicht enkel rendabel bij ons, als ook een deel van de vezel- en brandhoutfractie mee wordt afgevoerd en verwerkt. Op die manier kan deze nieuwe markt ten dele in rechtstreekse concurrentie treden met andere gebruikstoepassingen van hout, in het bijzonder vezel- en brandhout. Dit kan eventueel leiden tot een afname van het aanbod aan hout voor deze toepassingen. Momenteel wordt in Vlaanderen dus nauwelijks gebruik gemaakt van resthout uit de houtproductie voor industriële energieproductie. Naar de toekomst zal veel afhangen van hoe het beleid deze nieuwe markt voor energiehout al dan niet inpast in haar bos- en natuurbeleid. Vanuit dit beleid wordt er op aangedrongen om het cascade-principe te hanteren, en houtproductie in eerste instantie aan te wenden voor materiaaltoepassingen, en slechts in laatste instantie voor het opwekken van energie (Uyttendale et al., 2013). Momenteel worden enkel groenestroom-certificaten afgeleverd voor opwekking van energie uit houtresten, gedefinieerd op een maximale diameter van 4 cm, dus niet voor andere toepassingen bruikbaar (Gybels et al., 2012).
<u>regulatie van water-kwaliteit</u>	Bij behoud van het huidige ruimtebeslag kan houtoogst een beperkt negatieve invloed hebben op de waterkwaliteit: op kapvlaktes is er immers een sterkere uitloging van mineralen dan in gesloten bos (Bormann & Likens, 1979). Extensivering van de houtoogst (bv. geen kaalslag) en omvorming van zeer hoogproductieve naaldbosbestanden naar gemengde bossen leidt tot minder verzuring en uitloging, wat een (beperkte) verbetering van de waterkwaliteit kan geven maar tegelijk een vermindering van het potentieel voor houtproductie. Impact verandering in ruimtegebruik : bij houtproductie worden bij ons geen pesticiden gebruikt, in tegenstelling tot landbouw. In bossen is er ook veel minder uitloging van nitraten. Dit maakt dat water (zowel oppervlaktewater als grondwater) uit bosgebieden van een betere kwaliteit is dan in landbouwgebied (zie o.a. Dumortier et al., 2003; Blauwens et al., 2006).
<u>regulatie lucht-kwaliteit</u>	Er is weinig verschil in capterend vermogen tussen bossen die wel of niet, intensief of extensief voor houtproductie worden gebruikt. Hoogproductieve naaldbossen hebben in principe (door hun hogere bladoppervlakte en wintergroen karakter) een hoger capterend vermogen dan (minder productieve) loofhoutbossen. Ook bossen met onregelmatig kronendak (zowel bij natuurlijke bossen als in bossen met kleinschalige kappingen aanwezig) capteren meer (zie hoofdstuk 19). Impact verandering in ruimtegebruik : meer oppervlakte voor houtproductie (bos, KLE) betekent meer captatie van fijn stof en nutriënten, dus betere regulatie van de luchtkwaliteit. Ontbossingen voor natuur of infrastructuur leidt dus niet alleen tot een afname van het potentieel voor houtproductie maar ook tot een afname van de regulatie luchtkwaliteit.
<u>regulatie geluids-overlast</u>	Binnen huidig ruimtegebruik heeft houtproductie weinig invloed op het geluidsregulerend vermogen van een bos. Bossen met een gesloten verticale opbouw functioneren beter dan 'doorkijkbossen'. Beide types kunnen hoog- of laagproductief zijn i.f.v. Houtproductie. Verder zijn bossen op zich ook belangrijk in de globale geluidsregulatie omdat zij zelf weinig geluid genereren, en dus als 'rustgebied' kunnen functioneren (zie ook Wurster et al., 2012). Het proces van de machinale houtoogst zelf produceert uiteraard wel (vrij veel) geluid, maar is een zeer tijdelijk fenomeen. Verandering ruimtegebruik : houtkanten en bossen hebben een beperkte maar significante geluidsbufferende werking. Meer en bredere houtkanten langs wegen

	en spoorwegen verhoogt ook het potentieel voor houtproductie : om goed te functioneren als geluidsbufter moet de vegetatie immers gesloten zijn (Depauw et al., 2013; zie ook hoofdstuk 20). Opgaande houtkanten blijven enkel gesloten wanneer ze regelmatig terug worden gezet (dus geoogst). Een te intensieve oogst is dan weer negatief : ook dikkere stammen en voorraadopbouw hebben een belangrijke invloed op het geluidsdempend vermogen van een houtkant (Depauw et al., 2013)
<u>regulatie water-debiet</u>	Bos en houtkanten hebben een hoger watercapterend vermogen dan landbouwgronden. Toename van de oppervlakte bos en KLE verhoogt zowel het potentieel voor houtproductie als het waterbufferend vermogen. Ontbossingen in functie van andere natuurdoelen (bv. voor heideherstel) of infrastructuur leidt niet alleen tot een afname van het potentieel voor houtproductie maar ook tot een afname van het waterbufferend vermogen. Binnen het huidig ruimtebeslag heeft de intensiteit van de houtoogst weinig invloed op het regulerend vermogen qua waterdebiet. Alleen wanneer ingrepen worden uitgevoerd om de waterhuishouding te optimaliseren in functie van hogere houtproductie is er een duidelijk negatief effect. Door het versterken van de afwatering door aanleg of uitdiepen van drainagestelsels zorgt men voor een snellere afvoer, en een afname van het waterbufferend vermogen.
<u>regulatie van erosie-risico</u>	Houtproducerende vegetaties (bossen, houtkanten) hebben een hoge erosiebeschermende functie (zie hoofdstuk 21). Kapping van bomen kan op sterk hellend terrein een negatieve invloed hebben op deze erosiebeschermende functie. Door de strenge voorwaarden die door de vergunnende overheid aan dergelijke kappingen kunnen worden gekoppeld (uitsleeppistes, kabelen, toegelaten oppervlaktes en dunningssterktes,...) stellen zich in de praktijk echter zelden problemen. Veranderend ruimtegebruik : bossen en houtkanten hebben een hoger erosiebeschermend vermogen dan landbouwgronden, in het bijzonder akkers. Een toename van bos en houtkanten is zowel gunstig voor erosiebescherming als voor het potentieel voor houtproductie. Een afname van het bosareaal, verwijderen van KLE's in functie van andere bestemmingen (intensivering landbouw, heideherstel) leidt niet alleen tot een afname van het potentieel voor houtproductie maar ook tot een afname van de erosiebescherming.
<u>Regulatie van overstromingsrisico</u>	De compatibiliteit van bossen en bomen met gecontroleerde overstromingsgebieden en andere gebieden voor waterberging is uitgebreid beschreven in De Nocker et al. (2006). Tijdstip (in groeiseizoen of daarbuiten), boomsoort, frequentie en duur van de overstroming zijn bepalend voor het feit of deze overstroming al dan niet invloed heeft op de groeikracht, of zelfs tot sterfte leidt, en dus direct een negatieve invloed heeft op het houtproductiepotentieel van de actueel aanwezige houtige vegetaties. In ieder geval is deze compatibiliteit voor houtproducerende vegetaties groter dan voor landbouwgewassen (contaminatie door pollutanten in het overstromingswater). Een uitbreiding van de oppervlakte voorzien voor overstromingsbescherming biedt extra ruimtepotentieel voor opgaand groen en kan dus onrechtstreeks tot een hoger houtproductiepotentieel leiden.
<u>Kustbescherming</u>	In het verleden werden bossen en houtwallen aangelegd op en direct achter de kustduinengordel om zandverstuivingen tegen te gaan. Hierdoor wordt de duinengordel versterkt. Deze houtige biomassa werd en wordt ook geoogst. Beboste duinen maken deel uit van de 'gefixeerde duinen'. De gefixeerde duinen dragen indirect bij tot de bescherming tegen overstroming doordat zij een sedimentreserve vastleggen. Het specifieke type begroeiing is daarbij van relatief weinig belang (Provoost, 2013). Meer of minder bos en houtkanten binnen de zone van gefixeerde duinen heeft weinig invloed op de ESD kustbescherming. Enkel omzetting naar ongefixeerde, terug stuivende duinen kan een invloed hebben. Voor kustverdediging is echter vooral de zone aan de strandzijde van belang, waar door

	de extreme weersinvloeden (wind, zilte depositie) geen boomgroei mogelijk is.
<u>regulatie van het globaal klimaat</u>	Bossen en hoog groen hebben een hoge capaciteit voor het opslaan van koolstof, zowel boven- als ondergronds. Deze opslag is het hoogst in onbeheerde bossen (o.a. Knohl et al., 2003; Luyssaert et al. 2008). Hoe intensiever de houtoogst, hoe lager vaak de 'in situ' koolstofreserve in het boscossysteem. In die zin werken beide ESD's elkaar tegen. Het hout dat wordt geoogst en wordt gebruikt in duurzame toepassingen wordt echter gedurende langere periodes <u>ex-situ vastgelegd</u>, wat dan weer een positieve correlatie inhoudt. Tenslotte zal alle hout dat voor constructie- en energietoepassingen wordt gebruikt, een CO₂-armer alternatief bieden voor alternatieve materialen (beton, staal, aluminium, PVC) en energielevering door verbranding van fossiele brandstof, en ondersteunt zo onrechtstreeks ook deze ESD (<u>substitutie-effect</u>). Meer bos en hoog groen betekent dus een hoger potentieel zowel voor koolstofopslag als voor houtproductie. Een afname van het bosareaal in functie van andere natuurdoelen (bv. voor heideherstel) of infrastructuur leidt niet alleen tot een afname van het potentieel voor houtproductie maar ook tot een zeer sterke afname van in-situ koolstofopslag.
<u>behoud van de bodemvruchtbaarheid</u>	Bij de oogst van hout wordt steeds een deel van de nutriënten uit het ecosysteem afgevoerd. Hoe intensiever deze houtoogst gebeurt, hoe sterker het negatieve effect op de bodemvruchtbaarheid, in het bijzonder in bodems met een laag nutriëntengehalte en -opslagvermogen. Dit is niet alleen een kwestie van kwantiteit van de afgevoerde biomassa, maar ook van de kwaliteit. Het stamhout bevat immers relatief minder nutriënten dan takhout, wortelhout of bladeren. Bij verhoogde oogst van 'resthout' (fijn takhout voor biomassa) zal de invloed op de bodemvruchtbaarheid relatief hoger zijn (per geoogst volume) dan bij de oogst van hout (Vandekerckhove et al., 2012; Kint 2013b). Ons Atlantisch klimaat heeft een uitlozend effect op bodems. In bossen wordt die uitlozing enerzijds beperkt doordat diepwortelende bomen deze nutriënten terug kunnen recupereren. Het totaalverhaal is echter licht negatief, zeker bij bodemverzurende soorten zoals eik, beuk en naaldhout. Bossen van snelgroeiende naalddhoutaanplanten logen sterker uit dan gemengde structuurrijke bossen met een lager productiepotentieel (dit vooral omwille van de kwaliteit van het strooisel). Bij hoogproductief loofbos (populier) is dit niet het geval : populierenbossen zijn het best in staat om de nutriënten in het systeem te houden en te circuleren (zie o.a. Vandekerckhove et al., 2012; Kint 2013b; Thomaes et al., 2012). Omvorming van hoogproductief naaldhout naar minder productieve gemengde bossen zal het potentieel voor houtproductie verminderen maar heeft een positieve invloed op behoud van de bodemvruchtbaarheid. Bij loofbossen leidt de vermindering van het aandeel populier (= vermindering houtproductie) niet noodzakelijk tot een beter behoud van de vruchtbaarheid. Veranderingen van het landgebruik zullen ook een invloed uitoefenen op de gemiddelde bodemvruchtbaarheid. Bij landbouwgebruik worden de verliezen door uitlozing en oogst steeds gecompenseerd via bemesting en bekalking. Daardoor is de productiviteit van landbouwgronden steeds hoger dan in bosbodems. Het humusgehalte (en daarmee samengaan ook het vermogen om water en nutriënten vast te houden) is dan weer hoger in bosbodems (zeker op zandgronden). In bossen is de bodemvruchtbaarheid dan weer hoger dan in afgeleide schrale pioniersvegetaties (heide en heischraal grasland). Een toename van het bosareaal ten nadele van landbouw leidt dus op termijn tot een afname van de globale en lokale nutriëntenstatus. De mate waarin dit gebeurt is afhankelijk van de dominante boomsoort. Bij aanplant van populier kunnen de verliezen zeer beperkt blijven, bij soorten als eik, beuk en naaldhout kan de pH op enkele decennia al met meer dan twee volle eenheden zijn gezakt (Thomaes et al., 2012). Meer bos, dus meer potentieel voor houtproductie ten koste van het landbouwareaal, heeft in de Vlaamse context van bemeste en bekalkte

	landbouwgronden een negatieve invloed op het nutriëntengehalte in de bodem. Een afname van het bosareaal in functie van andere natuurdoelen (bv. voor heideherstel) leidt dan weer niet alleen tot een afname van het potentieel voor houtproductie maar ook tot een zeer sterke afname van de bodemvruchtbaarheid.
<u>Bestuiving</u>	Binnen het bestaande landgebruik heeft houtoogst weinig invloed op het potentieel voor bestuiving. Er zijn uiteenlopende, tegengestelde effecten : meer hoogproductief naaldhout betekent meer hout en minder habitat voor bestuivers; ijlere bosstructuren door meer houtoogst zorgt voor een betere leefomgeving voor bestuivers (bv. solitaire bijen en zweefvliegen). Meer groene infrastructuur in het agrarisch en stedelijk milieu combineert meer mogelijkheden voor houtproductie en betere leefomstandigheden voor bestuivers (zie hoofdstuk 11 en 16).
<u>Plaag-beheersing</u>	Nabijheid van bossen, en de mate waarin daar hout wordt geoogst heeft wellicht weinig invloed op het optreden van plagen aan landbouwgewassen. Meer groene infrastructuur in het agrarisch en stedelijk milieu biedt meer mogelijkheden voor houtproductie en kan mogelijk leiden tot betere leefomstandigheden voor predatoren, en aldus een betere resistentie van het agrarisch landschap tegen het optreden van bepaalde plagen. (zie hoofdstuk 11)
<u>Groene ruimte voor buiten-activiteiten</u>	De openstelling van bossen voor recreatie heeft in principe geen invloed op de potenties voor houtoogst en omgekeerd. Wel is het zo dat de recreant bepaalde voorkeuren heeft wat betreft het gewenste landschapsbeeld. De gemiddelde recreant verkiest een afwisseling van boomsoorten en open plekken (Liekens 2012b), een beeld dat goed te verzoenen is met extensieve houtproductie. De recreant houdt minder van grootschalige massieven van homogeen gesloten bos, dus zeer intensieve houtproductie. Een keuze-experiment in het Drongengoed (Liekens et al., 2012b) waarbij de keuze kon worden gemaakt tussen de huidige toestand en omvormingen van grote (200 ha) en kleine (50 ha) oppervlaktes naaldbos naar heide of loofbos bleek dat de grootste betalingsbereidheid werd gevonden voor grootschalige omzetting naar loofbos, of kleinschalige omzetting naar heide. Het eindbeeld met de grootste verscheidenheid (loofbos, naaldbos en heide) werd hierbij het hoogst geapprecieerd. Een peiling naar de voorkeuren qua belevingswaarde van de gemiddelde recreant voor verschillende bosbeelden in Nederland (Boer et al. 2001) toonde aan dat 90% van de recreanten het uitzicht van het bos belangrijk vindt. Daarbij worden gemengde, gevarieerde bosbestanden iets hoger gewaardeerd dan zuiver loofhout, en beduidend hoger dan homogeen naaldbos. Dit wordt ook bevestigd door het onderzoek van Edwards et al. (2012) die bovendien een uitgesproken voorkeur vaststelden voor mature bosbestanden. Dimensie van de bomen was hierbij doorslaggevend : hoe groter de dimensies van de bomen, hoe hoger de appreciatie. met grote bomen. Zij concluderen dat multifunctionele, structuurrijke bosbestanden met lange bedrijfstijden de hoogste recreatieve appreciatie kennen. Het maximaliseren van de productiefunctie via homogene snelgroeiende bosbestanden heeft dus een negatieve invloed op de recreatiefunctie van het terrein. Beheersystemen met extensief natuurgetrouw bosbeheer kennen een vergelijkbare of soms zelfs iets hogere appreciatie dan onbeheerde bossen. Anderzijds ervaart de recreant het kappen van bomen en het oogsten van hout als confronterend, en tast de houtoogst op die manier de recreatieve beleving aan : kapvlaktes en door houtoogst sterk verstoorde bosbestanden krijgen een zeer lage appreciatie (Edwards et al., 2012). Ook de schade aan wegen bij bosexploitatie ervaart de recreant als hinderlijk. In het agrarisch landschap apprecieert de recreant een landschap met houtkanten en knobomen hoger in dan een open landschap (Liekens et al., 2012a). Een toename van het potentieel voor houtproductie (door uitbreiding van dergelijke KLE) werkt dus ook positief in op de recreatieve belevingswaarde. Mits goede aansturing van de houtoogst, en sensibilisering van de recreant zijn extensieve houtproductie en recreatie goed verenigbaar. Intensieve vormen van

	beide ESD's zijn dat veel minder.
Beleving	Idem als voorgaande
Wildbraad-productie	Ook houtproductie en jacht zijn goed verenigbaar, en kunnen elkaar versterken : in bossen met houtoogst zijn er meer grazige open plekken die voedsel verschaffen aan het wild, jacht kan de wildstand ook regelen en daardoor de wildschade aan de bomen beperken. De maximalistische invulling van beide ESD's is ook hier niet verenigbaar. Zeer intensieve houtproductie (dichte plantages) is ongunstig voor de ESD wildbraadproductie , en ook jacht waarbij de wildstand op een te hoog peil wordt gehouden is schadelijk voor de houtproductie. In het buitengebied is groene infrastructuur (houtkanten,...) zowel gunstig voor de Wildbraadproductie als voor de houtproductie.

8.3. Impact van de vraag naar en gebruik van de dienst op diensten elders in de wereld

Zoals hoger vermeld is de industriële houtmarkt in Vlaanderen een zeer open markt, en is deze slechts beperkt afhankelijk van de lokale productie.

Het overgrote deel van het hout dat in Vlaanderen wordt verwerkt is afkomstig uit de buurlanden. Cijfers uit 2010 (www.faostat.fao.org) tonen aan dat 48.6% van alle hout dat in België wordt verwerkt afkomstig is van (of geïmporteerd werd via) onze buurlanden (NL, D, F, LUX). Ruim 10% is afkomstig uit Scandinavië, en 2.5% uit de U.S en Canada. Tegelijk wordt ook veel hout vanuit Vlaanderen weer uitgevoerd (ook een deel van het lokaal geproduceerd hout). Via de grote zeehavens wordt immers hout en papier geïmporteerd voor verdere distributie over heel centraal Europa.

Een verminderde houtoogst in Vlaanderen zou dus aanleiding kunnen geven tot een verdere (relatief beperkte) toename van de netto import uit deze landen. De standaarden naar duurzaamheid voor houtoogst die in deze landen wettelijk vastliggen zijn vrij vergelijkbaar met de binnenlandse, en de Vlaamse markt is slechts een relatief klein segment in de export van deze landen. De impact van deze eventuele verhoogde import zal dus slechts een beperkte invloed hebben op de houtproductie of -oogst en andere ESD elders in de wereld.

Hout afkomstig uit Azië, Zuid-Amerika en Afrika samen maakt minder dan 10% uit van de totale import, en wordt gebruikt voor specifieke toepassingen waarvoor inlands hout vaak moeilijker toepasbaar is (bv. Azobé voor watergebonden constructies, Afzelia en Padoek voor buitenschrijnwerk). Een verhoogde of verminderde oogst en gebruik van binnenlands hout zal deze vraag nauwelijks beïnvloeden.

Verhoogde import van hout afkomstig van niet-duurzame productie (bijvoorbeeld van illegale kap) kan wel een invloed uitoefenen op de toekomstige levering van deze dienst in het oorsprongsgebied. Het is de bedoeling dat dit aandeel uit illegale houtkap via de nieuwe EU-verordening (995/2010) volledig uit de markt verdwijnt. Ook in landen waar duurzaamheidsnormen minder strikt worden nageleefd kan een verhoogde export naar regio's als Vlaanderen, waarbij duurzaamheidsgaranties worden geëist (bv. via certificering), onrechtstreeks een gunstige invloed hebben op de duurzame levering van de ESD in deze landen. Een verhoogde vraag naar gecertificeerd hout kan hier volgens sommigen een extra stimulans geven voor een striktere naleving van dergelijke duurzaamheidsnormen.

Een toename of afname van de industriële houtproductie in Vlaanderen zal dus weinig invloed hebben op vraag en aanbod van de ESD houtproductie (en daarmee samengaand ook andere ESD) op de globale markt. Andere aspecten als economische conjunctuur en de opkomst van nieuwe economieën zijn hier veel meer bepalend.

Wat de markt voor energiehout betreft is gebleken dat de brandhoutmarkt in Vlaanderen een sterk lokaal gebeuren is. Een verdere toename van de vraag kan hier op termijn aanleiding geven tot grotere import (of hogere benuttingsgraden). Ook door de verwachte sterke toename van de vraag naar energiehout voor industriële verwerking (Mantau et al., 2010) kan de concurrentie voor brandhout groter worden, en zo onrechtstreeks de import van brandhout toenemen. In zoverre Aangezien transport van brandhout over grote afstanden niet rendabel is (beperkte waarde per

volume en gewicht) zal deze import niet van op grote afstand gebeuren. Dit kan eventueel de druk op de lokale brandhoutmarkt in de regio van herkomst wat doen toenemen.

8.4. Hoe is de gradiënt natuurlijk-technologisch gelinkt met de hierboven beschreven impact?

De minst natuurlijke ecosystemen uit de gradiënt natuurlijk-technologisch vertegenwoordigen vaak de systemen met de hoogste potenties voor invulling van productie-gerelateerde ecosysteemdiensten. Zoals eerder al aangehaald zal de productie van hoogproductieve plantages van populier, Corsicaanse den of Douglas een hogere aanwas, en dus potentiële houtproductie vertegenwoordigen dan halfnatuurlijke multifunctionele productiebossen.

Verschuivingen op deze gradiënt naar meer natuurlijke ecosystemen (door bosomvorming, ...) zullen het potentieel negatief beïnvloeden. De belangrijkste drivers hierbij zijn beleidskeuzes en hun vertaling in wetgeving, die de evolutie naar meer 'technologisch' op deze gradiënt verhinderen (bv. omzetten van gemengd bos naar naaldhoutplantage is onmogelijk gemaakt), en naar meer natuurlijk stimuleren (subsidies en wetgeving rond duurzaam multifunctioneel bosbeheer en reservaten).

Essentieel bij de effectieve realisatie van de ecosysteemdienst (=effectieve oogst en gebruik van hout) is echter ook de benuttingsgraad. De bovenstaande analyses toonden aan dat deze in Vlaanderen relatief laag is : naar schatting ongeveer de helft van de bijgroei (potentieel) wordt effectief geoogst.

Socio-economische drivers, in het bijzonder beleidskeuzes en -strategieën, ingegeven door verwachtingspatronen bij de bevolking, zijn hierbij sterk bepalend, veel meer dan de (zeer sterk open) marktmechanismen.

Zo zullen bepaalde (gewenste) vormen van onderbenutting worden gestimuleerd (bv. subsidie en beleidsdoelen voor oprichten van reservaten, voor behoud van dood hout en habitatbomen,...), maar andere vormen van onderbenutting worden dan weer via een activerend beleid (bv. via de bosgroepen) tegengegaan.

Door deze marge op de benuttingsgraad blijft er nog beleidsruimte om sturend op te treden in de richting van hogere natuurlijkheid, zonder dat dit noodzakelijk (op korte termijn) tot belangrijke productiedaling (in volume) moet leiden. Voor specifieke eigenaars, die wél al een hoge benuttingsgraad hanteerden (de zogenaamde 'economists' in het model van Van Herzele & Van Gossum, 2008) is er minder ruimte om sturend op te treden zonder een productiedaling.

De beleidskeuzes voor meer natuurlijke ecosystemen (al dan niet via heractivering of heroriëntering van het beheer) zijn vooral ingegeven door andere dan productiedoelen, en spelen in op maatschappelijke verwachtingspatronen.

Voor de levering van andere ecosysteemdiensten is er vaak weinig verschil naar ESD-levering tussen de meer natuurlijke of meer technologische variant van houtproductie (plantagebossen). Voor een aantal diensten (vooral milieubeschermdende en regulerende) zal een meer natuurlijke (eventueel minder productieve) variant een betere invulling geven dan de technologische variant; in een aantal andere gevallen (producerende functies) is het omgekeerde waar (Productie van energiegewassen, luchtkwaliteit). Voor voedselproductie geldt dan weer een concurrentie naar beschikbare oppervlakte : hoe hoger de houtproductie (dus technologische variant), hoe minder oppervlakte nodig is voor dezelfde productie, dus meer oppervlakte die beschikbaar blijft voor voedselproductie. Voor de ecosysteemdiensten rond belevingswaarde geldt dat voor recreatie, jacht, landschapsbeleving, ... net de afwisseling sterk wordt geapprecieerd, ook de afwisseling tussen natuurlijkere bossen en plantages (zie o.a. Liekens et al. 2012b). Binnen deze afwisseling zorgt de meer natuurlijke variant wel voor een hogere ESD-ervulling.

8.5. Hoe zouden -theoretisch gezien- de limieten en voorwaarden voor gebruik van deze dienst kunnen worden bepaald, gekwantificeerd en/of geëvalueerd in de toekomst, en welke criteria, data of onderzoeken (ook buiten het diensten-concept) zouden hiertoe kunnen bijdragen?

Basisprincipe voor een theoretisch maximaal gebruik van de ecosysteemdienst uitgaande van het actuele landgebruik, gaat uit van het 'duurzame oogst'-principe, en zou overeenkomen met de potentiële productie, met 100% benutting. Met andere woorden, de volledige bijgroei wordt elk

jaar volledig geoogst. Hierbij wordt het kapitaal (de houtvoorraad) die instaat voor de productie niet aangetast.

Vanuit de invulling van andere ecosysteemdiensten en socio-economische verwachtingen naar behoud van biodiversiteit, belevingswaarde van het landschap, milieubescherpende aspecten, koolstofopslag,... is een maximale invulling niet wenselijk, eerder een optimale invulling van de dienst.

Gezien de actuele onderbenutting zou een dergelijke optimalisatie op kortere termijn niet noodzakelijk moeten leiden tot een verminderde effectieve oogst.

Volgende aspecten zullen meespelen bij de bepaling van dit theoretisch optimum.

Veranderingen in landgebruik :

- realisatie van de doelen naar bosuitbreiding uit het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen en de invulling van de 'groene dooradering' van het agrarisch gebied (in kader van de PDPO-wetgeving) bieden in theorie mogelijkheden tot uitbreiding van de ESD. De ecologische, recreatieve en landschappelijke doelen die voor deze uitbreidingen vooropstaan sluiten een duurzaam gebruik voor houtoogst niet uit, zolang dit deze doelen niet compromitteert. Ook op de vervulling van de overige ESD (ook deze die rechtstreeks met houtproductie in concurrentie gaan zoals landbouw) zou deze realisatie slechts een beperkte impact mogen hebben. Op de meeste andere ESD (zeker de regulerende) zou deze uitbreiding een positieve impact hebben.

- realisatie van diezelfde ecologische doelen zal op termijn wel aanleiding geven tot een sterke inkrimping van het areaal aan uitheemse hoogproductieve bosbestanden. Deze maken actueel ruim een derde van het totale bosareaal uit (45.000 ha). Ook de oppervlakte gewone den zou verder worden teruggedrongen ten voordele van inheems gemengd loofbos. Een terugdringen van dit aandeel is wenselijk vanuit bepaalde van de hogergenoemde doelen, maar gaat ten koste van de productie. Een volledige omzetting blijkt ook voor de recreatieve functie ongewenst : een gemiddelde bosbezoeker verkiest de afwisseling van verschillende bosbeelden, inclusief naaldboutaanplanten (Liekens et al., 2012b). Bij een optimale invulling zal de realisatie van deze ecologische doelen leiden tot een afname van het productiepotentieel waar dit noodzakelijk is om de ecologische doelen te bereiken; elders kan een status quo worden nagestreefd.

Bewuste onderbenutting zal er voor zorgen dat de ecologische kwaliteitsdoelen binnen bosbestanden kunnen worden bereikt door habitatbomen en dood hout in het bos te behouden. Een functioneel netwerk van dergelijke elementen gaat uit van threshold-waarden voor aantallen habitatbomen (5-10/ha) en dood hout (10-20 m³/ha), en het voorbehouden van een zekere oppervlakte voor natuurdoelen (5-10% van het totaal, in sommige hoogkwalitatieve gebieden zelfs 30%) (Vandekerckhove et al., 2013). Dit betekent dat de potentiële benuttingsgraad bewust wordt verminderd. Indien de huidige cijfers naar reservaatgebied (7,5%) en habitatbomen en dood hout wordt verdubbeld blijft een effectieve benutting van 70-80% van de aangroei mogelijk, wat nog altijd marge geeft tov. de actueel berekende benuttingsgraad.

Bewuste activering en vermarkting van 'slapend kapitaal' : vele duizenden ha private (en openbare) bossen blijven momenteel onbenut of onderbenut, omdat de eigenaar geen interesse heeft, of niet weet hoe dit aan te pakken. Een deel van deze 'onderbenuttingen' heeft een hoge en toenemende ecologische waarde, en zou zijn invulling moeten krijgen in een beschermd statuut. Een groot deel echter betreffen on(der)benutte aanplanten met een beperkte natuurwaarde, waar heractivering van het beheer, mits inachtneming van een aantal aandachtspunten naar natuurwaarde, zowel naar houtproductie als naar andere ecosysteemdiensten een win-win-resultaat geven. Ook opnieuw in onderhoud nemen van kleine landschapselementen (bijvoorbeeld knotbomen) hoeft geen vermindering van de ecologische waarde in te houden, of andere ESD te compromitteren, wel integendeel. Hetzelfde gaat op voor infrastructuurgroen : hout dat wordt afgezet langs spoor- en snelwegen, en nu soms nog wordt verhakseld en ter plaatse blijft liggen, kan perfect in de houtketen benut worden.

Een theoretische rekenoefening levert volgende optimale invulling van de ESD op :

- toename van het potentieel door realisatie van de voorziene uitbreidingen van bos en hoog groen: oppervlaktetoename van 245.000 ha naar 300.000 ha

- de actuele gemiddelde aanwas (alle bos en hoog groen) op basis van de gis-oefening in kaart 2 bedraagt 8,8 m³/ha/j. Rekening houdende met een afname van de oppervlakte hoogproductief actueel bos, maar een toename van de bosoppervlakte op relatief meer productieve (landbouw)gronden (met gemiddelde theoretisch maximale aanwassen van ruim 17 m³/ha), kunnen we veronderstellen dat deze gemiddelde aanwas ongewijzigd kan blijven.

- realisatie van een gemiddelde benuttingsgraad van 75% over deze totale oppervlakte (waarbij 15% een uitgesproken natuurbewoudsfunctie vervult).

De theoretisch maximale productie, uitgaande van deze vooronderstellingen bedraagt 2 miljoen m³ hout. Zonder rekening te houden met mogelijke veranderingen in het landgebruik zou de realisatie van de 75% gemiddelde benuttingsgraad nog steeds een maximale productie kunnen realiseren van ca. 1,5 miljoen m³ per jaar, wat nog altijd de helft meer is dan wat volgens de berekeningen actueel wordt geproduceerd.

8.6. Hoe kunnen positieve impacts worden vergroot en negatieve impacts worden verkleind in de praktijk?

Zoals aangegeven zijn de impacts vooral ingegeven vanuit beleidskeuzes en -stimuli, en veel minder vanuit de klassieke aspecten van aanbod en gebruik.

Het huidige beleidskader werkt sterk corrigerend, zodat de optimale combinatie van ESD kan worden nagestreefd, en negatieve impacts tot een minimum worden beperkt.

Deze zijn in Vlaanderen zeer sterk uitgewerkt en vooruitstrevend (Vandekerckhove, 2013) :

- verbod op ontbossingen, op grootschalige kaalslagen, verwijderen van kleine landschapselementen, ...
- toepassing van stand-still-principe in kader van bosvorming (inheems mag niet vervangen door uitheems bos, gemengd niet door homogeen, ...)
- Criteria duurzaam bosbeheer in VEN, IHD-doelen voor SBZ-gebieden, en van een aantal basis-duurzaamheidsprincipes daarbuiten (overeenkomstig bosdecreet en richtlijnen rond kapmachtigingen en goedkeuring beheerplannen).

Dit vrij restrictieve kader zorgt voor de nodige garanties naar behoud en ontwikkeling van het potentieel voor houtproductie, maar ook en vooral andere dan productiegerelateerde ecosysteemdiensten in bossen.

Een aantal beleidsinstrumenten werken stimulerend naar houtproductie en activering, terwijl ze tegelijk ook andere ESD ondersteunen of versterken.

- Bosgroepen zorgen voor sturing en verdere activering bij boscijneren, steeds vertrekkend van deze win-win-opportunities.
- subsidies voor de bebossing van landbouwgronden (in kader van PDPO-II) en de subsidies voor bebossing en herbebossing (i.k.v. bosdecreet) kunnen het productiepotentieel gunstig beïnvloeden.
- subsidies voor de opmaak van uitgebreide beheerplannen kunnen boscijneren stimuleren tot een actief beheer wat de houtproductie kan bevorderen, en tegelijk waakt over de realisatie van andere ESD
- subsidie voor aanleg en onderhoud van kleine landschapselementen (gemeentebesturen, regionale landschappen) kunnen versterkend werken voor verhoging van de belevingswaarde en de houtproductie in agrarische landschappen.

Dit stimulerend kader is echter veel minder uitgewerkt en coherent dan het restrictieve kader.

Om een optimale invulling van de ecosysteemdienst houtproductie te realiseren, met de optimale trade-offs naar andere ecosysteemdiensten is het noodzakelijk dat het huidige (vooral restrictief) kader verder zou worden geflankeerd door een coherent stimulerend kader dat de win-win-mogelijkheden die zich bieden maximaal benut.

Dit kan gebeuren door het huidige beleidskader (zowel restrictief als stimulerend) te behouden, en verder te versterken :

- een krachtig beleidsinstrumentarium voor het effectief realiseren van de beleidsmatig voorziene bosuitbreidingen (zowel binnen het Ruimtelijk Structuurplan Vlaanderen, als in het kader van de IHD-doelen)
- opstarten van veldexperimenten en demonstratiesites rond vernieuwende bosbeheertechnieken, die de win-win-mogelijkheden maximaal benutten : QD-methode, Variable Retention Harvest, ... Stimuleren van het toepassen van deze technieken
- uitwerken van een duidelijk beleidskader en bijhorende infrastructuur rond de oogst van energiehout en 'landscape care wood'

- een vernieuwde interesse voor het gebruik van veredeld teeltmateriaal dat een hogere productie en kwaliteit kan genereren zonder in te boeten op andere ESD of doelstellingen
- een duidelijk beleid naar versterking en verweving van kleine landschapselementen in het agrarisch landschap, in uitvoering van PDPO.

Een dergelijk beleid die een ecologisch en maatschappelijk duurzame houtproductie stimuleert hoeft niet in tegenspraak te zijn met expliciete doelen rond bewust onbeheerde bossen (zowel in grotere integrale reservaten als kleinere verouderingseilanden). Een verdere activering van het multifunctionele bos en ander hoog groen, én de effectieve realisatie van de voorziene bosuitbreiding kan deze bewuste onderbenutting ruim compenseren, en maakt het ook mogelijk en tegelijk noodzakelijk om dit netwerk nog sterker en doelmatiger uit te werken.

9. Kennislacunes

Voor een betere analyse van de ESD houtproductie zouden volgende belangrijke kennishiaten moeten worden ingevuld :

- er zijn geen recente of gedetailleerde aanwasgegevens voor bosbestanden in Vlaanderen beschikbaar. De aanwasgegevens die courant worden gebruikt, en ook deze in dit rapport (en in de natuurwaardeverkenner) zijn gebaseerd op verouderde of buitenlandse cijfers. Bovendien zijn deze productietabellen steeds voor homogeen gelijkjarige bosbestanden gemaakt. Voor ongelijkjarige bestandstypes en gemengde bosbestanden, die ook naar de toekomst steeds belangrijker zullen worden, zijn hoegenaamd geen gegevens beschikbaar. Een grondige analyse van de aanwas in Vlaamse bossen, o.a. op basis van de tweede bosinventaris en andere tijdsreeksen van bosopnames is essentieel om inschattingen te maken van maximale kapkwanta en huidig en toekomstig productiepotentieel (zeker ook voor ongelijkjarige en gemengde bestanden).
- er zijn geen verwerkingen van gegevens voor lange termijntrends en evoluties over de laatste decennia beschikbaar, die toelaten om trends naar beschikbaarheid van bepaalde soorten en sortimenten zowel uit het verleden als naar de toekomst te bepalen, en daaruit voortvloeiend ook aanwijzingen van toekomstige levering van de ESD. Dit kan een belangrijke basis vormen voor een Vlaams lange-termijn-beleid inzake houtproductie. In datzelfde kader is ook bijkomende kennis nodig rond boomsoortenkeuze in functie van klimaatverandering.
- ook de gegevens van de tweede bosinventaris zijn nog niet beschikbaar, waardoor momenteel ook geen trends te berekenen zijn voor levende voorraad en aanwassen voor de laatste 10-15 jaar.
- Er zijn geen totaalcijfers beschikbaar van de effectief verhandelde hoeveelheid hout in Vlaanderen: voor de formele markt van import en export zijn enkel gegevens voor heel België beschikbaar, en voor de productie zijn enkel cijfers van de formele, georganiseerde houtmarkt (openbare houtverkopen voor openbare bossen en bosgroepen) beschikbaar. Zoals uit onze analyse naar voor komt is deze formele markt slechts een fractie van de totale houtoogst in Vlaanderen. Er is geen zicht op de informele markt, geen statistieken van andere alternatieve houtstromen (oogst van houtige biomassa langs infrastructuur,...).
- De bosreferentielaag is verouderd (2000) en wordt niet meer geüpdatet. De boswijzer en hooggroenkaart geven weliswaar gedetailleerde informatie over de lokalisatie van hoog groen, maar geen informatie over boomsoort, enz.
- Er zijn geen uitgebreide waarderingspeilingen beschikbaar over wensen en 'welbehagen' van de bevolking rond houtproducerend bos (voorkeuren naar bosbeelden, attitude naar houtproductie, enz...). Slechts enkele kleinere case-studies (bv. Liekens et al., 2012a, 2012b) en buitenlandse voorbeelden zijn beschikbaar.
- Veldexperimenteel onderzoek naar economische rentabiliteit en ecologische effecten van alternatieve bosbeheervormen (zowel traditionele als vernieuwende) is in de lage landen zo goed als stilgevallen. Dergelijk onderzoek is nochtans absoluut noodzakelijk om de juiste beoordelingen te maken en deze resultaten te laten doorstromen naar beleidskeuzes en -bijsturingen.
- Een goed inzicht in de zones met hoge ecologische waarde en potentieel is noodzakelijk om een doelmatige oriëntering van benuttingsgraad en beheerkeuzes te maken en stimulerende maatregelen te focussen. De huidige bosconstantiekaart en de bosreferentielaag vormen daarbij een belangrijke insteek (zie ook Leyman & Vandekerckhove, 2004), maar dienen verder verfijnd via de ontwikkeling van indicatorsoorten voor organismengroepen (doodhoutkevers, zwammen) en hun verspreiding.

Lectoren

Wim Buysse, Agentschap voor Natuur en Bos

Lode De Beck, Instituut voor Natuur en Bosonderzoek

Ignace Decancq, Milieu- en Natuurraad van Vlaanderen

Jeroen Gillabel, Bond Beter Leefmilieu

Jan Goris, Bosgroepen

Vincent Kint, Agentschap voor Natuur en Bos

Frederik Mollen, Natuurpunt

Hans Scheirlinck, Bosgroep Vlaamse Ardennen tot Dender

Bart Vanderaa, Agentschap voor Natuur en Bos

Referenties

- Aernouts K. (2010) Energiebalans Vlaanderen 2010. Rapport VITO, Mol.
- Aernouts K., Jespers K & Dams Y. (2013). Energiebalans Vlaanderen 2011 (uitgebreid). Rapport VITO 2013/TEM/R79, VITO, Mol
- Afdeling Bos en Groen, 2001. De bosinventarisatie van het Vlaamse Gewest. Resultaten van het eerste inventarisatie 1997-1999. Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, 486 pp.
- Audenaert T and Kint V (2013) IHD boshabitats: vooropgestelde omvormingen in relatie tot actueel bosareaal en beleidskader. KOBE rapport. ANB/Inverde, Brussel.
- Batelaan, O., De Smedt, F. En Triest, L. (2003), Regional groundwater discharge: phreatophyte mapping, groundwater modelling and impact analysis of land-use change. J. Hydrol. 275, 86-108
- Beckers S & Veendrick J., (2009). Houtverbruik in Vlaanderen, Incompany Milieu advies (Open Universiteit Nederland), Heerlen
- Bervaes J. & Vreke J., 2004. De invloed van groen en water op de transactieprijzen van woningen. Wageningen, Alterra, Alterra-rapport 959. 65 blz. 3
- Blauwens Y., De Jonghe Y., De Rouck T., Eppinger R., Fronhoffs A., Lambrechts G., Lermytte J., Lieben G., Mangeleer H., Meeusen G., November J., Princen R., Raes H., Snellings P., Soetens T., Uitdewilligen D., Van der Linden L., Van Eylen I., Van Meerssche W., Vandevelde D., Verl   W., Walgraeve C. 2006. Grondwaterbeheer in Vlaanderen. Het onzichtbare water doorgrond. Uitg. Vlaamse Milieumaatschappij.
- Boch, S; Prati, D; Muller, J; Socher, S; Baumbach, H; Buscot, F; Gockel, S; Hemp, A; Hessenmoller, D; Kalko, EKV; Linsenmair, KE; Pfeiffer, S; Pommer, U; Schoning, I; Schulze, ED; Seilwinder, C; Weisser, WW; Wells, K; Fischer, M. 2013. High plant species richness indicates management-related disturbances rather than the conservation status of forests. Basic and Applied Ecology 14, 496–505
- Boer, T.A., de, E. Gerritsen en J.K. van Raffe, 2001. Beleving van bosbeelden; Een methode voor het bepalen van de belevingswaarde van bosbeelden en de resultaten van een pilotonderzoek uitgevoerd met deze methode. Alterra-rapport 250.
- Boisvenue, C. and S.W. Running. 2006. Impacts of climate change on natural forest productivity-evidence since the middle of the 20th century. Global Change Biol. 12: 862-882.
- Bormann, F. H., and G. E. Likens. 1979. Pattern and Process of a Forested System. Springer-Verlag, New York. 253 pp.
- Bosplus 2012. Bosbarometer 2012. Uitgave Bosplus.
- Broekx S., De Nocker L., Poelmans L., Staes J., Jacobs S., Van der Biest K., Verheyen K. (2013). Raming van de baten geleverd door het Vlaamse NATURA 2000. Studie uitgevoerd in opdracht van: Agentschap Natuur en Bos (ANB/IHD/11/03) door VITO, Universiteit Antwerpen en Universiteit Gent 2012/RMA/R/1
- Campioli M, Vincke C, Jonard M, Kint V, Demar  e G and Ponette Q (2012) 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. J. Forest Res. 17:1-18.
- Cotta von H., 1828. Anweisung zum Waldbau. Arnoldische Buchhandlung, Dresden, Leipzig
- D'Amato L., Cecchi S., Bonini C., Nunes I., Annesi-Maesano H. Behrendt G., Liccardi T., Popov P. & van Cauwenberge (2007) Allergenic pollen and pollen allergy in Europe. Allergy 62: 976–990.
- Dams Y, Aernouts K., Jespers K & Renders N. (2013) Methodologie energiebalans residenti  le sector met focus op het houtverbruik. VITO rapport 2013/TEM/R/90, VITO, Mol.
- De Boever L. & Van Acker J. (2003). Houtkwaliteit en toepassingsmogelijkheden voor populier in Vlaanderen. BosRevue 5, 11-15
- De Nocker, L., I. Joris, L. Janssen, R. Smolders; D. Van Roy, B. Vandecasteele, L. Meiresonne, B. Van der Aa, B. De Vos, L. De Keersmaeker, K. Vandekerckhove, M. Gerard, H. Backx, B. Van Balleer, D. Van Hove, P. Meire; G. Van Huylenbroeck, K. Bervoets (2006). Multifunctionaliteit van

overstromingsgebieden: wetenschappelijke bepaling van de impact van waterberging op natuur, bos en landbouw. Eindrapport VITO, INBO, UA en UGent.

De Vos, B. (2001) BOBO. Kies een BOomsoort in functie van de BOdemgeschiktheid. *Silva Belgica* 106:14-16.

de Vries B., de Jong A., Rovers R., Haccoû F., Spijker J., van den Berg C., Niemeijer C., Frank D. & Westerink J. (2008). *Energie à la carte*. De potentie van biomassa uit het landschap voor energiewinning. Alterra-rapport 1679.

De Vries, S.; Maas J. & H. Kramer, 2009. Effecten van nabije natuur op gezondheid en welzijn; mogelijke mechanismen achter de relatie tussen groen in de woonomgeving en gezondheid. Wageningen, Wettelijke Onderzoekstaken Natuur & Milieu, WOtr rapport 91. 83 p.

Decuyper Y, Van den Berghe J, Heyens V, Evens L, Demeyere D. (2005). "Parken, ver en dichtbij". In: Hermy M, Schauvliege M, Tijskens G; Groenbeheer, een verhaal met toekomst. pp. 466-506.

Depauw I., Verheyen K. & Van Renterghem T. (2013). Het belang van houtige vegetatiestroken voor de reductie van verkeersgeluid. *Bosrevue* 46, 2-5.

Dumortier, M.; Schneiders, A.; De Schrijver, A.; Kyramarios, M.; Van Daele, T.; Van Damme, S.; Meire, P.; Denys, L. (2003). Vermesting, in: Dumortier, M. et al (red) *Natuurrapport 2003*. Instituut voor Natuurbehoud, Brussel.

Edwards, D. M., M. Jay, F. S. Jensen, B. Lucas, M. Marzano, C. Montagné, A. Peace, and G. Weiss. 2012. Public preferences across Europe for different forest stand types as sites for recreation. *Ecology and Society* 17, art.27.

Ensinger, K.; Wurster, M.; Selter, A.; Jenne, M.; Bethmann, S.; Botsch, K (2012). "...and then everything's quiet" - Perspectives on the topic Forest and Health. *Forest for People*, Alpbach, May 22- 24, 2012. In: Pröbstl, U., 1st Conference on Forest for People.

Goris, R.; Vandenbroucke, P.; Vandekerckhove, K.; Verheyen, K. (2005). *Natuurvriendelijke houtexploitatiewijzen voor bossen op kwetsbare bodems : volume 1 : literatuurstudie en de uitgangstoestand van bosexploitatie in Vlaanderen en in relevante buurlanden*. Instituut voor Bosbouw en Wildbeheer: Geraardsbergen. 161 pp

Gossner, M., Lachat, T., Brunet, J., Isacsson, G., Bouget, C., Brustel, H., Brandl, R., Weisser, W. and Müller J. 2013. Current near-to-nature forest management effects on functional trait composition of saproxylic beetles in beech forests. *Conservation Biology* DOI: 10.1111/cobi.12023

Gybels R., Wouters R., Schuurmans B. & Verbeken W. (2012). Houtige biomassa voor energie in Limburg. Eindrapport van het MIP2-project "Limburgs groen voor een groene economie".

Haines-Young R., Potschin M. (2008). *England's Terrestrial Ecosystem Services and the Rationale for an Ecosystem Approach*. Full technical report CEM, School of Geography, University of Nottingham. Defra Project Code NR0107. 89 p.

Haines-Young R., Potschin M. (2013). *Common International Classification of Ecosystem Services (CICES): Consultation on Version 4, August-December 2012*. Report to the European Environment Agency. Centre for Environmental Management, University of Nottingham. EEA Framework Contract number EEA/IEA/09/003. 34 p.

Hartig G.L., 1791. *Anweisung zur Holzzucht für Förster*. Neue Akademische Buchhandlung, Marburg

Hermy M, Schauvliege M, Tijskens G. 2005. Groenbeheer, een verhaal met toekomst. *Uitg. VELT* ism. Afdeling Bos en Groen.

Jacobs, S.; Staes, J.; De Meulenaer, B.; Schneiders, A.; Vrebos, D.; Stragier, F.; Vandevenne, F.; Simoens, I.; Van Der Biest, K.; Lettens, S.; De Vos, B.; Van der Aa, B.; Turkelboom, F.; Van Daele, T. ; Genar O.; Van Ballaer, B.; Temmerman, S. & Meire, P. 2010. *Ecosysteemdiensten in Vlaanderen: een verkennende inventarisatie van ecosysteemdiensten en potentiële ecosysteemwinsten*. University of Antwerp, Ecosystem Management Research Group, ECOBE 010-R127

Jactel, H., E. Brockerhoff and P. Duelli. 2005. A test of the biodiversity-stability theory: meta-analysis of tree species diversity effects on insect pest infestations, and re-examination of responsible factors. IN M. Scherer-Lorenzen, C. Körner and E.-D. Schulze (eds.), *Forest diversity and function: temperate and boreal systems*. Springer, Berlin. 235-262.

- Jansen, J.J. , J. Sevenster, P.J. Faber (redactie) (1996) OPBRENGSTTABELLEN voor belangrijke boomsoorten in Nederland. IBN rapport nr. 221
- Jansen P.& Kuiper L., 2000. Actie voor de populier. Vakblad Natuurbeheer 4, 51-52.
- Jespers K., Dams Y. & Aernouts K., 2012. Energy consumption survey for Belgian households, Final Report for EUROSTAT. Rapport VITO, Mol.
- Karjalainen, E., Sarjala, T., Raitio H. (2010). Promoting human health through forests: overview and major challenges. *Environmental Health and Preventive Medicine*, 15, 1-8
- Kelty M.J. and Cameron I.R., 1995. Plot design for the analysis of species interactions in mixed stands. *Com. For. Rev.* 74: 322-332
- Kint V., Aertsens W., Campioli M., Vansteenkiste D., Delcloo A., Muys B. (2012). Radial growth change of temperate tree species in response to altered regional climate and air quality in the period 1901-2008. *Climatic Change* 115, 343-363
- Kint V. 2013 Beleidsnota bosbeheer voor benutting en klimaatverandering. Agentschap voor Natuur en Bos.
- Kint V. 2013b. Draagkracht van bossen voor biomassa-oogst. Naar een afwegingskader voor biomassa-oogst in Vlaanderen. Agentschap voor Natuur en Bos.
- Knohl A., Schulze E.D., Kolle O. & Buchmann N. (2003). Large carbon uptake by an unmanaged 250-year-old deciduous forest in Central Germany. *Agricultural and Forest Meteorology* 118: 151-167
- Knoke T., Ammer C., Stimm B. & Mosandl R., 2008. Admixing broadleaved to coniferous tree species: a review on yield, ecological stability and economics. *European Journal of Forest Research* 127, 89-101
- Knoke T., Stimm B., Ammer C., Moog M. 2006. Mixed forests reconsidered: a forest economics contribution on an ecological concept. *Forest Ecology and Management* 213, 102-116
- Kuiper L. & De Lint S. (2008). Binnenlands biomassapotentieel - Biomassa uit natuur, bos, landschap, stedelijk groen en houtketen. Rapport Ecysys Netherlands B.V.
- Laurent, C., H. Lecomte, C. De Schepper, M. Waterinckx, W. Buysse, S. Vanwijnsberghe (2010) Évaluation des ressources forestières mondiales 2010. Rapport National Belgique. FRA2010/020. 76p. Rome.
- Laurent, C. et al (2005) Évaluation des ressources forestières mondiales. Belgique. Rapport National 131. 61p. Rome.
- Nilsson, K.; Sangster, M.; Gallis, C.; Hartig, T.; de Vries, S.; Seeland, K.; Schipperijn, J. (Eds.) 2011. *Forests, Trees and Human Health – 2011*. Springer Verlag. 427 p.
- Leyman, A. en K. Vandekerckhove (2002) Berekeningen van de oppervlakte bos in Vlaanderen die is opgenomen in verschillende beschermingsstatuten. Resultaten van een GIS-analyse. IBW Bv IR 2002.003.
- Leyman, A. en K. Vandekerckhove (2004) Inventaris van potentieel ecologisch waardevolle bossen in vlaanderen : een gis-analyse : beleidsondersteunend onderzoek rond 'zonevreemde' bossen, bosuitbreiding en a-locaties. IBW Bb R 2004.013.
- Liekens, I., De Valck J., De Nocker, L., Broekx S., Aertsens J. (2012a). Raming van baten van de inrichting van een akker/weiland met kleine landschapselementen. Studie uitgevoerd in opdracht van: Regionaal Landschap Haspengouw en Voeren: 2012/RMA/R/33
- Liekens, I., De Valck J., De Nocker, L., Broekx S., Vlaeminck P., Vranken L. Aertsens J. (2012b). Raming van wijzigingen in de belevingswaarde van Drongengoedbos tengevolge van structurele ingrepen. Studie uitgevoerd in opdracht van: Regionaal landschap Meetjesland 2012/RMA/R/13
- Liekens I., Van der Biest K., Staes J., De Nocker L., Aertsens J., Broekx S., 2013. Waardering van ecosysteemdiensten: een handleiding. Studie uitgevoerd in opdracht van LNE, afdeling milieu-, natuur- en energiebeleid: 2013/RMA/R/46
- Luttik, J. en M. Zijlstra (1997). Woongenot heeft een prijs: het waardeverhogend effect van een groene en waterrijke omgeving op de huizenprijs. SC_DLO rapport nummer 562. Dienst Landbouwkundig Onderzoek, Wageningen.
- Luyssaert S., Schulze E.D. Börner A., Knohl A., Hessenmöller D., Law B. Ciais P. & Grace J. 2008. Old-growth forests as global carbon sinks. *NATURE* 455, 213-215.

Mantau, U. et al. 2010: EUwood - Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report. Hamburg/Germany, June 2010. 160 p.

Mantau, U., Saal, U., Prins, K., Steierer, F., Lindner, M., Verkerk, H., Eggers, J., Leek, N., Oldenburger, J., Asikainen, A. and Anttila, P., 2010. EUwood - Real potential for changes in growth and use of EU forests. Final report to the European Commission DG TREN. University of Hamburg, Hamburg.

MCPFE (2003) Improved Pan-European Indicators for Sustainable Forest Management as adopted by the MCPFE Expert level Meeting, 7-8 October 2002, Vienna, Austria. MCPFE Liaison Unit Vienna.

Meiresonne L., 2006. Kansen, mogelijkheden en toekomst voor de populierenteelt in Vlaanderen. Korte-omloop hout voor energieproductie : plaats in het Vlaamse bosbeleid INBO.R.2006.11

Meiresonne L. & Turkelboom F. (2012). Biodiversiteit als basis voor ecosysteemdiensten in regio Vlaanderen. Mededelingen van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek 2012 (1). Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, Brussel.

Morin X, Fahse L, Scherer-Lorenzen M, Bugmann H (2011) Tree species richness promotes productivity in temperate forests through strong complementarity between species. *Ecol Lett* 14: 1211–1219

Moonen, P., Kint, V., Deckmyn, G., Muys, B., 2011. Wetenschappelijke onderbouwing van een lange termijnplan houtproductie voor Bosland. Eindrapport opdracht LNE/ANB/LIM-2009/19

Moons, E., Eggermont, K., Hermy, M. A Proost, S. 2000. Economische waardering van bossen. Een case-study voor Heverleebos-Meerdaalwoud.. Ed. Garant, Leuven, Belgium. ISBN 90-441-1096-9

Müller J., Hothorn T. & Pretzsch, H. 2007. Long-term effects of logging intensity on structures, birds, saproxylic beetles and wood-inhabiting fungi in stands of European beech *Fagus sylvatica* L. *Forest Ecology and Management*, 242 297–305

Muys B. & Aubinet M. (2010) Effecten van boomsoortenmenging op primaire productie en koolstofvastlegging.

Muys B., Den Ouden J; & Verheyen K., 2010. Functies van biodiversiteit. IN : Den Ouden, J., Muys B., Mohren F. & Verheyen K. (eds) Bosbeheer in de Lage Landen. Uitgeverij ACO.

Naeem, S. 1998. Species redundancy and ecosystem reliability. *Conserv. Biol.* 12: 39-45.

Nelson G.C., Bennett E., Asefaw Berhe A., Cassman K.G., DeFries R., Dietz T., Dobson A., Dobermann A., Janetos A., Levy M., Marco D., Nakic'enovic' N., O'Neill B., Norgaard R., Petschel-Held G., Ojima D., Pingali P., Watson R., Zurek M. (2005). Drivers of Change in Ecosystem Condition and Services. In: *Ecosystems and human well-being: scenarios v2: findings of the Scenarios Working Group, Millennium Ecosystem Assessment*. Island Press, Washington, DC.

Pautasso, M., O. Holdenreider and J. Stenlid. 2005. Susceptibility to fungal pathogens of forests differing in tree diversity. in M. Scherer-Lorenzen, C. Körner and E.-D. Schulze (eds.), *Forest diversity and function: temperate and boreal systems*. Springer, Berlin Pages 263-290.

Pioto D (2008) A meta-analysis comparing tree growth in monocultures and mixed plantations. *For Ecol Manage* 255: 781–786.

Pretzsch H (2005a). Stand density and growth of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.). Evidence from long-term experimental plots. *European Journal of Forest Research* 124: 193–205

Pretzsch, H. 2005b. Diversity and productivity in forests: evidence from long-term experimental plots. IN M. Scherer-Lorenzen, C. Körner and E.-D. Schulze (eds.), *Forest diversity and function: temperate and boreal systems*. Springer, Berlin. Pages 41-64

Pretzsch, H. 2009. *Forest Dynamics, Growth and Yield. From Measurement to Model*. Springer Verlag, 664 pp.

Pretzsch H, Block J, Dieler J, Dong PH, Kohnle U, Nagel J, Spellmann H, Zingg A (2010): "Comparison between the productivity of pure and mixed stands of Norway spruce and European beech along an ecological gradient." *Annals of Forest Science*. 2010; 67(7).

Pretzsch H., Bielak K.; Block J.; Bruchwald A, Dieler J. (2013). Productivity of mixed versus pure stands of oak (*Quercus petraea* (Matt .) Liebl . and *Quercus robur* L.) and European beech (*Fagus sylvatica* L.) along an ecological gradient. *European Journal of Forest Research* , 132, 263-282.

- Rehfuss, K-E, Ågren, G I, Andersson, F, Cannell, M G R, Friend, A, Hunter I, Kahle, H-P, Prietzel, J & Spiecker H, 1999. Relationships between recent changes of growth and nutrition of Norway spruce, Scots pine, and European beech forests in Europe RECOGNITION EFI Working Paper 19.
- Renders N, De Weerd Y, Gijsbers M., Jespers K., Van Esch L & Wevers M. (2011)., Emissies door houtverbranding – sectoren gebouwenverwarming en landbouw, VITO rapport 2011/TEM/R/158.
- Scheirlinck H. 2013. Bosgroep Vlaamse Ardennen tot Dender. Voordracht info-avond Duurzaam bosbeheer : ook rendabel ? Zottegem, 16 oktober 2013.
- Schelhaas, M.-J., Hengeveld, G., Moriondo, M., Reinds, G.J., Kundzewicz, Z.W., ter Maat, H., Bindi, M. 2010. Assessing risk and adaptation options to fires and windstorms in European forestry. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change 15(7): 681-701.
- Simonson, C.; Salonvaara, M. & Ojanen T. (2001) Improving indoor climate and comfort with wooden structures.VTT Publications 431, 298 pp.
- Siitonen, J. 2001. Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as an example. Ecological Bulletins 49: 11-41
- Seidl, R., Schelhaas, M.J.. (2012): Drivers and impacts of intensifying disturbance regimes in Europe's forests In: Ecofor, Tackling climate change: The contribution of forest scientific knowledge
- Spiecker H., 1999. Overview of Recent Growth Trends in European Forests. Water, Air, and Soil Pollution 116, 33-46.
- STATBEL, 2011. De landbouw in België in cijfers. FOD Economie, Algemene Directie Statistiek en Economische Informatie
- Stokland, J.N., Siitonen, J. and Jonsson, B.G. (eds.) 2012. Biodiversity in Dead Wood (Ecology, Biodiversity and Conservation). Cambridge University Press
- Tilborghs G., Wildemeersch D. & De Schrijver K. (2009). Wonen en gezondheid (4de editie). Ministerie van Welzijn, Volksgezondheid en Gezin, Agentschap Zorg en Gezondheid.
- Tilman D., Reich P.B., Knops J., Wedin D.A. & Mielke T. 2001. Diversity and Productivity in a Long-Term Grassland Experiment. Science 294: 843-845.
- Tilman, D., D. Wedin, and J. Knops. 1996. Productivity and sustainability influenced by biodiversity in grassland ecosystems. Nature 379: 718-720.
- Tennessen C & Cimprich B. 1995. Views from nature : effects on attention. Journal of Environmental Psychology 15, 77-85.
- Thomaes, A., De Keersmaeker, L., Van Calster, H., De Schrijver, A., Vandekerckhove, K., Verstraeten, G. & Verheyen, K. 2012. Diverging effects of two contrasting tree species on soil and herb layer development in a chronosequence of post-agricultural forest. Forest Ecology & Management, 278: 90-100
- Thomas B., Macdonald S., Hicks M. Adams D. & Hodgetts R. 1999. Effects of reforestation methods on genetic diversity of lodgepole pine: an assessment using microsatellite and randomly amplified polymorphicDNA markers. Theor Appl Genet 98, 793-801.
- Thompson, I., Mackey, B., McNulty, S., Mosseler, A. (2009). Forest Resilience, Biodiversity, and Climate Change. A synthesis of the biodiversity/resilience/stability relationship in forest ecosystems. Secretariat of the Convention on Biological Diversity, Montreal. Technical Series no. 43, 67 pages.
- Ulrich, R. (1983) 'Aesthetic and affective response to natural environment', in Altman, I. and Wohlwill, J. F. (eds) Human Behaviour and Environment: Advances in Theory and Research. Volume 6: Behaviour and the Natural Environment. New York, Plenum Press: 85 - 125.
- Ulrich R. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. Science, Vol. 224 no. 4647 pp. 420-421.
- Ulrich RS, Lunden O, Etinge JL. (1993). Effects of exposure to nature and abstract pictures on patients recovery from heart surgery. Psychophysiology. 1993: 1-7
- Uyttendaele D., Noyen F, Van Nieuwenhove K & Verheeke J. (2013). Duurzaam gebruik van biomassa in een bio-economie. Gezamenlijk advies MINA-raad en SALV.
- Van de Genachte, G., Lust N., Huvenne P. & Walpot O. (2003). Visie op multifunctionaliteit IN: Spaas J. & Van Langenhove (red) Bossenverklaring van de Vlaamse Hoge Bosraad.

- Van der Aa B., W. De Mayer, M. Dumortier (2005) Bosbouw. In: Dumortier M., De Bruyn L., Hens M., Peymen J., Schneiders A., Van Daele T., Van Reeth W., Weyembergh G. & Kuijken E., 2005. Natuurrapport 2005. Toestand van de natuur in Vlaanderen: cijfers voor het beleid. Mededelingen van het Instituut voor Natuurbehoud nr. 24, Brussel.
- Van der Aa B. (2010). Primaire productie – Bosbouw IN : Jacobs, S.; Staes, J.; De Meulenaer, B.; Schneiders, A.; Vrebo, D.; Stragier, F.; Vandevenne, F.; Simoens, I.; Van Der Biest, K.; Lettens, S.; De Vos, B.; Van der Aa, B.; Turkelboom, F.; Van Daele, T. ; Genar O.; Van Ballaer, B.; Temmerman, S. & Meire, P. 2010. Ecosysteemdiensten in Vlaanderen: een verkennende inventarisatie van ecosysteemdiensten en potentiële ecosysteemwinsten. University of Antwerp, Ecosystem Management Research Group, ECOBE 010-R127
- Van Gossum P, De Maeyer W (2006) Performance of forest groups in achieving multifunctional forestry in Flanders. *Small-Scale For Econ Manage Policy* 5(1):19–36
- Van Herzele A. & Van Gossum P. (2008). Typology building for owner-specific policies and communications to advance forest conversion in small pine plantations. *Landscape and Urban Planning* 87: 201–209.
- Van Herzele A. & Van Gossum P. (2009). Owner-specific factors associated with conversion activity in secondary pine plantations. *Forest Policy and Economics* 11: 230–236
- Van Rompaey et al., Emissies van dioxines en PAK's door gebouwenverwarming met vaste brandstoffen, VITO rapport 2001/IMS/R059
- Van Uytvanck J., Vandekerckhove K. & Thomaes A. (2014). Structuurrijke gesloten bossen. IN: Van Uytvanck (red). Handboek voor beheerders. Europese natuurdoelstellingen op het terrein – deel 2: Soorten.
- Vandekerckhove, K. 2013. Integration of Nature Protection in Forest Policy in Flanders (Belgium). INTEGRATE Country Report. EFICIENT-OEF, Freiburg, 60 pp.
- Vandekerckhove K., De Keersmaecker L., Walley R.(+), Köhler F., Crevecoeur L., Govaere L., Thomaes A & Verheyen K. (2011). Reappearance of old growth elements in lowland woodlands in northern Belgium: do the associated species follow? *Silva Fennica* 45(5), 909-936
- Vandekerckhove K., De Keersmaecker L. & Van der Aa B. (2012). Advies betreffende de ecologische effecten van een bijkomende oogst van exploitatieresten (kroonhout, stobben) bij bosexploitatie. Advies van het Instituut voor Natuur- en Bosonderzoek, INBO.A.2011.69.
- Vandekerckhove K., Thomaes A. and Jonsson B.-G. 2013. Connectivity and fragmentation : island biogeography and metapopulation applied to old-growth-elements. IN: Kraus D. & Krumm F. (eds.) Integration of conservation in managed forests. European Forest Institute, EFICIENT-OEF, Freiburg.
- Vanongeval L, Coppens G., Geypens M. De Keersmaecker L. De Schrijver A., Mussche S. Lust N & Mensink C. (1998) Vermesting IN : MIRA-T : milieu- en natuurrapport Vlaanderen : thema's. p.191-206
- Verheyen K. (2010) Relaties tussen biodiversiteit en het functioneren van ecosystemen. *Bosrevue* 32, 2-5.
- Vila` M, Carrillo-Gavila`n A, Vayreda J, Bugmann H, Fridman J, et al. (2013) Disentangling Biodiversity and Climatic Determinants of Wood Production. *PLoS ONE* 8(2): e53530. doi:10.1371/journal.pone.0053530
- Vila` M, Vayreda J, Comas LI, Iba`n~ez JJ, Mata T, et al. (2007) Species richness and wood production: a positive association in Mediterranean forests. *Ecol Lett* 10: 241–250.
- Watt, A.D. 1992. Insect pest population dynamics: effects of tree species diversity. IN: M.G.R Cannell, D.C. Malcolm and P.A. Robertson (eds.), *The ecology of mixed species stands of trees*. Blackwell, Oxford, UK. Pages 267-275
- Wuyts K., Staelens J., De Schrijver A., Verheyen K., Overloop S., Vancraeynest L., Hens M. & Wils C. (2009). Wetenschappelijk rapport MIRA 2009 & NARA 2009 Overschrijding kritische lasten. INBO.R.2009.55
- Wurster, M., Ensinger, K., Selter, A., Jenne, M., Waldenspuhl, T.: „ "Dann ist Ruh" - Sichtweisen zum Thema Wald und Gesundheit. In: BAUER, N.; MONDINI, M.; BERNASCONI, A. (Hrsg.) (2012): *Landscape and Health: Effects, Potential and Strategies*. International Conference, January 24 and 25, 2012. Birmensdorf: Eidg. Forschungsanstalt WSL, 65-66.

Ziello C, Sparks TH, Estrella N, Belmonte J, Bergmann KC, et al. (2012) Changes to Airborne Pollen Counts across Europe. PLoS ONE 7(4): e34076. doi:10.1371/journal.pone.0034076

Bijlage 1 Karteringsmethode

Fysische geschiktheidskaart

Stap 1 : de verrasterde versie (10x10m) van de textuurklassen en de drainageklassen uit de bodemkaart (met extrapolaties voor ongekarteerde zones) worden gereduceerd tot aan beperkt aantal combinaties die relevant zijn voor de groeikracht van boomsoorten.

Volgende clusters worden gevormd :

Textuur :

- Zandige en venige bodems (lage groeikracht) : Z, X, V
- Zandlemige bodems (matige groeikracht) : S, P
- Lemige bodems, inclusief mergel- en kalkrijke varianten : A, L, M, G
- Zware, kleibodems : E, U.

Drainageklassen :

- a : zeer droog
- b, c : matig droog
- d, e, h : vochtig tot nat
- f, g, i : zeer nat

Dit geeft 16 mogelijke combinaties.

Stap 2 : uit de landgebruikskaart niveau 1 worden de percelen die actueel in landbouwgebruik zijn uitgeselecteerd : deze worden actief bemest en bekalkt, waardoor hun groeikracht voor dezelfde textuur en drainage hoger ligt dan voor onbemeste gronden (bv. actueel bos).

Deze laag wordt gecombineerd met bovenstaande, wat 32 mogelijkheden oplevert.

Stap 3 : bebouwde zones en stromende en stilstaande waters (uit landgebruikskaart – niveau 3) krijgen score nul

Stap 4 : de resterende oppervlakte krijgt op basis van de bodemparameters en het al dan niet bemeste karakter een potentiële aanwasscore toegekend. Dit is de verwachte maximale productie aan hout, uitgedrukt in m³/ha). Deze productiescores komen overeen met de verwachte aanwas van de meest productieve boomsoort die op deze standplaatscombinatie kan groeien.

Voor het bepalen van deze aanwascijfers baseerden we ons in de eerste plaats op de waarden die worden gehanteerd in de Natuurwaardeverkenner (www.natuurwaardeverkenner.be) en de daarvan afgeleide publicaties (Broekx et al., 2013; Liekens et al., 2012, 2013).

In Tabel 2 zijn voor elke onderscheiden bodemgroep de meest productieve boomsoort en de range in aanwascijfers uit de natuurwaardeverkenner weergegeven.

Tabel 2. *Overzicht van de gehanteerde textuur- en drainagegroepen (uit de bodemkaart) bij de fysische geschiktheidskaart voor de ESD houtproductie. Bij elke combinatie is de meest productieve boomsoort geselecteerd, op basis van de gegevens uit de Natuurwaardeverkenner. Cijfers tussen haakjes geeft de range van aanwascijfers voor die boomsoort voor de verschillende bodemseries, uit diezelfde natuurwaardeverkenner, die hier worden samengenomen.*

Textuur	Drainageklasse			
	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	Corsicaanse den (12)	Corsicaanse den (16)	Populier (9-13)	Populier (9-11)
S/P	Douglas (10-13)	Corsicaanse den (16)	Populier (9-13)	Populier (9-13)
A/L/M/G	Douglas (10)	Douglas (16)	Populier (11-15)	Populier (0-13)
E/U	Douglas (10)	Populier (9-15)	Populier (13-15)	Populier (0-13)

Correcties tov. de natuurwaardeverkenner.

Op basis van Tabel 2 werd voor elke bodemcombinatie een gemiddelde productiecapaciteit bepaald. Een aantal cijfers van de natuurwaardeverkenner werden echter bijgesteld.

Voor cultuurpopulier stelt de natuurwaardeverkenner een maximale opbrengst van 15 m³/ha/jaar voorop. Volgens Van Slycken & Stevens (1994) liggen deze aanwascijfers op de betere standplaatsen beduidend hoger : Voor de UNAL-klonen Beaupré en Boelare zijn aanwassen voor spilhout (dus zonder het kruinhout) van 20-27 m³/ha vastgesteld. Voor de oude kloon Robusta ligt deze op ongeveer 10 m³/ha. Na bijtelling van het kroonhoutvolume (dat in brand- en vezelhout wordt verwerkt) bekomt men opbrengsten van respectievelijk 25-30 en 15 m³/ha. Rekening houdende met de actuele oppervlakteverhoudingen tussen oude en nieuwe klonen in Vlaanderen worden de aanwascijfers voor Cultuurpopulier op de betere en beste standplaatsen naar boven bijgesteld, respectievelijk naar 16 tot 20 m³/ha/jaar.

Anderzijds zijn de aanwassen voor populier op de extreem natte en zandige standplaatsen weer overschat. Bij Van Slycken & Stevens (1994) zijn op de minder geschikte standplaatsen aanwassen gemeten voor eenzelfde kloon, die minder dan 1/3 waren van de goede standplaatsen, en soms niet meer dan 4,5 m³ bedroegen. Daarom worden de aanwascijfers voor deze standplaatsen naar onder bijgesteld, waardoor andere boomsoorten een hogere productie genereren (zie hieronder).

De natuurwaardeverkenner geeft voor de bodemtypes A tot U met drainageklasse g een groeipotentieel van 0 m³/ha, met andere woorden, geen boomgroei. Dit kan mogelijks correct zijn voor alle naalddhout en boomsoorten als beuk, eik en misschien zelfs populier, maar is zeker niet correct voor de klasse 'gemengd loofbos'. We stellen in de praktijk immers vast dat op dergelijke bodems wel degelijk bos kan groeien, met name bron- en valleibossen met wilgen, es en zwarte els, waar toch aanwassen van 5-10 m³/ha mogen verwacht worden. De ondergrens naar potentiële productie wordt dan ook bijgesteld van 0 naar 6 m³/ha.

Op basis van deze correcties kunnen nieuwe minima en maxima per standplaatsgroep bepaald. Daarvan wordt de gemiddelde waarde bepaald, en deze vormt de uiteindelijke 'aanwasscore' voor deze bodemgroep.

Voor de bodems die actueel in landbouwgebruik zijn is het potentieel voor houtproductie hoger dan daarbuiten : door bemesting, bekalking en afwatering is de potentiële groeikracht hier beduidend hoger, in het bijzonder op de van nature armere zand- en zandleembodems.

Voor deze actueel 'verbeterde' bodems naar nutriëntenstatus en afwatering wordt de score verhoogd met 25% voor de zeer natte en de zand- en zandleembodems, en met 10% voor de overige bodems.

Dit geeft uiteindelijk volgende potentiële houtproductie (Tabel 3)

Tabel 3. *Gehanteerde maximale aanwascijfers (m³/ha.jaar) voor de verschillende bodemcombinaties gehanteerd in de fysische geschiktheidskaart voor de ESD houtproductie.*

Onbemeste gronden				
Textuur	Drainageklasse			
	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	12	16	9	6
S/P	12	16	12	11
A/L/M/G	10	16	18	9
E/U	10	15	20	7
Bemeste gronden				
Textuur	Drainageklasse			
	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	15	20	12	9
S/P	15	20	15	14
A/L/M/G	11	18	20	12
E/U	11	17	22	9

Deze waarden worden toegekend aan elk rasterhok met die welbepaalde combinatie van textuur, drainage en bemesting.

De rasterhokken onder 'infrastructuur' en 'water' krijgen hierbij een score 0.

Aanmaak van de potentieel aanbodkaart

Bij de aanmaak van de kaart die het potentieel voor houtproductie in functie van de huidige landbedekking weergeeft, werd volgende procedure gevolgd.

Stap 1 : de verrasterde hooggroenkaart (= kaart van alle opgaand groen in Vlaanderen) vormt de basislaag : alle pixels met 'hoog groen' uit deze kaart zijn een potentiële bron van houtproductie.

Stap 2 : voor de pixels waarvoor in de landgebruikskaart een boomsoortcategorie (voortkomend uit de bosreferentielaag) is toegekend, wordt deze waarde overgenomen. Het resultaat is een hooggroenkaart die ten dele naar boomsoort is gespecificeerd.

Stap 3 : het aantal categorieën qua boomsoort uit de bosreferentielaag wordt geclusterd in hoog- en laagproductieve boomsoortengroepen. Het resultaat zijn vijf categorieën

- Productieloofhout = Populier (Populier)
- multifunctioneel Loofhout = eik+beuk+gemengdloofhout
- productienaaldhout = alle naaldhout behalve gewone den (vooral Lork, Corsicaanse/Oostenrijkse den, Fijnspar, Douglas)
- multifunctioneel Naaldhout = alle Gewone den
- hooggroen niet opgenomen in één van bovenstaande categorieën op de landgebruikskaart.

Stap 4 : overlay met de vereenvoudigde bodemkaart (zie hierboven), met specifieke productiviteitsklassen. Deze zijn eveneens afgeleid uit de natuurwaardeverkenner, waarbij voor de geclusterde klassen (vb eik, beuk, gemengd loofhout) de gemiddelde score voor deze drie wordt gehanteerd. Voor de populieren en drainageklasse g werd met dezelfde correcties gewerkt als bij kaart 1. Voor de categorie 'hooggroen' wordt dezelfde score als voor multifunctioneel loofhout genomen. Een belangrijk deel van deze elementen bestaat effectief uit gemengd loofhout, of boomsoorten uit deze groep (eik, beuk,...). Bovendien is dit een vrij gemiddelde score, die plaatselijke onderschattingen (bvb voor populierenrijen) en onderschattingen (voor gewone den in woonpark) uitmiddelt. Dit geeft $5 \times 16 = 80$ mogelijk combinaties. In Tabel 4 worden deze combinaties weergegeven.

Tabel 4. Overzicht van de gehanteerde aanwascijfers (m^3/ha per jaar) voor de verschillende combinaties van textuur- drainage- en boomsoortklassen die worden gehanteerd bij de potentiële aanbodkaart voor de ESD houtproductie

Productieloofhout (= cultuurpopulier	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	0	0	9	6
S/P	0	9	12	11
A/L/M/G	0	10	18	9
E/U	0	13	20	7
Multifunctioneel loofhout	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	4	6	6	5
S/P	5	8	8	6
A/L/M/G	3	11	10	7
E/U	3	9	10	6
Productienaaldhout	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	11	14	10	3
S/P	11	14	12	2
A/L/M/G	9	15	10	2
E/U	9	8	8	0
Multifunctioneel naaldhout (Ps)	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	7	9	7	2
S/P	8	10	8	2
A/L/M/G	4	10	7	2
E/U	4	8	6	0
Ander hooggroen	a	b/c	d/e/h	f/g/i
Z/V/X	4	6	6	5
S/P	5	8	8	6
A/L/M/G	3	11	10	7
E/U	3	9	10	6

Kaart van het 'actuele aanbod bij huidig beleid en benutting'

Bij de aanmaak van de kaart wordt een inschatting gemaakt van het effectieve actuele aanbod. Uitgaande van voorgaande kaart wordt voor verschillende categorieën een aangepaste score vastgelegd, die samengaat met de inschatting van de actuele benuttingsgraad voor bos en opgaand groen. Deze benuttingsgraad is afhankelijk van het statuut (reservaat), de eigendomssituatie (particulier vs. openbare e domeinbossen) of de functie (bos vs. ander hoog groen)

Volgende benuttingsgraden worden gehanteerd :

- reservaatstatuut of eigendom van terreinbeherende natuurvereniging : 10% benutting
- openbare bossen : 60 %
- particuliere bossen : 50 %
- ander hoog groen : 30 %

Stap 1 : op basis van de bosreferentielaaag (versie 2000) worden openbare vs. particuliere eigendommen afgeleid.

Stap 2 : op basis van de GIS-laag voor natuurreservaten en bosreservaten en eigendommen van Terreinbeherende Verenigingen wordt een laag reservaat/geen reservaat aangemaakt.

Stap 3 : Deze wordt gecombineerd met kaart 2 (potentieel aanbod), waarbij de gehanteerde benuttingsgraden worden verrekend.